

UNIVERSIDADE DO ALGARVE

FACULDADE DE CIÊNCIAS DO MAR E DO AMBIENTE

ASPECTOS DA BIOLOGIA E DA PESCA DE
ESPADARTE (*Xiphias gladius* L. 1758),
NO ARQUIPÉLAGO DOS AÇORES

PATRICIA RIBEIRO DE ABREU GONÇALVES SIMÕES BORGES

Dissertação apresentada à Universidade do Algarve para a obtenção do grau de Doutor em Ciências e Tecnologias das Pescas, especialidade de Pescas

A autora usufruiu de uma bolsa da Junta Nacional de Investigação Científica e Tecnológica (JNICT) no quadro dos Programas Ciência (BD/2306/92) e PRAXIS XXI (BD/5618/95)

A ilustração da capa foi realizada por Katherine Zecca, obtida no "*International Symposium on Pacific Swordfish, Ensenada, Mexico, 11-14 December 1994*", publicado por NOAA Technical Report NMFS

142

FARO
2001

*

2810 T,

06:06102 40680
639.2
SIM * Asp
1



*Mistério da vida eu cismo,
Mistério de ti e de mim,
Da flor que sobre o abismo,
Em vez de chorar, sorri...*

(Anónimo)

À Olinda e Jorge

*Ao pirata Guilherme dos caracóis
dourados*

INDICE

Agradecimentos	i
Resumo	iv
Abstract	vii
Introdução	1
Fontes de informação	14
1.Introdução	14
Parte I. Fontes de informação	14
1.Campanha de pesca para espadarte e tubarões (ARQPAÇO-01-O93/P94)	14
2.Pesca comercial	15
2.1. Base de dados	15
2.2.Características físicas da frota palangreira	15
2.3.Licenças de pesca	16
2.4.Relatórios anuais da actividade de pesca no Arquipélago dos Açores	16
2.5.Inquéritos de pesca	16
2.6.Amostragem biológica dos desembarques	16
2.7.Amostragem biológica	16
3.Outras fontes de informação	17
4.Base de dados da ICCAT	17
5.Tabelas e gráficos de temperatura	17
Parte II. Material recolhido	17
1.Descrição qualitativa do material	17
2.Procedimentos da amostragem	18
Parte I: Biologia individual	
Capítulo 1. Idade e crescimento	22
1.Introdução	22
2.Material e métodos	23
2.1.Estudo da idade	25
2.1.1.Relação entre o comprimento do 2º espinho e o comprimento padrão (Ljfl)	25
2.1.2.Estimação das idades	25
2.1.3.Estudo da precisão, repetibilidade e concordância das determinações entre leituras replicadas	27
2.1.4.Validação	28
2.1.4.1.Análise dos incrementos marginais (IM)	28
2.1.4.2.Retrocálculo	29
2.2.Crescimento	31
2.2.1. Comprimentos médios	31
2.2.1.1.Leitura directa	31
2.2.1.2.Retrocálculo	31
2.2.1.3.Análise gráfica dos comprimentos médios	31
2.2.2. Estimação dos parâmetros de crescimento	32
2.2.3.Idade máxima teórica	32

2.2.4.Índice de crescimento Φ'	33
2.2.5.Taxas relativas de crescimento	33
3.Resultados	33
3.1. Estudo da idade	33
3.1.1.Relação entre o comprimento do 2º espinho e o comprimento padrão (Ljfl)	33
3.1.2.Estimação das idades	34
3.1.3.Estudo da precisão, repetibilidade e concordância das determinações entre leituras replicadas	37
3.1.4.Validação	39
3.1.4.1.Análise dos incrementos marginais (IM)	39
3.1.4.2.Retrocálculo	41
3.2.Crescimento	47
3.2.1.Comprimentos médios	47
3.2.1.1.Leitura directa	47
3.2.1.2.Retrocálculo	48
3.2.1.3.Análise gráfica dos comprimentos médios	49
3.2.2.Estimação dos parâmetros de crescimento	51
3.2.3.Idade máxima teórica	52
3.2.4.Índice de crescimento Φ'	54
3.2.5.Taxas relativas de crescimento	54
4. Discussão	56
4.1.Estudo e validação das leituras de idade	56
4.2.Crescimento	62
Capítulo 2. Reprodução	67
1.Introdução	67
2.Material e métodos	69
2.1.Procedimento laboratorial	69
2.2.Caracterização histológica dos estados de maturação macroscópicos	72
2.3.Diâmetros oocitários	74
2.4. Ocorrência mensal dos estados de maturação	74
2.5.Índices gonadossomático e hepatossomático e factor de condição	74
2.6.Cálculo do comprimento e da idade de 1ª maturação	76
3. Resultados	77
3.1.Caracterização histológica dos estados de maturação macroscópicos	77
3.1.1.Fêmeas	77
3.1.2.Machos	80
3.2.Diâmetros oocitários	90
3.3.Ocorrência mensal dos estados de maturação	92
3.4. Índices gonadossomático e hepatossomático e factor de condição	94
3.5. Cálculo do comprimento e idade de 1ª maturação	95
4. Discussão	100
4.1.Caracterização macroscópica das gónadas	100
4.2.Caracterização histológica das gónadas	101

4.3. Diâmetros oocitários	103
4.4. Ocorrência mensal dos estados de maturação	104
4.5. Estratégias reprodutivas	105
4.6. Índices gonadossomático e hepatossomático e factor de condição	106
4.7. Comprimento e idade de 1ª maturação	108
4.8. Indicadores de actividade reprodutiva na área dos Açores	110
Capítulo 3. Dieta e comportamento alimentar	113
1. Introdução	113
2. Material e métodos	114
2.1. Procedimentos laboratoriais	116
2.2. Descrição quantitativa da dieta alimentar	118
2.3. Descrição qualitativa da dieta alimentar	119
2.3.1. Método numérico	120
2.3.1.1. Frequência de ocorrência (f%)	120
2.3.1.2. Percentagem numérica (n%)	120
2.3.2. Método gravimétrico (p%)	121
2.3.3. Importância mensal das presas identificadas	121
2.4. Presas preferenciais	121
2.4.1. Índice de importância relativa (IRI)	122
2.4.2. Coeficiente alimentar de uma presa, Q	122
2.4.3. Classificação das presas	122
2.5. Análise comparativa da dieta alimentar entre os sexos	123
3. Resultados	123
3.1. Descrição quantitativa da dieta alimentar	123
3.2. Descrição qualitativa da dieta alimentar	124
3.2.1. Identificação das presas	124
3.2.2. Análise por grandes grupos	126
3.2.3. Método numérico	127
3.2.3.1. Frequência de ocorrência (f%)	127
3.2.3.2. Percentagem numérica (n%)	130
3.2.4. Método gravimétrico (p%)	130
3.2.5. Importância mensal das presas identificadas	132
3.3. Distribuição por comprimentos de algumas espécies de teleósteos	134
3.4. Presas preferenciais	136
3.4.1. Índice de importância relativa (IRI) e coeficiente alimentar Q	136
3.4.2. Classificação das presas	137
3.5. Análise comparativa da dieta alimentar entre os sexos	138
4. Discussão	138
4.1. Descrição quantitativa da dieta alimentar	140
4.2. Descrição qualitativa da dieta alimentar	141
4.2.1. Identificação taxonómica das presas	141
4.2.2. Índices de preferências alimentares	142
4.3. Presas preferenciais	143
4.4. Comportamento alimentar oportunístico	144
4.5. Análise comparativa da dieta alimentar	146

Capítulo 4. Amostragem biológica dos desembarques	152
1.Introdução	152
2.Material e métodos	154
3.Resultados	156
3.1.Relação peso-comprimento, entre medidas padrão, por sexos	156
3.2.Relação peso-comprimento para os sexos combinados	157
3.3.Relações de conversão entre comprimentos	157
3.4.Factores de conversão de peso	160
4.Discussão	161
Parte II: Caracterização da pescaria de espadarte	164
1.Introdução	164
2.Material e métodos	166
2.1.Características da pesca	166
2.1.1.Frota	166
2.1.2.Desembarques	167
2.1.3.Captura por unidade de esforço (CPUE)	167
2.1.4.Índices de abundância	167
2.1.5.Esforço de pesca	168
2.2.Características biológicas dos desembarques	169
2.2.1.Distribuição por comprimentos	169
2.2.2.Proporção sexual	169
2.2.3.Composição por idades e por sexos	170
3.Resultados	171
3.1.Características da pesca	171
3.1.1.Frota	171
3.1.1.1.Número de embarcações palangreiras por componente de frota	171
3.1.1.2.Descrição da arte de pesca, sistemas de pesca e iscos utilizados	173
3.1.1.3.Caracterização da frota palangreira dirigida ao espadarte, em 1996	176
3.1.1.3.1.Características físicas das embarcações	176
3.1.1.3.2.Regime de operação	176
3.1.2.Desembarques de espadarte	178
3.1.2.1.Desembarques totais de espadarte na região dos Açores	178
3.1.2.2.Desembarques de espadarte provenientes do palangre de superfície derivante (LL)	179
3.1.2.2.1. Desembarques de espadarte provenientes do LL em três portos de pesca dos Açores	179
3.1.2.2.2.Desembarques de espécies acompanhantes	180
3.1.2.2.3.Desembarques de espadarte e de espécies acompanhantes por componente da frota	182
3.1.3.Captura por unidade de esforço (CPUE)	189
3.1.3.1.Pesca dirigida e oportunista por componente de frota	189

3.1.3.2.Desembarques da pesca dirigida ao espadarte por semestre	193
3.1.3.3.Rendimento de pesca, CPUEw (kg/1000 anzois)	194
3.1.3.3.1.Variação mensal da CPUEw por componente de frota	194
3.1.4.Índices de abundância em peso	196
3.1.4.1.Componente padrão	196
3.1.4.2.Evolução dos rendimentos de pesca em peso (CpueW), durante 1987-96	196
3.1.4.3.Relação entre CpueW e índice de abundância em peso, do Atlântico Norte	197
3.1.4.4.Abundância de espadarte <i>versus</i> temperatura da água à superfície	197
3.1.4.4.1.Análise dos dados de temperatura à superfície na área os Açores	197
3.1.4.4.2.Relação abundância de espadarte <i>versus</i> temperatura à superfície	199
3.1.5.Esforço de pesca total (f)	201
3.1.5.1.Poder de pesca por componente de frota	201
3.1.5.2.Esforço de pesca total em unidades da componente da frota padrão	204
3.1.6.Evolução da captura (Y), índice de abundância (CpueW) e esforço de pesca total (f), durante 1987-96	205
3.2.Características biológicas dos desembarques	207
3.2.1.Comprimentos médios	207
3.2.1.1.Análise mensal por tipo de embarcação	207
3.2.1.2.Distribuição trimestral dos comprimentos médios	208
3.2.1.3.Distribuição por comprimentos no 2º semestre	209
3.2.2.Composição por sexos	212
3.2.2.1.Análise mensal	212
3.2.2.2.Análise trimestral	215
3.2.2.3.2º semestre	217
3.2.2.4.Amostra total	218
3.2.3.Composição por idades e sexos	219
4.Discussão	224
4.1.Características da pesca	224
4.2.Características biológicas dos desembarques	230
Parte III: Contribuição para a avaliação do estado da pesca e do manancial de espadarte do Atlântico Norte	234
1.Introdução	234
2.Material e métodos	235
2.1.Composição por comprimentos das capturas	236
2.1.1.Vector de proporção sexual	236
2.1.2.Composição por comprimentos das capturas, por sexo	237
2.2.Composição por idades das capturas, por sexo	237
2.3.Peso médios à idade, por sexo e total	238
2.4.Composição por idades das capturas em peso, por sexo e total	238
2.5.Coeficiente de mortalidade natural (M)	239
2.6.Índices de abundância em número relativo à idade	239
2.7.Esforço de pesca total anual	240
2.8.Análise de coortes	240
2.9.Validação dos resultados da AC por sexo	241

2.10. Estimação da capturabilidade, para cada sexo, por idade e frota	241
2.11. Matriz dos coeficientes de mortalidade por pesca à idade para a população	242
2.12. Estimação do nível de pesca e do padrão relativo de exploração, para a população	242
2.13. Relação entre o nível de mortalidade por pesca anual e o esforço de pesca total anual	243
2.14. Estimação da matriz biomassa média à idade	243
2.14.1. Relação entre a biomassa média anual e a captura em peso por unidade de esforço de pesca	244
2.15. Relação manancial-recrutamento (S-R)	244
2.16. Projecção a longo-prazo (LP)	244
2.16.1. Pontos de referência biológica (RP)	246
2.17. Projecção a curto-prazo (CP)	248
3. Resultados	249
3.1. Composição por comprimentos das capturas por sexo	249
3.1.1. Vector de proporção sexual	249
3.2. Composição por idades das capturas, por sexo e total	249
3.3. Pesos médios à idade, por sexo e total	252
3.4. Composição por idades da captura total em peso, por sexo e total	253
3.5. Análise de coortes	255
3.5.1. Validação dos resultados da AC	255
3.5.1.1. Proporção sexual por classes de idade	255
3.5.1.2. Número médio de indivíduos por classe de idade e por sexos	256
3.6. Estimação dos coeficientes de capturabilidade, qtk , à idade t , por frota k e por sexo	259
3.7. Matriz do número de efectivos do manancial ao início do ano	262
3.8. Matriz dos coeficientes de mortalidade por pesca por idade, por sexo e total	263
3.9. Nível de pesca anual e padrão relativo de exploração em cada idade	265
3.10. Relação entre F_j e esforço de pesca total, em número de anzóis	267
3.11. Biomassa média e desovante	268
3.11.1. Relação entre a captura em peso por unidade de esforço anual e a biomassa média total anual	270
3.12. Relação manancial-recrutamento	270
3.13. Projecção do manancial a LP	271
3.13.1. Pontos de referência biológica	274
3.14. Projecção do manancial a CP	276
3.14.1. Projecção do manancial para os anos 1997 e 1998	276
3.14.2. Projecção do manancial para 1999-2000 para a situação de <i>status quo</i>	277
3.14.3. Projecção do manancial para 1999-2000 cumprindo-se o TAC de 1999	278
3.14.4. Projecção do manancial para 1999-2000, onde o TAC de 1999 não foi cumprido	280
4. Discussão	282
4.1. Limitações das fontes de informação	282
4.2. Modelo estrutural	285
4.3. Validação dos resultados da análise de coortes	287
4.4. Avaliação do estado do manancial de espadarte do Atlântico Norte	287
4.5. Projecções do manancial	292

4.5.1.Relação manancial-recrutamento	292
4.5.2.Projecções a longo-prazo (LP) e a curto-prazo (CP)	293
Considerações finais	296
1.Idade e crescimento	296
2.Reprodução	299
3.Dieta e comportamento alimentar	300
4.Amostragem biológica dos desembarques	302
5.Caracterização da pesca de espadarte nos Açores	303
6.Avaliação do estado da pesca e do manancial de espadarte do Atlântico Norte	308
Referências bibliográficas	311
Anexos	324

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Doutor José Pedro Andrade, Universidade do Algarve, o meu reconhecido agradecimento por ter aceite a orientação deste estudo, numa fase decorrente dos trabalhos.

Ao Dr. Emygdio Landerset Cadima, pela orientação e inúmeros conselhos prestados durante o desenvolvimento deste estudo, o meu profundo reconhecimento.

Ao Departamento de Oceanografia e Pescas da Universidade dos Açores (DOP/UAC), na pessoa do Doutor João Gil, pelo acolhimento e apoio logístico para a realização deste estudo.

Ao Dr. Jaime Mejuto, Instituto Espanhol de Oceanografia, Coruña, o meu profundo agradecimento pelos conselhos e apoio prestados e pela amizade e confiança, ao longo destes anos.

Ao Doutor Helder Marques da Silva, então Director Regional das Pescas dos Açores, pela disponibilidade na cedência de informação imprescindível a este trabalho.

Ao Prof. Doutor Manuel Afonso-Dias, da Universidade do Algarve, os meus sinceros agradecimentos pelos importantes comentários que prestou para a redacção do manuscrito final, e pela amizade e confiança ao longo de todos estes anos.

À Secretaria Regional de Agricultura e Pescas (SRAP), na pessoa da Dra. Alzira Luís, e aos Comandantes das Capitánias do Porto de Aveiro, Peniche e Viana do Castelo, pela cedência de informação sobre as embarcações de pesca palangreiras.

À Lotaçor, E.P., na pessoa do Eng. Leal, o meu profundo agradecimento na cedência de informação sobre os desembarques de espadarte e tubarões. Aos trabalhadores desta instituição, na sede e lotas de pesca, o meu agradecimento pela ajuda prestada.

Ao Sr. Luís Cunha Pereira, da delegação da Lotaçor, E.P. da Horta, o meu profundo e sincero agradecimento pela preciosa ajuda na recolha de informação sobre a pesca e pela enorme confiança.

Ao Instituto de Meteorologia, na pessoa da Dra. Alice Soares, o meu profundo agradecimento na cedência de informação sobre os registos de temperaturas em três estações meteorológicas dos Açores.

Ao Doutor Mário Alves e Dra. Sandra Sequeira, então do DOP/UAC, pela cedência de informação e preciosa ajuda no entendimento da dinâmica da oceanografia dos mares dos Açores.

Ao Dr. Humberto e Dra. Valentina, protagonistas da química do DOP/UAC, o meu profundo agradecimento pela cedência de reagentes e conselhos na utilização dos mesmos.

Ao Dr. Angel Guerra, Instituto de Investigaciones Mariñas, Vigo, pela ajuda prestada na identificação das espécies de cefalópodes. Os meus sinceros agradecimentos.

À Dra. Beverly Macewicz e Dr. John Hunter, Southeast Fisheries Science Center, California, ao Dr. Ronald Taylor, Florida Marine Research Institute, Florida, pela ajuda prestada na interpretação das alterações celulares no ovário do espadarte. Ao Dr. Freddy Arocha, pela ajuda prestada na compreensão da reprodução de espadarte e na utilização de material fotográfico da sua tese de Doutorado. Os meus sinceros agradecimentos.

Ao Dr. Peter Miyake e Papa Kebe, Comissão Internacional para a Conservação dos Atuns do Atlântico (ICCAT), Madrid, o meu profundo agradecimento pela cedência de informação imprescindível para a avaliação do manancial de espadarte do Atlântico Norte.

Ao Prof. Doutor Victor Restrepo, Cooperative Unit for Fisheries Education and Research, University of Miami, o meu profundo agradecimento pela ajuda prestada na utilização do programa FADAPT (Ver. 3).

Ao Dr. Kim Holland, Hawaii Institute of Marine Biology, Hawaii, pela preciosa ajuda na compreensão da ecologia do espadarte. O meu profundo agradecimento.

À Doutora Isabel Afonso-Dias, Doutor Jorge Gonçalves e Doutor Miguel Neves dos Santos, o meu profundo agradecimento pela amizade e conselhos prestados durante a revisão do manuscrito.

Ao Dr. Paulo Morais, o meu profundo agradecimento pelos conselhos e preciosa ajuda nas deslocações aos portos de pesca da ilha de S. Miguel.

Ao Norberto Serpa, que na sua aventura da fumaça de espadarte, possibilitou a recolha da maioria dos espadartes amostrados para este estudo. A ele o meu profundo agradecimento.

Aos Mestres Pedro Afonso, Telmo Morato e Eduardo Esteves, pela amizade e preciosa colaboração na amostragem do espadarte.

Ao Paulo Castro, DOP/UAC, pela amizade e ajuda informática para a concepção de uma base de dados da pesca de espadarte, o meu agradecimento.

À Domítilia, DOP/UAC, que incansavelmente prestou ajuda na histologia das gónadas de espadarte, o meu agradecimento.

À Dra. Susana Estácio, SRAP, o meu agradecimento na compreensão da pesca de peixe-espada branco nos Açores.

Aos mestres das embarcações que pescam espadarte nos Açores, o meu profundo agradecimento a todos aqueles que preciosamente ajudaram-me a compreender um pouco da dinâmica da pesca.

Aos compradores de espadarte nos Açores, o meu agradecimento pela cedência de informação biológica.

Aos donos dos restaurantes dos Açores, a minha gratidão pela cedência das partes não edíveis do espadarte para análise biológica. A eles as minhas sinceras desculpas por esta saudável loucura.

À tripulação do navio de investigação "Arquipélago", agradeço os momentos vividos na pesca de espadarte e tubarões, em particular ao exímio pescador e mestre cozinheiro, Sr. Gabriel e ao benfiquista ferrenho, Sr. Raposo.

À Junta Nacional de Investigação Científica e Tecnológica, pelas bolsas de estudos concedidas para a realização deste estudo no âmbito dos programas CIÊNCIA e PRAXIS XXI.

Ao António Jorge Gonçalves Simões, meu Pai, pelo sentido da Verdade e da Justiça, impulsionadoras da minha conduta moral e social, a minha Dolorosa Saudade.

À Olinda, minha Mãe, a minha enorme gratidão pela amizade, pelo sacrifício e compreensão sem limites, durante todos estes anos.

Aos meus irmãos, agradeço-lhes a paciência e compreensão nos momentos mais difíceis.

Ao meu companheiro Carlos Borges, não há palavras que expressem a minha profunda gratidão. Humildemente, pelo romance e pelo maravilhoso filho, o Guilherme.

Ao Paulo e Júlia Morais, o meu profundo agradecimento pela preciosa ajuda e estadia, aquando das minhas deslocações a Ponta Delgada.

À Micas, por todo o apoio prestado e acima de tudo, pela amizade e grande confiança ao longo de todos estes anos.

À Rita, minha doce "*babby siter*", pela preciosa ajuda durante os momentos mais difíceis.

Aos colegas do Mestrado de Etologia (ISPA), Amália, Ana Cláudia, Ana Paz, Ana Teresa, Duarte, Maria, Rute e Sílvia, o meu profundo agradecimento por todos os momentos vividos ao longo do ano 1999-2000.

A memória já é traiçoeira e desde já peço desculpa a todos aqueles que aqui não foram mencionados, mas que nos seus pequenos grandes momentos, ajudaram-me a ganhar coragem a prosseguir com este estudo. A todos vós, o meu sincero agradecimento.

O espadarte (*Xiphias gladius*) é uma espécie migradora de elevado valor comercial, sendo explorado intensamente por várias frotas palangreiras, em todos os oceanos do mundo, em particular no Oceano Atlântico. Dado o actual cenário de declínio do manancial de espadarte do Atlântico Norte, esta espécie encontra-se mencionada no livro vermelho das espécies ameaçadas. O Arquipélago dos Açores é uma importante área de pesca na actividade da frota palangreira portuguesa. Estudos sobre a biologia do recurso, nomeadamente sobre crescimento, reprodução e dieta alimentar são escassos. Nesta região, a caracterização da pesca de espadarte com a utilização do palangre de superfície, é também limitada. Este projecto de investigação foi concebido com o objectivo de contribuir para o conhecimento da biologia e da pesca de espadarte. As diferentes análises realizadas nesta tese foram baseadas a partir de espadartes capturados essencialmente da pesca comercial.

Os resultados revelam que o crescimento é distinto entre os sexos. As diferenças encontradas parecem ser mais conspícuas a partir da idade 3, idade a partir da qual as fêmeas atingem comprimentos maiores e mais rapidamente que os machos. Os parâmetros de crescimento estimados para cada sexo foram: $L_{\infty}=289,04$ cm, $k=0,126$ ano⁻¹, $t_0=-2,16$ ano, para as fêmeas e $L_{\infty}=186,64$ cm, $k=0,236$ ano⁻¹, $t_0=-2,09$ ano, para os machos.

O período de crescimento somático que antecede a maturação, é consideravelmente mais longo nas fêmeas. A idade de 1ª maturação estimada para as fêmeas foi 5 anos e para os machos foi 2 anos. As ogivas de maturação estimadas para cada sexo, apresentam-se como:

$f_{\text{maduras}} = 1/(1+e^{(-0,0810*(L_{jfl}-172,9)})}$ e $\sigma_{\text{maduros}} = 1/(1+e^{(-0,0848*(L_{jfl}-115,6)})}$, onde L_{jfl} é igual ao comprimento padrão.

Apesar do espadarte não desovar sistematicamente na área em estudo, a ocorrência de uma fêmea em postura na região dos Açores e áreas adjacentes, assim como de outros indicadores de actividade reprodutiva, apontam para alguma actividade ao nível do indivíduo, o que poderá confirmar a existência de um comportamento reprodutor oportunístico nesta espécie.

A análise da dieta alimentar sugere que machos e fêmeas poderão apresentar uma distribuição vertical distinta. O apara-lápis (*Capros aper*) e os mictofídeos (Myctophidae), espécies de reduzidas dimensões, apresentam uma ocorrência preferencial na dieta alimentar dos machos, o que poderá indicar que estes apresentam uma actividade predatória mais intensa nas camadas mais superficiais da coluna de água. A pota *Ommastrephes bartramii* e o octópode bentónico *Grimpoteuthis* sp., apresentam uma ocorrência preferencial na dieta alimentar das fêmeas, sugerindo que estas alimentam-se ao longo da coluna de água e junto ao fundo do mar.

Com o objectivo de padronizar a amostragem de espadarte nas lotas dos Açores, foram estimadas relações de conversão entre o comprimento padrão (L_{jfl}) e o peso padrão (Rwt). A relação entre o peso e o comprimento em cada sexo foi traduzida por uma curva potência da forma: $W = a * L^b$, definidas pelos seguintes parâmetros: ♀: $a=1,836E-06$ e $b=3,391$ e ♂: $a=1,050E-06$ e $b=3,510$. Não foram observadas diferenças significativas na relação peso-

comprimento (W/L) entre os sexos, para um nível de significância de 5%. Para a amostra total, foi estimada uma relação W/L para os sexos combinados, definida pelos seguintes parâmetros: $a=4,126E-6$ e $b=3,227$.

A medida a usar na amostragem dos comprimentos dos desembarques deverá ser o comprimento óperculo-anterior quilha (Clant). A razão para esta escolha está relacionada com o processamento do peixe a bordo das embarcações. A relação linear estabelecida entre este comprimento e a medida padrão (Ljfl) foi a seguinte:

$$Ljfl_{(cm)} = 11,23 + 1,53 * Clant_{(cm)}.$$

Os factores de conversão estimados do peso eviscerado (Gwt) para o peso padrão (Rwt) e do peso limpo (Dwt) para o peso padrão, foram: $Rwt=1,14 * Gwt$ e $Rwt=1,33 * Dwt$. Estes poderão ser usados nas lotas açoreanas, permitindo a conversão automática do peso desembarcado para o peso padrão.

A caracterização da pescaria de espadarte durante o período de 1987 a 1996, demonstrou a existência de quatro componentes da frota palangreira, com características físicas e regimes de operação distintos, sendo: componente de embarcações de boca-aberta, componente de embarcações cabinadas do tipo Açores, componente de embarcações cabinadas do tipo Continente e componente de embarcações "luso-americanas". A pesca de espadarte, com a utilização do palangre de superfície derivante, teve o seu início em 1987, sendo mais intensa durante o segundo semestre. Esta pesca, tal como acontece em todo o Oceano Atlântico, captura espadarte e espécies de tubarões pelágicos, nomeadamente a tintureira (*Prionace glauca*). Os índices de abundância de espadarte em peso, estimados a partir da componente da frota padrão para o segundo semestre, indicam que a população de espadarte encontrou-se em declínio, ao longo do período em análise. Ao longo do ano, foi observado um decréscimo do comprimento médio nos desembarques, atingindo o seu valor mínimo no quarto trimestre. Neste trimestre, os comprimentos inferiores ao mínimo legal (< 125 cm) representaram mais de 50% dos desembarques, apresentando-se a região dos Açores como uma área potencial de recrutamento à pesca. Para comprimentos inferiores a 125 cm, os machos parecem dominar nos desembarques, sendo pouco comuns para comprimentos superiores a 175 cm. A composição por idades e sexos dos desembarques indicou que as idades 0 a 2 anos foram as mais capturadas, sendo os machos o sexo dominante.

A avaliação do estado da pesca e do manancial de espadarte do Atlântico Norte indicou que a população foi intensamente explorada, durante o período 1978-96. O nível de pesca no ano 1996, $F_{96} (=0,343 \text{ ano}^{-1})$, apresentou-se elevado, atendendo a que a biomassa desovante correspondente, assim como a biomassa desovante por recruta foram cerca de 13 e 12% das respectivas biomassas virgens. Esta situação poderá ter consequências sérias na capacidade de reprodução do manancial, podendo reflectir-se numa situação de sobrepesca de recrutamento. Os objectivos a longo-prazo (LP) da pescaria sugerem que $F_{0.1} (=0,173 \text{ ano}^{-1})$ deverá ser seleccionado como ponto-alvo de gestão da pesca. Este nível de pesca apresentou em situação de equilíbrio, uma captura de 13 mil toneladas e uma biomassa desovante de 46 mil toneladas, cerca de 91 e 51% da captura máxima no equilíbrio e da respectiva biomassa

desovante virgem. As projecções sugerem que, para se atingir imediatamente este nível de pesca no ano 2000, dever-se-á reduzir o nível de pesca de 1999 em 33%, a que corresponde uma captura total de 8300 toneladas. Apesar de ser uma redução de difícil aplicação, dever-se-á assistir a uma redução na mortalidade por pesca nos próximos anos, se se quiser refazer os níveis baixos de biomassa desovante.

ABSTRACT

Swordfish (*Xiphias gladius*) is a highly valuable migratory species, which is explored by several longline fishing fleets all over the world, in particularly in the Atlantic Ocean. Due to the actual decline of the North Atlantic swordfish stock, this species is mentioned in the Redlist of Threatened Animals. The Azores Archipelago is an important fishing area for the Portuguese longline fishing fleet. Studies about biology, namely the age and growth, the reproduction and the feeding dynamic of this species are scarce. In this region, the longline fishery characterization is also somewhat limited. This research project was conceived to contribute for a better understanding of the swordfish biology and fishery. The different aspects of this thesis were studied by examining swordfish taken essentially from commercial landings.

The results showed that growth is distinct between sexes. The differences between genders seem to be more conspicuous from age three onwards, where females attaining larger sizes with a faster growth than males. The growth parameters estimated by sex were: $L_{\infty}=289,04$ cm, $k=0,126$ year⁻¹, $t_0=-2,16$ year, for females and $L_{\infty}=186,64$ cm, $k=0,236$ year⁻¹, $t_0=-2,09$ year, for males.

The somatic growth period, which precedes the maturation, is considerably longer for females. The estimated age at first maturity was 5 years old for females and 2 years old for males. The maturity ogives estimated by sex, were: $\hat{f}_{\text{mature}} = 1/(1+e^{(-0,0810*(L_{\text{jfl}}-172,9)})}$ and $\hat{m}_{\text{mature}} = 1/(1+e^{(-0,0848*(L_{\text{jfl}}-115,6)})}$, where L_{jfl} is the standard length.

Although the swordfish does not, systematically, spawns in the study area, the occurrence of a spawning female in the Azores region and adjacent areas, as well as, others reproductive activity indicators, point to some spawning activity at individual level, which may confirm that swordfish may exhibit an opportunistic reproductive behaviour.

The analysis of the feeding diet of this species suggests that males and females could have different vertical distributions. The boar-fish (*Capros aper*) and the lantern-fish (Myctophidae), small species, show a preferential occurrence in male's diet. This indicate that males could have a more intense predatory activity in the most upper layers of the water column. The large squid, *Ommastrephes bartramii* and the bentic octopus, *Grimpoteuthis* sp., show a preferential occurrence in female's diet, suggesting that females feed in the water column and near the bottom.

Conversion relationships between standard length (L_{jfl}) and weight (R_{wt}) were estimated aiming to standardized the swordfish sampling in the Azores fish market. The length-weight relationship estimated by sex, can be described by a power curve, $W_{(\text{Kg})} = a * L_{(\text{cm})}^b$, defined by the following parameters: ♀: $a=1,836E-06$ and $b=3,391$; ♂: $a=1,050E-06$ and $b=3,510$. No significant differences were found in the length-weight relationship (W/L) between genders, at 5% level of confidence. For the total sample, a length-weight relationship (W/L) was estimated for sexes combined, defined by the following parameters: $a=4,126E-6$ and $b=3,227$.

The measure to be used in landing lengths sampling should be the operculum-anterior keel (Clant). The reason for this choice is related with the processing of the fish onboard. The linear relationship between this length and the standard length (L_{jfl}) is as follow:

$$L_{jfl} \text{ (cm)} = 11,23 + 1,53 * Clant \text{ (cm)}$$

The estimated conversion factors of gutted weight (Gwt) to standard weight (Rwt) and of the dressed weight (Dwt) to standard, were: $Rwt = 1,14 * Gwt$ e $Rwt = 1,33 * Dwt$. These factors could be used in the Azorean fish markets, allowing the automatic conversion of the landing weight to the standard weight.

The swordfish fishery characterisation during the period 1987 to 1996, revealed the existence of four longline fishing fleet components, with different physical characteristics, as well as, fishing regimes: the open-wooded boats, Azorean cabin boats, mainland cabin boats and "luso-american" cabin boats. The swordfish fishing, with the use of the surface longline, begins in 1987, being more intense during the second semester. This fishery, such as in the entire Atlantic Ocean, catches swordfish and pelagic shark species, particularly the blue shark (*Prionace glauca*). The swordfish biomass indices, estimated from the standard fishing component for the second semester, showed that swordfish population found themselves declining, during the analysis period. During the year, it was perceived a displacement in the mean sampling length, reaching the minimum value in the four quarter. In this quarter, the lengths less than 125 cm (minimum size limit), represented more than 50% of total landings, being the Azores region a potential recruitment fishing area. Males seem outnumbered females in length classes less than 125 cm, but were scarce above 175 cm. The age and sex composition of the landings showed that swordfish from age groups 0 to 2 were the most frequently caught. In these age groups, males outnumbered females.

The North Atlantic swordfish stock assessment showed that the population was been highly exploited, during the period of 1978 to 1996. The 1996 fishing level, $F_{96} (=0,343 \text{ year}^{-1})$, was very high, considering that the corresponding spawning stock biomass and spawning stock biomass per recruit were about 13 and 12%, of their respective virgin biomass. This situation could have serious consequences in the reproduction capacity of the stock, which could reflect a recruitment overfishing. The long-term goals of the fishery suggest that $F_{0.1} (=0,173 \text{ year}^{-1})$ could be selected as a target reference point. This fishing level showed in an equilibrium situation, a yield of 13 thousand tons and a spawning biomass of 46 thousands tons, around 91 and 51% of the maximum equilibrium yield and the respective virgin spawning biomass. The projections suggest that, in order to attain this fishing level immediately in the year 2000, it should be reduced the 1999 fishing level in 33%, which correspond to a yield of 8300 tons. Beside this difficult reduction in the fishing level, it should be necessary a strong reduction in fishing mortality, in the near future, in order to rebuilt the low levels of the spawning biomass of the stock.

INTRODUÇÃO

INTRODUÇÃO

O espadarte (*Xiphias gladius* L. 1758), também conhecido por agulhão, agulha ou peixe espada (Miyake, 1990), pertence à sub-ordem Scombroidei, constituída por dois clados separados. Um muito grande, constituído pelas famílias Scombridae, Gempylidae e Trichiuridae e um outro, pelas famílias Istiophoridae e Xiphiidae (Block & Finnerty, 1994; Finnerty & Block, 1995). As espécies pertencentes a estas duas últimas famílias partilham várias características morfológicas externas, sendo a mais evidente, o prolongamento do bico (pré-maxilar e nasal), o que lhes valeu a designação comum de peixes de bico. Apesar das semelhanças, a análise sequencial do DNA mitocondrial demonstrou que o espadarte, pertencente à família Xiphiidae, apresenta um elevado grau de divergência genética, superior a 15%, relativamente à família Istiophoridae, reflectindo uma história evolutiva longa e separada destes dois grupos (Alvarado Bremer, 1992). O espadarte é considerado uma espécie monotípica da família Xiphiidae e do género *Xiphias* (Greenwood *et al.*, 1966; Palko *et al.*, 1981; Nakamura, 1985; Hoey *et al.*, 1991) (Anexo 1.1).

O espadarte é um peixe de grandes dimensões, com um corpo robusto, arredondado a partir da cabeça, que afunila no pedúnculo caudal, não apresentando escamas no corpo, nem dentes nas mandíbulas. A cabeça é caracterizada pelo prolongamento do bico, formando uma espada longa e achatada (Nakamura, 1985). A espada do espadarte é a maior de entre todos os peixes de bico, podendo atingir dimensões de mais de $\frac{1}{3}$ do comprimento total do corpo (Hoey *et al.*, 1991). A primeira barbatana dorsal é alta, rígida e de forma triangular com 38-49 raios, apresentando uma base pequena, encontrando-se nitidamente separada da segunda dorsal. Esta é muito pequena e tem 4-5 raios. A primeira barbatana anal, tal como a primeira dorsal é alta, rígida e de forma triangular, com 12-16 raios. A segunda barbatana anal, que se encontra separada da primeira, tem 3-4 raios. As barbatanas peitorais são rígidas, com 17-19 raios, encontrando-se no flanco inferior do corpo. O espadarte não possui barbatanas pélvicas e a caudal apresenta-se em forma de meia-lua. Em cada lado do pedúnculo caudal, encontra-se uma quilha única, grande e localizada perpendicularmente ao pedúnculo (Nakamura, 1985) (Figura 1).

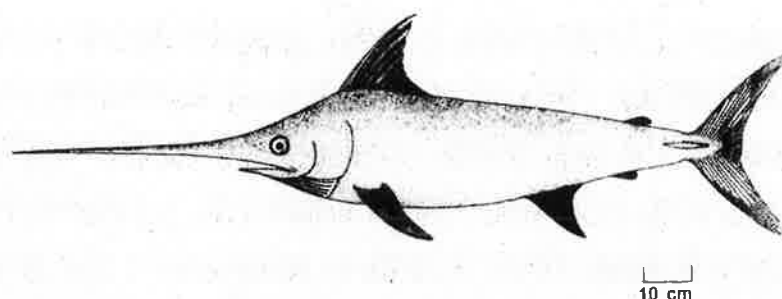


Figura 1: Aspecto geral de um espadarte adulto (adaptada de Miyake, 1990)

Até atingir as características do adulto, o espadarte passa por uma fase larvar com alterações morfológicas externas muito específicas. A larva apresenta um corpo longo e fino, serpentiniforme, com escamas atípicas, dentes nas mandíbulas, sendo o tamanho entre ambas, semelhante. As barbatanas anais e dorsais encontram-se sobrepostas, sendo a base da primeira barbatana dorsal grande. A barbatana caudal apresenta a forma de furca (Palko *et al.*, 1981; Nakamura, 1985; McGowan, 1988; Miyake, 1990; Hoey *et al.*, 1991). Entre esta fase e o estado juvenil, pode-se ainda falar de um estágio de desenvolvimento em que já se identificam as características morfológicas do adulto, se bem que ocorram ainda algumas diferenças, tal como a sobreposição das barbatanas dorsais (Rey, 1988a). Este estágio de desenvolvimento foi designado por aquele autor, de pós-larva, podendo o seu comprimento atingir os 40 cm e pesar cerca 500 gramas (Figura 2). Entre a fase larvar e o estado adulto ocorrem ainda alterações ao nível da espada, da mandíbula inferior e da coloração do corpo. Segundo Arata Jr. (1954), o termo juvenil é usado para representar o adulto pequeno, que é alcançado quando os espinhos do corpo desaparecem completamente.

A grande dimensão do corpo, com uma forma arredondada e fusiforme, e a localização dos diferentes tecidos condutores (gordura, músculo branco e vermelho) permite ao espadarte uma diminuição das perdas de calor (Block & Finnerty, 1994). Esta espécie apresenta também, endotermia cranial, que envolve a presença de um órgão termogénico situado junto ao cérebro, que protege o sistema nervoso central de um arrefecimento brusco durante as migrações verticais diurnas (Carey, 1982; Block & Finnerty, 1994). A quantidade de calor gerada é suficientemente grande, tendo sido observadas temperaturas craniais na ordem de 12-14°C acima da temperatura exterior,

em espadartes marcados por telemetria (Carey, 1990). Como resultado, o espadarte demonstra uma grande capacidade de termoregulação fisiológica, assim como comportamental. Esta capacidade permitiu ao espadarte uma expansão dos nichos ecológicos, permitindo-lhe deslocar-se e manter-se activo numa grande amplitude térmica ambiental (Carey & Robinson, 1981; Carey, 1990), sendo considerado o mais versátil de entre todos os grandes pelágicos (K. Holland, *com. pess.*).

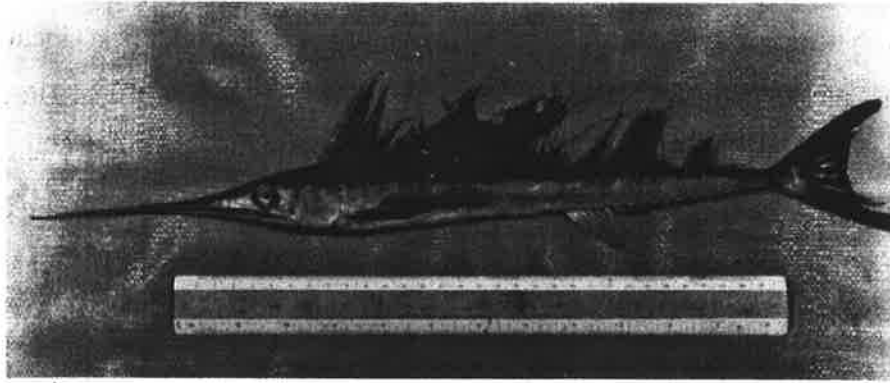


Figura 2: Aspecto de uma pós-larva de espadarte, com 40 cm Ljfl (adaptada de Prince *et al.*, 1988)

O espadarte é uma espécie cosmopolita que apresenta uma vasta distribuição geográfica, encontrando-se entre as latitudes 50°N e 50°S em todos os oceanos do mundo e ainda nos mares Mediterrâneo e Vermelho (Palko *et al.*, 1981). No Atlântico Oeste, o espadarte ocorre desde a costa da Gronelândia até à Argentina (Tibbo *et al.*, 1961) e no Atlântico Este, ocorre desde a costa da Inglaterra até ao Cabo da Boa Esperança, tendo sido visto ocasionalmente, no Mar do Norte (Hoey *et al.*, 1991). A distribuição geográfica desta espécie parece variar com o comprimento individual (Mejuto & Hoey, 1991). As maiores concentrações de espadartes pequenos encontram-se confinadas às regiões de águas tropicais, influenciadas pelas correntes marinhas (Mejuto & Hoey, 1991). Os indivíduos de grandes dimensões apresentam uma grande capacidade para se adaptarem a ambientes cujas temperaturas são baixas. A sua distribuição parece apresentar uma sazonalidade vincada, variando entre as águas a Norte dos 40°N (frias), para alimentação e as águas a Sul (quentes), para a reprodução (Draganik & Cholyst, 1988; Hoey *et al.*, 1991; Mejuto & Hoey, 1991). A distribuição geográfica por sexos parece ser também diferente. No Atlântico Oeste, as fêmeas movimentam-se em grandes extensões, entre as áreas de alimentação e reprodução,

parecendo voltar para as mesmas áreas de reprodução em cada ano, comportamento designado por "*homing behaviour*". Os machos permanecem mais a sul, nas zonas de reprodução, apresentando-se termicamente mais dependentes e menos activos que as fêmeas (Beckett, 1974; Hoey *et al.*, 1991; Mejuto & Hoey, 1991; Mejuto *et al.*, 1998). A mesma distribuição diferencial é observada em outras áreas geográficas (Palko *et al.*, 1981).

O espadarte é uma espécie predominantemente mesopelágica, mas apresenta uma vasta distribuição na coluna de água, não sendo influenciada pela localização da termoclina, ultrapassando gradientes térmicos da ordem dos 10°C. Pode atingir profundidades elevadas, na ordem dos 600 metros e mantém-se activo em camadas anóxicas (Carey e Robinson, 1981; Carey, 1990). Apresenta um ritmo circadiano que parece estar relacionado com a intensidade luminosa. Durante a noite, encontra-se à superfície e durante o dia, em profundidade. Apesar de se encontrar durante o dia em profundidade, alguns indivíduos interrompem a sua permanência no fundo, deslocando-se para a superfície, expondo-se para aquecimento do corpo, comportamento designado por "*basking behaviour*" (Carey & Robinson, 1981; Carey, 1990).

A dificuldade de observar o espadarte no seu meio natural, não permite conhecer os comportamentos associados à reprodução, nomeadamente comportamentos de corte, selecção do par, entre outros. A única informação disponível, obtida junto dos pescadores, é que o espadarte em águas cubanas é visto aos pares (Manday, 1964; Hoey *et al.*, 1991). Esta espécie apresenta fecundação externa, gonocórica, sendo a identificação do sexo apenas possível através de observação das gónadas. A estratégia de reprodução é do tipo iteroparidade, com posturas múltiplas ao longo de uma época de desova prolongada (Taylor & Murphy, 1992; Arocha & Lee, 1995, 1996). A frequência de desova média para uma fêmea foi estimada em 2,31 dias, podendo esta ocorrer em média 91,8 vezes durante a estação de desova, que em média dura cerca de 212 dias (Arocha & Lee, 1996; Arocha, 1997). As fêmeas apresentam taxas de fecundidade muito elevadas (Taylor & Murphy, 1992; Arocha & Lee, 1996). Estas iniciam a maturação aos 5 anos de idade e os machos maturam consideravelmente mais cedo (3 anos) (Arocha, 1997).

A reprodução do espadarte parece estar mais relacionada com a distribuição da isotérmica dos 25°C (a 50 metros de profundidade) do que com a temperatura à superfície das águas (Mejuto & Garcia, 1997). No Atlântico Norte, as áreas de

reprodução conhecidas situam-se no Mar das Caraíbas, Golfo do México e Estreito da Flórida, onde a desova ocorre principalmente entre Dezembro e Junho, podendo no entanto, ocorrer nos outros meses do ano (Taylor & Murphy, 1992; Arocha & Lee, 1993; Arocha *et al.*, 1994; Arocha & Lee, 1995, 1996; Arocha, 1997). A desova também tem lugar na banda equatorial, ao longo de todo o ano, a oeste dos 10°W e entre os 5°N e os 5°S, mas também numa área delimitada pelos 15°-35°S e 20°-40°W (Mejuto & Garcia, 1997). No Mar Mediterrâneo, as áreas de reprodução conhecidas situam-se no Estreito de Messina, Ilhas Baleares, Mar Tirreno (Arata Jr, 1954; Palko *et al.*, 1981; ICCAT, 2000), observando-se a maior actividade reprodutiva principalmente nos meses de Verão (Beardsley, 1978; ICCAT, 2000). Para áreas a Este do Atlântico, não existem estudos detalhados sobre a gametogénese e dinâmica da reprodução desta espécie.

No que respeita a alimentação, o espadarte é uma espécie de comportamento oportunístico alimentar, ingerindo principalmente espécies pelágicas de vertebrados (peixes) e invertebrados (cefalópodes) (Palko *et al.*, 1981). Enquanto adulto, pode apresentar canibalismo sobre as fases larvar e pós-larvar (Arata Jr, 1954; Palko *et al.* 1981), tendo sido também observado canibalismo em larvas de espadarte (Arata Jr, 1954). Os hábitos alimentares do espadarte foram inicialmente estudados no Atlântico Oeste (Tibbo *et al.*, 1961; Scott & Tibbo, 1968, 1974; Toll & Hess, 1981; Stillwell & Kohler, 1985). Os primeiros estudos revelaram a importância dos peixes na dieta alimentar, mas Stillwell & Kohler (1985) referem os cefalópodes Teuthoidea como a componente principal. Maksimov (1969) para o Atlântico Este tropical e Guerra *et al.* (1993) para o Nordeste do Atlântico, referem também os cefalópodes como o grupo de espécies mais importantes na dieta deste predador. Para o Mediterrâneo, Relini *et al.* (1995) observaram que os cefalópodes e os peixes apresentam importâncias relativas semelhantes na dieta. Para a costa venezuelana, Barreto *et al.* (1996) referem os peixes como a componente mais importante da dieta relativamente aos cefalópodes e crustáceos, sendo a família Bramidae, preferencial na dieta alimentar.

O espadarte é uma espécie de vida longa, tendo sido estimada uma longevidade superior a 20 anos (Azevedo, 1990a). Em 1992, ocorreu uma recaptura de um exemplar que passou 15 anos no mar, após a sua marcação (Jones, 1997). A estimação da idade e o estudo do crescimento de espadarte foram efectuadas a partir de frequências de comprimento (Azevedo, 1990a; Haist & Porter, 1993), da morfologia externa e interna dos otólitos (Radtke & Hurley, 1983; Wilson & Dean, 1983; Megalofonou *et al.*, 1990a),

das secções do 2º espinho da barbatana anal (Berkeley & Houde, 1983; Riehl, 1984; Megalofonou *et al.*, 1990b; Ehrhardt, 1992, 1995; Chalabi *et al.*, 1994; Esteves *et al.*, 1995; Ehrhardt *et al.*, 1996), assim como a partir de informação proveniente de programas de marcação/recaptura (Restrepo, 1990). De entre as várias metodologias para a estimação de idades de espadarte, a leitura directa baseada nas estruturas duras assume maior relevância. As análises na determinação da idade e estudo do crescimento, baseadas no 2º espinho da barbatana anal, demonstraram que o crescimento desta espécie se processa de modo diferente entre os sexos, alcançando as fêmeas comprimentos maiores, com taxas relativas de crescimento mais elevadas que os machos (Berkeley & Houde, 1983; Ehrhardt *et al.*, 1996).

O espadarte é uma espécie extremamente agressiva tendo havido relatos de ataques a barcos, submersíveis e a baleias (Church 1968; Carey & Robinson, 1981). Vive isoladamente na fase adulta, não formando cardumes (Palko *et al.*, 1981; Hoey *et al.*, 1991). Enquanto adultos, poucos são os seus predadores naturais, sendo o anequim (*Isurus oxyrinchus*), a única espécie com capacidade de o preda (Bigelow & Schroeder, 1953).

O crescimento demográfico da população humana tem provocado uma procura elevada de recursos naturais renováveis para a sua sustentabilidade, nomeadamente de recursos marinhos. Como resultado, a captura de espécies marinhas aumentou abruptamente até ao início dos anos 90 (Fonteneau, 1997). O espadarte, já reconhecido na literatura grega, clássica e medieval, tem sido alvo de exploração pesqueira desde há milhares de anos (Hoey *et al.*, 1991). A exploração pesqueira dirigida a este recurso assume especial relevância no Oceano Atlântico, seguida do Pacífico e do Índico (Fonteneau, 1997). Os desembarques totais de espadarte (incluindo as estimativas sobre as rejeições ao mar), no Oceano Atlântico aumentaram de cerca de 15 mil toneladas, em 1970 (Fonteneau, 1997) para cerca de 31 mil toneladas, em 1997 (Anón., 1999). Estes atingiram o máximo histórico em 1995, com cerca de 38 mil toneladas (Anón., 1999). No Oceano Atlântico podem-se diferenciar duas pescarias, uma a Norte e outra a Sul do paralelo 5ºN, tendo sido observado ao longo dos anos, uma actividade pesqueira mais intensa acima dos 5ºN.

Os desembarques no Atlântico Norte aumentaram significativamente a partir de 1978 após o levantamento da restrição de comercialização de espadarte, imposta pela

Food and Drugs Administration (FDA), devido aos teores de mercúrio (Hoey *et al.*, 1991). Esta espécie parece acumular nos seus tecidos, grandes quantidades deste metal pesado numa relação linear com o comprimento individual (Monteiro & Lopes, 1990; Hoey & Mejuto, 1991). No entanto, para o mesmo comprimento, os machos parecem acumular mais mercúrio nos seus tecidos do que as fêmeas (Beckett & Freeman, 1974; Monteiro & Lopes, 1990).

No período 1978-98, os desembarques no Atlântico Norte atingiram o seu máximo em 1987, com cerca de 20 mil toneladas. A partir deste ano, os desembarques apresentaram uma tendência decrescente, atingindo cerca de 12 mil toneladas em 1998. Esta diminuição esteve relacionada com a deslocação de algumas frotas para áreas de pesca a sul dos 5°N (Hemisfério sul) ou para outros oceanos, principalmente para o Pacífico, e com as medidas de regulamentação impostas pela Comissão Internacional para a Conservação dos Atuns do Atlântico (ICCAT) (Anón., 1994, 1995, 1996, 1997a, 1999, 2000).

Os desembarques reportados no Atlântico Sul foram relativamente baixos até meados dos anos 80, geralmente inferiores a 10 mil toneladas. A partir de 1988, os desembarques aumentaram gradualmente atingindo em 1995, o máximo histórico, cerca das 21 mil toneladas, 65% mais elevado que os registados em 1988 (13 mil toneladas) (Anón., 1999).

A importância crescente que o espadarte tem vindo a conhecer no consumo dos mercados mundiais foi simultaneamente causa e efeito do desenvolvimento e expansão da frota de pesca nacional dirigida a este recurso, que actua no Oceano Atlântico. Os desembarques totais de espadarte em Portugal aumentaram de 468 toneladas em 1986 para cerca de 1200 toneladas em 1998. Anteriormente a 1986, os desembarques totais não excederam as 100 toneladas (Anón., 1999).

A arte de pesca mais rentável na captura de espadarte é o palangre de superfície derivante (Bard, 1989; Hoey *et al.*, 1991). Este método de pesca foi introduzido em meados dos anos 60, substituindo o arpão. Este sistema de pesca incidia preferencialmente sobre os indivíduos que se encontravam à superfície durante o dia (*basking behaviour*), capturando-se essencialmente fêmeas (Tibbo *et al.*, 1961) de grandes dimensões (120 kg) (Palko *et al.*, 1981). Com o aparecimento do palangre na pescaria, o comprimento médio na captura diminuiu e o intervalo de comprimentos capturado aumentou, começando-se a observar uma maior percentagem de machos nas

capturas (Tibbo *et al.*, 1961; Hurley & Iles, 1981), comparativamente ao arpão. Algumas vantagens poderão ser apontadas ao palangre, tais como a adaptação às diferentes características do local de pesca, nomeadamente em áreas caracterizadas por relevos submarinos, a boa qualidade e aspecto exterior do pescado nos mercados de venda, alcançando preços elevados (Tait, 1987). No entanto, as pescarias de palangre são consideradas como não selectivas, pescando espadarte com uma variedade de outras espécies, tais como atuns, tubarões, espadins e tartarugas (Speer, 1998). Na pesca de espadarte poderão ser observadas duas variantes do palangre, consoante a pesca é dirigida ou não. O palangre de superfície derivante, que opera entre a superfície e os 150 metros, durante a noite (Podestá *et al.*, 1989; Nakano & Bayliff, 1992) e o palangre de meia-água (de profundidade), entre os 200 a 400 metros, cuja a actividade desenrola-se durante o dia (Nakano & Bayliff, 1992). Apesar da hegemonia do palangre na pesca de espadarte, ainda se encontra em actividade, uma importante pescaria baseada no arpão, na costa canadiana e no Mar Mediterrâneo. O espadarte pode ainda ser capturado a partir da pesca desportiva, que se baseia no uso do arpão, linhas derivantes iscadas (Bearsdley, 1978) e na cana de pesca com carreto.

A actividade de pesca ao espadarte no Oceano Atlântico é exercida por várias frotas, sendo as mais importantes a espanhola, norte-americana, canadiana e japonesa, que apresentam regimes de operação distintos. Para a recolha de informação biológica e dados estatísticos, as frotas de pesca providenciavam dados estatísticos por áreas de pesca, em diferentes quadrículas (10°x10° ou 5°x5°) (Anón., 1988; 1990a). Nesse sentido, surgiu a necessidade de definir áreas de pesca com vista à uniformização dos dados recolhidos, designadas por áreas estatísticas da ICCAT. Estas são: área NW (áreas 1 a 3), área NC (área 4A), área NE (área 4B), área SW (área 6) e área SE (área 7) (Anón., 1989) (Figura 3). Actualmente, as áreas são classificadas como áreas de alimentação, de transição e de reprodução (Anón., 2000), redefinidas de acordo com Mejuto *et al.* (1998).

Durante décadas, a definição de uma só unidade de gestão de espadarte no Oceano Atlântico ou de duas, uma a Norte e outra a Sul, foi uma tarefa difícil para os investigadores. Os dados da pescaria palangreira ao longo dos anos, indicavam uma homogeneidade nos indicadores da abundância na zona equatorial, a existência de uma faixa geográfica (10°N e 10°S) reconhecida para a reprodução da espécie (Rey, 1988a) e

uma distribuição larvar confinada a esta faixa. Esta informação entre outros aspectos, reforçou a hipótese da existência de um manancial único neste Oceano (Anón., 1993a).

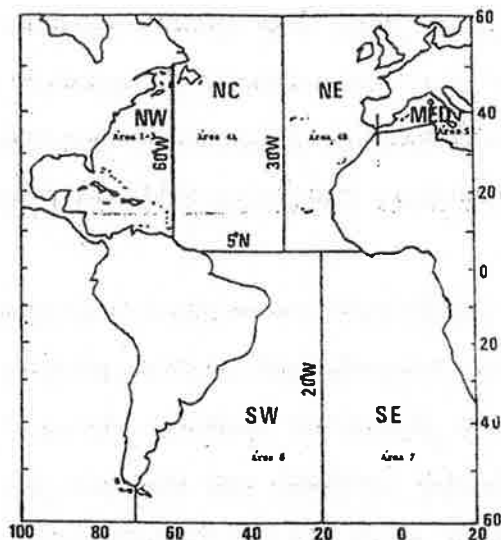


Figura 3: Localização geográfica das áreas de pesca para a recolha de dados sobre a biologia e a pesca de espadarte, no Oceano Atlântico, designadas por áreas estatísticas da ICCAT (adaptada de Anón., 1990a)

Recentemente, com base em estudos de genética, foi demonstrado a existência de duas populações geneticamente distintas no Oceano Atlântico, uma a Norte e outra a Sul, separadas pelo paralelo dos 5°N (Alvarado Bremer *et al.*, 1995, 1999b; Greig *et al.*, 1999; Chow & Takeyama, 2000; Greig *et al.*, 2000). No entanto, não é possível localizar a fronteira que separa estas duas regiões, havendo a possibilidade de uma ou ambas as unidades de gestão, conterem indivíduos de várias populações (Greig *et al.*, 2000), pois indivíduos maduros de várias populações poderão coexistir numa determinada área geográfica e manter o seu isolamento reprodutor e identidade genética (Berkeley, 1983). Se existir um intercâmbio entre as populações, situação comum nos peixes marinhos, então definir a estrutura de uma população é uma tarefa dificilmente alcançada. No presente estudo, foi assumido de acordo com a ICCAT, que o espadarte que é explorado no Atlântico Norte pertence ao manancial do Atlântico Norte, também considerado como uma unidade de gestão, constituído por indivíduos geneticamente distintos daqueles que ocorrem no Mar Mediterrâneo, no Atlântico Sul e no Oceano Pacífico (Alvarado Bremer *et al.*, 1995; 1999a; Anón., 2000; Chow & Takeyama, 2000).

Estudos prévios sobre a pescaria de espadarte do Atlântico Norte fazem referência à diminuição dos índices de abundância para as idades mais avançadas, à diminuição do comprimento médio das capturas, ao aumento da mortalidade por pesca e ao aumento repentino dos desembarques de espadartes pequenos, o que constituiu motivo de grande preocupação (Hoey & Mejuto, 1991). Este aumento repentino nos desembarques de juvenis esteve relacionado com o levantamento da interdição da comercialização de espadarte devido aos teores de mercúrio, principalmente nos mercados norte-americanos, uma vez que estes apresentam teores mais baixos (Monteiro & Lopes, 1990; Hoey *et al.*, 1991).

Um outro motivo de preocupação com as pescarias de palangre é a captura elevada de outros grupos de espécies, nomeadamente tubarões pelágicos. Estes de uma maneira geral e a tintureira (*Prionace glauca*) em particular, enfrentam grandes pressões com estas pescarias, a nível mundial, revelando uma tendência para o seu declínio (Séret, 1996). Se bem que a cotação de mercado de tintureira tenha aumentado nos últimos anos, observando-se que os desembarques são cada vez mais aproximados das capturas (Castro *et al.*, 2000), continua-se ainda a assistir em várias regiões do globo, à prática do “finning”. Esta consiste em cortar as barbatanas, comercialmente mais valiosas, rejeitando-se os indivíduos ainda vivos, para o mar (Séret, 1996; Hinman, 1999).

Os resultados das várias avaliações realizadas até à data sobre o manancial de espadarte, evidenciaram o seu declínio, encontrando-se este numa situação de sobrepesca de crescimento e de recrutamento (Anón., 1997a), sendo actualmente considerada uma espécie ameaçada, mencionada no livro vermelho da International Union for the Conservation of Nature’s “Redlist” of Threatened Animals (Speer, 1998). Fazendo face à situação de declínio da população de espadarte houve necessidade de regulamentar a pescaria, tendo sido definidos Totais Admissíveis de Capturas (TAC) e medidas técnicas (tamanhos mínimos). Sobre estas últimas, tem-se observado uma certa ineficácia na sua aplicação. Em 1990, foi deliberada a interdição de pesca de indivíduos com comprimentos inferiores a 125 cm (ou 25 kg), com uma tolerância de 15% na captura total em número. Portugal, de entre outros estados membros, regulamenta as suas pescarias com base nesta medida (ICCAT, 1996). Mais tarde, e como alternativa, em 1995 foi deliberada uma interdição total de pesca de indivíduos com comprimentos inferiores a 119 cm. Os Estados Unidos da América e o Canadá regulamentam as suas pescarias com base nesta medida (ICCAT, 1996).

A maioria dos mananciais de peixes em todo o mundo estão sobrexplorados ou intensamente explorados, encontrando-se numa situação onde a sua auto-renovação está comprometida devido à má gestão dos mananciais exploráveis (FAO, 1996; Fonteneau, 1997). A ausência de estudos no âmbito do comportamento da maioria das espécies exploradas e a não inclusão de alguns aspectos comportamentais na avaliação e gestão dos mananciais, tem conduzido a um cenário de intensificação da mortalidade por pesca e a situações de sobrexploração dos recursos pesqueiros (Fréon & Misund, 1999).

A disponibilidade de alimento, as condições do *habitat*, as diferentes fases do ciclo de vida, entre outros, condicionam o comportamento das espécies, assim como a sua distribuição geográfica e vertical. No espadarte, a presença de um crescimento distinto entre os sexos poderá ser uma primeira indicação de estratégias comportamentais diferentes face ao meio ambiente. Este dimorfismo sexual poderá ter consequências em parâmetros vitais do ciclo de vida de cada sexo, tais como diferentes taxas de mortalidade natural (M) e de pesca (F), diferentes migrações selectivas por tamanho, idade e sexo, verticais e geográficas (Berkeley, 1983). Assim, é necessário melhorar o conhecimento existente sobre a ecologia e comportamento deste recurso pesqueiro, com vista a estabelecer uma correspondência entre a pesca e sua gestão, com a capacidade de auto-renovação da população (Saetersdal, 1984). Este esforço científico deverá abranger a maioria das áreas de pesca, nomeadamente na região dos Açores.

A paisagem morfológica da Zona Económica Exclusiva (ZEE) dos Açores é dominada por um acidentado relevo vulcânico submarino, assente sobre uma vasta plataforma, de onde emergem as ilhas que constituem o arquipélago (Martins, 1987). A região oceânica envolvente do arquipélago é dominada pelo sistema da Frente/Corrente dos Açores, o qual se apresenta como um conjunto complexo de frentes, meandros e vórtices de pequena/mesoscala, alimentados a partir de um jacto principal, parecendo apresentar uma grande importância na distribuição e abundância de espécies migradoras e termicamente dependentes (Alves, 1993).

No que respeita à actividade piscatória, para além da orla costeira das ilhas, surgem igualmente os bancos como zonas piscatórias passíveis de exploração. Estas consistem em plataformas relativamente extensas e é delas que provêm a maior parte do pescado desembarcado nos portos açoreanos (Martins, 1987). Perante a virtual ausência de plataforma continental na ZEE dos Açores, surge o domínio oceânico e em particular, o *habitat* pelágico, como zona de fácil acesso à exploração dos recursos marinhos que

ocupam este nicho ecológico. No seio da ictiofauna pelágica destaca-se o espadarte, como valioso recurso pesqueiro dos mares dos Açores (Silva *et al.*, 1996).

A investigação científica desenvolvida sobre o espadarte na costa continental e regiões autónomas portuguesas, não é proporcional à importância económica que esta espécie apresenta a nível nacional. A caracterização da pescaria de espadarte na ZEE da costa continental portuguesa foi realizada por Azevedo (1990b), e nas ilhas autónomas foram descritas as experiências de pesca desenvolvidas nessas regiões, nomeadamente por Pereira (1988) e por Gouveia (1992), para os Arquipélagos dos Açores e da Madeira, respectivamente. Mais tarde, e no âmbito deste projecto de investigação, Simões & Silva (1994) e Simões (1995) caracterizaram a pescaria de espadarte na região dos Açores, no período 1987-92 e 1987-93, respectivamente. A relação entre a abundância de espadarte e a temperatura à superfície foi demonstrada por Santos & Fiúza (1993) e Santos (1994), que relacionaram a captura em peso por unidade de esforço de espadarte com os sistemas associados a acontecimentos de intensificação ou de relaxamento de afloramentos costeiros, na costa Oeste portuguesa.

Devido ao crescente interesse sobre as espécies de tubarões pelágicos na actividade de pesca palangreira, Simões (1999) analisou os desembarques de espadarte, tintureira e anequim, provenientes da pescaria palangreira açoreana, no período 1987-96, e Silva & Pereira (1999) analisaram as taxas de capturas de espadarte, tintureira e anequim, para a mesma pescaria, no período 1993-97. A importância que estas espécies de tubarões apresentam nesta pescaria, levou à elaboração de diferentes escalas de esforço de pesca dirigido ao espadarte e tubarões, na obtenção de estimações de índices de abundância em peso de espadarte, na pescaria palangreira dos Açores (Palma *et al.*, 2000).

No que diz respeito à investigação sobre a biologia de espadarte, nomeadamente estudos de crescimento, de reprodução e da dieta alimentar, esta é efectivamente reduzida. Com base em dados recolhidos neste projecto de investigação, Esteves *et al.* (1995) relacionaram três estruturas duras (espinhos, otólitos e vértebras), com vista a determinação da idade e estudo do crescimento de espadarte capturado no Arquipélago dos Açores. Foram realizadas algumas análises de biometria, nomeadamente por Gouveia & Mejuto (1994, 1995), que estimaram relações de conversão entre pesos e entre comprimentos e pesos para o espadarte capturado no Arquipélago da Madeira. Não foram encontrados na bibliografia, estudos da gametogénese e dinâmica da reprodução na costa continental portuguesa e regiões autónomas. A análise da dieta alimentar do

espadarte capturado na costa continental portuguesa foi desenvolvida por Azevedo (1990a) e por Moreira (1990), e para a região autónoma dos Açores, por Clarke *et al.* (1995). Estes estudos analisaram os conteúdos estomacais de espadarte, para os sexos em combinado. Mais tarde, Simões & Andrade (2000) analisaram a possível existência de um comportamento alimentar específico por sexos, a partir do conhecimento de alguns aspectos da ecologia das presas ingeridas pelo espadarte, capturado no Arquipélago dos Açores.

Devido ao actual cenário de declínio do manancial de espadarte e dada a importância que a área de pesca dos Açores representa a nível nacional na captura desta espécie, este estudo pretende contribuir para o conhecimento da biologia e da pesca de espadarte nesta região. Para tal, foram analisados alguns aspectos da biologia de espadarte, nomeadamente a determinação da idade e o estudo do crescimento, a reprodução e a dieta alimentar, definindo-se possíveis estratégias comportamentais de cada sexo com o meio circundante. Os dados recolhidos sobre a biologia e a pesca revestem-se de uma grande importância em estudos da dinâmica e avaliação das populações exploradas, sendo necessário que exista uma amostragem adaptada à forma como o recurso é desembarcado, nas lotas de venda de pescado. Nesse sentido, foram estimadas relações de conversão de comprimentos e de pesos, que poderão ser úteis na amostragem biológica dos desembarques de espadarte (Parte I).

A natureza da pesca, os desembarques de espadarte e de espécies acompanhantes e o tipo de embarcações palangreiras foram a informação de base para a caracterização da pescaria de espadarte na região dos Açores. Esta teve como objectivo analisar a pesca e os aspectos biológicos dos desembarques, durante o período de 1987-96 (Parte II).

A partir da informação obtida sobre a biologia do recurso, foi desenvolvida uma análise de coortes para cada sexo, projectando o manancial a longo e a curto-prazo, contribuindo para a avaliação do estado da pesca e do manancial de espadarte do Atlântico Norte (Parte III).

FONTES DE INFORMAÇÃO

FONTES DE INFORMAÇÃO

1.Introdução

Esta secção tem como objectivo fazer uma descrição das fontes de informação nas quais este estudo se baseou, o tipo de material recolhido e a sua aplicação nas análises desenvolvidas. Esta secção foi dividida em duas partes: Parte I, que inclui a descrição das fontes e a Parte II, que contém um sumário qualitativo do material e informação recolhida em cada fonte, e a sua aplicação neste estudo.

Informações mais detalhadas sobre os dados recolhidos e o seu uso particular nas análises conduzidas, serão fornecidas no “Material e métodos” de cada tema analisado.

Parte I. Fontes de informação

1-Campanha de pesca para espadarte e tubarões (ARQPAÇO-01-O93/P94)

Durante este projecto foi desenvolvida uma campanha de pesca ARQPAÇO-01-O93/P94, pelo Departamento de Oceanografia e Pescas da Universidade dos Açores (DOP/UAC). Os objectivos da campanha foram a recolha de informação biológica de espadarte e de tubarões e informação sobre a abundância de espadarte e da interacção espadarte-tintureira. Esta campanha decorreu durante o Outono de 1993 e Primavera de 1994, cobrindo algumas áreas da pesca comercial. Estas foram subdivididas em zonas costeiras (proximidade das ilhas) e zonas oceânicas (proximidade de bancos submarinos), tendo sido estabelecidas cinco estações de pesca, quatro costeiras e uma oceânica (Figura 4).

A arte de pesca utilizada foi o palangre de superfície derivante, tendo sido largados 980 anzóis em cada lance de pesca, utilizando a pota (*Illex sp.*) como isco. Ao todo foram efectuados 11 lances de pesca. A largada do aparelho iniciava-se no final da tarde (18:00) e a alagem do aparelho, com a aurora (06:00). Salvo raras excepções, no final da recolha do aparelho, o navio de investigação rumava para o porto do Cais de Sta. Cruz, na Horta. (Para mais informações, consultar o relatório de Silva *et al.* (1996)).

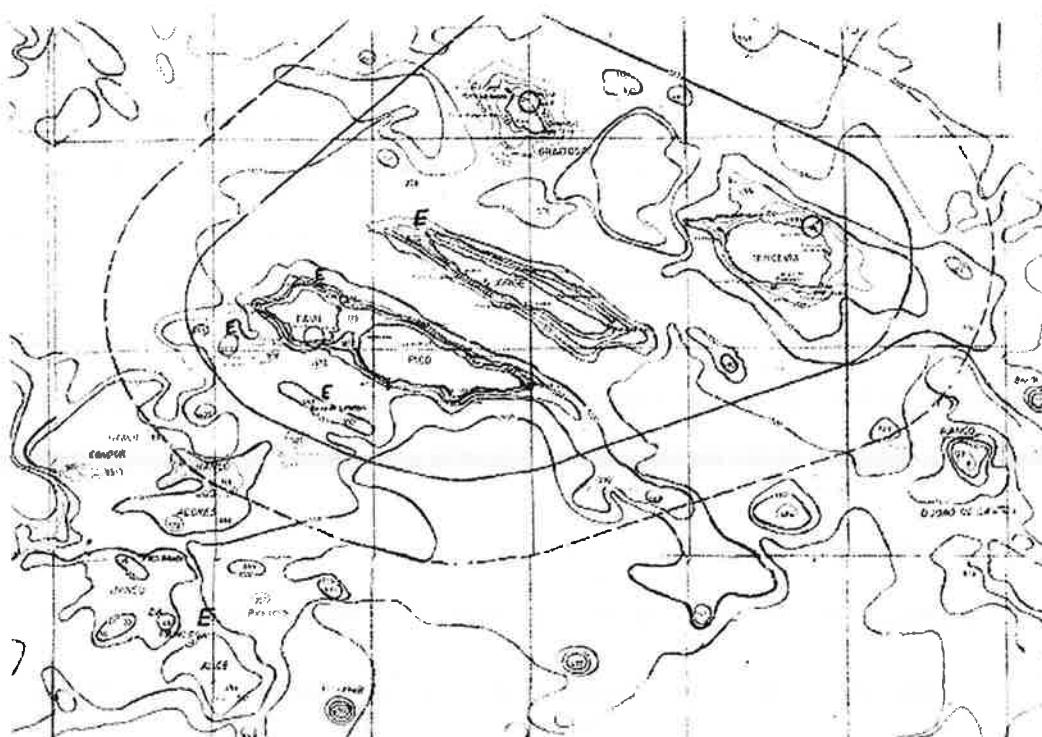


Figura 4: Localização geográfica das estações de pesca (E) amostradas no âmbito da campanha de pesca ao espadarte e tubarões (ARQAÇO-OUT93/PRI94)

2-Pesca comercial

2.1-Base de dados

Durante o decurso deste projecto, foi desenvolvida uma base de dados, em DBASE II (autoria: Paulo Castro, DOP/UAC), sobre os desembarques em peso de espadarte e de espécies acompanhantes, provenientes de três portos de pesca açoreanos, no período 1987-1996. Esta informação teve como objectivo diferenciar o espadarte que era capturado pela pescaria de palangre de superfície, daquele que provinha da pesca acidental (outras artes de pesca). A Lotaçor, E.P., instituição encarregada de compilar informação sobre os desembarques da pesca comercial efectuados nas lotas açoreanas, disponibilizou a informação necessária para a construção desta base de dados.

2.2- Características físicas da frota palangreira

A Secretaria Regional de Agricultura e Pescas (SRAP) forneceu informação sobre as características físicas das embarcações palangreiras que operam na região dos Açores. Os dados recolhidos foram o comprimento fora-a-fora, a arqueação bruta, em toneladas de arqueação bruta (TAB) e a potência de motor, em HP. A mesma

informação foi obtida para as embarcações registadas nas capitánias dos portos do continente português, cedidas pelas respectivas capitánias (Aveiro, Peniche e Viana do Castelo).

2.3-Licenças de pesca

A SRAP forneceu informação sobre o número de licenças de pesca atribuídas às embarcações matriculadas em capitánias de portos açoreanos.

2.4-Relatórios anuais da actividade de pesca no Arquipélago dos Açores

Os relatórios anuais da actividade de pesca referem-se ao volume total em peso, de peixe desembarcado no Arquipélago dos Açores, diferenciado por espécies e por ilhas. Também incluem o preço médio mensal de venda das principais espécies de peixe. Estes relatórios são fornecidos pela Direcção Regional de Estatística (DRE) dos Açores.

2.5-Inquéritos de pesca

No decurso deste projecto, foram desenvolvidos dois inquéritos de pesca. Um foi realizado durante o desembarque de espadarte em lota, visando a obtenção de informação sobre a actividade de pesca, arte de pesca e regime de operação da frota. O segundo inquérito, designado por inquérito retrospectivo, foi realizado junto dos mestres das embarcações palangreiras, visando a obtenção da mesma informação acima mencionada, para o período inicial da pesca com o palangre de superfície no Arquipélago.

2.6-Amostragem biológica dos desembarques

No âmbito do Programa Regional de Amostragem, o DOP/UAC recolheu informação sobre os comprimentos individuais de espadarte, com vista à obtenção da composição por comprimentos dos desembarques, provenientes da frota de pesca dos Açores. No período entre Janeiro de 1993 e Janeiro de 1995, foram efectuados sempre que possível, censos dos desembarques, recolhendo-se o comprimento individual.

2.7-Amostragem biológica

No período entre Outubro de 1992 e Janeiro de 1995, foi recolhida informação biológica de espadartes provenientes da pesca comercial, numa base mensal, sempre que

possível. As embarcações de pesca que dirigem o esforço de pesca a este recurso, podem permanecer mais do que uma semana no mar. Em algumas delas, os espadartes capturados poderão ser eviscerados a bordo e conseqüentemente congelados, e em outras embarcações, poderão permanecer em gelo até ao seu desembarque. Para os objectivos propostos neste estudo, é necessário que o peixe seja desembarcado inteiro, com um grau de frescura elevada. Um compromisso mensal entre a frescura do peixe, número e tamanho dos indivíduos capturados não foi possível de ser alcançado devido em parte, às grandes dimensões que esta espécie atinge aliado ao elevado preço de venda em lota, principalmente nos meses de Inverno.

3-Outras fontes de informação

A partir de capturas acidentais de espadarte provenientes do palangre de fundo, localmente designado por trole, foi recolhida sempre que possível, informação sobre a biologia do recurso.

4-Base de dados da ICCAT

A ICCAT forneceu a composição por comprimentos dos desembarques de espadarte, provenientes da actividade de pesca no Atlântico Norte, no período entre 1978-96.

5-Tabelas e gráficos de temperatura

O Instituto de Meteorologia (IM) forneceu tabelas de temperatura à superfície, para três estações meteorológicas dos Açores (Vila do Porto, Angra do Heroísmo e Sta. Cruz das Flores), durante o período de 1978 a 1998.

O Grupo de Oceanografia Física (DOP/UAC), forneceu mapas de temperatura para a região do Arquipélago, à superfície, a 50 e a 150 metros de profundidade, durante o período de 1990 a 1996.

Parte II: Material recolhido

1- Descrição qualitativa do material

O material recolhido incluiu:

1) amostras de gónadas, barbatana anal (2ºespinho), otólitos, vértebras e estômagos (Tabela1);

- 2) várias medidas de comprimento e de peso (Tabela 2) e
- 3) informação publicada (Tabela 3).

2-Procedimentos da amostragem

As medidas de comprimentos analisadas neste estudo, foram registadas com aproximação ao centímetro inferior através de uma craveira, e os pesos em quilo (kg), com aproximação à décima do kg, através de balanças de precisão.

A medida de comprimento usada como padrão para o espadarte é o comprimento mandíbula inferior-furca, designada por **Ljfl** (Figura 5). Esta corresponde à distância entre a extremidade da mandíbula inferior e a furca da barbatana caudal (Anón., 1988). As outras medidas de comprimento registadas, para além do comprimento padrão, foram adoptadas de acordo com Beardsley *et al.* (1979), Prince & Lee (1989), Prince *et al.* (1989) e Lee & Scott (1992), sendo definidas como:

Efl: Comprimento olho-furca - comprimento desde o ponto mais posterior da cavidade ocular até à furca da barbatana caudal; **Pfl**: Comprimento peitoral-furca - comprimento desde o ponto de intersecção mais anterior da barbatana peitoral até à furca da barbatana caudal; **Pdl**: Comprimento peitoral-2ª dorsal - comprimento desde o ponto de intersecção mais anterior da barbatana peitoral até ao ponto de intersecção mais anterior da segunda barbatana dorsal; **Ld1**: Comprimento 1ªdorsal-furca - comprimento desde o ponto de intersecção mais anterior da primeira dorsal até à furca da barbatana caudal; **Clant**: Comprimento óperculo-anterior quilha - comprimento desde a parte posterior do opérculo (ou o sulco formado pelo opérculo quando este é removido) até à inserção anterior da quilha da barbatana caudal; e **Clpost**: Comprimento opérculo-posterior quilha - comprimento desde a parte posterior do opérculo (ou o sulco formado pelo opérculo quando este é removido) até à inserção posterior da quilha da barbatana caudal. Este comprimento é uma adaptação do anterior, estando relacionado com a localização do corte junto à quilha (Figura 5).

A medida de peso padrão foi o peso vivo ou inteiro, designado por **Rwt**. Este é definido como o peso do peixe com a cabeça, barbatanas e vísceras (Anón., 1988). Durante o período da amostragem, salvo raras excepções, o espadarte foi desembarcado em lota com a espada cortada junto à base da mandíbula superior. Neste sentido, o peso inteiro (**Rwt**) obtido neste estudo, não inclui a espada. Durante a amostragem, para além

do peso vivo, foram também registadas duas outras medidas de peso, eviscerado e limpo, adoptados de acordo com Miyake (1990). Estas foram definidas como:

Peso eviscerado (**Gwt**)- Peso do peixe com cabeça (sem a espada) e barbatanas, mas sem vísceras e brânquias; e Peso limpo ou peso da carcaça (**Dwt**)- Peso do peixe sem cabeça, vísceras e barbatanas.

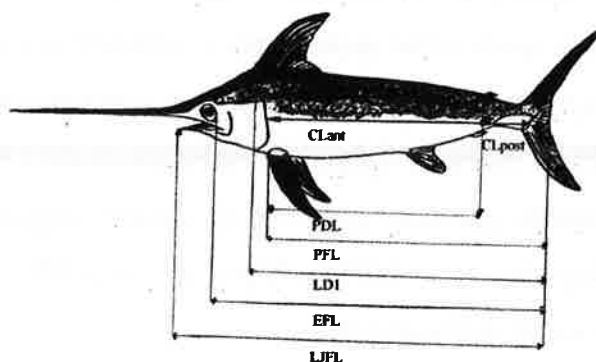


Figura 5: Delimitação das medidas de comprimento registadas para o estudo do crescimento e para a amostragem biológica dos desembarques de espadarte

Para cada indivíduo, sempre que possível, foram registados os pesos da gónadas, do fígado e do estômago (com conteúdo estomacal), em gramas (g) com aproximação à décima da grama. Os comprimentos e os pesos acima mencionados, dos espadartes capturados durante a pesca acidental, foram registados a partir de material fresco. As amostras provenientes da campanha de pesca foram mantidas em arcas frigoríficas até ao desembarque (no próprio dia da captura) e as provenientes da pesca comercial foram mantidas em gelo, por períodos que variaram entre 1 dia e 1 semana. Para cada peixe medido e pesado foi registado, sempre que possível, o sexo. Devido à inexistência de características sexuais secundárias, a determinação do sexo no espadarte é feita através da observação das gónadas.

Por último, ao longo deste estudo, qualquer referência ao comprimento e ao peso de espadarte corresponde às medidas padrões adoptadas para a espécie.

Tabela 1: Tipo de dados recolhidos, fontes de informação, objectivos e os capítulos da tese onde esta informação foi tratada

Amostra Biológica	Fontes de informação			Objectivos	Capítulos
	ARQPAÇO-01-O93/P94	Pesca comercial	Pesca accidental		
2º espinho	X	X	X	Crescimento e determinação de idades	I.1
Gónadas	X	X	X	Reprodução	I.2
Estômago	X	X	X	Dieta alimentar	I.3

Tabela 2: Sumário das medidas de comprimentos e de pesos registadas, fontes de informação, objectivos e as divisões (Partes) do trabalho onde esta informação foi usada.

Medidas	Fontes de informação			Objectivos	Partes
	ARQPAÇO-01-O93/P94	Pesca comercial	Pesca accidental		
LJFL	X	X	X	Base para todos os estudos	I, II, III
RWT	X	X	X	Crescimento Amostragem biológica dos desembarques Pescaria	I, II
Sexo/maturação	X	X	X	Todos os estudos	I, II, III
Peso das gónadas	X	X	X	Reprodução	I
Peso do fígado	X	X	X	Reprodução	I
Peso do estômago	X	X	X	Dieta alimentar	I
EFL*	X	X			
PFL*	X	X			
PDL*	X	X			
LD1*	X	X			
Clant*	X	X			
Clpost*	X	X			
GWT*	X	X			
DWT*	X	X			
				Amostragem biológica dos desembarques	I

(*): Vide definição na página 18

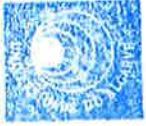


Tabela 3: Sumário dos dados da pesca de espadarte dos Açores recolhidos de diferentes fontes de informação

Dados	Fontes de informação										Partes	
	Lotador, E.P.	SRAP	Capitanias	DRE	Inquéritos	DOP/UAC	ICCAT	IM	Objectivos			
Desembarques totais anuais na região				X								
Desembarques mensais de espadarte	X											
Desembarques mensais de espécies acompanhantes	X											
Licenças de pesca		X										II
Características físicas das embarcações		X	X									
Composição por comprimentos									X			
Arte/Regime de operação					X							
Distribuição por comprimentos do Atlântico Norte										X		III
Registos térmicos na região dos Açores									X		X	I, II, III

PARTE I

BIOLOGIA INDIVIDUAL

CAPÍTULO 1. IDADE E CRESCIMENTO

1. Introdução

O crescimento dos indivíduos, em termos do seu comprimento ou do seu peso, é uma das componentes principais da produção biológica dos recursos pesqueiros (Hilborn & Walters, 1992). O conhecimento do crescimento dos recursos pesqueiros é um aspecto essencial para a aplicação de modelos matemáticos de dinâmica de populações, tendo em vista a avaliação e gestão de populações exploradas. Para além disso, o estudo do crescimento permite a obtenção de informação sobre longevidade, mortalidade e taxas de crescimento (Casselman, 1983; Hilborn & Walters, 1992).

Segundo Bagenal (1974) e Brothers (1983), uma estrutura é adequada para a estimação da idade se forem alcançados alguns requisitos: as estruturas devem-se observar ao longo de toda a vida do peixe, estando o seu crescimento relacionado com o crescimento do indivíduo; devem observar-se incrementos ou marcas de idade, aumentando estas em número com a dimensão da estrutura e seguindo uma escala de tempo fixa.

As dificuldades na estimação e validação da idade em grandes pelágicos migradores prendem-se com a impossibilidade de reprodução artificial em cativeiro, à extensa área de distribuição que inclui diferentes regiões climáticas num mesmo ano, resultante da grande mobilidade destes indivíduos, às reduzidas taxas de recaptura e às reduzidas dimensões dos otólitos (Casselman, 1983).

Brennan & Cailliet (1991) referem que a selecção de uma estrutura de entre várias em comparação para a estimação de idades deve-se fazer com base na “visibilidade” dos anéis e seus padrões de deposição, na percentagem de concordância ou repetibilidade das leituras, na facilidade da amostragem e processamento e na precisão das estimações de idade. A análise comparativa entre três estruturas duras no espadarte (espinhos, otólitos e vértebras), demonstrou que os espinhos revelaram-se em termos de amostragem, mais efectivos no que concerne à sua aquisição, na preparação do corte a analisar e pela clarividência dos anéis e repetibilidade das interpretações das marcas de crescimento (Esteves *et al.*, 1995). Estes autores recomendam os espinhos para estudos da idade e crescimento de espadarte, quando comparado com os otólitos e vértebras.

Os métodos de avaliação do manancial de espadarte que se baseiam na análise das distribuições por comprimentos das capturas anuais, demonstraram alguma ineficácia já que não incluíam o dimorfismo sexual de crescimento característico desta espécie. Daí a

importância em analisar o crescimento para cada sexo, e estimar funções de crescimento específicas por sexo, com vista à separação dos sexos nas distribuições por comprimentos anuais. Berkeley & Houde (1983) foram pioneiros na estimação de funções de crescimento por sexo, a partir do 2º espinho da barbatana anal. No entanto, aqueles autores não conseguiram validar o método de determinação de idades baseada nos espinhos. Mais tarde, Ehrhardt *et al.* (1996) através da análise da variação mensal dos incrementos marginais, validaram a técnica de determinação de idades, demonstrando que os anéis depositados no 2º espinho da barbatana anal são indicadores de eventos anuais. Nesse sentido, aqueles autores recomendaram a utilização destas na análise do crescimento do espadarte (Ehrhardt *et al.*, 1996). Aquelles autores também estimaram funções de crescimento específicas por sexo, baseadas no retrocálculo, as quais são, actualmente, usadas na avaliação do manancial de espadarte do Atlântico Norte (Anón., 1997a, 2000).

Ambos os estudos atrás mencionados dizem respeito à área Noroeste do Atlântico, não existindo análises diferenciadas por sexo, no Atlântico Nordeste. Para esta área, os estudos da determinação de idades e de crescimento em espadarte foram analisados para os sexos combinados, tais como o de Azevedo (1990a), a partir das frequências de comprimentos, na costa continental portuguesa e os de Chalabi (1993) e Chalabi *et al.* (1994), que analisaram o crescimento desta espécie na costa da Argélia, a partir do 2º espinho da barbatana anal.

O objectivo deste estudo foi analisar alguns aspectos do crescimento linear de espadarte por sexo, na área dos Açores (Atlântico Nordeste), com base no 2º espinho da barbatana anal. A informação proveniente desta análise será usada na avaliação do manancial de espadarte do Atlântico Norte, desenvolvida neste estudo (*Vidé* Parte III).

2. Material e métodos

A informação biológica para a determinação da idade e estudo do crescimento foi recolhida quer da campanha de pesca dirigida para o espadarte e tubarões, quer da pesca comercial e acidental (*Vidé* “Fontes de informação”).

Para esta análise foram observados 152 indivíduos, correspondendo a 95 fêmeas e a 57 machos. O intervalo de comprimentos analisado para as fêmeas foi entre 85 e 240 cm e para os machos, entre 74 e 174 cm (Figura 6).

Tabela 4: Distribuição mensal dos comprimentos dos exemplares amostrados, por sexo, usados na determinação de idades e no estudo do crescimento de espadarte, na região dos Açores (intervalo de classe: 5 cm)

Ljfi (cm)	Fêmeas												Machos												Total
	Jan	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total	Jan	Mar	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total						
85-							2	2										1	1						
90-		1				1	2	4							1	4			5						
100-						1	1	1							2	1			3						
105-	1					4		5	1						2	1			4						
110-	1					1	1	3	1						1	1			3						
115-	1					1	2	6		1					1	3	1		6						
120-	6	1				5		12	2						3	3	1		6						
125-	3	2				1		6	2						1	2			5						
130-	6					2		8	2							1			4						
135-	2	1				1		4	4										4						
140-						1		1								1			1						
145-	4	1	2		1		1	9				2					2		2						
150-	1				1			2						1					2						
155-	1					1		2						1	2				3						
160-	2		1		2			5	1	1									4						
165-					2			2				1			1				2						
170-	2						1	3	1		1								2						
175-					1			1							4				4						
180-	1		1		1			4											4						
190-	2		1					3											3						
200-	1	1				1		3											3						
205-	1		1					2											2						
210-	1							1											1						
215-					1			2						1		1			2						
230-	1					1		2											2						
235-						1		1											1						
240-						1		1											1						
Total	37	7	6	1	8	4	27	5	14	3	3	1	1	1	4	8	17	6	66						

2.1. Estudo da idade

De cada exemplar foi registado o comprimento padrão, tal como descrito na secção “Fontes de informação”, e recolhida a primeira barbatana anal, através de corte horizontal junto à base da mesma para extracção do 2º espinho. Após mergulhar as barbatanas em água fervente (cerca de 5 minutos), o segundo espinho foi separado dos restantes. Este foi limpo com etanol a 96% e, posteriormente, seco ao ar e guardado em envelopes de papel devidamente identificados.

2.1.1. Relação entre o comprimento do 2º espinho e o comprimento padrão (Ljfl)

Foi analisada a relação entre o comprimento do 2º espinho e o comprimento padrão. Esta análise teve como objectivo verificar se o crescimento do espinho, em comprimento e largura, está relacionado com o crescimento do indivíduo.

Foi registado o comprimento total do espinho (LCB), medido desde a base até à extremidade do espinho, ao longo da curvatura do mesmo. Foi também registada a largura do côndilo (LC), medida efectuada a partir dos seus dois pontos mais salientes (Figura 6). As relações entre as variáveis propostas foram estimadas a partir de técnicas de regressão linear simples, e efectuadas para cada sexo.

2.1.2. Estimação das idades

Após o corte do espinho, com serra de disco-de-diamante de baixa velocidade ISOMET®, obteve-se uma secção de espinho com cerca de 0,5-1,0 mm de espessura, junto ao côndilo. As secções foram lavadas em etanol a 96% para remoção de alguns restos de tecidos, secas e conservadas em pequenos envelopes de papel, devidamente etiquetados.

Analisaram-se as secções de corte junto ao côndilo através de um sistema de tratamento de imagem (MacPERCEPTICS®), acoplado a uma lupa binocular (NIKON® SMZ-2T), com luz transmitida e devidamente calibrado para a ampliação usada. Mediram-se os raios totais das secções (Rt) e os raios dos anéis (Rn), com aproximação ao centésimo de milímetro. Estes foram medidos, no maior lobo, desde o ponto de convergência das estrias radiais do tecido ósseo, *focus*, até à margem distal de cada anel translúcido (claro) visível (Rn), e até à margem exterior do lobo (Rt), segundo um percurso perpendicular ao eixo da espinha (Hedgepeth & Jolley Jr., 1983; Berkeley &

Houde, 1983; Johnson, 1983; Riehl, 1984; Prince *et al.*, 1986; Ehrhardt, 1992, 1995; Ehrhardt *et al.* 1996) (Figura 7).

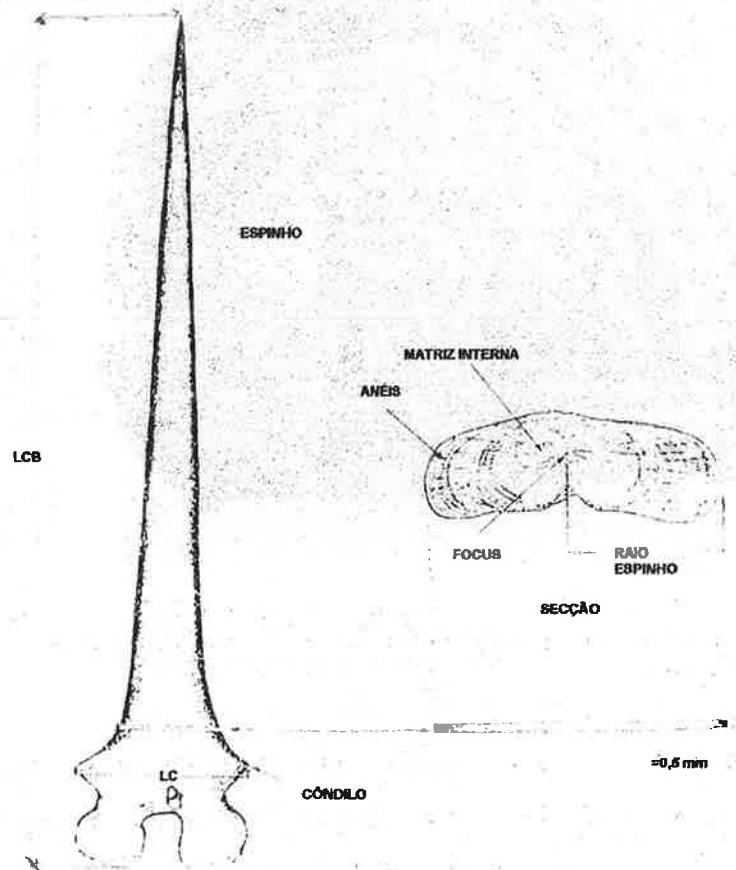


Figura 6: Representação esquemática de um espinho e medidas efectuadas no mesmo. Comprimento curvo desde a base do espinho até à sua extremidade (LCB) e largura do côndilo (LC) (adaptada de Ehrhardt *et al.*, 1996)

A interpretação das leituras baseou-se na hipótese que uma banda larga e opaca, formada durante o período de crescimento rápido, e um anel fino e translúcido, formado durante um período de crescimento lento, formam um ciclo anual de crescimento. As duas zonas são designadas por zonas de crescimento anual (Ehrhardt, 1992), podendo estas ser convertidas em idade.

As idades foram estimadas a partir da contagem do número de anéis visíveis na estrutura, discerníveis em toda a largura do lobo de secção. Os anéis duplos, muito próximos, foram considerados como o mesmo *annulus* e medidos até à margem distal do anel mais exterior. Os anéis incompletos que não abrangeram toda a largura da secção, não foram considerados (Berkeley & Houde, 1983; Ehrhardt, 1992, 1995; Ehrhardt *et al.*, 1996).

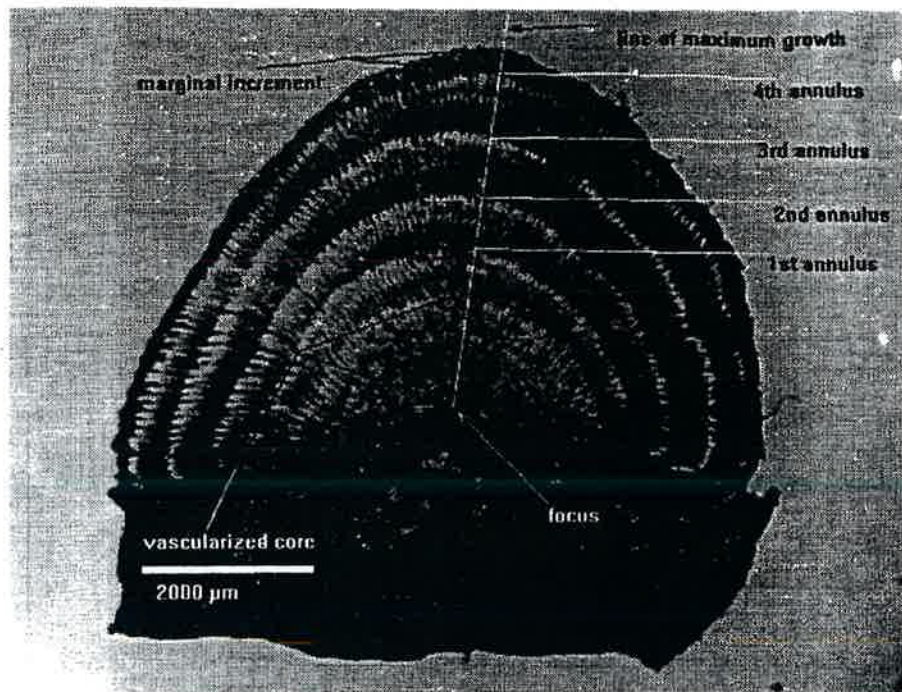


Figura 7: Secção de corte de um espinho junto ao cõndilo de um espadarte. Localização do *focus*, dos anéis de crescimento e da linha de crescimento máximo (perpendicular ao eixo da espinha) (adaptada de Ehrhardt, 1995)

Cada estrutura foi contada e medida seis vezes, em dois períodos de tempo distintos, separados por três anos. As três primeiras leituras foram efectuadas em 1994, em três momentos diferentes separados de, pelo menos, um mês. De igual modo, as três últimas foram efectuadas em 1997, em três momentos distintos separados de, pelo menos, um mês. Em cada momento de contagem e de medição, a única informação disponível era a data de captura e o número do exemplar.

A partir dos valores das idades obtidos da interpretação das marcas de crescimento no espinho, construíram-se chaves idade-comprimento, para cada sexo. Para a sua elaboração usou-se a frequência absoluta em cada classe de comprimento de 1 cm de intervalo.

2.1.3. Estudo da precisão, repetibilidade e concordância das determinações entre leituras replicadas

O estudo da precisão, da repetibilidade e da concordância das estimações de idade entre leituras foi efectuado para os sexos em separado. Neste estudo utilizou-se o coeficiente de variação (CV) (Chang, 1982) para a determinação da reproducibilidade das leituras de idade do mesmo leitor. Segundo aquele autor, com o aumento do

tamanho da amostra, a variância é um melhor estimador do erro do que a diferença absoluta entre replicados, já que é um estimador consistente da convergência da média e da variância.

O coeficiente de variação (CV) foi calculado segundo a fórmula:

$$CV = 1/R \sum_t^R (X_{tj} - X_j)^2 / X_j$$

onde R é o número de leituras efectuadas (replicados), X_{tj} é a estimacão da idade t para o indivíduo j e X_j é a idade média estimada para o indivíduo j

Foi também calculado o índice de precisão (D), definido como o erro com que cada observação (ou replicado) contribui para a idade média de cada indivíduo (Chang, 1982). Este índice foi calculado pois R não foi constante.

O índice de precisão (D) foi calculado segundo a seguinte fórmula:

$$D = CV / \sqrt{R}$$

onde CV é o coeficiente de variação e R é o número de leituras efectuadas

Foi determinada a percentagem de concordância entre leituras. As estruturas cujo o número de anéis não concordou, pelo menos, em duas leituras, foram rejeitadas para a análise.

2.1.4. Validação

A validação das leituras de idades, um dos aspectos mais importantes no processo de avaliação de idades (Beamish & McFarlane, 1983), foi efectuada pela análise dos incrementos marginais e pelo retrocálculo.

2.1.4.1. Análise dos incrementos marginais (IM)

Com base na amostra mensal de cada sexo, analisou-se a variação dos incrementos marginais ao longo dos meses amostrados (Março e de Junho a Janeiro). Considerou-se que os anéis finos e translúcidos são formados em períodos de crescimento lento, correspondendo ao período onde os incrementos marginais são mínimos, geralmente coincidentes com um período de temperaturas superficiais baixas, à indisponibilidade de alimento ou a gastos energéticos despendidos na maturação das gónadas. De igual modo, considerou-se que as bandas largas e opacas formam-se

quando as condições para o crescimento da espécie são as mais favoráveis, correspondendo a um período de crescimento rápido, correspondendo ao período onde os incrementos marginais são máximos, geralmente coincidente com a elevação da temperatura à superfície do mar, à reorganização/repouso sexual das gónadas, acompanhado por um período de grande actividade alimentar (Ehrhardt, 1992; Isidro, 1996).

Em cada estrutura, analisou-se o incremento marginal segundo o método de Hayashi (1976). Os incrementos marginais foram calculados como a diferença entre o raio total da secção (R_t) e a medida a partir do *focus* até ao último anel de crescimento (R_n). Devido à existência de variabilidade nos raios das secções dos espinhos dentro da mesma idade, os incrementos marginais foram expressos como a razão da diferença entre os dois últimos anéis de crescimento, designados por incrementos marginais relativos (IMR), de acordo com a expressão seguinte (Hayashi, 1976):

$$IMR = (R_t - R_n) / (R_n - R_{n-1})$$

onde R_t é o raio total da secção, R_n é a medida do *focus* até ao último anel de crescimento e R_{n-1} é a medida do *focus* até ao penúltimo anel de crescimento.

Estimou-se um valor médio mensal para o IMR a partir das idades observadas em cada mês. As alterações verificadas no valor médio do IMR deverão reflectir a evolução do crescimento. Assim, valores menores indicam um período de crescimento lento, enquanto que valores mais elevados, representam um período de crescimento rápido. Analisaram-se as variações mensais dos IMR entre os meses amostrados, sendo as diferenças encontradas, assumidas como diferenças nos crescimentos sazonais.

2.1.4.2. Retrocálculo

O retrocálculo consiste na inferência do comprimento do peixe no momento da formação de anéis de crescimento depositados numa estrutura esquelética. Este é estimado através do seu comprimento no momento da captura e das dimensões dos referidos anéis (Francis, 1990).

O procedimento associado aos diversos métodos de retrocálculo existentes é uniforme no que respeita ao desenvolvimento de duas etapas (Smale & Taylor, 1987). A primeira assenta na determinação de uma relação algébrica que expresse o comprimento do peixe (L_{jfl}) em função da dimensão da estrutura dura interpretada (R_t). A segunda,

consiste na conversão de medições efectuadas numa estrutura de determinado indivíduo para comprimentos desse exemplar, baseando-se na utilização dos parâmetros estimados na primeira etapa. Partindo do princípio de que existe proporcionalidade directa entre os incrementos destas duas variáveis e que cada indivíduo pode ter uma trajectória individual em termos de crescimento (Francis, 1990; Carlander, 1981), foram usados dois procedimentos de retrocálculo, o de Fraser-Lee (*in* Francis, 1990) e o proposto por Ehrhardt (1992) para o espadarte. O método de Fraser-Lee é muito usado neste tipo de análises, tendo sido utilizado por Berkeley & Houde (1983) para analisar o crescimento do espadarte.

A expressão que traduz o método de Fraser-Lee é expressa por:

$$L_{jfl_t} = \left\{ (R_n/R_t) * (L_{jfl_c} - C) \right\} + C$$

A expressão que traduz o procedimento de Ehrhardt (1992) é expressa por:

$$\ln L_{jfl_t} = \left\{ \left\{ \ln R_n * (\ln L_{jfl_c} - \ln C) \right\} / \ln R_t \right\} + \ln C$$

onde L_{jfl_t} é comprimento retrocalculado na idade t , R_n é a distância desde o *focus* ao anel de idade t , R_t é o raio total da secção de corte, L_{jfl_c} é o comprimento do indivíduo no momento da captura, C é a ordenada na origem da recta de regressão entre L_{jfl} e R_t

A variável C , comum em ambos os procedimentos de retrocálculo, corresponde a um factor de correcção definido pelo comprimento do peixe no momento da formação da estrutura esquelética, *i.e.*, $R_t=0$, assumindo que este valor é igual para todos os indivíduos dentro de cada amostra. Se o retrocálculo incidir sobre a trajectória de crescimento linear individual, *i.e.*, a fase exponencial de crescimento não é considerada, então pode-se assumir a variável C como a ordenada na origem da recta de regressão calculada pelo método dos mínimos quadrados, de L_{jfl} sobre R_t (Francis, 1995).

Para cada indivíduo, foram estimados t comprimentos retrocalculados, sendo t o número de idades do peixe. A possibilidade de ocorrência do “Fenómeno de Lee” ou o seu inverso (Ricker, 1975), manifestado pela tendência dos comprimentos retrocalculados para uma determinada idade, diminuírem ou aumentarem com o aumento da idade do peixe, foi tomada em consideração, tendo sido estudada para cada sexo.

Analisou-se a existência de diferenças significativas entre os comprimentos retrocalculados pelos dois procedimentos de retrocálculo. Para tal, foi verificada a hipótese nula, H_0 : Os comprimentos retrocalculados à idade são iguais entre os métodos

de retrocálculo ($\alpha=0,05$). O teste de Mann-Whitney (Zar, 1984) foi usado para cada classe etária, para os sexos separados.

De igual modo, analisou-se a existência de diferenças significativas entre as amostras de comprimentos observados e retrocalculados (em cada procedimento de retrocálculo), para cada classe de idade. Para tal, foi usado o teste de Mann-Whitney, em cada classe de idade, verificando-se a hipótese nula, H_0 : Os comprimentos observados à idade são iguais aos comprimentos retrocalculados nessa classe de idade ($\alpha=0,05$). Esta análise foi efectuada para cada componente sexual.

2.2. Crescimento

2.2.1. Comprimentos médios

2.2.1.1. Leitura directa

As chaves idade-comprimento elaboradas para um intervalo de comprimento de 1 cm constituíram a base para o cálculo do comprimento médio por classe de idade. A partir da frequência absoluta em cada classe de comprimento de 1 cm de intervalo, calculou-se a média ponderada e o erro padrão (SE) para cada idade.

Analisou-se a existência de diferenças significativas entre as amostras de comprimentos observados em cada sexo, para cada classe etária, sendo o intervalo de idades analisado comum aos dois sexos. Para tal, foi usado o teste de Mann-Whitney (Zar, 1984), em cada classe de idade, verificando-se a hipótese nula, H_0 : Os comprimentos observados à idade são iguais em ambos os sexos ($\alpha=0,05$).

2.2.1.2. Retrocálculo

Em cada procedimento de retrocálculo, o comprimento médio em cada classe de idade, foi estimado como a média dos t comprimentos retrocalculados nessa idade, sendo t o número de idades do peixe.

2.2.1.3. Análise gráfica dos comprimentos médios

Foi analisada a evolução do comprimento médio com a idade, obtido a partir da leitura directa (observado) e do retrocálculo.

2.2.2. Estimação dos parâmetros de crescimento

A equação de crescimento de Von Bertalanffy é normalmente utilizada nos estudos de dinâmica de populações para descrever o crescimento em comprimento com a idade. De acordo com Gulland (1969), a equação de crescimento de Von Bertalanffy ajusta-se à maior parte dos dados observados (comprimento e idade) e pode ser directamente incorporada nos modelos de avaliação dos mananciais. A equação de crescimento de Von Bertalanffy é escrita da seguinte forma:

$$L_t = L_\infty * \{1 - e^{-k(t-t_0)}\}$$

onde t é a idade (ano), L_t é o comprimento médio individual à idade t (cm), L_∞ é o comprimento assintótico, k é o coeficiente de crescimento (ano^{-1}) e t_0 é a idade teórica a que corresponde o comprimento zero.

A partir dos comprimentos médios por classe de idade, obtidos na leitura directa e no retrocálculo, estimaram-se os parâmetros de crescimento através de um método iterativo não-linear de minimização da soma dos quadrados da função de crescimento, através do algoritmo de Marquardt. A estimação dos parâmetros de crescimento foi realizado com base no programa FiSAT (ver.1.0) (Gayanilo Jr. *et al.*, 1994).

2.2.3. Idade máxima teórica

A partir do parâmetro k obtido de cada curva de crescimento estimada foi calculada a idade máxima (t_{\max}) para cada componente sexual, já que este parâmetro está intimamente ligado à longevidade nos peixes segundo Beverton & Holt (1959). Assim, foi assumido que o peixe mais velho de um manancial explorado cresce até cerca de 95% do seu comprimento assintótico ($L_{\max} = 0,95 * L_\infty$). A partir desta regra, a equação inversa de crescimento de Von Bertalanffy, em ordem a t_{\max} :

$$t_{\max} = t_0 - 1/k * \ln(1 - L_{\max}/L_\infty)$$

pode escrever-se:

$$t_{\max} = t_0 + 2,99957/k \text{ ou, se se ignorar } t_0, t_{\max} \approx 3/k$$

onde k , t_0 e L_∞ são parâmetros do modelo de crescimento de Von Bertalanffy

2.2.4. Índice de crescimento Φ'

Atendendo à correlação existente entre k e L_{∞} , a utilização independente destes parâmetros para efeito de comparação do crescimento entre espécies ou entre populações da mesma espécie, parece não ser o processo mais adequado (King, 1995). Segundo Sparre & Venema (1992) poder-se-á usar o índice de crescimento Φ' (Pauly & Munro, 1984) para comparação entre curvas de crescimento. Segundo aqueles autores, este índice permite analisar o desempenho do crescimento total, traduzido em cada curva, de acordo com a expressão:

$$\Phi' = \log k + 2 * \log L_{\infty}$$

onde k e L_{∞} são parâmetros do modelo de crescimento de Von Bertalanffy

2.2.5. Taxas relativas de crescimento

A partir de cada curva de crescimento estimada para cada sexo, determinaram-se as taxas relativas de crescimento (cm/ano) entre idades consecutivas, comparando-as entre as curvas de crescimento estimadas. As taxas relativas de crescimento (C) foram calculadas com a seguinte equação (Sparre & Venema, 1992):

$$C = (L_{t+1} - L_t) / (L_t + L_{t+1}) / 2$$

onde L_t é o comprimento médio na idade t e L_{t+1} é o comprimento médio à idade seguinte, com $\Delta_t = t+1 - t = 1$ ano.

3. Resultados

3.1. Estudo da idade

3.1.1. Relação entre o comprimento do 2º espinho e o comprimento padrão (L_{jfl})

Morfologia dos espinhos da barbatana anal

No espadarte, o primeiro raio da barbatana anal é pequeno e robusto podendo, ocasionalmente, não existir. O segundo é longo e não ramificado, enquanto que os restantes são mais comprimidos junto à base e ramificados na sua extremidade (Figura 8).

Foi observado, em ambos os sexos, a existência de espinhos deformados e com as extremidades dos mesmos partidas, tendo sido rejeitados 62 espinhos para esta análise.

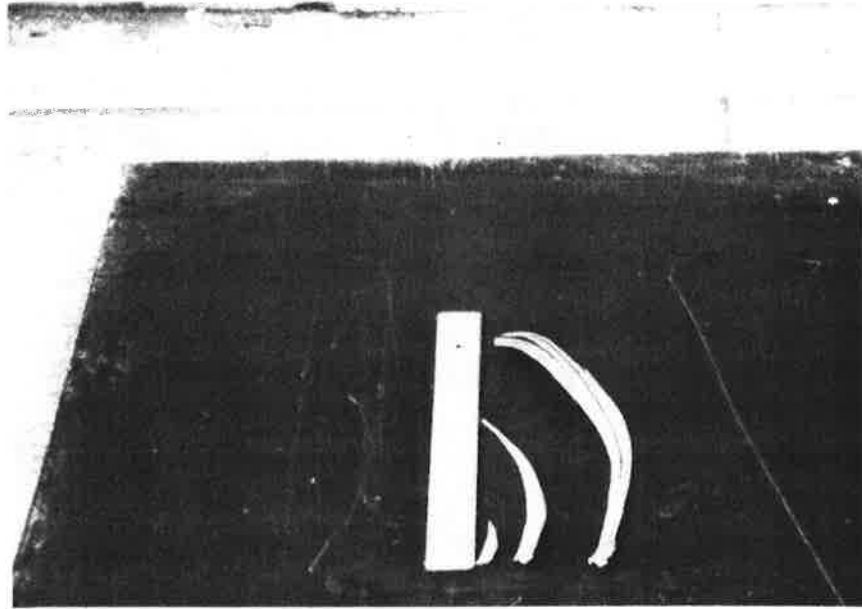


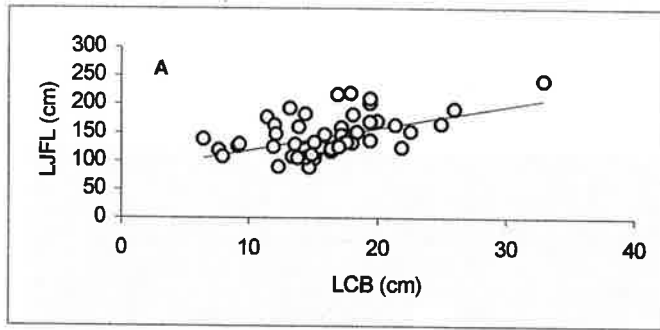
Figura 8: Imagem dos três primeiros espinhos da 1ª barbatana anal, de uma fêmea com $L_{jfl}=238$ cm. A régua usada na imagem apresenta 30 cm de comprimento

Para ambos os sexos, o crescimento individual (em comprimento) está significativamente correlacionado com as duas medidas de comprimento efectuadas no espinho (LCB e LC). Por outro lado, o crescimento do peixe apresenta uma relação linear positiva com o crescimento da estrutura óssea, em particular com a largura do côndilo (LC) (Figura 9).

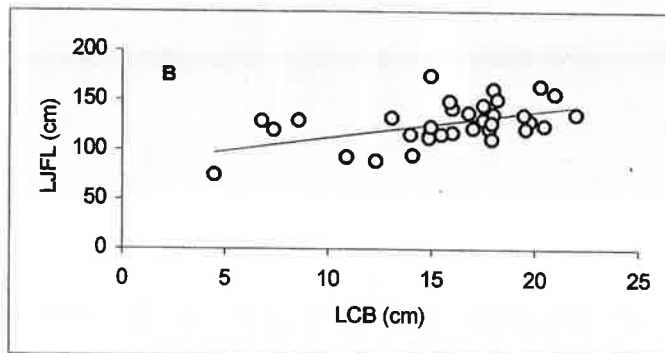
3.1.2. Estimação das idades

As Tabelas 5 e 6 apresentam para fêmeas e machos respectivamente, a chave idade-comprimento observada. Esta é apresentada em intervalos de classe de 5 cm dada a grande amplitude de comprimentos possíveis para o espadarte.

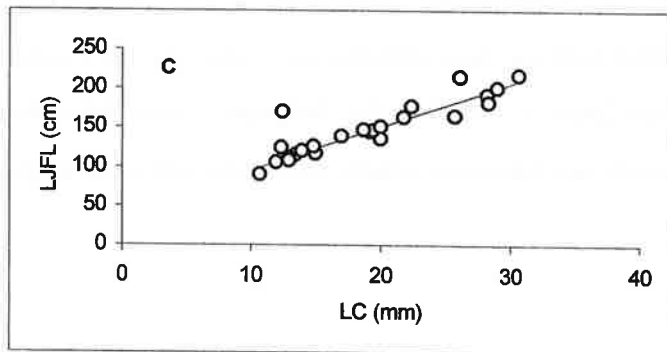
O intervalo de idades observado nas fêmeas, variou entre 0 e 11 anos e nos machos, entre 0 e 7 anos. Os grupos de idade mais representados ($n \geq 10$), na amostra de fêmeas foram de 1 a 4 anos e nos machos, de 1 a 2 anos.



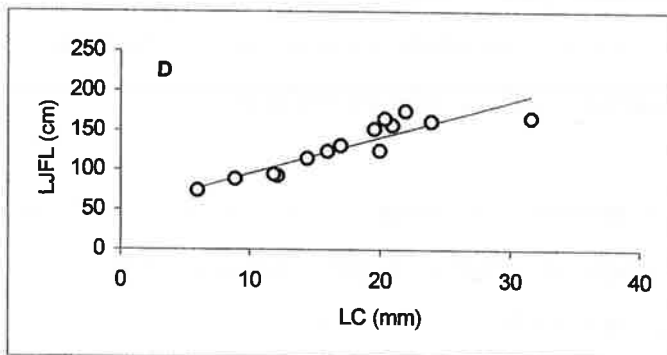
$$\text{♀ Ljfl} = 79,798 + 3,874 \cdot \text{LCB} \quad (n=56, r^2=0,264, r=0,514, p<0,001)$$



$$\text{♂ Ljfl} = 85,038 + 2,680 \cdot \text{LCB} \quad (n=34, r^2 = 0,266, r=0,516, p<0,001)$$



$$\text{♀ Ljfl} = 40,037 + 5,534 \cdot \text{LC} \quad (n=24, r^2=0,918, r = 0,958, p<0,001)$$



$$\text{♂ Ljfl} = 49,948 + 4,534 \cdot \text{LC} \quad (n=14, r^2 = 0,815, r=0,903, p<0,001)$$

Figura 9: Relação entre o comprimento do indivíduo (Ljfl) e o comprimento curvo desde a base do espinho (LCB), em fêmeas (A) e machos (B) e entre Ljfl e a largura do cõndilo do espinho (LC), em fêmeas (C) e machos (D)

Tabela 5: Chave comprimento-idade observada para as fêmeas de espadarte, na região dos Açores

Ljfl (cm)	Idade (ano)											Total	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		11
85-	2												2
90-	3												3
95-													0
100-	1												1
105-	2	3											5
110-		3											3
115-		6											6
120-		5	6										11
125-			6										6
130-			8										8
135-				4									4
140-				1									1
145-				9									9
150-				2									2
155-				2									2
160-					5								5
165-					2								2
170-					2								2
175-					1								1
180-						4							4
185-						2							2
190-													0
195-													0
200-							3						3
205-							1	1					2
210-								1					1
215-									2				2
220-													0
225-													0
230-											2		2
235-												1	1
240-												1	1
Total	8	17	20	18	10	6	4	2	2		2	2	91

Tabela 6: Chave comprimento-idade observada para os machos de espadarte, na região dos Açores

Ljfl (5 cm)	Idade (ano)							Total	
	0	1	2	3	4	5	6		7
70-	1								1
75-									0
80-									0
85-	5								5
90-		3							3
95-		4							4
100-									0
105-									0
110-		3							3
115-		4							4
120-		3	2						5
125-			5						5
130-			4						4
135-			1	3					4
140-					1				1
145-					2				2
150-					2	1			3
155-						2	2		4
160-							2		2
165-							2		2
170-								2	2
Total	6	17	12	3	5	3	6	2	54

3.1.3. Estudo da precisão, repetibilidade e concordância das determinações entre leituras replicadas

Foram rejeitados, por se apresentarem ilegíveis ou partidos, 3% (n=5) do total dos cortes dos espinhos, sendo 2 cortes de fêmeas e 3 de machos. Para a restante amostra (93 fêmeas e 54 machos), seis leituras concordaram entre si em 24% das fêmeas e em 18% dos machos. Cinco, em 57% das fêmeas e em 31% dos machos. Quatro, em 78% das fêmeas e em 56% dos machos. Três, em 96% das fêmeas e em 90% dos machos e pelo menos duas leituras concordaram entre si, em 99% das fêmeas e em 100% dos machos, tendo sido rejeitados 2 cortes de fêmeas (1%) para a análise dos comprimentos

médios à idade. Assim, na análise do crescimento foi usada uma amostra com 91 fêmeas (Tabela 5) e 54 machos (Tabela 6).

Para a amostra de fêmeas, o erro associado às estimações de idade expresso pelo coeficiente de variação (CV) foi de 6%, com um erro de precisão (D) de 0,03. Para os machos, o coeficiente de variação foi de 7%, com um erro de precisão (D) de 0,03.

A Tabela 7 apresenta para as fêmeas, o coeficiente de variação (CV), o índice de precisão (D), estimados para as idades observadas e a percentagem de concordância entre leituras.

Tabela 7: Coeficiente de variação (CV), índice de precisão (D) e concordância entre leituras, por grupos de idade, para as fêmeas

Idade (ano)	n	CV (%)	D	C6 (%)	C5 (%)	C4 (%)	C3 (%)	C2 (%)
0	8	0	0	100				
1	17	16,4	0,08	12	24	47	71	94
2	20	12,7	0,06	5	10	40	80	95
3	18	13,6	0,06	11	17	50	100	
4	10	7,6	0,03	20	20	80	100	
5	6	4,8	0,03	17	33	67	100	
6	4	2,1	0,01		75	75	100	
7	2	8,2	0,03		50	100		
8	2	1,3	0,01		100			
10	2	0	0	100				
11	2	0,6	0,00		100			

n=n° de indivíduos observados por grupo de idade

Nas fêmeas, o coeficiente de variação (CV) e o índice de precisão (D) parecem decrescer com a idade. Os coeficientes de variação superiores a 10% foram calculados entre as idades 1 e 3, intervalo de idades onde foram calculados os maiores índices de precisão (Tabela 7).

A concordância em mais de três leituras ocorreu nas idades mais avançadas (7 a 11 anos) e na idade zero. Nas idades 3 a 6 anos, três das seis leituras concordaram entre si e nas idades 1 e 2 anos, não foi possível encontrar concordância em pelo menos, duas das seis leituras (Tabela 7).

A Tabela 8 apresenta para os machos, o coeficiente de variação (CV), o índice de precisão (D) estimados para as idades observadas e a percentagem de concordância entre leituras.

Tabela 8: Coeficiente de variação (CV), índice de precisão (D) e concordância entre leituras, por grupos de idade, para os machos

Idade (ano)	n	CV (%)	D	C6 (%)	C5 (%)	C4 (%)	C3 (%)	C2 (%)
0	6	0	0	100				
1	17	11,5	0,05	25	31	69	75	100
2	12	12,9	0,06	15	31	62	77	100
3	3	6,3	0,03			33	67	100
4	5	10,6	0,04			20	100	
5	3	4,7	0,02		67	67	100	
6	6	10,4	0,04		17	50	100	
7	2	1,4	0,01			50	100	

n=nº de indivíduos observados por grupo de idade

Nos machos, o coeficiente de variação (CV) e o índice de precisão (D) parecem decrescer com a idade. No entanto, observou-se uma maior variação dos índices relativamente ao observado nas fêmeas. Os coeficientes de variação (CV) superiores a 10% foram calculados nas idades 1, 2, 4 e 6 anos. O índice de precisão (D) foi relativamente baixo para todas as idades, com exceção das idades 1 e 2 (Tabela 8).

Somente na idade zero, as seis leituras concordaram entre si. Nas idades 4 a 7 anos, só concordaram três das seis leituras e nas idades 1 a 3 anos, só concordaram duas das seis leituras (Tabela 8)

3.1.4. Validação

3.1.4.1. Análise dos incrementos marginais (IM)

A Figura 10 apresenta, para cada sexo, os valores médios para os incrementos marginais relativos (IMR) observados em cada mês (Anexo 2.1).

Nas fêmeas, e excluindo as observações únicas (uma única idade), durante o período de Junho a Janeiro, observou-se um valor médio de IMR de $0,524 \pm 0,084$, com o máximo registado em Setembro (IMR=0,587) e o mínimo em Junho (IMR=0,402). Observou-se também uma descida acentuada nos IMR calculados entre Setembro e Outubro, a maior variação do IMR mensal entre dois meses consecutivos, na ordem de 0,15. Nos machos, durante o período de Junho a Janeiro, observou-se um valor médio de $0,568 \pm 0,175$, com o máximo registado em Junho (IMR=0,721) e o mínimo em Outubro (IMR=0,212). A partir de Setembro, os valores de IMR diminuem substancialmente, observando-se uma descida bastante acentuada no valor médio de IMR, na ordem de 0,5, entre os meses de Setembro e Outubro (Figura 10).

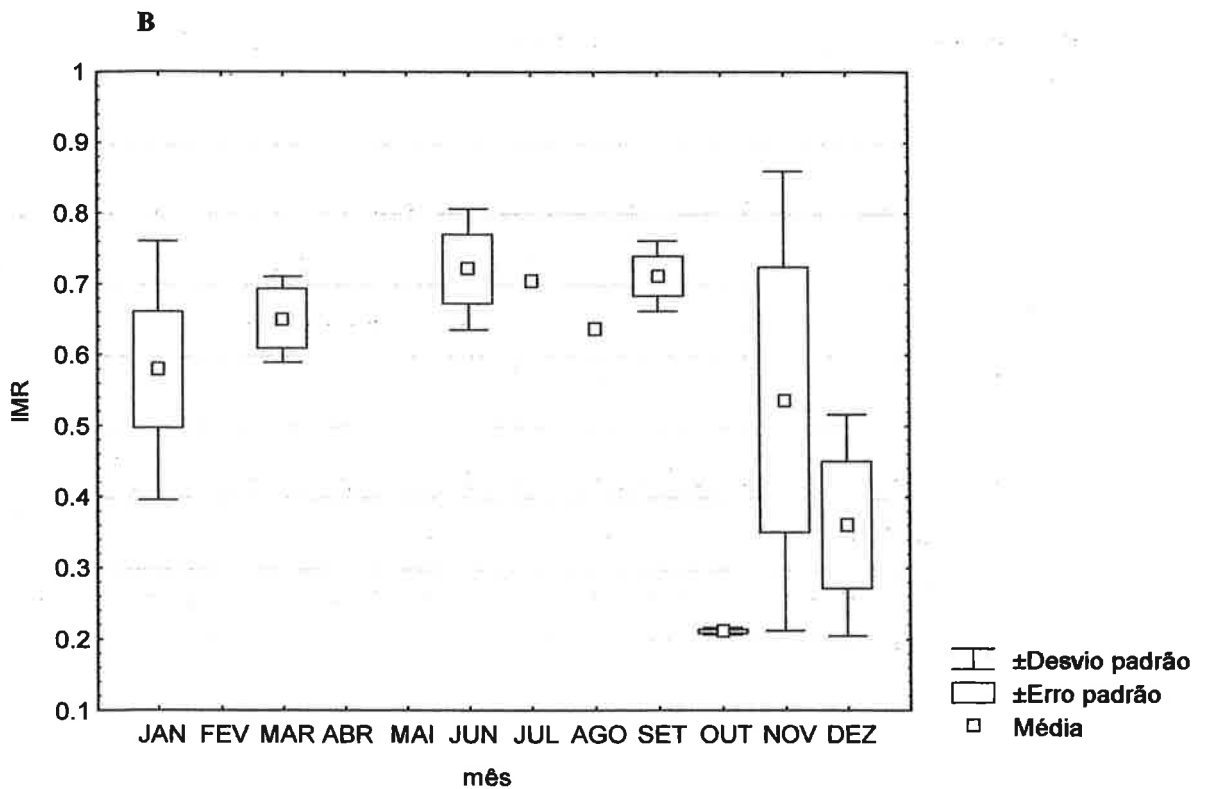
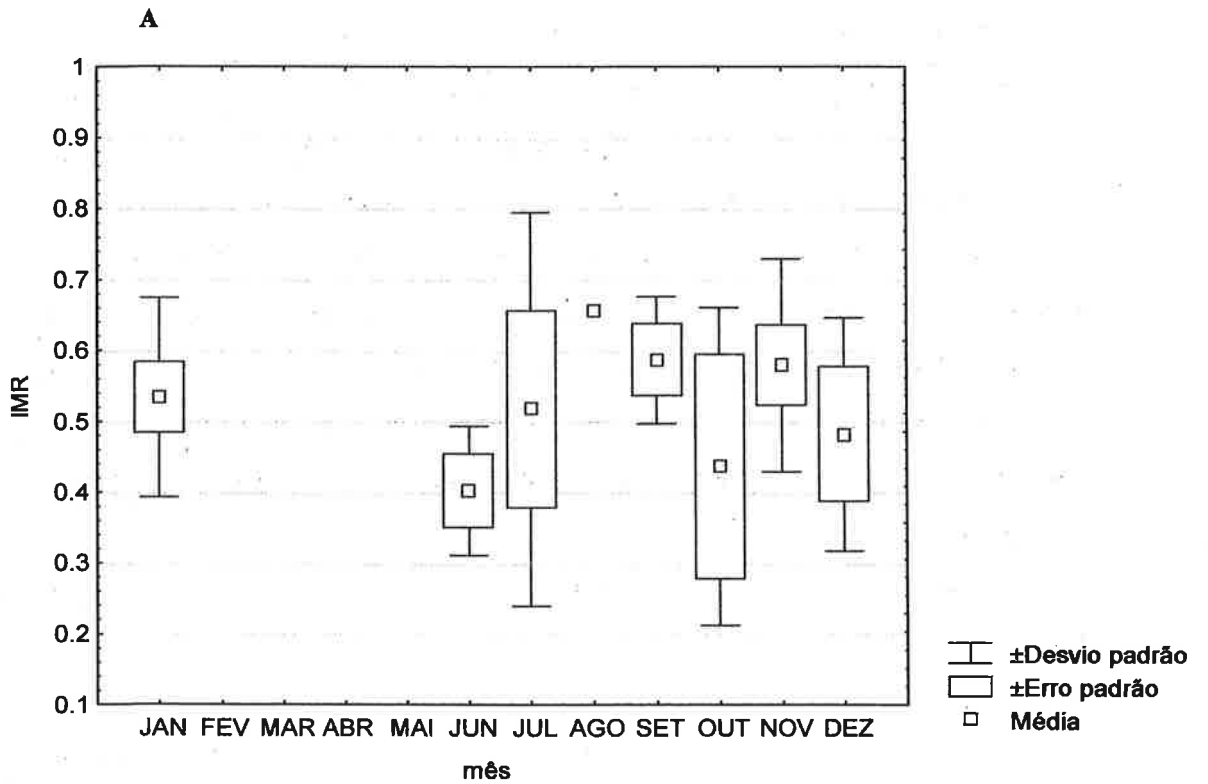


Figura 10: Variação mensal dos incrementos marginais (IMR) estimados a partir do método de Hayashi (1976), para as fêmeas (A) e para os machos (B) de espadarte. Cada mês está representado pelo valor médio \pm o erro padrão e \pm o desvio padrão.

3.1.4.2. Retrocálculo

Em ambos os sexos, verificou-se a existência de uma relação linear positiva entre o comprimento padrão (L_{jfl}) e o raio total (R_t) da secção de corte, com coeficientes de determinação na ordem dos 90%. Os coeficientes de regressão (b) calculados para cada sexo foram diferentes, sendo maiores nas fêmeas. O intervalo de confiança de 95% para os coeficientes estimados foi de 28,2-32,1 e 23,3-28,3 nas amostras de fêmeas e machos, respectivamente. Salienta-se que o limite superior do intervalo de confiança estimado para o coeficiente de regressão na amostra dos machos foi sensivelmente semelhante ao limite inferior na amostra de fêmeas. O valor da ordenada na origem de cada recta de regressão estimada foi diferente entre os sexos, sendo maior nos machos do que nas fêmeas (Figura 11).

A Figura 12 representa a relação estabelecida entre os logaritmos das variáveis L_{jfl} e R_t , em cada sexo.

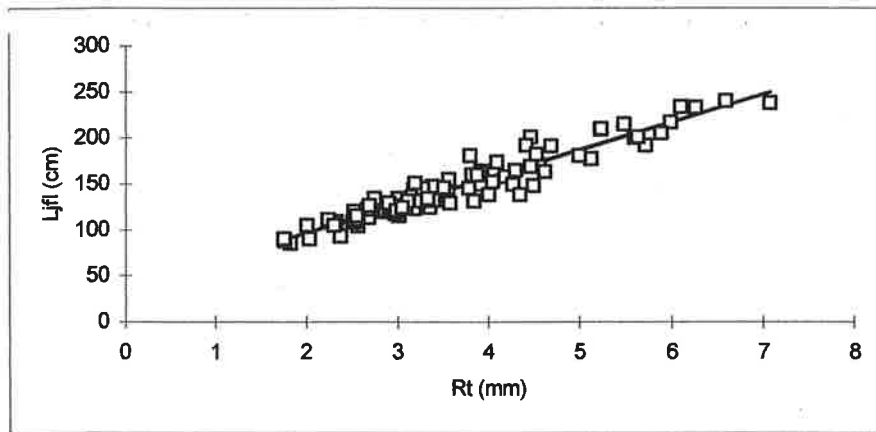
As Figuras 13 e 14 apresentam, para fêmeas e machos respectivamente, os valores médios dos comprimentos retrocalculados em cada classe etária, obtidos a partir de cada idade observada, com as equações de Fraser-Lee e de Ehrhardt (1992) (Anexos 2.2 a 2.5).

Nas fêmeas, para ambas as equações de retrocálculo, não foi observado o “Fenómeno de Lee”, nem o seu inverso. Na metodologia de Fraser-Lee, para as idades 8 e 10 verificou-se um comprimento retrocalculado muito elevado na classe de idade 1, relativamente às restantes classes (Figura 13).

Nos machos, para o método de retrocálculo de Ehrhardt (1992), não foi observado o “Fenómeno de Lee”, nem o seu inverso. Pelo contrário, o inverso deste fenómeno é observado na metodologia de Fraser-Lee, pelo aumento do comprimento com a idade, na classe de idade 1 (Figura 14).

A

$$L_{jfl} = 36,33 + 30,159 \cdot Rt \quad (n=91, r^2=0,914, r=0,956, p<0,001)$$



B

$$L_{jfl} = 44,42 + 25,795 \cdot Rt \quad (n=54, r^2=0,892, r=0,945, p<0,001)$$

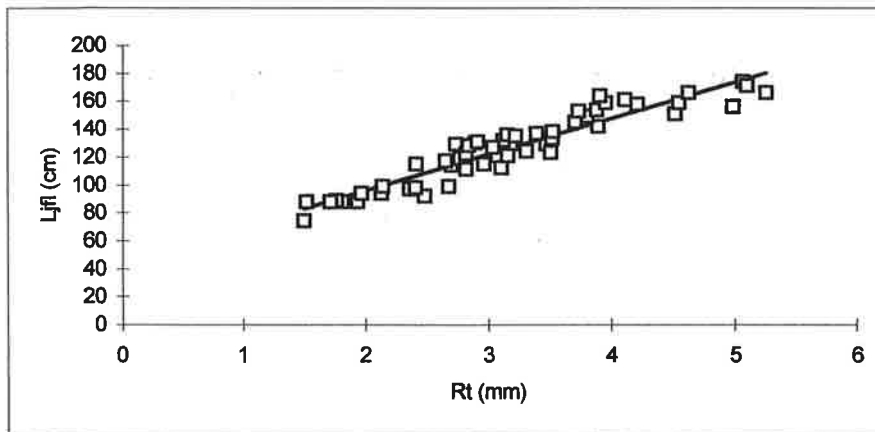
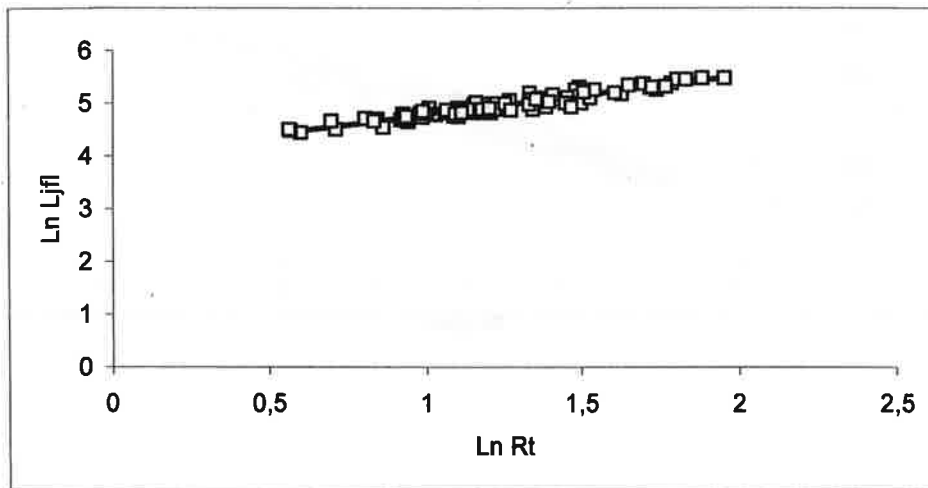


Figura 11: Relação entre o comprimento do indivíduo (L_{jfl}) e o raio total do corte do espinho (Rt), nas fêmeas (A) e machos (B) de espadarte

A

$$\text{Ln Ljfl} = 4,0237 + 0,7469 * \text{Ln Rt} \quad (n=91, r^2=0,91, r=0,96, p<0,001)$$



B

$$\text{Ln Ljfl} = 4,0955 + 0,6504 * \text{Ln Rt} \quad (n=54, r^2=0,90, r=0,95, p<0,001)$$

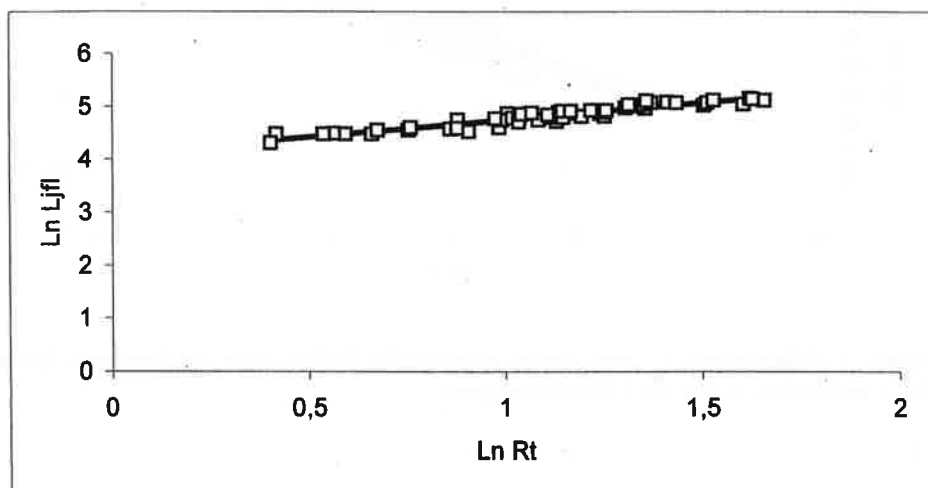
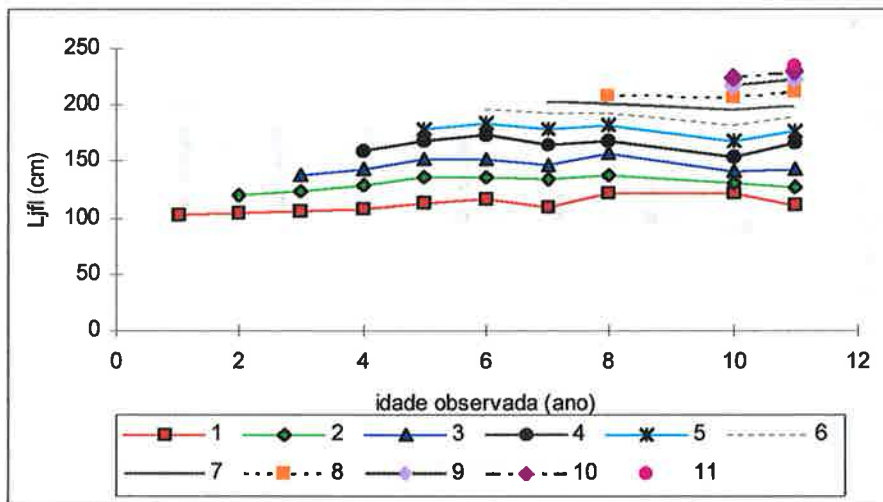


Figura 12: Relação entre o logaritmo do comprimento do indivíduo (Ln Ljfl) e o logaritmo do raio total do corte do espinho (Ln Rt), nas fêmeas (A) e machos (B) de espadarte

A



B

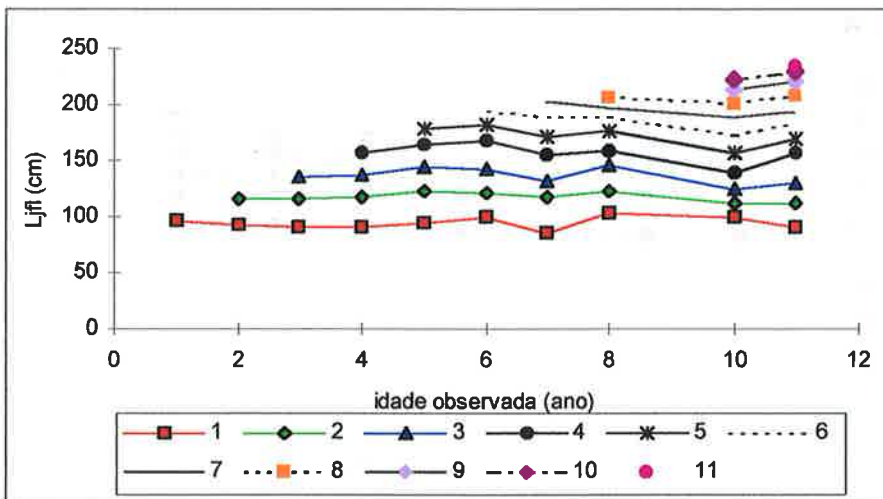


Figura 13: Valores médios dos comprimentos retrocalculados em cada classe etária (Ljfl), estimados a partir de cada idade observada na amostra de fêmeas, com base na equação de Fraser-Lee (A) e Ehrhardt (1992) (B)

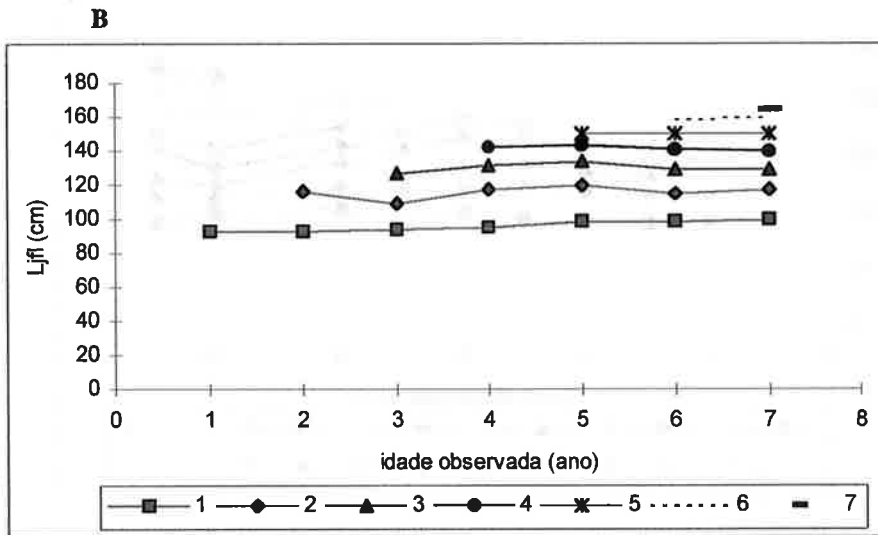
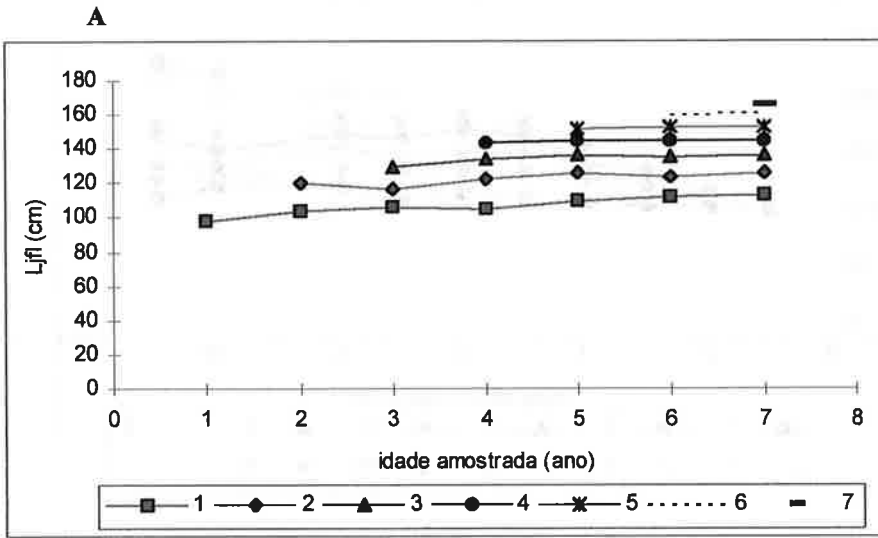


Figura 14: Valores médios dos comprimentos retrocalculados em cada classe etária (L_{jfl}), estimados a partir de cada idade observada na amostra de machos, com base na equação de Fraser-Lee (A) e Ehrhardt (1992) (B)

A Tabela 9 apresenta os resultados dos testes Mann-Whitney, em cada classe etária, cujo número de indivíduos da amostra foi maior ou igual a 5.

Tabela 9: Resultados dos testes Mann-Whitney à existência de diferenças entre as amostras de comprimentos à idade retrocalculados através das duas equações aplicadas (Fraser-Lee e Ehrhardt (1992)), por sexo

Sexo	Idade	Z	p	n
Fêmeas	1	-9,6502	0,000*	83
	2	-6,3966	0,000*	66
	3	-3,5335	0,000*	46
	4	-2,0320	0,042*	28
	5	-1,5661	0,117	18
	6	-1,4722	0,141	12
	7	-1,210	0,226	8
	8	-1,288	0,198	6
Machos	1	-5,1367	0,000*	48
	2	-3,9702	0,000*	31
	3	-2,3648	0,018*	19
	4	-1,6206	0,105	16
	5	-1,9700	0,049	11
	6	-1,531	0,596	8

Legenda: p são os valores da probabilidade do teste; n é o tamanho da amostra em cada classe etária. O asterisco (*) corresponde a diferenças significativas ($p < 0,05$)

A partir da significância estatística das diferenças entre os comprimentos retrocalculados estimados pelas duas técnicas de retrocálculo (Tabela 9), pode-se constatar que: 1) para as fêmeas, os estimadores retrocalculados pela equação de Fraser-Lee são significativamente diferentes dos determinados pela equação de Ehrhardt (1992) até à idade 4; 2) para os machos, estas diferenças só foram encontradas até à 3 já que a probabilidade encontrada na idade 5 está muito próxima do nível de significância usado no teste.

A Tabela 10 apresenta os resultados dos testes Mann-Whitney por sexo, à existência de diferenças significativas entre os comprimentos observados e retrocalculados em cada classe de idade observada.

A partir da significância estatística das diferenças entre as amostras dos comprimentos observados e retrocalculados pelas duas técnicas de retrocálculo (Tabela 10), pode-se constatar que: 1.1) para as fêmeas, os comprimentos retrocalculados pela equação de Fraser-Lee não foram significativamente diferentes dos observados nas classes etárias de 2 a 5 anos ($p > 0,05$); 1.2) os comprimentos retrocalculados pela equação de Ehrhardt (1992) foram significativamente diferentes dos observados em

todas as classes de idade ($p < 0,05$); 2.1) para os machos, os comprimentos retrocalculados pela equação de Fraser-Lee não foram significativamente diferentes dos observados nas classes etárias 1 e 3 a 6 anos ($p > 0,05$); 2.2) os comprimentos retrocalculados pela equação de Ehrhardt (1992) foram significativamente diferentes dos observados em todas as classes etárias ($p < 0,05$), com exceção da idade 6.

Tabela 10: Resultados dos testes de Mann-Whitney à existência de diferenças entre os comprimentos à idade observados (O) e retrocalculados [em cada metodologia de retrocálculo (Fraser-Lee (FL) e Ehrhardt (1992) (E))], por sexo

	Idade	NO	Nretr	O-FL		O-E	
				Z	p	Z	p
Fêmeas	1	17	83	-4,224	0,000*	-6,393	0,000*
	2	20	66	-1,280	0,201	-5,890	0,000*
	3	18	46	-1,294	0,196	-4,022	0,000*
	4	10	28	-0,631	0,528	-2,058	0,040*
	5	6	18	-1,605	0,109	-2,271	0,023*
	6	4	12	-2,932	0,003*	-2,913	0,004*
	7	2	8	-2,089	0,037*	-2,089	0,037*
	8	2	6	-2,024	0,043*	-2,012	0,044*
	10	2	4	-1,852	0,064	-1,852	0,064
	11	2	2	-1,633	0,102	-1,633	0,102
Machos	1	17	48	-1,517	0,129	-3,949	0,000*
	2	12	31	-4,033	0,000*	-4,909	0,000*
	3	3	19	-0,480	0,631	-2,015	0,044*
	4	5	16	-1,409	0,159	-2,072	0,038*
	5	3	11	-1,913	0,056	-2,204	0,028*
	6	6	8	-1,097	0,269	-1,688	0,092
	7	2	2	-1,549	0,121	-1,549	0,121

Legenda: NO: tamanho da amostra de comprimentos observados em cada classe etária; Nretr: tamanho da amostra de comprimentos retrocalculados em cada classe etária; p: valores da probabilidade do teste. O asterisco (*) corresponde a diferenças significativas ($p < 0,05$)

3.2. Crescimento

3.2.1. Comprimentos médios

3.2.1.1. Leitura directa

A Tabela 11 apresenta os comprimentos médios observados em cada classe de idade, estimados para cada sexo.

Foram observadas diferenças significativas entre os comprimentos observados em cada sexo, a partir da idade 3 ($p < 0,05$). A partir desta idade, os comprimentos médios nas fêmeas foram maiores comparativamente aos machos (Tabela 11). A diferença entre

os sexos na primeira classe de idade (0) poderá ser explicada a partir da amostragem. A amostra de fêmeas incidu sobre os indivíduos maiores desta classe de idade cujo o intervalo de comprimentos variou de 85-108 cm, contrastando com 74-89 cm, nos machos.

Tabela 11: Comprimentos médios (Ltmed) por classe de idade (cm), estimados a partir da leitura directa. Resultados dos testes Mann-Whitney à existência de diferenças significativas entre as amostras de comprimentos observados em cada classe etária, entre os sexos. Nível de significância igual a 0,05

Idade (ano)	Fêmeas			Machos			Z	p
	Ltmed	n	SE	Ltmed	n	SE		
0	95,0	8	2,9	85,8	6	2,4	-2,117	0,034*
1	115,4	17	1,2	108,2	17	2,7	-1,589	0,112
2	128,3	20	0,9	129,2	12	1,0	-0,529	0,597
3	146,2	18	1,5	137,0	3	0,6	-2,370	0,018*
4	166,5	10	1,8	148,0	5	2,0	-3,067	0,002*
5	184,8	6	2,1	156,0	3	1,2	-2,343	0,019*
6	201,8	4	1,1	162,5	6	1,3	-2,582	0,010*
7	209,5	2	0,5	172,5	2	1,5	-1,549	0,121
8	216,0	2	1,0					
9								
10	233,5	2	0,5					
11	239,0	2	1,0					

Legenda: Ltmed é o comprimento médio por classe de idade; n é o número de indivíduos observados em cada classe de idade e SE é o erro padrão; p: valores da probabilidade do teste. O asterisco (*) corresponde a diferenças significativas ($p < 0,05$)

3.2.1.2. Retrocálculo

As Tabelas 12 e 13 apresentam para fêmeas e machos, respectivamente, os comprimentos médios retrocalculados para cada classe de idade, pelo procedimento de Fraser-Lee e de Ehrhardt (1992).

Em ambos os sexos, a equação de Ehrhardt (1992) apresentou comprimentos médios inferiores aos obtidos pela equação de Fraser-Lee. Nas fêmeas, com o procedimento de Ehrhardt (1992), os erros de estimação das médias foram superiores aos obtidos pela equação de Fraser-Lee, com excepção das idades 1 e 2. Nos machos, com o procedimento de Ehrhardt (1992), os erros de estimação das médias foram menores aos obtidos pela equação de Fraser-Lee, com excepção da idade 4.

Tabela 12: Comprimentos médios retrocalculados, Ltmed (cm) por idade, na amostra de fêmeas a partir de cada procedimento de retrocálculo

Idade (ano)	Fraser-Lee			Ehrhardt (1992)		
	Ltmed	SE	n	Ltmed	SE	n
1	111,8	2,17	83	94,5	1,69	83
2	131,0	2,00	66	117,7	1,42	66
3	147,2	2,27	46	136,5	2,67	46
4	165,2	2,37	28	157,2	3,44	28
5	179,0	2,30	18	172,5	3,73	18
6	191,2	2,35	12	186,3	3,62	12
7	200,6	1,76	8	196,8	3,06	8
8	209,5	1,80	6	206,2	2,21	6
9	220,5	2,50	4	218,0	3,00	4
10	227,5	3,00	4	226,0	3,50	4
11	235,0	0	2	235,0	0	2

Legenda: SE é o erro padrão; n é o tamanho da amostra em cada classe etária

Tabela 13: Comprimentos médios retrocalculados, Ltmed (cm) por idade, na amostra de machos a partir de cada procedimento de retrocálculo

Idade (ano)	Fraser-Lee			Ehrhardt (1992)		
	Ltmed	SE	n	Ltmed	SE	n
1	106,8	1,97	48	96,1	1,23	48
2	122,9	1,48	31	116,4	1,47	31
3	134,6	1,42	19	130,5	1,26	19
4	144,8	0,48	16	141,9	0,69	16
5	152,9	0,46	11	150,9	0,20	11
6	160,3	0,67	8	159,3	0,25	8
7	166,0	1,00	2	165,0	1,00	2

Legenda: SE é o erro padrão; n é o tamanho da amostra em cada classe etária

3.2.1.3. Análise gráfica dos comprimentos médios

A análise gráfica do crescimento observado e retrocalculado (Figura 15) mostra que ocorrem diferenças entre eles. Nas fêmeas, entre os comprimentos observados (Lo) e os retrocalculados segundo a equação de Fraser-Lee (LrFL) foram calculadas diferenças da ordem mínima de 1,0 e máxima de 10,6 cm para as idades 3 e 6, respectivamente. Entre os comprimentos observados e os retrocalculados, segundo a equação de Ehrhardt (1992) (LrE), foram calculadas diferenças da ordem mínima de 4,0 cm na idade 11 e um valor máximo bastante pronunciado da ordem dos 20,9 cm para a idade 1.

Para os machos, entre os comprimentos observados (Lo) e os retrocalculados segundo a equação de Fraser-Lee (LrFL) foram calculadas diferenças da ordem mínima de 1,5 e máxima de 6,5 cm para as idades 1 e 7, respectivamente. Entre os comprimentos observados e os retrocalculados, segundo a equação de Ehrhardt (1992)

(LrE), foram calculadas diferenças da ordem mínima de 3,3 e 12,8 cm para as idades 6 e 2, respectivamente (Figura 15).

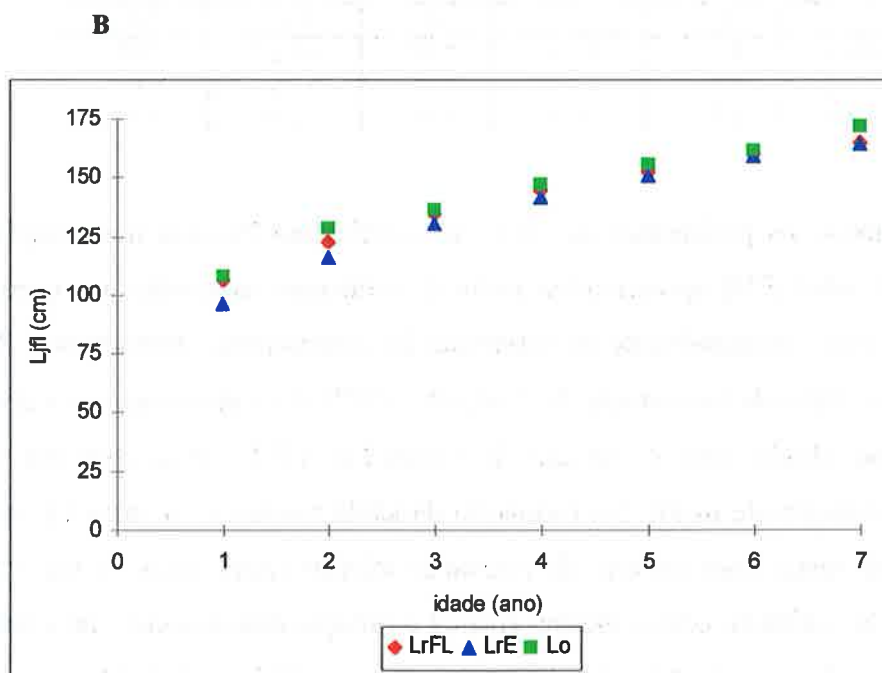
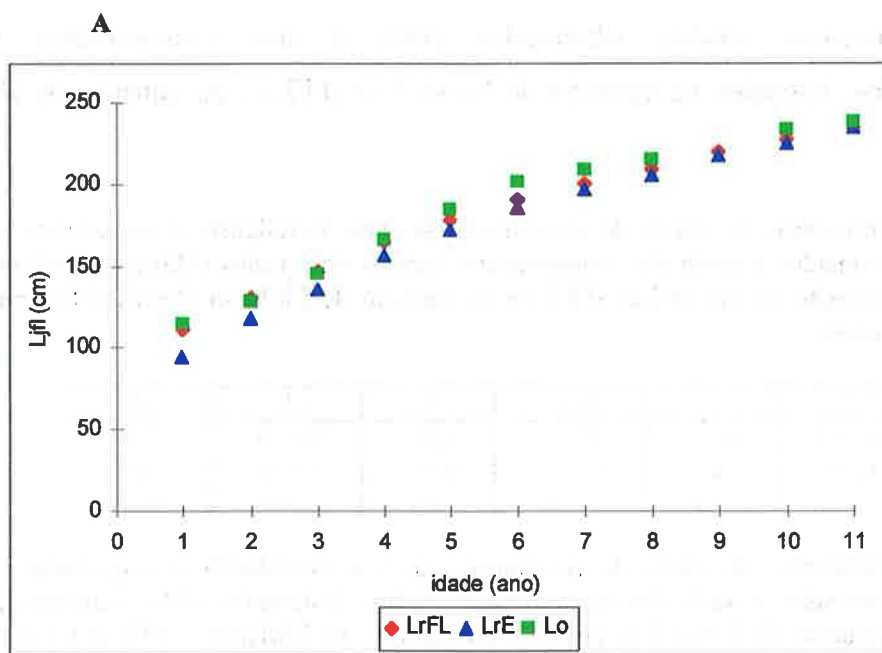


Figura 15: Evolução dos comprimentos médios (L_{jfl}) com a idade, observados (L_o) e retrocalculados pela equação de Fraser-Lee (L_{rFL}) e pela equação de Ehrhardt (1992) (L_{rE}), nas fêmeas (A) e machos (B) de espadarte

3.2.2. Estimação dos parâmetros de crescimento

As Tabelas 14 e 15 apresentam para fêmeas e machos respectivamente, os parâmetros das curvas de crescimento e respectivos erros-padrão (SE), obtidos a partir dos comprimentos médios observados (FD) e dos comprimentos médios retrocalculados, baseados na equação de Fraser-Lee (FFL) e na equação de Ehrhardt (1992) (FE).

Tabela 14: Parâmetros da curva de crescimento de Von Bertalanffy e respectivos erros-padrão (SE) estimados a partir dos comprimentos médios observados (FD) e retrocalculados baseados na equação de Fraser-Lee (FFL) e na equação de Ehrhardt (1992) (FE), para as fêmeas de espadarte

Fêmeas	FD	SE	FFL	SE	FE	SE
L_{∞} (cm)	304,03	20,20	291,03	5,50	289,04	5,84
k (ano ⁻¹)	0,111	0,02	0,116	0,01	0,126	0,01
t_0 (ano)	-3,22	0,40	-3,18	0,15	-2,16	0,13

Tabela 15: Parâmetros da curva de crescimento de Von Bertalanffy e respectivos erros-padrão (SE) estimados a partir dos comprimentos médios observados (FD) e retrocalculados baseados na equação de Fraser-Lee (FFL) e na equação de Ehrhardt (1992) (FE), para os machos de espadarte

Machos	FD	SE	FFL	SE	FE	SE
L_{∞} (cm)	189,94	8,34	191,70	2,55	186,64	2,80
k (ano ⁻¹)	0,232	0,04	0,198	0,01	0,236	0,01
t_0 (ano)	-2,64	0,35	-3,14	0,15	-2,09	0,13

Nas fêmeas, os parâmetros da curva de crescimento baseada nos comprimentos médios observados (FD) apresentaram erros de estimação superiores aos encontrados nas outras curvas, principalmente na estimação do comprimento assintótico. A curva de crescimento baseada na fórmula de Ehrhardt (1992) (FE) apresenta um valor de L_{∞} semelhante ao obtido com o método de Fraser-Lee (FFL), mas com um erro de estimação sensivelmente maior. Na estimação da idade teórica, t_0 , a curva FE apresenta um valor mais baixo, com um erro de estimação inferior relativamente à curva FFL. O parâmetro k foi estimado com o mesmo erro de estimação apresentando, no entanto, um valor mais elevado na curva FE relativamente ao da curva FFL (Tabela 14).

Nos machos, os parâmetros da curva de crescimento baseada nos comprimentos médios observados (FD) apresentam erros de estimação superiores aos encontrados nas outras curvas, principalmente na estimação de L_{∞} e t_0 . A curva de crescimento baseada na fórmula de Ehrhardt (1992) (FE) apresenta um valor de L_{∞} inferior ao obtido pela curva baseada no método de Fraser-Lee (FFL), com um erro de estimação maior. Na

estimação da idade teórica, t_0 , a curva FE apresenta um valor de estimador menor, com um erro de estimação inferior relativamente à curva FFL. O coeficiente de crescimento k foi estimado com o mesmo erro de estimação, apresentando no entanto, um valor mais elevado na curva FE relativamente ao da curva FFL (Tabela 15).

Os comprimentos médios previstos pelos diferentes modelos teóricos para as classes etárias consideradas apresentaram alguma concordância, a partir da idade 4 e 2, nas fêmeas e nos machos, respectivamente. Entre as idades 0-4 anos, em fêmeas e 0-2 anos, em machos, a curva de crescimento obtida do retrocálculo segundo Ehrhardt (1992) (FE) difere das outras duas curvas, sendo estas diferenças mais acentuadas nas fêmeas (Anexos 2.6 e 2.7).

A Figura 16 compara os comprimentos médios previstos pelas curvas de crescimento estimadas e os comprimentos médios observados, nas fêmeas e nos machos.

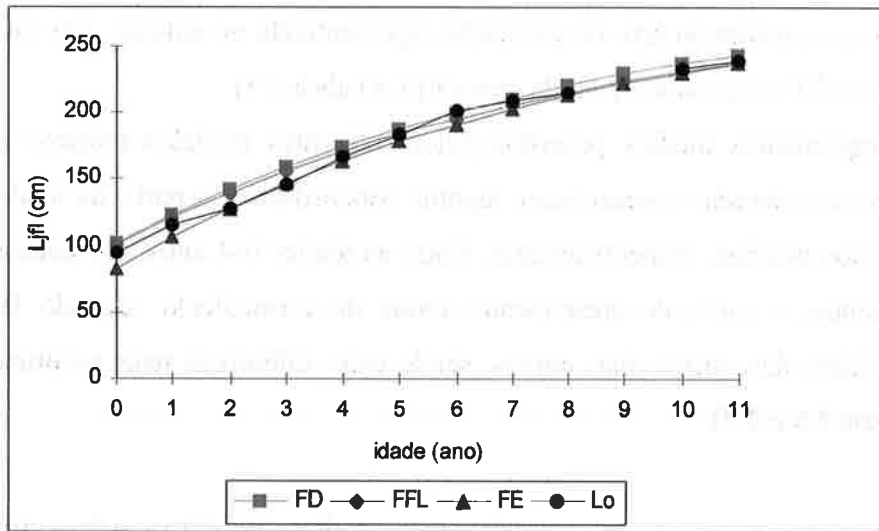
Nas fêmeas, a evolução do comprimento médio com a idade foi semelhante entre o modelo teórico, traduzido pela curva de crescimento obtida por retrocálculo segundo Ehrhardt (1992) (FE) e o observado, com excepção das duas primeiras idades (0-1 ano). Nestas, as curvas FE subestimam o comprimento médio relativamente ao observado. As curvas de crescimento baseadas nos comprimentos médios observados e nos retrocalculados pela equação de Fraser-Lee sobrestimam o crescimento observado nas idades 2 a 4 (Figura 16).

Nos machos, nas idades jovens (0-1 ano), as curvas de crescimento obtidas por leitura directa (FD) e por retrocálculo segundo Fraser-Lee (FFL) sobrestimam o comprimento médio relativamente ao observado (Figura 16).

3.2.3. Idade máxima teórica

Na Tabela 16 estão representados os valores da idade máxima ou longevidade obtidos de cada curva de crescimento estimada.

A



B

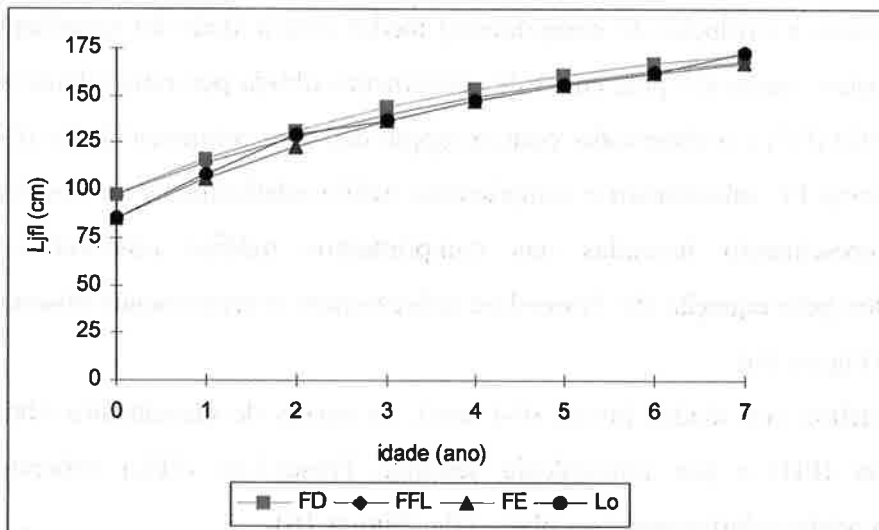


Figura 176: Comparação entre os comprimentos médios (L_{jfl}) teóricos pelas curvas de crescimento estimadas (FD, FFL e FE) e os comprimentos médios observados (Lo), nas fêmeas (A) e machos (B) de espadarte

Tabela 16: Valores da idade máxima (t_{max}) (ano) obtidos a partir dos parâmetros das curvas de crescimento estimadas neste estudo (FD, FFL e FE)

	Fêmeas	Machos
FD	30	16
FFL	29	18
FE	26	15

As fêmeas apresentaram valores de t_{max} que variaram entre 26 e 30 anos e os machos, apresentaram valores consideravelmente inferiores, variando entre 15 e 18 anos.

3.2.4. Índice de crescimento Φ'

Os valores do índice de crescimento Φ' baseados nos parâmetros das curvas de crescimento estimadas neste estudo, para cada sexo, estão representados na Tabela 17.

Tabela 17: Valores do índice de crescimento Φ' baseados nos parâmetros das curvas de crescimento estimadas neste estudo (FD, FFL e FE)

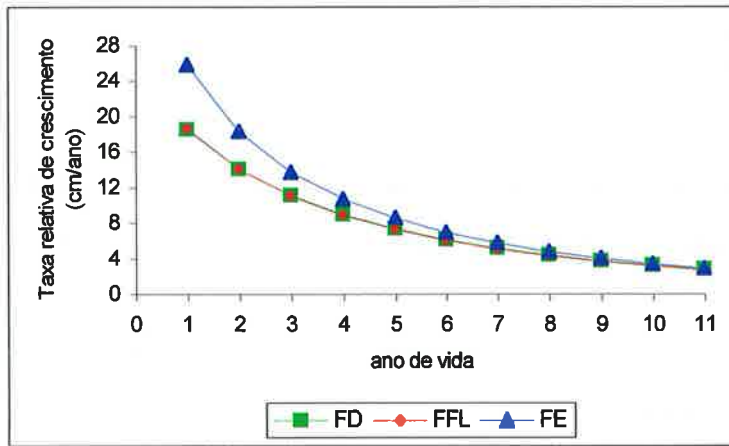
Curvas	Fêmeas	Machos
	Φ'	Φ'
FD	4,0	3,9
FFL	4,0	3,9
FE	4,0	3,9

Os valores de Φ' obtidos das curvas de crescimento estimadas são muito semelhantes entre si, dentro de cada sexo e sensivelmente inferiores nos machos relativamente às fêmeas.

3.2.5. Taxas relativas de crescimento

Em ambos os sexos, a curva de crescimento obtida por retrocálculo segundo Ehrhardt (1992) (FE) apresenta taxas relativas de crescimento superiores às obtidas pelas restantes curvas (Figura 17). As fêmeas apresentam taxas relativas de crescimento superiores aos machos, em todas as curvas de crescimento.

A



B

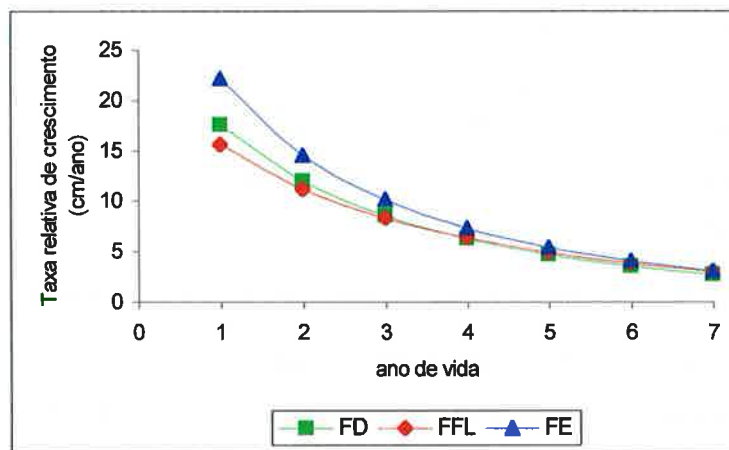


Figura 17: Taxas de crescimento anuais estimadas para as fêmeas (A) e para os machos (B) de espadarte, a partir das curvas de crescimento estimadas no presente estudo (FD, FFL e FE)

4. Discussão

4.1. Estudo e validação das leituras de idades

Para a determinação da idade e estudo do crescimento de espadarte, os espinhos são as estruturas mais adequadas quanto à facilidade de amostragem e processamento, visibilidade dos anéis de crescimento e precisão das estimações de idade (Riehl, 1984; Esteves *et al.*, 1995).

Na amostra de espinhos foi encontrado um grande número de estruturas deformadas. Estas deformações poderão ter sido causadas por perturbações no crescimento individual (anomalias genéticas, hormonais ou doença), devidas à própria estrutura óssea ou causadas por ataques de predadores.

O tamanho do espinho e comprimento do peixe estão significativamente correlacionados entre si, apresentando no entanto, um coeficiente de determinação (r^2) relativamente baixo na relação estimada entre o comprimento do espinho medido a partir da base (LCB) e o comprimento do peixe (Ljfl). A principal razão para este ajuste baixo deveu-se à existência de pontos que caracterizavam uma relação inversa não esperada. Isto é, para comprimentos grandes, o tamanho do espinho era pequeno, situação que envolveu principalmente fêmeas. A partir da observação de alguns espinhos constatou-se que, em alguns exemplares, o espinho parecia apresentar uma evolução de fino e comprido nos indivíduos jovens, tornando-se numa estrutura mais pequena e grossa, nos indivíduos mais idosos (Figura 18). Esta variabilidade no crescimento individual, característica do espadarte, foi também observada por Wilson & Dean (1983) nos ótolitos de espadarte, onde estes autores consideraram que o comprimento individual não deverá ser usado para estudar o crescimento nesta espécie.

A relação entre o comprimento do peixe e a largura do côndilo foi linear e significativamente correlacionada em ambos os sexos, podendo servir de indicador para a utilidade do espinho na determinação das idades, já que este acompanha o crescimento do indivíduo, tornando-se mais largo com a idade. Em termos de marcas de crescimento, o aumento da largura do côndilo poderá também ser uma consequência da deposição dos anéis de crescimento.

Algumas das secções de cortes foram rejeitadas para a avaliação da idade pois apresentavam-se ilegíveis devido à metodologia de corte, outras encontravam-se partidas na zona de leitura dos anéis de crescimento.

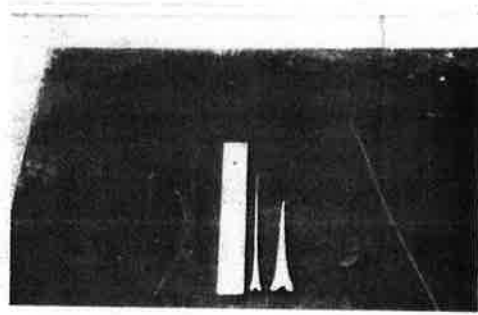


Figura 18: Comparação entre o 2º espinho da barbatana anal de uma fêmea de 123 cm (esquerda) e de uma de 233 cm (direita). A régua usada na imagem apresenta 30 cm de comprimento.

A partir da metodologia de corte com serra de disco de diamante de baixa velocidade obtiveram-se, em algumas peças ósseas, secções de espinho muito espessas, ficando completamente opacas. Noutras peças, a espessura do corte não foi uniforme, ficando o corte com algumas zonas opacas, pelo que a localização e disposição dos anéis de crescimento foi muito subjectiva. Foram também rejeitadas as secções de corte que não apresentaram nenhuma concordância entre as leituras de idade, após a contagem e medição dos anéis de crescimento.

A percentagem de concordância em duas leituras foi elevada, para ambos os sexos, superior a 90% das peças ósseas. O coeficiente de variação foi sensivelmente semelhante, em ambos os sexos, podendo significar que as leituras efectuadas foram reproducíveis, com um erro médio de precisão semelhante ($\pm 0,03$ anéis). Foram calculados coeficientes de variação na estimação de cada idade superiores a 10%, principalmente nas idades mais jovens, diminuindo este com a idade. Este facto é contraditório com o que é comum nestas análises, onde o coeficiente de variação deveria aumentar com a idade do peixe já que a variabilidade do comprimento é maior nas idades mais avançadas (Powers, 1983). Uma das causas possíveis para esta situação foi o número reduzido de exemplares amostrados com mais de 6 anos de idade, em ambos os sexos.

A causa para a variabilidade encontrada na leitura das peças mais pequenas, relativas a indivíduos jovens, foi a localização do *focus* e do 1º anel de crescimento. Estas dificuldades tiveram como consequência elevados coeficientes de variação calculados para estas idades. Cada espinho é composto por duas componentes justapostas. A matriz central (*core*) dessas componentes é vascularizada e, muitas vezes,

apresenta glóbulos lipídicos, que mascaram a localização do *focus* e/ou das primeiras marcas de crescimento (Berkeley & Houde, 1983). A conservação das peças duras poderá também estar na base das dificuldades encontradas. Algumas secções apresentaram a região central extremamente globulizada, com possível oclusão dos anéis mais interiores. A globulização das secções poderá resultar do esvaziamento de glóbulos lipídicos internos com o armazenamento das secções secas em envelopes de papel (Esteves, 1995). Como alternativa aos envelopes de papel, em futuras análises poder-se-á testar o envernizamento das secções de corte. Para as peças grandes, relativas a indivíduos adultos, a calcificação da matriz interna parece mascarar os primeiros anéis de crescimento, tal como referido por Berkeley & Houde (1983). Constatou-se também, nestes exemplares de grande porte, predominantemente fêmeas, alguma sobreposição dos anéis de crescimento junto ao bordo distal da secção de corte. Casselman (1983) refere que, em alguns casos, em peixes de idade avançada, as zonas translúcidas distais podem tornar-se tão próximas umas das outras, parecendo fundir-se, o que poderá comprometer a determinação da idade devido à má resolução óptica destas secções de corte. Uma subestimação na idade destes indivíduos irá condicionar as taxas de crescimento, podendo reflectir-se numa sobrestimação de k e numa subestimação de L_{∞} (Powers, 1983). Neste sentido, os espinhos parecem subestimar a idade nestes indivíduos adultos, o que poderá comprometer uma análise precisa do crescimento da espécie (Casselman, 1983). No entanto, este autor refere que, para mananciais intensamente explorados tal como o de espadarte, estas estruturas poderão ser adequadas já que numa situação de sobre-exploração, os indivíduos contidos nestas unidades de gestão são normalmente de pequeno porte e de crescimento rápido (Casselman, 1983).

Através de testes de simulação Monte Carlo, Powers (1983) sugeriu um erro de 10% na determinação da idade, como o limite de erro admissível para estimação de taxas de crescimento e de mortalidade de grandes pelágicos oceânicos. Para este autor, neste nível aceitável de precisão, os enviesamentos provocados nos estimadores das taxas serão compensados pelo erro aleatório associado à técnica de determinação de idade. Assim, perante um coeficiente de variação inferior a 10%, os enviesamentos provocados nos estimadores das taxas sofrerão uma diminuição maior com o aumento da amostra do que propriamente com o aumento da precisão da técnica de determinação da idade. Segundo este autor, as técnicas usadas deverão ser o mais eficientes possíveis, no sentido de fornecer o maior número de idades (Powers, 1983). No presente estudo,

os erros de estimação das idades, expressos pelo coeficiente de variação, em ambos os sexos, foram inferiores a 10%, encontrando-se dentro do limite sugerido por aquele autor.

A validação do significado temporal do incremento de crescimento implica testar a exactidão e a precisão das técnicas de determinação de idade (Wilson *et al.*, 1983). A validação directa da determinação da idade implica o uso de vários métodos, que exigem meios avultados, assim como logísticos. A validação melhor executada será aquela que é realizada a partir de estudos ao longo da vida dos indivíduos, nomeadamente através de programas de marcação-recaptura, com ou sem a utilização de marcadores químicos (*e.g.* tetraciclina) já que, para o espadarte, o cativo não é, aparentemente, possível. Os dados das marcações são, no entanto, limitados dado o número reduzido de recapturas, sendo a única informação disponível a estimação aproximada do comprimento padrão, já que o espadarte não deve ser removido da água para evitar situações de maior *stress* ao indivíduo (Riehl, 1984).

Apesar de existirem diferentes metodologias para determinar o carácter anual das bandas de crescimento visualizadas nas estruturas duras, a análise dos incrementos marginais tem sido muito usada em estudos de crescimento de espadarte, já que é o método mais prático a usar em grandes pelágicos migradores (Ehrhardt, 1991, 1992). A validação do espinho para a determinação de idades em espadarte foi efectuada por Ehrhardt *et al.* (1996). Neste estudo, usaram-se dois métodos de validação, a análise da variação mensal dos incrementos marginais e o retrocálculo.

Os principais factores que parecem influenciar a formação e a deposição dos anéis de crescimento em grandes pelágicos migradores parecem estar relacionados com a actividade do peixe durante o ano, com a diminuição da temperatura da água, com os percursos migratórios dos indivíduos e com a alternância de períodos de desova e de alimentação (Cayré & Diouf, 1984).

A partir da análise da variação sazonal dos incrementos marginais relativos, constatou-se que no período do Verão, os incrementos marginais apresentaram valores relativamente elevados, quando comparados com os restantes meses, situação mais evidente na amostra de machos. A partir de Outubro, os incrementos marginais apresentaram uma diminuição contínua, observando-se uma redução considerável no valor de incremento marginal entre os meses de Setembro e Outubro, mais conspícua nos machos.

Atendendo à limitação da amostragem nos meses de Inverno e Primavera, os resultados encontrados neste estudo apresentam algumas semelhanças com a análise de Ehrhardt *et al.* (1996). Estes autores encontraram um período de crescimento rápido nos meses de Verão, em ambos os sexos, tendo sido calculado o valor máximo de incremento marginal no mês de Agosto. O período de crescimento lento para as fêmeas, foi observado nos meses de Fevereiro e Março. Nos machos, este período foi encontrado durante Dezembro e Janeiro, mas não foi tão conspícuo como o observado nas fêmeas (Ehrhardt *et al.*, 1996). Segundo aqueles autores, esta diferença entre os sexos, poderá estar relacionada com as extensas migrações efectuadas pelas fêmeas para as áreas de alimentação, localizadas em latitudes mais altas e ao elevado gasto energético ocorrido nos meses de Inverno, na maturação das gónadas (Ehrhardt *et al.*, 1996).

Como a área dos Açores não está descrita como uma zona de reprodução de espadarte, o período de formação das zonas opacas e da deposição dos anéis de crescimento do espadarte que ocorre nos Açores, poderá estar relacionado com a temperatura superficial das águas. Assim, com o aquecimento da água do mar a partir de Junho, observa-se um período de crescimento rápido (formação da zona opaca), comum aos dois sexos, durante os meses de Verão. A descida na razão dos incrementos marginais observada entre os meses de Setembro e Outubro (a maior entre dois meses consecutivos) deverá indicar a cessação do período de formação da zona opaca (banda de crescimento), no final do Verão. Com o arrefecimento da água a partir de Outubro, ocorre um período de abrandamento do crescimento, podendo ocorrer a deposição do anel de crescimento no Outono/Inverno para os machos e, eventualmente no Inverno/Primavera para as fêmeas, de acordo com os resultados obtidos em Ehrhardt *et al.* (1996).

O comprimento retrocalculado refere-se ao comprimento do indivíduo no momento da formação de marcas de crescimento depositadas numa estrutura esquelética, sendo por isso um comprimento no início da formação do anel de crescimento. Através do retrocálculo, o tamanho das amostras por classe de idade aumenta e as idades que não foram amostradas poderão ser estimadas a partir desta metodologia, permitindo uma melhor compreensão sobre a evolução dos comprimentos médios com a idade (Francis, 1990).

Neste estudo foram usadas duas metodologias de retrocálculo, a equação de Fraser-Lee e o procedimento proposto por Ehrhardt (1992) para o espadarte. Após aplicação do retrocálculo verificou-se que os comprimentos obtidos pela equação de Ehrhardt (1992) foram inferiores aos retrocalculados pela equação de Fraser-Lee, verificando-se diferenças significativas entre as duas metodologias. Nas fêmeas, estas diferenças foram observadas até à idade 4 e nos machos até à idade 3. Quando se comparou a amostra de comprimentos observados de cada classe etária com as amostras de comprimentos retrocalculados nessa idade, foram observadas diferenças significativas na metodologia de Ehrhardt (1992) em todas as classes de idade, em ambos os sexos. No que diz respeito ao método de Fraser-Lee, não foram observadas diferenças significativas nas classes de idade 2 a 5 anos, num intervalo de idades 1 a 11 anos nas fêmeas e nas classes 1 e 3 a 6 anos, num intervalo de idades 1 a 7 anos nos machos. As diferenças encontradas poderão ser explicadas a partir da metodologia proposta por Ehrhardt (1992). Este autor constatou que a relação entre o raio total do espinho (R_t) e o comprimento individual (L_{jfl}) é traduzida por uma função potência, do tipo $L_{jfl}=a \cdot R_t^b$. Devido ao tipo de relação entre estas duas variáveis, a equação usada para retrocalcular o comprimento deverá, nesse sentido, basear-se na escala logarítmica. Neste estudo, para o intervalo de comprimentos amostrado em ambos os sexos, a relação entre L_{jfl} e R_t foi significativa ($p < 0,05$), sendo traduzida segundo uma função linear e positiva. Porque as amostras por classe etária não deverão ser consideradas representativas, neste estudo optou-se por comparar o retrocálculo resultante de dois procedimentos que se baseiam em diferentes suposições quanto à relação existente entre L_{jfl} e R_t .

Por outro lado, Ehrhardt (1992) referiu que o método de retrocálculo de Fraser-Lee contribui para o "Fenómeno de Lee". Neste estudo, na amostra de machos foi observado o inverso deste fenómeno no método de Fraser-Lee. Neste sexo, os comprimentos retrocalculados para a idade 1 aumentaram com a idade do peixe. No plano teórico, isto poderá significar que, nas idades mais jovens, existe uma mortalidade selectiva por tamanhos, *i.e.*, mais intensa nos peixes mais pequenos do grupo de idade, onde os sobreviventes consistem em indivíduos de crescimento mais rápido (Ricker, 1992). No plano prático, este aumento poderá ter sido devido a uma amostragem não-aleatória da população (Bagenal & Tesch, 1978; Francis, 1990), *i.e.*, ter-se amostrado indivíduos pertencentes ao extremo superior da distribuição de comprimentos da classe de idade 1. Uma outra explicação poderá estar relacionada com um procedimento de

retrocálculo incorrecto, *i.e.*, uma sobrestimação da ordenada na origem da relação entre o comprimento individual (L_{jfl}) e o raio total do corte do espinho (R_t). Segundo Ricker (1992), um valor sobrestimado da ordenada da recta de regressão poderá conduzir ao inverso do “Fenómeno de Lee”. Neste estudo, observou-se que o valor obtido nos machos apresenta uma diferença bastante pronunciada relativamente ao valor das fêmeas, o que poderá ser devido a uma sub-amostragem de machos. Nas fêmeas, o método de Fraser-Lee originou uma outra situação a notar: as idades observadas 8 e 10 anos apresentaram um comprimento retrocalculado elevado na idade 1. Esta situação poderá ser explicada por uma má interpretação na localização do 1º anel de crescimento nestes exemplares, dificuldade essa referida anteriormente.

4.2. Crescimento

São apontadas inúmeras dificuldades no estudo do crescimento de peixes pelágicos migradores, tal como o espadarte. Estas dizem respeito às migrações, geográfica e vertical, selectivas por comprimentos, à selectividade das artes de pesca, à dependência da recolha de informação à pesca comercial, onde as amostras não são representativas da população (não aleatórias), entre outras (Sparre & Venema, 1992). O intervalo de comprimentos/idades observado para o espadarte na área dos Açores encontra-se aquém do que é conhecido para a população de espadarte. A área de pesca em questão, a arte de pesca e as medidas técnicas impostas para este recurso são as principais causas que explicam esta limitação, reflectindo-se no ajuste do modelo teórico de crescimento de Von Bertalanffy aos comprimentos médios, nomeadamente na estimação de L_∞ e t_0 . Uma das dificuldades encontradas é o reduzido número de indivíduos de pequeno e grande porte amostrados. Na pescaria de espadarte, as idades mais jovens não estão completamente recrutadas à pesca do palangre de superfície, passando-se provavelmente o mesmo, com as idades mais avançadas. Em pescarias intensamente exploradas, parece existir uma tendência para capturar os indivíduos mais pequenos, dentro das idades mais avançadas (King, 1995). Este tipo de selecção só terá significado se os grandes exemplares estiverem indisponíveis para a pesca, não só devido às características selectivas da arte usada, como também a alterações no comportamento. Em artes com anzóis iscados, estas características têm sido dificilmente modeladas (Isidro, 1996) e ainda não estão bem definidas para a pescaria de espadarte (Anón., 2000). Uma alteração no comportamento pode ser acompanhada pelo factor de

aprendizagem do peixe (Freón & Misund, 1999), alterações nas preferências alimentares ou uma alteração no *habitat*, parecendo ser este um aspecto importante a considerar, na presença de uma segregação espaço-temporal por idade/comprimento e sexo na espécie em estudo.

Foram observadas diferenças significativas a partir da idade 3, no crescimento entre os sexos, atingindo as fêmeas comprimentos superiores aos dos machos. Estas diferenças poderão ser também sustentadas pelas relações entre o comprimento do indivíduo e o raio total da secção de corte do espinho, diferentes entre os sexos, parecendo ser um indicador das diferenças no crescimento entre fêmeas e machos. Estes resultados estão de acordo com o observado por Berkeley & Houde (1983) e Ehrhardt *et al.* (1996) para o espadarte que ocorre no Atlântico Noroeste. Uma possível explicação para o dimorfismo sexual no crescimento poderá estar relacionada com o balanço energético entre o tempo gasto na alimentação e na reprodução. As forças selectivas poderão ter conduzido à existência de machos pequenos, com menor massa corporal. Nestas condições, os machos não precisam de passar muito tempo a alimentar-se, e assim, estão mais aptos a passar mais tempo a tentar reproduzir-se (Reiss, 1989).

A análise gráfica demonstrou a existência de diferenças entre os comprimentos médios observados e retrocalculados pelas duas abordagens matemáticas. As maiores diferenças foram encontradas no procedimento de Ehrhardt (1992), principalmente nas idades jovens, comparativamente com o método de Fraser-Lee. A estimação dos parâmetros da curva de crescimento de Von Bertalanffy apresentou uma variabilidade associada inferior quando se utilizou os comprimentos médios retrocalculados (ambas as metodologias) relativamente aos observados. Se a precisão for usada como uma medida da exactidão (Isidro, 1996), o uso das equações de crescimento obtidas a partir dos comprimentos retrocalculados parece ser preferível para a estimação dos comprimentos teóricos à idade. Entre as duas abordagens de retrocálculo, o erro de estimação dos parâmetros de crescimento foi semelhante, com excepção do estimador da idade teórica (t_0), que foi inferior no método de Ehrhardt (1992) relativamente ao de Fraser-Lee.

O intervalo de idade máxima (t_{max}) obtido para cada componente sexual (♀: 26 a 29 anos e ♂: 15 a 18 anos) está de acordo com os valores obtidos a partir da função de crescimento de Berkeley & Houde (1983), *i.e.*, t_{max} fêmeas= 34 anos e t_{max} machos=17 anos.

As curvas de crescimento estimadas em cada sexo, apresentaram um valor semelhante do índice de crescimento (Φ'), sendo sensivelmente inferior nos machos relativamente às fêmeas. O índice de crescimento encontrado foi semelhante ao obtido pelos parâmetros L_{∞} e k provenientes da função de crescimento de Berkeley & Houde (1983) (BH). Isto poderá significar que existe uma grande proximidade no tipo de crescimento do espadarte entre as duas zonas biogeográficas (Tabela 18).

Tabela 18: Valores do índice de crescimento Φ' obtidos dos parâmetros de crescimento das curvas estimadas a partir do retrocálculo [segundo a equação de Fraser-Lee (FFL) e segundo o procedimento de Ehrhardt (1992) (FE)] e da curva de crescimento obtida em Berkeley & Houde (1983) (BH)

	Fêmeas	Machos	Área
FFL	3,99	3,86	Açores
FE	4,02	3,91	Açores
BH	4,04	3,96	Flórida

Cada componente sexual apresenta, ao longo da sua vida, taxas relativas de crescimento diferentes. Durante o primeiro ano de vida, a taxa de crescimento é elevada, variando entre 0,6-2,0 mm/dia (22-73 cm/ano) na fase larvar (Palko *et al.*, 1981), encontrando-se os valores calculados neste estudo, de acordo com este intervalo. As funções de crescimento obtidas por retrocálculo segundo a fórmula de Ehrhardt (1992) (FE), para cada sexo, apresentaram taxas de crescimento anuais semelhantes às observadas nas curvas de crescimento obtidas em Berkeley & Houde (1983) (BH) e em Ehrhardt *et al.* (1996) (E *et al.*), com excepção do primeiro ano de vida relativamente a esta última curva (Tabela 19).

Apesar da metodologia de Fraser-Lee ter validado o modelo de crescimento observado (leitura directa) para a maioria das classes de idade em ambos os sexos, o intervalo de comprimentos amostrado em cada classe etária encontra-se subestimado em relação ao que é previsível para a população de espadarte. Como o objectivo desta análise é aplicar as funções de crescimento estimadas para cada sexo na avaliação do manancial de espadarte do Atlântico Norte, a utilização destas funções de crescimento pode virtualmente conduzir a interpretações erradas da importância de cada sexo nas distribuições por comprimentos das capturas anuais, informação de base da avaliação conduzida neste estudo. Estas funções de crescimento sobrestimam o comprimento médio previsto nas idades jovens (0-4 anos nas fêmeas e 0-2 anos nos machos)

relativamente às curvas de crescimento obtidas em outras análises sobre o crescimento da espécie em estudo, tais como a de Berkeley & Houde (1983) (BH) e a de Ehrhardt *et al.* (1996) (E *et al.*) (Tabela 20). Por outro lado, a evolução do comprimento médio com a idade previsto pelas funções de crescimento obtidas segundo o procedimento de retrocálculo de Ehrhardt (1992) (FE), em cada sexo, parece ser mais semelhante com o traduzido pelas curvas de crescimento estimadas por aqueles autores, nomeadamente nas idades mais jovens (Tabela 20).

Tabela 19: Taxas relativas de crescimento (cm/ano) calculadas a partir das curvas de crescimento estimadas neste estudo [baseada no retrocálculo segundo a equação de Fraser-Lee (FFL) e segundo o procedimento de Ehrhardt *et al.* (1996) (FE)] e das curvas de crescimento provenientes de estudos previamente publicados [Ehrhardt *et al.*, 1996 (E *et al.*) e Berkeley & Houde, 1983 (BH)]

Ano de vida	FFL		FE		E <i>et al.</i>		BH	
	Fêmeas	Machos	Fêmeas	Machos	Fêmeas	Machos	Fêmeas	Machos
1°	19	16	26	22	33	32	23	24
2°	14	11	18	15	20	16	17	16
3°	11	8	14	10	14	10	14	12
4°	9	6	11	7	10	7	11	9
5°	7	5	9	5	8	5	9	7
6°	6	4	7	4	7	4	8	5
7°	5	3	6	3	6	3	6	4
8°	4		5		5		5	
9°	4		4		4		5	
10°	3		4		4		4	
11°	3		3		3		4	

Tabela 20: Evolução do comprimento (Ljfl) médio com a idade traduzido pelos modelos de crescimento teóricos estimados neste estudo (FFL e FE) com os obtidos em estudos publicados [Ehrhardt *et al.* (1996) (E *et al.*) e Berkeley & Houde (1983) (BH)], em cada sexo

Idade	Fêmeas				Machos			
	FFL	FE	E <i>et al.</i>	BH	FFL	FE	E <i>et al.</i>	BH
0	101,1	82,2	76,2	86,3	98,5	85,4	79,5	84,9
1	121,9	106,7	106,8	109,2	115,2	106,6	109,4	108,4
2	140,4	128,3	129,9	130,0	128,9	123,5	128,6	127,7
3	156,9	147,3	148,9	149,0	140,2	136,7	142,3	143,5
4	171,6	164,1	165,1	166,2	149,5	147,2	152,4	156,6
5	184,7	178,9	179,4	181,9	157,1	155,5	160,2	167,4
6	196,3	191,9	192,0	196,2	163,3	162,1	166,2	176,2
7	206,7	203,4	203,4	209,2	168,4	167,2	170,9	183,5
8	215,9	213,5	213,7	221,0				
9	224,2	222,5	223,1	231,8				
10	231,5	230,4	231,7	241,5				
11	238,0	237,3	239,7	250,4				

As análises efectuadas por Berkeley & Houde (1983) e Ehrhardt *et al.* (1996) foram sustentadas por amostras consideravelmente maiores do que a obtida neste estudo (439 e 1456 indivíduos, respectivamente). Por outro lado, Ehrhardt *et al.* (1996) constataram que o modelo de crescimento estimado por eles, providenciava um padrão de crescimento mais realístico para os juvenis de espadarte com idades inferiores a 1 ano (Ehrhardt *et al.*, 1996). Atendendo ao objectivo desta análise, como medida de precaução, as curvas de crescimento obtidas segundo o procedimento de retrocálculo de Ehrhardt (1992) (FE) foram usadas na avaliação do manancial de espadarte do Atlântico Norte, desenvolvida neste estudo.

CAPÍTULO 2. REPRODUÇÃO

1. Introdução

A determinação do sexo, da duração do ciclo reprodutivo e das alterações no estado de maturação das gónadas ao longo do ano, são aspectos fundamentais para o conhecimento da biologia de reprodução de um recurso pesqueiro, um dos pontos base na avaliação de um manancial explorado. As informações resultantes podem ser utilizadas na estimação do comprimento e da idade da 1ª maturação sexual e na determinação espaço-temporal onde a reprodução tem lugar. O comprimento e a idade da 1ª maturação poderão ser importantes para determinar a idade ou comprimento óptimo de 1ª captura de uma espécie e para calcular o manancial reprodutor. As áreas geográficas e a altura do ano onde tem lugar a reprodução, poderão ser utilizados no planeamento de táticas de pesca (Holden & Raitt, 1974). As estimações de fecundidade poderão ser utilizadas para calcular o potencial de reprodução (Hunter & Macewicz, 1985).

O esforço reprodutivo é a medida da quantidade de energia ou tempo que é investido na produção da descendência. O investimento energético na reprodução é uma forma que cada indivíduo tem em assegurar o seu sucesso reprodutivo, *i.e.*, deixar descendência que de igual modo, se reproduzirá com sucesso (Turner, 1993; Moyle & Cech Jr., 1996; Godin, 1997). Foi sempre assumido que as fêmeas investem mais energia na reprodução do que os machos, pois não só os ovários são maiores que os testículos, como também para a maturação dos oócitos, são necessários investimentos energéticos elevados. Apesar destas diferenças, o investimento energético dos machos na reprodução deverá ser também considerado, não só pelos custos energéticos na maturação dos testículos, como também pelo desenvolvimento de características sexuais secundárias e pelo comportamento de reprodução, como a competição intrasexual (Moyle & Cech Jr., 1996). Como o espadarte não desenvolveu características sexuais secundárias, o comportamento de reprodução parece assumir maior relevância.

O espadarte é uma espécie de fecundação externa, gonocórica, sendo o sexo identificado por observação interna das gónadas. As gónadas são pares, em ambos os sexos e encontram-se colocadas na cavidade abdominal ao longo da linha média do corpo em posição ventral relativamente à bexiga gasosa. A extremidade anterior do ovário é larga e redonda ao passo que a posterior é estreita e cónica. As gónadas (femininas e masculinas) apresentam-se unidas na sua parte posterior, onde se ligam ao

poro genital. É uma espécie muito fecunda (Taylor & Murphy, 1992), tendo sido estimada uma fecundidade média potencial de 3,9 milhões de ovos (Arocha & Lee, 1996). A estratégia de reprodução é de iteroparidade, com posturas múltiplas ao longo de uma época de desova prolongada (Taylor & Murphy, 1992; Arocha, 1997).

A caracterização das áreas de reprodução de espadarte têm sido realizadas com base em três aspectos: presença de estados larvares, presença de fêmeas maduras e proporções sexuais. Na área compreendida pelo Golfo do México, Estreito da Flórida e Mar das Caraíbas, cuja temperatura da água oscila entre os 24°-29°C, são observadas larvas durante todo o ano (Grall *et al.*, 1981). No entanto, segundo Alvarado Bremer *et al.* (1999b) a presença de larvas não deverá ser usada para a caracterização das áreas de reprodução, já que estas podem ser transportadas pelas correntes marinhas para outras regiões. Assim, a presença de fêmeas em desova é mais restritiva na definição destas áreas.

A presença de fêmeas sexualmente activas é observada em águas cubanas, durante os meses de Inverno (Arata Jr., 1954) e durante todo o ano no Estreito da Flórida, com excepção do mês de Janeiro, encontrando-se a máxima actividade reprodutiva entre Abril e Julho (Taylor & Murphy, 1992). As áreas de maior concentração de fêmeas sexualmente activas encontram-se a Sul do Mar dos Sargaços, a Este do Arco Antiliano, na Passagem Windward, no Canal Yucatan e na Costa Sudeste dos Estados Unidos (Arocha & Lee, 1993, 1995, 1996). Esta região subtropical caracteriza-se por uma grande actividade reprodutiva, durante todo o ano, encontrando-se um período de máxima actividade entre Dezembro e Junho (Arocha, 1997).

Nas áreas conhecidas para a reprodução de espadarte, constata-se que a proporção sexual por comprimentos [número de fêmeas/número total de indivíduos (fêmeas mais machos)] favorece os machos, comparativamente às áreas não adequadas para este comportamento (Mejuto *et al.*, 1998). Segundo estes autores, este padrão característico é considerado um indicador indirecto de áreas de reprodução.

A informação sobre a actividade reprodutora para o Atlântico Nordeste é escassa, não sendo possível definir áreas de reprodução neste lado do Atlântico. Sabe-se que o espadarte desta região não desova no Mar Mediterrâneo (De la Serna *et al.*, 1992; Alvarado Bremer *et al.*, 1999a), sendo ainda pouco claro onde é que estes indivíduos desovam. Na costa noroeste africana, Gorbunova (1969) observou larvas de espadarte em áreas de divergência sub-tropical e, na costa senegalesa e no Golfo da Guiné, foram observadas fêmeas sexualmente activas por Ueyanagi *et al.* (1970) e por Rey (1988a),

respectivamente. Os dados de recapturas nesta região indicam movimentos entre a costa africana (Mauritânia), a sul das ilhas das Canárias e a região dos Açores (Anón., 1997b). Questiona-se se estes movimentos não poderão ser interpretados como migrações para áreas reprodutivas análogas às descritas para o Atlântico Noroeste (Alvarado Bremer *et al.*, 1999a).

O facto de não se esperar encontrar actividade reprodutiva na região dos Açores, estudos sobre a gametogénese e dinâmica da reprodução de espadarte são nulos. Apesar de Garcia & Mejuto (1988) terem encontrado fêmeas potencialmente reprodutoras (que já alcançaram o tamanho de 1ª maturação), com oócitos em estado pré-vitelogénico, numa área que inclui o Arquipélago dos Açores (35°-45°N, 10°-40°W), desconhece-se qual o estado de condição da gónada do espadarte que ocorre especificamente nesta região. Assim, neste estudo propõe-se identificar os estados de maturação histológicos das gónadas femininas e masculinas dos espadartes amostrados, correspondendo-os a uma escala macroscópica da condição da gónada. Propõe-se também, analisar os índices gonadossomático e hepatossomático e o factor de condição, por mês. Foram também estimadas as ogivas de maturação em cada sexo, com vista à sua aplicação no modelo de avaliação do manancial desenvolvido neste estudo, na definição da biomassa desovante.

2. Material e métodos

O comprimento padrão foi registado para 174 indivíduos, sendo 119 fêmeas e 55 machos (Tabela 21). Destes, analisaram-se histologicamente 85 ovários e 46 testículos.

2.1. Procedimento laboratorial

As gónadas provenientes da pesca accidental foram processadas logo após a captura do peixe e as provenientes da campanha de pesca e da pesca comercial, foram mantidas no frio e em gelo, respectivamente. As gónadas foram pesadas com aproximação à décima da grama, através de balanças de precisão.

Para cada gónada foi atribuído um estado de maturação macroscópico. As características macroscópicas consideradas foram a coloração, o tamanho, forma e volume das gónadas, o grau de vascularização, a flacidez, a aparência dos oócitos visíveis à superfície do ovário e a libertação de líquido espermático, após pressão do testículo (Tabela 22). O ovário classificado em estado de postura foi recolhido na Ilha de S. Miguel, não tendo sido imediatamente processado, permanecendo mais de 24

horas no frio. A permanência no frio aliado ao estado de condição dos ovários, acelerou o processo de degeneração dos tecidos, não tendo sido possível analisá-los histologicamente.

Para a análise microscópica foram efectuados cortes na zona média da gónada, já que não são esperadas diferenças significativas no desenvolvimento oocitário, entre as várias secções do ovário e localização dentro de cada secção (Uchiyama & Shomura, 1974; Arocha, 1997). A espessura das peças foi aproximadamente de 0,5 cm. Estas foram inicialmente fixadas em Bouin, alterando-se posteriormente, para o líquido de San Felice (Anexo 3.1), dada a aparente ineficácia do primeiro fixador para gónadas de grandes dimensões. Os tempos de fixação com o líquido de San Felice foram ajustados após algumas preparações preliminares, tendo sido fixados consoante o diâmetro da peça, sendo um período de 24 horas para diâmetros inferiores a 5 cm e 48 horas para diâmetros superiores a 5 cm. Passados os respectivos tempos de fixação, as peças foram lavadas em água corrente até perderem os restos de fixador, sendo conservadas em álcool a 70% e processadas histologicamente com a brevidade possível de modo a evitar uma desidratação excessiva.

As peças foram impregnadas em parafina segundo protocolo laboratorial descrito em anexo (Anexo 3.2). Posteriormente, foram seccionadas em cortes com espessuras que variaram entre 9 e 12 μm , com um micrótomo de faca móvel, sendo os cortes colocados em lâminas. A coloração do material biológico com Hematoxilina e Eosina, foi realizada segundo a técnica em uso no DOP/UAC (Costa & Chaves, 1943 *in* Isidro, 1996) (Anexo 3.3). As secções coradas foram montadas entre lâmina e lamela com DPX.

As preparações foram observadas através de um microscópio óptico (Leitz® Dialux 20), sendo as imagens e as medições dos oócitos, analisadas através de um sistema de tratamento de imagem (MacPerceptics®).

Tabela 21: Distribuição mensal dos comprimentos dos exemplares amostrados, por sexo, para o estudo da reprodução realizada na área dos Açores (intervalo de classe: 5 cm)

		Machos											
		Fêmeas											
Ljfi (cm)	Total	Jan	Fev	Mar	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total	
85-	3				1					1	1	3	
90-	3	1							1	1		3	
95-	1									1		1	
100-	1									1		1	
105-	4						1			2		4	
110-	3	1								1	1	3	
115-	6			1					3	2	2	6	
120-	12	6			3				2	2		12	
125-	7	3							2	4		7	
130-	12	6				1			1	1		12	
135-	4	2								1		4	
140-	1	4								1		1	
145-	12	4			1	2	2		2	1	1	12	
150-	4	1				1	1	1	1	2		4	
155-	3	1							1	3		3	
160-	6	2							1	1		6	
165-	1	2					1		1	3	1	8	
170-	8	2				1			1	1	1	8	
175-	1								1			1	
180-	4	1	1			1	1					4	
185-	2					1				1		2	
190-	6	2				1		1	1	2		6	
200-	5	1			1				1	2		5	
205-	2	1										2	
210-	3	1				1				1		3	
215-	2	1				1			1			2	
230-	2	1							1			2	
240-	1											1	
Total	37	37	1	7	10	9	2	17	30	6			

		Machos											
		Fêmeas											
Ljfi (cm)	Total	Jan	Fev	Mar	Jun	Jul	Ago	Out	Nov	Dez	Total		
70-	1									1	1		
85-	1							1			1		
90-	2							2			2		
95-	5	1						2			5		
105-	2								2		2		
110-	3	1					1				3		
115-	6			1		1		2	1	1	6		
120-	5	2						2	2	1	5		
125-	5	2						1	1		5		
130-	3	2					1				3		
135-	4	4									4		
140-	2								2		2		
145-	3									2	3		
150-	4				2				2		4		
155-	3			1					1		3		
160-	3	1		1			1				3		
165-	2		1								2		
170-	2	1			1						2		
Total	14	14	1	3	3	2	3	10	13	6			

2.2. Caracterização histológica dos estados de maturação macroscópicos

A partir da análise histológica das gónadas, é possível diagnosticar o estado de desenvolvimento da gónada através da identificação das estruturas celulares observadas.

A ovogénese segue um padrão geral semelhante na maioria dos teleósteos e pode ser dividida em quatro fases: 1) proliferação das oogónias por divisão mitótica; 2) ovogénese *per se* ou transformação meiótica das oogónias em oócitos primários; 3) crescimento dos oócitos e 4) maturação (Wallace & Selman, 1981; Maddock & Burton, 1999). Para a interpretação das estruturas celulares durante a ovogénese foram consultados os trabalhos de Wallace & Selman (1981), Arruda (1992), Afonso-Dias (1997), Arocha (1997), Taylor & Murphy (1992), Arocha (1997) e Pina (2000).

A espermatogénese pode ser dividida em três fases principais: 1) espermatocitogénese ou formação dos espermatócitos primários, a partir das espermatogónias; 2) meiose ou formação dos espermatócitos secundários e dos espermatídeos e 3) espermiogénese ou transformação dos espermatídeos em espermatozoides (Selman & Wallace, 1986).

A atribuição do estado de desenvolvimento de um testículo através da análise microscópica envolve a identificação de vários tipos de células, baseada na sua localização a nível do testículo e sua morfologia (Isidro, 1996). Porque a espermatogénese envolve um processo de crescimento dos tubos seminíferos, as terminações proximais destes junto ao sistema de ductos eferentes e central (zona proximal) são mais antigas que as terminações mais distais, junto à periferia do testículo (zona distal) (Grier *et al.*, 1987). Assim, para a identificação dos diferentes estados de maturação da gónada foi considerado o desenvolvimento celular nestas duas zonas dos tubos seminíferos. Para a interpretação dos estados de maturação do testículo foram consultados os trabalhos de Grier (1981), Grier *et al.* (1987), Arruda (1992) e Pina (2000).

Tabela 22: Escala de maturação desenvolvida neste estudo para caracterizar externamente as gônadas de espadarte

Estado	Fêmeas	Machos
I- Imaturo	Ovários em forma de cordas finas, de tamanho igual, ocupam menos de 1/3 da cavidade abdominal, com lúmen distinto, de coloração rosa pálido, pouco irrigados, de seção transversal cilíndrica. Não são visíveis óocitos na túnica do ovário	Testículos alongados, em forma de cordas finas, de tamanho igual, com coloração esbranquiçada. Ocupam menos de 1/3 da cavidade abdominal.
II- Repouso	Ovários com tamanhos diferentes, com forma arredondada. Ocupam 1/3 da cavidade abdominal. O lúmen é distinto, a coloração é rosada, pouco vascularizados. A seção transversal é cilíndrica. Não são visíveis óocitos na túnica do ovário	
III- Início de Desenvolvimento	Ovários com tamanhos diferentes. O maior (direito), é mais volumoso, com lúmen não tão diferenciado, de coloração rosa. O menor é mais fino, com o lúmen distinto, de coloração rosada. Ambos apresentam seção transversal cilíndrica, ocupando mais de 1/3 da cavidade abdominal. São visíveis óocitos opacos, através da túnica.	Testículos com tamanhos diferentes, sendo o maior (direito) achatado e o menor (esquerdo) mantém uma forma alongada fina. Após o corte dos testículos, a seção é triangular. Os testículos ocupam cerca de 1/3 da cavidade abdominal, apresentando uma coloração acinzentada. Testículos com tamanhos diferentes, sendo o direito maior e mais volumoso e menos achatado (arredondado) que o esquerdo. O menor mantém uma forma achatada, de cor esbranquiçada, ocupando entre 1/3 a 2/3 da cavidade abdominal. A seção do corte é triangular.
IV- Em desenvolvimento		
V- Desenvolvimento Avançado		Testículos com tamanhos diferentes, sendo o direito maior que o esquerdo. Ambos apresentam uma forma arredondada, de seção triangular. A coloração é rosada e ocupam mais do que 2/3 da cavidade abdominal. A superfície do testículo não é homogênea, devido à vascularização interna. Por compressão, ocorre liberação de líquido leitoso, de coloração esbranquiçada.
VI- Postura	Ovários com tamanhos diferentes. O maior (direito) é mais volumoso, com o lúmen não diferenciado comparativamente ao menor (esquerdo). Após o corte dos ovários, a coloração da gônada é amarela, sendo visíveis óocitos hialinos, que se desprendem facilmente. Os ovários ocupam toda a cavidade abdominal, apresentando-se vascularizados, com seção transversal cilíndrica	
VII- Parcialmente esgotado	Ovários com tamanhos diferentes, sendo o direito maior que o esquerdo, com o lúmen pouco diferenciado. Ambos os ovários ocupavam mais de 2/3 da cavidade abdominal, vascularizados, forma arredondada, de seção transversal cilíndrica. Após o corte do ovário, a coloração é amarelada, mas já não são visíveis óocitos hialinos residuais.	Os testículos com tamanhos diferentes, sendo o direito maior que o esquerdo. Ambos apresentam uma forma arredondada, flácidos, de coloração acinzentada, com seção transversal triangular. Ocupam entre 2/3 a 1/3 da cavidade abdominal. Após compressão do testículo, pode ainda ocorrer liberação de líquido espesso e esbranquiçado.
VIII- Reconversão	Ovários com tamanhos diferentes, sendo o direito maior do que o esquerdo. Os ovários ocupam entre 1/3 a 2/3 da cavidade abdominal, com seção cilíndrica. Não são visíveis óocitos na túnica.	Os testículos com tamanhos diferentes. De forma achatada, apresentam manchas escuras visíveis à superfície, com seção transversal triangular e ocupando cerca de 1/3 da cavidade abdominal.

2.3. Diâmetros oocitários

Na maioria dos teleósteos, o desenvolvimento do ovário pode ser classificado como síncrono ou assíncrono, de acordo com o padrão de desenvolvimento oocitário (Wallace & Selman, 1981). A partir da amostra de fêmeas, foram registados os diâmetros dos oócitos (medida efectuada a partir dos dois pontos mais distantes do oócito), nos diferentes estados de maturação, no sentido de identificar a existência de diferentes gerações de oócitos. Como medida de padronização só foram medidos os oócitos em que se visualizava o núcleo central tal como sugerido por Arocha (1997) e DeMartini *et al.* (2000). Foram usados os critérios propostos por Taylor & Murphy (1992) e Arocha & Lee (1995), baseados na dimensão dos oócitos, para a identificação do estado de desenvolvimento dos oócitos.

Devido ao estado de conservação da gónada identificada em estado VI (Postura) não foi possível a recolha de secções da mesma com vista à realização de preparações histológicas. A partir de uma porção do ovário, previamente pesado, foram efectuadas medições dos oócitos, com lupa binocular.

2.4. Ocorrência mensal dos estados de maturação

Analisou-se a ocorrência mensal de cada estado de maturação identificado em cada sexo, relacionando-a com a temperatura à superfície. Os valores de temperatura utilizados foram obtidos da média aritmética dos valores térmicos de três estações meteorológicas dos Açores (Flores, Terceira e Santa Maria), por mês, cedidos pelo Instituto de Meteorologia (*Vidé* "Fontes de informação").

2.5. Índices gonadossomático e hepatossomático e factor de condição

Alterações mensais no peso do corpo e do fígado estão relacionadas com a dinâmica de armazenamento e gasto de energia usada para a manutenção, crescimento e reprodução (Isidro, 1996). Durante o ciclo reprodutivo, ocorrem variações importantes no estado fisiológico dos indivíduos que podem ser descritas pelos índices gonadossomático (IG) e hepatossomático (IH) e pelo factor de condição (FC). Porque não é esperado encontrar, ao nível da população, um período de grande actividade reprodutiva na área dos Açores, propõe-se neste estudo, estimar os índices gonadossomático e hepatossomático e o factor de condição, no sentido de se identificar alterações fisiológicas ao nível do indivíduo.

Na maioria dos peixes teleósteos, o peso relaciona-se proporcionalmente segundo uma potência cúbica do comprimento, resultando num índice que é aproximadamente proporcional ao peso relativo das gónadas ou fígado (Kume & Joseph, 1969; Holden & Raitt, 1974). Assim, para o cálculo dos índices gonadossomático e hepatossomático, utilizou-se o comprimento do indivíduo devido aos procedimentos de amostragem em lota.

O índice gonadossomático (IGS) é usado como um indicador da actividade maturativa das gónadas. Para o cálculo mensal deste índice foi usada a equação segundo Kume & Joseph (1969):

$$\text{IGS}=(W_g/L^3)*10^4,$$

onde W_g é o peso das gónadas em gramas, registado com uma precisão de décima de grama (g), L é o comprimento padrão (ljl) aproximado ao centímetro inferior (cm).

Com o objectivo de se estabelecer uma relação entre o ciclo reprodutivo e o peso do fígado, foi estimado o índice hepatossomático (IHS).

$$\text{IHS}=(W_f/L^3)*10^4,$$

onde W_f é o peso do fígado em gramas, registado com uma precisão de décima de grama (g), L é o comprimento padrão (ljl) aproximado ao centímetro inferior (cm).

Os valores calculados para o factor de condição permitem estudar variações de peso relativamente ao comprimento total. Este factor revela uma grande utilidade pois constitui um indicador da condição física dos indivíduos ao longo do ciclo reprodutivo anual (Azevedo, 1990a; Arocha, 1997).

Para o cálculo mensal do factor de condição (FC) seguiu-se o procedimento proposto por Arocha (1997), que consiste na utilização da equação inversa da relação entre o peso limpo (Dwt) e o comprimento padrão (Ljfl) estimada neste estudo para os sexos combinados (*Vidé* "Capítulo 4: Amostragem biológica dos desembarques").

A fórmula de cálculo do índice de condição (FC) pode ser escrita da seguinte forma:

$$\text{FC}=(Dwt/9,707*10^{-6}*Ljfl^{3,458}),$$

onde Dwt é o peso limpo em kg, registado com uma aproximação da décima do kg e $Ljfl$ é o comprimento padrão aproximado ao centímetro inferior (cm).

Os índices propostos nesta análise foram estimados para indivíduos potencialmente maduros, *i.e.*, a partir do comprimento 149 cm para as fêmeas e 95 cm para os machos, correspondentes ao comprimento mínimo de maturação encontrado neste estudo, em cada sexo. Este critério foi estabelecido devido à existência de uma relação linear entre o índice gonadossomático e o comprimento das fêmeas (Garcia & Mejuto, 1988). Para além disso, é recomendada a utilização de indivíduos adultos que já atingiram o comprimento de 1ª maturação na definição de áreas de reprodução (Mejuto & Garcia, 1997).

2.6. Cálculo do comprimento e da idade de 1ª maturação

O comprimento médio da 1ª maturação sexual pode ser definido como o comprimento onde 50% dos indivíduos apresentam as gónadas em avançado estado de maturação (King, 1995). Segundo este autor, a informação de base para a estimação do comprimento de 1ª maturação ($L_{50\%}$) deverá ser proveniente de amostras recolhidas durante a estação da desova com vista a conhecer-se a proporção de indivíduos sexualmente maduros por classe de comprimento. Neste estudo, a informação de base para a estimação do comprimento de 1ª maturação foi recolhida ao longo do ano. O tipo de arte de pesca aliado à zona geográfica em estudo favoreceu a ocorrência de comprimentos pequenos e de fêmeas na amostra. Estas limitações irão ter repercussões na determinação dos parâmetros a analisar, para cada sexo. Para colmatar esta dificuldade, estimou-se o comprimento de 1ª maturação, a partir de classes de comprimento de 10 cm de intervalo.

O cálculo do comprimento de 1ª maturação baseou-se na relação existente entre a proporção de indivíduos maduros e o comprimento, podendo ser descrita segundo uma curva logística, que linearizando assume a forma (Afonso-Dias, 1997):

$$\ln [p_L / (1 - p_L)] = \text{logit} = a + b * L',$$

onde p_L é a proporção de indivíduos maduros por classe de comprimento e L' é o ponto central da classe de comprimento.

Para o cálculo da idade de 1ª maturação ($t_{50\%}$) foram usadas as equações de crescimento baseadas nos comprimentos retrocalculados pela metodologia de Ehrhardt (1992) (*Vidé* "Capítulo 1: Idade e crescimento"). A equação inversa de crescimento assume a seguinte forma (Gulland, 1969):

$$t_{50\%} = t_0 - (1/k) * \ln [1 - (L_{50\%} / L_{\infty})],$$

onde t_0 é a idade teórica correspondente ao comprimento zero; k é o coeficiente de crescimento; $L_{50\%}$ é o comprimento de 1ª maturação e L_{∞} é o comprimento assintótico.

Os critérios usados para diferenciar indivíduos maduros de imaturos foram segundo DeMartini *et al.* (2000):

1.1-As fêmeas foram consideradas imaturas se histologicamente não foram observados sinais da vitelogênese ou nenhuma evidência de atresia.

1.2-As fêmeas foram consideradas maduras se histologicamente foram observados sinais da vitelogênese ou evidência de atresia α e β .

2.1-Os machos foram considerados imaturos se a espermatogênese (meiose) não estiver presente ou se esta ocorrer, se a quantidade de espermatozoides no lúmen dos tubos seminíferos for reduzida.

2.2-Os machos foram considerados maduros se a espermatogênese estiver presente, com os espermatozoides preenchendo o lúmen dos tubos seminíferos e ductos eferentes e central. Foram também considerados indivíduos maduros, machos em reconversão dos testículos.

3. Resultados

3.1. Caracterização histológica do estado de maturação macroscópico

3.1.1. Fêmeas

De acordo com a escala de maturação macroscópica estabelecida, foram identificados seis estados de maturação na amostra recolhida de fêmeas, sendo: Estado I- Imaturo, Estado II- Repouso, Estado III- Início de desenvolvimento, Estado VI- Postura, Estado VII- Parcialmente esgotado e Estado VIII- Reconversão. Cada um destes estados foi caracterizado segundo o seu aspecto histológico.

Estado I: Imaturo

Este estado corresponde à fase inicial de diferenciação do ovário. No esboço dos septos ováricos que formam cristas que se organizam centriptamente, observa-se uma grande quantidade de aglomerados de oogônias e oócitos em estado de cromatina-núcleo. As oogônias são células pequenas de secção circular ou oval, formadas por mitose, a partir das células germinativas primárias. Os oócitos em estado cromatina-núcleo diferenciam-se das oogônias, pois normalmente não estão aglomerados, são

maiores, com um diâmetro do núcleo maior e apresentam uma zona estreita de citoplasma.

Numa fase avançada deste estado, podem observar-se oócitos em estado perinucleolar, caracterizados pelo aparecimento de numerosos nucléolos basofílicos e por um citoplasma homogéneo e fortemente basofílico. As primeiras células foliculares surgem a envolver o oócito, em contacto próximo com a membrana oocitária.

Os estados celulares acima descritos estão presentes em todos os estados de desenvolvimento do ovário (Figura 19).

Estado II: Repouso

As formações celulares presentes neste estado são idênticas às descritas no estado I (Figura 19).

Estado III: Início do desenvolvimento

Histologicamente, observam-se oócitos nos estados perinucleolar e alvéolos corticais, conjuntamente com as oogónias e oócitos em estado cromatina-nucléolo (Figura 20). Os oócitos em estado perinucleolar encontram-se em duas fases de desenvolvimento, sendo distinguidos pelo seu tamanho, por um maior número de nucléolos na periferia do núcleo e pela perda gradual da afinidade cromática do citoplasma. Nesta última fase de desenvolvimento, distingue-se já uma camada de células achatadas da granulosa rodeando os oócitos. Os oócitos em estado alvéolos cortical apresentam um diâmetro maior que no estado anterior (perinucleolar), aumento mais pronunciado no diâmetro do oócito relativamente ao diâmetro do núcleo. O citoplasma vai perdendo gradualmente as suas características basofílicas. Os oócitos neste estado, apresentam vacúolos citoplasmáticos e na periferia do oócito, aparecem alvéolos corticais que opticamente aparecem vazios/transparentes. Durante esta fase de desenvolvimento do oócito, os alvéolos aumentam em número, deixando apenas uma pequena zona do citoplasma à volta do núcleo. Os nucléolos distribuem-se ao longo da membrana nuclear e surgem pequenas gotas lipídicas na camada basofílica de citoplasma à volta do núcleo. Estas pequenas gotas transformam-se, por fusão, noutras maiores e formam uma camada em torno do núcleo. Esta fase de desenvolvimento é também assinalada pela diferenciação dos elementos constituintes do folículo: a zona radiata, interna e apresentando um aspecto estriado característico, a granulosa,

constituída por uma camada única de células e, externamente, um invólucro delgado, que corresponde a teca.

Estado VI: Postura

Tal como referido anteriormente, não foi possível processar o ovário em postura. Em Arocha (1997) foi possível obter uma imagem do aspecto histológico de oócitos em estado hidratação (*Vidé “Agradecimentos”*) (Figura 20). Este estado é caracterizado pela dissolução do núcleo, pela coalescência dos glóbulos de vitelo, que vão formar placas de vitelo, pelo fusionalamento das gotas lipídicas, que vão formar uma única gota que persiste até à fase embrionar e pela proeminência da zona radiata, que neste estado é designada por *chorion*. Este estado antecede a ovulação e posteriormente, a postura (Arocha, 1997).

Estado VII: Parcialmente esgotado

Os ovários identificados neste estado já tinham cessado a época de postura. Histologicamente, os ovários apresentam uma miscelânia de células e resíduos celulares no lúmen, aliada a uma desorganização dos septos ováricos. Estes apresentavam espaços conspícuos, indicadores de uma postura recente, superior a 48 horas, pois não foram observados folículos pós-ovulatórios. Devido à maior actividade do epitélio germinativo, observa-se um grande número de oócitos em estado perinucleolar, assim como em estado de alvéolos cortical (Figura 21).

A maioria dos oócitos de maiores dimensões encontra-se em estado α de atresia, e numa fase mais avançada deste estado, podem ser observadas grandes estruturas atréticas em estado β . A fase inicial do estado α de atresia é caracterizada pela desintegração do núcleo, evidenciada por uma forma irregular e coloração granulosa, e pelo enrugamento da zona radiata, que gradualmente perde o aspecto estriado característico e adquire uma espessura e diâmetro irregulares. Posteriormente, as células da granulosa aumentam de tamanho e após a ruptura da zona radiata, invadem o oócito em degeneração. A teca permanece como uma camada fina a cobrir as células da granulosa. Esta fase termina com a reabsorção completa do citoplasma e do vitelo, se presente. A estrutura resultante, estado β de atresia, é normalmente mais pequena que o oócito original. Os estados subsequentes são usados na reabsorção dos constituintes resultantes do folículo. Na fase inicial do estado β de atresia, o folículo é uma estrutura

compacta, composta por numerosas células da granulosa desorganizadas, envolvidas pela teca e uma camada de vasos sanguíneos.

Estado VIII: Reconversão

Este estado resulta da progressão dos aspectos citológicos descritos anteriormente. Este estado caracteriza-se histologicamente, pelo desenvolvimento de um grande número de oócitos no estado perinucleolar e pela consolidação do tecido conjuntivo. São visíveis algumas estruturas atréticas na fase final do processo de reabsorção, nomeadamente atrésia β e gama (γ), e é patente uma reorganização geral dos septos ováricos. (Figura 21). A Figura 22 representa os dois percursos de atrésia folicular: β e γ .

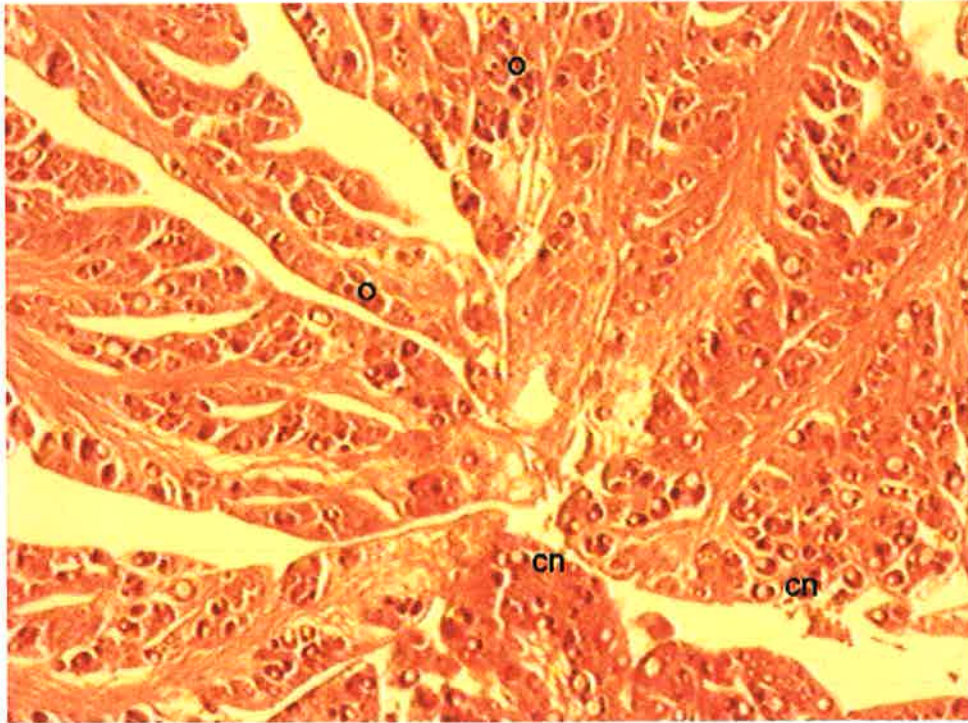
3.1.2. Machos

De acordo com a escala de maturação macroscópica estabelecida neste estudo, foram identificados seis estados de maturação na amostra recolhida de machos, sendo: Estado I- Imaturo, Estado III- Início de desenvolvimento, Estado IV- Em desenvolvimento; Estado V- Desenvolvimento avançado; Estado VII- Parcialmente esgotado e Estado VIII- Reconversão. Cada um destes estados foi caracterizado segundo o seu aspecto histológico.

Estado I: Imaturo

Histologicamente, a gónada é composta inicialmente por tecido germinativo e por tecido intersticial, localizado principalmente na região do hilo, da qual parte uma grande quantidade de ramificações finas que penetram na zona germinativa. Ambos os constituintes histológicos são envolvidos pela túnica albugínea. Ainda não existe desenvolvimento tubular, mas já se distinguem espermatogónias. Estas são células com um grande núcleo e estão confinadas a cistos germinais, sendo designadas por espermatogónias primárias. Durante o período de multiplicação, estas células sofrem várias divisões mitóticas e transformam-se em espermatogónias secundárias, mais pequenas e mais numerosas que as primárias. À medida que este processo de multiplicação celular decorre, a densidade da cromatina no núcleo aumenta e, por isso, os núcleos mostram-se cada vez mais escuros (Figura 23).

A



B

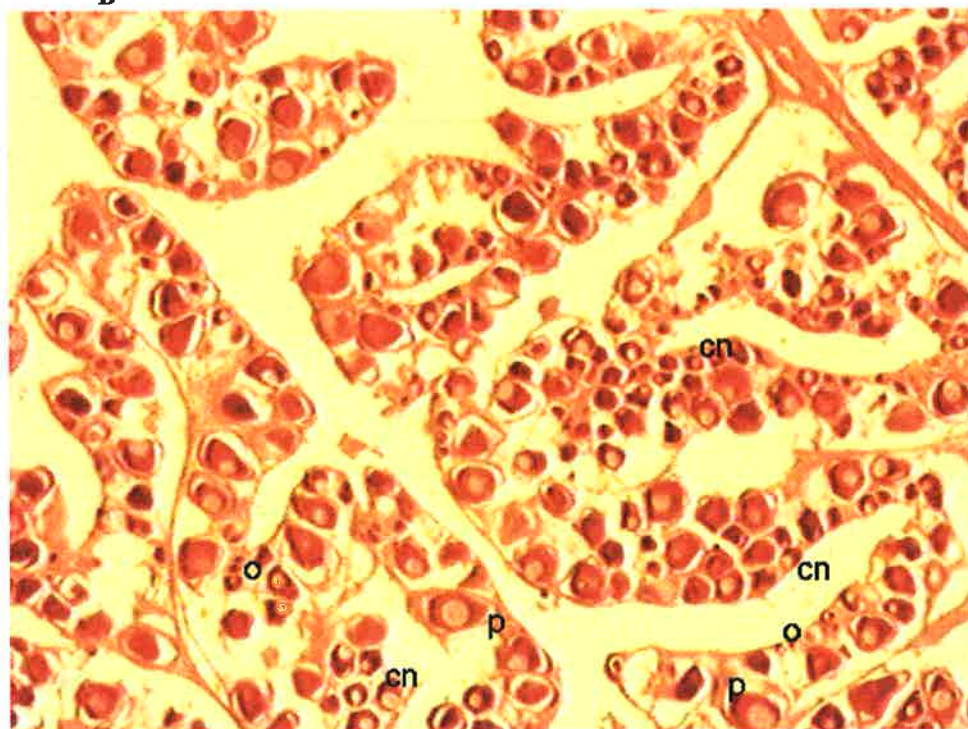
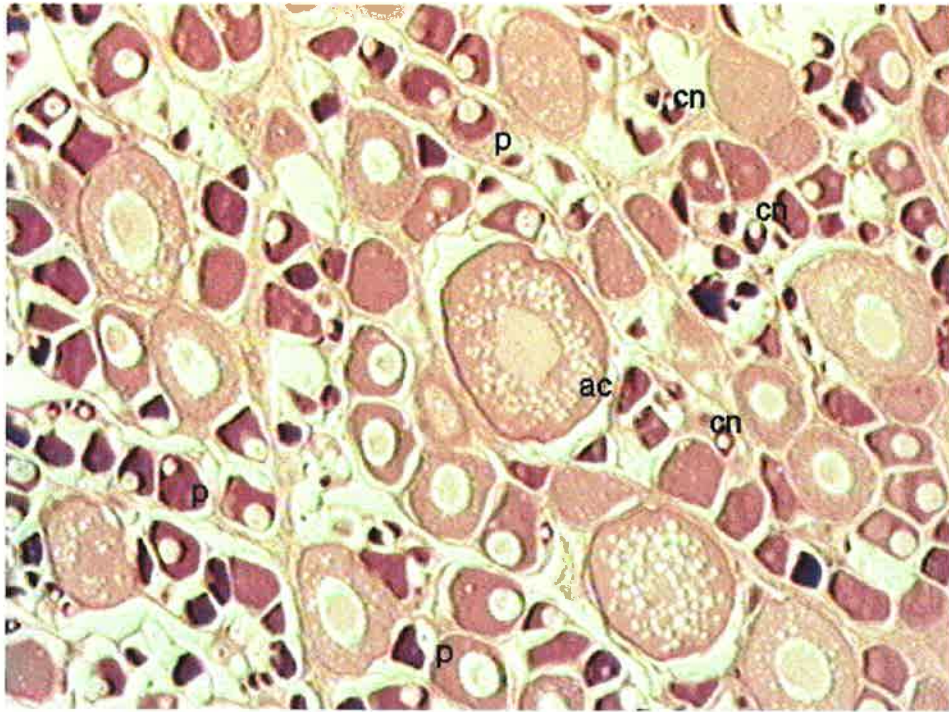
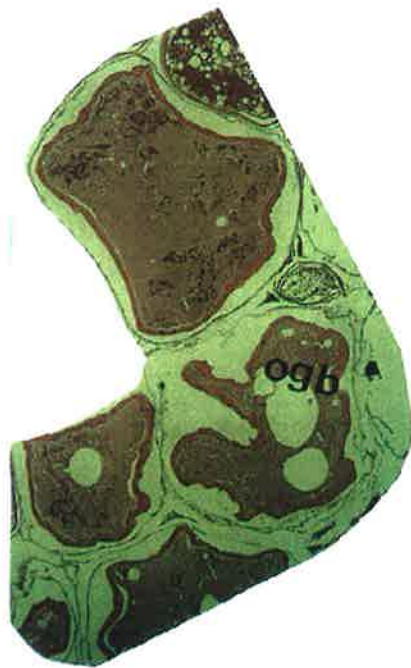


Figura 19: Aspecto histológico de um ovário de *Xiphias gladius* imaturo (A) e em repouso sexual (B), observando-se O-oogónias; cn-oócitos em cromatina-nucleólo; p-oócitos em estado perinucleolar. Ampl. 40x

A



B



(adaptada de Arocha, 1997)

Figura 20: Aspecto histológico de um ovário de *Xiphias gladius* em início de desenvolvimento (A) e em hidratação (B) (Ampl.40x), observando-se: cn-oócitos em estado cromatina-nucléolo; p-oócitos em estado perinucleolar; ac-oócitos em estado alvéolos corticais; ogb-óocito hidratado com glóbulos lipídicos em fusão (Arocha, 1997).

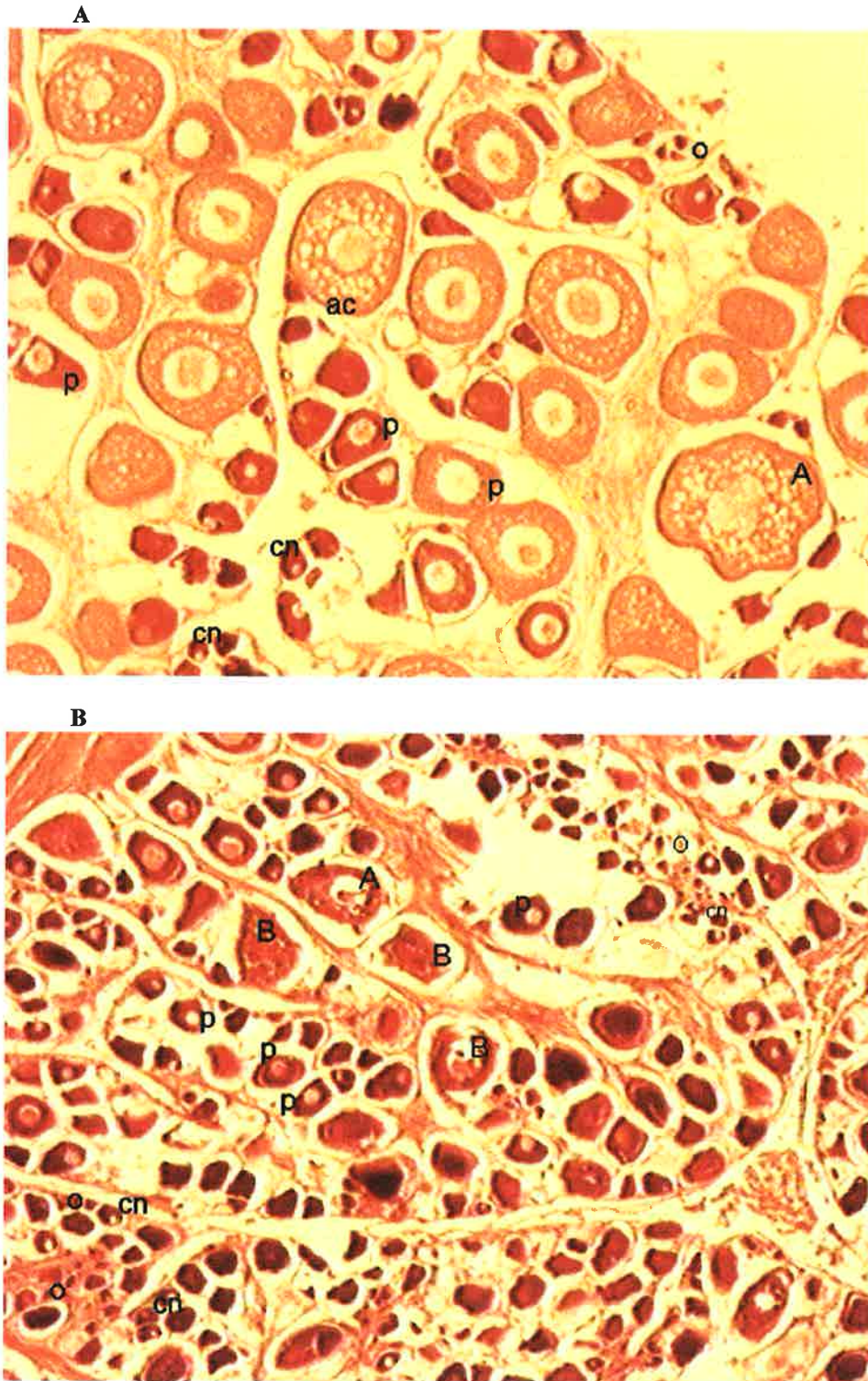
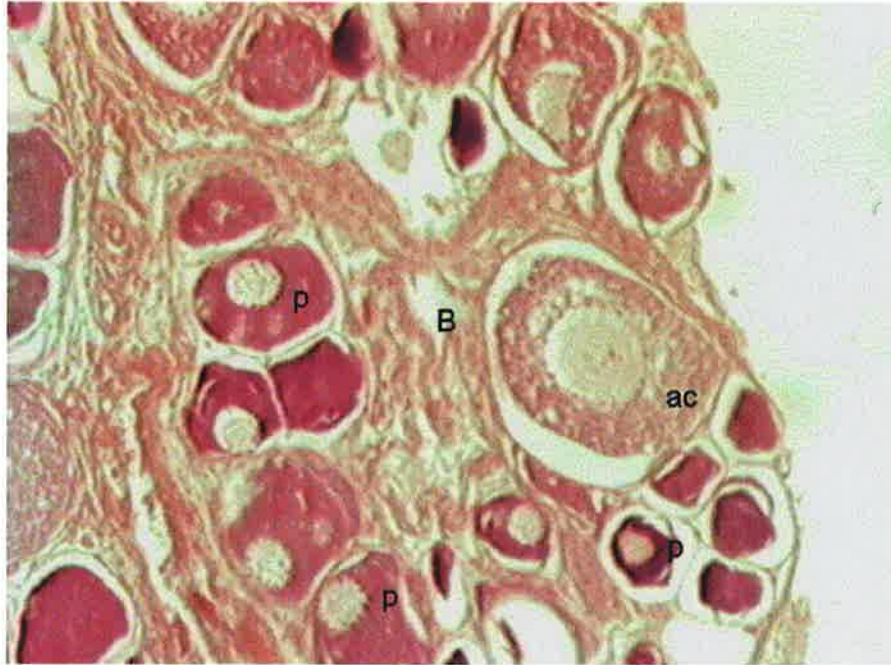


Figura 21: Aspecto histológico de um ovário de *Xiphias gladius* parcialmente esgotado (A) e em reconversão (B) (Ampl.40x), observando-se O-oogónias; cn-oócitos em estado cromatina-nucleólo; p-oócitos em estado perinucleolar; ac-oócitos em estado alvéolos corticais; A-oócito vitelogénico em atresia α ; B-atresia folicular.

A



B

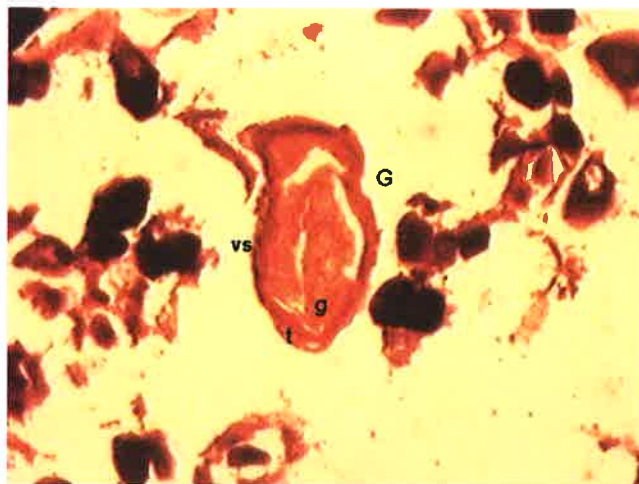


Figura 22: Dois estados de atresia folicular, atresia β (A) (Ampl. 100x) e atresia γ (B) (Ampl. 100x), observados no ovário de *Xiphias gladius*, observando-se p-oócito em estado perinucleolar, ac-oócito em estado alvéolos corticais, B-folículo em atresia β , t-teca; g-granulosa, vs-vaso sanguíneo; G-folículo em atresia γ

Estado III: Início de desenvolvimento

Com o início da meiose, inicia-se o crescimento tubular, sendo observado por um grande número de tubos seminíferos que muda de forma e de tamanho, aparecendo separados por tecido intersticial que começa a tornar-se espesso. Nas paredes dos tubos observam-se cistos de espermatogônias secundárias e de espermátócitos primários. Estes são semelhantes em tamanho às espermatogônias secundárias, mas diferem destas pois os seus núcleos são mais escuros, como resultado do aumento da densidade de cromatina (Figura 23).

Estado IV: Em desenvolvimento

A observação microscópica revela que o tecido intersticial e os tubos seminíferos são ainda bem distintos. O seu interior encontra-se coberto por espermatogônias, que permanecem junto das paredes dos tubos, rodeando os cistos da série espermática. Como resultado da segunda divisão da meiose, são produzidos espermátócitos secundários, mais pequenos que os primários, com a cromatina mais condensada. Posteriormente, são produzidos os espermátídeos, células ainda mais pequenas, agregadas em cistos, com o material cromático de aspecto denso que, posteriormente se transformam em espermatozóides, dando início à terceira fase de desenvolvimento, a espermiogénese.

Os espermátídeos são identificados pelas suas dimensões ainda mais reduzidas, sua localização em cistos, coloração muito escura, ausência de flagelo e estão, normalmente associados aos cistos de espermatozoides. Estes são libertados no lúmen dos tubos seminíferos quando a parede dos cistos rebenta, sendo identificados pelas suas reduzidas dimensões, presença de flagelo, localização no lúmen dos tubos, ductos eferentes e principal. Neste estado de maturação, os espermatozóides não ocupam mais de $\frac{2}{3}$ do lúmen dos tubos (Figura 24).

Estado V: Desenvolvimento avançado

Com a produção contínua de espermatozóides, a sua quantidade vai aumentando progressivamente no lúmen dos tubos seminíferos. Observando as preparações histológicas, constata-se que o enchimento dos tubos é cada vez maior, que o tecido intersticial se torna cada vez mais fino e que o número de cistos de espermatozóides presentes diminui (Figura 24). Nas terminações proximais dos tubos observa-se uma

grande quantidade de esperma, ocupando mais de $\frac{2}{3}$ do lúmen, e nas terminações distais, ainda é observada a meiose, com todas as células do ciclo espermático.

Estado VII: Parcialmente esgotado

Histologicamente, verifica-se que os tubos seminíferos têm ainda uma grande quantidade de espermatozóides. As paredes do lúmen tornam-se progressivamente mais grossas, da periferia para o centro, e os vasos sanguíneos cuja a secção tinha alargado durante a espermatogénese, surgem com diâmetro reduzido (Figura 25).

Em consequência das emissões sucessivas, nas terminações distais dos tubos, a quantidade de espermatozóides diminui progressivamente, observando-se nas paredes dos tubos, cistos de espermatócitos, espermatídeos e poucas espermatogónias. Nas terminações proximais dos tubos, o testículo conserva a estrutura de um testículo em postura, com uma quantidade considerável de espermatozóides, mas já sem células representativas de outros estados da espermatogénese.

Estado VIII: Reconversão

A observação histológica destes testículos mostra o tecido intersticial irregularmente espesso, os vasos sanguíneos congestionados e muitas células sexuais degeneradas. Nas terminações distais dos tubos seminíferos, o lúmen apresenta-se desprovido de espermatozoides, apresentando um número considerável de espermatogónias, que estão distribuídas ao longo das paredes dos tubos. Nas terminações proximais dos tubos, pode ainda observar-se alguns espermatozoides residuais (Figura 25).

Este estado marca o início da absorção dos espermatozóides remanescentes. O tecido intersticial atinge um desenvolvimento maior e a formação de novas paredes começa, associada à actividade espermatogonial que é indicada pelo grande número de núcleos em actividade mitótica.

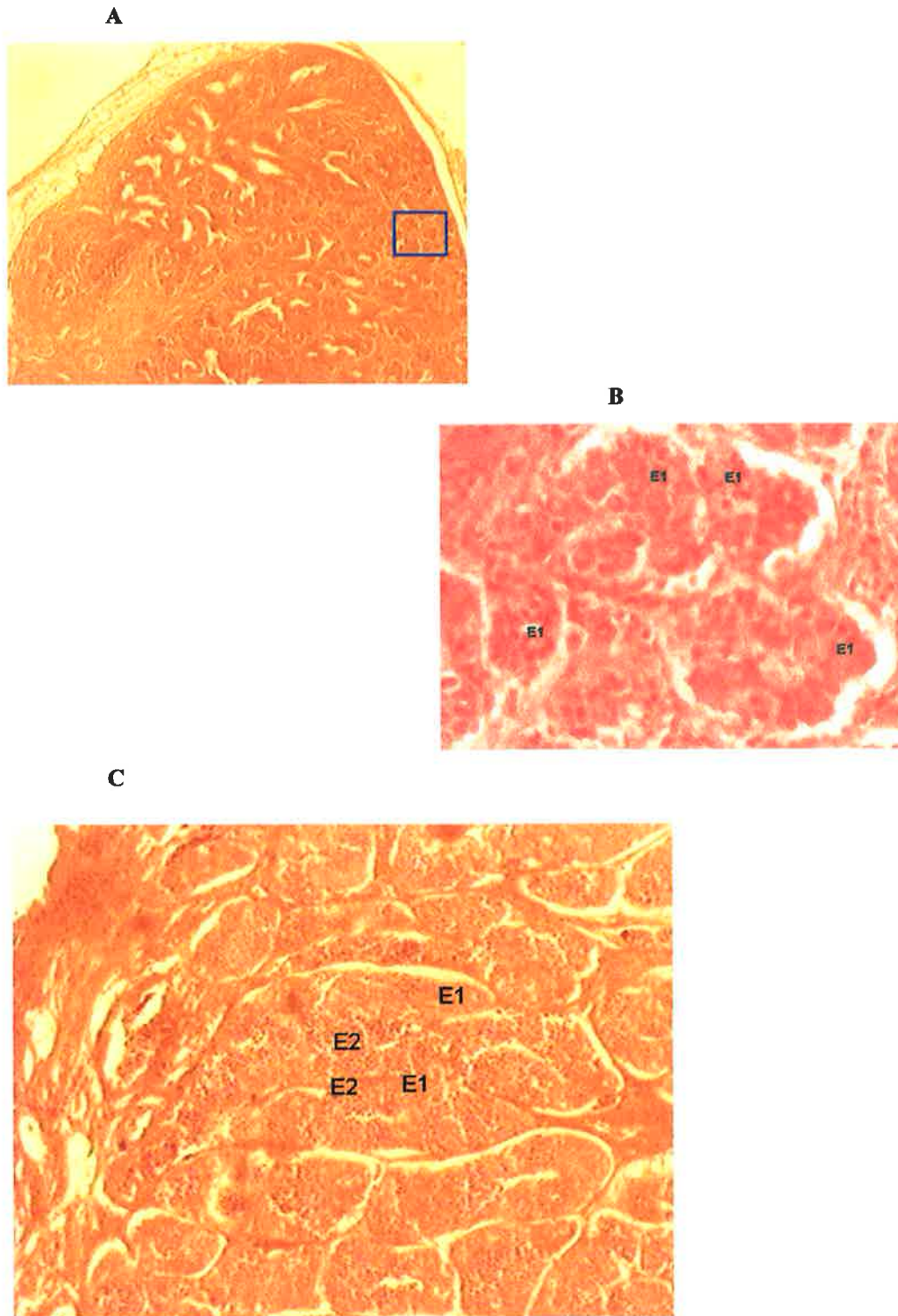
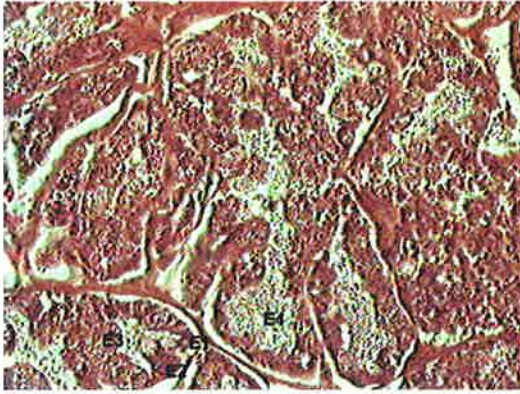
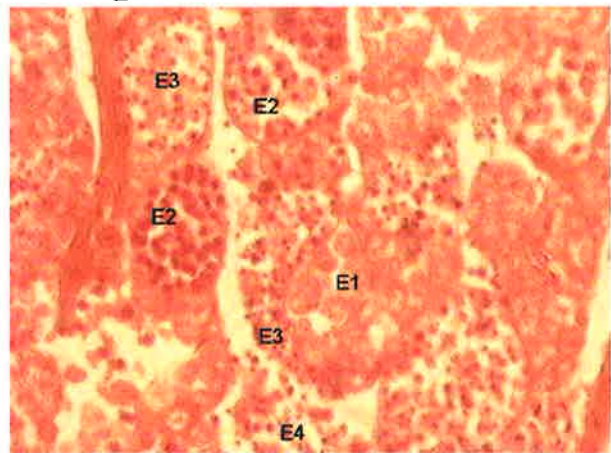


Figura 23: Aspecto histológico de um testículo de *Xiphias gladius* imaturo (A) (Ampl. 40x) e ampliação da imagem anterior, indicando a proliferação de várias gerações de espermatogônias (E1) (B) (Ampl. 100x). Aspecto histológico de um testículo em início de desenvolvimento (C) (Ampl.40x), observando-se E1-Espermatogônias; E2-Espermatócitos

A



B



C

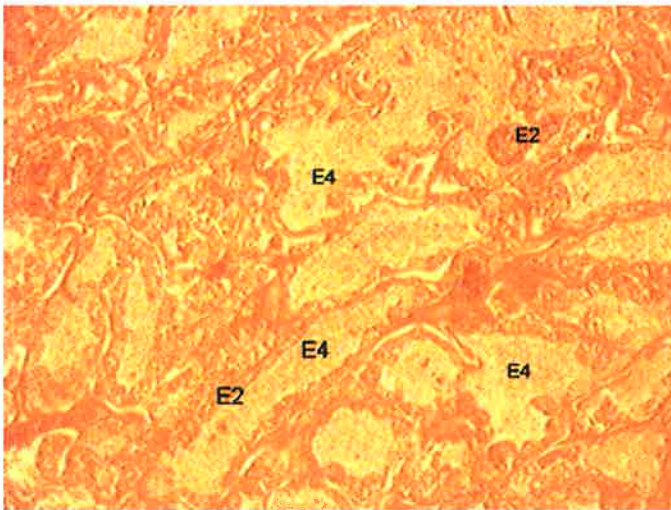


Figura 24: Aspecto histológico de um testículo de *Xiphias gladius* em desenvolvimento (A) (Ampl. 100x) e disposição das células espermáticas nas paredes dos tubos seminíferos (B) (Ampl. 400x). Aspecto histológico de um testículo em desenvolvimento avançado (C) (Ampl.40x). E1- Espermatozóides; E2-Espermatócitos; E3-Espermatídeos; E4-Esperma.

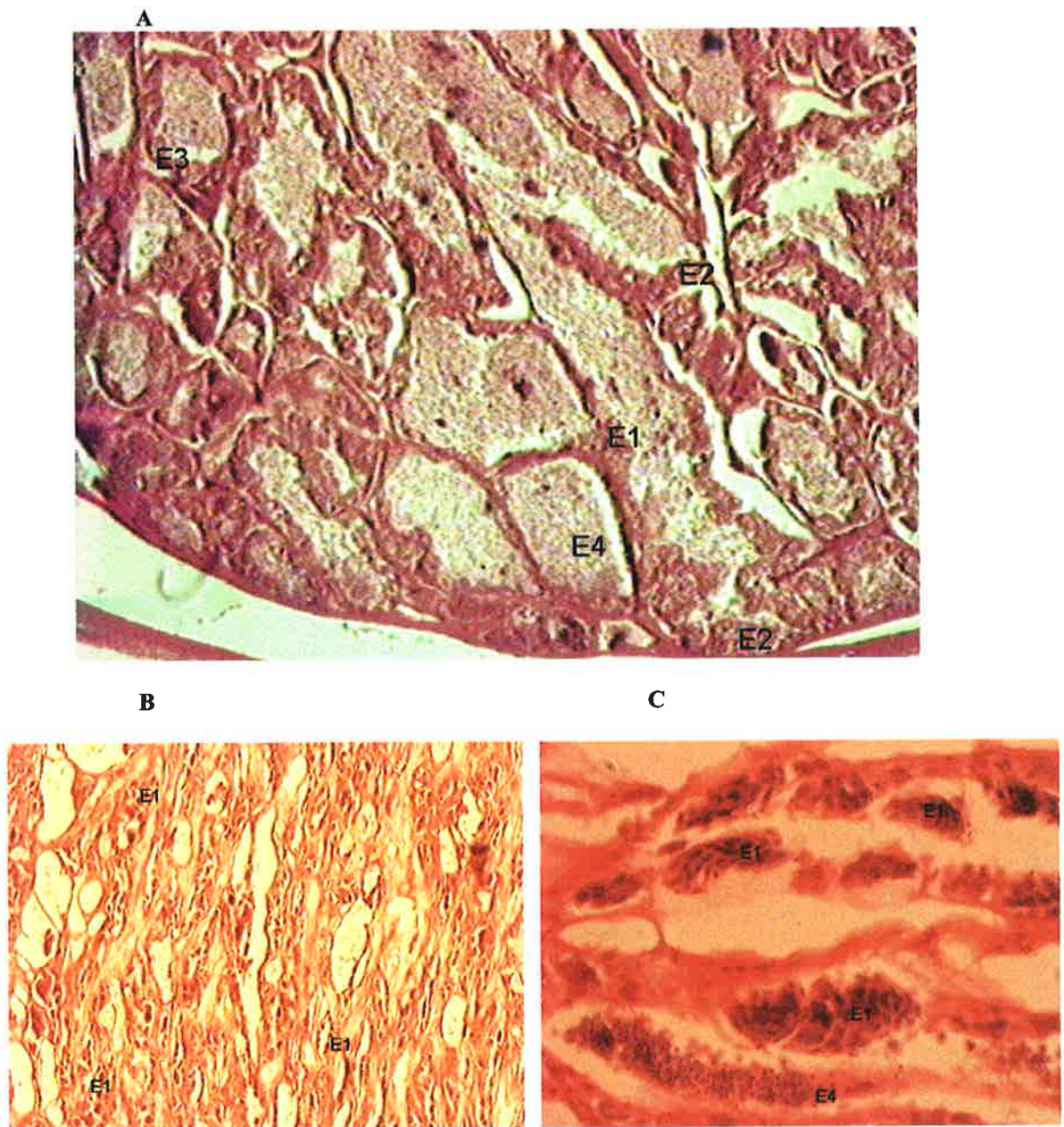


Figura 25: Aspecto histológico de um testículo de *Xiphias gladius* parcialmente esgotado (A) e em reconversão (B) (Ampl.40x), observando-se E1-Espermatogónias; E2-Espermatócitos; E3-Espermatídeos; E4-Esperma. Cistos de espermatogónias e esperma residual, num testículo em reconversão (C) (Ampl. 400x)

3.2. Diâmetros oocitários

A Figura 26 apresenta a distribuição de frequências do diâmetro dos oócitos, encontrada em cada estado de maturação, com exceção do estado VI (postura).

Nos estados de maturação I (Imaturo) e II (Repouso), o intervalo de diâmetros oocitários variou entre 20 e 165 μm , com um grupo de oócitos predominantes de diâmetro inferior a 50 μm , correspondendo às oogónias e a oócitos em estado cromatina-nucléolo. Nestes ovários encontram-se também oócitos em fase inicial do estado perinucleolar, cujo diâmetro varia entre 50 e 130 μm .

No estado III (Início do desenvolvimento), o intervalo de diâmetro dos oócitos variou entre 25 e 352 μm . Para além de um importante grupo de oócitos perinucleolares (50-180 μm), observa-se já um aglomerado de oócitos cujas dimensões são superiores a 180 μm , correspondentes a oócitos em estado alveólos corticais com e sem deposição lípidica (180-500 μm).

No estado VII (Parcialmente esgotado), os oócitos perinucleolares são o grupo predominante, mas observa-se ainda a presença de oócitos cujas dimensões variam entre 180 e 535 μm , correspondendo a oócitos em estado de alveólos cortical e em estado de grânulos de vitelo (> 500 μm).

No estado VIII (Reconversão), o intervalo de diâmetros dos oócitos variou entre 25 e 285 μm , sendo os oócitos perinucleolares o grupo dominante (Figura 26).

O ovário em estado VI de desenvolvimento (Postura) apresentou um importante grupo de oócitos com diâmetros que variaram entre 1400 e 1900 μm , correspondentes a oócitos em ovulação. Os oócitos cujas dimensões variaram entre 1000 e 1200 μm , correspondem a oócitos em estado vitelogénico e entre 1200 e 1400 μm , encontram-se no estado de migração da vesícula germinal (Figura 27).

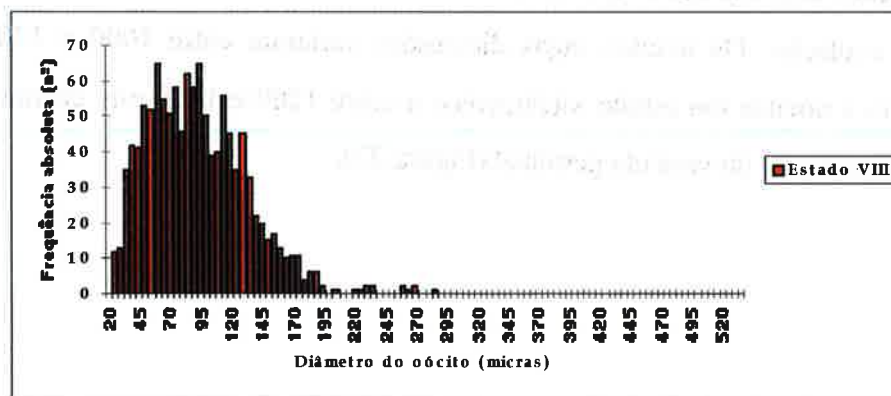
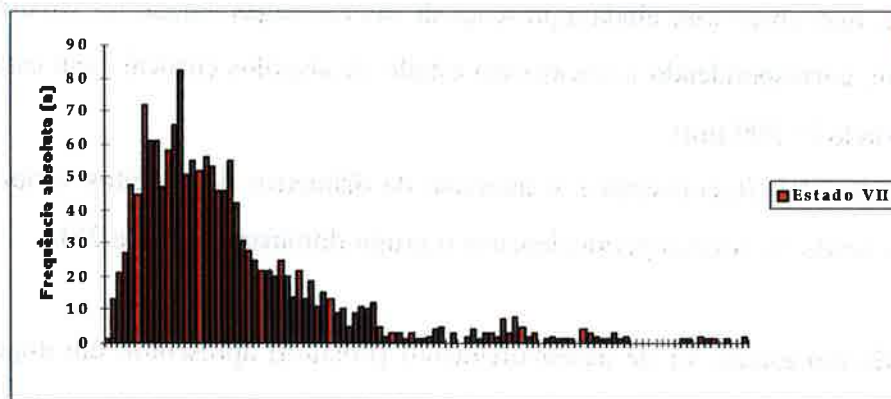
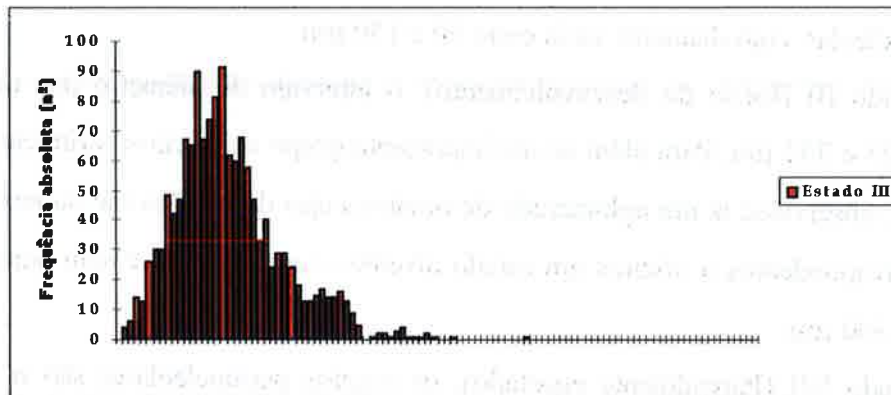
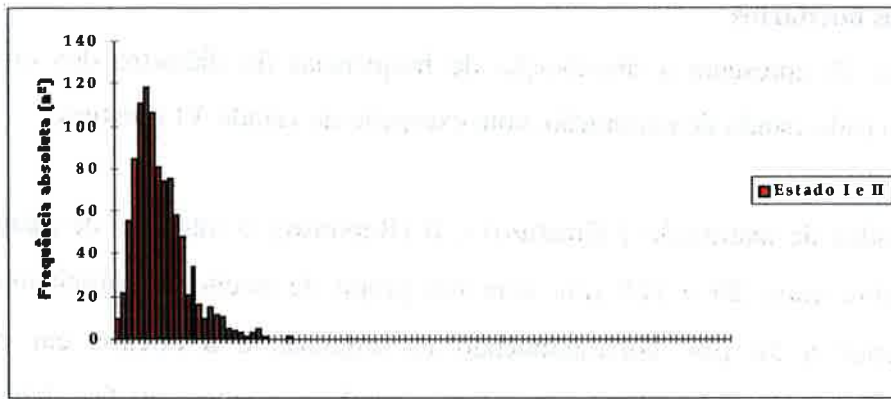


Figura 26: Distribuição de frequências do diâmetro dos oócitos (micras), nos estados I, II, III, VII e VIII

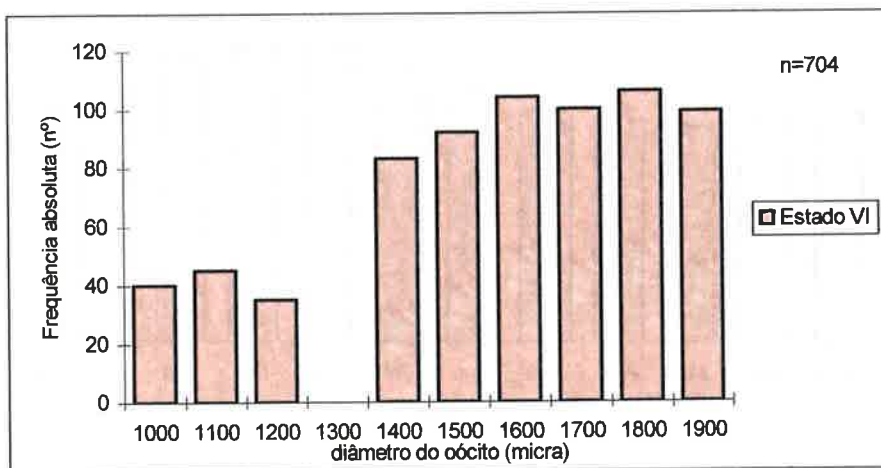


Figura 27: Distribuição de frequências do diâmetro dos oócitos (micra), encontrados num ovário em postura

3.3. Ocorrência mensal dos estados de maturação

A Figura 28 representa a variação mensal da temperatura média à superfície na região dos Açores, no período 1993-1995.

No período de Junho a Novembro, os valores médios da temperatura à superfície encontraram-se acima dos 18°C, atingindo temperaturas de cerca de 20°C, entre Julho e Outubro, com o máximo em Agosto, de 22°C (Figura 28).

A Figura 29 representa a distribuição mensal de cada estado de maturação identificado na amostra de fêmeas e de machos.

Durante o período de Junho a Novembro foram identificados os estados que caracterizam a vitelogénese, III (Junho, Julho e Novembro) e VI, sendo este encontrado no mês de Julho. Os estados que caracterizam a espermatogénese (III, IV e V) foram também observados durante este mesmo período. O estado que caracteriza a transição de produção para armazenamento de esperma (V) foi identificado em todos os machos capturados em Julho, se bem que este estado tenha sido de igual modo encontrado em Novembro. Apesar desta aparente relação com a temperatura, durante os meses de Janeiro e Março, foram também identificados machos em início de desenvolvimento e em produção de esperma (III e IV) (Figura 29).

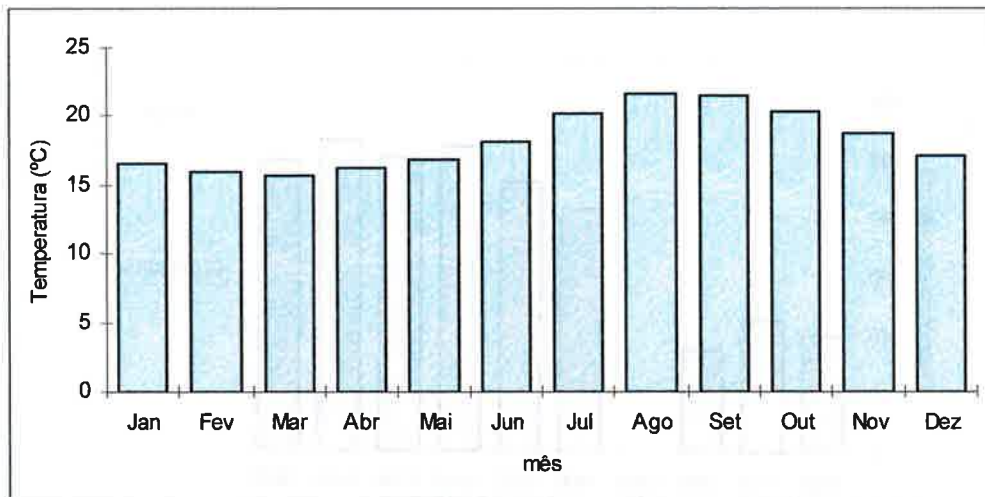


Figura 28: Variação mensal da temperatura média à superfície da água do mar (°C) no Arquipélago dos Açores, obtida durante o período 1993-1995. Informação proveniente de três estações meteorológicas dos Açores (Fonte: Instituto de Meteorologia)

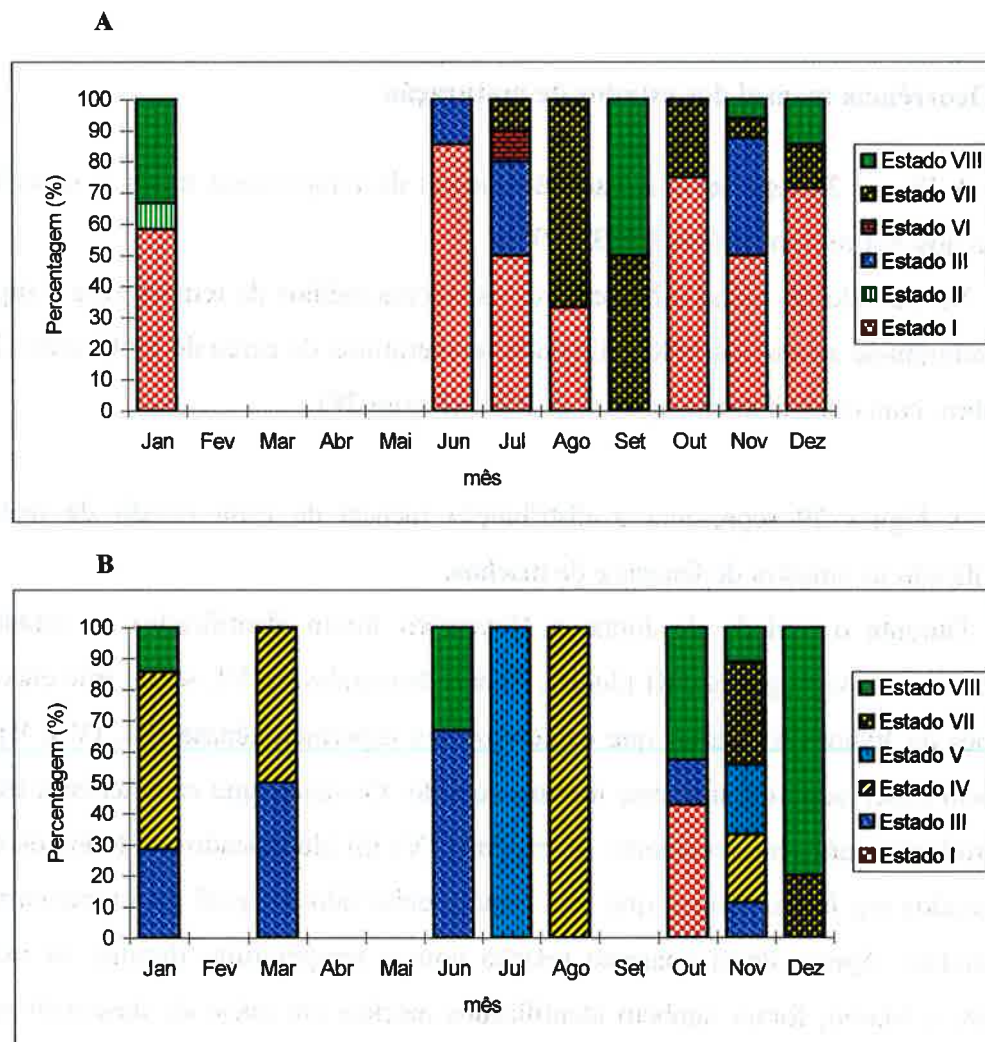


Figura 29: Distribuição mensal de cada estado de maturação identificado na amostra de fêmeas (A) e de machos (B) de espadarte, recolhida no Arquipélago dos Açores

Para os restantes estados de maturação identificados nas fêmeas verificou-se que o estado I (Imaturo) ocorreu em todos os meses amostrados, com uma percentagem superior a 50% do total, com excepção do período de Julho a Setembro. O estado II (repouso sexual) foi somente identificado em Janeiro. O estado VII (Parcialmente esgotado) foi identificado no período de Julho a Dezembro, apresentando uma ocorrência elevada nos meses de Agosto e Setembro. O estado VIII (reconversão) foi identificado no período de Novembro a Janeiro e também no mês de Setembro (Figura 29).

Para os restantes estados de maturação identificados nos machos verificou-se que o estado I (imaturo) foi somente identificado em Outubro. O estado VII (parcialmente esgotado) foi identificado em Novembro e Dezembro e o estado VIII (reconversão) foi identificado no período de Outubro a Janeiro e no mês de Junho (Figura 29).

3.4. Índices gonadosomático e hepatossomático e factor de condição

As Figuras 30 e 31 apresentam os índices gonadosomático e hepatossomático medianos calculados na amostra de fêmeas e de machos, respectivamente, por mês (Anexos 3.4 e 3.5).

Na amostra de fêmeas, o valor mais elevado do índice gonadosomático mediano (IGS) foi registado em Julho, cerca de 1,24, observando-se medianas inferiores a 1, nos restantes meses. O valor mais elevado do índice hepatossomático mediano (IHS) foi observado em Novembro (IHS=2,01) e o menor em Julho (IHS=1,18). Este índice parece apresentar uma tendência crescente a partir de Agosto e até Novembro, oscilando num valor mediano de 1,77 durante este período (Figura 30). Em Julho foi amostrada uma fêmea em postura, com um índice gonadosomático igual a 8,46, apresentando um índice hepatossomático (IHS) e um factor de condição (FC) igual a 0,71 e 0,094, respectivamente (Figuras 30 e 32)

Nos machos, os valores medianos do índice gonadosomático variaram entre 0,06 (Outubro) e 0,16 (Junho) (Figura 31, Anexo 3.5). No mês de Julho, onde a diferença de comprimentos entre o maior macho amostrado (166 cm) e o menor (119 cm) foi de 47 cm, a variação entre os IGS de cada exemplar foi mínima, situação única em todos os meses analisados. Estes machos foram identificados no estado V de maturação. Os valores dos índices hepatossomáticos calculados variaram entre 1,29 (Dezembro) e 2,31

(Março). Durante o quarto trimestre, foram observados os valores mais baixos do índice hepatossomático, oscilando à volta de um valor mediano de 1,33 (Figura 31).

No período de Julho a Janeiro, o factor de condição (FC) apresentou valores sensivelmente semelhantes entre os sexos, excluindo-se os meses de observações únicas. Nas fêmeas, o factor de condição mediano foi máximo em Dezembro (FC=0,108, n=2) e mínimo em Julho (FC=0,096, n=4). Nos machos, o factor de condição mediano foi máximo no mês de Agosto (FC=0,114, n=3) e mínimo em Outubro (FC=0,101, n=7) (Figura 32; Anexo 3.6).

3.5. Cálculo do comprimento e da idade de primeira maturação

Para o total da amostra 71% das fêmeas encontravam-se imaturas contrastando com 29% de fêmeas maduras (Anexo 3.7). Para os machos, 35% dos indivíduos encontrava-se em estado imaturo contrastando com 65% de machos maduros (Anexo 3.8).

A partir da relação linear estabelecida entre o logit ($\ln[pL/(1-pL)]$) e o comprimento em cada sexo, foram obtidos os parâmetros da recta de regressão, representados na Tabela 23. O comprimento de 1ª maturação para as fêmeas foi igual a 172,9 cm e para os machos foi igual a 115,6 cm. As ogivas de maturação por classe de comprimento, estimadas para cada sexo, apresentam-se como:

$$f_{\text{maduras}} = 1/(1+e^{(-0,0810*(L_{j\text{f}}-172,9)}) \text{ (Figura 33)}$$

$$m_{\text{maduros}} = 1/(1+e^{(-0,0848*(L_{j\text{m}}-115,6)}) \text{ (Figura 34)}$$

A idade de 1ª maturação nas fêmeas foi calculada nos 5 anos, encontrando-se todas as fêmeas maduras a partir da idade 9. Os machos maturam consideravelmente mais cedo, com 2 anos de idade, encontrando-se todos os machos maduros a partir da idade 7 (Tabela 23).

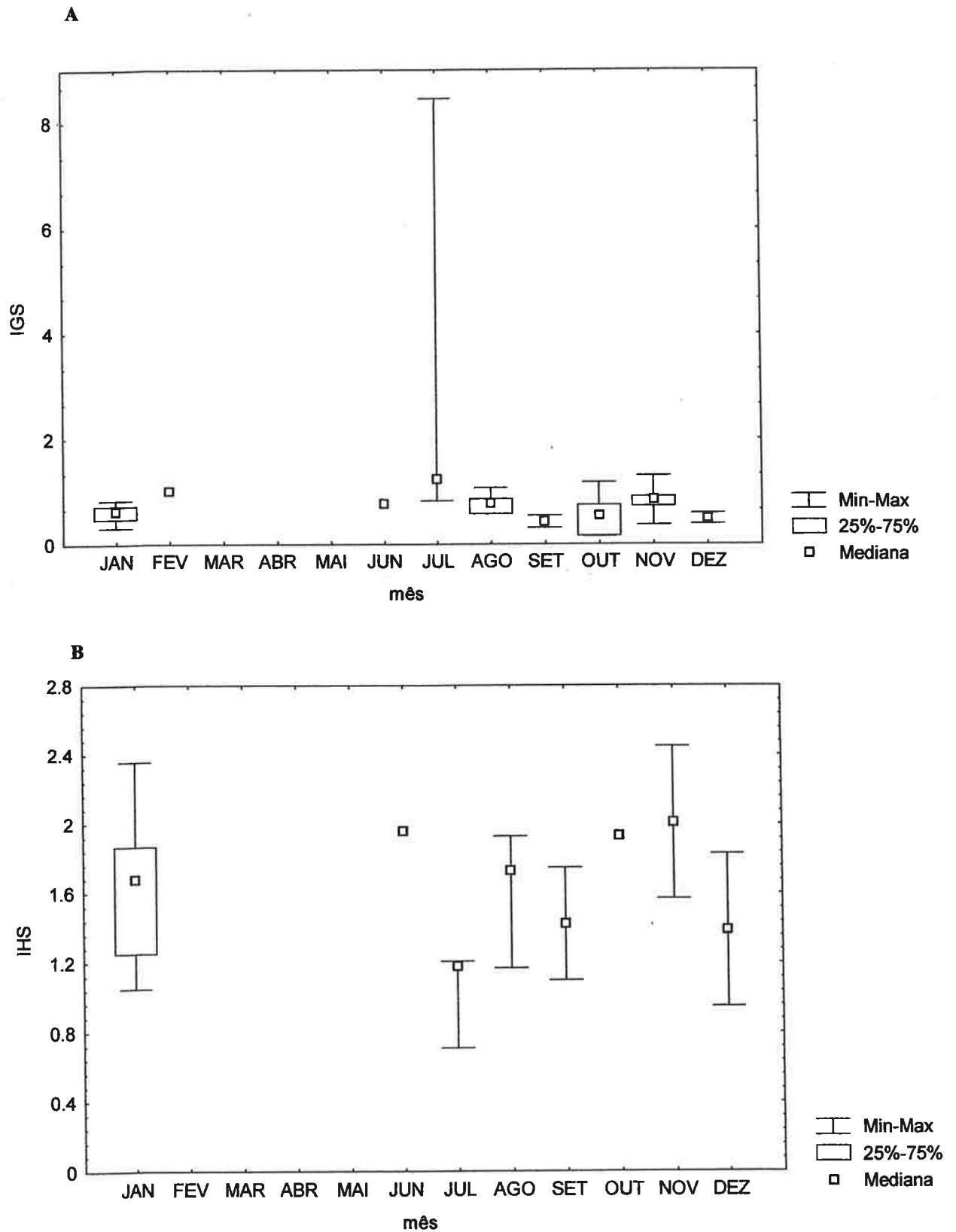


Figura 30: Evolução mensal dos índices medianos gonadosomático (A) e hepatossomático (B) obtidos para a amostra de fêmeas de *Xiphias gladius* na área dos Açores

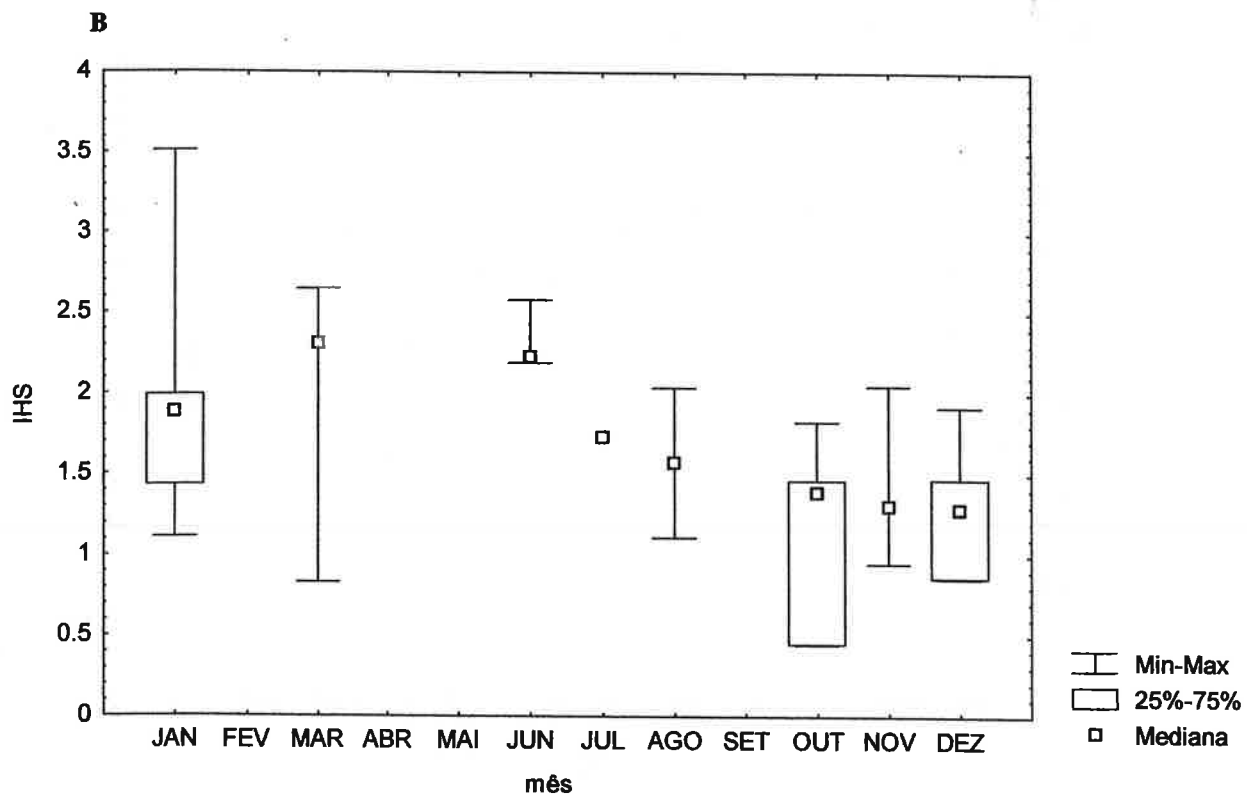
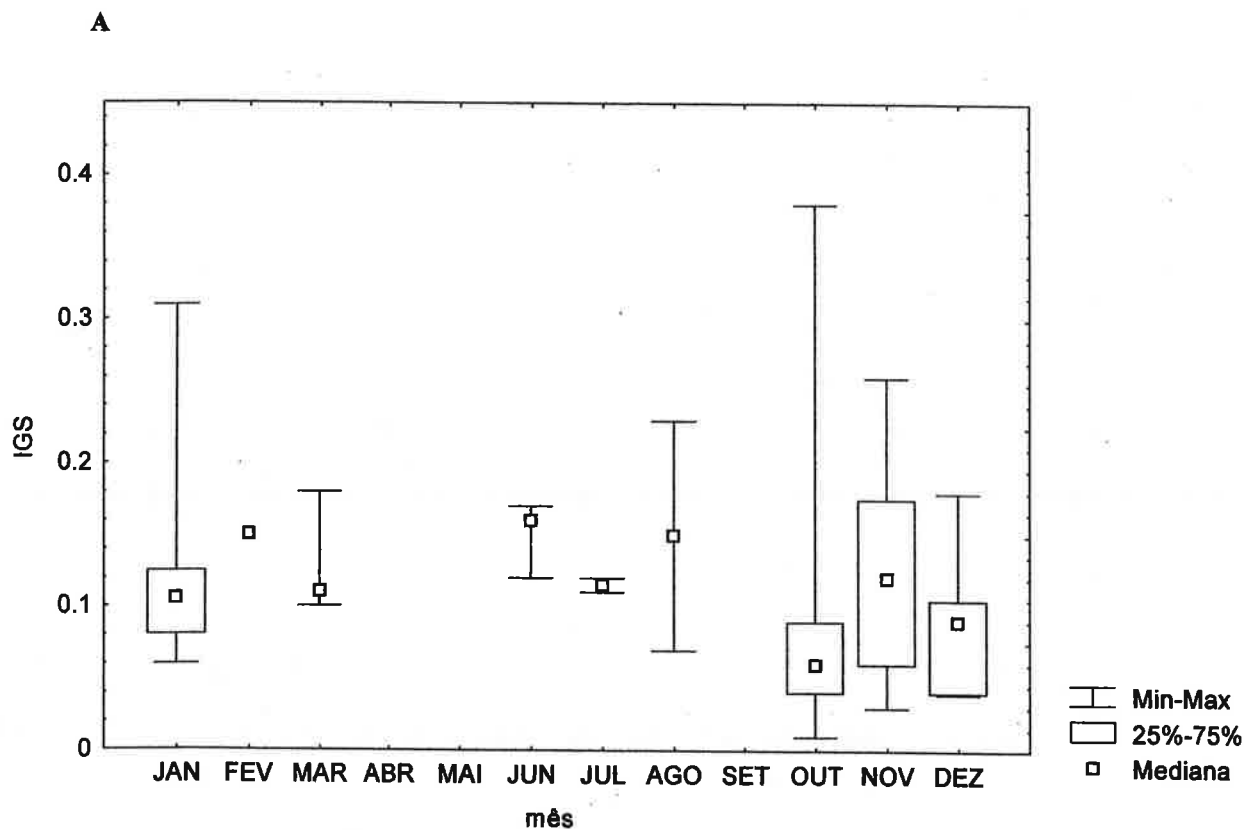


Figura 31: Evolução mensal dos índices medianos gonadosomático (A) e hepatossomático (B) obtidos para a amostra de machos de *Xiphias gladius* na área dos Açores

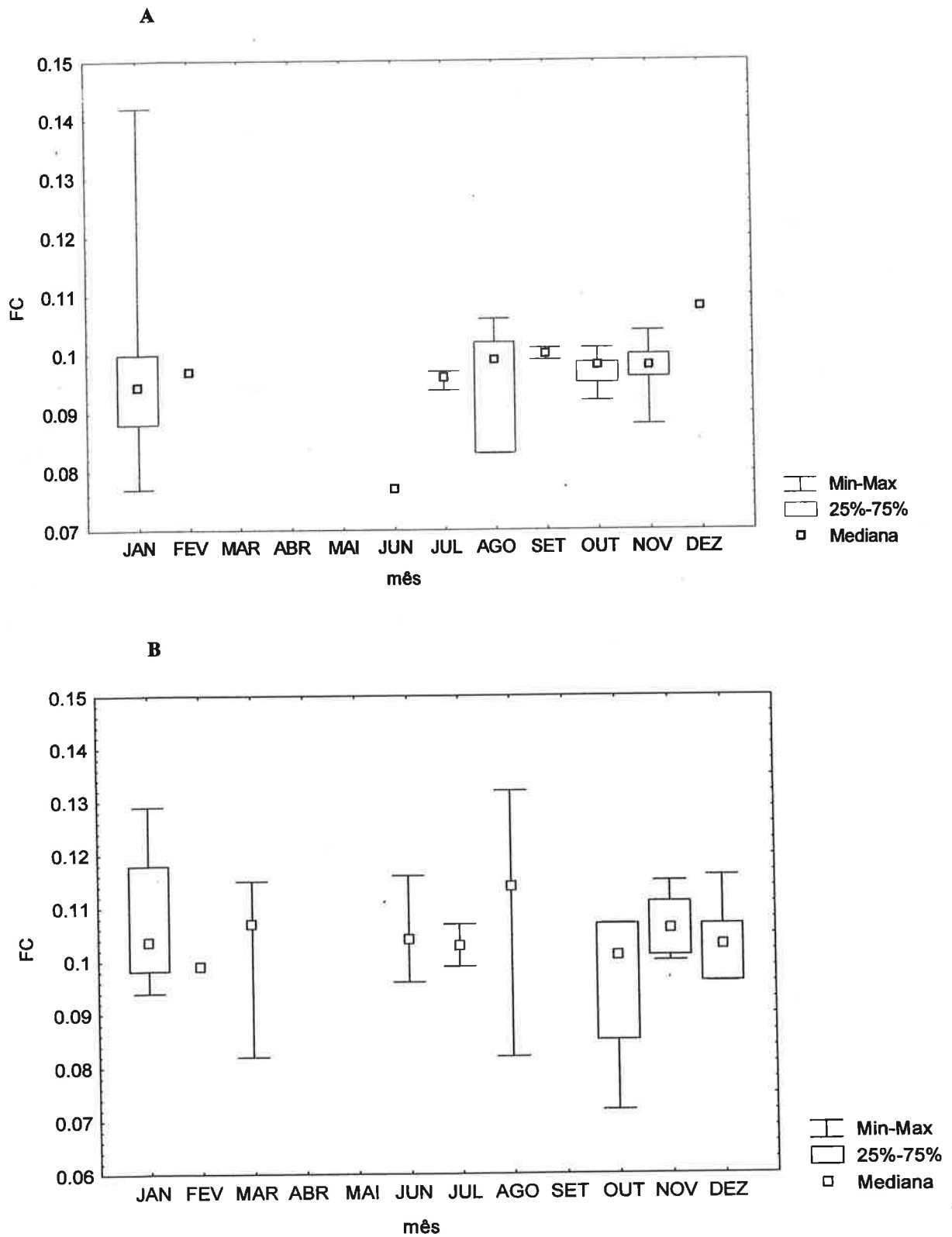


Figura 32: Variação mensal do factor de condição na amostra de fêmeas (A) e de machos (B) de *Xiphias gladius* na área dos Açores

Tabela 23: Parâmetros da recta de regressão (a e b) estimados a partir da relação entre o logit ($\ln[pL/(1-pL)]$) e o comprimento em cada sexo. Comprimentos correspondentes às percentagens de maturação 25, 50, 75 e 99% e idades respectivas, obtidas a partir das ogivas de maturação estimadas para cada sexo

	n	a	b	SE (b)	r ²	l (cm)	LJFL (cm)			
							25%	50%	75%	99%
Fêmeas	6	-14,006	0,0810	0,009	0,951	140-190	159,4	172,9	186,5	225,0
Machos	4	-9,801	0,0848	0,012	0,961	90-130	102,7	115,6	128,6	166,0

	t (ano)			
	25%	50%	75%	99%
Fêmeas	4	5	6	9
Machos	1	2	3	7

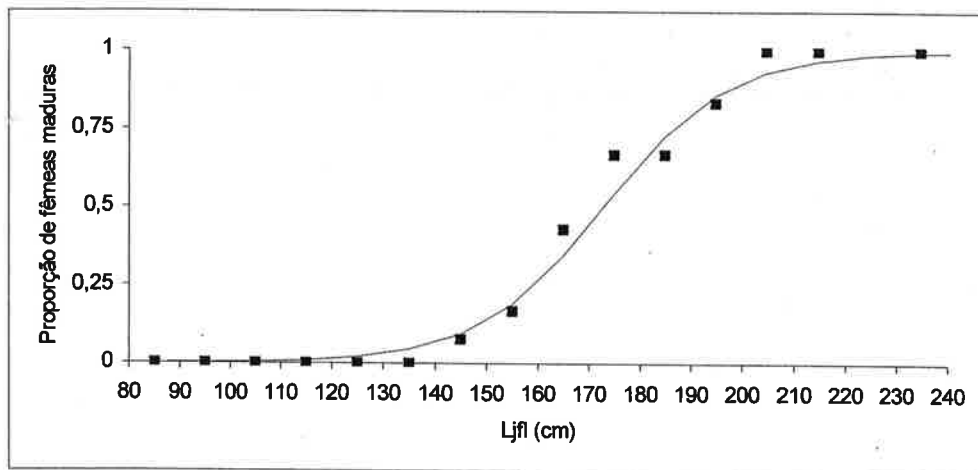


Figura 33: Ogiva de maturação estimada para as fêmeas de *Xiphias gladius* e proporção de fêmeas maduras (■) observada num intervalo de classe de comprimento de 10 cm de intervalo

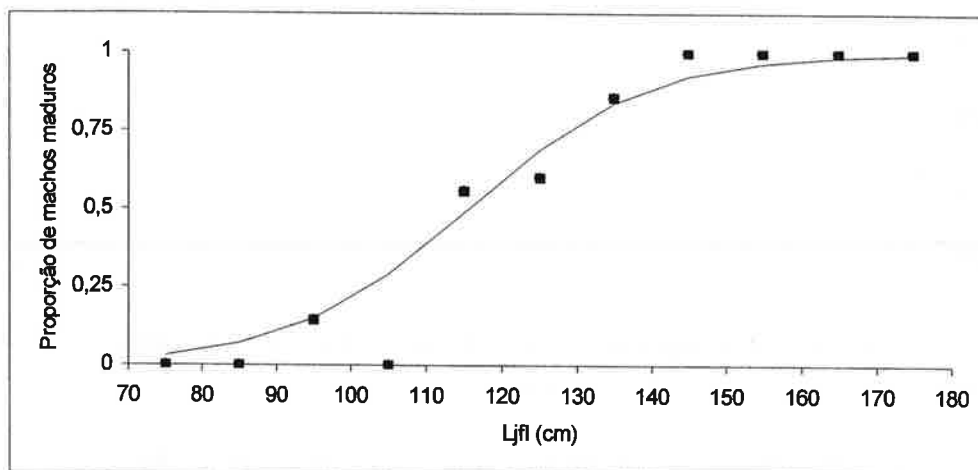


Figura 34: Ogiva de maturação estimada para os machos de *Xiphias gladius* e proporção de machos maduros (■) observada num intervalo de classe de comprimento de 10 cm de intervalo

4. Discussão

4.1. Caracterização macroscópica das gónadas

O sexo do espadarte não pode ser determinado externamente, pelo que a sua identificação é feita através do exame dos órgãos reprodutores. Uma gónada feminina diferencia-se de uma masculina pela presença de uma secção transversal cilíndrica, pela presença de um orifício ou lúmen no centro da secção, sendo mais curta, grossa e redonda. O testículo é fino e comprimido lateralmente, e apresenta uma secção transversal triangular. Para ambos os sexos, existe uma assimetria direccional nas gónadas de indivíduos maduros, apresentando-se a gónada direita maior e mais pesada que a esquerda, tal como observado por DeMartini *et al.* (2000) para o espadarte do Pacífico.

A partir da bibliografia consultada, não foi possível encontrar escalas de maturação macroscópicas para as gónadas de espadarte. Nesse sentido, as características macroscópicas propostas neste estudo permitiram realizar uma primeira classificação macroscópica das gónadas, obtendo-se para cada sexo, 6 estados de desenvolvimento. Para a atribuição do Estado I (Imaturo) é necessário proceder-se ao corte transversal da gónada para se conseguir definir o sexo do indivíduo. Nas fêmeas, a presença do lúmen ou orifício central é característica diagnosticante do sexo (Ovchinnikov, 1970; Lee, 1991). Vários autores referem a dificuldade na diferenciação de indivíduos imaturos e em repouso sexual (Arruda, 1982; Hunter & Macewicz, 1985; Isidro, 1996). A partir dos caracteres propostos no presente estudo, o tamanho das gónadas foi importante para distinguir uma fêmea em repouso sexual de uma imatura. A diferença entre os dois estados pode também ser efectuada com base no comprimento do indivíduo. Os ovários classificados como parcialmente esgotados (Estado VII), não se encontravam flácidos. A flacidez, considerada como um indicador dos estados posteriores à desova (Isidro, 1996), é uma característica importante nos ovários de espadarte que emitiram e encontram-se a reiniciar o processo de maturação para uma nova postura (F. Arocha, *pers. com.*). Este tipo de ovários não foi encontrado na amostra, tendo sido somente identificados aqueles que cessaram a época de desova. Nestas condições, os ovários contraem-se, mantendo-se firmes e compactos tal como observado por Uchiyama e Shomura (1954) e por Arocha (1997). Neste sentido, o estado parcialmente esgotado caracterizado neste estudo, corresponde ao início da reconversão do ovário do espadarte, podendo desse modo ser classificado em estado VIII (reconversão).

As características macroscópicas propostas para avaliar o estado de maturação das gónadas, principalmente nas femininas, variaram muito, inclusivamente para indivíduos que apresentaram valores de índice gonadossomático semelhantes. A utilização dos caracteres macroscópicos na obtenção de informação sobre a maturação, não é recomendada para o espadarte (Garcia & Mejuto, 1988). Estes autores referem que a atribuição destes caracteres às gónadas são técnicas dificilmente padronizadas entre os diferentes investigadores. Como a maturação é um processo contínuo, há necessidade de observar o aspecto histológico da gónada, para a determinação correcta do estado de maturação (Bara, 1960).

4.2. Caracterização histológica das gónadas

Durante a análise microscópica das gónadas, principalmente nas femininas foram encontradas preparações histológicas de qualidade reduzida. Como o espadarte mantém a temperatura interna do corpo a níveis superiores ao meio circundante (Carey, 1982, 1990), quando é capturado pelo palangre de superfície, acaba por passar muitas horas morto até que lhe sejam removidas as gónadas. Estas variações térmicas aceleram o processo de degeneração das células sexuais, podendo por isso obter-se resultados histológicos de qualidade reduzida (B. Macewicz, *com. pess.*). Uma deficiente qualidade pode também estar dependente da altura em que as gónadas são fixadas. Segundo Hunter & Macewicz (1985), se a fixação da gónada for efectuada o mais rapidamente possível, evita-se uma interpretação errada do desenvolvimento oocitário. As amostras recolhidas na Ilha de S. Miguel não puderam ser fixadas logo após a sua recolha por limitação do próprio fixador. O líquido de San Felice, com o óxido de crómio como o principal composto químico, apresenta a desvantagem de só poder ser preparado no momento do processamento das gónadas em laboratório. Em futuras análises, poder-se-á usar o formol a 10%, obtendo-se um compromisso entre eficiência e custo, tal como observado na maioria dos estudos de reprodução de grandes pelágicos migradores.

Nas gónadas assimétricas dos indivíduos maduros (ambos os sexos), apesar de se terem observado diferenças na caracterização macroscópica, histologicamente não foram encontradas diferenças no desenvolvimento celular tal como constatado por Arocha (1997).

Todos os ovários contêm um grupo de oócitos em estado perinucleolar de desenvolvimento, ocorrendo no ovário durante todas as fases da ovogénese e nos

estados de atresia (Taylor & Murphy, 1992; Arocha, 1997). Os ovários imaturos apresentam somente oócitos primários ($\leq 50 \mu\text{m}$) e oócitos em estado perinucleolar (50-180 μm), sendo estes ovários considerados pouco desenvolvidos e num estado pré-vitelogénico. No início da maturação, os oócitos poderão apresentar ainda dimensões reduzidas ($\leq 200 \mu\text{m}$), mas a presença de deposição lipídica sugere a preparação para a vitelogénese activa (Taylor & Murphy, 1992). Depois da desova, o ovário estará em atresia. Os oócitos que se encontram em estado avançado de maturação são os primeiros a iniciar um processo de degeneração, sendo seguidos de outros menos avançados, não sendo afectados os oócitos perinucleolares. Ao mesmo tempo que ocorre a atresia, as lamelas ováricas aparecem parcialmente destruídas e pode, em consequência, observar-se um grande número de células sanguíneas. No estado parcialmente esgotado (cessação da desova) foram identificadas grandes estruturas atréticas, podendo sugerir a presença de oócitos maduros residuais que não foram emitidos, tal como constatado por Taylor & Murphy (1992) e Arocha (1997). Nestes ovários parcialmente esgotados não foram identificados folículos pós-ovulatórios. Estes, para além de só poderem ser identificados num período de tempo muito curto, desconhecido para o espadarte, pois são rapidamente absorvidos, tornam-se indistinguíveis das outras estruturas atréticas tal como sugerido por Hunter & Macewicz (1985). Assim, o conhecimento da atresia e sua identificação é importante pois é um indicador histológico da cessação da reprodução, sendo necessário para a estimação do comprimento de 1ª maturação e é essencial para a separação de fêmeas imaturas daquelas que se apresentam numa condição de pós-postura (Hunter & Macewicz, 1985). No caso do espadarte, ainda não foram realizados estudos de identificação de folículos pós-ovulatórios e sua duração, assim como sobre o desenvolvimento e duração da atresia oocitária e folicular. De acordo com a amostra recolhida nos Açores, o ovário do espadarte segue os três percursos de atresia folicular descritos por Hunter & Macewicz (1985).

O testículo do espadarte é do tipo lobular, encontrando-se as células germinativas distribuídas ao longo dos tubos seminíferos, desenvolvendo-se a espermatogénese dentro do lúmen destes, sendo os espermatozoides maduros expulsos para o seu interior (Billard *et al.*, 1982). O desenvolvimento tubular durante a maturação é do tipo espermatogonial não restrito, caracterizado por uma organização anastomosada dos tubos seminíferos (Grier, 1981), distribuindo-se as espermatogónias aleatoriamente ao longo das paredes e em todo o comprimento dos tubos seminíferos.

Os testículos imaturos não apresentam desenvolvimento tubular, sendo as espermatogónias, as únicas células sexuais presentes. No início do desenvolvimento da maturação, os tubos seminíferos começam a diferenciar-se, mas o ducto principal ainda não está definido. As espermatogónias dispõem-se ao longo da parede dos tubos, podendo já ocorrer as primeiras divisões meióticas mas sem nenhuma evidência de produção de esperma (Grier *et al.*, 1987; Isidro, 1996). Histologicamente foram reconhecidas algumas alterações no testículo, sendo estas melhor visualizadas na periferia do mesmo, onde a actividade de espermatogénese é mais evidente. No entanto, para a determinação do estado de maturação é necessário identificar também, a fase da espermatogénese na zona proximal. Esta foi especialmente importante na diferenciação de machos parcialmente esgotados daqueles que se encontravam num estado de reconversão. Apesar de neste estudo ter sido dada uma maior atenção ao desenvolvimento das células espermáticas, foram também observadas alterações a nível do ducto principal (engrossamento, convolução e afinidade ao corante do tecido adjacente ao ducto principal) tal como observado por Schaefer (1996) para machos de albacora (*Thunnus albacares*).

4.3. Diâmetros oocitários

O espadarte apresenta um padrão de maturação indeterminado e um desenvolvimento oocitário do tipo assíncronico devido à presença de todos os estados de desenvolvimento do oócito num ovário maduro (Arocha, 1997). Segundo este autor, nas distribuições de frequência do diâmetro oocitário não é observada uma diferenciação nítida entre os diferentes estados de desenvolvimento do oócito, *i.e.*, não existe uma separação nítida entre os oócitos imaturos e em maturação, excepto entre o estado hidratação e estado final da vitelogénese (Arocha, 1997). Um desenvolvimento deste tipo indica uma maturação contínua de oócitos que são recrutados do aglomerado de oócitos em estado perinucleolar, com diâmetro inferior a 200 μm (Taylor & Murphy, 1992; Arocha, 1997).

No ovário identificado em estado de postura não foi possível avaliar as alterações histológicas do desenvolvimento dos oócitos. No entanto, a partir dos diâmetros oocitários foi possível atribuir um estado de desenvolvimento do oócito, apesar de ser um resultado aproximado. A utilidade das dimensões dos oócitos na diferenciação do estado de desenvolvimento oocitário foi também constatado por Taylor

& Murphy (1992), Arocha (1997) e DeMartini *et al.* (2000) para o ovário do espadarte. Assim, a medição dos diâmetros oocitários poderá ser uma metodologia alternativa à análise histológica, em situações de falta de apoios logísticos e/ou financeiros, dado que a partir dos diâmetros oocitários são obtidas aproximações precisas do estado de desenvolvimento sexual (DeMartini *et al.*, 2000). No entanto, a sua utilização deverá ser sempre ponderada com os objectivos da investigação.

4.4. Ocorrência mensal dos estados de maturação

A partir da amostra recolhida no Arquipélago dos Açores, observou-se uma predominância de fêmeas imaturas e em recuperação sexual, tal como observado por Garcia & Mejuto (1988) para áreas de latitudes semelhantes. No entanto, o número de fêmeas potencialmente reprodutoras capturadas com o palangre de superfície e disponíveis para amostragem durante o período de Junho a Novembro foi reduzido. Uma possível explicação poderá estar relacionada com o comportamento das fêmeas em maturação associada à profundidade da termoclina (Arocha, 1997). Nestas condições, as fêmeas poderão não só estar indisponíveis à arte de pesca, porque se encontram em profundidades mais elevadas, como também a sua actividade predatória poderá ser mais reduzida (Mejuto & Garcia, 1997). O facto de não estarem acessíveis ao palangre não implica necessariamente que estejam ausentes da área de pesca. Por outro lado, o intervalo térmico favorável ao desencadear do processo de maturação das gónadas não é uniforme em toda a região do Arquipélago, mas poderá ser encontrado em zonas muito localizadas tais como na coroa de bancos submarinos (*e.g.* Banco Princesa Alice). Neste sentido, a probabilidade de amostrar fêmeas sexualmente activas, obtidas da pesca comercial, poderá ser baixa. Por outro lado, nas zonas de bancos submarinos, a dinâmica oceanográfica (correntes, ondas interno-inerciais) associada à topografia, favorece a produção primária e a retenção de espécies pelágicas (Alves, 1993).

Durante o período do ano onde a temperatura à superfície da água do mar oscilou num valor médio de 20°C (Julho a Novembro), ocorreram não só os estados de maturação correspondentes à vitelogénese (III e VI), como também os que caracterizam machos em espermatogénese (III, IV e V). Em Julho, mês em que foi identificada a fêmea em postura, todos os machos amostrados encontravam-se no estado que caracteriza a transição de produção para armazenamento de esperma (V). Por outro lado, o mês de Novembro apresenta uma importância relativa que deveria de ser investigada em futuras análises. Apesar de não ser possível relacionar directamente os

estados de maturação entre os sexos já que os espadartes foram capturados em áreas de pesca distintas, em Novembro foram identificadas fêmeas em início da vitelógenese, assim como fêmeas em início da atresia oocitária (incluídas no estado VII). Junto com estas fêmeas, foram identificados machos em início de desenvolvimento (III), em produção (IV) e em armazenamento de esperma (V), assim como machos em estado de pós-postura.

A ocorrência mensal dos restantes estados identificados nas fêmeas (I, II, VII e VIII) poderá reflectir por um lado, a selectividade da arte de pesca que parece capturar principalmente a componente pequena da população de espadarte (*Vidé* "Parte III") e por outro, o papel primordial da área dos Açores como zona de alimentação para esta espécie (Mejuto & De la Serna, 1997).

Nos machos, a ocorrência mensal dos estados de maturação identificados poderá sugerir que a espermatogénese é um processo contínuo, já que foram encontrados machos em início de desenvolvimento do testículo (estado III), em todos os meses representados na amostra, com excepção de Dezembro. Este mês apresentou uma situação única já que foi encontrado o maior número de machos em reconversão do testículo.

4.5. Estratégias reprodutivas

A fêmea de 209 cm identificada em postura, apresentou uma fecundidade potencial de 2,2 milhões de oócitos em estado de hidratação (Anexo 3.9). A partir de 19 fêmeas, Arocha & Lee (1996) estimaram uma fecundidade média potencial de 3,9 milhões de oócitos, num intervalo de 0,99 milhões de oócitos numa fêmea com 166 cm e 9 milhões de oócitos para uma fêmea de 245 cm. Segundo aqueles autores, a fecundidade no espadarte relaciona-se exponencialmente com o comprimento individual, sugerindo que o investimento energético para a reprodução é mais elevado em fêmeas de grande porte. As fêmeas de menor porte, apesar de potencialmente reprodutoras, terão uma tendência para investir mais no crescimento somático do que na reprodução. Arocha (1997) observou que a energia canalizada para a reprodução é máxima, somente após as fêmeas atingirem o comprimento e a idade de plena maturação.

A frequência de reprodução é uma das características das estratégias de vida dos peixes, que parece reflectir a imprevisibilidade do ambiente em que os indivíduos vivem. A estratégia de reprodução no espadarte é de iteroparidade, com posturas

múltiplas ao longo de uma época de desova prolongada (Taylor & Murphy, 1992; Arocha, 1997). Uma justificação para esta estratégia poderá ser o facto da maioria dos meios ambientes serem muito imprevisíveis, sendo difícil garantir que os jovens de uma postura, sobreviverão para o estado adulto (Moyle & Cech Jr., 1996). Como a taxa de sobrevivência está inversamente relacionada com a fecundidade (Moyle & Cech Jr., 1996), peixes muito fecundos como o espadarte deverão apresentar taxas elevadas de mortalidade, especialmente nos estados embrionares e larvares. No entanto, Williams (1975) refere que este tipo de estratégia reprodutiva pode ter benefícios pois os peixes muito fecundos são capazes de fazer rápidos ajustamentos às alterações ambientais, tal como observado por Arocha (1997) para as fêmeas de espadarte que utilizam zonas oceânicas para desovar. Assim, mesmo na presença de elevadas taxas de mortalidade, estas não são inteiramente devidas ao acaso, pois os sobreviventes apresentarão um maior sucesso reprodutivo naquelas condições ambientais (Williams, 1975).

4.6. Índice gonadossomático e hepatossomático e factor de condição

O índice gonadossomático é considerado um bom indicador do estado de maturação das gónadas e a sua variação mensal permite conhecer a altura do ano onde a desova tem lugar (Mejuto & Garcia, 1997). A principal desvantagem de uma análise baseada em índices gonadossomáticos, é que não é possível distinguir fêmeas maduras mas inactivas de fêmeas imaturas, fora da estação média de desova. (DeMartini *et al.*, 2000).

Segundo vários autores, para o espadarte, o valor crítico do índice que define fêmeas próximas da postura é 3 (Garcia & Mejuto, 1988; Taylor & Murphy, 1992; Arocha & Lee, 1995). Neste estudo, a fêmea identificada em postura apresentou um índice gonadossomático de 8,46, representando as suas gónadas, 6% do peso total, sendo o valor do índice hepatossomático o mais baixo de toda a amostra (IHS=0,71). Esta fêmea foi capturada em Julho, sugerindo que, no Verão, poder-se-á encontrar uma maior actividade das gónadas femininas, coincidente com o aquecimento da água do mar.

Não foi observada uma relação entre a variação mensal dos índices gonadossomático e hepatossomático na amostra de fêmeas. Devido à presença da fêmea em postura, o valor mediano mais elevado do índice gonadossomático foi calculado em Julho, a que correspondeu o valor mediano mais baixo do índice hepatossomático. Em

estudos sobre a reprodução de espadarte tais como Taylor & Murphy (1992), Arocha (1997) e DeMartini *et al.* (2000) não foram realizadas análises sobre a variação mensal do índice hepatossomático ao longo do ciclo reprodutivo desta espécie. Este facto pode ser explicado pelo metabolismo dos lípidos, que em espécies como o espadarte deve ser do tipo dos “peixes gordos” tal como definido por Bertin (1958). Nestes peixes, as reservas lípidicas acumulam-se na pele, mesentério e músculos antes de passarem, simultaneamente para as gónadas e fígado, assegurando assim as necessidades energéticas individuais. Por conseguinte, o fígado praticamente não intervém no ciclo sexual, aparentando-se estes peixes aos vertebrados superiores. O índice hepatossomático máximo é atingido depois do índice gonadossomático máximo (Bertin, 1958).

O factor de condição na amostra de fêmeas apresentou valores medianos semelhantes ao longo dos meses analisados. Este resultado está de acordo com Arocha (1997). Este autor constatou que as fêmeas sexualmente activas não apresentaram diferenças no seu factor de condição durante a estação da desova, o que segundo este autor, implica que estas fêmeas deverão apresentar uma grande actividade predatória para manter os gastos energéticos na maturação da gónada (Arocha, 1997). A fêmea identificada neste estudo em estado de postura, apresentou nos seus conteúdos estomacais, quatro peixes-espada branco (*Lepidopus caudatus*) em digestão inicial, restos de chicharos (*Trachurus picturatus*) e restos de peixes (colunas e arcos branquiais) não identificados. O índice de repleção (SF) nesta fêmea foi igual a 1,07, tendo sido calculado um índice de repleção médio igual a $0,55 \pm 0,112$, para fêmeas maiores de 175 cm de comprimento padrão (*Vidé* “Capítulo 3: Dieta e comportamento alimentar”).

Os machos amostrados apresentaram valores homogéneos no índice gonadossomático, mesmo na presença de indivíduos sexualmente activos, revelando que não são esperadas grandes alterações no peso dos testículos durante a espermatogénese. Uma situação a notar no quarto trimestre, período onde foram observados os valores mais baixos do índice hepatossomático (IHS). No mês de Outubro foi também calculado o valor mais baixo do factor de condição (FC) neste sexo. Neste período do ano, foram também observados valores baixos no incremento marginal relativo (IMR), mais conspícuos neste sexo do que nas fêmeas (*Vidé* “Capítulo 1: Idade e crescimento”). Esta aparente relação entre os vários indicadores (IMR, IHS e FC), poderá sugerir uma maior susceptibilidade dos machos a condições adversas do meio ambiente, que poderão fazer-

se sentir a partir de Outubro no Arquipélago dos Açores, nomeadamente térmicas. Uma possível causa para esta vulnerabilidade poderá ser devida à biomassa corporal, que parece ser distinta entre os sexos. Segundo Skillman & Yong (1974) as fêmeas crescem para comprimentos maiores e são proporcionalmente mais pesadas do que os machos para o mesmo comprimento. Neste sentido, poder-se-á prever custos de migração mais elevados em indivíduos com uma biomassa corporal mais baixa (DeMartini *et al.*, 2000). Beardsley (1979) referiu que os machos desta espécie não exibem percursos migratórios de alimentação tão extensos como os encontrados para as fêmeas. No sentido de examinar esta hipótese, deveriam ser conduzidos estudos que avaliassem as consequências, em termos de custos-benefícios individuais, da existência de uma biomassa corporal distinta entre os sexos, na migração vertical e horizontal.

4.7. Comprimento e idade de 1ª maturação

Se bem que os vários estímulos ambientais sejam importantes no desencadear do processo de maturação e subsequentemente da desova, os indivíduos terão de atingir um determinado comprimento/idade ao qual terão a capacidade de se reproduzir.

O comprimento mínimo de maturação dos machos foi de 95 cm (idade 1) contrastando com 149 cm (idade 3) encontrado para as fêmeas. Estas começam a maturar a partir do comprimento 159,4 cm (idade 4), alcançando o comprimento de 1ª maturação ($L_{50\%}$) aos 172,9 cm (idade 5). Todas as fêmeas encontram-se maduras acima dos 225 cm (idade 9). Os machos não seguem o mesmo padrão, havendo diferenças bastante acentuadas entre os sexos. A proporção de machos maduros aumenta mais rapidamente que as fêmeas, começando a maturar a partir do comprimento 102,7 cm (idade 1), alcançando 50% de maturação no comprimento 115,6 cm (idade 2), encontrando-se todos os machos maduros acima dos 166 cm (idade 7).

As diferenças encontradas no comprimento e na idade de 1ª maturação entre os sexos poderão ser devidas a um comportamento sexual adaptativo face a condições ambientais desfavoráveis, onde as taxas de crescimento e de sobrevivência do adulto são baixas. Nestas condições, a reprodução tende a ocorrer nas primeiras idades (Moyle & Cech Jr., 1996). Por outro lado, devido à conspicuidade dos padrões comportamentais durante a estação de desova, é esperado encontrar uma mortalidade natural nos machos superior à das fêmeas. Se os machos maduros de espadarte apresentarem uma grande propensão para se agregar (Arocha, 1997; DeMartini *et al.*, 2000), os níveis de

competição sexual intraespecífica e de predação poderão ser muito elevados (Reiss, 1989).

As ogivas de maturação estimadas neste estudo não poderão ser inteiramente comparadas às estimadas por Taylor & Murphy (1992) e Arocha (1997) dado que as análises efectuadas por aqueles autores incidiram sobre o pico de desova encontrado a Oeste do Atlântico Norte. No entanto, atendendo à área geográfica em análise, os valores de $L_{50\%}$ e $t_{50\%}$ calculados neste estudo para ambos os sexos, estão de acordo com os estimados por aqueles autores (Tabela 24).

Tabela 24: Valores de $L_{50\%}$ e $t_{50\%}$ para cada componente sexual, estimados para a área dos Açores (Este estudo) e estimados por Taylor & Murphy (1992) e por Arocha (1997), ambos para a área Noroeste do Atlântico

	Fêmeas			Machos		
	$L_{50\%}$	$t_{50\%}$	99%	$L_{50\%}$	$t_{50\%}$	99%
Taylor & Murphy (1992)	182,0	5,5	220 cm/9 anos	112,0	1,4	160 cm/5 anos
Arocha (1997)	178,7	5,0	209 cm/9 anos	128,7	3,0	166 cm/6 anos
Este estudo	172,9	5,0	225 cm/9 anos	115,6	2,0	166 cm/7 anos

As diferenças observadas no comprimento correspondente a 99% de fêmeas maduras (Tabela 24), poderão estar relacionadas com a utilização de intervalos de classe de comprimento de 10 cm na estimação da ogiva de maturação. Esta forma de cálculo foi semelhante entre este estudo e o de Taylor & Murphy (1992). Uma outra possível explicação poderá ser o comportamento reprodutor das fêmeas. Arocha (1997) constatou que a maturação total (99%) das fêmeas na sub-área oceânica (212,1 cm/9,3 anos) era alcançada um ano mais tarde que na sub-área costeira (204,6 cm/8,3 anos), sugerindo que as fêmeas maduras mais velhas tendem a usar mais a sub-área oceânica para desovar (Arocha, 1997). A plena maturação das fêmeas estimada para os Açores poderá, de certa forma, reflectir este comportamento de reprodução.

Foram de igual modo, encontradas diferenças no comprimento e na idade de 1ª maturação nos machos, principalmente com Arocha (1997) (Tabela 24). Segundo este autor, os valores obtidos poderão estar sobrestimados devido ao facto de só se ter usado características macroscópicas dos testículos na definição de machos maduros, assim como de não se ter incluído na análise, machos maduros de pequeno porte que se concentram junto à costa (Arocha, 1997).

Foram também encontradas diferenças na idade em que 99% dos machos são maduros (Tabela 24). Estas poderão ser explicadas pelas diferentes funções de crescimento usadas no cálculo da idade. Taylor & Murphy (1992) utilizaram a curva de crescimento de Berkeley & Houde (1983) e Arocha (1997) usou a curva de crescimento obtida por Ehrhardt *et al.* (1996).

A idade de 1ª maturação estimada para as fêmeas ($t_{50\%}=5$ anos) foi igual à usada pela ICCAT na avaliação do manancial de espadarte (Anón., 1997a, 1999, 2000) para definir a biomassa desovante, sendo também aplicada nos modelos de avaliação desenvolvidos neste estudo (*Vidé* Parte III).

4.8. Indicadores de actividade reprodutiva na área dos Açores

Apesar do Arquipélago dos Açores não estar descrito como uma área de reprodução para o espadarte, foram encontrados alguns indicadores de actividade reprodutiva na zona de estudo. A existência na região dos Açores de fenómenos oceanográficos de micro-escala em redor dos bancos submarinos, torna cada um deles, únicos em termos ambientais (Alves, 1993). Nestas circunstâncias, pode ser possível encontrar as condições oceanográficas certas para o desencadear do comportamento reprodutor. Então, é provável que, com alguma variabilidade espacio-temporal, alguns indivíduos da população, fisiologicamente desencadeados pelas influências ambientais certas, desenvolvam as suas gónadas. Dependendo da duração dos eventos oceanográficos, os ovários poderão ou não maturar, ocorrendo posturas episódicas.

A ocorrência dos estados III e VI em fêmeas, durante o período de aquecimento das águas, confirma a importância da temperatura no desencadear da maturação. Para uma grande variedade de espécies de peixes, a hidratação do oócito antecede a ovulação em apenas algumas horas (Wallace & Selman, 1981; Taylor & Murphy, 1992). Se para algumas espécies de reprodução múltipla, tal como o voador (*Thunnus alalunga*), a presença de oócitos hidratados não dura mais do que 12 horas (Arocha & Lee, 1996), então a presença destes numa fêmea identificada nos Açores, poderá sugerir que a desova estava iminente, provavelmente dentro deste período de tempo.

A presença de resíduos celulares e espaços vazios no lúmen do ovário associados ao início de atresia em oócitos vitelogénicos, poderá revelar que a desova teve lugar num curto espaço de tempo, superior a 48h pois já não foi possível identificar folículos pós-ovulatórios. De igual modo, a presença de um número elevado de estruturas de

dimensões consideráveis, em atresia, possivelmente resultantes de oócitos maduros residuais, caracteriza também uma fêmea que poderá ter desovado num passado recente (B. Macewicz, *com. pess.*). No entanto, a ausência de referências bibliográficas sobre a duração da atresia em oócitos vitelogénicos no ovário de espadarte, não permite tecer mais considerações.

Devido ao reduzido tempo de vida das células sexuais na água, a sua libertação deve ser sincronizada entre os sexos, envolvendo mecanismos comportamentais e neuro-hormonais (Billard *et al.*, 1982). A ocorrência de uma elevada percentagem de machos sexualmente activos ao longo do segundo semestre, poderá sugerir que a presença destes poderá ser um estímulo à maturação das gónadas femininas, tal como referido por Mejuto (1999). No entanto, não é possível negligenciar a outra hipótese, de machos num estado de produção e armazenamento de esperma, poderão iniciar a emissão de esperma devido à presença de fêmeas sexualmente activas no meio circundante. Segundo Arocha (1997) os machos concentram-se nas zonas de postura na altura em que estão presentes fêmeas maduras.

Para machos de albacora (*T. albacares*), Schaefer (1996) observou que características do testículo tais como o aspecto do tecido adjacente ao ducto principal (engrossamento, afinidade ao corante e convolução) e quantidade de espermatozoides no lúmen do ducto são indicadores da presença de machos que emitiram esperma recentemente (nas últimas 12 horas). Segundo este autor, estas características poderão ser usadas de uma forma análoga aos folículos pós-ovulatórios como indicadores de postura recente em fêmeas. Se o período de tempo determinado para os machos de albacora (12 horas) for semelhante aos machos de espadarte, então este tipo de machos foi também observado nos Açores. Apesar de neste estudo ter-se dado especial atenção ao desenvolvimento das células espermáticas, considera-se muito importante analisar as características do testículo acima mencionadas em futuros estudos nesta região. Isto porque, numa zona não adequada para a reprodução como é o caso dos Açores, os custos energéticos na maturação do testículo deverão ser considerados, pois machos com testículos activos deverão apresentar algumas vantagens reprodutivas.

A evidência de actividade reprodutora na área em estudo poderá sugerir que ao nível da população, a reprodução não ocorre, mas algumas fêmeas poderão efectuar desovas episódicas. Por conseguinte, o recrutamento dos indivíduos à área de pesca dos Açores poderá ocorrer de duas maneiras distintas: através do transporte das larvas pelas correntes marinhas à superfície, a partir das áreas de desova, e por episódios de posturas

que podem ocorrer na área. No entanto, existem vários aspectos importantes, endógenos e exógenos, para compreender o “quando”, “como” e “porquê” do ciclo reprodutivo das espécies e comportamento reprodutor. O local e o período do ano parecem ser importantes, daí uma metodologia de amostragem que considere a área e a estação do ano onde os indivíduos são capturados, e uma melhor compreensão do comportamento da espécie, parecem ser necessários para confirmar a hipótese sugerida neste estudo, da existência de posturas episódicas na região dos Açores.

CAPÍTULO 3. DIETA E COMPORTAMENTO ALIMENTAR

1. Introdução

A análise dos conteúdos estomacais, baseada na identificação das presas e na sua ecologia, permite determinar as adaptações anatómicas, fisiológicas e comportamentais do predador. É também uma forma de se estabelecer a relação trófica predador/presa (Herrán, 1988), podendo complementar e mesmo aperfeiçoar, o conhecimento existente da biologia do predador e da presa (Toll & Hess, 1981; Zavala-Camin, 1987). A análise dos conteúdos estomacais apresenta-se de igual modo, como uma importante ferramenta para estudos de biologia pesqueira e da ecologia. Nesse sentido, alterações na distribuição e na abundância dos recursos marinhos poderão ser avaliadas a partir dos hábitos alimentares do espadarte, conhecida por ser uma espécie oportunista (Palko *et al.*, 1981).

O espadarte é uma espécie mesopelágica, alimentando-se principalmente de espécies pelágicas de vertebrados e invertebrados (Palko *et al.*, 1981). Apresenta também canibalismo, principalmente sobre os estádios larvar e pós-larvar (Arata Jr., 1954; Palko *et al.* 1981), tendo sido também relatado canibalismo entre larvas (Arata Jr., 1954). Este autor observou nos conteúdos estomacais de 27 larvas de espadarte, espécies de copépodes e larvas de peixes, nomeadamente de scombrídeos, istioforídeos e mesmo xífideos.

O espadarte apresenta algumas características morfológicas externas especializadas segundo os seus hábitos alimentares. Entre elas, destacam-se a forma da espada, o tamanho reduzido da mandíbula inferior e a visão. A espada do espadarte é longa e comprimida dorso-ventralmente. Estas características permitem rasgar e cortar as presas lateralmente quando o espadarte se desloca verticalmente, não se apresentando o tamanho da presa como um factor limitativo à selecção de alimento (Tibbo *et al.*, 1961; Scott & Tibbo, 1968; Toll & Hess, 1981). Uma mandíbula inferior curta permite uma maior abertura da boca, facilitando a ingestão das presas que passam debaixo do *rostrum* da espada. Se a mandíbula inferior tivesse o mesmo comprimento da superior, a margem da espada seria efectivamente mais grossa, o que provavelmente, diminuiria a eficiência do corte e aumentaria a inércia (McGowan, 1988). A visão do espadarte assemelha-se à das espécies de peixes de profundidade, sendo capaz de localizar as suas presas num ambiente de luz ténue, tanto durante o dia, como à noite (Carey & Robinson, 1981). A presença de olhos grandes, cuja eficiência para localização das

presas é elevada, torna o espadarte um ser versátil às várias condicionantes do meio ambiente (Stillwell & Kohler, 1985).

Na costa continental portuguesa, os hábitos alimentares do espadarte foram estudados por Azevedo (1990a) e Moreira (1990). Azevedo (1990a) refere a cavala e os cefalópodes como as espécies com maior frequência nos conteúdos estomacais e Moreira (1990) refere o cefalópode *Illex* sp.. O primeiro estudo sobre a dieta alimentar do espadarte no Arquipélago dos Açores foi realizado por Clarke *et al.* (1995), no período 1992-93. Estes autores referem que a biomassa média consumida por este predador nesta área, situa-se entre 7,3 a 8,7 toneladas/ano, constituída por teleósteos e cefalópodes em partes aproximadamente iguais.

O espadarte é considerado uma espécie muito agressiva e voraz, não existindo estudos comparativos entre os sexos sobre o comportamento alimentar (Palko *et al.*, 1981). No entanto, a presença de dimorfismo sexual de crescimento poderá ser uma das causas para a possível existência de comportamentos alimentares específicos por sexo. Nesse sentido, o objectivo desta análise foi contribuir para o conhecimento da dieta e comportamento alimentar do espadarte na área dos Açores, dando um especial destaque à existência de diferenças nas estratégias alimentares de cada componente sexual.

2. Material e métodos

Foram analisados 82 estômagos de espadarte no período de Outubro de 1993 a Janeiro de 1995, sendo 58 de fêmeas (86-233 cm) e 24 de machos (99-174 cm) (Tabela 25).

Com vista a não incluir o isco usado na frota palangreira açoreana (cavala - *Scomber* spp. e pota - *Illex* sp.) na análise dos conteúdos estomacais, foi realizada uma chave da digestibilidade da cavala encontrada nos estômagos (Anexo 4.1). Considerou-se que a cavala foi proveniente do isco quando num estômago só se encontrou um exemplar, independentemente do seu estado de digestão ou quando a cavala se encontrava em estado de digestão 1, 2 ou 3 (Anexo 4.1), ou quando apresentava marcas do anzol. Não foi necessário estabelecer critérios de avaliação do estado de digestão do género *Illex* pois não foi encontrado nenhum exemplar nos conteúdos estomacais.

Tabela 25: Distribuição mensal dos comprimentos dos exemplares amostrados, por sexos, usados no estudo da dieta e comportamento alimentar de espadarte, na região dos Açores (intervalo de classe: 5 cm)

		Fêmeas						Machos								
Ljfl (cm)	Total	Jan	Jun	Jul	Ago	Set	Nov	Total	Ljfl (cm)	Jan	Mar	Jun	Jul	Ago	Nov	Total
85-	1			1				1	95-	1						1
90-	1		1					1	110-	1						1
105-	2	1					1	2	115-		1		1			2
110-	2	1				1		2	120-	2					2	4
115-	1	1						1	125-	2						2
120-	10	6	1	3				10	130-	2						2
125-	5	3	2					5	135-	4						4
130-	6	6						6	150-			2				2
135-	3	2	1					3	155-		1			1		2
145-	7	4	1	2				7	160-	1	1					2
150-	2	1				1		2	170-	1		1				2
155-	1	1						1	Total	14	3	3	1	1	2	
160-	2	2						2								
165-	1					1		1								
170-	1	1						1								
180-	2	1		1				2								
185-	1	1		1				1								
190-	3	2		1				3								
200-	2	1	1					2								
205-	2	1		1				2								
210-	1	1						1								
215-	1						1	1								
230-	1	1						1								
Total	36	36	7	10	1	2	2	56								

2.1. Procedimentos laboratoriais

Após a remoção dos estômagos dos espadartes capturados na campanha de pesca, pela pesca comercial e acidental, estes foram imediatamente congelados para interrupção do processo enzimático. Para cada exemplar, foi recolhida informação sobre o comprimento, o peso, o sexo, a arte de pesca, o isco usado e se possível, a área de pesca. Após o descongelamento dos estômagos, o procedimento em laboratório foi efectuado segundo Toll & Hess (1981) e Herrán (1988):

1) Pesou-se o estômago em grama (g), com aproximação à décima da grama, sendo em seguida aberto com um bisturi e recolhido o seu conteúdo para uma peneira com malha fina com o auxílio de jactos de água destilada. Os conteúdos foram preservados em formol a 10% durante 24 h e após este período, foram colocados em álcool a 70%. As análises dos conteúdos foram feitas posteriormente.

Segundo os critérios estabelecidos por Herrán (1988) diferenciou-se os estômagos vazios dos regurgitados. Um estômago que esteve vazio durante muito tempo, tende a contrair-se e a endurecer as suas paredes e um estômago previamente cheio que se esvaziou total ou parcialmente devido à regurgitação, é mais largo e com as paredes relativamente mais delgadas (Herrán, 1988). Nesta análise, considerou-se também como estômago vazio, aqueles que só apresentaram uma cavala independentemente do seu estado de digestão.

2) A análise dos conteúdos estomacais passou pelos passos seguintes:

- a) As presas foram separadas em grupos taxonómicos gerais: teleósteos, cefalópodes e crustáceos, registando-se os respectivos pesos totais numa balança analítica com precisão até à centésima da grama;
- b) Para cada grupo, fez-se uma nova triagem, procedendo-se à identificação das presas até à espécie, se possível.

Para a identificação das presas elaborou-se uma colecção de referência, constituída por espinhas, arcos branquiais, otólitos e mandíbulas de peixes e mesmo, peixes inteiros das espécies encontradas nos conteúdos estomacais. O mesmo procedimento foi realizado para o grupo de cefalópodes. Complementarmente, organizou-se uma outra colecção de referência para presas potenciais na dieta alimentar com otólitos de peixes e mandíbulas de cefalópodes segundo sugestão de Herrán (1988) (Anexo 4.2).

A identificação dos otólitos foi auxiliada pela colecção de referência e pelo estudo de Smale *et al.* (1995). A medição destes foi realizada para o material que se encontrava pouco erodido. Jobling & Breiby (1986) referem que as dimensões dos otólitos reduzem-se significativamente após um pequeno período de tempo nos estômagos, o que poderá afectar as estimações do comprimento e do peso do peixe identificado.

A identificação das mandíbulas de cefalópodes foi auxiliada pela colecção de referência, e em Clarke (1962), Iverson & Pinkas (1971), Wolff (1982), Voss (1969, 1985), Clarke (1986) e Pérez-Gándaras (1986). Esta identificação entrou em conta com a distribuição geográfica das espécies/géneros identificados, dimensões do *rostrum* da mandíbula inferior (LRL) e existência de monotipismo (Clarke, 1986).

Para os crustáceos, a identificação foi feita até à família para o único cefalotórax encontrado na amostra, baseada em Saldanha (1995). A escassez de material biológico, assim como a ausência de uma colecção de referência para este grupo não permitiu melhorar a sua identificação.

c) Após a identificação das presas, foi registado o peso por espécies e medido o comprimento total no caso de indivíduos inteiros (peixes). Para o cálculo do peso, os conteúdos foram passados por papel absorvente para remoção dos restos de líquidos.

No momento da amostragem em laboratório só foi possível determinar os pesos das espécies de teleósteos. Os restos de cefalópodes encontrados foram pesados como um grupo único em cada estômago já que a identificação foi realizada com base nas mandíbulas. Devido à digestibilidade avançada dos conteúdos estomacais, não foram determinados os volumes dos principais grupos de presas, tal como sugerido por Clarke *et al.* (1995).

Para a estimação do peso e do comprimento das espécies de teleósteos identificadas a partir dos otólitos foram utilizadas equações de conversão do comprimento do otólito para o peso/comprimento do peixe, descritas em Isidro (1990) para *Trachurus picturatus*, em Jobling & Breiby (1986) e Moreira (1990) para *Micromesistius poutassou*, em Smale *et al.* (1995) para *Beryx splendens*, *Diretmus argenteus* e *Lepidopus caudatus* e em Krug (1989) para *Pagellus bogaraveo*.

Para os mictofídeos encontrados nos conteúdos, e na impossibilidade de diferenciar os exemplares por género e/ou espécie, não foi possível apresentar informação em pesos individuais. No entanto, o peso total para a família foi estimado a partir de um volume médio de 8,5 ml, obtido em Clarke *et al.* (1995).

Os otólitos de *Capros aper* identificados não foram considerados nesta análise, já que não se encontrou na bibliografia consultada, uma equação de conversão do tamanho do otólito para o peso/comprimento do indivíduo.

Para a obtenção do peso das espécies/gêneros de cefalópodes identificados foram utilizadas equações de conversão do comprimento do *rostrum* da mandíbula inferior LRL (mm) para o peso húmido total, W (g) publicadas em Clarke (1962, 1986).

A família Histiotteuthidae é monogenérica, com o género *Histiotteuthis* representado por 15 espécies (Guerra, 1992). Segundo Clarke (1986), este género pode apresentar dois tipos de mandíbulas inferiores, A e B. Na bibliografia consultada, *Histiotteuthis dofleini* (tipo A), que abrange a área em estudo, apresenta uma equação de conversão da mandíbula inferior para o peso individual (Clarke, 1986), sendo utilizada para estimar os pesos individuais nesta espécie. Para espécies com o outro tipo de mandíbula (tipo B) como por exemplo *Histiotteuthis reversa*, não existe uma equação de conversão. Fazendo face a esta situação, utilizou-se a equação estimada para o género, para todas as mandíbulas inferiores à excepção de *H. dofleini*, como a melhor aproximação do peso estimado (Clarke, 1986).

O género *Taonius* é monoespecífico, representado pela espécie *Taonius pavo* (Guerra, 1992). Na bibliografia consultada, não existe uma equação para a espécie, mas para a sub-família Taoninae (Clarke, 1986), tendo esta sido utilizada para estimar o peso individual para a espécie, como a melhor aproximação possível.

Na bibliografia consultada não foi possível encontrar uma equação que converta o comprimento do *rostrum* da mandíbula inferior para o peso do indivíduo para os géneros *Discoteuthis*, *Grimalditeuthis* e *Lepidoteuthis*. Assim, estes géneros não foram considerados para a análise dos métodos combinados. De igual modo, os exemplares da classe Octopoda sub-ordem Incirrata, *Argonauta*, *Haliphron* e *Ocythoe* e sub-ordem Cirrata, *Grimpotteuthis*, não foram também considerados pela mesma razão acima mencionada. As famílias cuja identificação foi feita com base nas mandíbulas superiores não foram consideradas nos métodos combinados, devido à inexistência de equações de conversão do comprimento do *rostrum* da mandíbula superior (URL) e o peso do indivíduo (Anexo 4.3).

2.2. Descrição quantitativa da dieta alimentar

A análise quantitativa da dieta visa conhecer, exclusivamente, a quantidade absoluta ou relativa de alimento ingerido pelo predador, permitindo deste modo, avaliar

a sua intensidade alimentar (Reis, 1998). Para a análise quantitativa da dieta do espadarte foi determinado para cada sexo, o Índice de Repleção (SF), que avalia o peso total das presas ingeridas em função do peso eviscerado do predador, expresso em grama. O índice SF é descrito, segundo Hernandez-Garcia (1995), pela seguinte equação:

$$SF = (\text{peso dos conteúdos estomacais} / \text{peso do peixe eviscerado}) * 100$$

Este índice foi analisado individualmente, assim como para três grupos de comprimentos, $L_{jfl} \leq 125$ cm; $125 \text{ cm} < L_{jfl} < 175$ cm e $L_{jfl} \geq 175$ cm, combinado por meses. O objectivo desta análise foi analisar se existiam diferenças no índice médio de repleção entre as diferentes fases de crescimento, juvenis ($L_{jfl} \leq 125$ cm), jovens ($125 \text{ cm} < L_{jfl} < 175$ cm) e em indivíduos adultos ($L_{jfl} \geq 175$ cm).

Para comparar os índices de repleção entre os sexos, usou-se o teste Mann-Whitney, verificando-se a hipótese nula, H_0 : O índice de repleção é igual entre fêmeas e machos ($\alpha=0,05$).

Usou-se o teste de Kruskal-Wallis (Zar, 1984) nos dados de fêmeas e o teste de Mann-Whitney (Zar, 1984) nos machos, para verificar a existência de diferenças significativas no índice de repleção entre os grupos de comprimentos propostos, com a hipótese nula, H_0 : O índice de repleção é igual entre os grupos de comprimentos ($\alpha=0,05$).

2.3. Descrição qualitativa da dieta alimentar

A análise qualitativa da dieta permite descrever os itens alimentares ocorrentes nos conteúdos estomacais, bem como as suas proporções relativas (Reis, 1998). Existem três métodos que permitem descrever qualitativamente a dieta: o método numérico, o método volumétrico e o método gravimétrico (Windell & Bowen, 1978). Nenhum destes métodos possibilita por si só, a obtenção de informação suficiente para uma completa descrição da dieta, pelo que a sua escolha deverá basear-se sempre no objectivo do estudo e no tipo de respostas que se pretende obter (Herrán, 1988).

Neste estudo, analisou-se a relação presa-predador em cada sexo, tendo como objectivo a verificação de possíveis diferenças nas estratégias ou comportamentos

alimentares, entre os sexos. Os métodos utilizados foram o método numérico e o gravimétrico.

2.3.1. Método numérico

Este método baseia-se na determinação de dois índices: frequência de ocorrência e na percentagem numérica.

2.3.1.1. Frequência de ocorrência (f %) (Herrán, 1988)

Estimou-se a frequência de ocorrência por grupos de presas, teleósteos, cefalópodes e crustáceos, com o objectivo de conhecer quais os grupos mais frequentes no total da amostra. Esta análise foi realizada para os sexos combinados, utilizando-se a equação seguinte:

$$f\% = (\text{n}^\circ \text{ de estômagos com o grupo } x / \text{n}^\circ \text{ total de estômagos}) * 100$$

Estimou-se a frequência de ocorrência para cada presa identificada, em cada sexo, utilizando-se a seguinte equação:

$$f\% = (\text{n}^\circ \text{ de estômagos com a presa } x / \text{n}^\circ \text{ total de estômagos}) * 100$$

2.3.1.2. Percentagem numérica (n%) (Herrán, 1988)

Para o cálculo da percentagem numérica, em cada sexo, foi utilizada a seguinte equação:

$$n\% = (\text{n}^\circ \text{ de indivíduos da presa } x / \text{n}^\circ \text{ total de presas}) * 100$$

Uma vez que a digestão dos alimentos provoca a desarticulação das presas, foi necessário estabelecer alguns critérios para a determinação do número de presas. Considerou-se como um indivíduo, o par de mandíbulas de cefalópodes identificadas no mesmo grupo taxonómico, cujas dimensões eram coincidentes. Considerou-se também como um indivíduo, as mandíbulas sem o respectivo par, independentemente de serem superiores ou inferiores. Em relação aos otólitos, com base nas medições efectuadas, considerou-se como um indivíduo, dois otólitos da mesma espécie com dimensões

semelhantes. Considerou-se também como um indivíduo, um otólito isolado, sem o seu par.

2.3.2. Método Gravimétrico (Herrán, 1988)

Segundo este método, os itens alimentares são divididos de acordo com as suas categorias taxonómicas e pesados individualmente, sendo a partir destes valores calculado o coeficiente em peso.

Para o cálculo da importância em peso, (p%) de cada presa, por sexo, foi utilizada a seguinte equação:

$$p\% = (\text{Peso da presa } x / \text{Peso total das presas}) * 100$$

O peso utilizado neste estudo foi o peso húmido, pois implica menores dificuldades de manipulação do material biológico, tal como sugerido por Herrán (1988). Segundo Glenn & Ward (1968), o peso húmido e o peso seco encontram-se significativamente relacionados, podendo ambos ser utilizados no método gravimétrico.

O método gravimétrico foi aplicado após a estimação dos pesos individuais a partir das estruturas duras (otólitos e mandíbulas) identificadas nos conteúdos estomacais, em cada sexo.

2.3.3. Importância mensal das presas identificadas

Para a análise da importância mensal de cada presa, recorreu-se à frequência de ocorrência e à percentagem numérica. Esta análise foi realizada para os sexos combinados devido ao número reduzido de estômagos amostrados em alguns meses.

2.4. Presas preferenciais

Dada a natureza oportunística do espadarte, considerou-se como presa preferencial, aquela que ocorre em maior proporção nos conteúdos estomacais.

Para a análise da importância de cada presa na dieta alimentar foram utilizados métodos combinados que tentam conjugar matematicamente a informação numérica com a informação ponderal. Entre eles, o índice de importância relativa (IRI) de Pinkas *et al.* (1971) e o coeficiente alimentar (Q) proposto por Hureau (1970). Os dois métodos foram aplicados para cada sexo.

2.4.1. Índice de importância relativa (IRI)

O índice de importância relativa (IRI) (Pinkas *et al.*, 1971) foi modificado, utilizando-se a importância em peso (p%), tal como descrito por Hacunda (1981), pois o peso é preferível ao volume dos itens pois é mais rápido e mais preciso (Rosecchi & Nouaze, 1987).

Este índice oferece uma melhor perspectiva da importância de cada tipo de alimento na dieta, apresentando-se da seguinte forma:

$$IRI = (n\% + p\%) * f\%,$$

onde n% é a percentagem numérica, p% é a importância em peso (em percentagem) e f% é a frequência de ocorrência, de cada presa identificada

2.4.2. Coeficiente alimentar de uma presa, Q

O coeficiente alimentar, Q, descrito por Hureau (1970), permite conhecer a importância que cada presa apresenta na dieta alimentar de um determinado predador, sendo escrito da seguinte forma:

$$Q = (n\% * p\%),$$

onde n% é a percentagem numérica e p% é a importância em peso (em percentagem), de cada presa identificada.

2.4.3. Classificação das presas

As presas identificadas nos conteúdos estomacais foram classificadas segundo Rosecchi (1988) e Geistdoerfer (1975 *in* Rosecchi, 1983).

Segundo Rosecchi (1988), para a comparação dos vários índices IRI, cada valor individual tem de ser expresso como a percentagem do valor total do índice, sendo os valores percentuais somados por ordem decrescente. Quando a soma dos valores percentuais atingir os 50%, as presas são consideradas preferenciais, quando atingir os 75%, são consideradas secundárias e as restantes presas, acessórias.

Para cada sexo, foram estimados os coeficientes Q para cada presa, classificando-as segundo Geistdoerfer (1975 *in* Rosecchi, 1983) (Anexo 4.4), comparando e analisando possíveis diferenças na importância de cada presa na dieta alimentar de cada sexo.

2.5. Análise comparativa da dieta alimentar entre os sexos

Para comparar as dietas alimentares entre os sexos utilizou-se a frequência em número de cada item identificado em cada sexo, já que a frequência numérica é a única medida estatisticamente válida para se usar em tabelas de contingência (Rosecchi & Nouaze, 1987). Para esta análise é comum utilizar-se uma tabela de contingência sobre a qual se realiza um teste de independência, recorrendo às estatísticas χ^2 ou G. Acontece que a distribuição de χ^2 é de uso problemático ou mesmo inadequada, se a tabela envolve frequências esperadas muito baixas (*i.e.* < 4) ou nulas (*i.e.* zeros) (Sokal & Rolf, 1981; Zar, 1984). A partir da estatística de simulação é possível elaborar com facilidade, novos testes adaptados a problemas específicos que não encontram solução nos testes padrão, e tem a vantagem de não dependerem do comportamento de uma distribuição particular (Almada & Oliveira, 1997).

O programa ACTUS (*Analysis of Contingency Tables Using Simulations*) proposto por Estabrook & Estabrook (1989), analisa as tabelas de contingência recorrendo a processos de simulação em que não existem as restrições acima expostas, simulando, contando e comparando os dados de uma forma que avalia a probabilidade da distribuição observada se dever ao acaso. Tem ainda a vantagem de permitir, no caso das variáveis da tabela não serem independentes, determinar quais as células que diferem significativamente do que se poderia esperar ao acaso, oferecendo assim algo equivalente a um teste *a posteriori* (Estabrook & Estabrook, 1989; Almada & Oliveira, 1997).

Para a análise comparativa foi verificada a hipótese nula, H_0 : A distribuição das presas nos conteúdos estomacais é independente do sexo do predador ($\alpha=0,05$). Uma vez que o ACTUS só analisa tabelas de contingência 10x10, ensaiou-se a técnica recorrendo-se ao programa TESTMAT (autoria: Prof. Doutor Vítor Almada, ISPA). Este programa é uma modificação do ACTUS, tendo sido ampliado o número de células da tabela de contingência para a análise (60x60) (V. Almada, *pess. com.*).

3. Resultados

Dos 82 estômagos amostrados, oito encontravam-se vazios e um regurgitado, correspondendo a 11% da amostra. O espadarte com estômago regurgitado foi capturado com o palangre de superfície. Dos oito indivíduos com estômago vazio, um foi proveniente do palangre de fundo, mas com uma cavala inteira de 101g, e os

restantes sete, do palangre de superfície. Destes, quatro apresentaram somente cavala com um peso total de 579g e os restantes três, não apresentaram nenhuma evidência de ingestão recente.

3.1. Descrição quantitativa da dieta alimentar

A Figura 35 representa o índice de repleção (SF) obtido em cada sexo, por classe de comprimento.

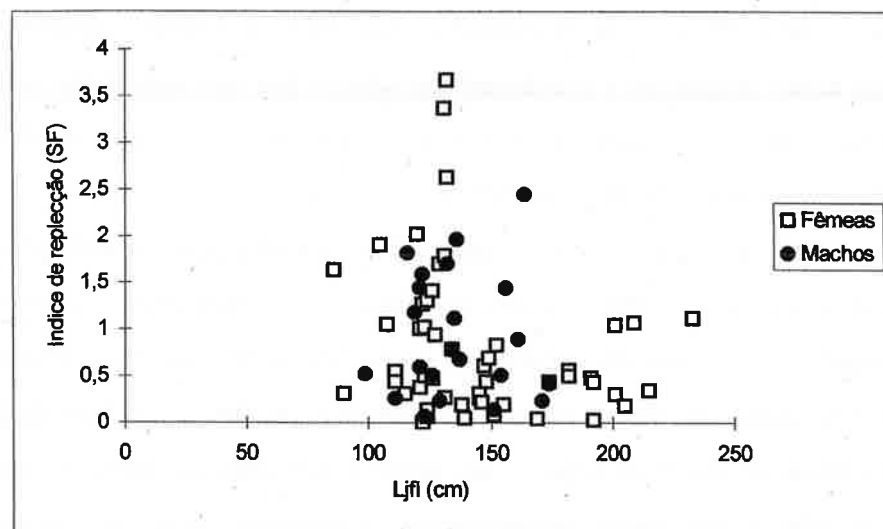


Figura 35: Relação do índice de repleção (SF) com o comprimento individual (Ljfl), de espadarte, em cada sexo, na região dos Açores

Para ambos os sexos, não parece existir uma relação entre o comprimento individual e o índice de repleção. Os índices mais elevados foram observados nas fêmeas, com cerca de 130 cm seguidas pelos machos de 160 cm. No entanto, não foram observadas diferenças significativas no índice de repleção entre os sexos ($p=0,225$) (Anexo 4.5).

Em cada sexo, não foram observadas diferenças significativas nos índices de repleção entre os grupos de comprimentos analisados (Fêmeas: $0,90 < p < 0,95$ (Anexo 4.6); Machos: $p > 0,2$ (Anexo 4.7)).

3.2. Descrição qualitativa da dieta alimentar

3.2.1. Identificação das presas

Foram identificadas 11 famílias, 11 géneros e 11 espécies de teleósteos; 13 famílias, 17 géneros, 15 espécies de cefalópodes e 1 família de crustáceos. A percentagem de otólitos de peixes e de mandíbulas de cefalópodes não identificados foi

de 5 e 4%, respectivamente. Ficaram por identificar 4 peixes devido ao seu estado de digestão avançado. As Tabelas 26 e 27 apresentam, respectivamente, as presas de teleósteos e de cefalópodes, identificadas nos conteúdos estomacais de espadarte.

Tabela 26: Presas teleósteos identificadas nos conteúdos estomacais de espadarte

Família	Espécie	Nº*	otólitos
Berycidae	<i>Beryx splendens</i>	2	3
Caproidae	<i>Capros aper</i>	153	2
Carangidae	<i>Trachurus picturatus</i>	71	4
Diretmidae	<i>Diretmus argenteus</i>	81	126
Gadidae	<i>Micromesistius poutassou</i>	2	2
Myctophidae	<i>Myctophum punctatum</i>	44	67
Macroramphosidae	<i>Macroramphosus scolopax</i>	5	7
Scombridae	<i>Scomber japonicus</i>	2	
Sparidae	<i>Pagellus bogaraveo</i>	29	
Trichiuridae	<i>Lepidopus caudatus</i>	31	46
Scorpaenidae	<i>Helicolenus dactylopterus dactylopterus</i>	46	7
Não identificados		1	1
		4	14
Total	11	467	279

Nº*: número total de peixes, contando com os exemplares observados no momento da amostragem mais os exemplares representados pelos otólitos.

Tabela 27: Presas cefalópodes identificadas nos conteúdos estomacais

Família	Espécie	Nº	"bicos"
Alloposidae	<i>Haliphron atlanticus</i>	3	5
Argonautidae	<i>Argonauta argo</i>	10	12
Ocythoidea	<i>Ocythoe tuberculata</i>	6	10
Stauroteuthidae	<i>Grimpoteuthis</i> ? sp.	1	2
	<i>Chiroteuthis verany</i>	1	1
Chiroteuthidae	<i>Chiroteuthis</i> sp.	2	3 (1U)
	<i>Grimalditeuthis</i> sp.	1	2
	<i>Taonius pavo</i>	3	4
Cranchiidae	<i>Teuthowenia megalops</i>	1	2
	<i>Cranchia scabra</i>	1	2
Cycloteuthidae	<i>Discoteuthis</i> sp.	1	2
	<i>Histioteuthis dofleini</i> ¹	10	15 (2U)
Histioteuthidae	<i>Histioteuthis</i> sp. B	2	4
	<i>Histioteuthis reversa</i>	1	2
	<i>Histioteuthis elongata</i>	1	1
	<i>Histioteuthis</i> ? aff. <i>reversa</i>	1	1U
Lepidoteuthidae	<i>Lepidoteuthis grimaldii</i>	1	2
Ommastrephidae		8	8U
	<i>Ommastrephes bartramii</i>	17	31
	<i>Todarodes sagittatus</i>	5	9
Onychoteuthidae	<i>Onychoteuthis</i> ? aff. <i>banskii</i>	1	2
	Estado <i>Chaunoteuthis</i> ²	1	2
Pholidoteuthidae	<i>Pholidoteuthis boschmai</i>	3	5
Loliginidae	<i>Loligo forbesi</i>	2	4
Desconhecida	Desconhecida	1	2
Não identificados		3	3U
Total	15	83	136

Legenda: A letra U designa a mandíbula superior; (1): *H. dofleini* (= *H. arcturi* (Robson 1948)) (Voss et al., 1998); (2) *Chaunoteuthis*: género não válido que representa indivíduos não saudáveis da família Onychoteuthidae (Kubodera et al., 1998)

O “Estado *Chaunoteuthis*” (Kubodera *et al.*, 1998) foi contabilizado como presa no género *Onychoteuthis* na análise qualitativa, assim como os indivíduos pertencentes à família Ommastrephidae e géneros *Histioteuthis* e *Chiroteuthis*, identificados a partir de mandíbulas superiores.

Para os crustáceos e para o único cefalotórax inteiro, a identificação possível foi:

Classe Crustacea
Sub-classe Malacostraca: Eumalacostraca eucarida
Ordem Decapoda
Super-Secção Natantia
Secção Penaeidea
Família Penaeidae

3.2.2. Análise por grandes grupos

No total dos 73 estômagos com conteúdos, os teleósteos foram encontrados em todos os estômagos (100%), enquanto que os cefalópodes foram encontrados em 39 (53%). Os crustáceos encontraram-se em 14 estômagos, numa percentagem de 19%.

No momento da amostragem em laboratório, os teleósteos contribuíram com 97% do peso dos conteúdos, seguidos dos cefalópodes com 2% e dos crustáceos, com 0,2%. Não se encontraram estômagos só com cefalópodes e só com crustáceos. No entanto, foram encontrados 32 estômagos que continham somente peixes (44%).

Foram identificadas 551 presas (467 peixes, 83 cefalópodes e 1 crustáceo) em 71 estômagos (50 fêmeas e 21 machos). Em dois estômagos (1 fêmea e 1 macho) foram encontrados restos não identificados de teleósteos e cefalópodes. Por sexos, identificaram-se 322 presas nos conteúdos estomacais de fêmeas e 229 nos machos. Nas fêmeas, encontraram-se em média, 4 espécies e 7 presas por estômago e nos machos, 4 espécies e 11 presas.

Foram encontrados 1399 globos de peixe para 97 hemisférios de cefalópodes, numa proporção de 14:1 e 279 otólitos para 136 mandíbulas (superiores e inferiores) de cefalópodes, numa proporção de 2:1.

3.2.3. Método numérico

3.2.3.1. Frequência de ocorrência (f%)

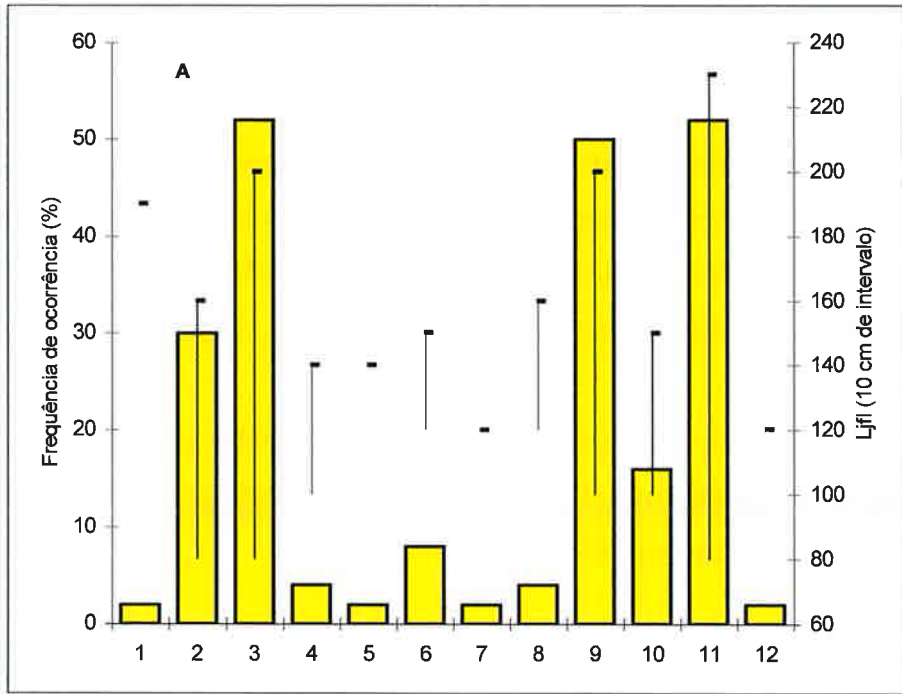
Nos conteúdos estomacais de fêmeas foram identificadas 11 famílias, 11 géneros e 11 espécies de teleósteos, 12 famílias, 16 géneros e 15 espécies de cefalópodes e 1 família de crustáceos. Nos conteúdos estomacais de machos foram identificadas 9 famílias, 9 géneros e 9 espécies de teleósteos e 5 famílias, 4 géneros e 4 espécies de cefalópodes.

O grupo dos crustáceos ocorreu em 16% dos conteúdos estomacais de fêmeas, num intervalo de comprimentos 110-200 cm. Nos machos, este grupo ocorreu em 27%, num intervalo de comprimentos 120-170 cm.

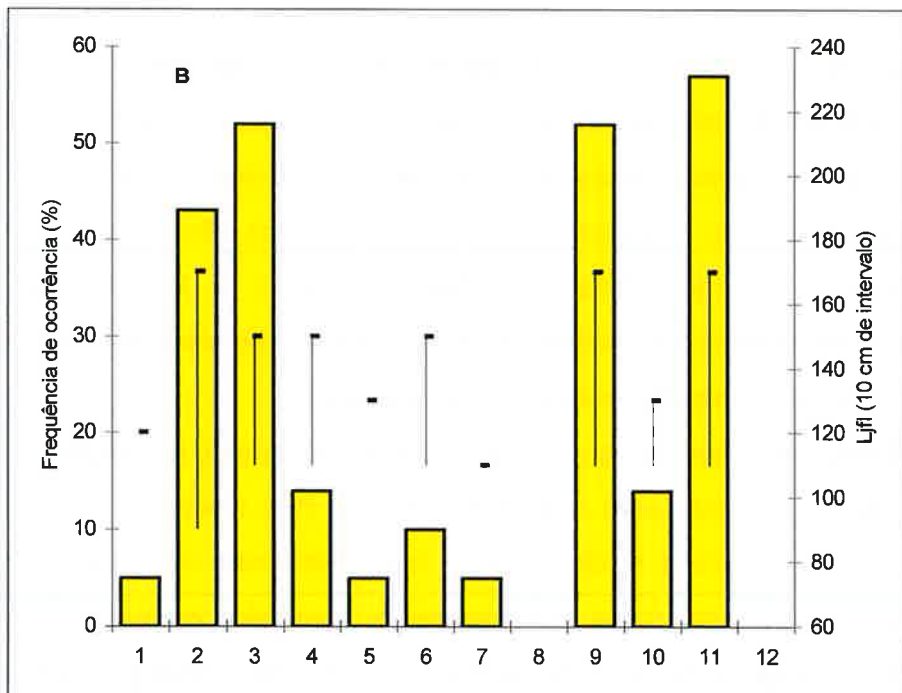
As Figuras 36 e 37 representam, respectivamente, as frequências de ocorrência das espécies de teleósteos e cefalópodes identificadas, em cada classe de comprimento, na dieta alimentar das fêmeas e dos machos.

A maioria dos teleósteos identificados foram comuns em ambos os sexos, ocorrendo num amplo intervalo de comprimentos. *Lepidopus caudatus* (peixe-espada branco), *Scomber japonicus* (cavala) e *Trachurus picturatus* (chicharro), foram as presas que ocorreram em maior percentagem nos conteúdos estomacais, em ambos os sexos. *Capros aper* (apara-lápis), *Diretmus argenteus* e Myctophidae (peixes luminosos), representados por indivíduos de reduzidas dimensões, apresentaram uma maior ocorrência nos conteúdos estomacais dos machos.

A diferença mais notória entre os sexos foi verificada na composição de espécies de cefalópodes, sendo esta mais diversa nas fêmeas. Nos machos, foi encontrado o género *Discoteuthis*, família Cycloteuthidae, não identificado em fêmeas. O género *Histioteuthis* ocorreu numa maior percentagem de conteúdos estomacais de machos, encontrando-se a espécie *Histioteuthis dofleini* em 15% dos estômagos, num intervalo de comprimentos 120-170 cm. A família Ommastrephidae foi mais frequente nos estômagos de fêmeas, sendo *Ommastrephes bartramii* a espécie mais representada. Esta ocorreu em 20% dos conteúdos estomacais de fêmeas, num amplo intervalo de comprimentos (80-200 cm).

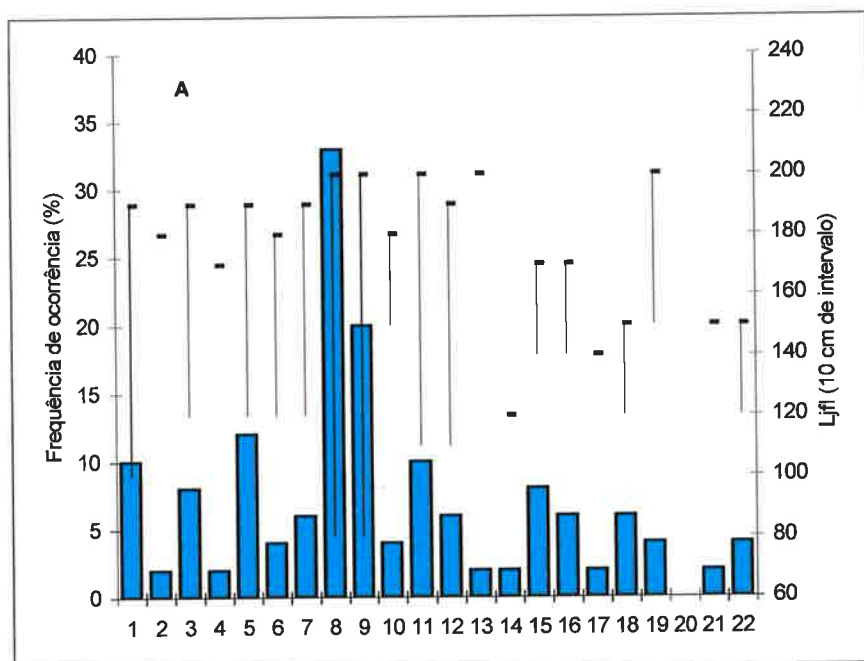


Legenda: 1-*B. splendens*; 2-*C. aper*; 3-*T. picturatus*; 4-*D. argenteus*; 5-*M. poutassou*; 6-Myctophidae; 7-*M. punctatum*; 8-*M. scolopax*; 9-*S. japonicus*; 10-*P. bogaraveo*; 11-*L. caudatus*; 12-*H. dactylopterus dactylopterus*

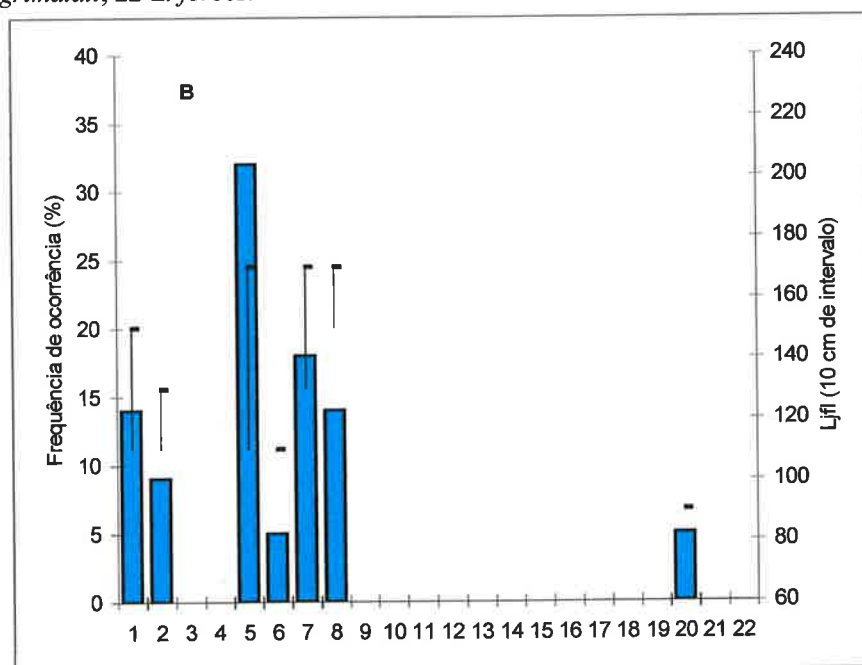


Legenda: 1-*B. splendens*; 2-*C. aper*; 3-*T. picturatus*; 4-*D. argenteus*; 5-*M. poutassou*; 6-Myctophidae; 7-*M. punctatum*; 8-*M. scolopax*; 9-*S. japonicus*; 10-*P. bogaraveo*; 11-*L. caudatus*; 12-*H. dactylopterus dactylopterus*

Figura 36: Frequência de ocorrência das espécies de teleósteos ingeridas pelo espadarte e intervalo de comprimentos onde cada presa foi identificada, na amostra de fêmeas (A) e de machos (B), na região dos Açores



Legenda: 1-*A. argos*; 2-*H.atlanticus*; 3-*O. tuberculata*; 4-*Grimpoteuthis* sp.; 5-*Histioteuthis* spp.; 6-*H. reversa*; 7-*H. dofleini*; 8-Ommastrephidae; 9-*O. bartramii*; 10-*T. sagittatus*; 11-Cranchiidae; 12-*T. pavo*; 13-*C. scabra*; 14-*T. megalops*; 15-Chiroteuthidae; 16-*Chiroteuthis* sp.; 17-*Grimalditeuthis* sp.; 18-*P. boschami*; 19-Onychoteuthidae; 20-*Discoteuthis* sp.; 21-*L. grimaldii*; 22-*L. forbesi*



Legenda: 1-*A. argos*; 2-*H.atlanticus*; 3-*O. tuberculata*; 4-*Grimpoteuthis* sp.; 5-*Histioteuthis* spp.; 6-*H. reversa*; 7-*H. dofleini*; 8-Ommastrephidae; 9-*O. bartramii*; 10-*T. sagittatus*; 11-Cranchiidae; 12-*T. pavo*; 13-*C. scabra*; 14-*T. megalops*; 15-Chiroteuthidae; 16-*Chiroteuthis* sp.; 17-*Grimalditeuthis* sp.; 18-*P. boschami*; 19-Onychoteuthidae; 20-*Discoteuthis* sp.; 21-*L. grimaldii*; 22-*L. forbesi*

Figura 37: Frequência de ocorrência das espécies de cefalópodes ingeridas pelo espadarte e intervalo de comprimentos onde cada presa foi identificada, na amostra de fêmeas (A) e de machos (B), na região dos Açores

3.2.3.2. Percentagem numérica (n%)

Nas fêmeas foram identificados 256 peixes e 65 cefalópodes. Nos machos foram identificados 211 peixes e 18 cefalópodes. A espécie de peixe mais numerosa nos conteúdos foi *C. aper* num estômago de um macho (156 cm), com 39 exemplares e a espécie de cefalópode foi *O. bartramii* num estômago de uma fêmea (145 cm), com 6 exemplares.

As Figuras 38 e 39 representam a percentagem numérica das espécies de teleósteos e cefalópodes, respectivamente, identificadas nos conteúdos estomacais, em cada sexo.

Em termos de frequência numérica, os teleósteos foram mais numerosos que os cefalópodes. As espécies *C. aper* (22%), *T. picturatus* (13%), *D. argenteus* (13%) e *L. caudatus* (11%) foram mais importantes nas fêmeas e nos machos foram *C. aper* (36%), *D. argenteus* (17%), *T. picturatus* (13%) e Myctophidae (13%). Os restantes grupos taxonómicos apresentaram frequências numéricas inferiores a 10%.

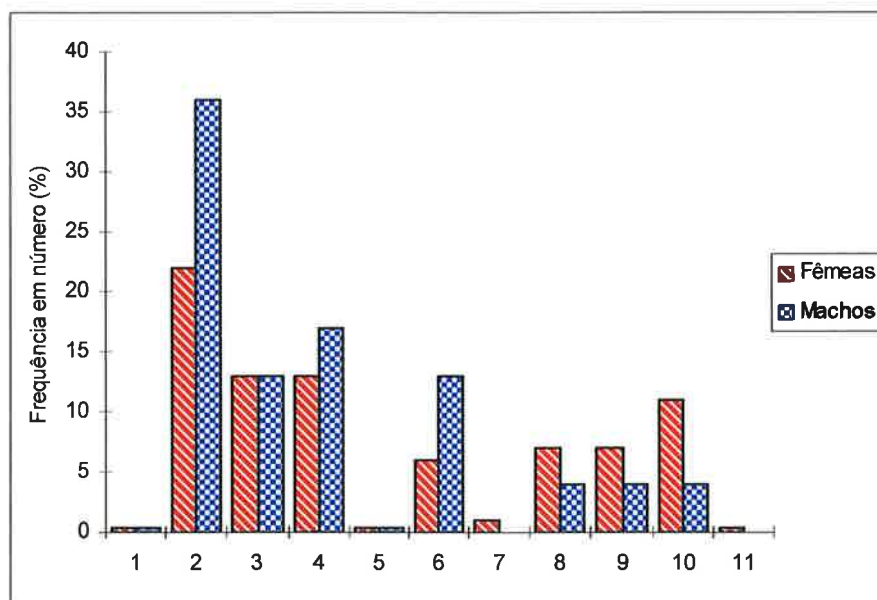
Nos cefalópodes, *O. bartramii* foi a espécie mais numerosa, com 5% do número total de presas encontradas nos conteúdos estomacais de fêmeas, seguida pelo género *Histioteuthis*, que foi mais numeroso nos machos (4%) do que nas fêmeas (2%).

3.2.4. Método gravimétrico (p%)

No momento da amostragem em laboratório só foi possível determinar os pesos de algumas espécies de teleósteos, sendo *S. japonicus* a presa mais pesada em ambos os sexos. Nos cefalópodes, só foi encontrado o manto e aparelho bucal completo de um omastrefídeo (*O. bartramii*), com 338,5 g de peso.

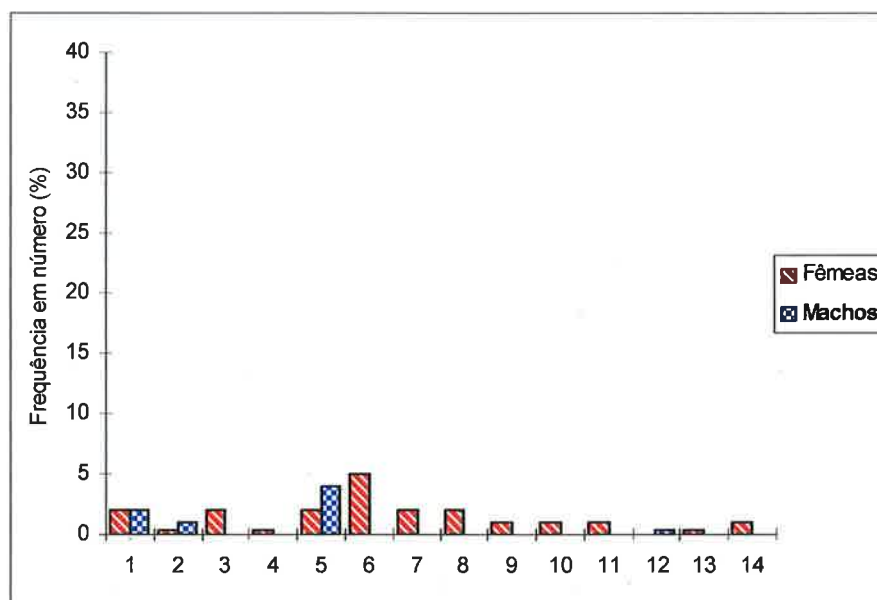
Não foi possível medir todos os otólitos identificados devido às más condições em que se apresentavam, partidos e/ou erodidos nas extremidades, sendo os géneros *Helicolenus*, *Pagellus*, *Beryx*, *Diretmus* e família Myctophidae, os mais afectados.

Os pesos estimados para as espécies de teleósteos identificadas, obtidos a partir das medições dos otólitos, estão representados no Anexo 4.8. Os pesos estimados para os cefalópodes identificados nos conteúdos alimentares de fêmeas e de machos, estão representados nos Anexos 4.9 e 4.10, respectivamente. É também apresentado o peso médio na amostra para cada presa e o intervalo de comprimentos do *rostrum* da mandíbula inferior (LRL).



Legenda: 1-*B. splendens*; 2-*C. aper*; 3-*T. picturatus*; 4-*D. argenteus*; 5-*M. poutassou*; 6-Myctophidae; 7-*M. scolopax*; 8-*S. japonicus*; 9-*P. bogaraveo*; 10-*L. caudatus*; 11-*H. dactylopterus dactylopterus*

Figura 38: Frequência em número (em percentagem) dos teleósteos identificados nos conteúdos estomacais de espadarte, em cada sexo, na região dos Açores



Legenda: 1-*A. argos*; 2-*H. atlanticus*; 3-*O. tuberculata*; 4-*Grimpoteuthis* sp.; 5-*Histioteuthis* spp.; 6-*O. bartramii*; 7-*T. sagittatus*; 8-Cranchiidae; 9-Chiroteuthidae; 10-*P. boschami*; 11-Onychoteuthidae; 12-*Discoteuthis* sp.; 13-*L. grimaldii*; 14-*L. forbesi*

Figura 39: Frequência em número (em percentagem) dos cefalópodes identificados nos conteúdos estomacais de espadarte, em cada sexo, na região dos Açores

Após a estimativa do peso a partir das estruturas duras, calculou-se a importância em peso (p%) de cada presa encontrada nos conteúdos estomacais de cada sexo. A

contribuição em peso do grupo de teleósteos foi de 66 e 91%, em fêmeas e machos, respectivamente. Para o grupo dos cefalópodes, a contribuição em peso foi 34% e 9%, em fêmeas e machos, respectivamente. Para os crustáceos, a contribuição em peso foi sensivelmente semelhante nos dois sexos, na ordem dos 0,1%.

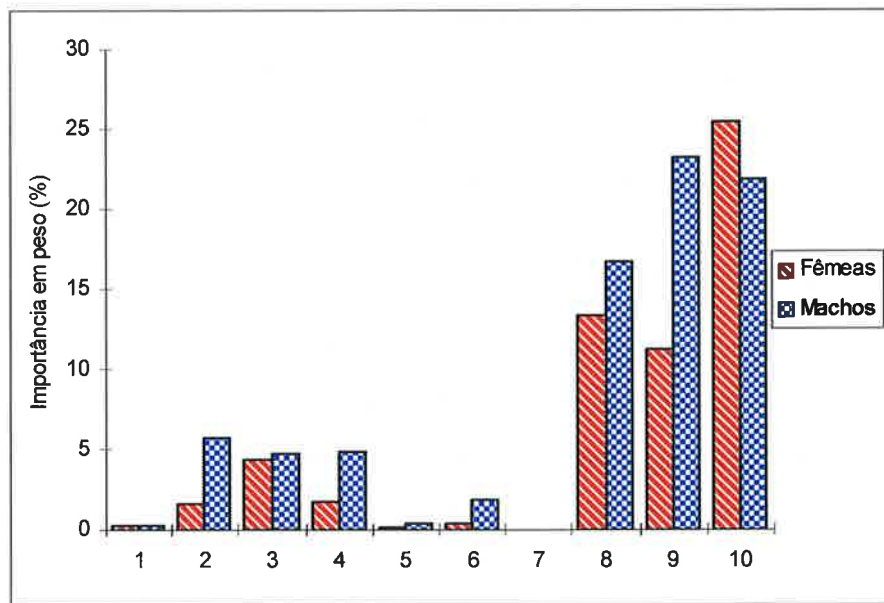
As Figuras 40 e 41 representam a importância em peso das espécies de teleósteos e de cefalópodes, respectivamente, nos conteúdos estomacais de ambos os sexos. O peso total utilizado para o género *Histioteuthis*, famílias Cranchiidae e Chiroteuthidae foi igual ao somatório do peso individual das espécies identificadas.

Nas fêmeas, *L. caudatus*, *P. bogaraveo*, *S. japonicus*, *O. bartramii* e *T. sagittatus* contribuíram com mais de 10% do peso total dos conteúdos. No entanto, *L. caudatus* foi a presa mais importante (25%). Nos machos, *P. bogaraveo*, *L. caudatus* e *S. japonicus* contribuíram com mais de 10% do peso total dos conteúdos, sendo *P. bogaraveo* a espécie mais importante (23%). O género *Histioteuthis* foi mais importante nos machos (8%) que nas fêmeas (2%).

3.2.5. Importância mensal das presas identificadas

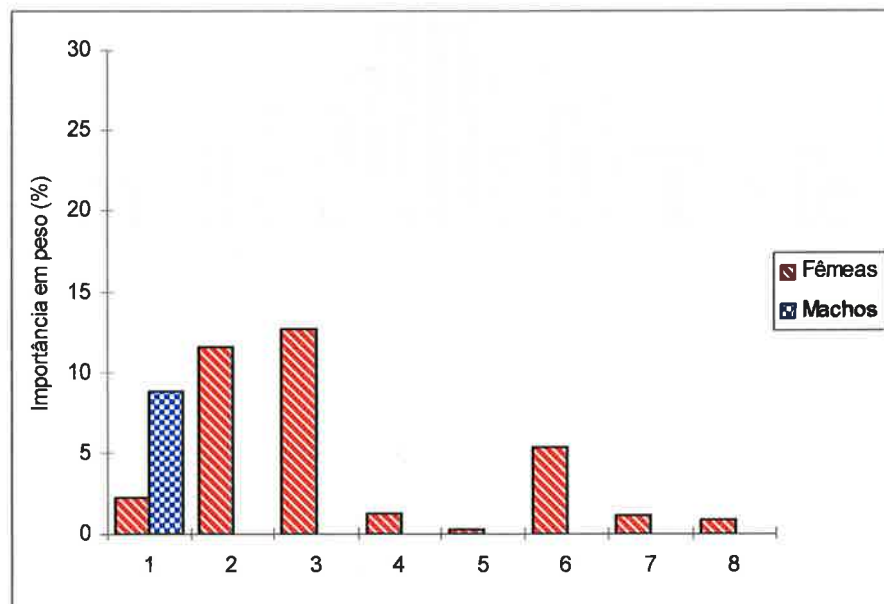
De uma maneira geral, os teleósteos ocorreram com maior frequência nos conteúdos comparativamente aos cefalópodes, com *L. caudatus*, *S. japonicus* e *T. picturatus* como as presas mais frequentes ao longo dos meses amostrados. Nos cefalópodes, as presas mais frequentes foram *Argonauta argo*, *Histioteuthis* spp. e *O. bartramii*. Os crustáceos apresentaram uma ocorrência importante em Janeiro, em 28% dos estômagos amostrados (Anexo 4.11).

O mês de Janeiro apresentou a maior diversidade de organismos identificados (25 grupos), seguido de Julho, com 18 grupos. No entanto, se em cada mês for ponderado o tamanho da amostra (número de espadartes amostrados em cada mês), o período de Março a Novembro apresentou uma maior diversidade de grupos taxonómicos identificados nos conteúdos estomacais de espadarte, com o máximo observado em Setembro. *L. caudatus* encontrou-se em todos os meses amostrados, com excepção de Setembro, seguido de *C. aper*, *P. bogaraveo*, *T. picturatus* e *A. argo* (Anexo 4.11).



Legenda: 1-*B. splendens*; 2-*C. aper*; 3-*T. picturatus*; 4-*D. argenteus*; 5-*M. poutassou*; 6-Myctophidae; 7-*M. scolopax*; 8-*S. japonicus*; 9-*P. bogaraveo*; 10-*L. caudatus*

Figura 40: Importância em peso (em porcentagem) de cada grupo de teleósteos identificado nos conteúdos estomacais de espadarte, em cada sexo, na região dos Açores



Legenda: 1-*Histioteuthis* spp.; 2-*O. bartramii*; 3-*T. sagittatus*; 4-Cranchiidae; 5-Chiroteuthidae; 6-*P. boschami*; 7-*Onychoteuthis*; 8-*L. forbesi*

Figura 41: Importância em peso (em porcentagem) de cada grupo de cefalópodes identificado nos conteúdos estomacais de espadarte, em cada sexo, na região dos Açores

Em termos numéricos, os teleósteos foram mais numerosos nos conteúdos estomacais comparativamente aos cefalópodes, nomeadamente *C. aper* e *D. argenteus* que representaram em alguns meses mais de metade do número total de exemplares identificados. Por mês, *C. aper* foi muito numerosa na dieta em Janeiro, Março e

Setembro e *D. argenteus*, em Junho. A família Myctophidae foi muito numerosa em Julho, seguida de *D. argenteus*. *T. picturatus* foi o grupo mais numeroso em Novembro seguido de *P. bogaraveo*. Os cefalópodes de um modo geral, foram um grupo pouco representado em número, com percentagens inferiores a 10% (Anexo 4.12).

3.3. Distribuição por comprimentos de algumas espécies de teleósteos

No momento da amostragem foram medidos alguns exemplares de *C. aper*, provenientes dos conteúdos estomacais de ambos os sexos (Figura 42).

O comprimento dos *C. aper* variou entre 44-94 mm (SL), sendo os comprimentos entre 60-76 mm, predominantes. O comprimento médio situou-se nos 69 mm e a moda nos 72 mm.

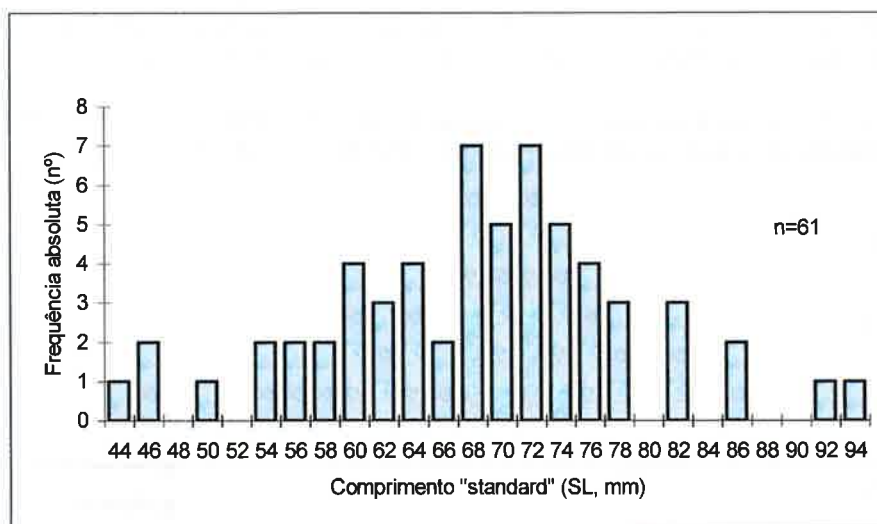


Figura 42: Distribuição por comprimentos (SL) de *C. aper*

As dimensões dos otólitos de 73 *D. argenteus*, variaram entre 3 e 9 mm, com a moda nos 6 mm. Os comprimentos individuais (SL) resultantes, variaram entre 25 e 100 mm, com a média no comprimento 66 mm e a moda em 60 mm (Figura 43).

Os comprimentos dos otólitos de 20 *P. bogaraveo*, variaram entre 5 e 8 mm, com a moda nos 7 mm. Os comprimentos individuais (comprimento à furca: FL) variaram entre 25 e 28 cm, com a média no comprimento 26,8 cm e a moda em 28 cm (Figura 44).

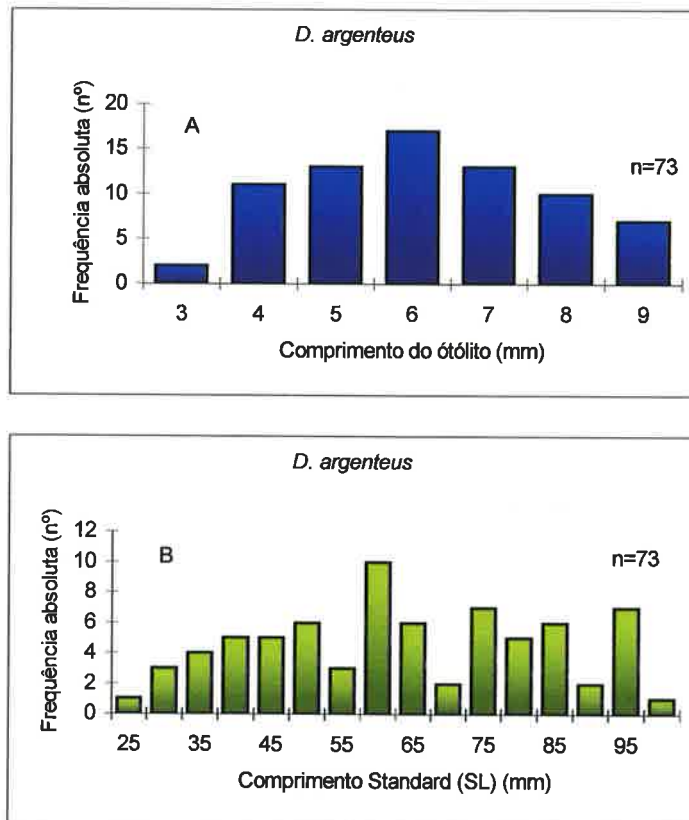


Figura 43: Distribuição do comprimento dos otólitos (A) e do comprimento individual estimado (comprimento standard (SL)) (B) de 73 *D. argenteus*, identificados nos conteúdos estomacais de espadarte

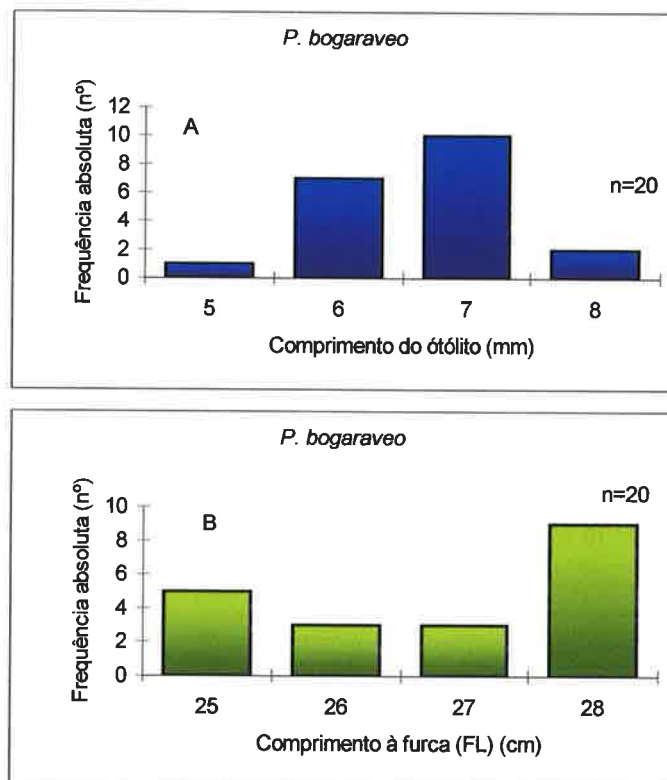


Figura 44: Distribuição do comprimento dos otólitos (A) e do comprimento individual estimado (comprimento à furca (FL)) (B) de 20 *P. bogaraveo*, identificados nos conteúdos estomacais de espadarte

3.4. Presas preferenciais

3.4.1. Índice de Importância Relativa (IRI) e coeficiente alimentar Q

A Tabela 28 apresenta o Índice da Importância Relativa (IRI) e o coeficiente alimentar, Q, que cada presa apresentou na dieta alimentar de fêmeas. Só são apresentadas as presas com percentagens de IRI superiores a 5%.

Tabela 28: Índice de Importância Relativa (IRI), percentagem do Índice de Importância Relativa (IRI%) e Coeficiente alimentar (Q), das presas ou grupos de presas, encontradas nos conteúdos estomacais de fêmeas

Taxa	%f	IRI	IRI%	Q
<i>Lepidopus</i>	52	1867,5	34,0	284,6
<i>Scomber</i>	50	975,6	18,0	87,3
<i>Trachurus</i>	52	873,0	16,0	55,9
<i>Capros</i>	30	695,8	13,0	35,5
<i>Ommastrephes</i>	20	364,4	7,0	61,3
<i>Pagellus</i>	16	279,4	5,0	73,6

A espécie mais importante na dieta das fêmeas foi *L. caudatus*, com uma percentagem de IRI igual a 34%. Esta foi a única espécie que apresentou um coeficiente alimentar (Q) superior a 100.

A Tabela 29 apresenta o Índice da Importância Relativa (IRI) e o coeficiente alimentar, Q, que cada presa apresentou na dieta alimentar de machos. Só são apresentadas as presas com percentagens de IRI superiores a 5%.

Tabela 29: Índice de Importância Relativa (IRI), percentagem do Índice de Importância Relativa (IRI%) e Coeficiente alimentar (Q), das presas ou grupos de presas encontradas nos conteúdos estomacais dos machos

Taxa	%f	IRI	IRI%	Q
<i>Capros</i>	43	1699,0	26,0	204,9
<i>Lepidopus</i>	57	1432,5	22,0	95,6
<i>Scomber</i>	52	1009,5	15,0	58,3
<i>Trachurus</i>	52	894,1	14,0	62,6
<i>Histioteuthis</i>	34	394,2	6,0	31,1
<i>Pagellus</i>	14	377,8	6,0	101,9
<i>Diretmus</i>	14	298,7	5,0	83,1

A espécie mais importante na dieta dos machos foi *C. aper* (26%), seguida de *L. caudatus* (22%). *C. aper* e *P. bogaraveo* foram as únicas espécies que apresentaram um coeficiente alimentar (Q) superior a 100.

3.4.2. Classificação das presas

A Tabela 30 apresenta a classificação das presas segundo Rosecchi (baseado na percentagem acumulada de IRI) e segundo Geistdoerfer (baseado no coeficiente alimentar, Q), para cada sexo. A negrito são salientadas as diferenças mais prementes entre as duas classificações no que diz respeito à identificação das presas principais e secundárias.

Tabela 30: Classificação das presas segundo Rosecchi (baseado na percentagem de IRI) e segundo Geistdoerfer (baseado no coeficiente alimentar Q), em cada sexo

Taxa	Fêmeas		Machos	
	Rosecchi	Geistdoerfer	Rosecchi	Geistdoerfer
<i>Lepidopus</i>	P	PP	P	SF
<i>Scomber</i>	P	SF	S	SF
<i>Trachurus</i>	S	SF	S	SF
<i>Capros</i>	S	SF	P	PP
<i>Ommastrephes</i>	A	SF		
<i>Pagellus</i>	A	SF	A	PO
<i>Diratmus</i>	A	SA	A	SF
<i>Todarodes</i>	A	SA		
<i>Histioteuthis</i>	A	C1 ^a	A	SF
Cranchiidae	A	C1 ^a		
Myctophidae	A	C2 ^a	A	SA

Legenda: P: Presa principal; S: Presa secundária; A: Presa acessória; PP-Presa principal preferencial; PO-Presa principal ocasional; SF-Presa secundária frequente; SA-Presa secundária acessória; C1^a-Presa complementar de 1^o ordem; C2^a-Presa complementar de 2^o ordem
 Nota: São destacadas a negrito, as diferenças entre as duas classificações

Segundo a classificação de Rosecchi, *L. caudatus* e *S. japonicus* foram consideradas presas preferenciais na dieta alimentar das fêmeas (52%), *T. picturatus* e *C. aper* foram secundárias (81%) e as restantes espécies foram consideradas presas acessórias/acidentais (Tabelas 28 e 30). Nos machos, as presas principais na dieta alimentar foram *C. aper* e *L. caudatus* (48%) e as secundárias foram *S. japonicus* e *T. picturatus* (77%). As restantes espécies foram consideradas acessórias (Tabelas 29 e 30).

Segundo a classificação de Geistdoerfer, *L. caudatus* foi presa principal preferencial nas fêmeas, enquanto que nos machos foi *C. aper*. *P. bogaraveo* foi classificado como presa principal ocasional na dieta dos machos. As espécies *S. japonicus*, *T. picturatus*, *C. aper*, *P. bogaraveo* e *O. bartramii* foram classificadas como presas secundárias frequentes na dieta das fêmeas, enquanto que nos machos, estas foram *L. caudatus*, *S. japonicus*, *T. picturatus*, *D. argenteus* e *Histioteuthis* spp.. Como presas secundárias acessórias na dieta alimentar de fêmeas foram *D. argenteus* e *T.*

sagittatus e nos machos, foi a família Myctophidae. Esta foi classificada como presa complementar de 2ª ordem na dieta alimentar das fêmeas.

Como presas complementares de primeira ordem foram classificadas as presas de *Histioteuthis* e da família Cranchiidae na dieta das fêmeas, não tendo sido observadas presas desta categoria nos machos. Os restantes grupos taxonómicos, não mencionados na Tabela 30, foram classificados como presas complementares de 2ª ordem.

3.5. Análise comparativa da dieta alimentar entre os sexos

Foram encontradas diferenças significativas na dieta alimentar entre os sexos ($\chi^2_{28}=67,2959$, $p<0,001$), observando-se significâncias baixas em algumas presas, sugerindo que estas não ocorreram ao acaso na dieta de cada sexo. Nas fêmeas, observou-se a ocorrência preferencial das espécies *O. bartramii* ($p=0,032$) e *Grimpoteuthis* sp. ($p=0,000$). *L. caudatus* poderá ser considerada uma presa preferencial de fêmeas atendendo a que a probabilidade encontrada ($p=0,072$) estar perto do nível de significância usado no teste. Nos machos, observou-se a ocorrência preferencial da espécie *C. aper* ($p=0,009$) e da família Myctophidae ($p=0,020$). Estas duas últimas presas não são comuns na dieta alimentar das fêmeas ($p=0,012$ e $p=0,029$, respectivamente) e as espécies *L. caudatus* ($p=0,012$) e *O. bartramii* ($p=0,000$), não são comuns na dieta alimentar dos machos (Anexo 4.13).

4. Discussão

A captura de espadarte com o palangre de superfície apresenta várias limitações entre as quais a selectividade por comprimentos e por sexos, e pela presença do isco, podendo a captura ser constituída por indivíduos caracterizados por baixos níveis de sucesso alimentar (Bard, 2001). Por outro lado, na maioria das vezes, o espadarte é eviscerado a bordo das embarcações em alto mar. Estes aspectos não permitiram uma análise mais detalhada da alteração alimentar com o desenvolvimento individual.

A opção pelo estudo dos conteúdos estomacais ao invés do tracto digestivo completo deveu-se ao desconhecimento das taxas de digestão das diversas presas, e consequentemente do seu tempo de passagem pelo tracto digestivo.

A percentagem de estômagos vazios ou regurgitados foi muito reduzida, cerca de 11% do total da amostra, onde somente um apresentou regurgitação dos seus conteúdos. Segundo Scott & Tibbo (1968), o espadarte após ser capturado com o arpão tem

tendência para regurgitar o seu conteúdo estomacal, quando alado para bordo. Esta tendência não foi encontrada neste estudo já que o espadarte foi capturado pelo palangre e quando alado para bordo, encontrava-se já morto.

Observou-se a ocorrência de formas ulcerosas nas paredes do estômago semelhantes às descritas por Iversen & Kelley (1974), para espadim branco e azul.

Algumas presas analisadas demonstraram o papel da espada do espadarte em rasgar e cortar o alimento. O maior omastrefideo (*O. bartramii*) observado na amostra apresentava um corte em toda a linha vertical do manto, tal como observado por Hess & Toll (1981). Um exemplar de teleósteo não identificado encontrou-se cortado em duas partes desiguais. Alguns exemplares de maiores dimensões de peixe-espada branco (*L. caudatus*) encontravam-se cortados em várias zonas do corpo, dispondo-se em camadas dentro dos estômagos. Esta situação poderá sugerir que o espadarte ao ingerir estes grandes exemplares, parte a coluna vertebral do peixe em várias partes, tornando mais fácil a sua ingestão. A observação dos peixes removidos dos conteúdos estomacais de espadarte revelaram também, músculos rasgados devido à espada, tal como observado por Scott & Tibbo (1968).

Apesar da importância dos otólitos dos peixes e das mandíbulas de cefalópodes na identificação das presas ingeridas pelo espadarte, a informação proveniente destas estruturas apresenta algumas limitações, a notar: 1) Desde o momento em que o espadarte é capturado até à recolha dos estômagos para análise, o processo enzimático ocorre, mesmo que o espadarte esteja morto. Assim, os otólitos mais pequenos, degradam-se muito mais depressa com a acção dos sucos gástricos do que os maiores, não sendo por isso, tão facilmente encontrados nos estômagos do predador (Hernandez-Garcia, 1995). Dadas as suas pequenas dimensões relativamente aos restantes conteúdos, perdem-se com mais facilidade. No presente estudo, só foi encontrado um par de otólitos de apara-lápis (*Capros aper*) e nenhum de outras espécies cujas dimensões dos mesmos são diminutas (e.g. *Scomber japonicus* (cavala) e *Macroramphosus scolopax* (trombeteiro)); 2) Apesar de as mandíbulas de cefalópodes serem mais duradouras nos conteúdos estomacais (Zavala-Camin, 1987; Hernandez-Garcia, 1995), podendo apresentar uma permanência 3,5 vezes superior aos otólitos (Toll & Hess, 1981; Clarke & Martins, 1995), sofrem também desgaste pelos sucos gástricos, principalmente ao nível das “asas” (*wings*). Durante o período de maturação da espécie, ocorre nas mandíbulas o designado “escurecimento das asas” (*darkening wing*), característica morfológica de grande importância para a sua identificação

(Clarke, 1986); 3) Como predador oportunístico, o espadarte pode consumir presas de valor nutritivo baixo. Os otólitos e as mandíbulas de cefalópodes de reduzidas dimensões, encontrados nos estômagos de um grande predador podem, no entanto, ter sido provenientes dos conteúdos estomacais das presas (Clarke *et al.*, 1995; Voss *et al.*, 1998). Como um predador oportunístico, o espadarte pode consumir presas de valor nutritivo baixo.

As espécies identificadas a partir dos otólitos e mandíbulas, classificadas como presas acessórias (teleósteos e cefalópodes, respectivamente), poderão ter sido predadas acidentalmente ao longo das migrações verticais do espadarte ou provenientes dos conteúdos estomacais das presas. Zavala-Camin (1987) refere que os crustáceos são digeridos mais lentamente que os restantes grupos (peixes e cefalópodes, com excepção das mandíbulas). Velasco & Quintans (2000) observaram que os crustáceos decápodes são preferencialmente encontrados em espadartes com comprimentos inferiores a 125 cm. A partir da amostra dos Açores, as preferências alimentares das principais presas do espadarte, poderão explicar a grande ocorrência de crustáceos nos conteúdos estomacais, em ambos os sexos, representados por restos e apêndices natatórios. O peixe-espada branco (*Lepidopus caudatus*) alimenta-se de uma grande variedade de peixes, crustáceos e cefalópodes (Bauchot & Pras, 1980; Parin, 1986). O apara-lápis alimenta-se preferencialmente de crustáceos, essencialmente copépodes e camarões misidáceos (Quéro, 1986) e o chicharro (*Trachurus picturatus*) alimenta-se preferencialmente de crustáceos (Smith-Vaniz, 1986).

4.1. Descrição quantitativa da dieta alimentar

A capacidade de ingestão e a velocidade de digestão indicada pelo índice de repleção não foi significativamente diferente inter e intra sexos. Por outro lado, não se verificou a existência de uma relação entre este índice e o comprimento individual. No entanto, os indivíduos de pequeno porte parecem apresentar os estômagos mais cheios relativamente aos indivíduos de maior porte, o que poderá significar que os primeiros ingeriram alimentos mais recentemente que os últimos. Os primeiros anos de vida do espadarte são caracterizados por uma taxa de crescimento elevada (*Vidé* “Capítulo 1: Idade e crescimento”), o que poderá explicar a necessidade destes pequenos exemplares ingerirem alimento com mais frequência do que os adultos.

4.2. Descrição qualitativa da dieta alimentar

4.2.1. Identificação taxonómica das presas

Foram encontrados indivíduos pertencentes à Classe Nematoda, sendo considerados parasitas de espadarte, tal como observado por Hernandez-Garcia (1995). Encontrou-se também nos estômagos, indivíduos pertencentes às Classes Copepoda e Isopoda, que não foram identificados em *taxas* mais baixos já que foram considerados como parasitas do espadarte ou provenientes dos conteúdos estomacais das presas, tal como observado por Clarke *et al.* (1995).

A partir de uma amostra recolhida entre 1992 e 1993 na área dos Açores, Clarke *et al.* (1995) procederam a uma análise detalhada da composição de espécies encontradas nos conteúdos estomacais de espadarte, para os sexos combinados. Aqueles autores encontraram em média, 2 espécies e 14 presas por estômago em fêmeas e 3 espécies e 22 presas em machos, considerando assim que não existiam diferenças na dieta alimentar entre os sexos (Clarke *et al.*, 1995). No presente estudo, foi encontrado em média, 4 espécies por estômago (comum aos dois sexos) e 7 presas por estômago em fêmeas e 11 presas nos machos. Para o total da amostra (fêmeas e machos), os resultados obtidos em ambos os estudos, para a mesma área geográfica, revelaram que os teleósteos contribuíram com mais de metade das presas, seguidos dos cefalópodes.

Os peixes foram o grupo de presas mais representados nos conteúdos estomacais, em número de espécies identificadas, comparativamente aos cefalópodes. A grande diferença encontrada entre este estudo e o de Clarke *et al.* (1995) está relacionada com a cavala e o chicharro. Não só a cavala não foi identificada por aqueles autores, como também o chicharro encontrado nos conteúdos estomacais foi excluído, porque foi considerado como o isco usado no palangre de superfície derivante. Por conseguinte, não é possível comparar a importância relativa destas espécies na dieta deste predador. Sabendo que a cavala é usada como isco na captura de espadarte, foi realizada uma análise detalhada dos conteúdos estomacais onde esta espécie se encontrava, tendo sido rejeitados os exemplares que possam ter sido provenientes do isco. A presença de cavala na dieta alimentar do espadarte foi encontrada por Scott & Tibbo (1968), Carey & Robinson (1981), Palko *et al.* (1981), Stillwell & Kohler (1985), Azevedo (1990a) e Hernandez-Garcia (1995). A observação de conteúdos estomacais de espadim azul (*Makaira nigricans*), capturados pela pesca desportiva nos Açores, em Julho de 1995, revelou a presença de numerosas cavalas intactas, podendo indicar que os espadins

encontraram um cardume desta espécie, predando sobre ele. Dada a estreita afinidade entre esta espécie de espadim e o espadarte (Ovchinnikov, 1970), considera-se que a cavala é presa natural do espadarte.

No que diz respeito às espécies de cefalópodes identificadas, os géneros *Lepidoteuthis* e *Grimpotеuthis* não foram identificados por Clarke *et al.* (1995). Segundo Guerra (1992), *L. grimaldii* é uma espécie comum na dieta alimentar dos cachalotes, dos atuns e de outros peixes oceânicos, tendo sido encontrado nos conteúdos estomacais de espadarte, na área Nordeste do Atlântico (Guerra *et al.*, 1993). A mandíbula inferior deste grupo é facilmente confundida com *Octopoteuthis* e *Taningia* (Clarke, 1986). No entanto, as características diagnosticantes que serviram para a sua identificação foram um profundo entalhe na parede lateral no sentido da crista, por serem altos, estreitos e apresentarem uma campânula pequena, com um vinco ou ruga lateral, diferindo dos outros géneros acima mencionados (Clarke, 1986). *Grimpotеuthis* é um octópode caracterizado por ser um habitante dos fundos marinhos, atingindo profundidades entre 300 e 400 metros (Anón., 2000a). Na bibliografia consultada, não foi encontrada nenhuma referência sobre a ocorrência deste género nos conteúdos estomacais de espadarte. No entanto, este foi identificado no veleiro do Atlântico (*Istiophorus albicans*) (Voss, 1953). Scott & Tibbo (1968) identificaram um outro octópode bentónico nos conteúdos estomacais de espadarte, *Bathypolypus arcticus*.

4.2. Índices de preferências alimentares

As três medidas mais comuns na avaliação da dieta alimentar de um predador são a frequência de ocorrência, a percentagem numérica e a importância em peso de cada item alimentar (Tirasin & Jørgensen, 1999). O índice de frequência de ocorrência não descreve a dieta de um indivíduo em particular, mas demonstra a uniformidade do grupo de peixes (predadores) na selecção de uma presa em particular (Tirasin & Jørgensen, 1999). Este índice não permite discriminar entre a abundância da presa e a forte preferência alimentar do predador (Rosecchi & Nouaze, 1987). Segundo estes autores, este índice pode ser usado como um critério de confiança da importância relativa numérica da presa (n%). Mais ainda, Berg (1979) refere que este índice providencia alguma informação sobre os hábitos alimentares gerais ao nível da população. Pelo contrário, o índice de frequência numérica e o índice da importância em peso avaliam a importância de um item alimentar relativamente às restantes presas digeridas. O índice de frequência numérica é um bom indicador do comportamento

alimentar e a importância em peso reflecte o valor nutritivo da presa (Tirasin & Jørgensen, 1999). No entanto, a importância em peso deverá ser cautelosamente analisada em grandes pelágicos migradores que são capturados com artes como o palangre, devido não só aos processos de regurgitação que estes animais sofrem, assim como ao período de permanência dos exemplares no palangre ser, na maior parte das vezes, longo, o que pode comprometer uma análise baseada em pesos dos itens alimentares (Pinkas *et al.*, 1981; Bard, 2001).

A dieta alimentar do espadarte no Arquipélago dos Açores parece ser muito diversificada, com uma amplitude grande de tamanhos de presa. Nestas condições, os índices sobre as preferências alimentares descritos anteriormente deverão apresentar uma escala suficientemente sensível para uma separação efectiva dos vários itens alimentares. A avaliação da importância de cada item alimentar resultante da aplicação daqueles índices não foi uniforme (Tabela 31), o que sugere a necessidade de utilizar os métodos combinados tais como o índice de importância relativa (IRI) na avaliação da dieta alimentar deste predador.

Tabela 31: Resultados obtidos da aplicação dos índices de frequência de ocorrência (f%), de frequência numérica (n%) e da importância em peso (p%) de cada item alimentar nos conteúdos estomacais de cada componente sexual. Incluiu-se também a percentagem do índice de importância relativa (IRI%) de cada item alimentar.

	Fêmeas				Machos			
	f%	n%	p%	IRI%	f%	n%	p%	IRI%
<i>L. caudatus</i>	52	11	25	34	57	4	21,9	22
<i>T. picturatus</i>	52	13	4,4	16	52	13	4,8	14
<i>S. japonicus</i>	50	7	13,4	18	52	4	16,7	15
<i>C. aper</i>	30	22	1,6	13	43	36	5,7	26
<i>D. argenteus</i>	4	13	1,8	2	14	17	4,9	5
<i>P. bogaraveo</i>	16	7	11,3	5	14	4	23,3	6
<i>O. bartramii</i>	20	5	11,6	7				
<i>Histioteuthis spp.</i>	12	2	2,3	1	32	4	8,9	6

4.3. Presas preferenciais

A classificação das presas segundo Rosecchi (1988) e Geistdoerfer (1975 *in* Rosecchi, 1983) apresentaram algumas diferenças no que diz respeito à classificação de presas principais e secundárias. Apesar da primeira metodologia ser de certa forma proveitosa pela possibilidade de estabelecer análises comparativas entre índices mesmo quando diferentes, permanece porém subjectiva e muito dependente dos conhecimentos que o investigador tem acerca das espécies em estudo, dados os arranjos possíveis que

os resultados dos índices evidenciam numa escala de 0 a 100% (Rosecchi & Nouaze, 1987; Gonçalves, 2000). Neste sentido, atendendo às percentagens de IRI encontradas nas fêmeas, considera-se que a única presa principal é o peixe-espada branco (*L. caudatus*), que apresenta uma percentagem de 34%, muito diferente das encontradas para a cavala (*S. japonicus*) e para o chicharro (*T. picturatus*) (18 e 16%, respectivamente). Estas últimas espécies mais o apara-lápis (*C. aper*) (13%) deverão ser consideradas presas secundárias na dieta alimentar das fêmeas. Esta nova classificação é corroborada pelo agrupamento de Geistdoerfer ao coeficiente alimentar, Q.

Nos machos, as diferenças entre os dois métodos de classificação foram maiores. O apara-lápis (*C. aper*) e o peixe-espada branco (*L. caudatus*) foram classificados como presas principais já que apresentaram percentagens de IRI da mesma ordem de grandeza (26 e 22%, respectivamente). No entanto, somente a primeira presa foi classificada como principal no agrupamento de Geistdoerfer. Uma das razões explicativas poderá estar relacionada com o coeficiente alimentar do peixe-espada branco ter sido ligeiramente inferior a 100 (Q=95,6). No que diz respeito ao goraz (*P. bogaraveo*), a classificação segundo Geistdoerfer como principal ocasional, contrastando com a classificação de Rosecchi (acessória), deve-se em larga medida, ao facto desta presa ter sido a que apresentou a maior importância em peso nos conteúdos estomacais dos machos, resultando num coeficiente alimentar superior a 100.

As diferenças encontradas entre os dois métodos de classificação sugerem que dever-se-á utilizar as duas metodologias como medida cautelosa e como garantia de uma maior abrangência da análise.

4.4. Comportamento alimentar oportunístico

A distribuição vertical das presas encontradas e a diversidade de espécies que ocorrem nos conteúdos estomacais poderá explicar o comportamento oportunístico alimentar, que permite ao espadarte alimentar-se em vários níveis tróficos durante a sua migração vertical diurna (Scott & Tibbo, 1968; Carey & Robinson, 1981; Stillwell & Kohler, 1985).

Foi recolhida informação de conteúdos estomacais de fêmeas (n=3) e machos (n=1) capturados pelo palangre de fundo (profundidade superior a 500 metros) e pelo palangre de meia-água (300 metros de profundidade), ambos largados durante o dia. A análise dos conteúdos estomacais das fêmeas (idade 3 e 4 anos) capturadas na batimetria dos 300 metros demonstrou evidências de alimentação recente pela presença de

trombeteiro e apara-lápis, em digestão inicial e mandíbulas de *L. forbesi*, *Chiroteuthis* sp., estado *Chaunoteuthis*, otólitos de goraz e de mictofideos. A fêmea capturada com o palangre de fundo (500 metros) (idade 8) apresentava evidência de predação recente, pela presença de quatro peixes-espada branco, em início de digestão e o macho capturado pelo palangre de fundo (idade 5) apresentava o estômago vazio. Com base nas 3 fêmeas amostradas, poder-se-á dizer que a sua capacidade de alimentação não parece ter cessado durante o período diurno, o que parece sugerir que a ingestão e digestão dos alimentos é um processo contínuo, durante as migrações verticais diurnas. Tibbo *et al.* (1961) observaram conteúdos estomacais repletos de presas, pertencentes a espadartes capturados com o arpão, significando que a actividade predatória destes não cessa durante o dia.

O facto do espadarte adoptar uma estratégia oportunística, implica que a sua dieta alimentar não seja imediatamente evidente na análise dos conteúdos estomacais, havendo neste caso uma razão acrescida para se estabelecerem estudos comparativos com o alimento disponível no meio. Durante a última década, para a mesma área geográfica, parece ter existido uma alteração na presa mais importante na dieta alimentar desta espécie. Guerra *et al.* (1993), a partir de uma amostra recolhida em 1990, entre as ilhas dos Açores e da Madeira e a costa da Galiza (33°-50°N), verificaram a grande importância da pota laranja, *Sthenoteuthis pteropus* (Ommastrephidae), nos conteúdos estomacais deste predador. Numa amostra recolhida na ZEE açoreana durante 1992-93, Clarke *et al.* (1995) observaram a importância de *O. bartramii* nos conteúdos estomacais do espadarte, com 24% do peso total estimado seguido pelo peixe-espada branco, com 17%. No presente estudo, durante 1993-95 na área dos Açores, o peixe-espada branco foi a presa mais importante na dieta alimentar de ambos os sexos, usando o método combinado de Pinkas *et al.* (1971) (IRI), classificado por Rosecchi (1988). Esta alteração na espécie mais importante na dieta do espadarte pode ser explicada pela elevada abundância de peixe-espada branco na área de pesca dos Açores, durante os últimos anos.

No período anterior a 1990, os desembarques de peixe-espada branco nos Açores, não excederam as 100 toneladas (t). A partir deste ano, os desembarques têm vindo a crescer, passando de 120 t em 1990 para 264 t em 1993 (Silva *et al.*, 1994). Uma das razões para o aumento dos desembarques deveu-se à deslocação do esforço de pesca para maiores profundidades, associado à pesca do goraz (Silva *et al.*, 1994). No entanto, no período entre 1993-95 foi observada uma grande quantidade de peixe-espada branco

rejeitado ao mar devido ao facto de esta espécie não ser apreciada para consumo, assim como devido ao seu baixo valor comercial, na região. A partir de 1994, os desembarques sofreram um crescimento abrupto, tanto em peso como em valor económico em lota, atingindo em 1997, o máximo de mil toneladas (S. Estácio, *com. pess.*). A partir deste ano, as elevadas rejeições observadas para a espécie deixaram de existir devido ao aparecimento de embarcações do continente português para a captura desta espécie, na área dos Açores (S. Estácio, *com. pess.*). Silva & Menezes (1995) referem que a população de peixe-espada branco tem estado em grande crescimento nos últimos anos. A elevada quantidade deste recurso pesqueiro nos Açores pode ser devida à intensa exploração pesqueira que ocorre no Atlântico Norte, sobre os predadores do topo das cadeias alimentares (Fréon & Misund, 1999) ou devida a grandes recrutamentos à área de pesca. A presença de peixe-espada branco na dieta alimentar do espadarte poderá explicar o comportamento oportunístico desta espécie, alimentando-se de presas que se encontram disponíveis e em grandes quantidades, no meio ambiente circundante.

4.5. Análise comparativa da dieta alimentar

A análise comparativa da dieta alimentar revelou que existem diferenças significativas entre os sexos, observando-se a ocorrência preferencial de algumas espécies de teleósteos e de cefalópodes na dieta de cada sexo. Esta análise corrobora a classificação de presas principais obtida segundo Rosecchi (1988) e Geistdoerfer (1975 *in* Rosecchi, 1983), para as espécies de peixes.

A partir da análise estatística usada, constatou-se que espécies de peixes de reduzidas dimensões, tais como o apara-lápis e os mictofídeos, ocorrem preferencialmente na dieta dos machos, não sendo comuns nas fêmeas. O peixe-espada branco parece ocorrer preferencialmente na dieta das fêmeas, não sendo comum na dieta alimentar dos machos. O peixe-espada branco é uma espécie bentopelágica extremamente agressiva e voraz, alcançando comprimentos consideráveis (máximo 205 cm SL) e pode atacar presas de grandes dimensões (Bauchot & Pras, 1980; Parin, 1986). A elevada frequência de ocorrência desta espécie nos conteúdos estomacais dos machos poderá ser explicada pelo seu aparecimento ocasional em zonas costeiras, associado a fenómenos de afloramentos costeiros, podendo agregar-se em densidades elevadas (Fisher *et al.*, 1987). O apara-lápis é uma espécie epipelágica, gregária cujos comprimentos variam normalmente, entre 5 e 13 cm SL, ocorrendo a profundidades

entre 40 e 600 metros (Quéro, 1986). Os apara-lápis predados parecem ser indivíduos juvenis, atendendo a que os comprimentos predominantes nos conteúdos, variaram entre 6 a 8 cm. A família Myctophidae é caracterizada por espécies de dimensões reduzidas, predominantemente epipelágicas e mesopelágicas superiores (Hulley, 1986). A dificuldade em identificar os indivíduos pertencentes a esta família até à espécie, esteve relacionada com a deficiente colecção de referência de otólitos.

No que diz respeito aos géneros/espécies de cefalópodes, constatou-se que *O. bartramii* e *Grimpoteuthis* sp. ocorreram preferencialmente na dieta alimentar das fêmeas, não sendo comum a espécie *O. bartramii* na dieta dos machos. *O. bartramii* é uma espécie epipelágica e mesopelágica, alcançando profundidades de 1500 metros. Apresenta migrações verticais e horizontais importantes, formando agregações de densidade considerável (Guerra, 1992), o que poderá explicar a presença de seis exemplares nos conteúdos estomacais de uma fêmea com 145 cm. Segundo Wormuth (1976), *O. bartramii* agrega-se até atingir comprimentos do manto de cerca de 50 cm ML, tornando-se a partir de então, solitária. O exemplar mais pequeno foi identificado na fêmea mais pequena da amostra (86 cm, idade 0) e o maior exemplar foi identificado numa fêmea de 6 anos de idade (192 cm), o que poderá indicar algumas alterações alimentares com o desenvolvimento individual na selecção da presa tal como descrito por Yabe *et al.* (1959) para o espadarte do Pacífico. A presença desta espécie na dieta alimentar das fêmeas indica que a habilidade natatória das fêmeas não é um factor limitativo na selecção deste tipo de presas (Toll & Hess, 1981; Guerra *et al.*, 1993). A ausência desta espécie na dieta alimentar dos machos poderá indicar possíveis diferenças no comportamento alimentar possivelmente devidas à menor biomassa corporal (Skillman & Yong, 1974). No entanto, a presença de Ommastrephidae (excluindo as espécies *O. bartramii* e *T. sagittatus*) em machos de grande porte não deverá ser negligenciada. Em futuras análises deverá ser considerada a dificuldade em identificar os indivíduos com base nas mandíbulas superiores. A semelhança de alguns caracteres morfológicos entre várias famílias de cefalópodes pode induzir a erros na identificação (Clarke, 1962).

A presença de *Grimpoteuthis* sp. na dieta alimentar das fêmeas confirma a grande capacidade deste sexo em se deslocar e permanecer em profundidades elevadas, tal como descrito por Carey & Robinson (1981).

Das restantes espécies de teleósteos identificadas, salienta-se o goraz e *D. argenteus*. O goraz identificado na amostra de espadarte parece ter sido mais importante

nos machos comparativamente às fêmeas, apresentando uma importância em peso elevada nos conteúdos estomacais dos machos. Esta espécie gregária, apresenta estratificação ontogénica com o crescimento (Silva *et al.*, 1994). Os comprimentos dos gorazes predados variaram entre 26 e 28 cm FL, sendo o intervalo de comprimentos 25-35 cm, o mais comum para esta espécie, podendo no entanto, atingir os 70 cm (Bauchot & Hureau, 1986). Segundo a função de crescimento estimada para a espécie, publicada em Silva *et al.* (1994), a idade dos exemplares predados situou-se entre os 3-4 anos de idade, ou seja, indivíduos sub-adultos, com uma distribuição vertical entre os 150-300 metros de profundidade (Silva *et al.*, 1994).

A espécie *D. argenteus* parece ser mais importante nos machos comparativamente às fêmeas. É uma espécie mesopelágica com estratificação ontogénica com o crescimento, encontrando-se os juvenis desde a superfície até aos 250 metros e os adultos preferencialmente em profundidades entre 500 e 700 metros (Post, 1986). Os exemplares predados apresentaram um intervalo de comprimentos entre 2,5-10 cm, com a moda situada nos 6 cm, sendo o comprimento máximo referido para esta espécie de 12,5 cm SL (Post, 1986). Os exemplares desta espécie, identificados nos conteúdos, parecem ser representados, essencialmente por indivíduos jovens.

Dos restantes cefalópodes identificados, salienta-se os do género *Histioteuthis*. As espécies deste género são predominantemente mesopelágicas, mas podem ocorrer tanto em zonas epipelágicas como batipelágicas (Voss, 1969). De acordo com esta autora, a distribuição vertical dos histioteutídeos está intimamente relacionada com a temperatura. Este género parece ocorrer com mais frequência nos conteúdos estomacais dos machos, sendo *H. dofleini* a espécie mais representada na amostra. Esta é conhecida pela sua preferência por temperaturas altas, ocorrendo frequentemente entre 100 e 700 metros de profundidade (Voss, 1969). *H. reversa* apresenta uma distribuição entre a superfície e os 1000 metros, encontrando-se em grande abundância na proximidade de terra e/ou de cumes oceânicos (Voss, 1969). *H. elongata* apresenta uma distribuição entre 500 e 1000 metros (Guerra, 1992). No presente estudo, *H. reversa* foi identificada em ambos os sexos, em indivíduos com a mesma idade (1 ano) e *H. elongata* foi identificada numa fêmea de 5 anos. De acordo com Voss *et al.* (1998), *H. elongata* é o estado maduro de *H. reversa*, sugerindo que esta espécie poderá apresentar uma estratificação ontogénica com o crescimento e a maturação sexual.

As espécies não classificadas nos métodos combinados da Classe Octopoda Incirrata apresentam-se distribuídas nas camadas epipelágicas (*A. argo* e *O. tuberculata*)

e batipelágicas (*H. atlanticus*). *A. argo* é uma espécie cosmopolita de zonas temperadas e quentes (Guerra, 1992). Gonçalves (1991) refere para os Açores, a presença regular de fêmeas de *O. tuberculata* junto à costa, durante Junho e Julho. Neste estudo, observou-se que esta espécie foi mais frequente, em percentagem numérica, nos meses de Verão (4% no mês de Julho), comparativamente aos restantes meses amostrados, encontrando-se exclusivamente nos conteúdos estomacais das fêmeas de espadarte. *H. atlanticus* apresenta estratificação ontogénica com o crescimento, onde os juvenis localizam-se em estratos superficiais e sub-superficiais, encontrando-se os adultos em profundidades mais elevadas (Guerra, 1992). Gonçalves (1991) refere que nos Açores, esta espécie é comum na zona batial. Esta espécie foi mais frequente nos conteúdos estomacais dos machos do que nas fêmeas. No entanto, devido à inexistência de equações de conversão do comprimento da campânula da mandíbula superior para o peso ou comprimento do indivíduo, não foi possível determinar se os exemplares ingeridos eram indivíduos jovens ou adultos e consequentemente, estabelecer uma correspondência com a batimetria.

Para grandes pelágicos migradores, parecem existir diferenças na distribuição das espécies, principalmente de cefalópodes, entre as zonas oceânicas e as costeiras (Fonteneau & Marcile, 1991). Estudos realizados na área Central Este do Atlântico, demonstraram que, nas zonas costeiras, o espadarte ingere peixes e cefalópodes enquanto que em zonas oceânicas, ingere essencialmente cefalópodes (Hernandez-Garcia, 1995). Markaida & Sosa-Nishizaki (1998) para o Oceano Pacífico, observaram a presença preferencial de cefalópodes (*Sthenoteuthis oualensis*, Ommastrephidae) nos conteúdos estomacais de espadarte capturados ao largo da costa Sul da Baja California, cujo *ratio* sexual na amostra foi de 1 macho para 6 fêmeas. Os mesmos autores encontraram em lances de pesca efectuados junto à costa, a Norte da Baja California, a presença preferencial de espécies de peixes mesopelágicos, cujo *ratio* sexual na amostra foi de 1 macho para 3 fêmeas (Markaida & Sosa-Nishizaki, 1998).

Neste estudo, observou-se uma presença preferencial de peixes nos conteúdos estomacais de machos relativamente aos cefalópodes. Isto poderá significar que os machos poderão ter uma actividade predatória mais intensa, junto a áreas que sofrem influência da proximidade das ilhas e no domínio oceânico, em águas menos profundas confinadas a bancos e montes submarinos. Os cefalópodes identificados nos conteúdos estomacais de fêmeas compreendem espécies com distribuições epi- meso- e

batipelágicas (Guerra *et al.*, 1993), o que poderá indicar que estas podem alimentar-se tanto nas camadas superiores da coluna de água como nas mais profundas.

O ambiente pelágico é caracterizado por numerosos factores abióticos e bióticos, onde os peixes são capazes de detectar essas características, reagindo conseqüentemente às suas variações através de deslocações horizontais e verticais. A selecção do *habitat*, que varia com as diferentes fases do ciclo de vida das espécies, é uma função comportamental importante, especialmente na alimentação, reacção aos predadores e comportamento sexual (Huntingford, 1993). De acordo com ritmos circadianos, sazonais e inter-anuais, ocorre uma alteração no *habitat*, resultando em migrações dentro e entre áreas geográficas (Fréon & Misund, 1999).

A disponibilidade e procura do alimento são factores importantes para o comportamento do indivíduo na selecção do *habitat*. A migração vertical diurna do espadarte parece variar entre indivíduos de comprimentos diferentes (Carey, 1990). O espadarte pode atingir profundidades elevadas, caracterizadas por condições oceanográficas adversas, nomeadamente térmicos (Carey & Robinson, 1981). Uma das características que parece influenciar esta capacidade em tolerar temperaturas baixas é a biomassa corporal (Carey & Robinson, 1981; Carey, 1990), sendo possível que os custos energéticos na migração sejam diferentes entre os sexos, assim como entre indivíduos de comprimentos diferentes (DeMartini *et al.*, 2000). Os espadartes com maior massa corporal, na sua maioria fêmeas, têm mais vantagens no comportamento de termoregulação relativamente aos de menor porte, apresentando uma maior capacidade em permanecer em águas frias, durante o dia. Os indivíduos de menor porte, na sua maioria machos, necessitam de ascender com mais frequência à camada de mistura, para restabelecimento térmico (Carey, 1990). Esta diferença entre os sexos poderá conseqüentemente reflectir-se numa distribuição vertical mais restrita nos machos relativamente às fêmeas. No sentido de investigar esta hipótese, deveriam de ser conduzidos estudos comparativos sobre a existência de estratégias alimentares distintas entre as componentes sexuais, tendo em atenção a área de captura, devendo-se amostrar o mesmo intervalo de comprimentos, com vista a minimizar o efeito de possíveis alterações na dieta alimentar com o crescimento individual. A presença de estratificação ontogénica com o crescimento para a maioria das presas identificadas (peixes e cefalópodes) leva a considerar que é também necessário analisar o tamanho da presa na análise comparativa, tal como observado por Velasco & Quintans (2000). Neste estudo, a partir dos otólitos medidos de peixe-espada branco (n=6), observou-se que o menor

indivíduo encontrado (61 cm FL) foi ingerido por um macho de 121 cm (idade 2), sendo o maior (133 cm) ingerido por uma fêmea de 145 cm (idade 3). Nesta, foram também encontrados outros exemplares com 98 e 126 cm. O maior macho da amostra (174 cm, idade 8) ingeriu um peixe-espada branco com 126 cm.

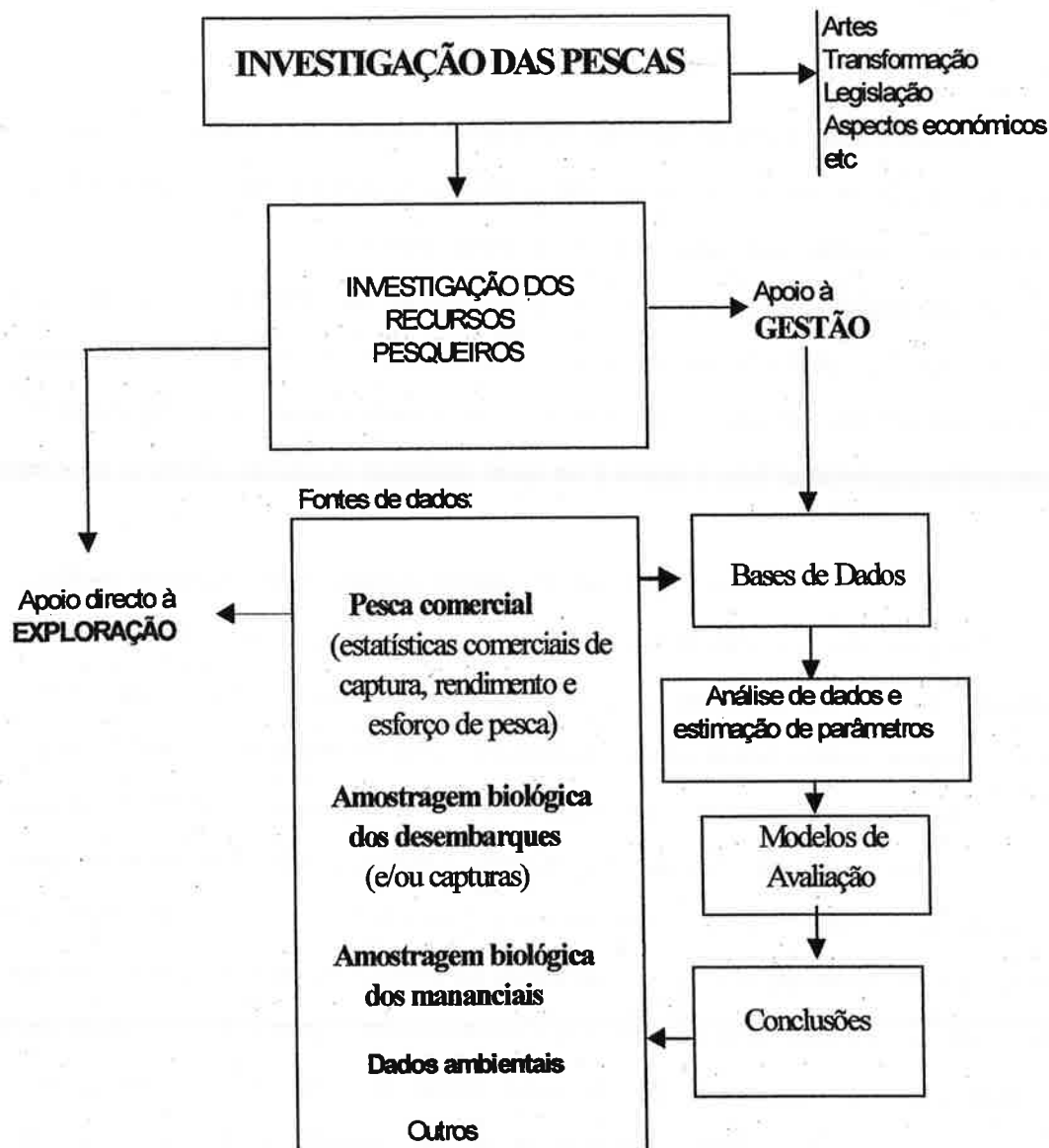
1. Introdução

A investigação sobre os recursos pesqueiros abrange vários sectores da actividade da pesca, dando-se um destaque especial à recolha de informação que será aplicada aos modelos de avaliação destinados a apoiar a gestão pesqueira.

A informação necessária para a caracterização da pescaria de um determinado recurso é obtida a partir da pesca comercial, da amostragem biológica dos desembarques e dos mananciais, de dados ambientais e de estudos sobre o comportamento das populações exploradas face a pesca e ao meio ambiente (Cadima, 2000) (*Vidé* Esquema 1).

Normalmente, os dados que são recolhidos durante a amostragem biológica dos desembarques são o comprimento, o peso e se possível, o sexo. Esta informação é importante para se conhecer a distribuição dos comprimentos e dos sexos nos desembarques, sendo necessário complementar com informação ambiental, já que esta poderá afectar a distribuição e abundância do recurso pesqueiro tanto numa dimensão vertical como horizontal. No que diz respeito à biologia individual interessa analisar o crescimento, a reprodução e a dieta alimentar. Estes dados podem ser recolhidos a bordo de navios de investigação e de embarcações de pesca, nos portos de pesca ou nas lotas de venda de pescado. Quando a recolha de informação depende da actividade da pesca, encontrando-se nesta, vários tipos de embarcações com estratégias de pesca diferentes, muitas das vezes dependentes das solicitações do mercado, é necessário conceber um programa de amostragem que assegure uma recolha eficiente das características biológicas pretendidas.

Durante o desenvolvimento da pescaria de espadarte no Arquipélago dos Açores, a amostragem biológica dos desembarques consistiu fundamentalmente, na recolha dos comprimentos e dos pesos dos indivíduos desembarcados, correspondendo estes às medidas padrão adoptadas pela ICCAT (Ljfl e Rwt). A partir desta informação, é possível estimar uma relação peso-comprimento, que permita a conversão dos comprimentos amostrados em pesos individuais e a extrapolação para a distribuição total dos comprimentos desembarcados.



Esquema 1: Organograma da investigação das pescas, dando-se destaque especial às fontes de informação necessárias à caracterização das pescarias e avaliação dos mananciais explorados (adaptado de Cadima, 2000)

Em meados de 1992, face às diferentes solicitações do mercado, algumas embarcações palangreiras começaram a processar o espadarte a bordo, sendo-lhe removida a cabeça, as barbatanas e as vísceras, ficando somente a carcaça. Com esta nova apresentação do espadarte em lota, a recolha de informação sofreu uma redução significativa, deixando de ser possível medir e registar as medidas de comprimento e de peso padrão. Dificultou também a identificação do tipo de peso envolvido nos desembarques de cada embarcação de pesca, nas estatísticas comerciais.

Face as dificuldades acima mencionadas, e atendendo à existência de dimorfismo sexual de crescimento, o objectivo deste estudo foi estimar uma relação peso-comprimento (W/L) para cada sexo, determinando possíveis diferenças entre elas. Na ausência de diferenças estatísticas entre as relações W/L de cada sexo, foi estimada uma relação W/L para os sexos combinados já que, nos desembarques, nem todos os indivíduos se encontram inteiros (com vísceras) e assim, impossibilita a identificação do sexo. Por outro lado, a combinação dos sexos na estimação de uma relação W/L é uma prática desenvolvida por outros estados que pescam espadarte, assim como na avaliação do manancial de espadarte do Atlântico Norte são usadas relações W/L estimadas para os sexos combinados.

Atendendo à necessidade de padronizar a amostragem de comprimentos nos desembarques, na selecção de uma medida de comprimento constante em todas as formas de apresentação do espadarte na lota, foram estimadas relações entre comprimentos, com o objectivo de converter a medida de comprimento usada na amostragem, no comprimento padrão.

Atendendo à dificuldade na diferenciação dos pesos nas estatísticas comerciais, estudou-se a possibilidade de se usar um factor de conversão de peso padrão nas lotas de venda de pescado.

2. Material e métodos

A relação peso-comprimento estimada para cada sexo relaciona o comprimento padrão (L_{jfl}) e o peso padrão modificado (R_{wt}), *i.e.*, o peso do peixe inteiro sem espada. Foram medidos e pesados 116 exemplares, dos quais 81 foram fêmeas (84-240 cm) e 35 foram machos (74-174 cm).

Os parâmetros da relação peso-comprimento foram estimados a partir de técnicas de regressão linear simples após transformação logarítmica dos dados de base, utilizando-se intervalos de classe de comprimento de 1 cm. Para aferir a alometria em cada sexo, utilizaram-se intervalos de confiança de 95% para o parâmetro b (coeficiente de regressão).

Para a análise estatística das relações estimadas para cada sexo, usou-se um teste *t*-student para comparar os coeficientes de regressão e as ordenadas na origem entre as duas rectas de regressão, assumindo-se que a variância dos resíduos nas fêmeas era igual

à variância dos resíduos nos machos (Zar, 1984). Na ausência de diferenças estatísticas, foi utilizada uma amostra de 739 espadartes, num intervalo de comprimentos de 70 a 260 cm, para estimar relações peso-comprimento para os sexos combinados e relações de conversão de peso.

Foram registadas várias medidas de comprimento a partir de 236 espadartes (74-261 cm), capturados entre Outubro de 1992 e Janeiro de 1995 (Efl, Pdl, Ld1, Pfl, Clant e Clpost). As definições dos comprimentos registados estão descritas em “Fontes de informação” (Figura 5; *Vidé* “Fontes de informação”).

Para cada indivíduo foram registados o peso vivo (Rwt), o peso eviscerado (Gwt) e o peso limpo (ou carcaça) (Dwt). As definições dos pesos estão descritas em “Fontes de informação”.

Estimaram-se relações peso-comprimento do peso padrão (Rwt/Ljfl), peso eviscerado, (Gwt/Ljfl) e peso limpo (Dwt/Ljfl), com o comprimento padrão, utilizando-se intervalos de classe de comprimento de 5 cm. Estimaram-se relações de conversão entre o comprimento padrão e as restantes medidas de comprimento amostradas (olho-furca (Ljfl/Efl), 1ªdorsal-furca (Ljfl/Ld1), peitoral-furca (Ljfl/Pfl), peitoral-2ªdorsal (Ljfl/Pdl), opérculo-anterior quilha (Ljfl/Clant) e comprimento opérculo-posterior quilha (Ljfl/Clpost)), num intervalo de classe de comprimento de 1 cm. Estimaram-se factores de conversão entre o peso padrão e os restantes tipos de peso amostrados (peso eviscerado (Rwt/Gwt) e peso limpo (Rwt/Dwt)), utilizando-se intervalos de classe de peso de 1 kg.

As relações propostas para os sexos combinados foram estimadas a partir de técnicas de regressão linear simples. Os factores de conversão do peso foram estimadas por regressão simples, forçando a ordenada a passar pela origem dos eixos. Os pares de valores (x,y) usados na análise de regressão não corresponderam aos valores observados, mas para um valor de x (no ponto central do intervalo de classe), correspondeu uma média aritmética dos valores de y encontrados em x. A utilização da média teve com objectivo reduzir a variabilidade nos estimadores, *i.e.*, a relação peso-comprimento depende do factor de condição do indivíduo, que não é constante ao longo do ano, estando relacionado com aspectos biológicos desde a maturação, a alimentação e patologias (Bagenal & Tesch, 1978; Azevedo, 1990a).

3. Resultados

3.1. Relação peso-comprimento, entre as medidas padrão, por sexos

A relação entre o peso (kg) e o comprimento padrão (cm) em cada sexo [(♀: n=81, Ljfl_{min}=84 cm, Ljfl_{máx}=240 cm)(♂: n=35, Ljfl_{min}=74 cm, Ljfl_{máx}=174 cm)] traduz-se por uma curva potência da forma: $W = a * L^b$ (Tabela 32). Obtiveram-se as seguintes relações para cada sexo (Figura 45):

$$\text{♀: Rwt}=1,836\text{E-}06 * \text{Ljfl}^{3,391}$$

$$\text{♂: Rwt}=1,050\text{E-}06 * \text{Ljfl}^{3,510}$$

Tabela 32: Valores dos parâmetros (a e b) da relação peso-comprimento (Rwt/Ljfl) estimadas para cada sexo, após transformação logarítmica dos dados de base

	n	Ln a	b	SE(b)	r ²	r	p
Fêmeas	81	-13,208	3,391	0,066	0,971	0,985	< 0,001
Machos	35	-13,767	3,510	0,131	0,956	0,978	< 0,001

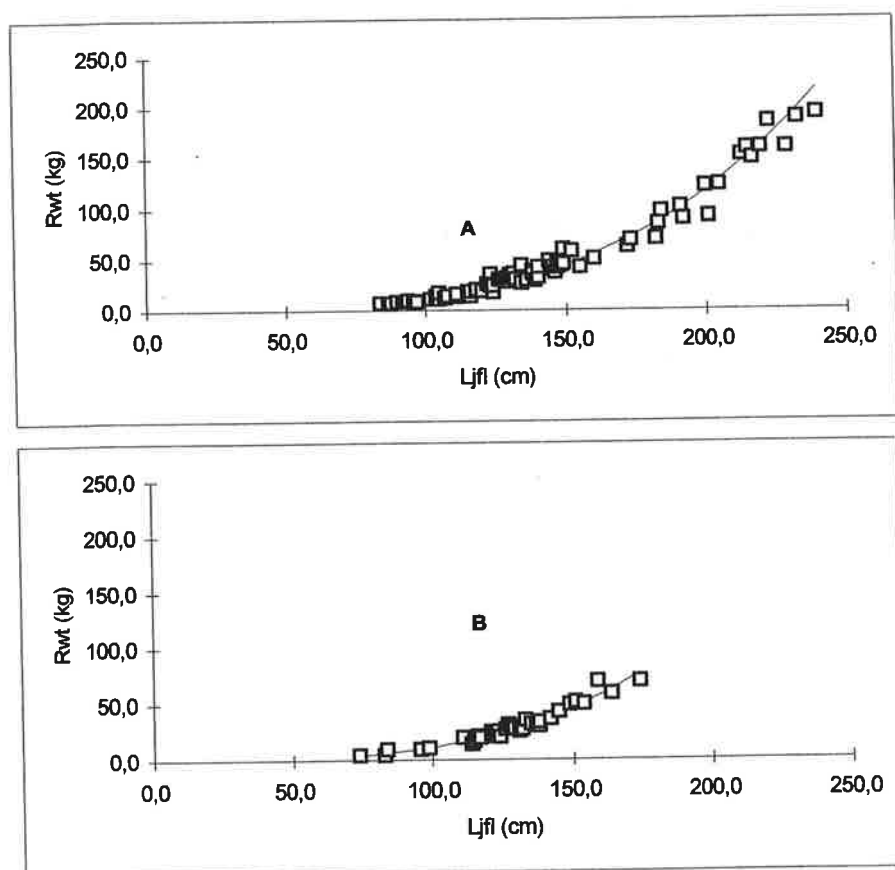


Figura 45: Relação peso-comprimento estimada entre as medidas de peso e comprimento padrão, para as fêmeas (A) e para os machos (B) de espadarte, na região dos Açores

Pela análise dos intervalos de confiança de 95%, correspondentes aos valores estimados de b , as relações peso-comprimento obtidas indicam que o crescimento em peso, é positivamente alométrico ($3,259 < b_{\text{♀}} < 3,523$ e $3,244 < b_{\text{♂}} < 3,776$), em ambos os sexos, com $b_{\text{♀}}$ =coeficiente de regressão da relação W/L de fêmeas e $b_{\text{♂}}$ =coeficiente de regressão da relação W/L de machos.

A comparação estatística entre os coeficientes de regressão (b) e entre as ordenadas na origem (a) das rectas de regressão estimadas para cada sexo, demonstrou que não existem diferenças significativas entre os parâmetros (b : $t < t_{0,05,110}$, $p > 0,5$) (Anexo 5.1) (a : $t < t_{0,05,110}$, $p > 0,5$) (Anexo 5.2).

3.2. Relação peso-comprimento para os sexos combinados

A Figura 46 representa as relações peso-comprimento estimadas entre o peso vivo (Rwt), o peso eviscerado (Gwt) e o peso limpo (Dwt), e o comprimento padrão (Ljfl).

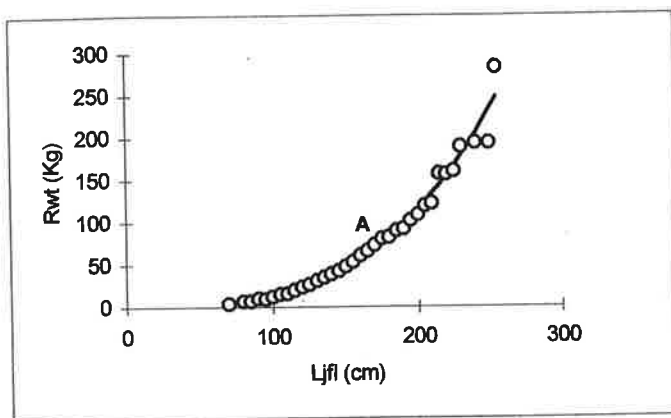
Em todas as relações estimadas, observaram-se bons ajustes do modelo aos valores observados, com coeficientes de determinação (r^2) elevados, na ordem dos 99%.

3.3. Relações de conversão entre comprimentos

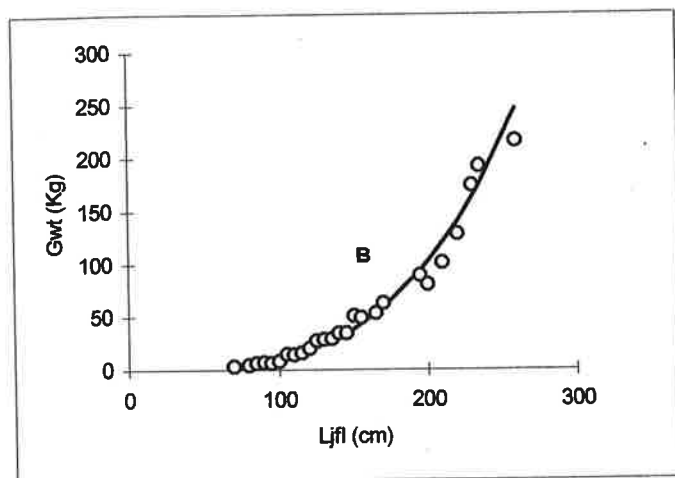
A Figura 47 representa as relações estimadas entre o comprimento padrão e os comprimentos olho-furca (Efl), peitoral-furca (Pfl), peitoral-2ªdorsal (Pdl) e 1ª dorsal-furca (Ld1).

A Figura 48 representa as relações estimadas entre o comprimento padrão e os comprimentos opérculo-anterior quilha (Clant) e opérculo-posterior quilha (Clpost).

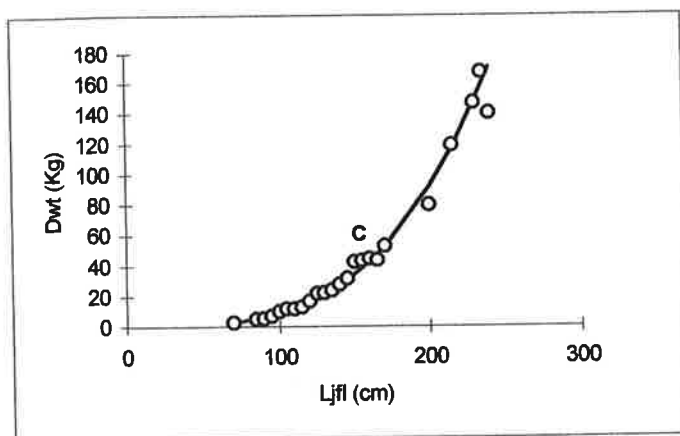
Em todas as relações de conversão de comprimentos verificaram-se bons ajustes dos valores observados às rectas teóricas, com coeficientes de determinação superiores a 98% (Figuras 47 e 48).



$Rwt=4,126E-6*Ljfl^{3,227}$ (n=35, $r^2=0,996$, I=70-255 cm)



$Gwt=1,415E-6*Ljfl^{3,407}$ (n=26, $r^2=0,985$, I=70-260 cm)

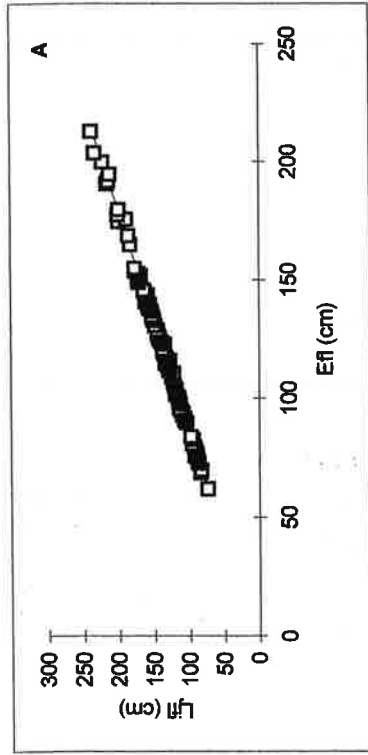


$Dwt=9,707E-6*Ljfl^{3,458}$ (n=24, $r^2=0,992$, I=70-240 cm)

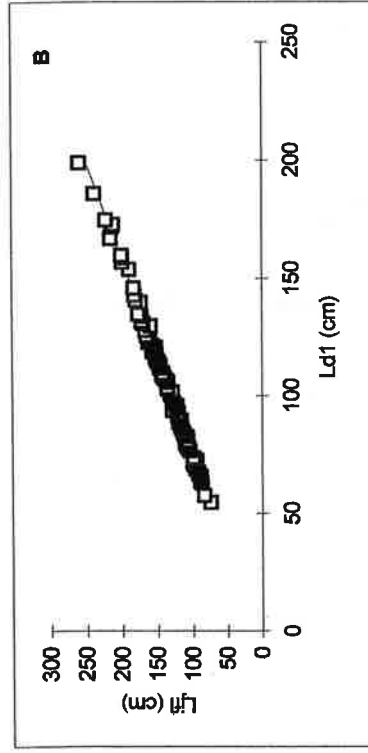
Figura 46: Relação peso-comprimento estimada entre o peso vivo (Rwt) e o comprimento padrão (Ljfl) (A), entre o peso eviscerado (Gwt) e Ljfl (B) e entre o peso limpo (Dwt) e Ljfl (C), de espadarte na região dos Açores

Legenda: r^2 é o coeficiente de determinação, n é o número de pares de valores (x,y) observados e I é o intervalo de comprimentos analisado

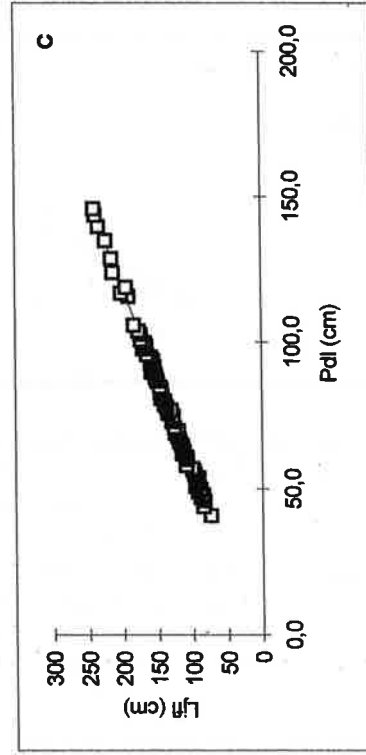
$$Ljfl \text{ (cm)} = 6,99 + 1,08 * Efl \text{ (cm)} \quad (r^2 = 0,997, n = 85)$$



$$Ljfl \text{ (cm)} = 9,05 + 1,21 * Ld1 \text{ (cm)} \quad (r^2 = 0,995, n = 81)$$



$$Ljfl \text{ (cm)} = 11,58 + 1,58 * Pdl \text{ (cm)} \quad (r^2 = 0,996, n = 66)$$



$$Ljfl \text{ (cm)} = 10,18 + 1,22 * Pfl \text{ (cm)} \quad (r^2 = 0,998, n = 75)$$

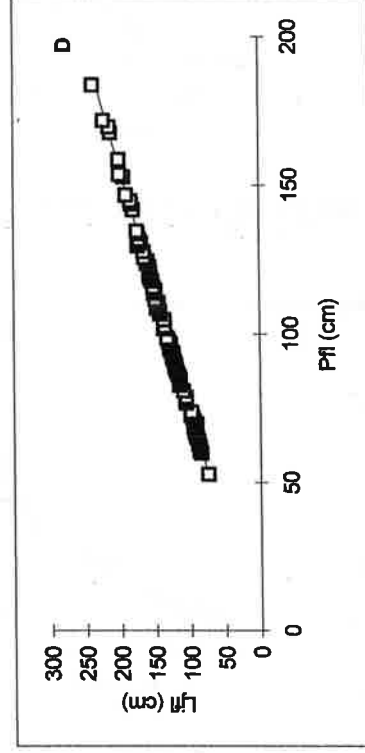
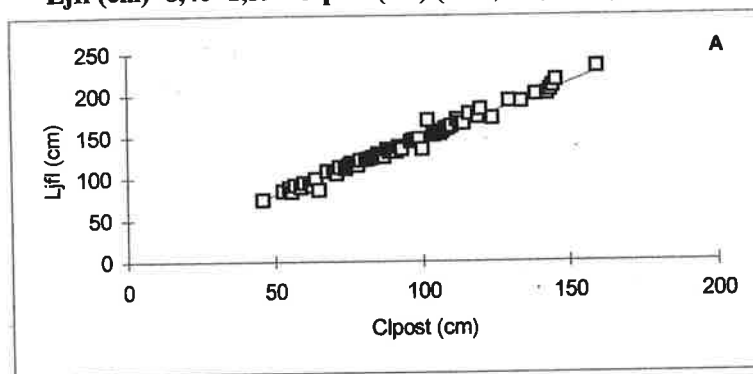


Figura 47: Relação entre o comprimento padrão, Ljfl, e o comprimento olho-furca, Efl (A), entre Ljfl e o comprimento 1º dorsal-furca, Ld1 (B), entre Ljfl e o comprimento peitoral-2º dorsal, Pdl (C), e entre Ljfl e o comprimento peitoral-furca, Pfl (D)
 Legenda: r^2 é o coeficiente de determinação e n é o número de pares de valores (x,y) observados

$$Ljfl \text{ (cm)} = 8,40 + 1,39 * Clpost \text{ (cm)} \quad (r^2 = 0,985, n = 62)$$



$$Ljfl \text{ (cm)} = 11,23 + 1,53 * Clant \text{ (cm)} \quad (r^2 = 0,979, n = 56)$$

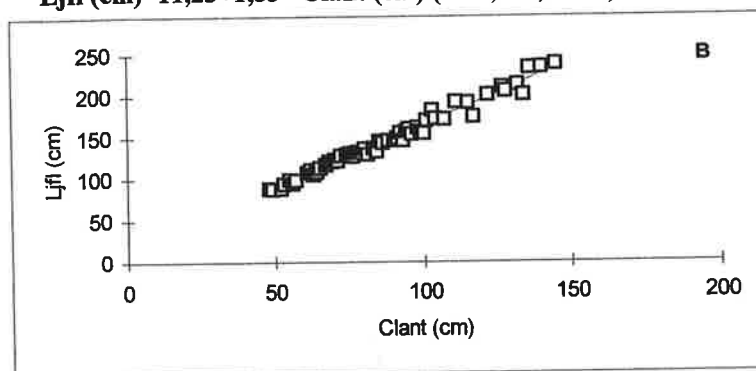


Figura 48: Relação entre o comprimento padrão, Ljfl, e o comprimento opérculo-posterior quilha, Clpost (A), e o comprimento opérculo-anterior-quilha, Clant (B)
 Legenda: r^2 é o coeficiente de determinação e n é o número de pares de valores (x,y) observados

A relação obtida entre o comprimento opérculo-posterior quilha, Clpost, e o comprimento padrão, Ljfl, apresentou um coeficiente de determinação mais elevado ($r^2 = 0,985$, $n = 62$) comparativamente com o obtido da relação entre o comprimento opérculo-anterior quilha, Clant, e o comprimento padrão ($r^2 = 0,979$, $n = 56$) (Figura 48).

3.4. Factores de conversão de peso

Na Tabela 33 são apresentados os factores de conversão do peso eviscerado (Gwt) para o peso padrão (Rwt) e do peso limpo (Dwt) para o peso padrão.

Tabela 33: Factores de conversão (b) do peso eviscerado (Gwt) e do peso limpo (Dwt) no peso padrão (Rwt), de espadarte na região dos Açores

Peso	b	r^2	n	I (kg)
Gwt	1,136	0,991	25	2-80
Dwt	1,331	0,997	25	3-140

Legenda: r^2 é o coeficiente de determinação, n é o número de pares de valores (x,y) observados e I é o intervalo de pesos analisado

Os factores de conversão do peso foram ajustados, observando-se coeficientes de determinação elevados, superiores a 99%.

4. Discussão

Os parâmetros obtidos nas relações peso-comprimento (medidas padrão) estimadas para cada sexo não foram significativamente diferentes entre si ($p > 0,05$). Este resultado está de acordo com Garcia & Mejuto (1988) que, para a área Nordeste do Atlântico, também não encontraram diferenças significativas entre os sexos. Aqueles autores referem que a inclusão de fêmeas em maturação ou em postura altera o resultado da análise comparativa. No entanto, com base no factor de condição estimado para a fêmea em postura e em Arocha (1997), não parecem existir grandes variações no peso das fêmeas durante o ciclo reprodutivo.

Apesar de Mejuto & Garcia (1988) não terem observado diferenças significativas tal como neste estudo, os resultados obtidos neste estudo devem ser considerados com precaução. Isto porque não só a amostra de machos é reduzida comparativamente às fêmeas, assim como existe um desvio de pontos para comprimentos pequenos na amostra de fêmeas, *i.e.*, 81% das fêmeas analisadas são inferiores a 174 cm. Assim, estes comprimentos irão apresentar um maior peso na estimação dos parâmetros da recta de regressão. Esta análise comparativa deve merecer uma maior atenção em futuras análises devido à existência de dimorfismo sexual no crescimento desta espécie.

Encontrando-se o Arquipélago dos Açores situado entre as áreas ICCAT, 4A e 4B, divididas pelo paralelo 30°W (Anón., 1990b), comparou-se graficamente a relação peso-comprimento estimada neste estudo para os sexos combinados, com as relações estimadas para estas áreas e usadas pela ICCAT na avaliação do manancial de espadarte. Estas são expressas da seguinte forma:

$$\text{Área 4A: Rwt (Kg)} = 4,2030 * 10^{-6} \text{ Ljfl (cm)}^{3,2134} \text{ (Anón., 1988, 1991)}$$

$$\text{Área 4B: Rwt (Kg)} = 3,4333 * 10^{-6} \text{ Ljfl (cm)}^{3,2623} \text{ (Anón., 1988, 1991)}$$

A evolução do peso com o comprimento foi semelhante entre as três áreas analisadas, observando-se que a partir do intervalo de comprimentos 210-260 cm, os pesos correspondentes, obtidos das relações estimadas para a área dos Açores e área 4B, foram superiores aos obtidos pela relação estimada para a área 4A (Figura 49). Assim, a relação estimada para o Arquipélago dos Açores (sexos combinados), entre as medidas

padrão ($Rwt/Ljfl$) pode ser adoptada para a amostragem dos comprimentos de espadarte desembarcado nas lotas da região.

As solicitações do mercado obrigam à existência de várias formas de apresentação do peixe em lota. O espadarte pode ocorrer inteiro, com ou sem vísceras e em carcaça, resultante da congelação do peixe a bordo das embarcações. Um dos objectivos desta análise foi padronizar a amostragem dos comprimentos de espadarte, nos desembarques. Alguns autores apontam o comprimento olho-furca (Efl), como a medida mais significativa a ser considerada para a amostragem já que envolve partes do corpo do indivíduo que estão menos sujeitos a serem destruídas (Lenarz & Nakamura, 1974). No entanto, o espadarte desembarcado em carcaça, não apresenta este comprimento, impossibilitando assim, a utilização desta medida. A medida que se encontra sempre presente no peixe independentemente da forma como ele se apresenta em lota, é o comprimento da carcaça.

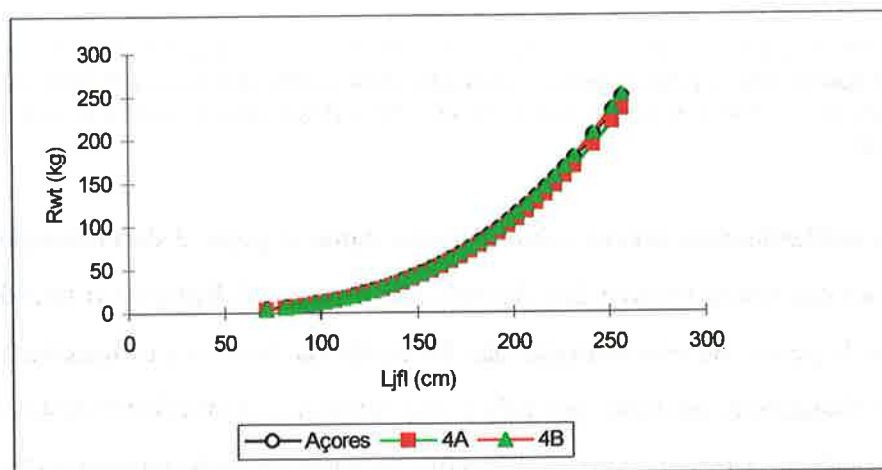


Figura 49: Comparação da relação peso-comprimento estimada entre o peso vivo (Rwt) e o comprimento padrão ($Ljfl$), na área dos Açores e nas áreas ICCAT (4A e 4B)

Neste estudo, foram registadas duas medidas da carcaça, comprimento óperculo-anterior quilha ($Clant$) e óperculo-posterior quilha ($Clpost$). Apesar do ajuste da recta de regressão entre o comprimento $Clpost$ e o comprimento padrão ter sido melhor do que na mesma relação com o comprimento óperculo-anterior quilha ($Clant$), considera-se que a medida de carcaça a usar na amostragem dos comprimentos, deverá ser o comprimento óperculo-anterior quilha ($Clant$). A razão para esta escolha está relacionada com o processamento do peixe a bordo das embarcações, onde este comprimento está sempre

presente, independentemente da zona de corte ao nível da quilha. Por outro lado, esta medida da carcaça (Clant) apresenta uma relação com o comprimento padrão semelhante às relações obtidas por Bearsdley *et al.* (1979) e Lee & Scott (1992) (Figura 50). As análises efectuadas por aqueles autores basearam-se em espadartes capturados na costa Este norte-americana.

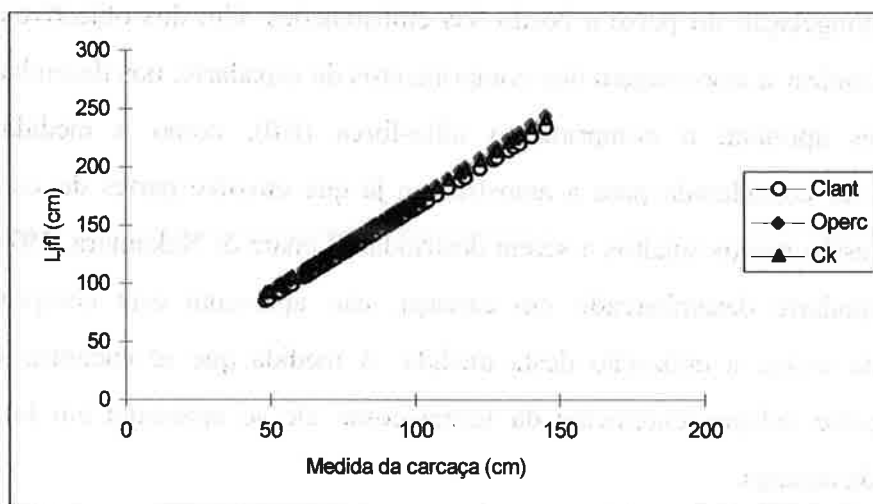


Figura 50: Comparação entre as relações de conversão do comprimento óperculo-anterior quilha para a medida padrão, estimadas para a área dos Açores (Clant), por Bearsdley *et al.* (1979) (Operc) e Lee & Scott (1992) (CK), para a costa Este norte-americana

Sem um conhecimento prévio sobre a forma como o peixe é desembarcado pela frota palangreira que opera na área dos Açores, não é possível distinguir o tipo de peso nas estatísticas da pesca. Se esta distinção não for realizada, conduz a estimações erradas nos índices de abundância em peso, por mês e ano. Erros nos estimadores destes índices não permitem analisar correctamente as alterações na abundância do recurso ao longo do ano, na área de pesca a estudar. O factor de conversão do peso eviscerado (Gwt) para o peso vivo (Rwt), estimado para os Açores ($Rwt=1,14 \cdot Gwt$, $r^2=0,99$, $n=25$) foi igual ao adoptado pela ICCAT, para a área do Atlântico Sudeste (Miyake, 1990). O factor de conversão do peso limpo (Dwt) para o peso vivo (Rwt) estimado para a área dos Açores ($Rwt=1,33 \cdot Dwt$, $r^2=0,997$, $n=25$) foi igual aos adoptados na ICCAT para a área do Atlântico Noroeste ($Rwt=1,33 \cdot Dwt$) e para a área do Atlântico Centro-Este ($Rwt=1,32 \cdot Dwt$) (Miyake, 1990). Nesse sentido, os factores de conversão de pesos estimados neste estudo são úteis e deveriam ser usados nas lotas, permitindo a conversão automática do peso desembarcado para a medida padrão.

PARTE II

CARACTERIZAÇÃO DA PESCARIA DE ESPADARTE

CARACTERIZAÇÃO DA PESCARIA DE ESPADARTE

1. Introdução

Em Maio de 1985, a Secretaria Regional de Agricultura e Pescas dos Açores decidiu levar a cabo uma experiência de pesca com um palangre de superfície semelhante ao usado pelos norte-americanos na captura de atum e espadarte (Fernandes, 1988). Após os resultados animadores desta experiência, surgiu em 1987 uma pesca dirigida ao espadarte nos Açores, com a utilização do palangre de superfície derivante. Anteriormente, os desembarques totais deste recurso pesqueiro não excediam as 30 toneladas em todo o Arquipélago (Anón., 1987a).

O espadarte capturado na região é enviado, na sua maioria, para o exterior, fresco e congelado, por via aérea ou marítima. Pode ser também enviado como um produto fumado, encontrando-se actualmente em actividade, uma empresa de fumagem em S. Miguel.

A frota palangreira dirigida ao espadarte nos Açores até 1989, pode considerar-se constituída por duas componentes, uma designada por componente dos Açores e outra por componente do Continente. A componente dos Açores é constituída por embarcações cabinadas de pequenas dimensões, de pequena arqueação bruta e potência de motor baixa, com um regime de operação diferente da outra componente. Estas embarcações apresentaram nos primeiros anos da pesca, uma particularidade muito importante, a de interligar ao longo do ano, duas pescarias independentes, pesca de espécies demersais no Inverno e de espadarte, no Verão. A componente do Continente dirigia o seu esforço de pesca ao espadarte durante todo o ano. Em 1990, uma terceira componente da frota iniciou uma pesca dirigida ao espadarte, sendo constituída por embarcações de boca-aberta, de dimensões mais reduzidas que as outras componentes e com um regime de operação distinto. Dadas as características físicas destas embarcações, uma maré (período de tempo entre a saída e a entrada da embarcação no porto de pesca), consistia num só dia de pesca. A partir de 1992, uma quarta componente da frota palangreira iniciou-se na pesca com embarcações designadas neste estudo por "luso-americanas" devido a acordos de afretamento entre embarcações matriculadas nos Estados Unidos da América e empresas de pesca açoreanas. Estas embarcações são semelhantes em termos de características físicas à componente do Continente, mas

apresentam um regime de operação diferente, pela diferença no espaçamento entre os anzóis e pela utilização de “*ligh sticks*”, como auxiliares de pesca. Em meados de 1996, esta componente deixa de apresentar registos de desembarques de espadarte nas lotas açoreanas.

A pescaria de palangre de superfície é considerada multiespecífica (Speer, 1998), sendo capturadas para além do espadarte (recurso pesqueiro mais valioso), outras espécies de peixes, nomeadamente tubarões pelágicos e atuns (Rey, 1988b). De entre os tubarões pelágicos, a tintureira (*Prionace glauca*) e o tubarão anequim (*Isurus oxyrinchus*) são as espécies mais importantes. Desde o início da pesca com palangre de superfície derivante, assistiu-se ao sub-aproveitamento e rejeição de elevadas quantidades não contabilizadas de tintureira, sendo a prática corrente da maioria das embarcações de pesca, o “*finning*”. Esta consiste em cortar as barbatanas, comercialmente mais valiosas, rejeitando-se os indivíduos ainda vivos, para o mar (Séret, 1996; Hinman, 1999) (Anexo 6.1). Contrariamente à tintureira, o anequim é uma espécie de valor comercial elevado, podendo atingir preços da mesma ordem de grandeza que o espadarte (Rey, 1988a), não sendo esperado encontrar rejeições desta espécie.

Nos anos mais recentes, dadas as taxas de captura reduzidas de espadarte nos meses de Inverno, algumas embarcações de pesca da componente dos Açores voltaram a usar a estratégia de pesca notada nos primeiros anos, de interligar duas pescarias distintas. Verificaram-se também algumas alterações no comportamento da frota palangreira, onde ocasionalmente, algumas das suas componentes dirigiram o esforço de pesca a espécies de tubarão junto com o espadarte, tirando vantagens das condições do mercado e de taxas de captura elevadas. Esta alteração na prática de pesca repercutiu-se numa diminuição da rejeição de tintureira. Silva & Pereira (1999) com base em diários de pesca de embarcações cabinadas do Continente, referem para 1995-97, a existência de duas épocas de pesca assíncronas nos Açores, uma para tubarões e outra, para o espadarte.

A caracterização da pescaria de palangre de superfície derivante nos Açores para o período de 1987-96, abordada neste capítulo, foi organizada de acordo com os objectivos seguintes:

1-Diferenciar a frota palangreira em várias componentes, a partir das características físicas das embarcações e do número de licenças de pesca com a utilização

do palangre de superfície derivante, caracterizando o regime de operação em cada uma delas;

2-Nos três portos de pesca mais importantes da Região, diferenciar os desembarques em peso de espadarte, tintureira e anequim, provenientes da pesca com o palangre de superfície derivante, para cada componente da frota;

3-Atendendo à existência de alterações recentes na prática de pesca em algumas embarcações palangreiras, analisar os desembarques de espadarte e espécies acessórias provenientes do palangre de superfície derivante, diferenciando-os numa pesca dirigida ao espadarte e numa pesca oportunista, onde o esforço de pesca foi dirigido a espécies de tubarões pelágicos junto com o espadarte;

4-Para cada componente da frota, estimar e analisar os rendimentos de pesca em peso, ao longo do período de anos em análise. A partir destes, definir um índice de abundância de espadarte para a região dos Açores, relacionando-o com a temperatura à superfície da água;

5-Characterizar biologicamente os desembarques de espadarte provenientes da pesca dirigida, analisando a composição por comprimentos, por sexos e por idades.

Os quatro primeiros objectivos estão consignados ao tema “Características da Pesca” e o quinto objectivo está consignado ao tema “Características biológicas dos desembarques”.

2. Material e métodos

A caracterização da pescaria de espadarte nos Açores baseou-se em três portos de desembarque, Cais de Sta. Cruz, na ilha do Faial, designado por HOR, Doca, designado por PD e Rabo de Peixe, designado por RP, ambos situados na ilha de S. Miguel. Estes três portos contribuíram em média, com mais de 80% do total de espadarte desembarcado na Região.

As fontes e respectiva informação que auxiliaram a caracterização da pescaria estão descritas em “Fontes de informação”.

2.1. Características da pesca

2.1.1. Frota

A Lotaçor, E.P. proporcionou informação de desembarques nos 3 portos de pesca seleccionados para o período 1987-96. Dos registos da Lotaçor, foi possível diferenciar

a frota palangreira das restantes frotas de pesca, assim como os desembarques das embarcações palangreiras das restantes embarcações.

2.1.2. Desembarques

Com o objectivo de se estabelecer possíveis diferenças no comportamento de pesca de cada componente da frota durante o período 1987-96, foram analisados os desembarques médios mensais das três espécies mais importantes na pesca com o palangre de superfície derivante (LL), nos três portos de pesca seleccionados.

No sentido de se estudar possíveis alterações no comportamento de cada componente da frota dentro do ano, comparou-se o período inicial da pesca e o último ano da série. Como as componentes não entraram na pesca ao mesmo tempo, o período inicial de actividade variou entre elas. Para esta comparação, as distribuições do número médio mensal de embarcações de pesca e dos desembarques médios mensais das três espécies mais importantes nesta pescaria, em cada período, foram dadas em percentagem.

2.1.3. Captura por unidade de esforço (CPUE)

Diferenciou-se a pesca com palangre de superfície derivante, numa pesca dirigida ao espadarte e numa pesca oportunista. Esta diferenciação baseou-se na análise dos desembarques de espadarte e espécies acompanhantes, assumindo que os desembarques provenientes da pesca oportunista eram constituídos essencialmente por tintureira, com 70% ou mais do peso total.

Com a definição da pesca dirigida ao espadarte, foram estimados para cada componente da frota, o rendimento médio mensal de pesca em peso (CpueW em kg/1000 anzóis), a partir da média das CpueW mensais de cada embarcação de pesca. A CpueW mensal de cada embarcação de pesca foi obtida a partir da relação entre a captura em peso e o esforço de pesca exercido, em número de anzóis. Para esta análise, foi assumido que os desembarques de espadarte provenientes de cada componente da frota correspondem às capturas realizadas pelas mesmas.

2.1.4. Índices de abundância

Nas pescarias em que ocorrem alterações apreciáveis na frota, durante a série de anos em análise, dever-se-á utilizar uma componente da frota como referência (padrão),

e determinar o poder de pesca das outras componentes relativamente a essa componente. O esforço total exercido pela frota no seu todo pode ser assim expresso, em unidades de esforço da componente padrão (Gulland, 1969).

2.1.5. Esforço de pesca

Supondo que, ao longo dos anos, não ocorreram alterações na actividade de pesca e na forma de pescar entre as componentes da frota, estimaram-se factores de conversão de C_{pueW} (poder de pesca) entre as componentes da frota. Estes foram estimados a partir dos declives das rectas de regressão, passando pela origem, entre a C_{pueW} de cada componente e a C_{pueW} da frota padrão, para cada semestre. As rectas de regressão foram estimadas a partir da relação entre os rendimentos médios mensais (C_{pueW}) de cada componente da frota relativamente à componente padrão, em cada semestre.

A partir dos factores de conversão de cada componente da frota estimou-se, para cada semestre, a C_{pueW} de cada componente da frota em unidades da componente padrão. Em cada semestre, o esforço de pesca exercido por cada componente da frota, em unidades da componente padrão, foi estimado a partir da relação (Gulland, 1969):

$$f_{sak} = Y_{sak} / C_{pueW}_{sakup}$$

onde f_{sak} = esforço de pesca no semestre s do ano a da componente da frota k ;
 Y_{sak} = captura total em peso no semestre s no ano a da componente da frota k ;
 C_{pueW}_{sakup} = captura por unidade de esforço no semestre s do ano a da componente da frota k em unidades da componente da frota padrão p

O esforço de pesca total anual (f_{total}) foi estimado como o somatório do esforço de pesca exercido por cada componente da frota, em unidades da componente padrão, em cada semestre, *i.e.*,

$$f_{total} = \sum_{s, k} f_{sak}$$

Relacionaram-se os índices de abundância de espadarte estimados em cada semestre com a temperatura, a partir de técnicas de regressão linear simples.

2.2. Características biológicas dos desembarques

Foram medidos 4172 espadartes provenientes do palangre de superfície derivante. O comprimento usado foi o comprimento padrão e medido com aproximação ao centímetro inferior (*Vidé* “Fontes de informação”).

2.2.1. Distribuição por comprimentos

Para cada um dos tipos de embarcação existente na pesca dirigida ao espadarte (cabinada e boca-aberta), estimou-se o comprimento médio mensal desembarcado, analisando e comparando a sua variação, ao longo do ano.

Ao longo da série de anos 1987, 1990-95, foram analisadas as distribuições por comprimentos obtidas de todos os tipos de embarcações, por trimestre e por semestre. O mês de Janeiro de 1995 foi considerado neste estudo como representativo do 1º trimestre. Para cada distribuição, foi estimado o comprimento médio e as medidas de tendência central.

Comparam-se estatisticamente os comprimentos médios dos desembarques no 2º semestre, durante o período de anos em análise. Para tal, foi usado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis (Zar, 1984), verificando-se a hipótese nula, H_0 : A distribuição por comprimentos do 2º semestre, no período 1990-94, são iguais ($\alpha=0,05$). Com a rejeição da hipótese nula, verificou-se quais eram as distribuições por comprimentos diferentes, a partir do teste de Dunn, de comparação múltipla não paramétrico ($\alpha=0,05$) (Zar, 1984).

Devido à medida técnica regulamentada para a pescaria portuguesa (comprimento mínimo 125 cm L_{jfl}), foram organizados três grupos de comprimentos, sendo: $L_{jfl} < 125$ cm; $L_{jfl} \geq 150$ cm (comprimento correspondente ao comprimento mínimo de maturação das fêmeas) e $L_{jfl} \geq 175$ cm (comprimento correspondente à idade de 1ª maturação das fêmeas). Para cada um destes grupos, foi determinada a sua proporção, em relação ao total nos desembarques.

2.2.2. Proporção sexual

No período 1993-95, foi determinado o sexo a 514 indivíduos, dos quais 362 foram fêmeas (80-261 cm) e 152 foram machos (74-181 cm). Definiu-se como

proporção sexual por classe de comprimento (p), a razão entre o número de fêmeas (n_f) e o número total de indivíduos (fêmeas+machos), n , em cada classe de comprimento, *i.e.*,

$p = n_f / n$, onde $n = (n_f + n_m)$, n_f é o número de fêmeas e n_m é o número de machos.

Analisou-se a proporção sexual em cada mês amostrado, por trimestre, no 2º semestre e para a amostra total. Foi também calculado a proporção sexual em três grupos de comprimentos, $L_{jfl} < 125$ cm, $125 \leq L_{jfl} \leq 175$ cm e $L_{jfl} > 175$ cm.

Comparou-se estatisticamente a frequência numérica de fêmeas e de machos encontrada em cada classe de comprimento de 25 cm de intervalo. Para esta análise foi usada a estatística de simulação, baseada em tabelas de contingência, através da utilização do programa TESTMAT, descrito na “Parte I, Capítulo 3: Dieta e comportamento alimentar”. Para a análise comparativa foi verificada a hipótese nula, H_0 : “A distribuição do espadarte por classes de comprimento é independente do sexo” ($\alpha=0,05$).

2.2.3. Composição por idades e por sexos

As distribuições por comprimentos das amostras anuais foram separadas por sexos, a partir da proporção sexual encontrada em cada classe de comprimento de 1 cm de intervalo. Para tal, foram calculados valores médios de proporção sexual para três grandes grupos de comprimentos, $L_{jfl} < 125$ cm, $125 \leq L_{jfl} \leq 175$ cm e $L_{jfl} > 175$ cm, estimados a partir da proporção sexual encontrada em cada classe de comprimento de 5 cm de intervalo. Como o valor médio de proporção sexual foi calculado para um intervalo de classe de 5 cm, para a obtenção das proporções sexuais em comprimentos de 1 cm, assumiu-se o mesmo valor de proporção sexual para os comprimentos contidos em cada grupo.

As distribuições por comprimentos das amostras anuais de cada sexo, foram convertidas em distribuições por idades através do método “corte em fatias” (“*age-slicing*”) (Anón., 1993b). A partir da equação inversa da função de crescimento por sexo estimada neste estudo (*Vidé* “Parte I, Capítulo 1: Idade e crescimento”), em ordem a t (idade), foi determinada a idade correspondente de cada comprimento (1 cm) (Gulland, 1969).

Os indivíduos amostrados correspondentes às classes de comprimento com a mesma idade (expressa em número inteiro de anos), foram agrupados e considerados

como as capturas amostradas dessa idade. Foi estabelecido um grupo comum para ambos os sexos (10+) devido ao reduzido intervalo de comprimentos encontrado para os machos nas idades superiores a 10 anos.

3. Resultados

3.1. Características da pesca

3.1.1. Frota

O espadarte é, nos Açores, capturado acidentalmente pelo palangre de profundidade, localmente designado por trole e, através de pesca dirigida com palangre de superfície derivante (LL), sendo este responsável por mais de 80% do espadarte desembarcado na Região. Juntamente com o espadarte são também capturadas outras espécies, nomeadamente tubarões pelágicos e atuns, entre outras.

A pesca com a utilização do palangre é realizada por dois tipos de embarcações que diferem nas suas características físicas e no seu regime de operação de pesca. As embarcações de boca-aberta (BA) e as embarcações cabinadas (CA). Dentro destas podem-se ainda distinguir diferentes tipos de embarcações no que respeita ao comprimento fora-a-fora (FF), à arqueação bruta (TAB), à potência de motor (HP) e ao regime de operação de pesca. Assim, a frota palangreira foi dividida em quatro componentes: a das embarcações de boca-aberta, designada por BA, a das embarcações cabinadas dos Açores, designada por CAZOR, a das embarcações cabinadas do Continente, designada por CCONT e a das embarcações cabinadas "luso-americanas", designada por CLA. Note que, a componente CCONT reúne embarcações que estão matriculadas quer em capitánias do continente e do Arquipélago dos Açores.

3.1.1.1. Número de embarcações palangreiras por componente de frota

A Tabela 34 apresenta o número de embarcações palangreiras, por componente de frota, durante 1987-96 e o número de licenças de pesca com o palangre de superfície derivante, no período 1993-96. O número de embarcações consideradas diz respeito àquelas que desembarcaram simultaneamente espadarte e espécies de tubarões pelágicos mais importantes nesta arte de pesca.

Tabela 34: Número de embarcações palangreiras por componente de frota, durante 1987-96 e número total de licenças de palangre de superfície derivante atribuídas no período 1993-96. Entre parêntesis está representado o número de embarcações palangreiras dirigidas ao espadarte

Ano	BA	CAZOR	CCONT	CLA	Total	Licenças
1987		8 (8)	5 (5)		13 (13)	
1988		8 (8)	3 (3)		11 (11)	
1989		5 (5)	4 (4)		9 (9)	
1990	5 (5)	8 (8)	2 (2)		15 (15)	
1991	24 (24)	12 (12)	6 (6)		42 (42)	
1992	23 (20)	8 (8)	3 (2)	2 (2)	36 (32)	
1993	14 (6)	6 (6)	5 (5)	2 (2)	27 (19)	63
1994	10 (6)	5 (4)	3 (2)	2 (2)	20 (14)	69
1995	16 (6)	7 (7)	6 (6)	2 (2)	31 (23)	60
1996	10 (7)	8 (8)	4 (3)	2 (1)	24 (19)	57

A componente boca-aberta (BA) iniciou a sua actividade na pesca de espadarte em 1990, assistindo-se a um aumento considerável do número de embarcações nos anos 1991-92. A partir de 1992, o número destas diminuiu, mantendo-se sensivelmente constante nos anos seguintes. A componente dos Açores (CAZOR) iniciou a sua actividade na pesca em 1987. O número de embarcações manteve-se sensivelmente constante ao longo de todo o período. No ano de 1991, o número de embarcações atingiu o máximo, com 12 embarcações na pesca e em 1994 foi mínimo, com 5 embarcações de pesca. A componente do Continente (CCONT) antes de 1987, já se encontrava na pesca de espadarte. O número de embarcações de pesca representadas na Tabela 34, não corresponde às que efectivamente se encontraram em actividade nesta pescaria, mas correspondem às embarcações que desembarcaram em lota. Foi observado que cerca de 20 a 25 embarcações de pesca desta componente, encontraram-se em actividade na área dos Açores, durante 1995. A componente “lusó-americana” (CLA) iniciou a sua actividade nesta pesca em 1992, com um número constante de embarcações (2).

As licenças de pesca atribuídas para a utilização do palangre de superfície derivante no período 1993-96, foram nitidamente superiores ao número de embarcações que desembarcaram simultaneamente espadarte e tubarões. Em 1996, das 57 licenças de pesca, 22 foram para embarcações de boca-aberta, 24 para embarcações cabinadas do tipo Açores e 11 foram para embarcações cabinadas do tipo Continente. Para além das licenças atribuídas, mantinha-se o acordo de afretamento com as duas embarcações “lusó-americanas”.

O número total de embarcações na pesca dirigida ao espadarte aumentou consideravelmente em 1991 relativamente aos anos anteriores, devido à componente boca-aberta. A partir deste ano, o número de embarcações na pesca diminuiu, atingindo em 1994, menos de metade do número máximo registado, com 14 embarcações de pesca. Esta diminuição foi observada em todas as componentes da frota, com excepção da “luso-americana”. Nos últimos anos, assistiu-se a um novo aumento no número de embarcações na pesca de espadarte, na ordem das 20.

3.1.1.2. Descrição da arte de pesca, sistemas de pesca e isco utilizados

O esquema base do palangre consiste numa linha madre com um determinado comprimento, aonde estão agarrados estralhos empastados com anzóis, em intervalos regulares. O aparelho mantém-se suspenso por flutuadores amarrados através de cabos, colocados também em intervalos fixos. Esta arte de pesca sofre algumas modificações de embarcação para embarcação, relativamente à disposição do aparelho e sua configuração e no tipo de anzol (Figura 51).

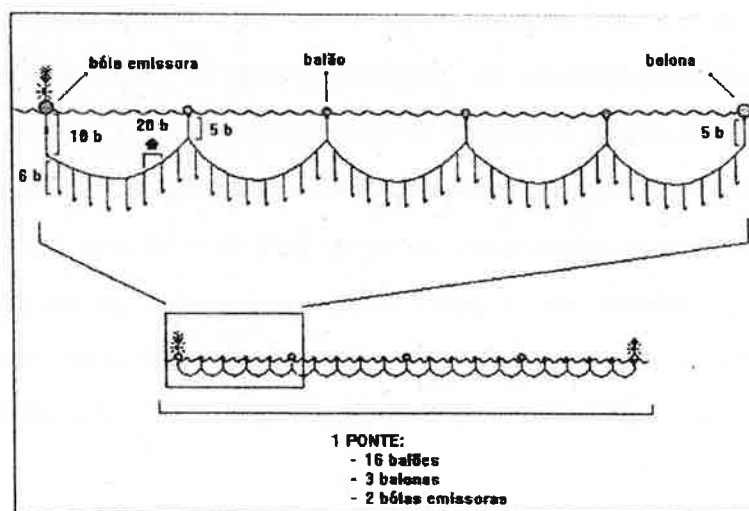


Figura 51: Desenho esquemático do palangre de superfície derivante utilizado nos Açores na pesca de espadarte (adaptado de Silva *et al.*, 1996)

No início da pesca de espadarte nos Açores (1987) coexistiam dois tipos de palangre. O palangre espanhol, descrito por Rey & Alot (1984) com algumas modificações e o palangre americano. Em 1990, assistiu-se à quase completa substituição do palangre espanhol pelo americano. As diferenças mais significativas entre os dois tipos de palangres foram encontradas nas componentes principais, no número de tripulantes, no material usado na linha madre e no tipo de anzóis. Entende-se como

componente principal, a linha madre, os estralhos com os anzóis e as bóias. No de tipo americano, estas três componentes estão separadas, encontrando-se a linha madre enrolada num guincho fabricado para o efeito, os estralhos com os anzóis estão arrumados por ordem de saída num caixote e as bóias estão amarradas em lugar próprio. No tipo espanhol, os estralhos com os anzóis estão previamente fixados à linha madre, operação realizada em terra, encontrando-se estas duas componentes do aparelho, arrumadas numa caixa por ordem de saída. O número de tripulantes no palangre americano é de cerca de sete indivíduos incluindo o mestre da embarcação e no espanhol, é de cerca de 15 homens. O material utilizado na linha madre no palangre americano é o monofilamento de nylon mais pesado do que o nylon entrançado, utilizado no palangre espanhol. O peso da linha madre pode ser, no entanto, aumentado com a distribuição de material pesado, na utilização de chumbos e pedras nas bóias. Em ambos os tipos de aparelho, o material usado nos estralhos é o monofilamento de nylon, com um diâmetro inferior ao usado na linha madre. No palangre americano poderão ser observados dois tipos de anzóis, o anzol direito 1/0 (Âncora ®) e o anzol curvo do tipo 17/0 (Âncora ®), sendo este último mais utilizado. No tipo espanhol, foi somente observado o anzol direito 1/0. A partir de 1992, com a entrada na pesca da componente da frota “luso-americana”, foi também possível observar o anzol tipo 9/0, no palangre americano.

O aparelho de pesca da componente das embarcações de boca-aberta é bastante rudimentar assemelhando-se mais ao tipo espanhol do que ao americano. As únicas semelhanças com este último aparelho são o material em que é fabricada a linha madre (monofilamento de nylon) e o anzol (17/0). Ainda em terra, os estralhos com os anzóis são fixados à linha madre, sendo o espaçamento entre eles de cerca de 12-15 braças. O sistema de pesca não apresenta apetrechos de pesca, tais como o guincho para enrolar a linha madre. O alador falta em algumas embarcações e os instrumentos acústicos para a detecção de cardumes e registo da temperatura e profundidade, não existem. De igual modo, faltam nestas embarcações as bóias emissoras. A alagem do aparelho por vezes, é feita à mão, começando no extremo do aparelho que se encontra amarrado à embarcação. O outro extremo poderá apresentar uma bóia com uma luz para a sua detecção, caso o aparelho se parta.

Ao contrário da componente das embarcações de boca-aberta, as cabinadas utilizam o aparelho do tipo americano e apresentam apetrechos de pesca no seu sistema de pesca tais como instrumentos acústicos, alador, guincho para enrolar a linha madre e

bóias emissoras nos extremos do aparelho. Em algumas embarcações cabinadas foram encontrados “*light-sticks*” no aparelho de pesca, durante os meses de Verão. No entanto, a utilização destes suportes de pesca não foi constante devido ao seu custo elevado. O aparelho de pesca para a componente das embarcações “lusó-americanas” é semelhante ao utilizado pelas outras componentes cabinadas, mas apresenta algumas modificações a notar: para além de usarem anzóis diferentes (9/0), o espaçamento entre eles é maior. Nesta componente, este espaçamento pode variar entre 25 e 30 braças e para as outras componentes, o espaçamento pode variar entre 15 e 20 braças. Na presença de um espaçamento tão grande entre anzóis e para o mesmo comprimento de linha madre que a componente das embarcações cabinadas do Continente, o número de anzóis é mais reduzido nas embarcações “lusó-americanas”. Nesta componente, a utilização de “*light-sticks*” como suporte da pesca foi constante na pesca de espadarte, contrariamente às outras embarcações cabinadas.

Os iscos mais utilizados nesta pesca são a cavala (*Scomber* spp.) e a pota (*Illex* sp.). Em termos de acesso no mercado local, a cavala é preferida, sendo utilizada inteira. É comum encontrar-se anzóis iscados com cavala alternada com a pota, assim como é também usual encontrar-se tintureira alternada com a cavala dado o seu cheiro característico. Nas embarcações “lusó-americanas” foi observado a utilização exclusiva da pota.

O palangre é largado pela popa da embarcação, ao entardecer. Durante a operação de largada, a embarcação navega a uma velocidade que varia consoante a profundidade a que se quer colocar os anzóis, *i.e.*, quanto maior a velocidade da embarcação, menor a profundidade da catenária (menor curvatura). De uma maneira geral, a profundidade em que se encontra o palangre está compreendida entre a superfície e os 150 metros de profundidade, dependendo da zona de pesca. O período de alagem inicia-se antes do amanhecer, por estibordo, com a embarcação a navegar a uma velocidade reduzida e constante. A selecção do extremo do aparelho a ser alado depende da localização da área de pesca do próximo lance.

Ao longo dos anos verificaram-se várias alterações na configuração e na disposição do palangre na água, com vista à optimização dos rendimentos de pesca, podendo estas variar dentro da mesma maré (período de tempo entre a saída e a entrada da embarcação no porto de pesca). As alterações mais significativas foram encontradas no espaçamento entre os anzóis e nas distâncias dos cabos que ligam as bóias e os balões, à linha madre.

Outra particularidade importante que se assistiu ao longo dos anos foi a diferença no número médio de anzóis largados em cada semestre. Esta diferença esteve relacionada com a elevada taxa de captura de tintureira nos meses de Inverno, sendo o número de anzóis sempre inferior aos largados nos meses de Verão.

3.1.1.3. Caracterização da frota palangreira dirigida ao espadarte, em 1996

3.1.1.3.1. Características físicas das embarcações

A Tabela 35 apresenta para cada componente da frota dirigida, as características físicas das embarcações.

Tabela 35: Características físicas das embarcações de pesca de cada componente da frota, no ano de 1996

Características físicas	BA	CAZOR	CCONT	CLA
Comprimento fora-a-fora (FF)	7,5-12,0	12,0-26,4	24,0-32,8	26
Arqueação bruta (TAB)	2,95-9,70	25-108	163,12-277,09	143
Potência do motor (HP)	12-85	195-500	483-900	765

Legenda: Valores limites: mínimo e máximo

A componente boca-aberta (BA) foi representada por embarcações de comprimento fora-a-fora inferior a 12 metros, com uma tonelagem bruta inferior a 10 TAB e de potência de motor inferior a 85 HP. A componente dos Açores (CAZOR) foi representada por embarcações com dimensões entre 12 e 26 metros de comprimento fora-a-fora, com arqueação bruta entre 25 e 108 TAB e com potência de motor entre 195 e 500 HP. A componente do Continente (CCONT) foi representada por embarcações com dimensões superiores a 24 metros de comprimento fora-a-fora, com arqueação bruta superior a 163 TAB e de potência de motor superior a 480 HP. A componente “lusó-americana” (CLA) neste ano, foi representada por uma embarcação de pesca com comprimento fora-a-fora de 26 metros, com uma arqueação bruta de 143 TAB e com potência de motor de 765 HP.

3.1.1.3.2. Regime de operação

A componente boca-aberta (BA) pescou espadarte predominantemente nos meses de Verão. As áreas de pesca estavam confinadas à orla costeira da ilha de S.Miguel (Figura 52), a cerca de 3 milhas da costa, apresentando como porto principal de pesca,

Rabo de Peixe. O número médio de anzóis utilizado em cada lance de pesca foi de 1100. Estas embarcações apresentam a particularidade de efectuarem 1 lance de pesca em cada maré, a que corresponde um dia de pesca. Algumas embarcações com características físicas semelhantes a esta componente capturaram espadarte acidentalmente com o palangre de fundo, sendo o total desembarcado de seis toneladas.

A componente dos Açores (CAZOR) pescou espadarte ao longo de todo o ano. As áreas de pesca estavam confinadas à zona económica exclusiva dos Açores. No entanto, verificou-se que estas foram diferentes entre o Inverno e o Verão. Nesta altura do ano, a pesca incidiu fundamentalmente em pesqueiros que sofrem alguma influência da proximidade das ilhas, localizados principalmente no grupo central e em zonas de bancos não muito afastados das ilhas (Figura 52). O porto de pesca preferencial desta componente foi a Doca (Ponta Delgada). O número médio de anzóis por lance de pesca foi de 1800, sendo o número médio de lances por mês e por barco de 10. Algumas embarcações com características físicas semelhantes a esta componente capturaram espadarte acidentalmente com o palangre de fundo, sendo o total desembarcado de oito toneladas.

A componente do Continente (CCONT) pescou espadarte ao longo de todo o ano. As embarcações de pesca que desembarcaram neste ano em portos dos Açores, apresentaram áreas de pesca diferentes nos meses de Inverno e nos meses de Verão, tal como a componente CAZOR. No entanto, na componente CCONT, as áreas de pesca foram muito diversificadas, podendo situar-se em pesqueiros fora da zona económica exclusiva dos Açores (Figura 52). Os portos de pesca preferenciais desta componente encontram-se no continente português e/ou espanhol, consoante o tipo de mercado. No entanto, assistiu-se nos portos açoreanos, ao desembarque de espadarte e tintureira em carcaça e congelado, directamente para contentores frigoríficos, transportados para o continente português em navios porta-contentores. O número médio de anzóis por lance de pesca foi de 2500, sendo o número médio de lances por mês e por barco de 20. Algumas embarcações com características físicas semelhantes a esta componente capturaram espadarte acidentalmente com o palangre de fundo, sendo o total desembarcado em 1996, de uma tonelada.

A componente “luso-americana” (CLA) encontrou-se na pesca de espadarte até Setembro. As áreas de pesca (Figura 52) foram semelhantes às da componente CCONT, sendo o principal porto de pesca, a Doca. O número médio de anzóis por lance de pesca

foi de 2000, sendo o número médio de lances por mês e por barco de 20. Não foram registados desembarques de espadarte acidentais provenientes de outras artes.

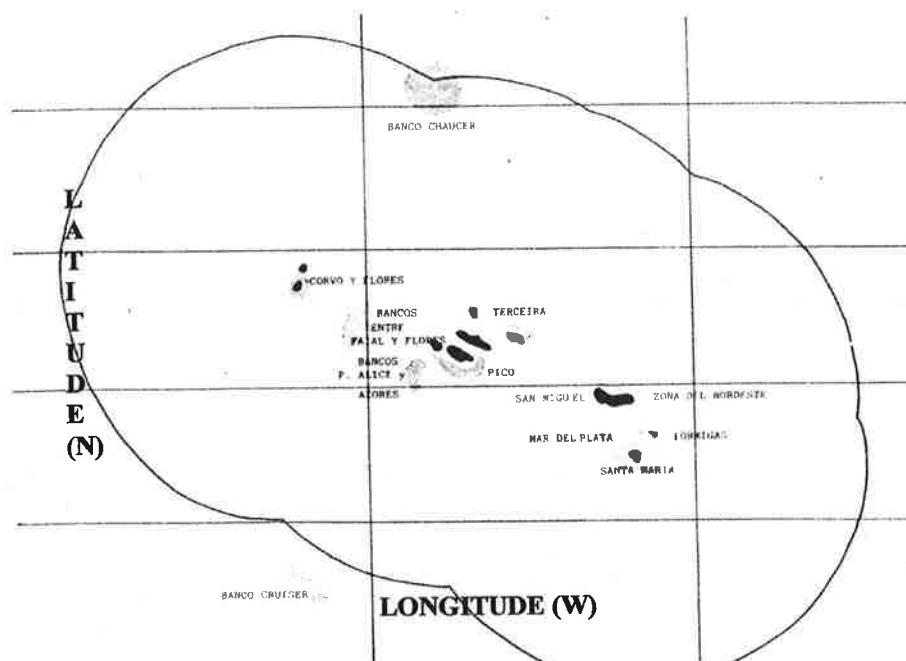


Figura 52: Pesqueiros mais importantes na pesca de espadarte no Arquipélago dos Açores (sombreado) (adaptada de Rey, 1988b)

3.1.2. Desembarques de espadarte

3.1.2.1. Desembarques totais de espadarte na região dos Açores

A Tabela 36 apresenta os desembarques totais de espadarte na região dos Açores e por ilhas. Nestas, foram salientadas S. Miguel e Faial pelo facto de nestas ilhas, estarem localizados os três portos de pesca mais importantes desta pescaria.

A ilha de S. Miguel foi a mais importante na quantidade de espadarte desembarcado em toda a Região durante o período em análise. A ilha do Faial até 1992, apresentou uma importância razoável, deixando de ser um porto de pesca importante a partir de 1993. No ano 1992, o total desembarcado sofreu uma queda, assistindo-se a um declínio dos desembarques de S. Miguel acompanhados de um aumento dos desembarques no grupo das “Restantes Ilhas”. Sabe-se que neste ano, os desembarques na ilha Terceira foram elevados.

Tabela 36: Desembarques totais de espadarte na região dos Açores (Total) e por ilhas, em toneladas, durante 1987-96

Ano	Total	S.Miguel	Faial	Restantes ilhas
1987	360	240	115	5
1988	225	177	46	1
1989	107	79	23	5
1990	211	170	33	8
1991	506	383	98	25
1992	339	137	123	79
1993	404	374	15	16
1994	288	283	4	1
1995	466	448	14	4
1996	418	375	7	36

Nota: Valores arredondados para a unidade

3.1.2.2. Desembarques de espadarte provenientes do palangre de superfície derivante (LL)

3.1.2.2.1. Desembarques de espadarte provenientes do LL em três portos de pesca dos Açores

A Tabela 37 resume para os anos 1987-96 e para os três portos de pesca (PD, HOR, RP), os desembarques totais de espadarte e os provenientes do palangre de superfície (LL), estimados. Também se apresentam as percentagens provenientes de LL relativamente ao total dos três portos (%P) e Região (%R).

Tabela 37: Desembarques totais, em toneladas, de espadarte (Total) e provenientes do palangre de superfície (LL) para os três portos de pesca, durante 1987-96. É também apresentada a percentagem de desembarques provenientes do LL relativamente ao total dos três portos (%P) e região (%R)

Ano	PD		HOR		RP		TOTAL		%P	%R
	Total	LL	Total	LL	Total	LL	Total	LL		
1987	178	173	115	112			293	285	97,4	79,2
1988	166	160	46	44			212	204	96,2	90,6
1989	78	69	23	21	0*		101	90	89,1	83,7
1990	154	146	33	31	11	10	198	187	94,8	88,8
1991	231	224	89	87	135	133	456	444	97,4	87,8
1992	61	54	123	121	74	71	258	247	95,8	72,8
1993	363	357	15	13	10	10	388	379	97,9	93,9
1994	245	239	4	3	31	29	280	270	96,4	93,8
1995	425	419	14	13	23	19	462	451	97,6	96,8
1996	331	324	7	4	44	37	382	365	95,5	87,3

Nota: %R relativo ao "Total" registado na Tabela 33

Nota: Valores arredondados para a unidade; 0* equivale a quantidades desembarcadas inferiores a 1 tonelada

O palangre de superfície é responsável por 96% (valor médio dos 10 anos) de espadarte desembarcado nos três portos de pesca. O espadarte desembarcado nestes portos, proveniente do palangre, representa em média, 87% do total desembarcado na Região. Ao longo dos anos, a Doca (PD) foi o porto de desembarque que apresentou as maiores quantidades de espadarte, à excepção de 1992. Neste ano, o Cais de Sta. Cruz (HOR) foi mais importante devido à presença de um mercado de espadarte e de tubarões localizado na cidade da Horta. Com uma procura localizada nesta cidade, assistiu-se a uma movimentação de parte da frota palangreira para o porto do Cais de Sta. Cruz (HOR). Desde 1992, este porto deixou de ter importância, apresentando alguns desembarques esporádicos. O porto de Rabo-Peixe (RP) representa a actividade da componente da frota boca-aberta (BA).

3.1.2.2.2. Desembarques de espécies acompanhantes

Nos Açores, as espécies acompanhantes do espadarte com a utilização do palangre de superfície derivante, registadas nos desembarques foram a tintureira (*Prionace glauca*), o tubarão anequim (*Isurus oxyrinchus*), o tubarão sardinheiro (*Lamna nasus*), a raposa (*Alopias vulpinus*), o tubarão martelo (*Sphyrna zygaena*), a cornuda (*Sphyrna lewini*), o cação (*Galeorhinus galeus*), o patudo (*Thunnus obesus*), o voador (*Thunnus alalunga*), o rabilo (*Thunnus thynnus*), o espadim azul (*Makaira nigricans*), o espadim branco (*Tetrapturus albidus*), o veleiro (*Istiophorus albicans*), o escolar (*Ruvettus pretiosus*), o dourado (*Coryphaena hippurus*), o peixe-espada branco (*Lepidopus caudatus*), a anchova (*Pomatomus saltatrix*) e o encharéu (*Pseudocaranx dentex*). Dada a importância que a tintureira e o anequim apresentam nesta pescaria, nos dois últimos anos (1995 e 1996), só foram apresentados os desembarques destas duas espécies acessórias (Anexo 6.2). Entre 1993-95 foram observadas outras espécies acompanhantes do espadarte não especificadas nos registos da Lotaçor. Estas foram o tubarão olhudo (*Alopias superciliuosus*), o tubarão tigre (*Galeocerdo cuvieri*), o ratão (*Dasyatis violacea*), a tartaruga boba (*Caretta caretta*) e a tartaruga de couro (*Dermochelys coriacea*).

A Figura 53 representa os desembarques em peso, de tintureira e anequim nos três portos de pesca durante 1987 a 1996, respectivamente.

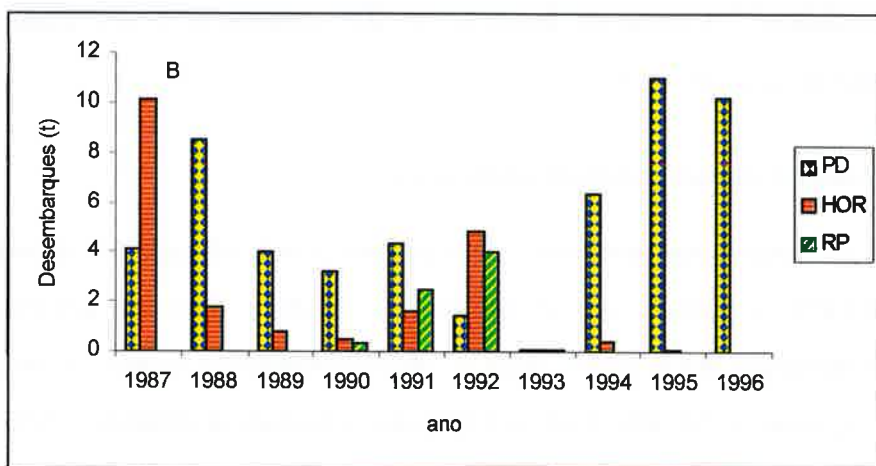
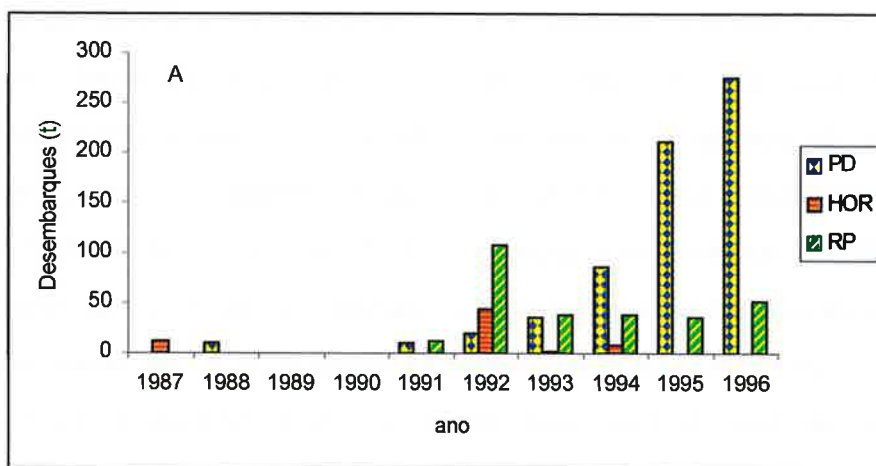


Figura 53: Desembarques de tintureira (A) e de anequim (B), provenientes da pesca com o palangre de superfície, registados nos portos de pesca da Doca (PD), do Cais de Sta. Cruz (HOR) e de Rabo de Peixe (RP), durante 1987-96

A partir de 1992, os desembarques de tintureira começaram a ser mais expressivos, com valores superiores a 100 toneladas. Neste ano, o porto de pesca que registou maiores desembarques foi Rabo de Peixe (RP). No entanto, comparativamente ao porto da Doca (PD), o porto de Sta. Cruz (HOR) foi mais importante. Ao longo dos anos, os desembarques de anequim não excederam as 10 toneladas/ano. Para esta espécie, o porto de pesca mais importante foi a Doca (PD), à excepção de 1987 e 1992. Neste último ano, tal como na tintureira, o porto de Sta. Cruz (HOR) apresentou os maiores desembarques de anequim. Para ambas as espécies de tubarão, entre 1995-96, foram encontrados incrementos bastante consideráveis nos desembarques, principalmente de tintureira.

3.1.2.2.3. Desembarques de espadarte e espécies acompanhantes por componente da frota

A Figura 54 representa as proporções dos desembarques médios mensais de espadarte (SWO), tintureira (PGL) e anequim (ISO) resultantes da pesca com o palangre (LL), durante 1987-96 para as componentes boca-aberta (BA), cabinados dos Açores (CAZOR), cabinados do Continente (CCONT) e cabinados “lusó-americanos” (CLA).

Para todas as componentes da frota, com excepção da “lusó-americana” (CLA), o espadarte (SWO) predominou nos desembarques durante o segundo semestre, com o máximo verificado em Setembro e Outubro. Para a tintureira (PGL), o máximo foi observado em Julho, sendo esta espécie, no entanto, mais desembarcada no primeiro semestre nas componentes BA e CCONT. Para a componente CLA, SWO parece predominar durante todo o ano relativamente a PGL, com excepção dos meses de Junho a Agosto. Relativamente ao anequim (ISO), os desembarques parecem predominar no segundo semestre para a maioria das componentes da frota. Na componente boca-aberta (BA), esta espécie ocorreu em alguns meses de Inverno em proporções semelhantes às encontradas no Verão. Na componente cabinada do Continente (CCONT), os desembarques desta espécie ocorreram em proporções semelhantes em quase todos os meses do ano (Figura 54).

As Figuras 55 a 58 comparam o período inicial da pesca e o último ano da série, em cada componente da frota.

Para a componente boca-aberta (BA), do primeiro período (1990-91) para 1996, a pesca passou a exercer-se praticamente no segundo semestre. Com esta deslocação da pesca, o espadarte (Swo) passou a ser desembarcado essencialmente no segundo semestre, assim como a tintureira (Pgl), em particular em Julho. No primeiro período da pesca, o anequim (Iso) praticamente ocorreu ao longo de todo o ano. Em 1996 não foram observados desembarques desta espécie (Figura 55).

Para a componente cabinada dos Açores (CAZOR), do primeiro período (1987-88) para 1996, a pesca passou a ser praticada durante todo o ano. Os desembarques de espadarte (Swo) passaram a ocorrer em todos os meses do ano sendo, no entanto, mais elevados no segundo semestre, tal como no primeiro período. A tintureira (Pgl) passou a

ser desembarcada entre Janeiro e Agosto, contrastando com o primeiro período, onde os desembarques foram apenas observados em Julho e Agosto. O anequim (Iso), no primeiro período foi encontrado de Maio a Dezembro, passando a encontrar-se praticamente ao longo de todo o ano, em 1996 (Figura 56).

Para a componente cabinada do Continente (CCONT), do primeiro período (1987-88) para 1996, a pesca que se efectuava durante todo o ano passou a ser praticada preferencialmente no primeiro semestre. Com uma deslocação da pesca para este período do ano, os desembarques de espadarte (Swo) ocorreram durante quase todo o ano sendo no entanto, mais elevados no segundo semestre tal como no primeiro período. Os desembarques de tintureira (Pgl) ocorreram preferencialmente no primeiro semestre, contrastando com o período inicial, que ocorreram apenas em Agosto. Os desembarques de anequim (Iso) ocorreram preferencialmente no primeiro semestre contrastando com o primeiro período, onde ocorreram no segundo semestre (Figura 57).

Para a componente cabinada “lusó-americana” (CLA), não parece existir uma alteração nítida da pesca do primeiro período (1992-93) para o segundo (1996). No entanto, foi possível identificar algumas diferenças em 1996 relativamente ao primeiro período de pesca: 1) a intensidade de pesca (em percentagem do número de embarcações) foi mais elevada entre Abril e Junho; 2) uma actividade de pesca contínua de Fevereiro a Setembro; 3) a partir de Outubro, não foram observados desembarques das três espécies. No primeiro período, os desembarques de espadarte (Swo) foram observados em todos os meses onde houve pesca (excepção do mês de Julho), em particular em Maio e Setembro, e no segundo período, em Fevereiro e Agosto. Os desembarques de tintureira (Pgl), no primeiro período, ocorreram de Abril a Julho e de Outubro a Novembro, com especial destaque para o mês de Maio. Em 1996, estes ocorreram de Março a Agosto, com especial destaque para o mês de Junho. Para o anequim (Iso), foi mais notória a transição do primeiro período para o segundo. No primeiro período apenas ocorreram desembarques no quarto trimestre, observando-se o máximo em Dezembro. No segundo período, esta espécie foi desembarcada em Março e Abril e em Junho e Agosto, observando-se o máximo neste último mês (Figura 58).

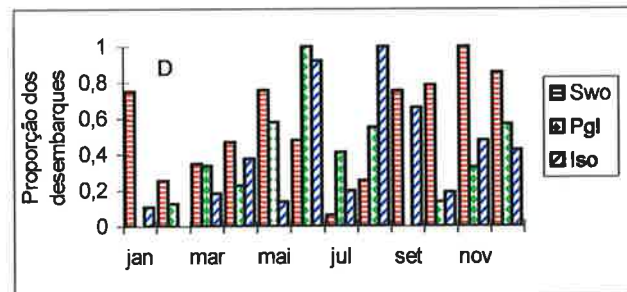
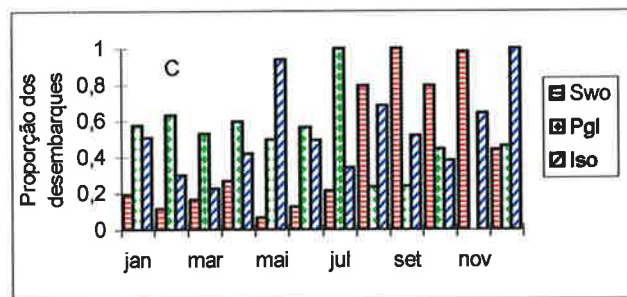
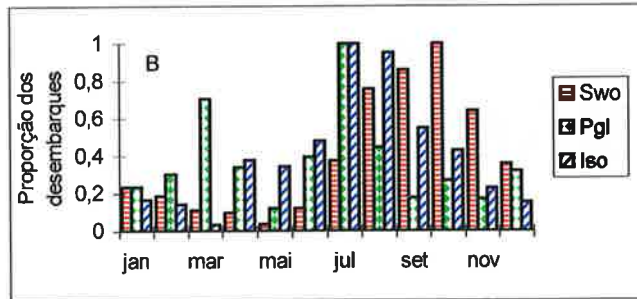
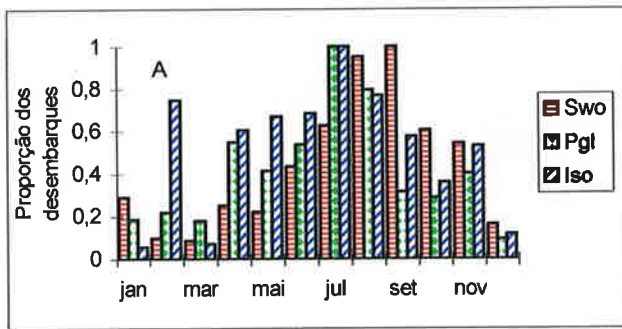


Figura 54: Proporção dos desembarques médio mensais de espadarte (Swo), tintureira (Pgl) e anequim (Iso) relativos ao desembarque médio mensal máximo registado para cada espécie, na componente BA, durante 1990-96 (A), na componente CAZOR, durante 1987-96 (B), na componente CCONT, durante 1987-96 (C) e na componente CLA, durante 1992-96 (D), provenientes da pesca com o palangre de superfície derivante.

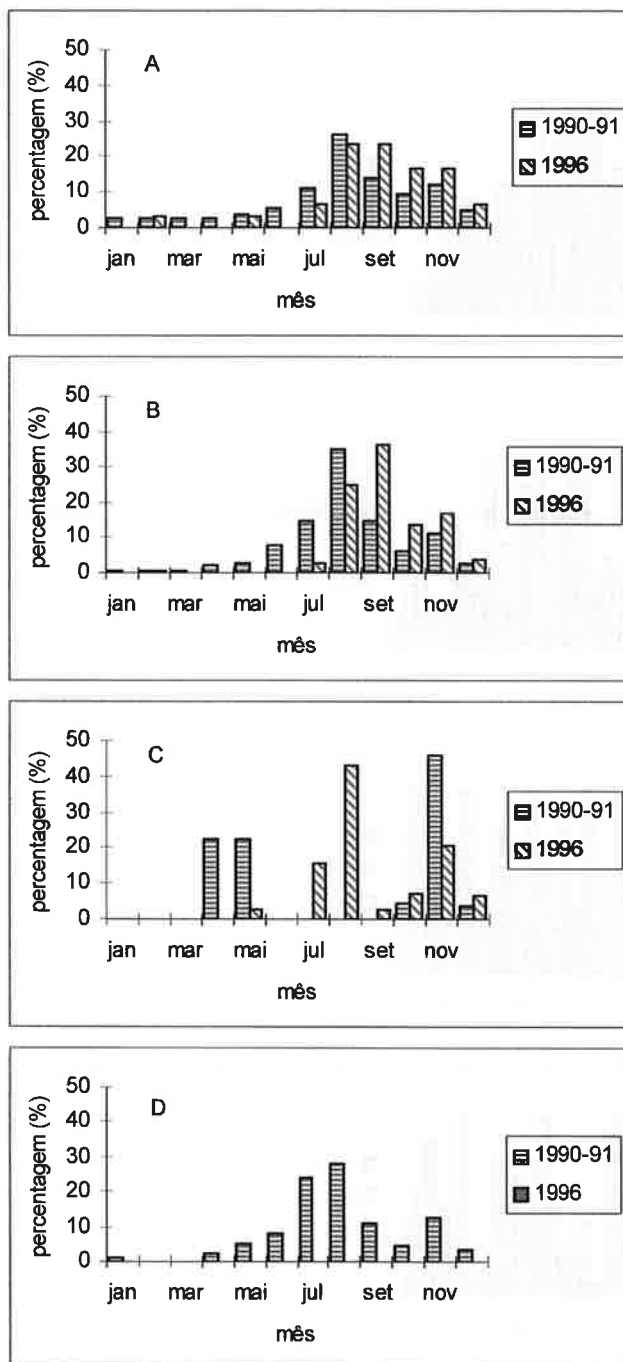


Figura 55: Número mensal de embarcações palangreiras da componente BA, durante 1990-91 e 1996 (A). Análise comparativa dos desembarques médio mensais de espadarte (B), de tintureira (C) e de anequim (D), provenientes do palangre de superfície derivante, entre 1990-91 e 1996. Em cada período, a distribuição do número médio mensal de embarcações de pesca e dos desembarques médio mensais é dada em percentagem do número total de embarcações e do total desembarcado em cada espécie, respectivamente

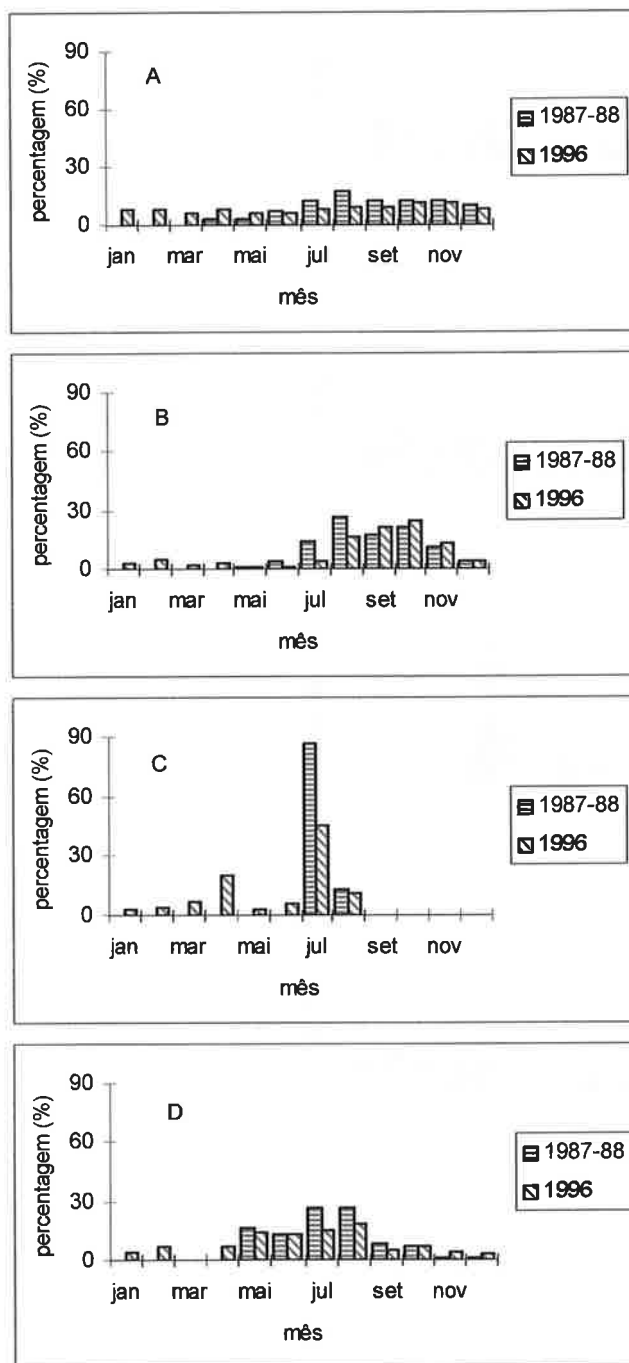


Figura 56: Número mensal de embarcações palangreiras da componente CAZOR, durante 1987-88 e 1996 (A). Análise comparativa dos desembarques médio mensais de espadarte (B), de tintureira (C) e de anequim (D), provenientes do palangre de superfície derivante, entre 1987-88 e 1996. Em cada período, a distribuição do número médio mensal de embarcações de pesca e dos desembarques médio mensais é dada em percentagem do número total de embarcações e do total desembarcado em cada espécie, respectivamente

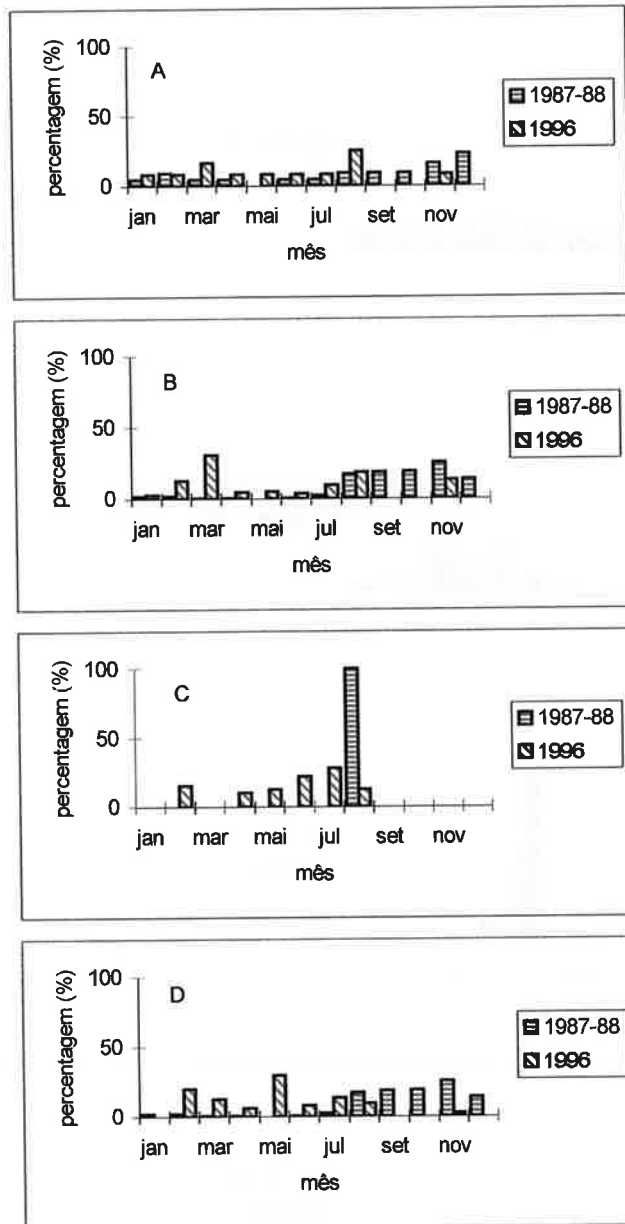


Figura 57: Número mensal de embarcações palangreiras da componente CCONT, durante 1987-88 e 1996 (A). Análise comparativa dos desembarques médio mensais de espadarte (B), de tintureira (C) e de anequim (D), provenientes do palangre de superfície derivante, entre 1987-88 e 1996. Em cada período, a distribuição do número médio mensal de embarcações de pesca e dos desembarques médio mensais é dada em percentagem do número total de embarcações e do total desembarcado em cada espécie, respectivamente

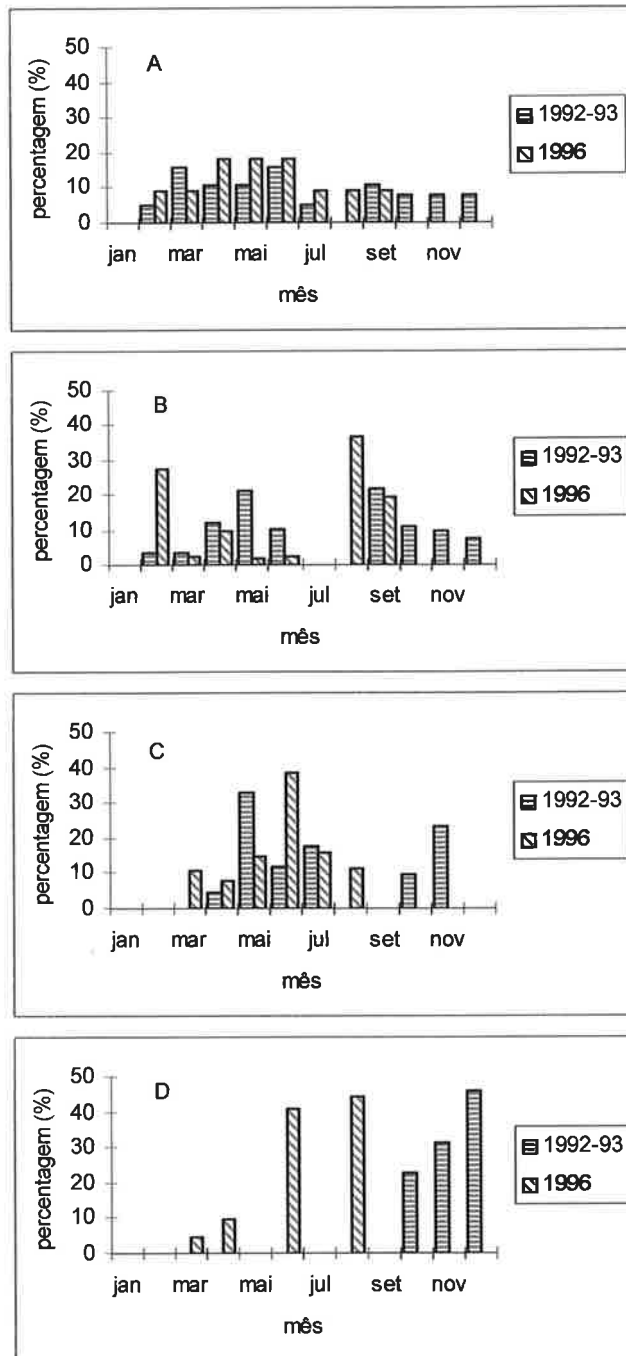


Figura 58: Número mensal de embarcações palangreiras da componente CLA, durante 1992-93 e 1996 (A). Análise comparativa dos desembarques médio mensais de espadarte (B), de tintureira (C) e de anequim (D), provenientes do palangre de superfície derivante, entre 1992-93 e 1996. Em cada período, a distribuição do número médio mensal de embarcações de pesca e dos desembarques médio mensais é dada em percentagem do número total de embarcações e do total desembarcado em cada espécie, respectivamente

3.1.3. Captura por unidade de esforço (CPUE)

3.1.3.1. Pesca dirigida e oportunista por componente de frota

Para cada componente de frota, foram analisados os desembarques de espadarte e principais espécies acompanhantes, resultantes da pesca dirigida ao espadarte e pesca oportunista (Tabelas 38 a 41).

A Tabela 38 apresenta para a componente das embarcações de boca-aberta (BA), os desembarques totais anuais de espadarte (SWO), tintureira (PGL) e anequim (ISO) provenientes da pesca com palangre, dirigida e oportunista, durante 1990-96. É também apresentada a percentagem dos desembarques provenientes da pesca oportunista relativamente ao total desembarcado com o palangre de superfície, em cada espécie.

Tabela 38: Desembarques em toneladas, de espadarte (SWO), tintureira (PGL) e anequim (ISO) provenientes da pesca com palangre de superfície (TOTAL), dirigida e oportunista (OPORT.), na componente BA, durante 1990-96. É também apresentada a percentagem dos desembarques da pesca oportunista relativamente ao total desembarcado com o palangre de superfície derivante (%)

Ano	SWO				PGL				ISO			
	TOTAL	DIRIGIDA	OPORT.	%	TOTAL	DIRIGIDA	OPORT.	%	TOTAL	DIRIGIDA	OPORT.	%
1990	12	12			0*	0*			0*	0*		
1991	133	133			20	20			3	3		
1992	72	55	17	23	108	44	64	59	4	2	2	48
1993	10	6	4	42	37	4	33	90	0*	0*		
1994	21	15	6	30	37	6	31	84	0*	0*		
1995	23	20	3	12	29	4	26	87	0*	0*		
1996	37	29	8	21	50	7	43	85	0*	0*		

Nota: Valores arredondados para a unidade.

0 * equivale a quantidades desembarcadas inferiores a 1 tonelada

Na componente boca-aberta (BA), o espadarte (SWO) foi fundamentalmente capturado pela pesca dirigida. Os desembarques anuais provenientes da pesca oportunista não ultrapassaram os 50%. A partir de 1992, as quantidades desembarcadas de tintureira (PGL) foram elevadas no total da pesca com palangre, verificando-se percentagens superiores a 80%, nos desembarques provenientes da pesca oportunista nos últimos quatro anos. Durante os anos em análise, o anequim (ISO) parece ter sido pouco capturado por esta componente da frota, verificando-se apenas, em 1992, cerca de 50% de ISO desembarcado proveniente da pesca oportunista.

A Tabela 39 apresenta para a componente das embarcações cabinadas dos Açores (CAZOR), os desembarques totais anuais de espadarte (SWO), tintureira (PGL) e anequim (ISO) provenientes da pesca com palangre, dirigida e oportunista, durante 1987-96. É também apresentada a percentagem dos desembarques provenientes da pesca oportunista relativamente ao total desembarcado com o palangre de superfície, em cada espécie.

Tabela 39: Desembarques em toneladas, de espadarte (SWO), tintureira (PGL) e anequim (ISO) provenientes da pesca com palangre de superfície (TOTAL), dirigida e oportunista (OPORT.), na componente CAZOR, durante 1987-96. É também apresentada a percentagem dos desembarques da pesca oportunista relativamente ao total desembarcado com o palangre de superfície derivante (%)

Ano	SWO				PGL				ISO			
	TOTAL	DIRIGIDA	OPORT.	%	TOTAL	DIRIGIDA	OPORT.	%	TOTAL	DIRIGIDA	OPORT.	%
1987	116	116			11	11			8	8		
1988	137	137			0*	0*			4	4		
1989	59	59			0*	0*			3	3		
1990	174	174			0*	0*			3	3		
1991	165	165			1	1			4	4		
1992	103	101	2	2	31	22	9	30	4	3	1	25
1993	115	115	0*	0,2	15	11	4	26	0*	0*		
1994	157	155	2	1	43	33	10	22	5	5	0*	8
1995	258	258			20	20			4	4		
1996	285	282	3	1	25	18	8	30	3	3	0*	3

Nota: Valores arredondados para a unidade.

0 * equivale a quantidades desembarcadas inferiores a 1 tonelada

Na componente cabinada dos Açores (CAZOR), o espadarte (SWO) foi a espécie mais capturada pelo palangre ao longo dos anos, sendo principalmente proveniente da pesca dirigida. Os desembarques de tintureira (PGL) foram reduzidos nesta componente da frota relativamente ao espadarte, com percentagens iguais ou inferiores a 30% provenientes da pesca oportunista. O anequim (ISO) foi predominantemente capturado na pesca dirigida, encontrando-se nos desembarques ao longo de toda a série de anos. Em 1992, registou-se a maior percentagem de anequim proveniente da pesca oportunista, na ordem dos 25%.

A Tabela 40 apresentam, para a componente das embarcações cabinadas do Continente (CCONT), os desembarques totais anuais de espadarte (SWO), tintureira (PGL) e anequim (ISO) provenientes da pesca com LL, dirigida e oportunista, durante 1987-96. É também apresentada a percentagem dos desembarques provenientes da pesca oportunista relativamente ao total desembarcado com o palangre de superfície, em cada espécie.

Tabela 40: Desembarques em toneladas, de espadarte (SWO), tintureira (PGL) e anequim (ISO) provenientes da pesca com palangre de superfície (TOTAL), dirigida e oportunista (OPORT.), na componente CCONT, durante 1987-96. É também apresentada a percentagem dos desembarques da pesca oportunista relativamente ao total desembarcado com o palangre de superfície derivante (%)

Ano	SWO				PGL				ISO			
	TOTAL	DIRIGIDA	OPORT.	%	TOTAL	DIRIGIDA	OPORT.	%	TOTAL	DIRIGIDA	OPORT.	%
1987	169	169							6	6		
1988	67	67			10	10			6	6		
1989	30	30							1	1		
1990	2	2							0*	0*		
1991	146	146			2	2			2	2		
1992	39	37	2	5	26	12	14	55	1	1		
1993	65	65	0*	0,5	9	2	7	75	0*	0*		
1994	9	2	7	77	44		44	100	1		1	100
1995	109	95	14	13	179	19	160	89	7	5	2	24
1996	31	19	12	38	178		178	100	4	2	2	50

Nota: Valores arredondados para a unidade.

0 * equivale a quantidades desembarcadas inferiores a 1 tonelada

Para a componente do Continente (CCONT) parece existir uma alteração nítida na prática de pesca, a partir de 1994. O espadarte (SWO) foi predominantemente capturado pela pesca dirigida, com excepção de 1994, onde cerca de 77% dos desembarques resultaram da pesca oportunista. Até 1991, a tintureira (PGL) foi pouco comum nos desembarques, mas a partir de 1992, estes têm vindo a aumentar significativamente. A partir de 1994, as quantidades de PGL desembarcadas provenientes da pesca oportunista foram superiores a 90%. O anequim (ISO) foi encontrado durante toda a série de anos, mas a partir de 1994, os desembarques foram principalmente resultantes da pesca oportunista, com percentagens iguais ou superiores a 50%, com excepção de 1995.

A Tabela 41 apresenta para a componente das embarcações cabinadas “lusu-americanas” (CLA), os desembarques totais anuais de espadarte (SWO), tintureira (PGL) e anequim (ISO) provenientes da pesca com LL, dirigida e oportunista, durante 1992-96. É também apresentada a percentagem dos desembarques provenientes da pesca oportunista relativamente ao total desembarcado com o palangre de superfície, em cada espécie.

Para a componente das embarcações “lusu-americanas”, o espadarte (SWO) predominou nos desembarques em toda a série de anos com excepção do último, sendo preferencialmente capturado na pesca dirigida. Em 1996, cerca de 16% de SWO foi proveniente da pesca oportunista.

Tabela 41: Desembarques em toneladas, de espadarte (SWO), tintureira (PGL) e anequim (ISO) provenientes da pesca com palangre de superfície (TOTAL), dirigida e oportunista (OPORT.), na componente CLA, durante 1992-96. É também apresentada a percentagem dos desembarques da pesca oportunista relativamente ao total desembarcado com o palangre de superfície derivante (%)

Ano	SWO				PGL				ISO			
	TOTAL	DIRIGIDA	OPORT.	%	TOTAL	DIRIGIDA	OPORT.	%	TOTAL	DIRIGIDA	OPORT.	%
1992	32	32			7	7			1	1		
1993	189	189			14	10	5	33				
1994	83	82	1	1	9	4	5	54	1	1		
1995	61	60	1	2	14	9	5	32	0*	0*		
1996	12	10	2	16	72	3	69	95	2	1	1	58

Nota: Valores arredondados para a unidade.

0 * equivale a quantidades desembarcadas inferiores a 1 tonelada

Nesta componente, a tintureira (PGL) ocorreu nos desembarques em todos os anos da série, mas foi a partir de 1993, que os desembarques foram predominantemente resultantes da pesca oportunista, em particular em 1996, com mais de 90% do total desembarcado. O anequim (ISO) foi uma espécie pouco comum nos desembarques, mas em 1996, cerca de 60% dos desembarques foram resultantes da pesca oportunista.

A Figura 59 representa o total anual de espadarte desembarcado proveniente da pesca dirigida, para cada componente da frota.

A componente dos Açores (CAZOR) foi, de uma maneira geral, a componente mais importante na pesca de espadarte. A componente do Continente (CCONT) tem assistido ao longo dos anos, a uma diminuição, embora com flutuações, dos desembarques nos Açores. Em 1987, esta componente foi responsável pela maioria do espadarte desembarcado na Região. No ano 1991, a componente boca-aberta (BA) apresentou uma importância grande relativamente às outras componentes, decrescendo acentuadamente nos anos seguintes. A componente “lusó-americana” (CLA) foi importante em 1993, ano imediato ao seu aparecimento na pescaria, diminuindo a partir de então (Figura 59).

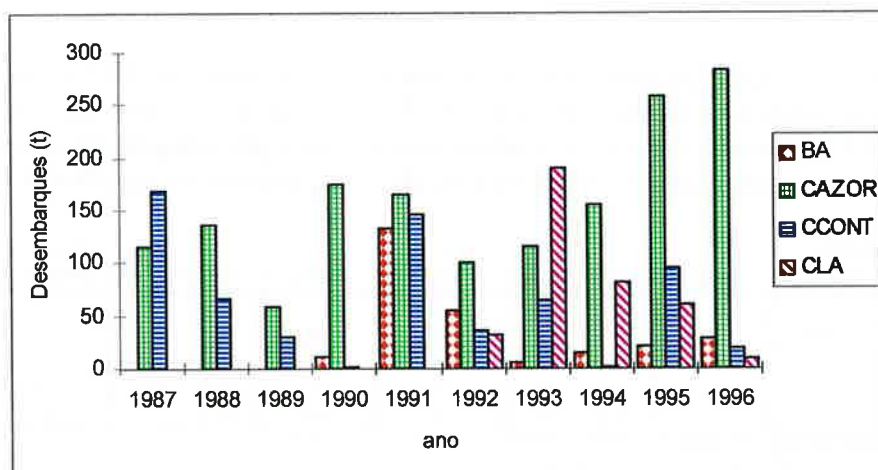


Figura 59: Desembarques de espadarte provenientes da pesca dirigida por componente de frota, no período 1987-96

3.1.3.2. Desembarques da pesca dirigida ao espadarte por semestre

A Tabela 42 apresenta as quantidades de espadarte desembarcado em cada semestre, assim como a percentagem dos desembarques efectuados no 1º semestre relativamente ao total anual desembarcado.

Tabela 42: Desembarques de espadarte, em toneladas, provenientes da pesca dirigida, por semestre e percentagem dos desembarques efectuados no primeiro semestre (%1ºS) relativamente ao total anual desembarcado, durante 1987-96

Ano	1ºS	2ºS	%1ºS
1987	5	280	2
1988	14	190	7
1989	3	87	3
1990	2	185	1
1991	33	411	7
1992	19	207	8
1993	89	286	24
1994	39	214	16
1995	146	287	34
1996	62	278	18

Até 1992, a contribuição do 1º semestre para o total de espadarte desembarcado, foi reduzida e inferior a 10%. A partir de 1993, a contribuição deste semestre foi superior a 15% em todos os anos, com especial destaque para 1993 (24%) e 1995 (34%).

3.1.3.3. Rendimento de pesca, CPUEw (kg/1000 anzóis)

3.1.3.3.1. Variação mensal da CPUEw por componente de frota

A Figura 60 compara, em cada ano da série, os rendimentos médios mensais em peso, de cada componente da frota. É também apresentada a temperatura média mensal.

Os menores rendimentos de pesca foram encontrados no primeiro semestre. Neste, a temperatura da água apresenta valores baixos, aumentando a partir de Julho para valores superiores a 20°C. A partir deste mês, os rendimentos de pesca começam a aumentar, atingindo os maiores valores entre Agosto e Outubro, meses onde se registaram as temperaturas mais altas em toda a série anual. A partir de Outubro, quer a temperatura quer os rendimentos de pesca, diminuem. Em 1994, contrariamente aos outros anos, observou-se um cenário diferente, onde os maiores rendimentos de pesca foram estimados entre Outubro e Dezembro.

Por componente da frota e no segundo semestre, os menores rendimentos de pesca foram encontrados na componente das embarcações de boca-aberta (BA), seguidos das embarcações cabinadas dos Açores (CAZOR), do Continente (CCONT), sendo a componente das embarcações cabinadas “luso-americanas” (CLA), a que apresentou os maiores rendimentos de pesca em peso (Figura 60), nos respectivos períodos de operação.

A variação mensal dos rendimentos de pesca parece ser semelhante entre as componentes da frota, *i.e.*, nos meses de Inverno, os rendimentos de pesca foram mais baixos, aumentando a partir de Julho. Entre Janeiro e Março de 1991 e 1992, para uma pesca tão localizada como a praticada pela componente BA, os rendimentos de pesca foram elevados e por vezes, maiores do que os observados no segundo semestre (Figura 60).

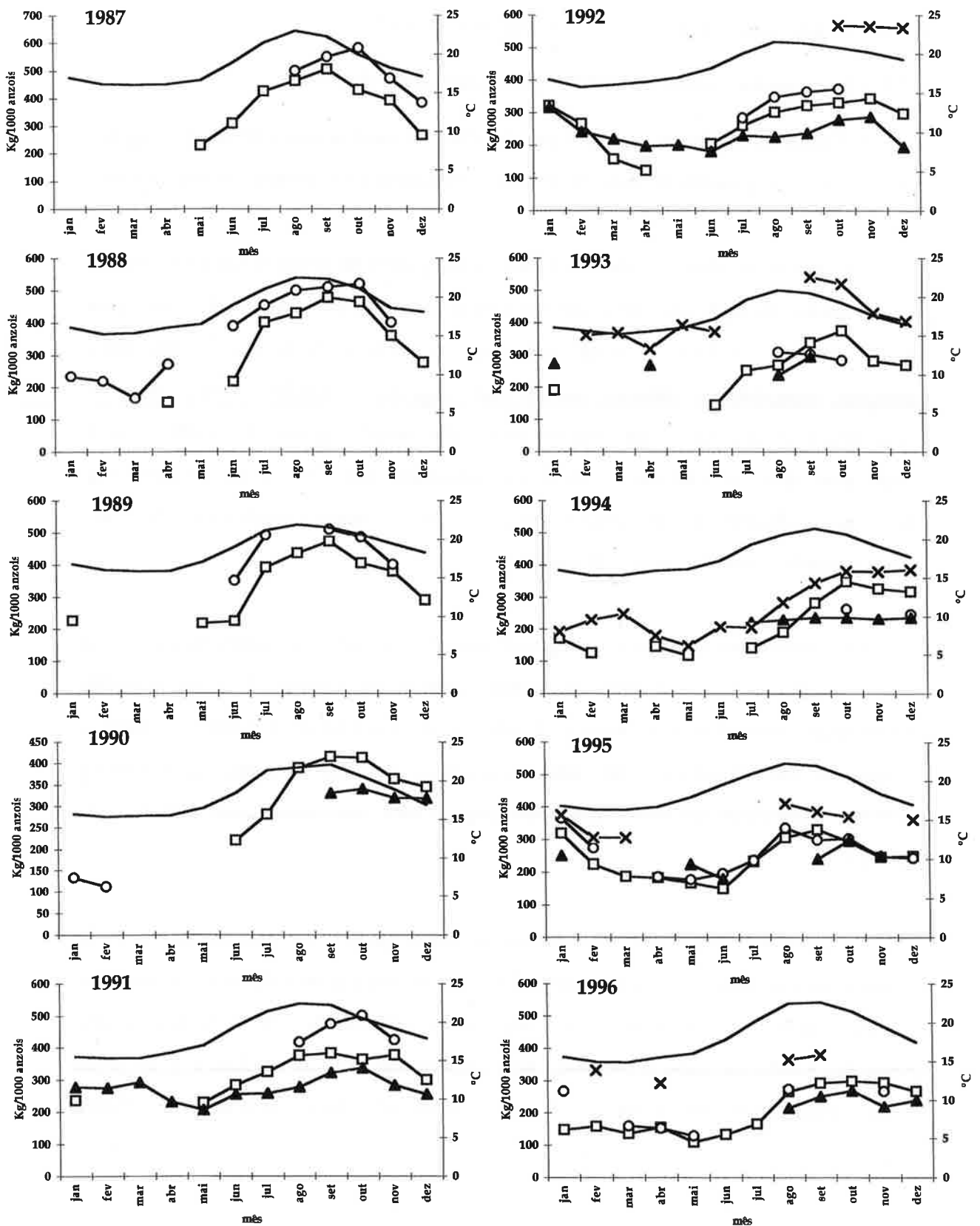


Figura 60: Comparação entre a captura por unidade de esforço mensal, em peso (kg/1000anzois), por componente de frota, durante 1987-96 (T°C:-; CAZOR: □; CCONT: o; BA: ▲; CLA: x)

3.1.4. Índices de abundância em peso

3.1.4.1. Componente padrão

A análise da pescaria para cada componente da frota palangreira demonstra que: 1) apesar de se conhecer o regime de operação das embarcações de boca-aberta (BA), estas só apareceram na pescaria em finais de 1990. Por outro lado, apresentam uma pesca confinada à orla costeira da ilha de S. Miguel; 2) a reduzida movimentação das embarcações cabinadas do Continente (CCONT), nas lotas dos Açores, impediu a aquisição de informação mais pormenorizada sobre as estratégias de pesca, assim como da quantidade de espadarte e de tubarões capturados ao longo do ano. Por outro lado, os desembarques de espadarte nem sempre corresponderam às capturas. Esta estratégia nos desembarques terá repercussões na estimação dos rendimentos de pesca; 3) as embarcações cabinadas “lusó-americanas” (CLA) iniciaram a sua actividade de pesca em 1992, com um regime de operação distinto das embarcações com características físicas semelhantes, pela utilização de uma configuração do aparelho de pesca diferente e pela apresentação de áreas de pesca muito mais diversificadas; 4) as embarcações cabinadas dos Açores (CAZOR) apareceram na pescaria desde 1987, o início da pesca dirigida a este recurso. O regime de operação desta componente ao longo dos anos é conhecido, podendo-se estabelecer a relação entre a captura e o esforço de pesca. Por outro lado, esta componente da frota reflecte consolidação e garantia de continuidade na pesca. Nesse sentido, considerou-se esta componente da frota como o padrão na pescaria de espadarte.

3.1.4.2. Evolução dos rendimentos de pesca em peso (CpueW), durante 1987-96

A Tabela 43 apresenta os rendimentos médios, em peso (CpueW, kg/1000 anzóis) da componente da frota padrão, encontrados em cada semestre, durante 1987-96.

Entre 1987 e 1990 durante o primeiro semestre, a actividade de pesca da componente padrão foi muito reduzida, resultando em erros de estimação dos rendimentos de pesca superiores aos estimados no segundo semestre. Os rendimentos de pesca no primeiro semestre, foram em toda a série de anos inferiores aos estimados no segundo, observando-se em 1995, a menor diferença entre eles.

Tabela 43: Captura por unidade de esforço média em peso (Kg/1000 anzóis), estimada em cada semestre do ano, para a componente da frota padrão, durante 1987-96.

Ano	Cpue1ºS	SE	n	Cpue2ºS	SE	n
1987	280,1	55,57	3	423,5	16,71	26
1988	201,2	19,15	4	402,7	20,35	29
1989	222,1	2,95	3	401,8	23,58	15
1990	220,7	40,70	3	376,5	11,64	31
1991	266,3	23,37	6	355,4	10,83	39
1992	214,2	35,98	5	314,9	6,49	37
1993	172,1	27,23	3	304,3	11,09	18
1994	142,3	10,13	8	268,3	17,08	21
1995	222,2	17,69	15	278,8	9,63	26
1996	141,5	5,05	20	273,0	9,33	29

Legenda: SE: Erro padrão; n: Número de meses de actividade de pesca por embarcação de pesca, em cada semestre

3.1.4.3. Relação entre CpueW e o índice de abundância, em peso, do Atlântico Norte

Ao longo do período de anos em análise, a pesca de espadarte foi mais intensa e regular no segundo semestre, exercendo-se entre Julho e Dezembro. Assim, considerou-se o segundo semestre, como o período indicador da evolução dos índices de abundância em peso de espadarte, na região dos Açores.

A Figura 61 compara os rendimentos de pesca em peso da componente da frota padrão (CpueW), estimados para o 2º semestre e o índice de abundância em peso estimado para o Atlântico Norte. Os índices de abundância do Atlântico Norte foram estimados a partir das frotas palangreiras canadiana, espanhola, japonesa e norte-americana até 1995 (Anón., 1997a).

Os dois índices estão correlacionados significativamente ($n=9$, $r=0,97$, $p<0,001$), verificando-se em ambos, uma tendência decrescente na abundância em peso do recurso, com uma recuperação em 1995.

3.1.4.4. Abundância de espadarte *versus* temperatura da água à superfície

3.1.4.4.1. Análise dos dados de temperatura à superfície na área dos Açores

A Figura 62 apresenta a variação mensal da temperatura média à superfície nos períodos 1987-91 e 1992-96, respectivamente.

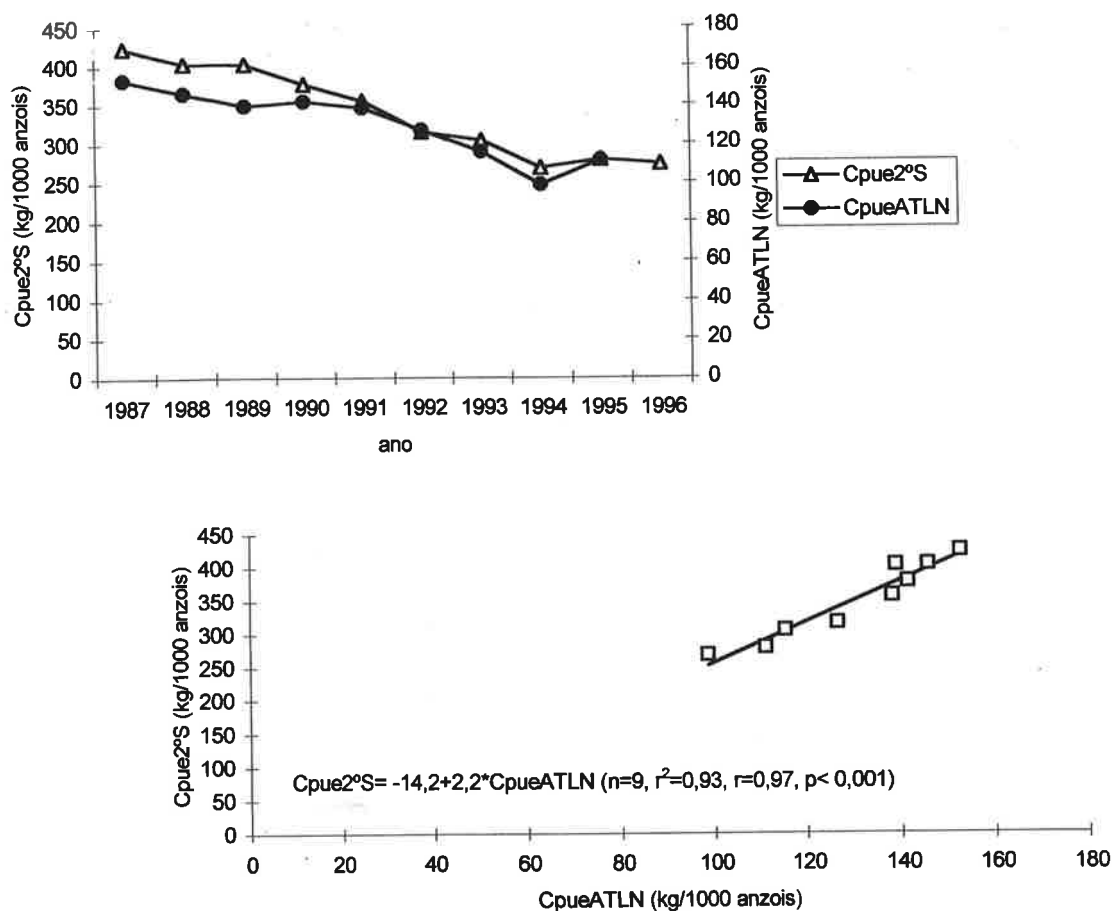


Figura 61: Relação entre o rendimento de pesca, em peso estimado no presente estudo (Cpue2°S) e o índice de abundância em peso estimado para o Atlântico Norte (CpueATLN), no período 1987-95

A temperatura à superfície no primeiro semestre, variou entre os 15 e 18°C e no segundo, oscilou entre 18 e 23°C, para toda a série de anos. Os maiores registos térmicos ocorreram entre Julho a Outubro. No entanto, ao longo dos anos, ocorreram variações importantes, tais como: 1) no período de Julho a Outubro, observou-se que o ano mais frio em toda a série foi 1993, com uma temperatura média de 20°C (média dos 4 meses) seguido de 1994, com 20,5°C. Nos restantes anos, a temperatura média nestes meses oscilou entre 20,9°C, em 1992 e 21,7°C, em 1988 e 1996. Em 1994, entre Julho e Agosto, registaram-se os valores de temperatura mais baixos em toda a série de anos; 2) o ano de 1995 apresentou valores de temperatura elevados nos primeiros meses do ano comparativamente com os restantes anos, com uma temperatura média de 16,8°C entre Janeiro e Maio (Figura 62; Anexo 6.3).

3.1.4.4.2. Relação abundância de espadarte *versus* temperatura à superfície

A Tabela 44 apresenta os índices de abundância de espadarte estimados para cada semestre do ano e os valores médios da temperatura à superfície da água.

Tabela 44: Temperatura média anual registrada no primeiro semestre (SST_{1ºS}) e no segundo semestre (SST_{2ºS}) e índices de abundância estimados para o primeiro semestre (CpueW_{1ºS}) e segundo semestre (CpueW_{2ºS}), da componente da frota padrão, no período 1987-96

Ano	SST _{1ºS} (°C)	SST _{2ºS} (°C)	CpueW _{1ºS} (kg/1000 anzóis)	CpueW _{2ºS} (kg/1000 anzóis)
1987	16,8	19,9	280,1	423,5
1988	16,4	20,6	201,2	402,7
1989	16,8	20,5	222,1	401,8
1990	16,1	20,2	220,7	376,5
1991	16,4	20,6	266,3	355,4
1992	16,7	20,5	214,2	314,9
1993	15,9	19,0	172,1	304,3
1994	16,0	19,8	142,3	268,3
1995	17,2	20,2	222,2	278,8
1996	15,8	20,6	141,5	273,0

Para um aumento de 1,2°C, entre o 1º semestre de 1994 e 1995, observou-se um acréscimo no índice de abundância de 80 kg/1000 anzóis. No 1º semestre de 1996, o mais frio em toda a série de anos, para uma diminuição da temperatura média de 1,4°C relativamente a 1995, observou-se uma diminuição no índice de abundância de 81 kg/1000 anzóis. No 2º semestre dos anos 1987 a 1996, para um valor médio de 20°C, observou-se uma diminuição contínua no índice de abundância. Constatou-se que a variação da temperatura ao longo dos anos no 2º semestre, não parece apresentar uma relação com a variação nos índices de abundância.

A Figura 63 relaciona os índices de abundância de espadarte estimados no 1º e 2º semestre com a temperatura média à superfície da água.

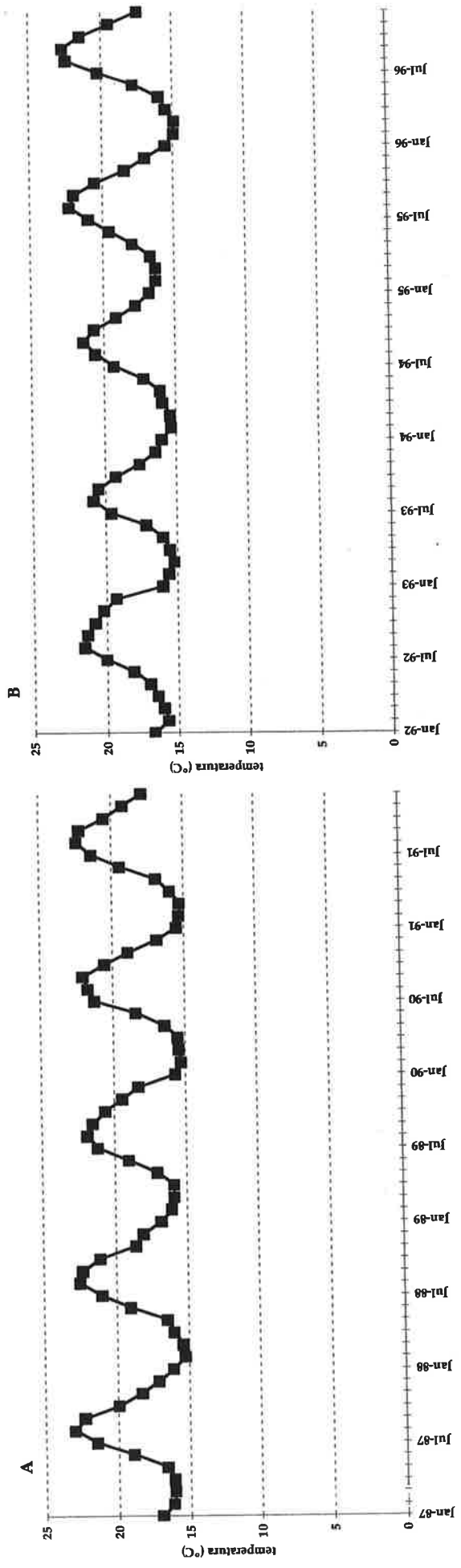


Figura 62: Evolução da temperatura média à superfície por mês, ao longo dos anos 1987-91 (A) e 1992-96 (B)

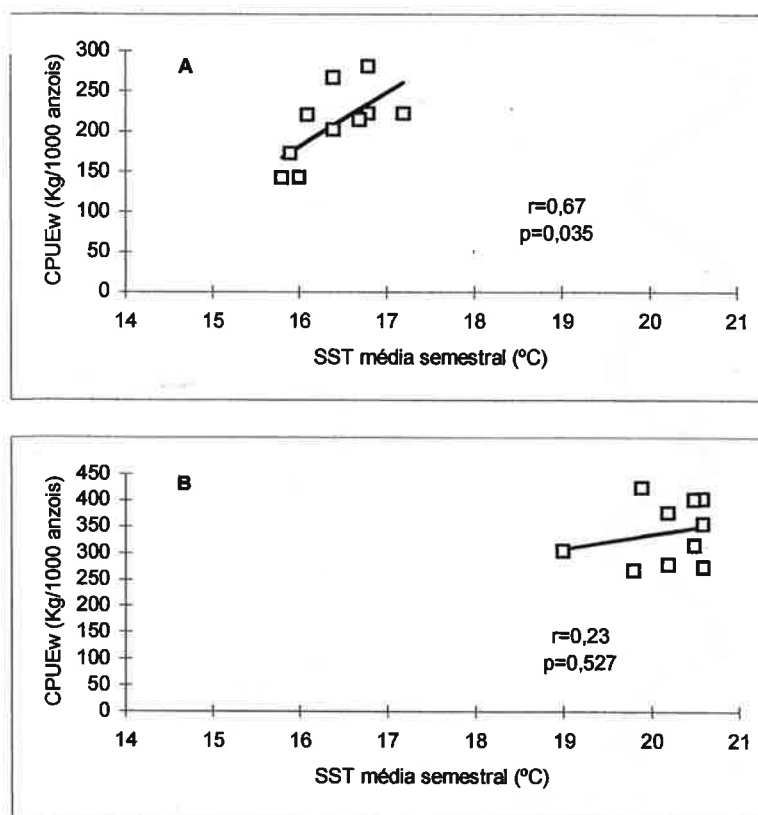


Figura 63: Relação da temperatura média à superfície do mar (SST) e do índice de abundância em peso, no primeiro semestre (A) e no segundo semestre (B), durante 1987-96

A temperatura à superfície e os índices de abundância de espadarte estão significativamente correlacionados no primeiro semestre ($r=0,667$, $p=0,035$, $n=10$). No segundo semestre não foi observada nenhuma relação entre as duas variáveis ($r=0,228$, $p=0,527$, $n=10$).

3.1.5. Esforço de pesca total (f)

3.1.5.1. Poder de pesca por componente de frota

As Figuras 64 e 65 representam a variação dos rendimentos médios mensais de pesca, em peso, de cada componente da frota relativamente à componente padrão, no primeiro e segundo semestre, respectivamente.

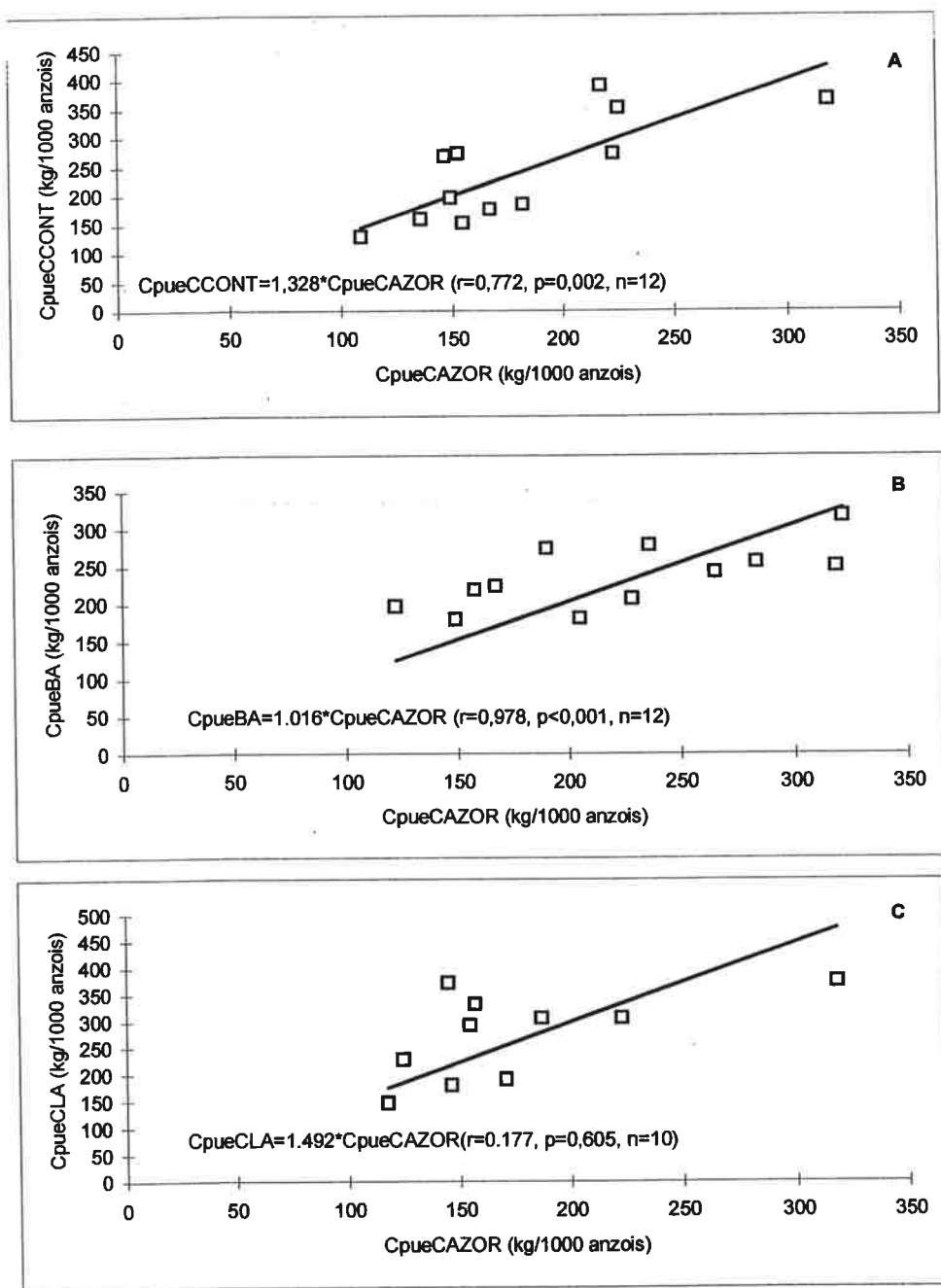


Figura 64: Relação entre as Cpue médias mensais da componente da frota CCONT (A), BA (B) e CLA (C) com a Cpue média mensal da componente padrão (CAZOR), no primeiro semestre

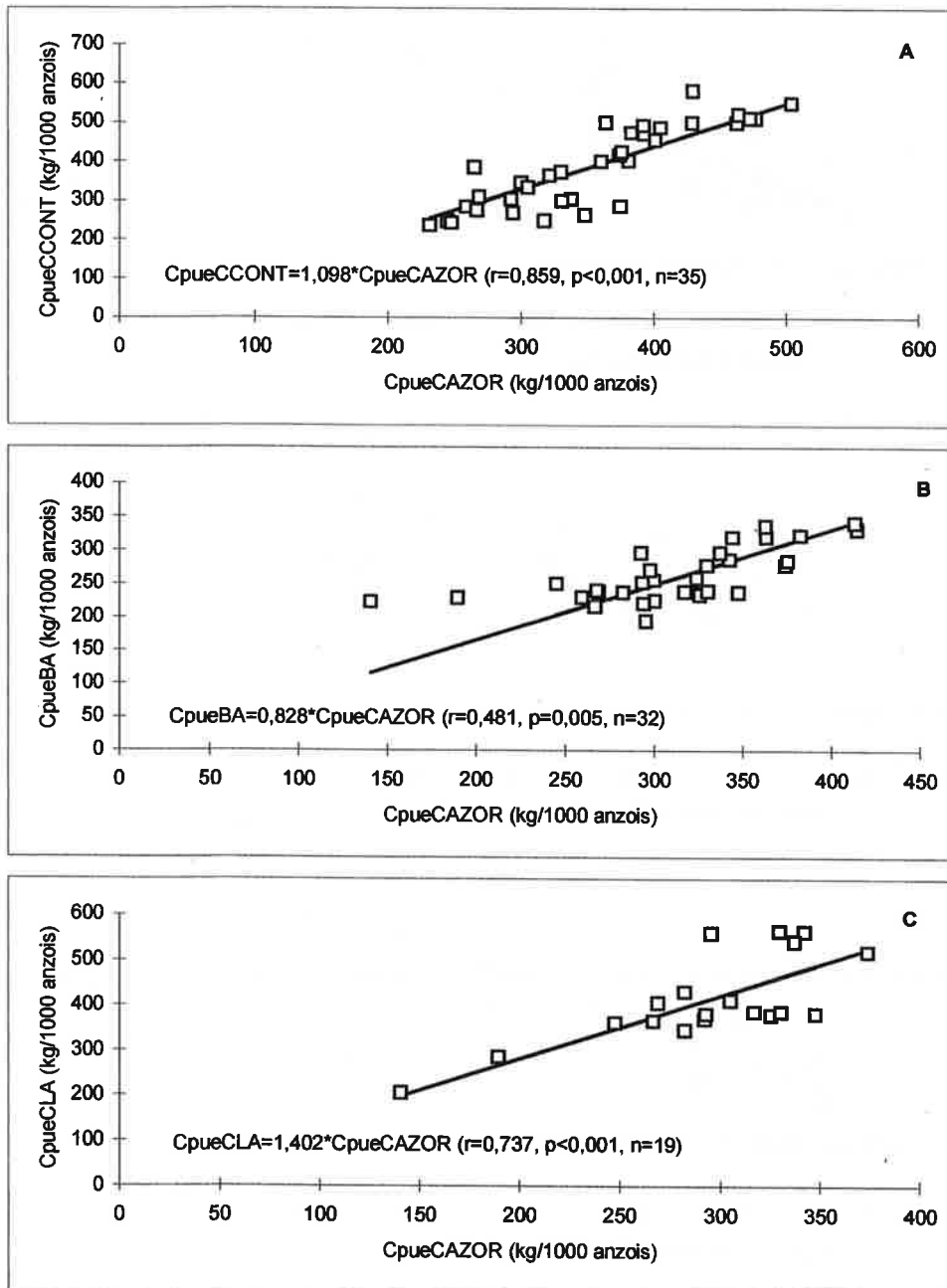


Figura 65: Relação entre as Cpue médias mensais da componente da frota CCONT (A), BA (B) e CLA (C) com a Cpue média mensal da componente padrão (CAZOR), no segundo semestre

A variação dos rendimentos de pesca das componentes da frota relativamente ao padrão diferiram entre os semestres. Somente no segundo, os rendimentos de pesca de todas as componentes da frota estiveram significativamente correlacionados com a componente padrão. No primeiro, não foi observada uma correlação significativa na componente da frota “lusó-americanas” (CLA). Em ambos os semestres, as componentes do Continente (CCONT) e “lusó-americanas” (CLA) apresentaram um poder de pesca superior à componente padrão diminuindo em valor, no segundo semestre. A componente dos boca-aberta (BA) apresentou no primeiro semestre, um poder de pesca semelhante à componente padrão sendo no segundo, menor que esta componente.

A Tabela 45 apresenta os factores de conversão dos rendimentos de pesca (Cpue) das componentes boca-aberta (BA), cabinada do Continente (CCONT) e “lusó-americanas” (CLA), em unidades de Cpue-padrão (CAZOR):

Tabela 45: Factores de conversão dos rendimentos de pesca das componentes boca-aberta (BA), cabinada do Continente (CCONT) e cabinadas lusó-americanas (LA) em unidades de CPUE-padrão, em cada semestre

	1º Semestre	2º Semestre
BA	1,02	0,83
CCONT	1,33	1,10
LA	1,49	1,40

3.1.5.2. Esforço de pesca total em unidades da componente da frota padrão

A Tabela 46 apresenta o esforço de pesca total anual, resultante da pesca dirigida ao espadarte, em unidades da componente da frota padrão, durante 1987 e 1996.

O esforço de pesca, em unidades da componente padrão, diminuiu ao longo dos três primeiros anos da pescaria, apresentando uma tendência crescente a partir de 1990 (Tabela 46).

Tabela 46: Esforço de pesca total da pesca dirigida de espadarte, em unidades da componente da frota padrão, durante 1987-96

Ano	f_{total} (milhões de anzóis)
1987	0,64
1988	0,52
1989	0,22
1990	0,51
1991	1,31
1992	0,74
1993	1,18
1994	0,97
1995	1,36
1996	1,41

3.1.6. Evolução da captura (Y), índice de abundância (CPUEw) e esforço de pesca total (f), durante 1987-96

A captura total de espadarte (Y) proveniente da pesca dirigida diminuiu até 1989, atingindo cerca de 90 toneladas desembarcadas. A partir deste ano, esta apresentou uma tendência crescente, apesar de algumas flutuações anuais, sendo máxima em 1991, na ordem das 400 toneladas. Nos dois últimos anos, a captura total situou-se ao nível das 350 t (Figura 66).

O índice de abundância em peso (CpueW) estimado no segundo semestre, tem vindo a diminuir ao longo dos anos, atingindo o mínimo em 1994, com 268 kg/1000 anzóis. Entre 1987 e 1991, o índice de abundância diminuiu cerca de 68 kg/1000 anzóis e a partir de 1992, oscilou em torno do valor médio de 288 kg/1000 anzóis (Figura 66).

O esforço de pesca total (f), em unidades da componente padrão, tem vindo a aumentar ao longo dos anos, com algumas ligeiras flutuações, apresentando o mínimo em 1989, de 0,5 milhões de anzóis e o máximo em 1996, de 1,4 milhões de anzóis. O esforço de pesca total em 1996 aumentou duas vezes mais do que em 1987 e três vezes mais que em 1990 (Figura 66).

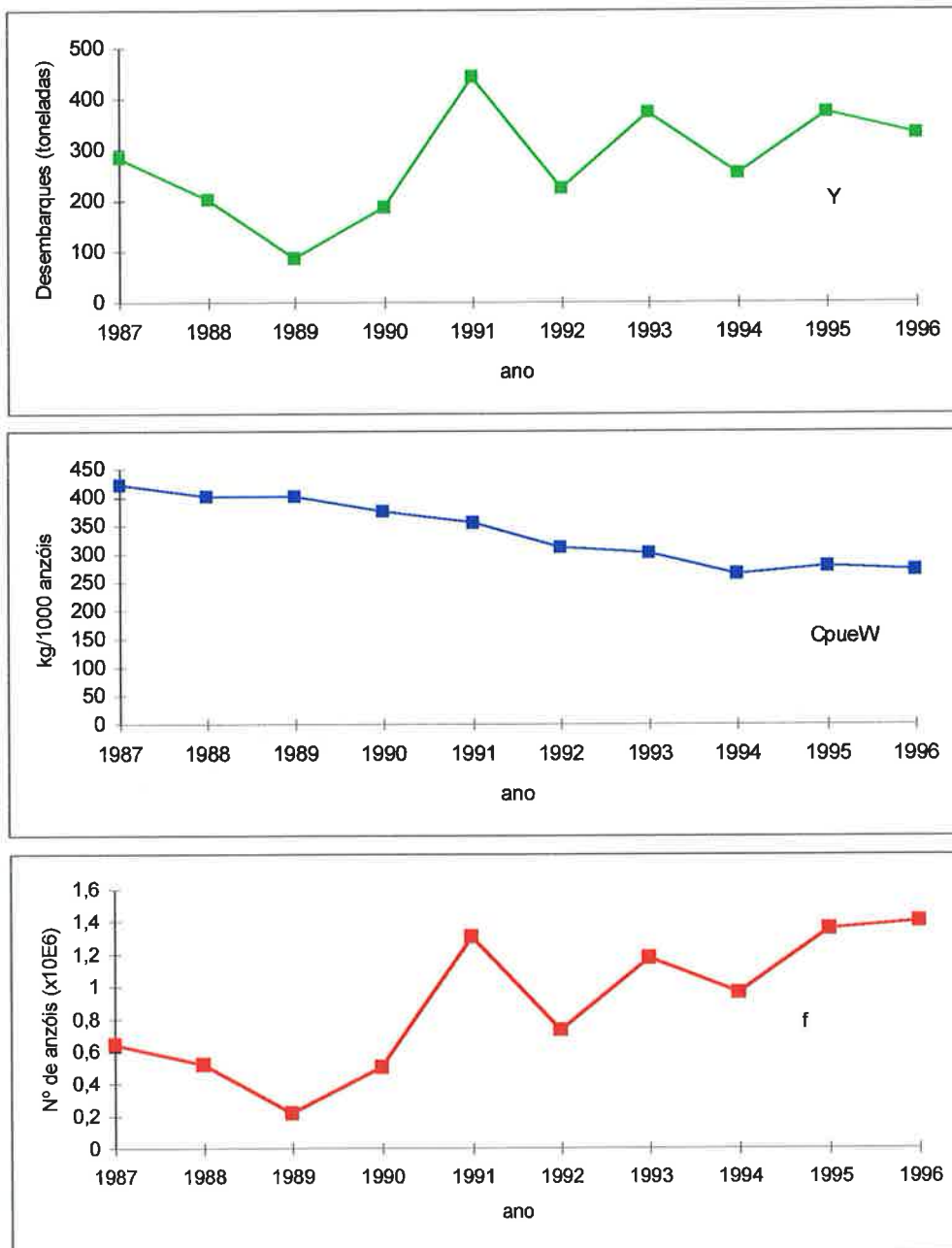


Figura 66: Evolução da captura total em peso (Y), do índice de abundância do 2º semestre (CpueW) e do esforço de pesca total (f) em unidades da componente da frota padrão, provenientes da pesca dirigida de espadarte com a utilização do palangre de superfície derivante, no período 1987-96

3.2. Características biológicas dos desembarques

3.2.1. Comprimentos médios

3.2.1.1. Análise mensal por tipo de embarcação

Em 1987 e no período 1990-95, para as embarcações cabinadas (CA) e boca-abertas (BA), observou-se que o comprimento médio nos desembarques aumenta até Junho-Julho, diminuindo de seguida, atingindo o valor mais baixo em Dezembro (Anexos 6.4 e 6.5).

Como a variação do comprimento médio parece ser mais significativa ao longo do ano do que entre os anos, agregou-se as amostras mensais obtidas ao longo do período em análise, estimando-se o comprimento médio mensal num ano teórico, para cada tipo de embarcação (Figura 67).

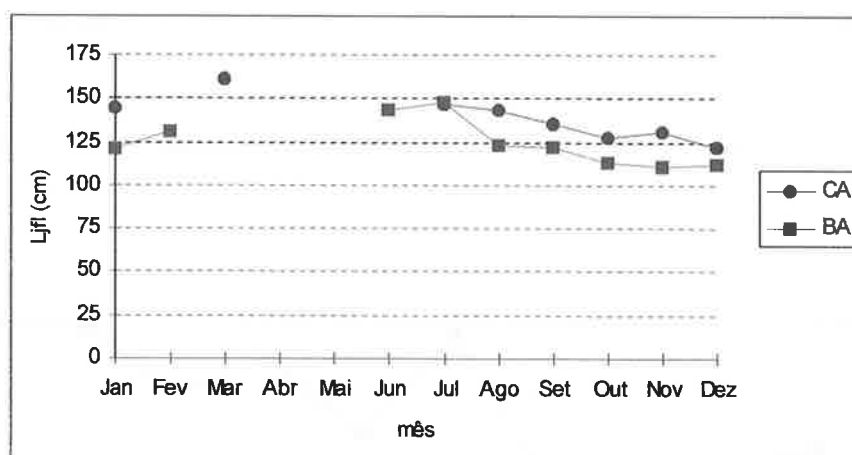


Figura 67: Variação mensal do comprimento médio nos desembarques, em cada tipo de embarcação de pesca (CA: embarcações cabinadas; BA: embarcações de boca-aberta).

A exiguidade de amostras nos primeiros meses do ano, não permitiu a comparação entre os comprimentos médios neste período inicial e os observados no Verão e Outono. Nestes últimos meses, e para ambos os tipos de embarcações, o comprimento médio parece diminuir a partir de Agosto, atingindo o mínimo no mês de Dezembro.

3.2.1.2. Distribuição trimestral dos comprimentos médios

Com a combinação das amostras obtidas em cada tipo de embarcação, analisaram-se as distribuições por comprimentos, em cada trimestre. A Tabela 47 apresenta as estatísticas descritivas das distribuições trimestrais para cada ano em análise.

Tabela 47: Estatísticas descritivas das distribuições por comprimentos trimestrais

Estatísticas	1987	1990	1991	1992	1993	1994	Jan-95
Média (cm)	4º-137,5	3º-142,2 4º-127,2	2º-160,4 3º-132,0 4º-115,5	3º-128,1 4º-128,1	3º-138,2 4º-128,2	3º-133,7 4º-127,1	132,6
Moda (cm)	4º-92,5	3º-137,5 4º-102,5	2º-172,5 3º-152,5 4º-92,5	3º-92,5 4º-92,5	3º-* 4º-**	3º-147,5 4º-117,5	132,5
Mediana (cm)	4º-132,3	3º-138,8 4º-122,8	2º-158,8 3º-131,6 4º-102,0	3º-121,8 4º-120,6	3º-135,3 4º-120,7	3º-143,0 4º-117,5	126,6
25% (cm)	4º-98,5	3º-124,2 2º-106,2	2º-140,8 3º-99,6 4º-90,1	3º-92,4 4º-98,0	3º-117,5 4º-103,4	3º-124,0 4º-105,6	116,3
75% (cm)	4º-162,4	3º-154,6 4º-141,0	2º-172,1 3º-153,6 4º-131,8	3º-150,4 4º-149,1	3º-156,8 4º-140,8	3º-159,4 4º-140,0	138,8
< 125 cm (%)	4º-41	3º-23 4º-50	2º-12 3º-42 4º-70	3º-51 4º-51	3º-34 4º-54	3º-25 4º-59	41
≥150 cm (%)	4º-37	3º-34 4º-17	2º-66 3º-34 4º-16	3º-28 4º-26	3º-36 4º-21	3º-40 4º-18	19
≥175 cm (%)	4º-19	3º-9 4º-2	2º-24 3º-9 4º-5	3º-7 4º-9	3º-16 4º-7	3º-11 4º-6	6

Nota*: Distribuição por comprimentos da amostra obtida no 3º trimestre/1993 é bi-modal em 122,5 cm e 137,5 cm

** : Distribuição por comprimentos da amostra obtida no 4º trimestre/1993 é bi-modal em 92,5 cm e 122,5 cm

Entre os três primeiros trimestres e o quarto observou-se uma diminuição do comprimento médio. Esta diminuição foi visível em todas as medidas de tendência central (moda, mediana, 25% e 75%), sendo predominantes no 4º trimestre, os espadartes com comprimentos inferiores a 125 cm (tamanho mínimo regulamentado).

Em todos os trimestres, com exceção do segundo de 1991, os indivíduos menores que 125 cm predominaram relativamente aos de maior porte ($L_{jfl} \geq 175$ cm), situação esta mais evidente no último trimestre, estendendo-se até Janeiro. No 2º trimestre de 1991, verificou-se uma situação única com os espadartes adultos ($L_{jfl} \geq 175$ cm), a predominar na amostra relativamente aos indivíduos de pequeno porte ($L_{jfl} < 125$ cm).

Para os três grupos de comprimentos de espadarte propostos nesta análise, observou-se uma situação inversa entre o primeiro grupo e os dois últimos. A percentagem de indivíduos com comprimento inferior a 125 cm aumentou ao longo do ano enquanto que, para os comprimentos iguais ou superiores a 150 cm, a percentagem destes diminuiu. No 4º trimestre, verificou-se uma diminuição acentuada na proporção de espadartes de médio a grande porte ($L_{jfl} \geq 150$ cm e $L_{jfl} \geq 175$ cm), entre o ano de 1987 e o período de anos subsequente (1990-94).

3.2.1.3. Distribuição por comprimentos no 2º semestre

Sabendo que a pesca de espadarte apresenta uma maior actividade no 2º semestre, foram agrupadas as amostras de comprimentos mensais recolhidas de Julho a Dezembro, de cada ano, obtendo-se as distribuições por comprimentos do 2º semestre, para o período 1990-94 (Figura 68). A Tabela 48 apresenta as medidas de tendência central das distribuições por comprimentos neste semestre. Note que o tamanho das amostras foi diferente, uma vez que a partir de 1992, o número de espadartes amostrados diminuiu consideravelmente.

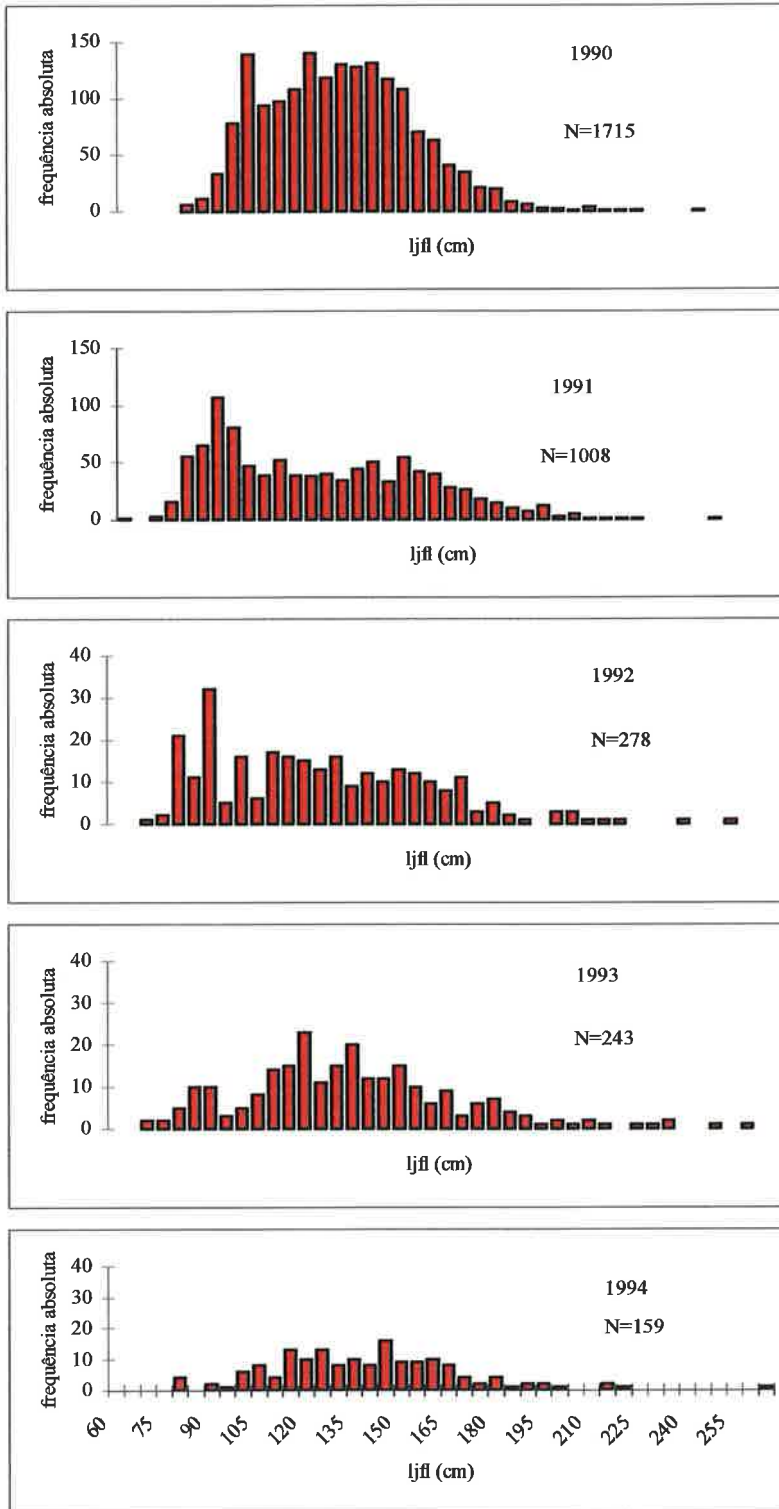


Figura 68: Distribuição de frequência de comprimentos de espadarte no 2º semestre, no período 1990-94

Tabela 48: Medidas de tendência central das distribuições de comprimentos de espadarte no 2º semestre

Estadísticas	1990	1991	1992	1993	1994
Média (cm)	132,1	124,9	127,3	137,4	141,6
Moda (cm)	122,5	92,5	92,5	122,5	147,5
Mediana (cm)	128,8	117,4	121,5	132,0	137,8
25% (cm)	111,0	92,8	95	113,1	118,4
75% (cm)	145,6	148,6	150	152,6	156,5
< 125 cm (%)	41	54	51	40	30
≥ 150 cm (%)	22	26	27	31	35
≥ 175 cm (%)	4	7	8	14	10
N	1715	1008	278	243	159

A partir de 1991, o comprimento médio no 2º semestre aumentou, atingindo o máximo em 1994. Este aumento não deverá ser encarado como um incremento no comprimento médio desembarcado, mas devido à amostragem. Pela observação da Figura 68, no 2º semestre de 1993 verificou-se uma concentração de indivíduos entre as classes de comprimento 110 e 150 cm (moda nos 122,5 cm, mediana no comprimento 132 cm, 25 e 75% nos comprimentos 113,1 cm e 152,6 cm, respectivamente). No 2º semestre de 1994 (Figura 68), observou-se uma concentração de indivíduos entre as classes de comprimento 115 e 155 cm (moda nos 147,5 cm, mediana no comprimento 137,8 cm, 25 e 75% nos comprimentos 118,4 cm e 156,5 cm, respectivamente). As características das distribuições por comprimentos, em ambos os anos, foi resultado de uma amostragem que incidiu principalmente nos meses de Verão (3º trimestre) (Tabela 47). Do mesmo modo, o tamanho da amostra foi baixo, com 243 espadartes amostrados em 1993 e 159 espadartes em 1994.

A comparação estatística dos comprimentos médios do 2º semestre, nos cinco anos em análise, demonstrou que houve diferenças significativas ($H_c > \chi^2_{0,05, 4}$, $P < 0,001$) (Anexo 6.6). O comprimento médio do 2º semestre de 1994 foi significativamente diferente do dos restantes anos, com excepção de 1993. Por sua vez, o comprimento médio neste semestre não foi significativamente diferente de 1990, tendo sido

significativamente diferente dos restantes anos (1991 e 1992). Nestes dois últimos anos, os comprimentos médios não foram significativamente diferentes entre si (Anexo 6.7).

Ao longo dos cinco anos em análise, o comprimento médio do espadarte desembarcado no 2º semestre, esteve compreendido entre as classes de comprimento 120 e 140 cm, encontrando-se 75% dos indivíduos compreendidos entre as classes 145 e 155 cm. Os comprimentos inferiores a 125 cm ($L_{jfl} < 125$ cm) apresentaram uma proporção nos desembarques que variou entre os 30 e 54%. Os comprimentos iguais ou superiores a 150 cm ($L_{jfl} \geq 150$ cm), apresentaram uma proporção nos desembarques que variou entre os 22 e 35% e os iguais ou superiores a 175 cm ($L_{jfl} \geq 175$ cm), entre 4 e 14%.

Em 1991-92, período onde os comprimentos médios nos desembarques do 2º semestre não foram significativamente diferentes, os desembarques foram caracterizados por espadartes pequenos, cerca de metade do total desembarcado ($L_{jfl} < 125$ cm \cong 50%). Entre 1990 e 1991/92, verificou-se uma diminuição do comprimento médio dos desembarques de 132 para 126 cm (média dos dois anos), observando-se um aumento considerável na percentagem de indivíduos pequenos no total desembarcado, de 41 para 54% nos comprimentos inferiores a 125 cm.

3.2.2. Composição por sexos

3.2.2.1. Análise mensal

Entre os meses em análise, existiu um desequilíbrio muito grande no tamanho da amostra, principalmente durante a Primavera e Verão, com um maior número de fêmeas representadas nesses meses. Na maioria dos meses analisados, o número de fêmeas foi superior ao dos machos, numa proporção superior a 0,5. No entanto, a partir de Julho, a proporção de fêmeas apresentou uma tendência decrescente. Os meses de Fevereiro e Março não deverão ser considerados, devido ao número reduzido de exemplares amostrados ($n=2$ e $n=4$, respectivamente) (Figura 69).

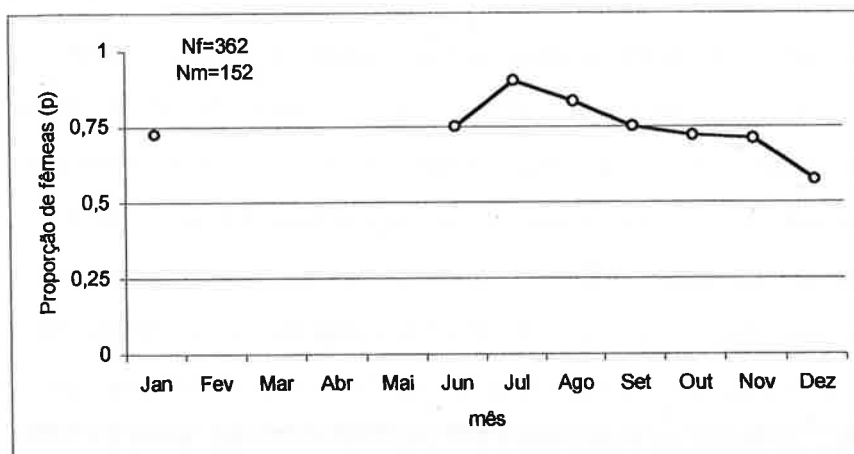


Figura 69: Proporção de fêmeas (p) nas amostras dos desembarques mensais (Nf:número de fêmeas; Nm:número de machos)

As Figuras 70 e 71 representam os valores de proporção sexual em classes de comprimento de 10 cm de intervalo, para os meses de Outubro a Dezembro de 1994 e Janeiro de 1995, respectivamente.

No mês de Outubro, para comprimentos inferiores a 120 cm parecem ser os machos, o sexo dominante. Para o intervalo de comprimentos entre os 130 e 160 cm, a proporção de fêmeas oscilou entre 0,6 e 0,7. Para comprimentos superiores a 170 cm, a proporção de fêmeas aumentou com o comprimento, atingindo 1 no comprimento 180 cm. No mês de Novembro para o intervalo de comprimentos amostrado (80-240 cm), a proporção de fêmeas parece aumentar com o comprimento, com algumas ligeiras flutuações, atingindo o valor de 1, na classe de comprimento 180 cm. No entanto, entre as classes 80 e 120 cm, a proporção sexual é sensivelmente igual a 0,5. No mês de Dezembro, a proporção sexual até à classe de comprimento 170 cm oscilou entre 0 e 0,7 (Figura 70).

No mês de Janeiro, para os comprimentos amostrados, observou-se uma predominância de fêmeas, com excepção da classe de comprimento 90 cm (Figura 71).

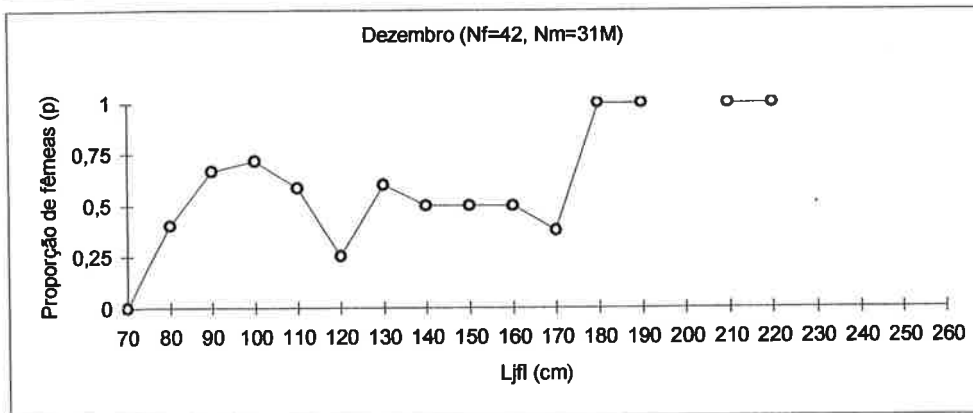
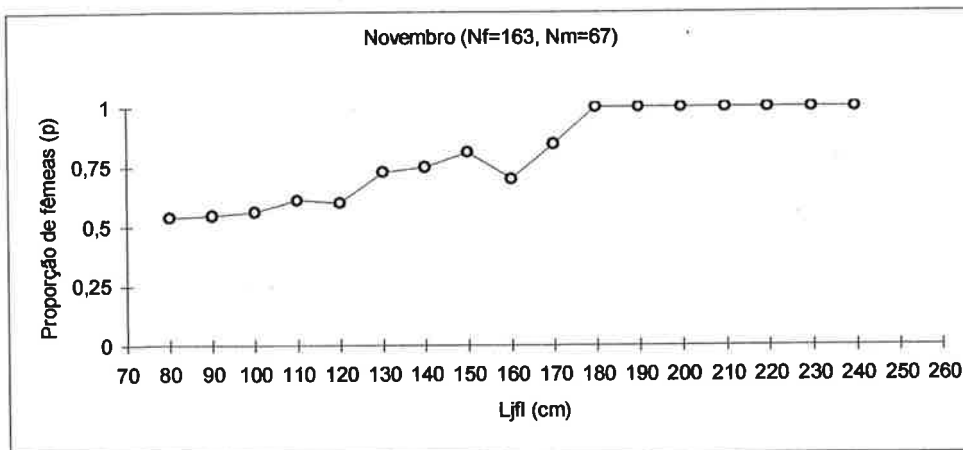
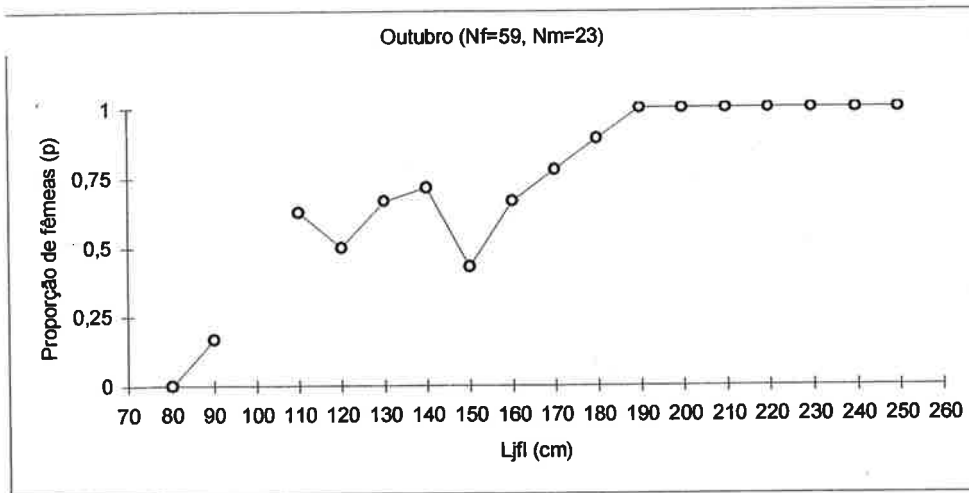


Figura 70: Proporção de fêmeas (p) de espadarte por classe de comprimento (10 cm), nos meses de Outubro a Dezembro, na região dos Açores. (Nf: número de fêmeas; Nm: número de machos)

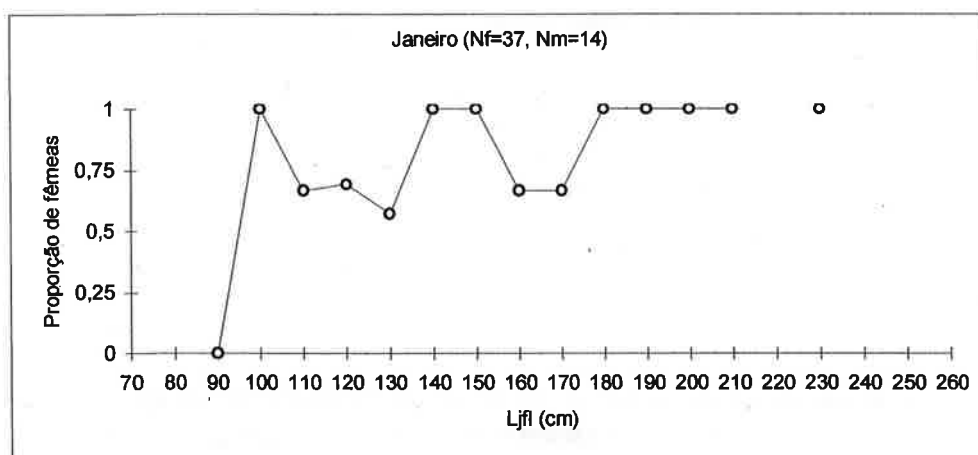


Figura 71: Proporção de fêmeas (p) de espadarte por classe de comprimento (10 cm), no mês de Janeiro, na região dos Açores (Nf: número de fêmeas; Nm: número de machos)

3.2.2.2. Análise trimestral

A Figura 72 representa os valores de proporção sexual por classes de comprimento de 10 cm de intervalo, calculados no 1º, 3º e 4º trimestre do ano. O 2º trimestre não foi analisado devido ao tamanho reduzido da amostra, representada pelo mês de Junho, com 12 indivíduos amostrados.

No 1º trimestre, com exceção das classes de comprimento 100 e 140 cm, que favorecem as fêmeas e da classe de comprimento 90 cm, que favorece os machos, a proporção sexual entre 70 e 170 cm, oscilou num valor médio de 0,6. A partir da classe 180 cm, só se encontraram fêmeas na amostra (Figura 72).

No 3º trimestre, existiu uma predominância de indivíduos de grande porte na amostra, favorecendo as fêmeas (Figura 72).

No 4º trimestre, com exceção da classe de comprimento 70 cm que favorece os machos, a proporção de fêmeas entre 80 e 120 cm foi sensivelmente igual a 0,5 e entre 130 e 170 cm foi sensivelmente igual a 0,6, aumentando a partir da classe 180 cm, onde foram encontradas somente fêmeas na amostra a partir da classe 190 cm (Figura 72).

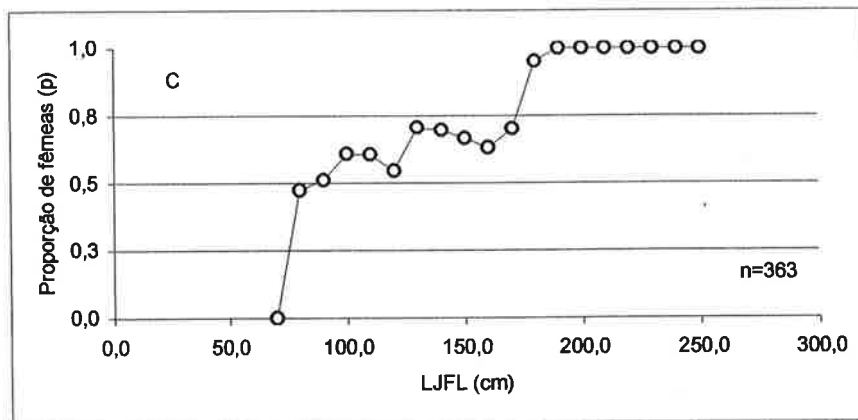
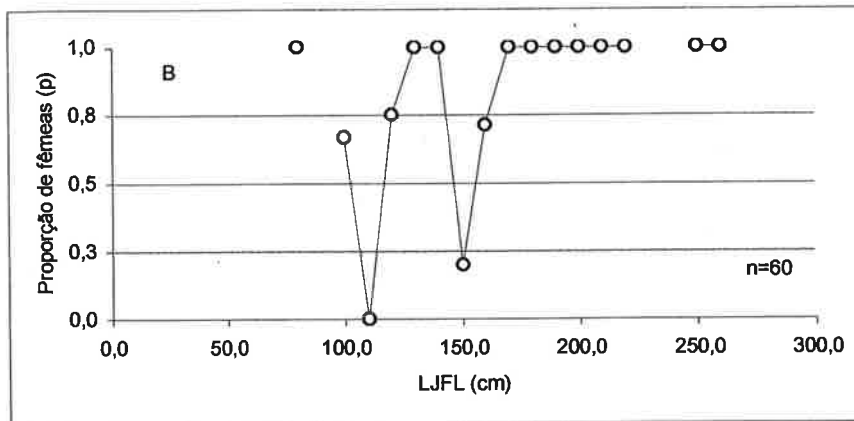
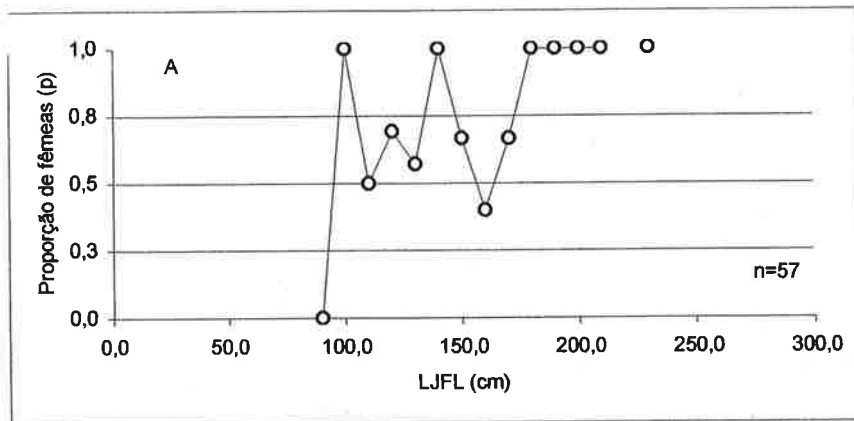


Figura 72: Proporção de fêmeas por classe de comprimento de 10 cm, no 1º (A), 3º (B) e 4º (C) trimestre do ano

3.2.2.3. 2º semestre

A Figura 73 representa o vector de proporção sexual por classes de comprimento de 5 cm de intervalo, obtido a partir da amostras recolhidas entre Julho e Dezembro.

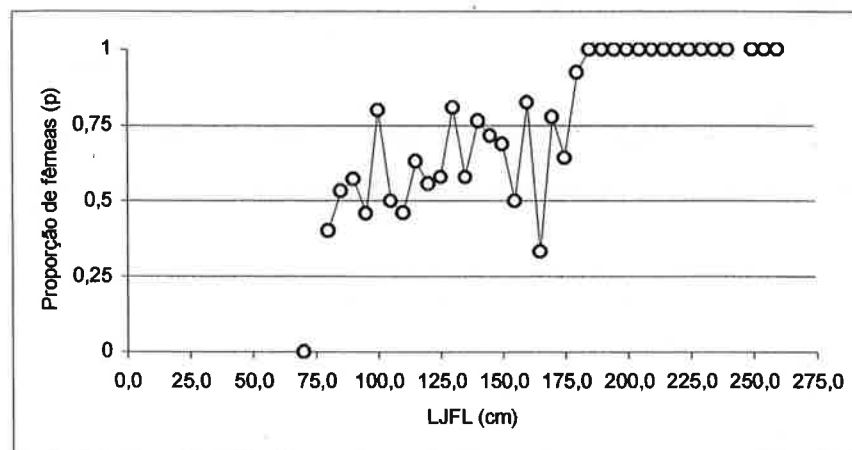


Figura 73: Proporção sexual por classe de comprimento de 5 cm de intervalo, obtida a partir das amostras mensais do 2º semestre

Os valores de proporção sexual por classe de comprimento revelaram que no intervalo 75-125 cm (exclusive), a proporção de fêmeas oscilou num valor médio $0,491 \pm 0,065$, aumentando ligeiramente no intervalo 125-175 cm. Neste intervalo, o valor médio de proporção sexual foi igual a $0,656 \pm 0,045$. A partir da classe 180 cm, o valor médio da proporção de fêmeas é $0,995 \pm 0,004$, atingindo 1 na classe de comprimento 185 cm (Figura 73, Tabela 49).

Tabela 49: Cálculo do valor médio de proporção sexual em três grupos de comprimentos: $Ljfl < 125$ cm, $125 \leq Ljfl \leq 175$ cm e $Ljfl > 175$ cm, obtido da amostragem do 2º semestre

	$Ljfl < 125$ cm	$125 \leq Ljfl \leq 175$ cm	$Ljfl > 175$ cm
n	10	11	16
p média	0,491	0,656	0,995
SE	0,065	0,045	0,004
I95%	0,344-0,638	0,555-0,756	0,985-1,005
p (m)	0	0,333	0,923
p (M)	0,8	0,824	1

Legenda: n: número de classes de comprimento de 5 cm de intervalo; p média: valor médio de proporção sexual; SE: erro padrão da média; I95%: Intervalo de confiança de 95%; p (m): valor mais baixo de proporção sexual; p (M): valor mais alto de proporção sexual

3.2.2.4. Amostra total

A Tabela 50 apresenta o número total de fêmeas e de machos agrupados em classes de comprimento de 25 cm de intervalo.

Tabela 50: Frequência numérica de cada sexo, agrupada em classes de comprimento de 25 cm de intervalo

Ljfl (25 cm)	Fêmeas	Machos
75-	34	34
100-	59	39
125-	90	39
150-	56	34
175-	65	6
200-	47	
225-	8	
250-	3	

A distribuição dos espadartes por classes de comprimento de 25 cm de intervalo nos desembarques não foi independente do sexo ($\chi^2=61,042$, g.l.=7, $p=0,000$), significando que a ocorrência de cada sexo em cada classe de comprimento não é devida ao acaso. Para as classes 75 cm e 100 cm (limites inferiores), os machos são dominantes ($p=0,000$ e $p=0,033$, respectivamente), não sendo comum encontrar-se fêmeas na classe 75 cm ($p=0,019$). Para as classes 175 cm e 200 cm, as fêmeas são dominantes ($p=0,008$ e $p=0,019$, respectivamente), não sendo comum encontrar-se machos nestas classes de comprimentos ($p=0,000$). Entre as classes de comprimento 125 cm e 150 cm (limites inferiores), a distribuição dos espadartes nos desembarques é independente do sexo, assim como a partir da classe de comprimento 225 cm (*Vidé Anexo 6.8*)

Foi estimada a proporção por sexos em três grupos de comprimentos: $Ljfl < 125$ cm, $125 \leq Ljfl \leq 175$ cm e $Ljfl > 175$ cm. A Tabela 51 representa a evolução mensal dos valores da proporção por sexos, nestes três grupos.

Tabela 51: Evolução mensal da proporção sexual em três grupos de comprimentos (Ljfl < 125 cm, 125 cm ≤ Ljfl ≤ 175 cm, Ljfl > 175 cm)

Mês	Ljfl <125 cm	125 cm ≤ Ljfl ≤ 175 cm	Ljfl >175 cm	N
Jan	0,69	0,68	1	51
Fev				2
Mar				4
Abr				
Mai				
Jun	1	0,57	1	12
Jul	0,80	0,75	1	20
Ago	0,50	0,67	1	24
Set		0,64	1	16
Out	0,38	0,66	0,97	82
Nov	0,57	0,74	1	230
Dez	0,55	0,48	1	73

N: número total de indivíduos (fêmeas + machos) amostrados em cada mês

Para comprimentos inferiores a 125 cm, fêmeas e machos apresentaram a mesma proporção na amostra (0,5), salvo algumas exceções. Esta situação foi mais evidente no último trimestre. Para comprimentos intermédios, entre 125 e 175 cm, as fêmeas apresentaram uma ligeira dominância em todos os meses amostrados, à excepção de Dezembro, onde a proporção de fêmeas foi igual 0,48. Para comprimentos superiores a 175 cm, só se encontraram fêmeas na amostra em todos os meses, com excepção de Outubro.

3.2.3. Composição por idades e sexos

Para separar as distribuições por comprimentos anuais por sexo, obtidas da amostragem dos desembarques de espadarte (em 1987 e no período 1990-95), os valores de proporção sexual usados foram as médias obtidas para o 2º semestre (*Vidé* alínea 3.2.2.3): para comprimentos inferiores a 125 cm (exclusivé), a proporção de fêmeas foi semelhante aos machos ($p=0,5$). Entre os comprimentos 125-179 cm (inclusivé), a proporção de fêmeas foi igual a 0,6 e a partir do comprimento 180 cm só ocorreram fêmeas nos desembarques ($p=1$).

As distribuições por comprimentos de 1 cm de intervalo de cada sexo foram convertidas para idades, obtendo-se as seguintes composições anuais por idade (Figura 74):

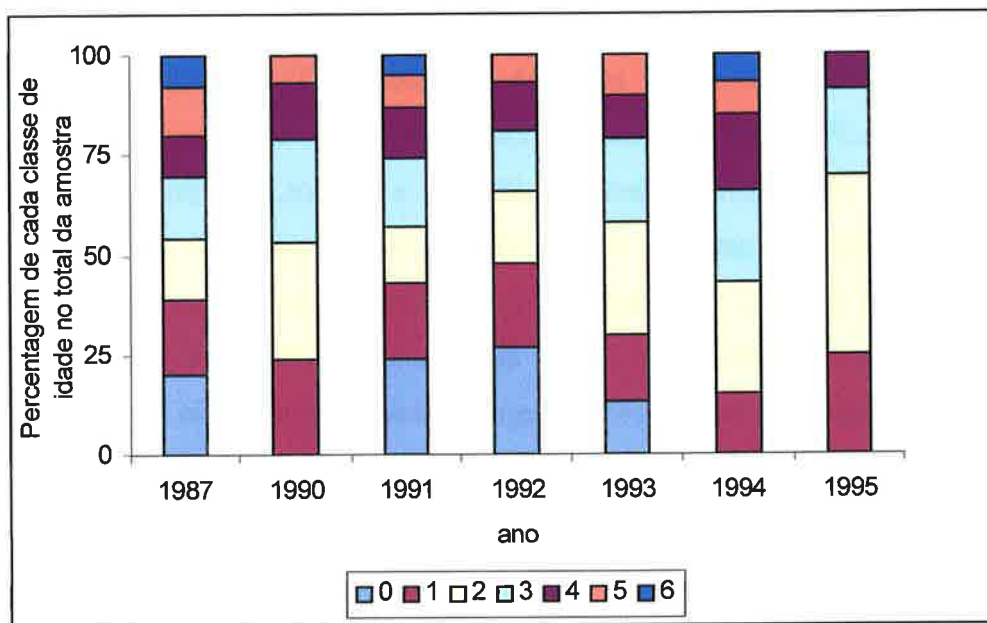


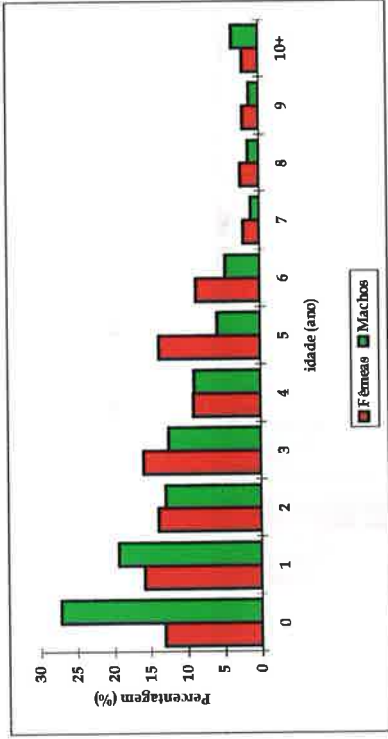
Figura 74: Percentagem de cada grupo de idade (0 a 6 anos) no total das amostras anuais, recolhidas em 1987 e no período de 1990 a 1995

A amostra recolhida em 1987, apresentou uma predominância de indivíduos jovens, entre os grupos de idade 0 a 3 anos, com percentagens superiores a 15% do total de indivíduos amostrados. As classes de idade 7 a 10+ (não representadas) apresentaram percentagens inferiores a 5% do total da amostra. Os grupos etários mais importantes na amostra recolhida em 1990, corresponderam às classes de idade entre 1 e 3 anos, com percentagens superiores a 20%, sendo o grupo de idade 2, o mais numeroso com 29% do total da amostra. Os grupos de idade 0, 6 a 10+ (não representados), apresentaram percentagens inferiores a 5% do total da amostra. A amostra recolhida em 1991 apresentou uma predominância de indivíduos de idade 0 (24%), seguidos dos grupos de idade 1 a 3 anos, com percentagens superiores a 15% do total da amostra. Os grupos de idade 7 a 10+ (não representados), apresentaram percentagens inferiores a 5% do total da amostra. A amostra recolhida em 1992 apresentou uma predominância de indivíduos de idade 0 (27%), seguidos dos grupos de idade 1 a 3 anos, com percentagens superiores

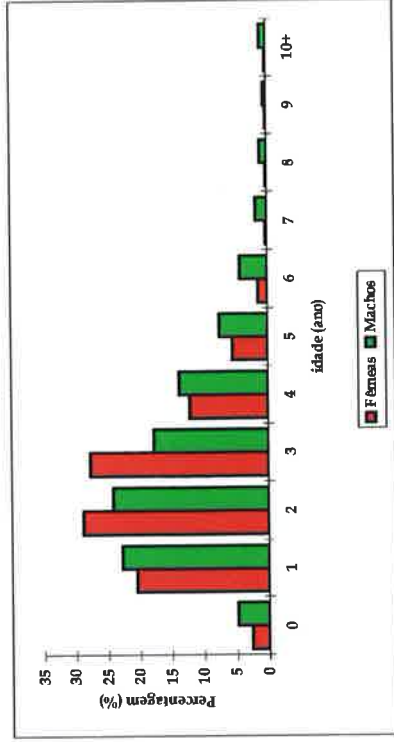
a 15% do total da amostra. Os grupos de idade 6 a 10+ (não representados), apresentaram percentagens inferiores a 5% do total da amostra. Os grupos etários mais importantes na amostra recolhida em 1993, corresponderam às idades de 1 a 3 anos, com percentagens superiores a 15% do total da amostra, sendo a idade 2, a mais numerosa (28%). Os grupos de idade 6 a 10+ anos (não representados), apresentaram uma percentagem inferior a 5% do total da amostra. Os grupos etários mais importantes na amostra recolhida em 1994, corresponderam às idades 1 a 4 anos, com percentagens superiores a 15% do total da amostra, sendo a idade 2, a mais numerosa (28%). Os grupos de idade 0, 7 a 10+ (não representados), apresentaram percentagens inferiores a 5% do total da amostra. A amostra recolhida em Janeiro de 1995 apresentou uma predominância de indivíduos de idade 2 (45%), seguidos dos grupos de idade 1 e 3 anos, com 25% e 21% respectivamente, do total da amostra. Os grupos de idade 0, 5 a 10+ (não representados), apresentaram percentagens inferiores a 5% do total da amostra (Figura 74).

A informação por sexos indicou que os machos predominaram nos grupos de idade 0 e 1, relativamente às fêmeas, em 1987 (Figura 75 A). Em 1990, as fêmeas dominaram nos grupos de idade 2 e 3 anos, relativamente aos machos, sendo estes dominantes nos grupos etários 0 e 1 (Figura 75 B). Em 1991, os machos foram o sexo dominante na idade 0, relativamente às fêmeas, sendo estas dominantes nos grupos de idade 3 e 4 anos (Figura 75 C). Em 1992, os machos foram o sexo dominante no grupo de idade 0 relativamente às fêmeas, sendo estas dominantes nos grupos 3 e 4 anos (Figura 75 D). Em 1993, os machos foram o sexo predominante nos grupos etários 0 e 1 anos relativamente às fêmeas, sendo estas dominantes nos grupos 2 a 3 anos (Figura 76 A). Em 1994, os machos dominaram entre os grupos de idade 0 a 2 anos relativamente às fêmeas, sendo estas dominantes na idade 3 (Figura 76 B). Em Janeiro de 1995, as fêmeas foram o sexo predominante na maioria dos grupos etários, com excepção das idades 0 e 3 anos (Figura 76 C).

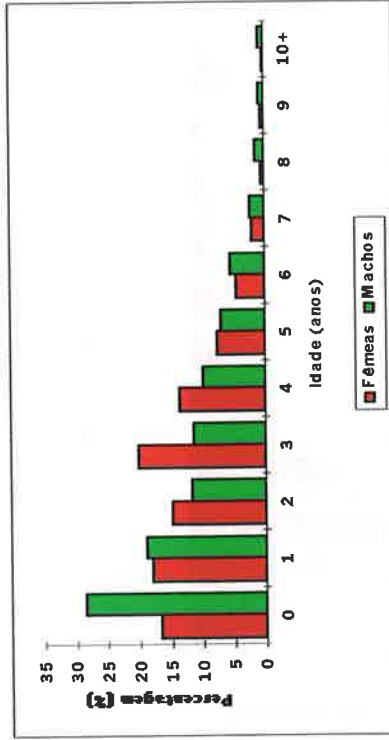
A



B



C



D

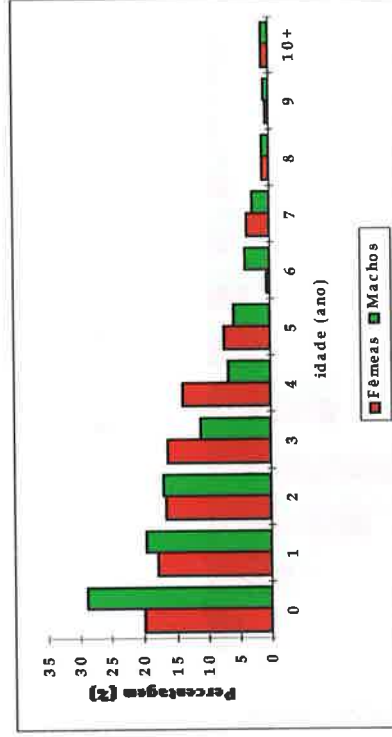


Figura 75: Percentagem de cada grupo de idade por sexos nas amostras recolhidas em 1987 (A), em 1990 (B), em 1991 (C) e em 1992 (D)

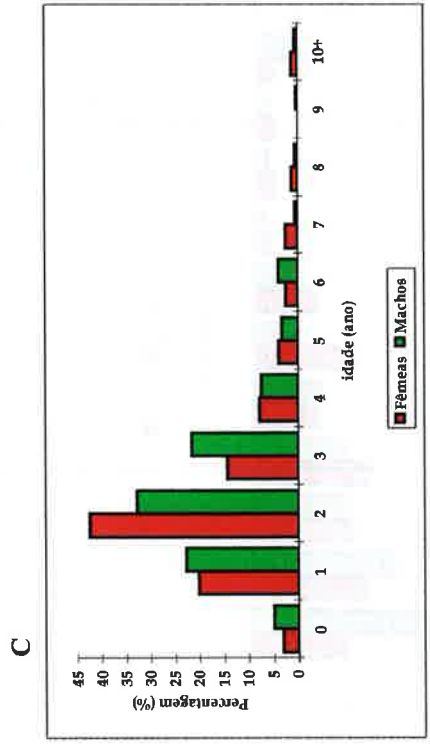
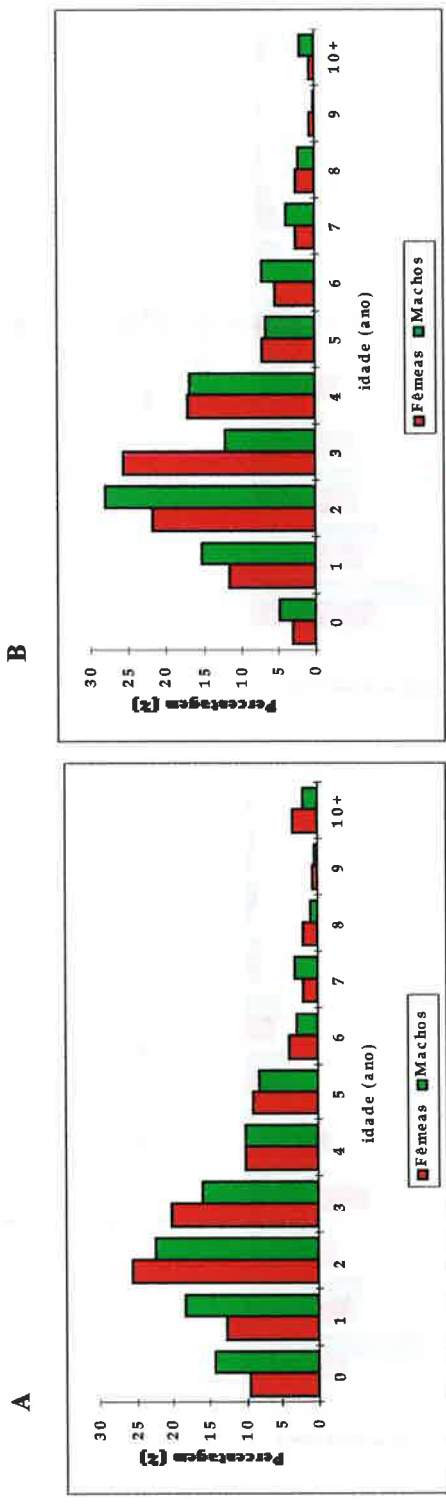


Figura 76. Percentagem de cada classe de idade por sexos nas amostras recolhidas em 1993 (A), em 1994 (B) e em Janeiro de 1995 (C)

4. Discussão

4.1. Características da pesca

Uma das componentes essenciais para a dinâmica e gestão dos recursos marinhos explorados é o conhecimento da sua abundância e taxas de capturas (Fréon & Misund, 1999). No presente estudo, não foi possível padronizar os índices de abundância em peso, a partir da aplicação de métodos estatísticos do tipo GLM (Modelo Linear Generalizado), metodologia em uso na ICCAT, devido a vários aspectos que limitaram uma análise deste tipo. Estes foram: 1) as componentes da frota, definidas neste estudo, iniciaram a sua actividade de pesca em períodos distintos; 2) na componente das embarcações cabinadas do Continente (CCONT), a informação sobre os rendimentos de pesca foi pouco segura, já que a maioria dos desembarques efectuados em lota, não corresponderam às capturas efectuadas; 3) não foi possível estabelecer a relação entre as capturas ou os desembarques, e áreas de pesca correspondentes, ao longo do ano, dada a inacessibilidade dos diários de pesca para este estudo e devido à ineficácia do inquérito de pesca, no momento do desembarque; e 4) a inexistência de informação sobre as quantidades rejeitadas de tintureira. Estas limitações terão repercussões na estimação dos índices de abundância já que desta forma, não é possível eliminar efeitos devido a causas não relacionadas com a abundância de espadarte, nomeadamente diferentes configurações e disposições dos aparelhos de pesca entre as componentes da frota, áreas de pesca distintas, interacção tecnológica entre as espécies (Hilborn & Walters, 1992), entre outros.

A análise das licenças de pesca atribuídas para a utilização do palangre de superfície derivante na região dos Açores, revelou que muitas das embarcações licenciadas não dirigiram o seu esforço de pesca para o espadarte, tendo-se verificado para algumas delas, desembarques acidentais provenientes do palangre de profundidade. Por outro lado, algumas embarcações licenciadas operam na área, mas não desembarcam o produto da pesca em portos açoreanos, nomeadamente as embarcações cabinadas do tipo do Continente. Como esta análise se baseou em três portos de pesca previamente estabelecidos, verificou-se a existência de licenças de pesca atribuídas a embarcações que desembarcaram espadarte em outros portos dos Açores, nomeadamente na ilha Terceira e de S. Miguel, estes últimos com uma movimentação de pescado mais reduzida que o

porto da Doca e de Rabo de Peixe. Por último e não menos importante, as embarcações palangreiras com pesca dirigida ao espadarte, consideradas neste estudo, dizem respeito às que efectivamente apresentaram o espadarte como espécie principal nos desembarques.

Para a estimação dos rendimentos de pesca em peso (C_{pueW}) da pesca dirigida, foi definida uma componente da frota padrão, tal como sugerido por Gulland (1969). Para tal, não foram considerados os registos de pesca, onde pelo menos 70% do peso total desembarcado era tintureira. Este último critério foi estabelecido, dada a possibilidade da tintureira interagir com o espadarte na arte de pesca e devido à existência de uma pesca oportunista na Região. Com a diferenciação da pesca dirigida ao espadarte, a caracterização da pesca na Região deverá assentar no comportamento distinto de cada componente da frota.

As embarcações de boca-aberta poderão ser caracterizadas por uma actividade de pesca estritamente artesanal. No início da sua actividade, não se assistiu a um investimento financeiro elevado na preparação da embarcação para a pesca de espadarte. São embarcações que face às suas características físicas, apresentam uma autonomia de pesca reduzida, estando esta restringida a um só dia. Desde o início da sua participação na pesca de espadarte, estas embarcações estiveram activas ao longo de todo o ano, sempre que as condições do mar assim o permitiam, confinadas a pesqueiros junto à orla costeira da ilha de S. Miguel. Dada a natureza sócio-económica da comunidade piscatória onde esta componente da frota assenta, todo o produto da pesca é desembarcado, tendo sido desde 1991, a principal responsável pelo aumento da quantidade desembarcada de tintureira. Se bem que o número de embarcações na pesca dirigida tenha decrescido consideravelmente nos últimos anos, continuou-se a assistir a uma actividade de pesca ao longo de todo o ano, com a utilização do palangre de superfície derivante, onde a espécie mais capturada foi a tintureira. Os rendimentos de pesca desta componente da frota relativamente à componente padrão foram semelhantes no primeiro semestre, diminuindo no segundo. Esta diminuição está em consonância com o referido pelos mestres destas embarcações, que nos meses de Inverno, os rendimentos da pesca são superiores aos encontrados no Verão.

As embarcações cabinadas (Açores, Continente e “luso-americanas”), ao contrário das embarcações de boca-aberta, apresentaram um investimento financeiro elevado na preparação da embarcação para a pesca de espadarte (Fernandes, 1988). A reposição do

material de pesca devido ao desgaste continuado do aparelho, as perdas deste ou de parte dele durante a actividade de pesca, e o aparecimento de novas tecnologias poderão ser motivos de permanência destas embarcações na pesca. Simultaneamente, poderão explicar as alterações observadas nas práticas de pesca, ao longo dos anos.

A existência da componente das embarcações cabinadas dos Açores, deveu-se aos bons resultados da experiência de pesca desenvolvida pela Secretaria Regional da Agricultura e Pescas dos Açores. Esta componente iniciou a sua actividade de pesca em 1987. Durante o período inicial da pesca de espadarte, interligavam duas pescarias distintas (Inverno-espécies demersais; Verão-espadarte). Esta interligação teve consequências na estimação dos índices de abundância em peso, tendo sido estimados com um erro maior no 1º semestre comparativamente ao segundo. Após o período inicial de aprendizagem da pesca de espadarte e consolidação da mesma, esta componente inicia uma actividade ao longo de todo o ano, movimentando-se para outros pesqueiros mais afastados da zona de influência das ilhas e conseqüentemente, a sua autonomia no mar aumentou. A capacidade limitada de armazenagem da maioria das embarcações, aliada ao reduzido valor comercial da tintureira nas lotas dos Açores, foram as principais causas para a existência de rejeições desta espécie, ao longo dos anos. A prática comum observada nesta componente é o “*finning*”, se bem que foi também observado o aproveitamento de tintureira para isco. Independentemente do crescente interesse na comercialização dos derivados de tubarão, assistiu-se ainda a uma grande quantidade não controlada de tintureira rejeitada, sendo os desembarques desta espécie provenientes dos últimos lances de pesca. Nos anos mais recentes, algumas embarcações desta componente iniciaram uma actividade de pesca semelhante aos primeiros anos da pesca, interligando duas pescarias distintas ao longo do ano.

As embarcações cabinadas do Continente, matriculadas em capitánias de porto do continente português e dos Açores, encontravam-se já na pesca de espadarte antes de 1987. São embarcações que apresentam uma grande autonomia de pesca, podendo-se ausentar durante vários dias, ou mesmo semanas no mar. Dentro desta componente da frota existem dois tipos de embarcações de pesca face ao mercado que servem. Umas, processam o peixe a bordo e congelam-no, e outras encontram-se na actividade, servindo o mercado de espadarte fresco. A actividade de pesca destas embarcações nos mares dos Açores, não é muito bem conhecida, já que os principais portos de desembarque situam-se fora da Região. Os desembarques de espadarte e de tubarão em lotas dos Açores,

poderão ser devidos a situações pontuais, tais como doença de algum tripulante, avaria na embarcação de pesca ou devido a solicitações de espadarte e de tubarão pelos agentes de pesca localizados nos Açores. Observou-se também que esta componente não desembarcava toda a tinteira capturada, sendo parte desta desembarcada em portos do continente, para o mercado congelado. Nos últimos anos, começou-se a assistir a desembarques de espadarte e de tubarão, congelado e em carcaça, directamente para contentores frigoríficos, não passando pela lota. Desde 1994, em alguns meses do ano, observou-se que o esforço de pesca foi dirigido a espécies de tubarão junto com o espadarte, face às solicitações do mercado de derivados de tubarão e também devido à sua elevada taxa relativa de captura. Esta alteração na pesca foi também observada por Silva & Pereira (1999) para estas embarcações. Este comportamento na actividade de pesca com o palangre de superfície derivante poderá ser encarado como um reflexo do que se passou na frota palangreira espanhola para o período de 1994-95 (Anón., 1997a). O poder de pesca desta componente relativamente à componente padrão foi ligeiramente superior em ambos os semestres. Esta situação deverá ser interpretada com algumas reservas, já que a componente do Continente nem sempre desembarca toda a captura efectuada numa maré, repercutindo-se na estimação dos rendimentos de pesca.

A componente da frota “lusó-americanas” é caracterizada pela presença de embarcações de pesca resultantes de acordos de afretamento. Estas embarcações já pescavam espadarte na costa Este norte-americana, trazendo para os Açores práticas de pesca diferentes, com configurações e disposições do aparelho de pesca distintas das outras componentes cabinadas. Entre elas, o aumento do espaçamento entre os anzóis, no tamanho da linha madre, nos estralhos e nos comprimentos da linha dos flutuadores (balões), e pela utilização de “*light-sticks*” para atracção do peixe (Hoey *et al.*, 1991). Esta componente apresenta uma grande autonomia, tendo alargado a sua área de acção para pesqueiros distantes, durante a sua actividade no Arquipélago. Em ambos os semestres, esta componente apresentou um poder de pesca superior ao da componente padrão. No entanto, no primeiro semestre não foi observada uma relação significativa entre os rendimentos de pesca em peso, entre as duas componentes. As diferenças encontradas poderão ser explicadas pelas distintas áreas de pesca usadas pelas duas componentes da frota. É conhecido para a componente das embarcações cabinadas “lusó-americanas”, a procura de pesqueiros a sul da região dos Açores e fora das 200 milhas da ZEE açoreana. Os maiores rendimentos de pesca desta componente,

comparativamente às restantes, poderão ser explicados pelo diferente sistema de pesca, principalmente no espaçamento entre os anzóis, isco e “*light-sticks*”. Ortiz *et al.* (2000) verificaram para a frota norte-americana, um aumento nas capturas e nos rendimentos de pesca em peso, com a utilização destes suportes de pesca.

A existência de uma actividade de pesca ao longo de todo ano, em diversas áreas, poderá indicar que o espadarte se encontra na região durante o mesmo período de tempo. No entanto, foram observadas diferenças nos rendimentos da pesca. Nos primeiros meses, entre Fevereiro e Maio, verificou-se um período de baixos rendimentos de pesca, que poderá ser devido a um período de arrefecimento e de turbidez das águas, não favorecendo a abundância deste recurso (Fernandes, 1988; Rey, 1988b). A temperatura da água parece apresentar um papel importante, condicionante da distribuição e abundância de espadarte durante o primeiro semestre, na Região. No entanto, neste período do ano, a tintureira também parece interferir na captura de espadarte. Nestes meses, as elevadas taxas relativas de captura deste tubarão (Silva & Pereira, 1999), poderão induzir uma menor disponibilidade ou capturabilidade do espadarte na arte de pesca, já que a tintureira parece interagir com o espadarte no palangre. Segundo os mestres palangreiros, os rendimentos de pesca em peso óptimos de tintureira e de espadarte raramente coincidem no espaço e no tempo. Esta situação provavelmente é devida a uma incompatibilidade espaço-temporal dado que ambas as espécies ocupam lugares muito próximos na cadeia trófica e/ou devido a diferentes intervalos de temperatura óptima pretendidos por cada espécie quando se concentram para desencadear os seus processos biológicos (Mejuto & De la Serna, 2000).

A partir da informação sobre a temperatura média à superfície da água obtida neste estudo, constatou-se que o Inverno de 1995 foi mais quente que o de 1996, o Inverno mais frio em toda a série de anos em análise. Durante a década 90, o índice N.A.O. (Oscilação do Atlântico Norte) apresentou um período positivo, mas em alguns anos, este índice foi substancialmente superior à média, como se observou em 1995 (Stephenson, 1998). Pelo contrário, em 1996, o índice N.A.O. foi o mais baixo relativamente aos anos antecedentes (Stephenson, 1998). Supondo que a estratégia no desembarque de tintureira por parte da frota palangreira, se manteve constante nestes anos, no Inverno de 1995, o baixo índice de abundância de tintureira encontrado (Silva & Pereira, 1999) poderá ter condicionado uma maior capturabilidade do espadarte, verificando-se um índice elevado para este recurso, neste semestre. Contrariamente, no

Inverno de 1996, as capturas de tintureira foram elevadas devido à maior abundância deste tubarão, condicionando uma quebra na capturabilidade do espadarte e, conseqüentemente, o seu índice de abundância foi reduzido neste semestre. Neste sentido, a análise e a estimação dos índices de abundância de espadarte, principalmente para os primeiros meses do ano, deverão ter em conta a interacção existente entre a tintureira e o espadarte com a arte de pesca. Esta interacção deverá ser também analisada, por área de pesca, já que a tintureira parece agregar-se preferencialmente em pesqueiros junto à orla costeira das ilhas durante a noite, coincidente com a actividade de pesca com o palangre. Esta concentração junto às ilhas reflectiu-se nos desembarques elevados de tintureira das embarcações de boca-aberta, ao longo de todo o ano. Com base nos lances experimentais de pesca com o palangre de superfície derivante decorridos nos Açores (Silva *et al.*, 1996), a tintureira foi preferencialmente capturada em estações de pesca influenciadas pela proximidade das ilhas tais como o Condor Terra (extremidade noroeste do Banco Condor), o Baixo de S. Mateus e a Ponta dos Cedros. Carey & Robinson (1981) referem que a tintureira durante o dia movimenta-se para zonas de águas mais profundas, e durante a noite para zonas costeiras. A inexistência de estudos detalhados da interacção entre estas duas espécies nas capturas com o palangre condiciona, em certa medida, o critério estabelecido neste estudo de não incluir, na estimação dos índices de abundância de espadarte, os registos de desembarques onde 70% ou mais do peso total desembarcado é tintureira, tal como protagonizado na ICCAT. A violação deste critério torna-se mais premente para os primeiros anos da pescaria, já que neste período inicial da pescaria, as rejeições de tintureira deverão ter sido elevadas, reflectindo-se em índices de abundância de espadarte na área dos Açores sobrestimados comparativamente aos estimados para a área do Atlântico Norte.

Os índices de abundância mais elevados de espadarte parecem estar associados ao aquecimento da água do mar devido à movimentação da Corrente dos Açores, a sul do Arquipélago, durante os meses de Verão (Alves, 1993). Esta dependência térmica foi observada na costa Centro-Oeste do continente português, observando-se os maiores rendimentos de pesca em peso, junto a sistemas frontais associados a acontecimentos de intensificação ou relaxamento de afloramentos costeiros, com temperaturas superiores a 20°C (Santos & Fiúza, 1993; Santos, 1994). A pesca de espadarte nos Açores exerce-se preferencialmente no 2º semestre, período do ano onde foram observados os maiores rendimentos de pesca em peso, relativamente ao primeiro semestre, sendo máximos entre

Agosto e Outubro. A diminuição dos rendimentos, a partir de Outubro/Novembro, poderá estar relacionada com a afluência de espadartes de pequeno porte, na área de pesca.

4.2. Características biológicas dos desembarques

A distribuição por comprimentos dos desembarques nos Açores parece ser diferente entre os semestres, já que a distribuição do espadarte parece estar relacionada com a temperatura, apresentando-se os exemplares de pequeno porte termicamente mais dependentes e menos activos do que os de grande porte (Hoey & Mejuto, 1991). Estes últimos, não parecem limitar a sua distribuição horizontal e vertical com a temperatura e com a localização da termoclina sazonal (Carey & Robinson, 1981). Entre o primeiro trimestre e o quarto, observou-se uma diminuição do comprimento médio nos desembarques. A diminuição na proporção de espadartes de médio a grande porte nos últimos trimestres (principalmente no último) poderá ser devida a uma maior disponibilidade dos espadartes jovens à área de pesca do palangre. Em 1988, Hoey & Mejuto (1991) encontraram para a área estatística AZOR (Norte dos 35°N e a Este dos 30°W), comprimentos médios elevados nos dois primeiros trimestres, diminuindo estes durante o terceiro e quarto. Segundo aqueles autores, a predominância de exemplares de maior porte nos dois primeiros trimestres poderá estar relacionada com a sua capacidade em tolerar temperaturas baixas durante este período do ano (Hoey & Mejuto, 1991). Com a subida da temperatura da água a partir de Julho, os espadartes pequenos começam a predominar nas capturas. A partir dos 7 lances de pesca experimentais realizados no 4º trimestre de 1993 (Silva *et al.*, 1996) (Anexo 6.9), constatou-se que a percentagem de indivíduos com comprimentos inferiores ao regulamentado ($L_{jfl} < 125$ cm) foi superior a 80% do total de indivíduos capturados. Esta informação está de acordo com o referido anteriormente, relativamente à predominância de comprimentos pequenos na área de pesca dos Açores, a partir do 4º trimestre. Segundo Hoey & Mejuto (1991), a predominância destes espadartes durante o Outono, poderá estar relacionada com o aparecimento de novos recrutas para a área de pesca, provenientes da última desova verificada no final do Inverno/princípio da Primavera em águas tropicais, reflectindo uma movimentação das larvas e de juvenis com as correntes dominantes. Por outro lado, o aparecimento de recrutas na região poderá estar também relacionado com a possível existência de posturas episódicas na área dos Açores (*Vide* "Parte I, Capítulo 2:

Reprodução”). A presença destes nos desembarques dos Açores poderá sugerir que esta região é uma zona de recrutamento à pesca, ocorrendo este nos últimos meses do ano, contrariamente ao sugerido por Rey (1988b), que referiu que os Açores não é uma zona de recrutamento à pesca.

Os comprimentos desembarcados no 2º semestre são caracterizados por uma grande representação de espadartes de médio a pequeno porte, com comprimentos inferiores a 155 cm (75%), com o comprimento médio compreendido entre as classes 120 a 140 cm. A maior percentagem desta componente é composta por indivíduos de pequeno porte (<125 cm), podendo atingir cerca de metade do total desembarcado. Estas características da distribuição dos comprimentos estão de acordo com o observado por Hoey & Mejuto (1991), para a área AZOR (Tabela 52).

Tabela 52: Características descritivas da distribuição por comprimentos obtida por Hoey & Mejuto (1991) para a área AZOR (norte dos 35°N e a Este dos 30°W)

AZOR	Ljfl (cm)
Moda	95
25%	110
50%	135
75%	160
Ljfl < 125 cm (%)	37%
Ljfl > 175 cm (%)	14%

A diminuição do comprimento médio nos desembarques entre 1990 e 1991/92, de 132 para 126 cm, aliado a um aumento da percentagem de indivíduos de pequeno porte, poderá estar relacionada com o aumento do esforço de pesca das embarcações de boca-aberta, em 1991. A pesca sobre os exemplares de pequeno porte parece ser mais intensa nesta componente da frota, dada a actividade de pesca ser praticada preferencialmente junto à orla costeira da ilha de S. Miguel. Efectivamente, a partir de 1991, a idade predominante nos desembarques foi a idade 0, sendo os machos o sexo dominante. As taxas relativas de capturas de indivíduos de pequeno porte (<125 cm) é elevada nesta componente da frota, podendo indicar um fenómeno de agregação destes exemplares, em zonas confinadas e influenciadas pela proximidade das ilhas. Atendendo às vantagens da vivência em grupo, nomeadamente anti-predatória (Krebs & Davies, 1993), os juvenis de espadarte poderão apresentar um comportamento de agregação face os predadores,

perdendo-o com a maturação. No sentido de se investigar esta hipótese, deveriam de ser conduzidos estudos comparativos sobre a distribuição destes exemplares em zonas costeiras e oceânicas.

Dada a impossibilidade de identificar externamente o sexo dos espadartes, não foi possível a caracterização mensal da distribuição por sexos dos desembarques. A partir da amostra recolhida, as fêmeas parecem ser a componente sexual mais representada para a maioria dos comprimentos e meses amostrados. O padrão de proporção sexual por classe de comprimento calculado neste estudo para a amostra total está de acordo com o obtido por Mejuto & De La Serna (1997), para a área dos Açores (Figura 77), revelando que para o intervalo de comprimentos 130-170 cm, a proporção sexual tende para um valor médio de 0,6, entre 175 e 205 cm tende para um valor médio de 0,8 e a partir do comprimento 210 cm, a proporção sexual é igual a 1, encontrando-se somente fêmeas na amostra. Para comprimentos inferiores a 125 cm, aqueles autores assumiram uma proporção igual a 0,5 e uma proporção igual a 1 para comprimentos superiores a 210 cm.

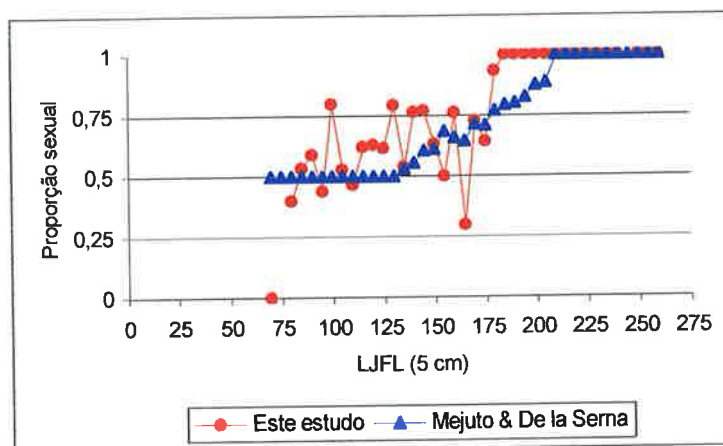


Figura 77: Comparação entre o vector de proporção sexual por classe de comprimento obtido neste estudo e o obtido por Mejuto & De La Serna (1997), ambos para a área dos Açores

As diferenças encontradas na proporção dos sexos nos desembarques poderão ser explicadas por comportamentos diferenciais entre fêmeas e machos, condicionados por aspectos da fisiologia do indivíduo. Vários autores consideram que as fêmeas apresentam uma maior capacidade em percorrer distâncias maiores nas suas migrações, comparativamente aos machos, sendo a migração destes mais restritiva, possivelmente devido a uma combinação de factores limitativos, tais como a temperatura, a biomassa

corporal e/ou aspectos fisiológicos relacionados com a reprodução (e.g. Taylor & Murphy, 1992; Mejuto *et al.*, 1998; DeMartini *et al.*, 2000). Por outro lado, a proporção encontrada poderá também ser devida a capturabilidades ou disponibilidades à arte de pesca, diferentes entre os sexos (Restrepo, 1991). A partir da amostra recolhida, foi demonstrado que ocorrem diferenças significativas na distribuição dos sexos por classes de comprimento, constatando-se que os machos ocorrem preferencialmente em comprimentos pequenos ($L_{jfl} < 125$ cm), não sendo comuns para comprimentos superiores a 175 cm. Se para latitudes semelhantes aos Açores, só ocorrem fêmeas nas capturas a partir da classe de comprimento 210 cm (J. Mejuto, *pers. com.*), então os machos de grande porte deverão ocorrer na área em estudo. A ausência destes nos desembarques dos Açores poderá estar relacionada com a baixa selectividade do palangre na captura destes indivíduos, que apesar de se encontrarem na área de pesca, não estão disponíveis à arte. No sentido de se conhecer o padrão de selectividade com o comprimento individual inter e intra sexos, deveriam de ser conduzidas análises comparativas entre duas ou mais artes de pesca, no sentido de se conhecer a distribuição geográfica de cada sexo.

Por último, e não obstante este estudo estar relacionado com os aspectos biológicos da pescaria, é útil fazer-se uma referência aos aspectos de ordem social e cultural que as embarcações de boca-aberta apresentam. Independentemente da sua natureza mais artesanal e da sua contribuição para o total desembarcado, esta componente da frota deveria merecer um apoio mais apreciável e mesmo incentivos à sua continuidade na pesca de espadarte.

PARTE III

CONTRIBUIÇÃO PARA A AVALIAÇÃO DO ESTADO DA PESCA E DO MANANCIAL DE ESPADARTE DO ATLÂNTICO NORTE

CONTRIBUIÇÃO PARA A AVALIAÇÃO DO ESTADO DA PESCA E DO MANANCIAL DE ESPADARTE DO ATLÂNTICO NORTE

1. Introdução

Em 1986 foi realizado o primeiro encontro de avaliação de espadarte do Atlântico, dando ênfase especial à pescaria existente na costa Noroeste (Anón., 1987b). Face aos resultados deste primeiro encontro, forma-se em 1987, um Grupo de Trabalho na ICCAT, com o objectivo de avaliar o estado do manancial e da pesca de espadarte neste oceano. Devido à intensa exploração pesqueira no Atlântico Norte e à maior disponibilidade de informação sobre a pescaria a norte, as avaliações de espadarte foram sustentadas pela hipótese da existência de um manancial a Norte e outro a Sul do Atlântico, separados pelo paralelo 5°N. Os resultados das várias avaliações realizadas até à data sobre este recurso pesqueiro evidenciaram o declínio do manancial do Atlântico Norte, encontrando-se numa situação de sobrepesca de crescimento (Anón., 1995). A avaliação desenvolvida em 1996 revelou que este se encontra também em situação de sobrepesca de recrutamento, com níveis da biomassa desovante projectada a longo prazo inferiores a 20% da biomassa virgem do manancial (Anón., 1997a).

Fazendo face ao acentuado dimorfismo sexual de crescimento que esta espécie apresenta, o objectivo deste estudo foi analisar o estado da pesca e do manancial de espadarte do Atlântico Norte, a partir de cada componente sexual, durante o período 1978-96. Para tal foi aplicado o método de análise de coortes com informação sobre a biologia da espécie, recolhida na área dos Açores, para cada sexo. O objectivo proposto vem ao encontro do deliberado na reunião do Grupo de Trabalho da ICCAT, decorrida em Outubro de 1998, que a avaliação a decorrer em 1999, iria ser desenvolvida a partir da aplicação de modelos estruturais para cada componente sexual, analisando os efeitos da exploração pesqueira em cada sexo (Anón., 1999).

Na ICCAT, a modelação da estrutura da população é baseada no programa ADAPT de Gavaris (1988). Recentemente, foram observadas novas adaptações a este programa, tais como o programa FADAPT (vers. 3) (Restrepo, 1996). Estes programas incorporam informação independente da análise de coortes na estimação das matrizes do número de indivíduos ao início do ano por classes de idade (N_t) e dos coeficientes de mortalidade por pesca em cada ano e para cada idade (F_{tj}), com t =idade e j =ano. A

informação independente usada são os índices de abundância em número relativos à idade, por frota palangreira, estimados para todo o manancial de espadarte. Estes modelos dependem dessa informação para a estimação de N_t e F_{ij} . O facto da informação de base para este estudo ter sido recolhida para os sexos em combinado, foi usado o programa ANACO (Mesnil, 1989), sendo a validação da análise de coortes realizada *a posteriori*, permitindo uma maior flexibilidade e independência na estimação dos parâmetros.

Em 1978, o Food and Drugs Administration (FDA) alterou o valor de teor de mercúrio permitido na comercialização de espadarte nos Estados Unidos da América (EUA) de 0,5 para 1,0 ppm (Hoey *et al.*, 1991). Devido à interdição na comercialização de espadarte com teores de mercúrio superiores a 0,5 ppm, correspondente ao período entre 1971-78, os registos de desembarques de espadarte dos EUA e Canadá não correspondiam às capturas devido à existência de transbordo de peixe de embarcações de pesca com bandeiras nacionais para embarcações com outros pavilhões (Anón., 1988).

Durante o período de 1978 a 1996 podem-se distinguir dois períodos quanto à intensidade de esforço de pesca. Um primeiro período até 1985, onde o esforço de pesca total cresceu lentamente e um segundo a partir de 1986, onde o esforço de pesca aumentou abruptamente, com algumas flutuações, atingindo o máximo em 1995. Neste estudo, o período 1986-96 foi dividido em dois sub-períodos, 1986-90 e 1991-96 com o objectivo de analisar possíveis alterações na pesca devido à regulamentação por medidas técnicas, em vigor desde 1991 (ICCAT, 1996).

Apesar das dificuldades na criação de um modelo que explique a relação manancial-recrutamento (S-R), propõe-se neste estudo analisar a relação que existe entre a biomassa média desovante, durante o período 1978-95, com o número de indivíduos de idade 1, nos anos seguintes (1979-96).

2. Material e métodos

Com vista à organização da informação de base para o modelo estrutural e análise dos seus resultados, foi recolhida informação sobre a biologia e a pesca de espadarte no Atlântico Norte, sendo esta:

1-Vectores de proporção sexual por classe de comprimento e por área de pesca, obtidos em Mejuto & De La Serna (1997);

- 2-Distribuições por comprimentos das capturas totais em classes de 1 cm de intervalo, no período 1978-96, cedidas pela ICCAT (*Vidé* “Agradecimentos”);
- 3-Equações de crescimento em comprimento para cada sexo, estimadas no presente estudo (*Vidé* “Parte I, Capítulo 1: Idade e crescimento”);
- 4-Relação peso-comprimento (medidas padrão) estimada no presente estudo, para os sexos combinados (*Vidé* “Parte I, Capítulo 4: Amostragem biológica dos desembarques”);
- 5-Desembarques totais em peso no Atlântico Norte, durante 1978-96 (Anón., 1999);
- 6-Índices de abundância em número, por classes de idade, para as frotas palangreiras canadiana (Stone & Porter, 1999), espanhola (Mejuto *et al.*, 1999), japonesa (Anón., 1997a) e norte-americana (Cramer & Bertolino, 1999);
- 7-Índice de abundância em peso, durante 1978-95 (Anón., 1997a).

2.1. Composição por comprimentos das capturas

2.1.1. Vector de proporção sexual

Definiu-se como proporção sexual (p), a proporção de fêmeas no total de exemplares amostrados (fêmeas + machos), para cada classe de comprimento de 1 cm de intervalo.

A impossibilidade de obter informação sobre as distribuições por comprimentos das capturas por sexos, em cada área de pesca, obrigou à obtenção de um vector de proporção sexual que representasse toda a área do Atlântico Norte. Para tal, a partir dos vectores de proporção sexual obtidos em Mejuto & De La Serna (1997), para as áreas 1 a 6 (Anexo 7.1), calculou-se a média geométrica das proporções sexuais em cada classe de comprimento de 1 cm encontradas em cada área. Como os vectores de proporção sexual obtidos em Mejuto & De La Serna (1997) são dados em intervalos de comprimento de 5 cm, para a obtenção das proporções sexuais em comprimentos de 1 cm, assumiu-se o mesmo valor de proporção sexual para os comprimentos contidos na mesma classe de comprimento, tal como sugerido por J. Mejuto (*com. pess.*). Mejuto & De La Serna (1997) assumiram para comprimentos iguais ou inferiores a 125 cm, a existência de uma proporção sexual igual 0,5 e que, para comprimentos iguais ou superiores a 210 cm, só ocorrem fêmeas nas capturas (*i.e.*, $p=1$).

O vector de proporção sexual estimado neste estudo para a área dos Açores, incluída na área 4, apresentou uma tendência com o comprimento sensivelmente semelhante ao vector de proporção sexual publicado em Mejuto & De La Serna (1997) (*Vidé* “Parte II: Caracterização da pescaria de espadarte”).

2.1.2. Composição por comprimentos das capturas, por sexo

A partir do vector de proporção sexual encontrado para a área do Atlântico Norte, separaram-se as distribuições anuais por comprimentos das capturas totais do manancial, em distribuições anuais para cada sexo. O número de fêmeas por 1 cm de intervalo foi calculado a partir da proporção sexual estimada nesse intervalo de comprimentos. Para os machos, o número de peixes por 1 cm de intervalo foi obtido a partir da subtração do número de fêmeas do número total de indivíduos observado nesse intervalo de comprimento de 1 cm.

2.2. Composição por idades das capturas, por sexo

As composições por comprimentos das capturas anuais por sexo foram convertidas em composições por idades através do método “corte em fatias” (“*age-slicing*”) (Anón., 1993b). A partir da equação inversa da função de crescimento de Von Bertalanffy (Gulland, 1969), foi determinada a idade que cada comprimento (1 cm) apresentou. As capturas correspondentes às classes de comprimento com a mesma idade (expressa em número inteiro de anos), foram agrupadas e consideradas as capturas dessa idade.

Um dos problemas encontrados no método de “corte em fatias” diz respeito à dificuldade em atribuir uma idade aos comprimentos grandes (Restrepo & Powers, 1991), problema sentido principalmente nos machos. Nesse sentido, foi estabelecido um grupo comum para ambos os sexos (9+). Uma outra causa para a selecção do grupo + nesta idade foi devido à existência de um índice de abundância para o grupo de idade 9+, proveniente da frota palangreira norte-americana.

A reduzida representatividade da idade zero nos desembarques não permite a obtenção de índices de abundância em número (J. Mejuto, *com. pess.*). Assim, segundo este investigador, pode-se assumir a idade 1 como a idade de 1ª captura, indicadora do recrutamento de espadarte, tal como considerado pelo Grupo de Avaliação, em 1996 (Anón., 1997a).

2.3. Pesos médios à idade, por sexo e total

A partir das equações de crescimento obtidas para cada sexo foram determinados os comprimentos médios para cada idade, no ponto central do intervalo de classe de idade. Com a relação peso-comprimento combinada por sexos, foram determinados os pesos médios para cada idade, correspondentes aos comprimentos médios à idade, para cada componente sexual.

Como o grupo 9+ é constituído por diferentes coortes foi determinado o peso médio neste grupo da seguinte forma: a partir das capturas efectuadas ao longo do período 1978-96 para as classes de comprimento que estão contidas neste grupo + foi estimada a contribuição em peso de cada comprimento, a partir da relação peso-comprimento. O peso médio neste grupo + foi estimado como a razão entre o somatório da contribuição em peso de cada classe de comprimento e o somatório da captura em número, *i.e.*,

$$\bar{W}_{9+} = \frac{\sum(C_l * W_l)}{\sum C_l}$$

onde \bar{W}_{9+} é o peso médio no grupo 9+, C_l é a captura em número no comprimento l e W_l é o peso no comprimento l

O peso médio à idade (\bar{W}_t) para os sexos combinados foi obtido a partir da fórmula:

$$\bar{W}_t = \frac{[(C_{tf} * \bar{W}_{tf}) + (C_{tm} * \bar{W}_{tm})]}{(C_{tf} + C_{tm})}$$

onde t =sufixo de idade, f =sufixo de fêmeas e m =sufixo de machos

2.4. Composição por idades das capturas em peso, por sexo e total

Para a estimação da composição por idades das capturas em peso em cada sexo foi usada a equação $Y_t = C_t * \bar{W}_t$ com Y_t =Captura em peso na idade t , C_t =Captura em número à idade t e \bar{W}_t =peso médio à idade t . Para o cálculo da captura total (Y_{obs}) foi necessário somar a contribuição de cada sexo ao peso total capturado.

É costume comparar Y_{obs} com os valores de desembarques totais em peso (Y_{ICCAT}), que deverão ser iguais. Esta comparação é também designada por soma dos produtos

(SOP). Para a comparação entre Y_{obs} e Y_{ICCAT} usou-se a técnica de regressão linear simples.

2.5. Coeficiente de mortalidade natural

Na avaliação do manancial de espadarte, decorrida em Setembro de 1988, foi estipulado que o coeficiente de mortalidade natural para esta espécie é igual a $0,2 \text{ ano}^{-1}$, constante para todas as idades e sexos (Anón., 1989), valor que foi adoptado neste estudo.

2.6. Índices de abundância em número relativo à idade

A partir da frota canadiana, designada por CAN (Anexo 7.2) obtiveram-se índices de abundância para as idades 2 a 5+, no período 1988-96. Para a frota espanhola, designada por SP (Anexo 7.3), obtiveram-se índices de abundância para as idades 1 a 5+, no período 1983-96. Para a frota japonesa, designada por JP (Anexo 7.4), obtiveram-se índices de abundância para as idades 1 a 5+, no período 1978-95. Para esta frota não foi possível recolher informação para o ano 1996. Para a frota norte-americana, designada US (Anexo 7.5), obtiveram-se índices de abundância para as idades de 1 a 9+ e 5+, no período 1981-96. Nesta frota, os índices de abundância relativos nas idades 1 e 2, nos anos 1991-96 não devem, de acordo com o Comité Permanente de Investigação e Estatística (SCRS) (Anón., 1997a), ser considerados devido à elevada rejeição que estas idades apresentaram.

Os índices referidos anteriormente foram estimados para toda a população, não tendo sido incorporado o dimorfismo sexual de crescimento que caracteriza a espécie (Hoey *et al.*, 1989). Durante a realização deste estudo, não foi possível obter índices de abundância em número por idade e por sexo, de cada frota palangreira, sendo uma das limitações que a presente avaliação apresenta. Para colmatar esta limitação foi estimado um vector de proporção sexual por idade com vista à separação dos índices de abundância de cada frota palangreira, por sexo.

A partir da proporção sexual encontrada para cada comprimento de 1 cm e a partir do intervalo de comprimentos que caracteriza cada idade em cada sexo, foi estimado um vector de proporção sexual por classes de idade. Este foi obtido a partir da média geométrica das proporções sexuais encontradas para cada intervalo de comprimentos. A partir do vector de proporção sexual por idades foi calculada a proporção dos sexos em

cada índice de abundância em número, resultando em índices aproximados de abundância em número à idade para cada sexo.

2.7. Esforço de pesca total anual

O esforço de pesca total anual (em número de anzóis) foi estimado para o período 1978-95, a partir dos desembarques totais anuais em peso e do índice de abundância em peso (CPUE_j) (kg/1000 anzóis) (Anexo 7.6), através da equação:

$$f_j = Y_j / CPUE_j$$

onde f_j = esforço de pesca total no ano j , expresso em 1000 anzóis; Y_j - captura total em kg no ano j e $CPUE_j$ = índice de abundância em peso (kg/1000 anzóis) no ano j

O ano 1996 não foi analisado devido à ausência do índice de abundância em peso para este ano.

2.8. Análise de Coortes

Designa-se por modelo estrutural, o modelo que aborda a estrutura do manancial por classes etárias, permitindo analisar os efeitos combinados da mortalidade, do crescimento e do recrutamento no manancial explorado e na captura (Barros, 1990).

Para a análise do estado do manancial e da pesca de espadarte no Atlântico Norte, utilizou-se a Análise de Coortes (AC) com vista a estimar o efectivo de cada coorte no início de cada idade (N_i), assim como a mortalidade por pesca sofrida durante cada idade (F_i), a partir da composição por idades das capturas em número (C_i) e da taxa de mortalidade natural (M_i), que se supõe conhecida (Ricker, 1975).

A AC necessita da adopção de valores de F numa certa idade da coorte. Normalmente, adopta-se um F para a idade mais avançada de cada coorte representada na matriz da captura em número, designado por F_{terminal} . Como no último ano não aparece representada a idade mais avançada de todas as coortes sobreviventes, adopta-se um F para a última idade representada de cada coorte e designa-se por $F_{\text{último}}$ (Barros, 1990).

A partir de uma certa idade, os indivíduos de cada ano são agrupados no designado grupo +. Note que no grupo +, os indivíduos não pertencem à mesma coorte. Deste modo, não é correcto utilizar a captura da última idade na AC. Os métodos acima

indicados (FADAPT e ANACO) adoptam para efeitos dos cálculos da AC, o valor de F da idade imediatamente anterior. No entanto, as capturas do grupo de idades acumuladas (grupo +) são importantes para as projecções das capturas e das biomassas anuais, em anos futuros e também na validação da AC. Por isso, é necessário adoptar um coeficiente de F nesse grupo, considerando-se normalmente igual ao F da idade imediatamente anterior, como é o caso do ANACO ou uma fracção de F da idade imediatamente anterior, como é caso do FADAPT.

Os cálculos da AC principalmente devido à incerteza da adopção de F_{terminal} e $F_{\text{último}}$ necessitam de ser validados com informação complementar e independente da AC. Essa informação normalmente, consiste em índices de abundância por diferentes componentes da frota e esforço de pesca. A validação do método pode ser realizada *a posteriori* da AC, como por exemplo no programa ANACO. Mais recentemente, surgiram programas que integram esta informação, ao mesmo tempo que estimam os efectivos de cada idade, designados por modelos integrados como é o caso do programa FADAPT.

2.9. Validação dos resultados da AC por sexo

Os números médios para cada idade e sexo resultantes da AC foram validados com os índices de abundância por sexo referidos anteriormente, usando técnicas de regressão linear simples. Para estimar o número médio, \bar{N}_t , para cada idade, recorreu-se à equação

$$\bar{N}_t = C_t / F_t$$

Para a obtenção do número médio no grupo 5+, somaram-se os números médios nas idades 5 a 9+.

2.10. Estimação da capturabilidade para cada sexo, por idade e frota

Para o cálculo do coeficiente de capturabilidade pressupôs-se que, ao longo do período em análise, ocorreram alterações significativas neste coeficiente, já que segundo Arreguín-Sanchez (1996), a capturabilidade varia de acordo com flutuações espacio-temporais da abundância da população. O coeficiente de capturabilidade foi calculado em três períodos de anos distintos, 1978-85, 1986-90 e 1991-96. Para cada sexo, a capturabilidade, q_{tk} , na idade t de cada frota k, pode ser estimada a partir do declive de regressão linear simples, passando pela origem (Powers & Restrepo, 1992), entre os

índices de abundância em número por sexos de cada frota k nessa idade e o número médio nessa idade estimado pela AC, assumindo que os índices de abundância distribuem-se segundo uma normal (Restrepo, 1996).

2.11. Matriz dos coeficientes de mortalidade por pesca à idade para a população

A partir da soma das matrizes dos números médios e da soma das matrizes das capturas em número de cada componente sexual provenientes do programa ANACO, foi calculada a matriz F para o manancial. A fórmula básica de cálculo foi $F_{tj} = C_{tj} / \bar{N}_{tj}$ para a idade t no ano j .

2.12. Estimação do nível de pesca e do padrão relativo de exploração para a população

Os coeficientes F_{tj} de mortalidade por pesca estão associados à quantidade de esforço de pesca e à disponibilidade dos indivíduos de diferentes tamanhos ou idades, resultante das artes de pesca usadas pelas embarcações durante o ano (Cadima, 2000). É costume separar os F_{tj} em duas componentes: uma, designada por nível de pesca, F_j , que representa o nível de intensidade de mortalidade por pesca, no ano j , sendo um valor único para todas as idades e sexos desse ano, e outra, designada por padrão relativo de exploração, s_{tj} , apresentando valores diferentes consoante o tamanho ou a idade e, possivelmente, o sexo.

O nível de mortalidade por pesca no ano j , F_j , foi estimado a partir da média dos coeficientes de mortalidade por pesca para a população, nas classes de idade 4 a 8, idades completamente recrutadas à pesca (Anón., 1997a), resultantes da AC.

A estimação do padrão relativo de exploração para cada idade t em cada ano j combinado por sexos, s_{tj} , foi então realizada com base na equação $s_{tj} = F_{tj} / F_j$, onde F_j é o nível de mortalidade por pesca no ano j e F_{tj} é a mortalidade por pesca à idade t no ano j .

2.13. Relação entre o nível de mortalidade por pesca anual e o esforço de pesca total anual

A fim de verificar a existência de uma relação linear entre o nível de pesca obtido pela AC e os dados de esforço de pesca total anual, para cada ano do período 1978-95, foi usada a técnica de regressão linear simples.

2.14-Estimação da matriz biomassa média à idade

Para a obtenção da matriz de biomassa média para cada sexo foram usados os pesos médios à idade estimados para cada sexo e os valores de F_t e N_t obtidos pela AC para cada componente sexual. As equações utilizadas durante cada ano foram:

$$S_t = \exp(-Z_t)$$

$$D_t = N_t (1 - S_t)$$

$$\bar{N}_t = D_t / Z_t$$

$$\bar{B}_t = \bar{N}_t * \bar{W}_t$$

onde S_t =Taxa anual de sobrevivência na idade t , Z_t =Taxa instantânea de mortalidade total na idade t , D_t =Número de mortos na idade t , N_t =Número de sobreviventes ao início da idade t , \bar{N}_t =Número médio à idade t , \bar{B}_t =Biomassa média à idade t , \bar{W}_t =Peso médio individual da idade t

Calculou-se a matriz da biomassa média à idade para todo o manancial, a partir da soma das matrizes de biomassas médias à idade de cada componente sexual.

A partir da aproximação de “fio-de-navalha”, o Grupo de Avaliação considerou que no manancial de espadarte, os indivíduos com idade inferior a 5 anos são imaturos e a partir desta idade, todos os indivíduos são considerados maduros (Anón., 1997a). A idade 5 corresponde à idade de 1ª maturação em fêmeas, idade também estimada neste estudo (*Vidé* “Parte I, Capítulo 2: Reprodução”). Assim, para o cálculo da biomassa desovante considerou-se a biomassa média acumulada dos indivíduos com idade igual ou superior a 5, \bar{B}_{5+} .

2.14.1. Relação entre a biomassa média anual e a captura em peso por unidade de esforço de pesca

A fim de verificar se a captura por unidade de esforço de pesca, expressa em kg/1000 anzóis estava relacionada linearmente com a biomassa média total, durante o período 1978-95, foi usada a técnica de regressão linear simples.

2.15. Relação manancial-recrutamento (S-R)

A partir das biomassas médias desovantes anuais (\bar{B}_{5+}), encontradas no período 1978-95 e do número de indivíduos de idade 1 ao início de cada ano seguinte, N_1 (1979-96), resultantes da AC, relacionou-se o tamanho do manancial, S_j , durante o ano (j) com o recrutamento (R_{j+1}) do ano seguinte (j+1).

Ajustaram-se os dados da biomassa desovante (S) e do número de indivíduos da idade 1 (R) à curva manancial-recrutamento do modelo de Ricker (1954), que se escreve como $R = \alpha \cdot S \cdot e^{-S/k}$, onde α e k são constantes do modelo. As constantes do modelo podem ser inicialmente estimadas de um modo aproximado através da linearização da curva de Ricker após transformação logarítmica das variáveis do modelo (King, 1995). Assim: $\ln(R/S) = a - bS$ e α e k são estimadas a partir das relações $\alpha = e^{+a}$ e $k = 1/b$. Posteriormente, estes valores poderão ser usados como valores iniciais para a estimação não-linear das constantes do modelo S-R. Para a estimação não-linear usou-se um método iterativo não-linear de minimização da soma dos quadrados da função S-R, através do algoritmo Quasi-Newton. A estimação das constantes do modelo S-R foi realizada com base no programa informático STATISTICA™ (StatSoft™, 1994).

2.16. Projecção a longo-prazo (LP)

A partir da contribuição de cada componente sexual na análise de produção por recruta, analisaram-se os efeitos do nível de pesca (F_j) durante um período de anos sobre o manancial de espadarte do Atlântico Norte, mantendo-se constante, durante o período de anos correspondente, o padrão relativo de exploração s_t , sobre a população e sobre a captura (Beverton & Holt, 1957). Supondo que os recrutamentos das diferentes coortes que constituem o manancial num determinado ano foram iguais e que essas coortes estão submetidas ao mesmo regime de pesca então, a evolução da coorte durante a sua fase

explorada é igual à estrutura do manancial nesse ano (Beverton & Holt, 1957). Assim, as projecções foram estimadas para uma coorte durante toda a sua vida.

Pope & Shepherd (1982) propuseram um método, designado por SVPA, para análise de coortes quando o vector de selectividade (s_t) possa ser considerado constante ao longo dos anos. Este método permite estimar separadamente os níveis de pesca anuais e um vector fixo de selectividade por idade, sendo aplicado para estimar um vector de selectividade relativa a uma idade de referência (s_{ref}) para cada componente sexual, a usar na projecção a LP.

Com base em Cadima (2000), o método de SVPA estuda a possibilidade de se verificar a hipótese de separar o nível de pesca de cada ano F_j e o padrão relativo de exploração de cada idade, s_t , *i.e.*, transformar os F_{tj} calculados em cada idade e ano no produto $F_j * s_t$, ou seja, $F_{tj} = F_{septj} = F_j * s_t$, com t =idade e j =ano.

Sejam

$$\sum_t F_{tj} = F_{totj}$$

$$\sum_j F_{tj} = s_{tott}$$

$$e \quad \sum_{t,j} F_{tj} = F_{tot}$$

então designe-se por $F_{septj} = (F_{totj} * s_{tott}) / F_{tot}$

Se se verificar a hipótese de o vector padrão relativo de exploração (s_t) ser constante durante os anos do período considerado, então $F_{tj} = F_{septj} = F_j * s_t$

Segundo sugestão de Powers & Restrepo (1992), o método de SVPA pode ser aplicado para os três últimos anos da série, sendo neste estudo, entre 1994-96. A comparação entre os valores de F_{tj} e F_{septj} nos anos 1994-96, foi realizada a partir do cálculo dos quocientes (F_{septj}/F_{tj}) que no caso da hipótese ser verdadeira, deverão ser iguais a 1.

A partir da verificação da hipótese $F_{tj} = F_{septj} = F_j * s_t$ durante o período 1994-96, adoptou-se a idade 4 (idade mais pequena completamente recrutada à pesca (Anón., 1997a)), como idade de referência e estimou-se o vector de selectividade relativa a esta

idade. Para tal calcularam-se os quocientes $S_{\text{tot}} / S_{\text{tot}4}$ para o período 1994-96 e estimou-se o vector de selectividade relativo à idade 4.

A análise por recruta foi realizada para uma estrutura da população com 20 idades, longevidade média calculada a partir da idade máxima estimada para cada sexo (*Vidé* “Parte I, Capítulo 1: Idade e crescimento”). As capturas e biomassas projectadas são relativas a um recrutamento de 1000 indivíduos (1000R), supondo uma proporção sexual de 0,5. O cálculo das capturas e das biomassas foi realizado a partir das equações da captura e de sobrevivência de uma coorte durante cada ano da sua vida.

Para o cálculo da captura total em peso e biomassa total (média e desovante) por 1000R, calculou-se metade da soma das capturas e das biomassas por 1000R resultantes de cada componente sexual, para o mesmo nível de pesca, atendendo à proporção sexual de 0,5 no recrutamento.

2.16.1. Pontos de referência biológica (RP)

Os valores de mortalidade por pesca, F , ou de biomassas desovantes, BD , a LP , que têm como objectivo controlar o esforço de pesca de modo a conservar o recurso são designados por pontos de referência biológica (RP). Poder-se-ão diferenciar os RP em três grupos (FAO, 1993; Caddy, 1998; Cadima, 2000):

Os Pontos-Alvos de Referência Biológica (TRP) que são valores de mortalidade por pesca (ou da biomassa do manancial) que visam uma exploração sustentável e a longo-prazo dos mananciais, com a melhor captura possível. Os primeiros TRP propostos foram F_{msy} , F_{max} e $F_{0.1}$, que procurando a conservação do recurso, obtêm capturas (Y) totais ou por recruta a longo-prazo, máximas ou próximas do máximo.

Os Pontos-Limites de Referência Biológica (LRP) que são valores máximos de mortalidade por pesca ou valores mínimos da biomassa, que não deverão ser excedidos, caso contrário, poderá com grande probabilidade, pôr-se em perigo a capacidade de auto-renovação do manancial.

O Princípio de Precaução proposto pela Food and Agriculture Organization (FAO) no Código de Conduta para uma Pesca Responsável (FAO, 1995) declara que as limitações, as incertezas ou as faltas de dados para a avaliação ou para a estimação de parâmetros não devem constituir justificação para não aplicar medidas de regulamentação, especialmente quando há indicações de que os mananciais estão sobreexplorados. Assim, as incertezas associadas à estimação dos limites do nível de

pesca (LRP) levam a que se determinem novos pontos de referência biológica, mais restritivos, designados por Pontos de Referência de Precaução (F_{pa} ou B_{pa}).

Assim, foram estimados os seguintes pontos de referência biológica:

- F_{max} , definido como o nível de pesca a que corresponde a captura máxima por recruta (Y_{MAX});
- $F_{0.1}$, definido como o nível de pesca a que corresponde uma taxa de crescimento das capturas por recruta igual a 10% da biomassa virgem do manancial;
- F_{med} , F_{high} e F_{low} , definidos como o valor do nível de pesca a que correspondem aos percentis 50, 10 e 90% dos quocientes BD/R observados no período 1978-96, respectivamente;
- F_{msy} , correspondente à captura máxima no equilíbrio (Y_{MSY});
- F_{20spr} e F_{30spr} , definidos como os níveis de pesca a que correspondem 20 e 30% da biomassa virgem por recruta, respectivamente;
- MBAL, designado por Nível Biológico Aceitável Mínimo, sendo o nível de biomassa desovante abaixo do qual as biomassas desovantes observadas são reduzidas e os recrutamentos associados são inferiores ao recrutamento médio;
- BD_{loss} , definida como a menor biomassa desovante média observada e F_{loss} como o nível de pesca associado;
- F_{crash} , definido como o nível de pesca a LP que conduziria à extinção do manancial.

Neste estudo, seguiram-se as designações e metodologias apresentadas em Cadima & Azevedo (1999):

A partir da curva S-R estimada e a partir dos resultados da análise por recruta (captura por recruta (YPR), biomassa média total por recruta (BPR) e biomassa média desovante por recruta (BDPR)), estimaram-se a captura em peso (Y), a biomassa total (B) e desovante (BD) e os recrutamentos (R) a LP, para uma curva S-R do tipo de Ricker:

$BD = k \cdot \ln(\alpha \cdot BDPR)$, onde k e α são constantes do modelo S-R do tipo de Ricker

$R = BD / BDPR$

$Y = R \cdot YPR$

$B = R \cdot BPR$

Para cada nível de pesca calcularam-se as percentagens das biomassas médias desovantes por recruta (%BDPR) e a LP (%BD) relativamente a BDPR e BD em $F=0$.

$F_{0.1}$ pode ser estimado maximizando a expressão ($Y^*=Y-0,1*BoPR*F$) onde BoPR é a biomassa virgem por recruta do manancial e Y^* é máxima quando $F=F_{0.1}$.

A partir da distribuição dos valores dos recrutamentos anuais obtidos na AC, calcularam-se os correspondentes quocientes BD/R nos percentis 50, 10 e 90%. Os níveis de pesca F_{med} , F_{high} e F_{low} , correspondem, a LP, às BD/R iguais a esses percentis.

F_{loss} foi estimado a partir dos pontos observados S-R, onde se começa por obter o valor de R correspondente a B_{loss} , calculando-se o quociente entre BD_{loss}/R . Na relação BD/R contra F, a LP, procura-se o valor de F correspondente.

F_{crash} foi estimado a partir do inverso de α , obtido da curva S-R estimada.

A partir da regra de selecção de pontos de referência biológica (RP) para a gestão da pescaria de um recurso (Cadima & Azevedo, 1999), seleccionaram-se os RP mais apropriados, adoptando uma curva S-R do tipo de Ricker para caracterizar a relação entre a biomassa desovante e os recrutamentos. Os RP deverão ser seleccionados quando a %BDPR estiver entre 20 e 40% e a %BD estiver entre 50 e 70%, das respectivas biomassas virgens. Nesse sentido, dever-se-ão analisar diferentes %BDPR dentro do intervalo referido, conciliando a %BDPR, %BD, BD e a captura em peso esperada, Y e eventualmente, utilizar os níveis de biomassa desovante observados indicados por BD_{loss} e MBAL, por exemplo.

2.17. Projecção a curto-prazo (CP)

A análise de coortes (AC) foi realizada com dados dos anos 1978-96, mas para as projecções a CP interessa considerar as capturas em 1997 e 1998. Portanto, foi necessário projectar as capturas para 1997 e 1998, procurando encontrar os valores de F que foram aplicados nesses anos. A partir destes dados, procurou-se projectar a situação do manancial para 1999-2000, para vários cenários de F relativos ao regime de pesca actual (F_{98}). Definidos a longo-prazo, os objectivos de gestão da pescaria de espadarte, analisaram-se então, os ganhos ou perdas na captura e na biomassa média (total e desovante), durante 1999-2000.

Em 1996 foram definidos Totais Admissíveis de Capturas (TAC) para três anos consecutivos (1997 a 1999), sendo os seus valores 11,3 mil toneladas em 1997, 11 mil toneladas em 1998 e 10,7 mil toneladas em 1999 (ICCAT, 1997).

O nível de pesca, comum para ambos os sexos, correspondeu ao último ano da série (1996). Ao longo do período de anos projectado (1997-2000), o recrutamento em cada ano foi calculado a partir da relação S-R estimada neste estudo, baseado no valor de biomassa desovante calculado no ano precedente. O recrutamento em cada sexo foi suposto ser metade do valor obtido da aplicação da relação S-R, atendendo à proporção sexual igual a 0,5.

A captura total e a biomassa total (média e desovante) para a população foram calculadas a partir da soma das capturas e biomassas (médias e desovantes) de cada sexo.

Os cenários de exploração analisados para os anos 1999-2000, foram os seguintes:

1-Manter o padrão relativo de exploração e o nível de pesca de 1998 (situação de *status quo*).

2- Supondo que o TAC de 1999 não foi excedido, manter o padrão relativo de exploração, ensaiando vários pontos de referência biológica definidos a LP.

3-Supondo que a captura de 1999 excedeu o TAC do ano 1999, manter o padrão relativo de exploração, ensaiando vários pontos de referência biológica definidos a LP.

3. Resultados

3.1. Composição por comprimentos das capturas por sexo

3.1.1. Vector de proporção sexual

A Tabela 53 apresenta o vector de proporção sexual para o Atlântico Norte, utilizado na separação das distribuições de comprimentos por sexos, para o período 1978-96.

Entre as classes de comprimento 125-155 cm, a proporção sexual (p) foi de 0,5; entre 160-175 cm foi de 0,6; na classe 180 cm foi de 0,7; entre 185-190 cm foi de 0,8 e entre as classes 195-205 cm, a proporção sexual foi de 0,9. A partir da classe de comprimento 210 cm só se encontraram fêmeas nos desembarques ($p=1,0$) (Tabela 53).

3.2. Composição por idades das capturas, por sexo e total

As Tabelas 54 e 55 apresentam, para fêmeas e machos, respectivamente, a composição por idades das capturas em número, durante o período 1978-96.

Tabela 53: Vector de proporção sexual, por classe de comprimento, para o Atlântico Norte

Ljfl (cm)	Proporção sexual
125-	0,50
130-	0,47
135-	0,48
140-	0,50
145-	0,47
150-	0,52
155-	0,53
160-	0,55
165-	0,60
170-	0,62
175-	0,63
180-	0,72
185-	0,79
190-	0,78
195-	0,90
200-	0,91
205-	0,89
210-	1

Tabela 54: Composição por idades das capturas para as **fêmeas** de espadarte (mil indivíduos), no período 1978-96

Idade (ano)	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
1	3	6	13	8	11	16	15	17	25	39	46	41	28	24	23	30	26	27	26
2	7	11	19	15	14	22	22	24	39	50	53	47	49	34	40	45	44	53	45
3	14	13	21	17	18	23	25	29	38	49	45	40	40	39	36	44	37	45	40
4	19	16	22	18	22	27	25	29	37	43	34	33	30	32	30	33	28	33	30
5	18	17	19	17	21	24	20	22	28	31	27	24	21	22	21	22	18	19	19
6	16	14	15	12	14	16	14	15	18	20	14	14	13	13	13	15	12	12	11
7	11	12	12	9	10	11	9	9	11	11	9	9	8	8	8	9	8	8	8
8	7	7	7	6	7	6	5	5	6	6	5	5	4	4	4	4	4	4	4
9+	14	15	13	11	14	10	7	8	11	10	7	8	6	7	7	8	8	8	7

Nota: A negrito salientam-se as classes de idade com maior representatividade nas capturas em número

Tabela 55: Composição por idades das capturas para os **machos** de espadarte (mil indivíduos), no período 1978-96

Idade (ano)	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
1	3	5	11	6	9	13	12	14	20	31	37	34	22	19	18	25	21	22	21
2	4	8	12	10	9	16	15	16	27	34	37	33	33	22	25	29	29	33	29
3	7	8	15	11	11	15	16	18	26	34	36	31	33	26	28	32	31	37	32
4	8	8	12	10	11	13	14	16	22	28	26	23	23	22	20	25	21	26	23
5	6	5	8	6	7	10	10	11	14	18	15	14	13	15	13	15	12	14	13
6	5	5	7	5	6	8	8	9	12	13	11	10	10	10	10	10	9	11	10
7	4	3	4	3	4	4	4	5	6	7	6	5	5	5	5	5	4	5	5
8	3	3	4	3	4	5	4	4	6	7	5	5	4	4	4	5	4	5	4
9+	13	12	14	11	14	16	13	14	18	20	17	16	13	14	14	15	12	13	12

Nota: A negrito salientam-se as classes de idade com maior representatividade nas capturas em número

Entre 1978 e 1986, as classes de idade mais capturadas nas fêmeas oscilaram entre a idade 3 e 5 anos e nos machos, entre as idades 2 e 4 anos. A partir de 1987, verificou-se uma deslocação da pesca para as idades mais jovens. Em ambos os sexos, as classes de idade mais capturadas oscilaram entre a idade 2 e 3, com algumas flutuações anuais. Entre 1987-89, verificaram-se capturas elevadas na idade de recrutamento para a pesca (idade 1), em ambos os sexos (Tabelas 54 e 55).

A Figura 78 representa, para fêmeas e machos, a captura média por classe de idade em três períodos de anos, 1978-85, 1986-90 e 1991-96. Note que estes dois últimos períodos foram analisados no sentido de se reconhecerem alterações na pesca devidas às medidas técnicas impostas desde 1991.

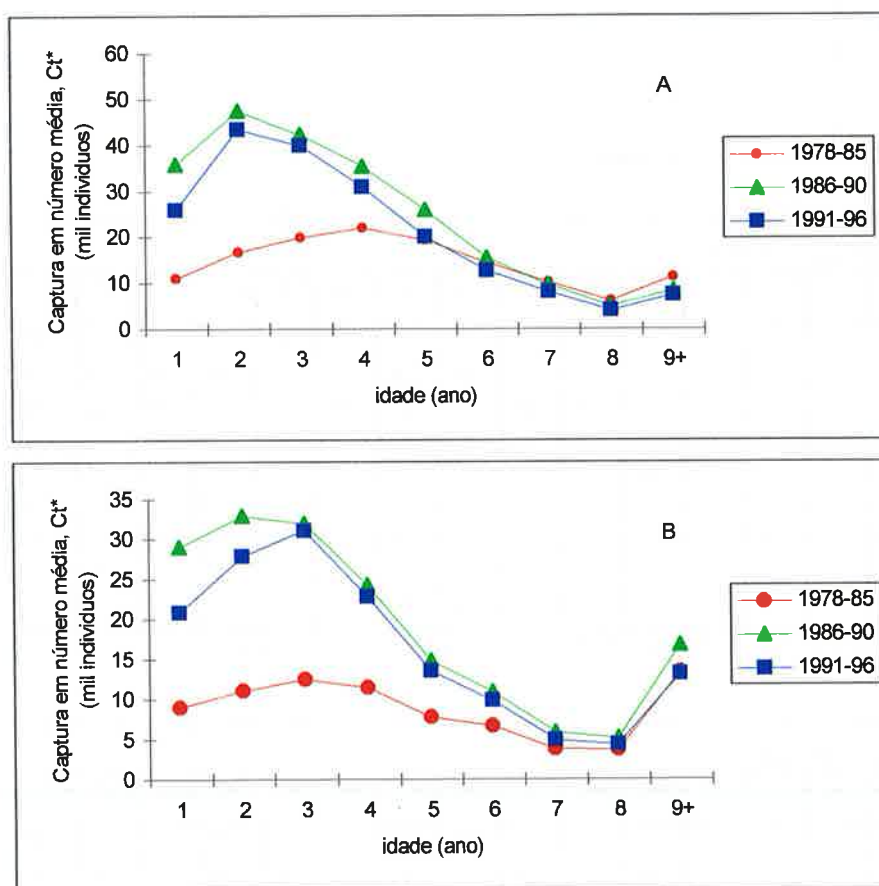


Figura 78: Evolução da captura média, em número, por classe de idade, em fêmeas (A) e machos (B), nos períodos 1978-85, 1986-90 e 1991-96

Nas fêmeas, a classe de idade mais capturada no primeiro período (1978-85), foi a idade 4. Na passagem deste período para o segundo, 1986-90, houve uma alteração apreciável na classe de idade mais capturada, passando a ser a idade 2, acompanhada por um aumento na captura média nas idades 1-5 anos. Na passagem do segundo para o

terceiro período, 1991-96, não houve alterações na idade mais capturada, havendo uma ligeira diminuição na captura média por idade, para todas as classes de idade (Figura 78).

Nos machos, a classe de idade mais capturada no primeiro período foi a idade 3. Na passagem deste período para o segundo, tal como para as fêmeas, verificou-se um aumento apreciável no número médio de indivíduos capturados, sendo a classe de idade mais capturada, a idade 2. Na passagem do segundo período para o terceiro, a idade mais capturada passa a ser novamente a idade 3, mas com uma diminuição da captura média em número, nas classes de idade 1 e 2 anos, mantendo-se as capturas médias nas restantes idades, sensivelmente semelhantes às verificadas no segundo período (Figura 78).

A Tabela 56 apresenta a composição por idades das capturas para a população de espadarte resultante da soma das matrizes das capturas em número à idade de fêmeas e de machos.

Tabela 56: Composição por idades das capturas para o **manancial** de espadarte (mil indivíduos), no período 1978-96

Idade (ano)	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
1	6	11	24	14	20	29	27	31	46	70	84	75	50	43	41	54	47	49	47
2	12	19	31	25	23	38	37	41	67	84	91	80	82	56	65	74	73	86	75
3	21	22	36	29	29	38	41	47	64	84	81	71	73	66	64	76	67	83	72
4	27	24	34	28	33	40	39	45	59	71	60	56	53	54	51	58	49	59	53
5	24	22	27	23	28	33	30	33	42	49	42	38	34	36	34	37	30	33	32
6	21	19	22	17	21	25	21	24	29	33	25	24	22	23	23	25	21	23	21
7	15	14	16	12	14	15	13	14	18	18	15	14	13	13	13	14	13	13	13
8	10	10	11	9	11	11	9	10	12	12	10	10	8	8	9	9	8	9	8
9+	27	28	26	22	28	25	21	22	29	30	24	24	20	21	21	22	20	20	20

Nota: A negrito salientam-se as classes de idade com maior representatividade nas capturas em número

Entre 1978 e 1982, as classes de idade mais capturadas variaram entre as idades 3 e 5, com algumas flutuações. A partir de 1983, duas novas classes de idade aparecem com uma importância elevada no total capturado, idades 1 e 2, principalmente no período 1987-89. No período subsequente (1990-96), as classes de idade mais capturadas estão compreendidas entre as idades 2 e 3.

3.3. Pesos médios à idade, por sexo e total

A Tabela 57 apresenta os pesos médios por idade, para fêmeas, machos e para a população.

Tabela 57: Pesos médios à idade (kg) por componente sexual e para o manancial (total)

Idade (ano)	Fêmeas	Machos	Total
1	14,47	14,46	14,46
2	26,23	23,19	25,01
3	40,99	32,25	37,30
4	58,06	40,94	51,33
5	76,72	48,85	66,97
6	96,28	55,80	80,80
7	116,17	61,74	98,01
8	135,91	66,74	104,95
9+	186,88	83,09	124,32

Até à idade 2, o peso médio é sensivelmente semelhante entre os sexos, diferindo a partir da idade 3, onde as fêmeas são mais pesadas que os machos para a mesma classe etária.

3.4. Composição por idades da captura total em peso, por sexo e total

As Tabelas 58 e 59 apresentam, para fêmeas e machos, respectivamente, a composição por idades da captura total em peso.

Em Anexo 7.7 estão representados a captura total anual em peso para todo o manancial (Y_{obs}), os desembarques totais em peso de espadarte no Atlântico Norte (Y_{ICCAT}) e o quociente entre Y_{obs} e Y_{ICCAT} .

A captura total em peso (Y_{obs}) estimada a partir do somatório da captura total de cada sexo foi 5% superior ao valor declarado para o Atlântico Norte (Figura 79).

O erro sistemático de 5% entre Y_{obs} e Y_{ICCAT} não foi corrigido dado que as distribuições por comprimentos das capturas totais utilizadas neste estudo, não estão inteiramente relacionadas com os desembarques relatados pelo SCRS em 1999 (Y_{ICCAT}), usados na análise da soma dos produtos (SOP) (*Vidé* “Discussão”).

Tabela 58: Composição por idades da captura total em peso para as fêmeas de espadarte (toneladas), no período 1978-96

Idade	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
1	50	85	192	113	159	230	216	249	368	368	669	594	406	344	330	431	377	397	379
2	196	298	503	397	360	577	578	640	1026	1026	1399	1232	1285	902	1039	1182	1160	1378	1191
3	584	551	861	706	756	944	1006	1174	1557	1557	1830	1648	1633	1608	1476	1788	1499	1853	1635
4	1112	946	1252	1020	1271	1580	1440	1684	2162	2162	1998	1888	1759	1843	1761	1938	1617	1927	1735
5	1348	1290	1458	1279	1606	1818	1540	1664	2129	2129	2035	1877	1587	1657	1599	1715	1383	1468	1467
6	1542	1365	1494	1128	1396	1594	1326	1417	1738	1738	1355	1323	1226	1275	1290	1426	1174	1179	1094
7	1282	1346	1404	1083	1157	1257	989	1061	1310	1310	1101	1043	897	917	979	1001	937	907	941
8	921	991	1002	812	957	831	628	738	814	814	705	672	564	544	589	594	575	570	506
9+	2565	2863	2414	2061	2529	1807	1395	1459	2029	2029	1391	1486	1176	1246	1336	1421	1528	1432	1400
Y _{total}	9602	9736	10580	8600	10188	10638	9118	10084	13133	13133	12483	11763	10535	10338	10399	11497	10250	11110	10348

Tabela 59: Composição por idades da captura total em peso para os machos de espadarte (toneladas), no período 1978-96

Idade	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
1	41	68	157	90	131	183	176	207	296	453	541	490	321	280	265	356	300	317	298
2	103	177	286	223	209	361	339	374	636	788	863	771	765	502	591	674	667	774	678
3	215	261	474	366	349	482	516	577	830	1111	1159	1003	1066	851	902	1044	995	1207	1028
4	337	314	490	412	442	532	574	671	897	1145	1059	944	942	918	835	1024	851	1064	933
5	300	258	373	302	346	477	465	544	694	887	735	684	636	711	633	728	590	700	640
6	300	272	368	294	353	468	433	512	643	729	590	559	531	571	539	580	501	596	542
7	234	169	225	190	252	272	252	300	391	453	359	331	304	300	295	338	277	330	287
8	215	203	242	202	257	310	263	296	381	439	321	314	285	285	299	319	255	312	286
9+	1077	1022	1127	949	1168	1312	1113	1197	1516	1661	1403	1315	1108	1162	1133	1224	996	1047	1018
Y _{total}	2821	2744	3743	3027	3506	4397	4131	4677	6284	7666	7030	6410	5958	5581	5492	6287	5433	6348	5709

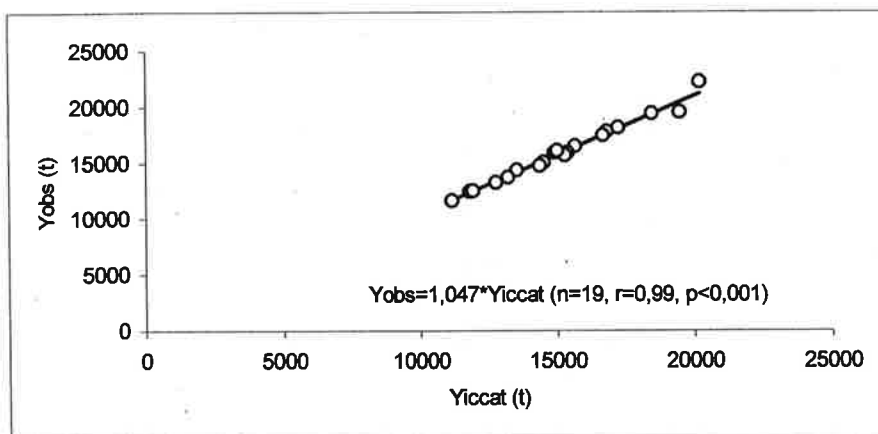


Figura 79: Relação entre a captura total em peso obtido no presente estudo (Y_{obs}) e a captura total em peso declarada na ICCAT (Y_{ICCAT})

3.5. Análise de Coortes

3.5.1. Validação dos resultados da AC

3.5.1.1. Proporção sexual por classes de idade

A Tabela 60 apresenta o vector de proporção sexual estimado por classes de idade usado na separação dos sexos nos índices de abundância em número, provenientes das frotas palangreiras.

Tabela 60: Vector de proporção sexual por classes de idade

Idade	Proporção sexual
1	0,50
2	0,50
3	0,48
4	0,49
5	0,52
6	0,55
7	0,60
8	0,61
9+	0,82
5+	0,62

Até à classe de idade 5, a proporção sexual foi cerca de 0,5, o que significa que fêmeas e machos apresentam a mesma importância nos desembarques. Entre as

classes de idade 6-8 anos e grupo 5+, a proporção sexual foi cerca de 0,6, significando que as fêmeas são ligeiramente dominantes e no grupo 9+, a proporção sexual foi cerca de 0,8, o que indica que as fêmeas predominam nos desembarques (Tabela 60).

3.5.1.2. Número médio de indivíduos por classe de idade e por sexos

As Tabelas 61 e 62 apresentam, para fêmeas e machos, respectivamente, o número médio de indivíduos estimados por AC, nas classes de idade 1 a 9+ e 5+, entre 1978 e 1996.

Observou-se que, em ambos os grupos +, os machos apresentam números médios anuais superiores aos das fêmeas, assim como nas classes de idade 6 a 8, a partir de 1982 (a negrito na Tabela 62).

As Tabelas 63 e 64 apresentam os resultados da validação da AC, para fêmeas e machos, respectivamente.

Para as fêmeas, as frotas palangreiras japonesa e espanhola apresentaram para as classes de idade 3 a 5+, correlações significativas com os dados da AC. A frota palangreira canadiana apresentou correlações significativas para as classes de idade 3 e 4 anos e a frota norte-americana apresentou correlações significativas para todas as classes de idade, com exceção das idades 2 e 3 anos (Tabela 63).

Para os machos, a frota palangreira canadiana não validou nenhuma informação por idades obtida da AC dos machos. A frota palangreira japonesa apresentou para as idades 3 a 5+, correlações significativas e a frota espanhola apresentou correlações significativas para todas as classes de idade, com exceção das idades 2 e 3 anos. A frota norte-americana validou toda a informação por classes de idade obtida da AC, com exceção da idade 3 (Tabela 64).

De uma maneira geral, para as idades mais jovens (1 e 2) obtiveram-se melhores ajustes com a frota norte-americana, e para as idades mais avançadas (3 a 5+) com as restantes frotas. Salienta-se a regressão estabelecida entre os resultados da AC, em ambos os sexos, e o índice de abundância na idade 5+ da frota espanhola, com coeficientes de determinação elevados, na ordem dos 90%.

Tabela 61: Número médio de **fêmeas** por classe de idade (mil indivíduos), no período 1978-96

Fêmeas	Idade (ano)									5+
	1	2	3	4	5	6	7	8	9+	
1978	287	220	180	148	107	76	50	36	73	343
1979	294	237	170	134	106	73	50	33	70	332
1980	288	228	178	123	94	72	48	33	57	304
1981	290	226	172	129	84	63	48	32	59	285
1982	323	229	169	122	88	55	42	32	62	278
1983	324	247	169	117	79	55	33	27	43	238
1984	339	250	180	117	74	48	34	21	33	211
1985	358	259	181	123	75	45	30	22	31	203
1986	358	264	183	118	75	43	26	17	32	192
1987	360	258	176	112	66	40	23	14	24	165
1988	356	250	168	107	61	35	20	12	17	144
1989	345	250	163	103	61	32	18	10	16	138
1990	315	240	165	102	61	34	17	9	14	135
1991	305	228	158	103	61	35	19	9	15	138
1992	304	220	155	98	61	34	19	10	16	140
1993	301	216	142	95	56	34	18	10	17	136
1994	296	212	140	84	55	31	18	9	18	132
1995	295	205	131	83	48	32	17	9	17	123
1996	291	206	127	75	45	26	17	9	17	114

Tabela 62: Número médio de **machos** por classe de idade (mil indivíduos), no período 1978-96

Machos	Idade (ano)									5+
	1	2	3	4	5	6	7	8	9+	
1978	234	177	136	100	74	58	44	34	135	345
1979	246	191	139	105	77	55	44	33	134	343
1980	246	193	146	105	79	57	41	33	124	335
1981	240	192	147	108	78	58	43	31	117	327
1982	238	188	148	110	81	58	44	32	115	330
1983	243	183	144	111	81	59	43	32	108	323
1984	259	187	134	104	81	58	43	32	107	321
1985	280	199	139	95	74	58	42	31	102	307
1986	292	211	143	95	64	50	40	30	95	280
1987	285	214	145	93	60	40	33	27	82	242
1988	292	202	143	91	57	36	25	21	75	214
1989	275	206	134	91	57	36	23	16	53	184
1990	252	195	140	86	59	37	23	14	44	177
1991	265	186	133	89	54	38	24	14	47	176
1992	265	195	130	88	58	33	24	15	46	176
1993	274	197	133	83	56	37	20	16	48	177
1994	270	201	134	85	51	35	24	13	40	163
1995	271	197	134	84	54	32	23	15	41	165
1996	264	198	132	83	51	34	19	14	41	159

Tabela 63: Parâmetros das rectas de regressão (a e b) estabelecidas entre o número das fêmeas obtidos da AC e os índices de abundância em número de cada frota palangreira, durante 1978-96. A negrito, indicam-se as correlações significativas ($p < 0,05$)

Frotas	a	b	n	Anos	r^2	r	p
JP1	0,004	-0,01E-06	18	1978-95	0,01	0,115	0,649
JP2	-0,009	0,09E-06	18	1978-95	0,08	0,282	0,257
JP3	-0,030	0,37E-06	18	1978-95	0,52	0,721	0,001
JP4	-0,023	0,49E-06	18	1978-95	0,75	0,864	<0,001
JP5+	-0,004	0,41E-06	18	1978-95	0,70	0,838	<0,001
SP1	-0,089	0,85E-06	14	1983-96	0,17	0,416	0,139
SP2	0,579	-0,63E-06	14	1983-96	0,02	0,136	0,643
SP3	0,017	1,88E-06	14	1983-96	0,24	0,486	0,078
SP4	-0,240	5,89E-06	14	1983-96	0,78	0,885	<0,001
SP5+	-0,188	0,45E-06	14	1983-96	0,92	0,957	<0,001
CAN2	-2,352	1,51E-06	9	1988-96	0,35	0,588	0,096
CAN3	-1,774	1,91E-06	9	1988-96	0,66	0,813	0,008
CAN4	-1,537	2,46E-06	9	1988-96	0,79	0,888	0,001
CAN5+	-2,151	2,89E-06	9	1988-96	0,19	0,431	0,246
US1	-1,290	6,07E-06	10	1981-90	0,67	0,817	0,004
US2	-1,290	7,83E-06	10	1981-90	0,29	0,534	0,112
US3	0,313	0,68E-06	16	1981-96	0,06	0,249	0,353
US4	-8,576	3,52E-06	16	1981-96	0,53	0,730	0,001
US5	-0,267	7,49E-06	16	1981-96	0,66	0,810	<0,001
US6	0,264	1,27E-06	16	1981-96	0,86	0,929	<0,001
US7	-0,111	1,33E-06	16	1981-96	0,93	0,966	<0,001
US8	-0,035	1,82E-06	16	1981-96	0,94	0,970	<0,001
US9+	-0,090	1,19E-06	16	1981-96	0,85	0,921	<0,001
US5+	-0,269	3,05E-06	16	1981-96	0,86	0,929	<0,001

Legenda:

JP-designação da frota palangreira japonesa;

SP-designação da frota palangreira espanhola;

US-designação da frota palangreira norte-americana;

CAN-designação da frota palangreira canadiana.

Os algarismos apresentados à frente de cada designação de frota representam as classes de idade analisadas em cada relação. **a** é a ordenada na origem; **b** é o coeficiente de regressão; **n** é o número de anos analisado; r^2 é o coeficiente de determinação; **r** é o coeficiente de correlação; **p** é a significância da correlação entre as variáveis analisadas

Tabela 64: Parâmetros das rectas de regressão estabelecidas entre o número de machos obtidos da AC e os índices de abundância em número de cada frota palangreira, durante 1978-96. A negrito, indicam-se as correlações significativas ($p < 0,05$)

Frotas	a	b	n	Anos	r ²	r	p
JP1	0,006	-0,02E-06	18	1978-95	0,05	0,214	0,394
JP2	0,008	0,03E-06	18	1978-95	0,00	0,045	0,858
JP3	-0,090	0,89E-06	18	1978-95	0,37	0,607	0,008
JP4	-0,032	0,68E-06	18	1978-95	0,41	0,640	0,004
JP5+	-0,005	0,12E-06	18	1978-95	0,53	0,726	0,001
SP1	-0,496	2,52E-06	14	1983-96	0,43	0,657	0,011
SP2	-0,221	3,29E-06	14	1983-96	0,10	0,308	0,285
SP3	0,123	2,83E-06	14	1983-96	0,03	0,180	0,537
SP4	0,574	1,05E-06	14	1983-96	0,72	0,851	<0,001
SP5+	-0,022	0,89E-06	14	1983-96	0,91	0,953	<0,001
CAN2	1,279	-0,12E-06	9	1988-96	0,00	0,014	0,972
CAN3	-3,671	3,61E-06	9	1988-96	0,14	0,377	0,317
CAN4	3,872	5,41E-06	9	1988-96	0,34	0,580	0,101
CAN5+	0,419	0,81E-06	9	1988-96	0,00	0,065	0,867
US1	-1,093	6,94E-06	10	1981-90	0,81	0,901	<0,001
US2	-2,247	1,46E-06	10	1981-90	0,70	0,835	0,003
US3	0,240	0,16E-06	16	1981-96	0,03	0,184	0,496
US4	0,270	6,08E-06	16	1981-96	0,57	0,757	0,001
US5	-0,274	7,13E-06	16	1981-96	0,47	0,689	0,003
US6	-0,294	1,07E-06	16	1981-96	0,72	0,849	<0,001
US7	-0,134	8,51E-06	16	1981-96	0,57	0,756	<0,001
US8	-0,130	1,23E-06	16	1981-96	0,56	0,745	<0,001
US9+	-0,060	1,43E-06	16	1981-96	0,63	0,794	<0,001
US5+	-0,069	0,66E-06	16	1981-96	0,60	0,773	<0,001

Legenda:

JP-designação da frota palangreira japonesa;

SP-designação da frota palangreira espanhola;

US-designação da frota palangreira norte-americana;

CAN-designação da frota palangreira canadiana.

Os algarismos apresentados à frente de cada designação de frota representam as classes de idade analisadas em cada relação. a é a ordenada na origem; b é o coeficiente de regressão; n é o número de anos analisado; r² é o coeficiente de determinação; r é o coeficiente de correlação; p é a significância da correlação entre as variáveis analisadas

3.6. Estimação dos coeficientes de capturabilidade, q_{tk} , à idade t por frota k e por sexo

As Figuras 80, 81 e 82 representam, para as frotas japonesa, espanhola e norte-americana, respectivamente, os coeficientes de capturabilidade à idade, para cada sexo, em três períodos de anos, 1978-85, 1986-90 e 1991-96. A frota canadiana não foi considerada nesta análise devido à inexistência de correlações significativas com a informação resultante da AC dos machos.

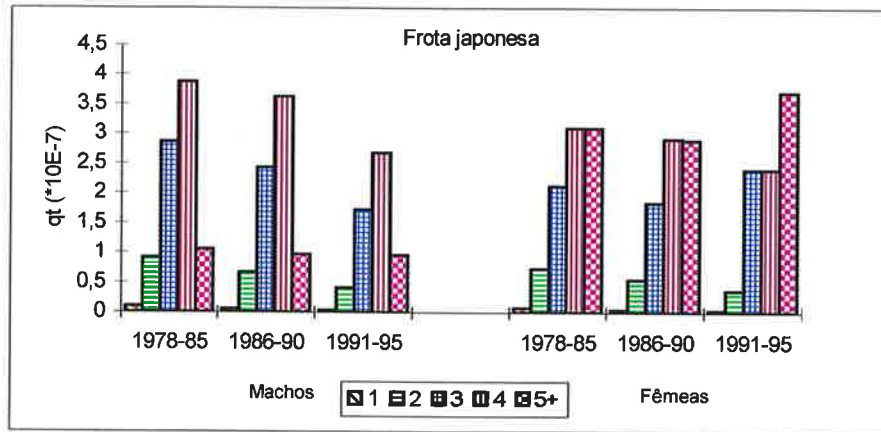


Figura 80: Coeficiente de capturabilidade por idade (1 a 5+), q_t , em cada sexo, na frota japonesa, em três períodos de anos (1978-85, 1986-90 e 1991-95)

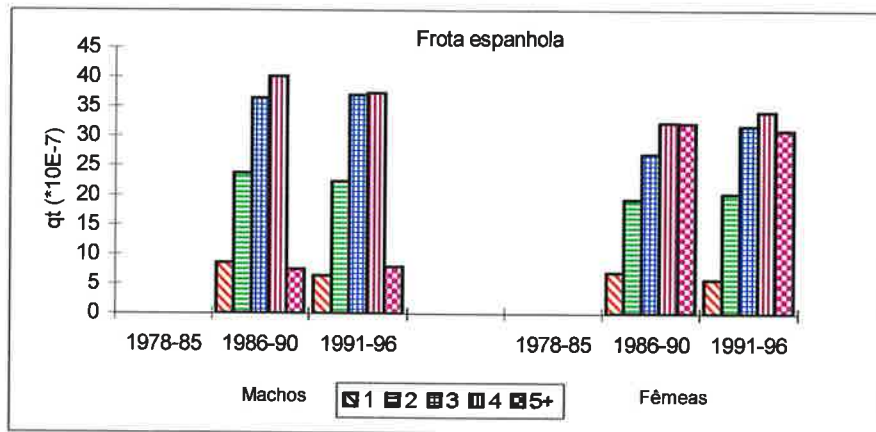


Figura 81: Coeficiente de capturabilidade por idade (1 a 5+), q_t , em cada sexo, na frota espanhola, em dois períodos de anos (1986-90 e 1991-96)

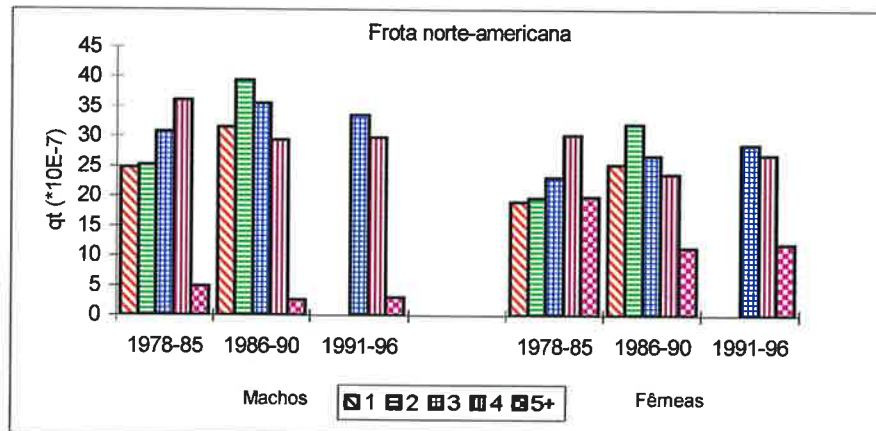


Figura 82: Coeficiente de capturabilidade por idade (1 a 5+), q_t , em cada sexo, na frota norte-americana, em três períodos de anos (1978-85, 1986-90 e 1991-96)

Na frota japonesa, em ambos os sexos, as idades 1 e 2 apresentaram coeficientes de capturabilidade, q_t , sensivelmente homogêneos, apresentando valores muito inferiores aos coeficientes calculados nas restantes idades, sendo consideravelmente reduzidos na idade 1. As diferenças entre os sexos começam a ser notórias a partir da idade 3. Nos machos, as idades 3 e 4 apresentaram em geral, valores elevados de q_t , comparativamente às fêmeas, diminuindo gradualmente ao longo dos três períodos. Esta diminuição não foi tão evidente nas fêmeas, apresentando a classe de idade 5+, valores elevados de q_t em todos os períodos. Neste sexo, o coeficiente de capturabilidade na classe de idade 5+ apresentou um aumento considerável no último período (1991-95) (Figura 80).

Na frota espanhola, porque só se dispõe de informação a partir de 1983, foram analisados os dois últimos períodos, 1986-90 e 1991-96. Nesta frota, os machos apresentaram para todas as idades, coeficientes de capturabilidade, q_t , superiores aos das fêmeas, com exceção da idade 5+. Nos machos, as idades 3 e 4 apresentaram os maiores valores de q_t . Nas idades 1, 2 e 4, os coeficientes diminuíram ligeiramente do segundo para o terceiro período, mantendo-se sensivelmente constantes nas restantes idades. Nas fêmeas, no segundo período, os grupos de idade 4 e 5+, apresentaram os coeficientes de capturabilidade mais elevados, comparativamente às restantes idades. Na passagem para o terceiro período, as idades 3 e 4 aumentaram ligeiramente a sua capturabilidade, mantendo-se esta constante nas restantes idades (Figura 81).

Na frota norte-americana, constata-se que as idades mais jovens (1 e 2) apresentam os maiores coeficientes de capturabilidade, relativamente às restantes frotas, sendo mais elevados nos machos do que nas fêmeas. Tal como na frota espanhola, os coeficientes de capturabilidade foram mais elevados nos machos do que nas fêmeas, com exceção da idade 5+. Nas classes de idade 1 e 2, em ambos os sexos, do primeiro período para o segundo, os coeficientes aumentaram, sendo este aumento consideravelmente mais acentuado nos machos. Observa-se também, em ambos os sexos, que no primeiro período, a idade 4 apresentou o maior coeficiente de capturabilidade sendo substituída pela idade 2, no segundo período. A idade 5+ manteve-se sensivelmente constante ao longo dos três períodos nos machos, mas nas fêmeas, o coeficiente de capturabilidade nesta idade, diminuiu consideravelmente do primeiro para o segundo período (Figura 82).

3.7. Matriz do número de efectivos do manancial ao início do ano

A partir do somatório das matrizes N_t obtidas para cada sexo (Tabelas 65 e 66) foi estimada a matriz do número de efectivos de cada idade no início do ano, N , durante 1978-96, para o manancial (Tabela 67).

Tabela 65: Número de indivíduos por classe de idade t ao início do ano j (N_{tj}) para as **fêmeas** de espadarte (mil indivíduos), no período 1978-96

Idade (ano)	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
1	330	328	327	325	358	369	381	401	408	416	418	402	362	349	346	347	341	339	336
2	247	267	263	256	259	283	287	298	313	311	306	301	292	271	264	263	257	256	253
3	207	196	209	198	196	200	212	216	222	221	210	203	204	195	191	181	175	171	162
4	175	157	148	152	147	144	143	151	151	148	137	132	130	131	125	124	109	110	99
5	128	126	114	102	109	101	93	94	98	90	82	81	79	79	79	75	71	64	60
6	93	89	88	76	68	70	61	58	58	55	46	44	44	46	45	46	41	42	35
7	62	62	60	58	52	43	43	38	35	31	27	25	23	25	26	25	24	23	24
8	43	41	40	38	39	33	25	27	23	18	16	14	13	12	13	13	13	13	12
9+	88	85	70	71	75	53	41	39	41	32	23	22	19	20	22	23	25	23	23

Tabela 66: Número de indivíduos por classe de idade t ao início do ano j (N_{tj}) para os **machos** de espadarte (mil indivíduos), no período 1978-96

Idade (ano)	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
1	266	273	278	267	265	276	292	319	333	331	342	322	291	301	304	317	311	310	302
2	199	215	219	218	213	209	214	228	248	255	243	247	233	218	229	233	237	236	234
3	153	159	169	168	170	166	157	162	172	179	178	165	172	161	159	165	164	168	163
4	115	119	123	125	127	129	122	114	117	118	115	113	107	111	108	105	106	107	104
5	85	87	91	90	93	95	94	88	79	76	71	71	72	67	71	70	63	68	64
6	67	64	67	67	68	70	69	69	62	52	46	45	46	47	42	46	44	41	43
7	51	50	48	49	50	50	50	49	48	40	31	28	28	29	29	26	29	28	24
8	39	38	39	36	37	38	37	37	36	33	26	20	18	18	19	20	16	19	18
9+	156	154	145	135	135	128	126	121	115	102	92	67	56	60	58	61	50	52	52

Tabela 67: Número de indivíduos por classe de idade t ao início do ano j (N_{tj}) para o manancial de espadarte (mil indivíduos), no período 1978-96

Idade (ano)	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
1	596	601	606	591	623	644	673	721	742	747	761	724	652	650	650	664	652	649	638
2	446	482	483	474	471	492	502	526	562	566	549	547	525	489	493	495	495	491	487
3	360	355	378	367	366	366	369	378	394	400	388	368	376	356	350	345	339	339	325
4	290	276	271	277	274	273	265	266	267	265	252	245	237	242	233	229	214	217	203
5	213	213	204	192	202	195	188	182	177	166	153	152	151	146	150	145	135	132	124
6	160	153	154	143	136	140	130	127	119	107	92	88	90	93	87	92	85	83	78
7	112	112	108	107	102	93	92	87	82	71	58	53	51	54	55	51	53	51	48
8	82	79	79	74	76	71	62	64	59	52	42	34	31	30	33	33	29	32	30
9+	244	239	215	206	210	181	167	160	156	134	115	89	76	80	80	84	75	75	75

Durante o período de 1978 a 1996, o número de indivíduos de idade 1 ao início do ano foi sensivelmente superior nas fêmeas do que nos machos. A partir da década de 80, os efectivos nas idades 6 a 8 anos foram superiores nos machos comparativamente às fêmeas, principalmente nas idades 7 e 8 anos (a negrito nas Tabelas 65 e 66).

O recrutamento (idade 1) entre 1978-81, oscilou em torno de um valor médio de 600 mil indivíduos, aumentando até 1988, onde atingiu o máximo de cerca de 760 mil. A partir de 1989, o recrutamento diminuiu, atingindo um valor médio de 650 mil indivíduos, no período 1990-96. Em 1996, observou-se um valor aproximado de 640 mil indivíduos. O número de indivíduos de idade 2, oscilou em 480 mil, entre 1978-84, aumentando no período 1985-90, para um valor médio de cerca de 550 mil indivíduos. No período 1991-96, atingiu um valor médio de 490 mil. Para a idade 3, o número de indivíduos aumentou até 1987, atingindo o máximo de 400 mil, decrescendo a partir deste ano, atingindo o mínimo de 325 mil, em 1996. Nas restantes idades (4 a 9+), o número de indivíduos diminuiu ao longo de todo o período de anos em análise (Tabela 67).

3.8. Matriz dos coeficientes de mortalidade por pesca por idade, por sexo e total

As Tabelas 68 e 69 apresentam, para fêmeas e machos, respectivamente, a matriz dos coeficientes de mortalidade por pesca, F , para o período 1978-96.

Tabela 68: Coeficientes de mortalidade por pesca à idade F_{ij} (ano⁻¹), estimados pela AC para as fêmeas, no período 1978-96

Idade	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
1	0,01	0,02	0,05	0,03	0,03	0,05	0,04	0,05	0,07	0,11	0,13	0,12	0,09	0,08	0,08	0,10	0,09	0,09	0,09
2	0,03	0,05	0,08	0,07	0,06	0,09	0,09	0,09	0,15	0,19	0,21	0,19	0,20	0,15	0,18	0,21	0,21	0,26	0,22
3	0,08	0,08	0,12	0,10	0,11	0,14	0,14	0,16	0,21	0,28	0,27	0,25	0,24	0,25	0,23	0,31	0,26	0,34	0,32
4	0,13	0,12	0,18	0,14	0,18	0,23	0,21	0,24	0,32	0,39	0,32	0,32	0,30	0,31	0,31	0,35	0,33	0,40	0,40
5	0,16	0,16	0,20	0,20	0,24	0,3	0,27	0,29	0,37	0,47	0,44	0,40	0,34	0,36	0,34	0,40	0,33	0,40	0,43
6	0,21	0,19	0,21	0,19	0,26	0,3	0,28	0,32	0,42	0,50	0,40	0,42	0,38	0,38	0,39	0,43	0,39	0,38	0,43
7	0,22	0,23	0,25	0,19	0,24	0,32	0,25	0,31	0,44	0,49	0,48	0,49	0,45	0,43	0,45	0,47	0,45	0,47	0,47
8	0,19	0,22	0,23	0,19	0,22	0,23	0,22	0,25	0,34	0,42	0,45	0,49	0,45	0,45	0,44	0,44	0,45	0,45	0,43
9+	0,19	0,22	0,23	0,19	0,22	0,23	0,22	0,25	0,34	0,42	0,45	0,49	0,45	0,45	0,44	0,44	0,45	0,45	0,43
$\bar{F}(4-8)$	0,18	0,19	0,21	0,18	0,23	0,28	0,25	0,28	0,38	0,45	0,42	0,43	0,38	0,38	0,39	0,42	0,39	0,42	0,43

Nota: A negrito salientam-se as classes de idade onde foram estimados os valores mais altos do coeficiente de mortalidade por pesca

Nas fêmeas, ao longo do período em análise, o coeficiente de mortalidade por pesca nas idades 4 a 8 anos aumentou, atingindo o máximo em 1987, com um valor

médio de 0,45 ano⁻¹. Entre 1978 e 1985, o coeficiente de mortalidade por pesca atingiu valores entre 0,18 e 0,28 ano⁻¹. Entre 1986 e 1996, o coeficiente de mortalidade por pesca atingiu valores entre 0,38 e 0,45 ano⁻¹. As idades mais capturadas ao longo do período em análise, situaram-se entre as classes de idade 5 a 8 anos (Tabela 68).

Tabela 69: Coeficientes de mortalidade por pesca à idade F_{ij} (ano⁻¹), estimados pela AC para os machos, no período 1978-96

Idade	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
1	0,01	0,02	0,04	0,03	0,04	0,05	0,05	0,05	0,07	0,11	0,13	0,12	0,09	0,07	0,07	0,09	0,08	0,08	0,08
2	0,03	0,04	0,06	0,05	0,05	0,09	0,08	0,08	0,13	0,16	0,18	0,16	0,17	0,12	0,13	0,15	0,14	0,17	0,15
3	0,05	0,06	0,10	0,08	0,07	0,10	0,12	0,13	0,18	0,24	0,25	0,23	0,24	0,20	0,22	0,24	0,23	0,28	0,24
4	0,08	0,07	0,11	0,09	0,10	0,12	0,14	0,17	0,23	0,30	0,28	0,25	0,27	0,25	0,23	0,30	0,24	0,31	0,28
5	0,08	0,07	0,10	0,08	0,09	0,12	0,12	0,15	0,22	0,31	0,26	0,24	0,22	0,27	0,23	0,27	0,24	0,26	0,26
6	0,09	0,09	0,12	0,09	0,11	0,14	0,13	0,16	0,23	0,32	0,29	0,28	0,26	0,27	0,29	0,28	0,25	0,34	0,29
7	0,09	0,06	0,09	0,07	0,09	0,10	0,10	0,12	0,16	0,23	0,23	0,24	0,22	0,21	0,20	0,27	0,19	0,24	0,24
8	0,10	0,09	0,11	0,10	0,12	0,15	0,13	0,14	0,19	0,24	0,23	0,30	0,30	0,30	0,30	0,31	0,30	0,31	0,30
9+	0,10	0,09	0,11	0,10	0,12	0,15	0,13	0,14	0,19	0,24	0,23	0,30	0,30	0,30	0,30	0,31	0,30	0,31	0,30
$\bar{F}(4-8)$	0,09	0,08	0,11	0,09	0,10	0,13	0,12	0,15	0,21	0,28	0,26	0,26	0,25	0,26	0,25	0,29	0,25	0,29	0,27

Nota: A negrito salientam-se as classes de idade onde foram estimados os valores mais altos do coeficiente de mortalidade por pesca

Nos machos, no período 1978-85, o coeficiente de mortalidade por pesca atingiu valores médios entre 0,08 e 0,15 ano⁻¹, aumentando para cerca de 0,3 ano⁻¹, no período 1987-96. Até 1985, os F_t mantiveram-se sensivelmente constantes, cerca de 0,1 ano⁻¹, salvo algumas exceções. A partir deste ano, as classes de idade mais capturadas situaram-se entre os 3 e os 8 anos (Tabela 69).

A Tabela 70 apresenta a matriz F para o manancial de espadarte, durante o período 1978-96.

Tabela 70: Coeficientes de mortalidade por pesca à idade F_{ij} (ano⁻¹), estimados para o manancial de espadarte, no período 1978-96

Idade (ano)	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
1	0,01	0,02	0,04	0,03	0,04	0,05	0,05	0,05	0,07	0,11	0,13	0,12	0,09	0,08	0,07	0,09	0,08	0,09	0,08
2	0,03	0,04	0,07	0,06	0,05	0,09	0,08	0,09	0,14	0,18	0,20	0,18	0,19	0,13	0,16	0,18	0,18	0,21	0,18
3	0,07	0,07	0,11	0,09	0,09	0,12	0,13	0,15	0,20	0,26	0,26	0,24	0,24	0,23	0,22	0,28	0,25	0,31	0,28
4	0,11	0,10	0,15	0,12	0,14	0,18	0,18	0,21	0,28	0,35	0,30	0,29	0,28	0,28	0,27	0,33	0,29	0,36	0,33
5	0,13	0,12	0,15	0,14	0,17	0,21	0,19	0,22	0,30	0,39	0,35	0,33	0,28	0,32	0,29	0,33	0,28	0,33	0,33
6	0,16	0,15	0,17	0,14	0,18	0,22	0,20	0,23	0,32	0,41	0,35	0,35	0,32	0,32	0,34	0,36	0,32	0,36	0,35
7	0,16	0,15	0,17	0,14	0,16	0,20	0,16	0,19	0,27	0,33	0,34	0,35	0,32	0,30	0,31	0,36	0,30	0,33	0,35
8	0,14	0,16	0,17	0,14	0,17	0,18	0,16	0,18	0,25	0,30	0,30	0,38	0,36	0,35	0,35	0,36	0,36	0,36	0,35
9+	0,13	0,14	0,15	0,13	0,16	0,17	0,15	0,17	0,23	0,28	0,27	0,35	0,34	0,33	0,33	0,34	0,35	0,35	0,34
$\bar{F}(4-8)$	0,14	0,14	0,16	0,14	0,17	0,20	0,18	0,21	0,28	0,36	0,33	0,34	0,31	0,32	0,31	0,35	0,31	0,35	0,34

Nota: A negrito salientam-se as classes de idade onde foram estimados os valores mais altos do coeficiente de mortalidade por pesca

Para o manancial de espadarte, durante o primeiro período (1978-85), as idades mais avançadas parecem ser as mais capturadas, verificando-se uma deslocação da pesca para as idades mais jovens no período subsequente. Em 1987 e para todas as classes de idade verificou-se um aumento brusco da mortalidade por pesca.

Analisou-se a evolução dos coeficientes de mortalidade por pesca, em cada idade, nos três períodos de anos considerados (1978-85, 1986-90 e 1991-96), resultantes da média dos valores anuais encontrados para cada idade no manancial (Figura 83).

Do primeiro período (1978-85) para o segundo (1986-90), verificou-se um aumento bastante acentuado dos coeficientes de mortalidade por pesca, em todas as idades. Do segundo período para o terceiro (1991-96), a variação dos \bar{F}_t é quase nula. De uma maneira geral, os \bar{F}_t parecem aumentar até à idade 6, diminuindo a partir desta idade, aproximando-se a uma curva em forma de sino (Figura 83).

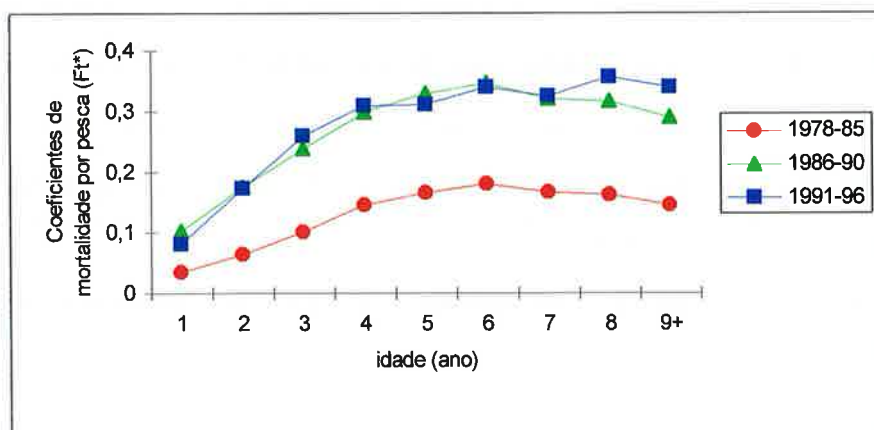


Figura 86: Evolução da média dos coeficientes de mortalidade por pesca, \bar{F}_t , em cada idade, nos três períodos considerados (1978-85, 1986-90 e 1991-96)

3.9. Nível de pesca anual e padrão relativo de exploração em cada idade

A Tabela 71 apresenta os níveis de pesca anuais, F_j , calculados a partir da média dos F_{tj} das classes de idade 4 a 8, para o manancial de espadarte.

Entre 1978-82, o nível de pesca foi aproximadamente igual a $0,1 \text{ ano}^{-1}$, aumentando no período 1983-86, para cerca de $0,2 \text{ ano}^{-1}$. A partir de 1986, o nível de pesca manteve-se com um valor médio de $0,327 \text{ ano}^{-1}$.

Tabela 71: Vector anual do nível de pesca, F_j , obtidos da AC, no período 1978-96

Ano	F_j
1978	0,140
1979	0,135
1980	0,163
1981	0,135
1982	0,165
1983	0,197
1984	0,179
1985	0,208
1986	0,282
1987	0,357
1988	0,330
1989	0,337
1990	0,311
1991	0,316
1992	0,312
1993	0,348
1994	0,311
1995	0,348
1996	0,343

A Tabela 72 apresenta a matriz dos padrões relativos de exploração à idade (s_{ij}), para o manancial, ao longo do período 1978-96.

Tabela 72: Padrão relativo de exploração anual (s_{ij}), estimado para o manancial de espadarte, no período 1978-96

Idade (ano)	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
1	0,1	0,1	0,6	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3
2	0,2	0,3	0,5	0,4	0,3	0,5	0,5	0,4	0,5	0,5	0,6	0,5	0,6	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,5
3	0,5	0,5	0,7	0,7	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,7	0,8	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	0,8
4	0,8	0,7	0,9	0,9	0,9	0,9	<i>1,0</i>	<i>1,0</i>	<i>1,0</i>	<i>1,0</i>	<i>1,0</i>	0,9	0,9	0,9	0,9	<i>1,0</i>	0,9	<i>1,0</i>	<i>1,0</i>
5	<i>1,0</i>	0,9	<i>1,0</i>	<i>1,0</i>	<i>1,0</i>	<i>1,0</i>	<i>1,0</i>	<i>1,0</i>	<i>1,0</i>	<i>1,0</i>	<i>1,0</i>	<i>1,0</i>	0,9	<i>1,0</i>	0,9	<i>1,0</i>	0,9	0,9	<i>1,0</i>
6	<i>1,0</i>	<i>1,0</i>	<i>1,0</i>	<i>1,0</i>	<i>1,0</i>	<i>1,0</i>	<i>1,0</i>	<i>1,0</i>	<i>1,0</i>	<i>1,0</i>	<i>1,0</i>	<i>1,0</i>	<i>1,0</i>	<i>1,0</i>	<i>1,0</i>	<i>1,0</i>	<i>1,0</i>	<i>1,0</i>	<i>1,0</i>
7	<i>1,0</i>	<i>1,0</i>	<i>1,0</i>	<i>1,0</i>	<i>1,0</i>	<i>1,0</i>	0,9	<i>1,0</i>	<i>1,0</i>	<i>1,0</i>	<i>1,0</i>	<i>1,0</i>	<i>1,0</i>	<i>1,0</i>	<i>1,0</i>	<i>1,0</i>	<i>1,0</i>	<i>1,0</i>	<i>1,0</i>
8	<i>1,0</i>	<i>1,0</i>	<i>1,0</i>	<i>1,0</i>	<i>1,0</i>	<i>1,0</i>	0,9	0,9	0,9	0,9	<i>1,0</i>	<i>1,0</i>	<i>1,0</i>	<i>1,0</i>	<i>1,0</i>	<i>1,0</i>	<i>1,0</i>	<i>1,0</i>	<i>1,0</i>
9+	0,9	<i>1,0</i>	0,9	<i>1,0</i>	<i>1,0</i>	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	<i>1,0</i>	<i>1,0</i>	<i>1,0</i>	<i>1,0</i>	<i>1,0</i>	<i>1,0</i>	<i>1,0</i>	<i>1,0</i>

Nota: Em itálico, indica o padrão relativo de exploração igual a 1.

Até 1983, a primeira idade completamente recrutada para a pesca, foi a idade 5, passando para a idade 4, nos anos seguintes, apesar de se ter observado variações anuais na primeira idade completamente recrutada.

Analisou-se a evolução dos padrões relativos de exploração em cada idade, nos três períodos de anos considerados (1978-85, 1986-90 e 1991-96), resultantes da média dos valores anuais encontrados para cada idade (Figura 84).

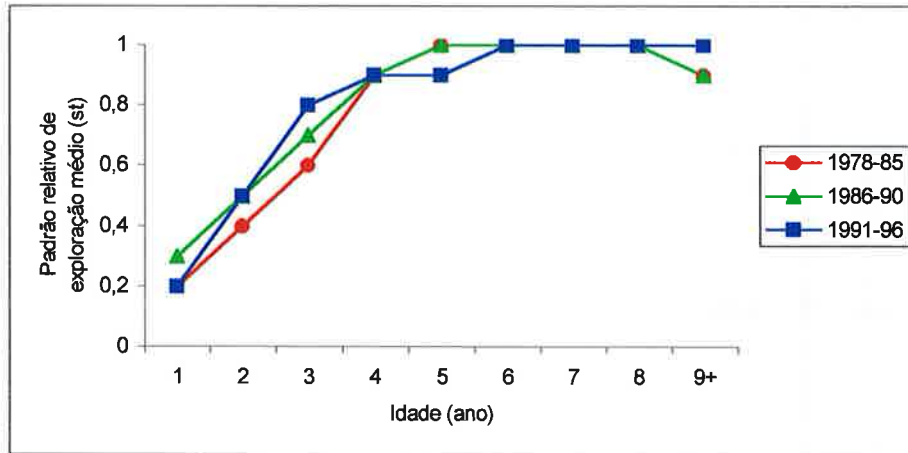


Figura 84: Evolução do padrão relativo de exploração médio de cada idade, (\bar{s}_t), nos três períodos considerados (1978-85, 1986-90 e 1991-96)

Para as três primeiras idades (1 a 3), verificou-se um aumento no padrão relativo de exploração médio (\bar{s}_t), do primeiro para o segundo período, mantendo-se sensivelmente constante a partir da idade 4. A passagem do segundo para o terceiro período, o padrão relativo de exploração médio diminuiu na idade 1, aumentou na idade 3, mantendo-se sensivelmente constante a partir da idade 4. O valor médio do padrão relativo de exploração, a partir da idade 5, aproxima-se de 1.

3.10. Relação entre F_j e esforço de pesca total, em número de anzóis

A Tabela 73 apresenta o esforço de pesca total, em número de anzóis, exercido durante 1978 a 1995.

A Figura 85 representa a relação existente entre o nível de pesca obtido pela AC e o esforço de pesca total anual, no período 1978-95.

O nível de pesca anual obtido pela AC, apresentou uma correlação linear significativa ($r=0,96$, $p<0,001$, $n=18$) com o esforço de pesca total anual, no período 1978-95.

Tabela 73: Esforço de pesca total (f_j), em milhões de anzóis, exercido durante 1978-95

Ano	F_j
1978	25
1979	49
1980	43
1981	50
1982	52
1983	70
1984	63
1985	76
1986	104
1987	132
1988	134
1989	124
1990	110
1991	105
1992	121
1993	145
1994	154
1995	149

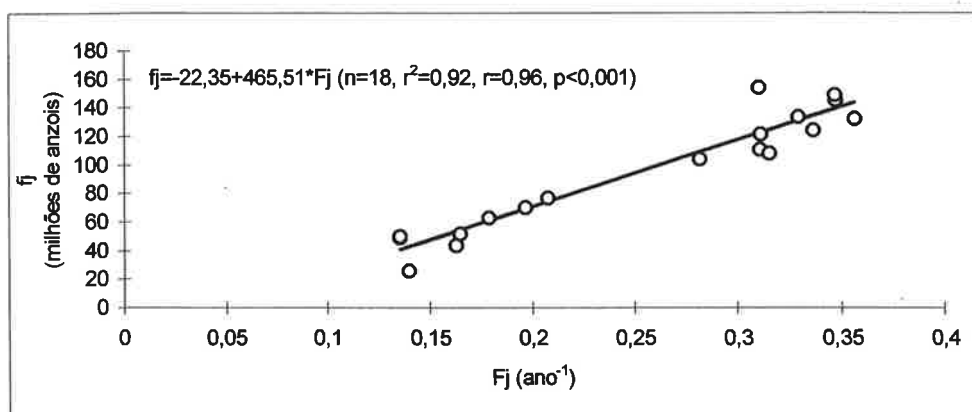


Figura 85: Relação entre o nível de pesca (F_j) e o esforço de pesca total (em número de anzóis), no período 1978-95

3.11. Biomassa média e desovante

A estimação da biomassa média em cada idade, \bar{B}_t , para o manancial de espadarte foi efectuada a partir da soma das biomassas médias de cada idade e sexo, ao longo do período de anos em análise.

A Tabela 74 apresenta a matriz da biomassa média, \bar{B}_t , por idades e anos, durante 1978-96. É também apresentada a biomassa média desovante (\bar{B}_{5+}). A Figura 86 representa a evolução anual da biomassa média, total e desovante, resultante da informação proveniente da AC, durante 1978-96.

Tabela 74: Biomassa média à idade (\bar{B}_i) estimada para o manancial de espadarte, no período 1978-96 e biomassa média total anual (\bar{B}_{total}) e biomassa média anual no grupo 5+ (\bar{B}_{5+}), em mil toneladas.

Idade (ano)	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
1	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9	8	8	8	8	8	8	8
2	10	11	10	10	10	11	11	11	12	12	11	11	11	10	10	10	10	10	10
3	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	11	11	11	11	11	10	10	10	9
4	13	12	11	12	12	11	11	11	11	10	10	10	9	10	9	9	8	8	8
5	12	12	11	10	11	10	10	9	9	8	7	7	8	7	7	7	7	6	6
6	11	10	10	9	9	9	8	8	7	6	5	5	5	5	5	5	5	5	4
7	9	9	8	8	8	7	7	6	5	5	4	4	3	4	4	3	4	3	3
8	7	7	7	6	6	6	5	5	4	4	3	2	2	2	2	2	2	2	2
9+	25	24	21	21	21	17	15	14	14	11	9	7	6	7	7	7	7	7	7
\bar{B}_{total}	105	104	99	97	96	90	87	86	84	77	71	67	65	64	64	63	61	59	58
\bar{B}_{5+}	63	62	57	55	54	48	44	43	40	34	29	26	25	25	26	25	24	23	22

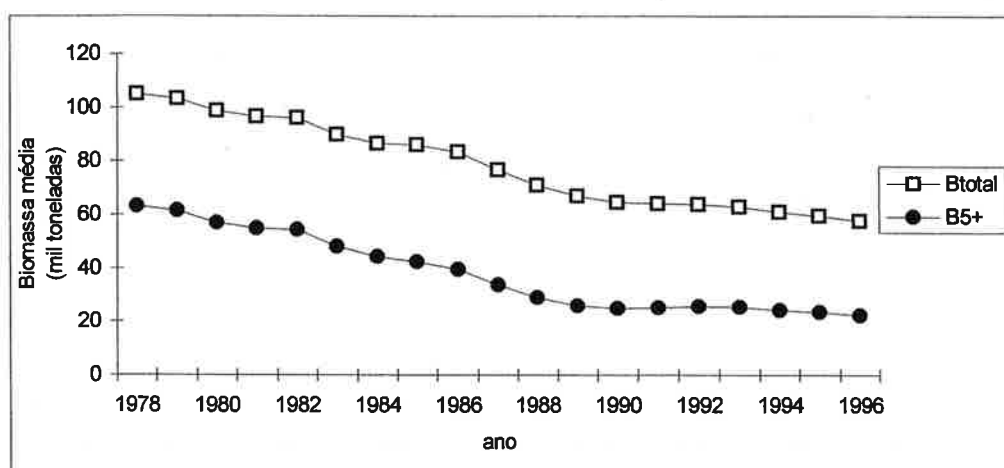


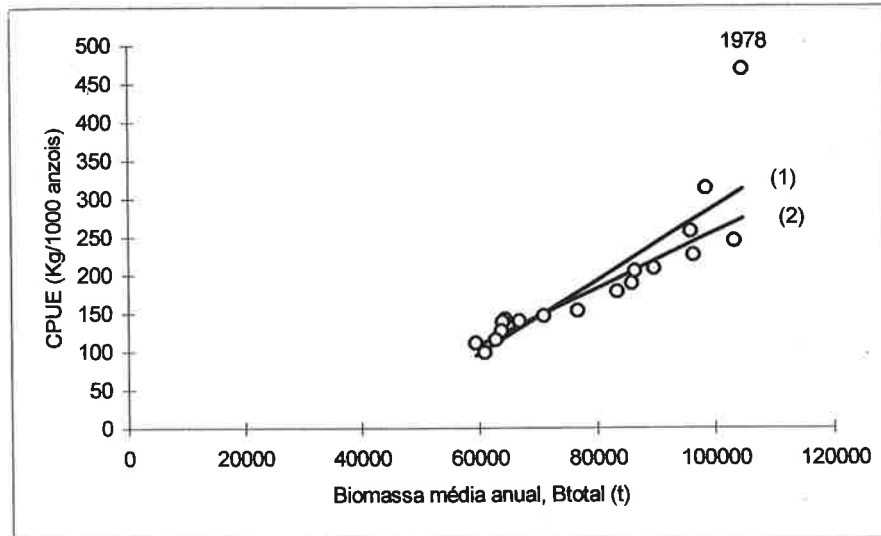
Figura 86: Evolução da biomassa média total (\bar{B}_{total}) e da biomassa média desovante (\bar{B}_{5+}), durante 1978-96

Para ambas as curvas, a tendência da biomassa média, total e desovante, foi decrescente ao longo dos anos, apresentando o máximo em 1978 (105 mil e 66 mil toneladas, \bar{B}_{total} e \bar{B}_{5+} , respectivamente) e o mínimo em 1996 (58 mil e 22 mil toneladas, \bar{B}_{total} e \bar{B}_{5+} , respectivamente), onde $\bar{B}_{total_{96}}=0,55* \bar{B}_{total_{78}}$ e $\bar{B}_{5+_{96}}=0,35* \bar{B}_{5+_{78}}$.

Entre 1990 e 1996, a biomassa média total diminuiu cerca de 7 mil toneladas, descida mais acentuada que a biomassa média da idade 5+, de cerca de 2 mil toneladas.

3.11.1. Relação entre a captura em peso por unidade de esforço anual e a biomassa média total anual

A CPUE em peso anual (kg/1000 anzóis) no período 1978-95, apresentou uma correlação significativa ($n=18$, $r^2=0,733$, $p<0,001$) com a biomassa média total anual (Figura 87, relação 1). Com a supressão do primeiro ano de dados, *i.e.*, 1978, o coeficiente de determinação aumentou ($n=17$, $r^2=0,881$), diminuindo o declive da recta de regressão (Figura 87, relação 2).



$$\text{CPUE (1)} = -189,89 + 4,79\text{E-}03 \cdot \text{Btotal} \quad (n=18, r^2=0,733, r=0,856, p<0,001)$$

$$\text{CPUE (2)} = -110,56 + 3,66\text{E-}03 \cdot \text{Btotal} \quad (n=17, r^2=0,881, r=0,939, p<0,001)$$

Figura 87: Relação entre a CPUE em peso (Kg/1000 anzóis) e a biomassa média total (\bar{B}_{total}) obtida da AC, no período 1978-95

3.12. Relação Manancial-Recrutamento (S-R)

A Figura 88 representa a relação entre o logaritmo da razão (R/\bar{B}_{5+}) e \bar{B}_{5+} , no período de 1978-96.

A relação estabelecida entre o logaritmo da razão (R/\bar{B}_{5+}) e a biomassa desovante (\bar{B}_{5+}) foi linear e a correlação significativa ($n=18$, $r=0,995$, $p<0,001$), durante o período 1978-96. Os valores obtidos de α e K foram, respectivamente, 0,05281 e 36557 t, usados como valores iniciais no método não-linear de estimação das constantes da relação manancial-recrutamento. A estimação não-linear das constantes do modelo S-R de Ricker resultou em valores de $\alpha=0,05290$ e de $K=36585$ t ($r^2=0,748$, $r=0,865$ e $p<0,001$) (Figura 89).

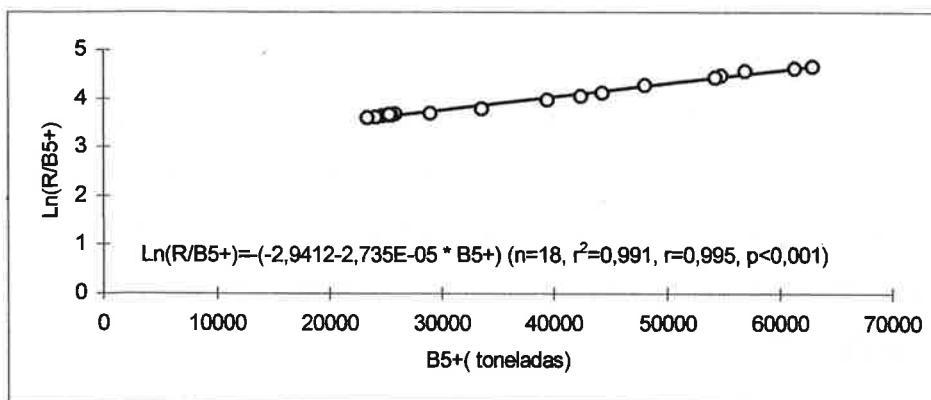


Figura 88: Recta de regressão do modelo linear da curva de Ricker, durante 1978-96

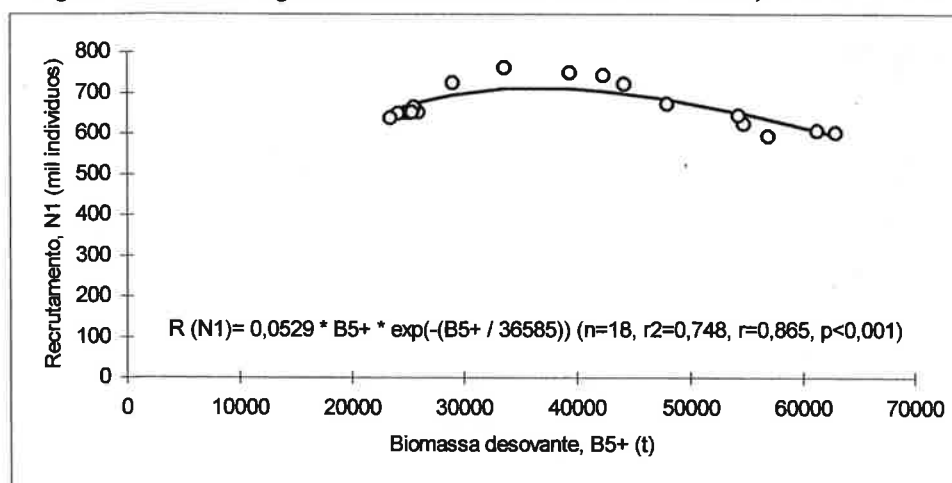


Figura 89: Relação S-R entre a biomassa desovante (\bar{B}_{5+}) no período 1978-95 e o número de indivíduos de idade 1 proveniente da AC, no período 1979-96

3.13. Projecção do manancial a LP

As Tabelas 75 e 76 apresentam, para fêmeas e machos, respectivamente, os resultados do método SVPA (1994-96).

Tabela 75: Resultados do método SVPA para as fêmeas, durante 1994-96

Idade (ano)	Ft1994	Ft1995	Ft1996	Stott	Fsept94	Fsept95	Fsept96	q1994	q1995	q1996
1	0,088	0,093	0,090	0,271	0,085	0,093	0,093	0,97	1,00	1,03
2	0,209	0,256	0,220	0,685	0,215	0,236	0,234	1,03	0,92	1,06
3	0,261	0,344	0,315	0,920	0,289	0,317	0,314	1,11	0,92	1,00
4	0,330	0,401	0,400	1,131	0,355	0,388	0,386	1,08	0,97	0,97
5	0,325	0,397	0,426	1,148	0,360	0,396	0,392	1,11	1,00	0,92
6	0,390	0,380	0,432	1,202	0,377	0,414	0,411	0,97	1,09	0,95
7	0,451	0,470	0,470	1,391	0,437	0,479	0,475	0,97	1,02	1,01
8	0,449	0,450	0,430	1,329	0,417	0,458	0,454	0,93	1,02	1,06
9+	0,449	0,450	0,430	1,329	0,417	0,458	0,454	0,93	1,02	1,06
Ftotj	2,952	3,241	3,213	9,406						

Legenda: q=quociente (Fseptj/Ftj)

Tabela 76: Resultados do método SVPA para os machos, durante 1994-96

Idade (ano)	Ft1994	Ft1995	Ft1996	Stott	Fsept94	Fsept95	Fsept96	q1994	q1995	q1996
1	0,077	0,081	0,078	0,236	0,073	0,085	0,078	0,95	1,04	1,01
2	0,143	0,169	0,148	0,460	0,142	0,165	0,153	0,99	0,98	1,03
3	0,231	0,280	0,242	0,753	0,233	0,270	0,250	1,01	0,96	1,03
4	0,244	0,311	0,275	0,830	0,257	0,298	0,276	1,05	0,96	1,00
5	0,235	0,264	0,255	0,754	0,233	0,270	0,251	0,99	1,02	0,98
6	0,254	0,336	0,288	0,878	0,271	0,315	0,292	1,07	0,94	1,01
7	0,190	0,236	0,239	0,665	0,206	0,238	0,221	1,08	1,01	0,92
8	0,302	0,309	0,301	0,912	0,282	0,327	0,303	0,93	1,06	1,01
9+	0,302	0,309	0,301	0,912	0,282	0,327	0,303	0,93	1,06	1,01
Ftotj	1,978	2,295	2,127	6,400						

Legenda: q=quociente (Fseptj/Ftj)

Para cada um dos sexos, os valores dos quocientes F_{septj}/F_{tj} foram aproximadamente iguais a 1, indicando que é aceitável adoptar um padrão relativo de exploração fixo para o período 1994-96.

A Tabela 77 apresenta para cada componente sexual, o vector de selectividade relativa à idade 4 (s_{ref4}), usado na projecção de cada componente sexual a LP.

Tabela 77: Vector de selectividade relativa na idade 4, para cada componente sexual, durante 1994-96

Idade	Fêmeas	Machos
1	0,24	0,28
2	0,61	0,55
3	0,81	0,91
4	1,00	1,00
5	1,00	1,00
6	1,00	1,00
7	1,00	1,00
8	1,00	1,00
9+	1,00	1,00

A Figura 90 representa as curvas da captura em peso, da biomassa média total e desovante, por recruta, em relação ao nível de pesca (Anexo 7.8).

A curva da captura em peso por recruta (YPR) estimada é do tipo assintótico, tornando-se pouco precisa a determinação da captura máxima por recruta. No entanto, esta foi encontrada ao nível de pesca, F_{max} de $0,373 \text{ ano}^{-1}$. Os níveis de pesca correspondente à captura máxima por recruta de cada componente sexual, foram

estimados como $0,303 \text{ ano}^{-1}$ para as fêmeas e $0,566 \text{ ano}^{-1}$ para os machos, a que corresponderam Y/R_{MAX} de $25,6 \text{ kg/R}$ e de $18,0 \text{ kg/R}$, para fêmeas e machos, respectivamente.

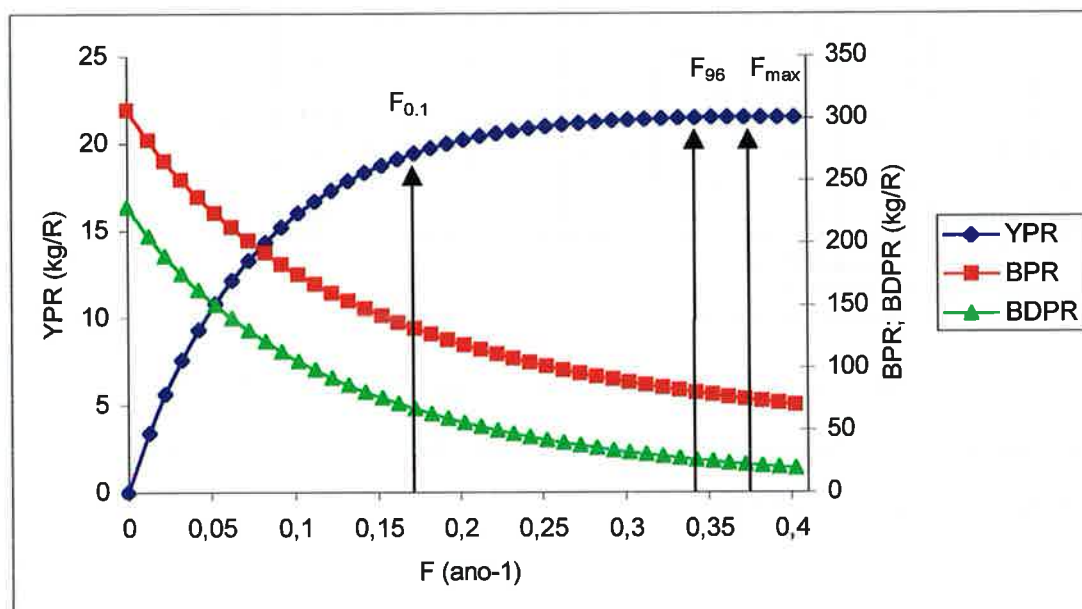


Figura 90: Curva de produção por recruta (YPR), da biomassa média total por recruta (BPR) e da biomassa média desovante por recruta (BDPR)

A captura por recruta ao nível de pesca actual ($F_{96}=0,343 \text{ ano}^{-1}$) foi cerca de $21,5 \text{ kg/R}$. A biomassa desovante por recruta foi cerca de $26,4 \text{ kg/R}$, equivalente a $11,5\%$ da biomassa desovante por recruta em $F=0$.

O nível de pesca $F_{0,1}$ foi estimado como $0,173 \text{ ano}^{-1}$ (Anexo 7.9), a que correspondeu uma captura por recruta de cerca de $19,5 \text{ kg/R}$ e uma biomassa desovante de cerca de 67 kg/R , 29% da $BDPR_{F=0}$.

F_{low} , F_{med} e F_{high} foram estimados nos níveis de pesca $0,113 \text{ ano}^{-1}$, $0,228 \text{ ano}^{-1}$ e $0,273 \text{ ano}^{-1}$, respectivamente. $F_{30\text{spr}}$ e $F_{20\text{spr}}$ foram estimados nos níveis de pesca $0,167 \text{ ano}^{-1}$ e $0,243 \text{ ano}^{-1}$, respectivamente. A menor biomassa média desovante observada (BD_{loss}) apresentou um valor de $22,3$ mil toneladas, a que correspondeu um recrutamento de 642 mil indivíduos. O quociente S/R estimado apresentou um valor de $34,8 \text{ kg/R}$, a que correspondeu um nível de pesca (F_{loss}) igual a $0,289 \text{ ano}^{-1}$. MBAL apresentou um valor de 29 mil toneladas, a que correspondeu um nível de pesca de $0,255 \text{ ano}^{-1}$.

A Figura 91 representa as curvas da captura, da biomassa, total e desovante, a LP, adoptando a relação S-R de Ricker (Anexo 7.10).

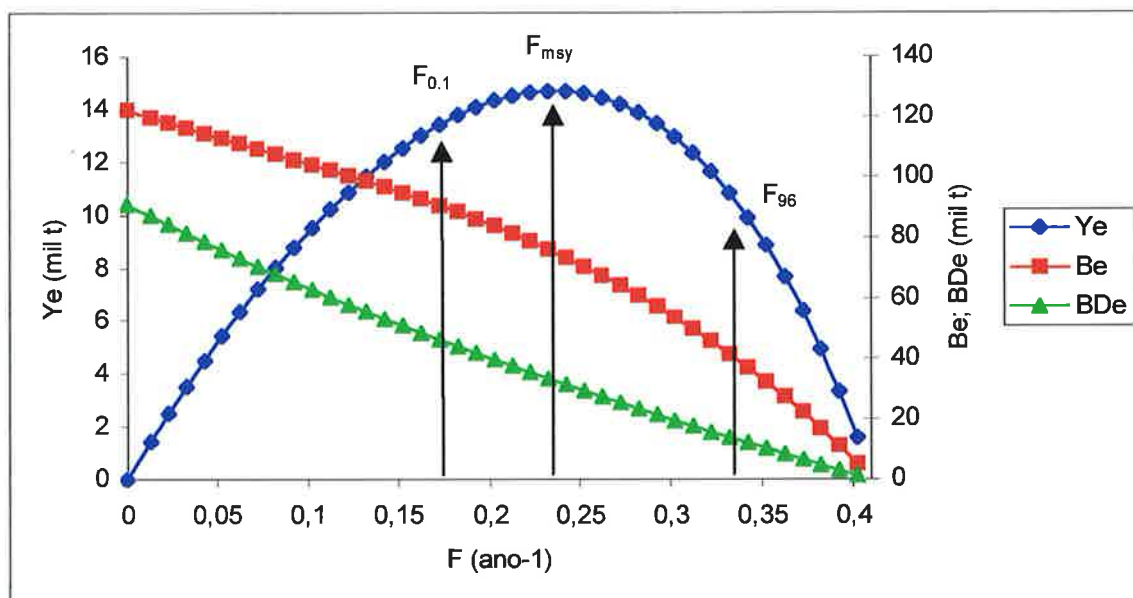


Figura 91: Curva da captura (Ye), biomassa média total (Be) e da biomassa média desovante (BDe), a LP

A captura máxima de equilíbrio, Y_{MSY} , foi cerca de 15 mil toneladas, a que correspondeu um nível de pesca, F_{msy} , de $0,233 \text{ ano}^{-1}$. As biomassas, total e desovante, foram iguais a 76 mil t e 34 mil t respectivamente, o que corresponde a 21 e 37% das biomassas virgens respectivas. F_{crash} correspondeu a um nível de pesca de $0,411 \text{ ano}^{-1}$.

3.13.1. Pontos de referência biológica

A Tabela 78 apresenta, os valores de F, Ye, BDe e %BDPR e %BDe relativamente às respectivas biomassas virgens, para cada um dos pontos de referência biológica.

Os pontos de referência biológica com %BDPR entre 20-40% e %BD entre 50-70% são de acordo com Cadima & Azevedo (1999), níveis de pesca aceitáveis que garantem a sustentabilidade do recurso. De acordo com a Tabela 78, F_{low} , F_{30spr} e $F_{0,1}$ podem-se considerar dentro dos limites estabelecidos. Os pontos F_{med} , F_{msy} e F_{20spr}

apresentam percentagens muito próximas desses limites. Os restantes pontos ficam aquém dos limites de segurança apresentados.

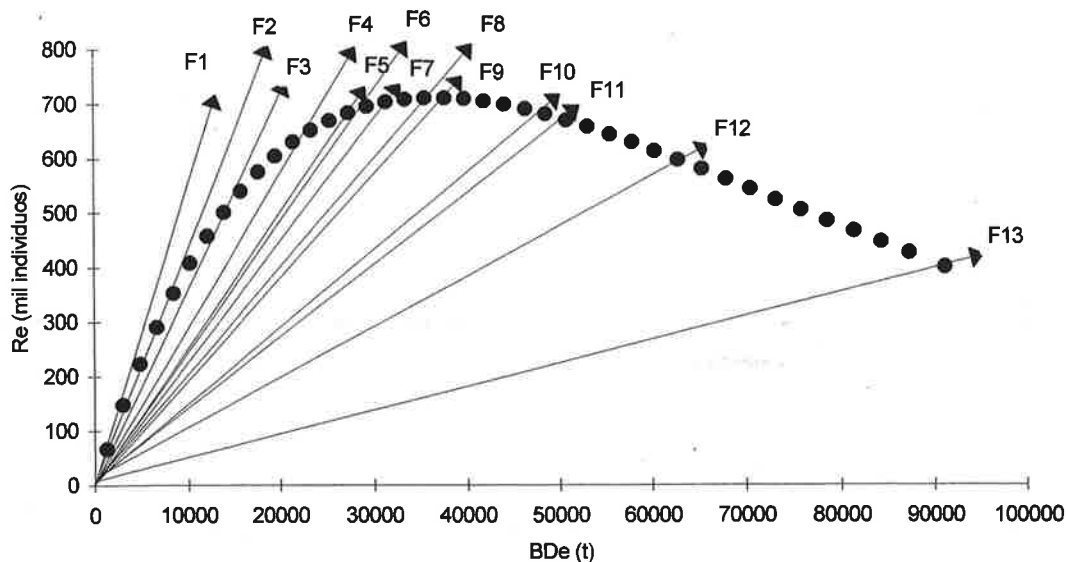
Do primeiro grupo de pontos (F_{low} , F_{30spr} e $F_{0.1}$), aquele que apresentou a captura mais elevada no equilíbrio foi $F_{0.1}$ ($F=0,173 \text{ ano}^{-1}$, $Ye=13,4$ mil toneladas, $BDe=42$ mil toneladas, $\%BDPR=29\%$ e $\%BDe=51\%$). Isto sugere que $F_{0.1}$ poderá ser um ponto-alvo de referência biológica para a gestão. Segundo o Princípio da Precaução (FAO, 1995), poder-se-á seleccionar um ponto entre $\%BDPR$ de 20% e $\%BD$ de 38%, encontrando-se dentro deste intervalo, os pontos de referência biológica F_{med} , F_{msy} e F_{20spr} . F_{med} é o ponto que apresenta a maior BDe esperada, superior à menor biomassa média desovante observada ($BD_{loss}=22$ mil toneladas), e a captura esperada é cerca de 99,9% da captura máxima a LP (Y_{MSY}). Assim, poder-se-á seleccionar F_{med} como o ponto de referência de precaução (F_{pa})

De acordo com estes cálculos, F_{96} ($0,343 \text{ ano}^{-1}$) apresenta-se como um nível de pesca elevado, atendendo a que BD correspondente, assim como BDPR, são cerca de 13 e 12%, das respectivas biomassas virgens. Esta situação poderá ter eventualmente, consequências sérias na capacidade de reprodução do manancial, podendo reflectir-se numa situação de sobrepesca de recrutamento. Curiosamente, F_{max} ($F=0,373 \text{ ano}^{-1}$) apresenta uma situação ainda mais drástica, o que se pode atribuir à forma assintótica da curva YPR.

Tabela 78: Resumo da análise por recruta e LP para os vários pontos de referência biológica (RP) e nível de pesca actual (F_{96})

RP	F (ano-1)	Ye (mil t)	%MSY	BDe (mil t)	%BDPR	%BDe
F=0	0	0		91,1	100	100
Flow	0,113	10,2	69,6	60,5	43,1	66,3
F30spr	0,167	13,2	89,7	47,7	30,5	52,3
F0.1	0,173	13,4	91,3	46,4	29,0	51,0
Fmed	0,228	14,7	99,9	34,5	21,2	37,9
Fmsy	0,233	14,7	100	33,5	20,6	36,7
F20spr	0,243	14,7	99,9	31,5	19,5	34,5
FMBAL	0,255	14,6	99,2	29,0	18,3	31,8
Fhigh	0,273	14,2	96,6	25,4	16,6	27,9
Floss	0,289	13,7	92,8	22,3	15,2	24,5
F96	0,343	9,9	67,4	12,2	11,5	13,3
Fmax	0,373	6,4	43,4	6,7	9,9	7,4
Fcrash	0,411					

Para os restantes pontos de referência biológica, a Figura 92 ilustra o seu posicionamento relativamente à biomassa desovante e ao recrutamento, a LP.



Legenda: F1=Fcrash; F2=Fmax; F3=F96; F4=Floss; F5=Fhigh; F6=MBAL; F7=F20spr; F8=Fmsy; F9=Fmed; F10=F0.1; F11=F30spr; F12=F1ow; F13=F=0

Figura 92: Relação entre a biomassa média desovante (BD) e níveis de recrutamentos (R) em equilíbrio e rectas correspondentes aos pontos de referência biológica propostos.

3.14. Projecção do manancial a CP

Os recrutamentos anuais no período 1997-2000 foram estimados a partir da relação S-R obtida neste estudo, correspondentes à biomassa média desovante calculadas para o período 1996-1999. Os recrutamentos de cada componente sexual foram calculados a partir de uma proporção sexual de 0,5. Os desembarques totais em peso registados na ICCAT em 1997 foram de 12931 toneladas acrescidos das rejeições ao mar (Anón, 2000), isto é, cerca de mais 14% do TAC estabelecido neste ano (11,3 mil toneladas). Em 1998, os desembarques registados somados às rejeições ao mar totalizaram 12175 toneladas (Anón., 2000), isto é, cerca de mais 11% do TAC estabelecido para este ano (11 mil toneladas).

3.14.1. Projecção do manancial para os anos 1997 e 1998

A Tabela 79 apresenta a redução no nível de pesca actual necessária para atingir as quantidades desembarcadas em 1997 e 1998.

Tabela 79: Projecção do manancial para os anos 1997 e 1998

	1997	1998
R (mil indivíduos)	642	604
Redução (%)	10,9	7,9
F (ano-1)	0,306	0,281
Y (t)	12931	12175
Bt (t)	55101	55892
BD (t)	19434	19661
Wcap (kg)	43,7	44,2

A partir de um recrutamento de 642 mil indivíduos, estimado a partir da biomassa média desovante encontrada em 1996 (22,3 mil t), para se atingir o desembarque total em peso, em 1997, seria necessário reduzir o nível de pesca em 1996 em cerca de 11%, mantendo constante o padrão relativo de exploração. Com esta redução, a biomassa, total e desovante, foi respectivamente, cerca de 55 mil e 19 mil toneladas.

A partir da biomassa média desovante encontrada em 1997, estimou-se um recrutamento para 1998, de 604 mil indivíduos. Para se atingir o desembarque total em peso, em 1998, seria necessário reduzir o nível de pesca em 1997, em cerca de 8%, mantendo constante o padrão relativo de exploração de 1996. Com esta redução, a biomassa, total e desovante, foi respectivamente, cerca de 56 mil e 20 mil toneladas. Note o aumento do peso médio na captura de 43,7 kg em 1997 para 44,2 kg em 1998.

3.14.2. Projecção do manancial para 1999-2000 para a situação de *status quo*

A Tabela 80 apresenta o recrutamento, a captura total em peso (Y), a biomassa média, total (Btotal) e desovante (BD), esperada e o peso médio na captura esperado (Wcap), nos anos 1999 e 2000, numa situação em que o nível de pesca de 1998 manteve-se constante e igual a $0,281 \text{ ano}^{-1}$.

Para o mesmo padrão relativo de exploração de 1996 e para um recrutamento em 1999 e 2000 de 608 mil indivíduos e 620 mil indivíduos, respectivamente, a projecção a CP do manancial para 1999 e 2000, com o mesmo nível de pesca de 1998, resultaria num aumento da captura total em peso e na biomassa média, total e desovante, relativamente a 1998, assim como o peso médio na captura aumentaria de

44 kg para 45 kg, no ano 2000. No entanto, o nível de biomassa desovante neste ano, encontrar-se-ia ainda abaixo do menor nível de biomassa desovante observada (BD_{loss}), de 22,3 mil toneladas.

Tabela 80: Projecção do manancial para os anos 1999 e 2000

	1999	2000
R (mil indivíduos)	608	620
Y (t)	12512	12735
Btotal (t)	56870	57694
BD (t)	20577	21551
Wcap (kg)	44,8	45,3

3.14.3. Projecção do manancial para 1999-2000 cumprindo-se o TAC de 1999

A Tabela 81 apresenta a projecção do manancial para o ano 1999 para um cenário onde o TAC de 1999 foi cumprido.

Tabela 81: Projecção do manancial para o ano 1999, num cenário onde o TAC estabelecido em 1999 foi cumprido

	1999
Redução(%)	16,0
F (ano-1)	0,236
Y (t)	10700
Btotal (t)	57808
BD (t)	21009
Wcap (kg)	44,9

Para que o TAC em 1999 fosse cumprido, seria necessário que o nível de pesca em 1998, sofresse uma redução de cerca de 16%, igualando-se a $0,236 \text{ ano}^{-1}$, superior a F_{pa} ($F_{med}=0,228 \text{ ano}^{-1}$). Para este nível de pesca, a captura total em peso seria de 10,7 mil toneladas (TAC), a biomassa média, total e desovante, seria 57,8 mil e 21 mil toneladas, respectivamente e o peso médio na captura seria cerca de 45 kg.

A Tabela 82 apresenta para o ano 2000, a captura total em peso, a biomassa média, total e desovante, esperada e o peso médio na captura esperado, para vários níveis de pesca projectados.

Tabela 82: Projecção do manancial para o ano 2000, para vários cenários de pesca, cumprindo-se o TAC de 1999

Redução (%)	F (ano ⁻¹)	Y (t)	Btotal (t)	BD (t)	Wcap (kg)	RP (LP)
0	0,236	11276	60410	23018	45,8	F ₉₉
1,5	0,233	11123	60489	23056	45,8	F _{msy}
3,7	0,228	10898	60604	23112	45,8	F_{med}
5,0	0,225	10764	60673	23145	45,8	TAC99
5,6	0,223	10703	60705	23160	45,8	
10,0	0,213	10248	60939	23272	45,8	
15,0	0,201	9726	61206	23401	45,8	
20,0	0,189	9199	61475	23530	45,9	F _{0.1}
27,0	0,173	8449	61750	23705	45,9	

Para um recrutamento em 2000 de 626 mil indivíduos e cumprindo-se o TAC de 1999, a projecção a CP do manancial para o ano 2000 seria:

Para que F₉₉ fosse reduzido para o ponto-alvo de gestão (F_{0.1}) seria necessário ocorrer uma redução de 27% do nível de pesca, mantendo-se o mesmo padrão relativo de exploração de 1996. Para o nível de pesca F_{0.1}, resultaria uma captura em peso de 8,4 mil toneladas, uma biomassa média total de 61,8 mil toneladas, uma biomassa média desovante de 23,7 mil toneladas e um peso médio na captura de 45,9 kg.

Para que F₉₉ fosse reduzido para o ponto de gestão de precaução (F_{med}) seria necessário ocorrer uma redução de 3,7% do nível de pesca, mantendo-se o mesmo padrão relativo de exploração de 1996. Para o nível de pesca F_{med}, resultaria uma captura em peso de 10,9 mil toneladas, uma biomassa média total de 60,6 mil toneladas, uma biomassa média desovante de 23,1 mil toneladas e um peso médio na captura de 45,8 kg.

Para que o TAC₉₉ fosse mantido em 2000, seria necessário ocorrer uma redução de cerca de 5,6% do nível de pesca F₉₉. Para o nível de pesca F=0,223 ano⁻¹, resultaria uma captura em peso de 10,7 mil toneladas (TAC), uma biomassa média total de 60,7 mil toneladas, uma biomassa média desovante de 23,2 mil toneladas e um peso médio na captura de 45,8 kg (Tabela 82).

3.14.4. Projecção do manancial para 1999-2000 onde o TAC de 1999 não foi cumprido

Os desembarques de 1997 e 1998 excederam o TAC estabelecido nos respectivos anos, em 14% e 11%, uma diferença de 3%. Neste estudo, assumiu-se que o TAC de 1999 foi excedido em 8%, mantendo-se constante a diferença entre as percentagens anuais, *i.e.*, $11\% - 8\% = 3\%$.

A Tabela 83 apresenta a projecção do manancial para o ano 1999 para um cenário onde o TAC de 1999 foi excedido em 8% ($Y_{99} = 11,6$ mil t).

Tabela 83: Projecção do manancial para o ano 1999, num cenário onde o TAC foi excedido em 8%

	1999
R (mil indivíduos)	608
Redução(%)	8,5
F (ano ⁻¹)	0,258
Y (t)	11556
Btotal (t)	57365
BD (t)	20805
Wcap (kg)	44,9

Se o TAC em 1999 for excedido em 8%, então deverá ocorrer uma redução de 8,5% no nível de pesca de 1998. Para esta redução, resultaria numa biomassa média, total e desovante, de 57,4 mil e 20,8 mil toneladas, respectivamente, e um peso médio na captura de 45 kg.

A Tabela 84 apresenta para o ano 2000, a captura total em peso, a biomassa média, total e desovante, esperada e o peso médio na captura esperado, em cada nível de pesca projectado do ano 1999.

Para um recrutamento de 623 mil indivíduos em 2000, e excedendo-se o TAC de 1999 em 8%, a projecção a CP do manancial para o ano 2000 seria:

Para que F_{99} fosse reduzido para o ponto-alvo de gestão ($F_{0.1}$) seria necessário ocorrer uma redução de 33% do nível de pesca, mantendo-se o mesmo padrão relativo de exploração de 1996. Para o nível de pesca $F_{0.1}$, resultaria uma captura em peso de 8,3 mil toneladas, uma biomassa média total de 60,9 mil toneladas, uma biomassa média desovante de 23,2 mil toneladas e um peso médio na captura de 45,8 kg.

Para que F_{99} fosse reduzido para o ponto de gestão de precaução (F_{med}) seria necessário ocorrer uma redução de 11,6% do nível de pesca, mantendo-se o mesmo padrão relativo de exploração de 1996. Para o nível de pesca F_{med} , resultaria uma captura em peso de 10,7 mil toneladas, uma biomassa média total de 59,8 mil toneladas, uma biomassa média desovante de 22,6 mil toneladas e um peso médio na captura de 45,6 kg.

Se o TAC de 1999 for igual ao estabelecido para o ano 2000, seria necessário haver uma redução de 11,8% no nível de pesca ($F_{00}=0,227 \text{ ano}^{-1}$). Esta redução, resultaria numa biomassa média total e desovante de 59,8 mil e 22,6 mil toneladas, respectivamente, e um peso médio na captura de 45,6 kg. Estes resultados são semelhantes aos encontrados para o ponto de referência biológica F_{med} (Tabela 84).

Tabela 84: Projecção do manancial para o ano 2000, excedendo-se o TAC99 em 8%, para vários cenários de pesca

Redução (%)	F (ano^{-1})	Y (t)	Bt (t)	BD (t)	Wcap (Kg)	RP (LP)
0	0,258	11982	59118	22318	45,6	F_{99}
5,0	0,245	11443	59397	22451	45,6	
5,5	0,243	11389	59425	22465	45,6	F_{20spr}
9,5	0,233	10953	59650	22572	45,6	F_{msy}
10,0	0,232	10897	59678	22586	45,6	
11,6	0,228	10723	59769	22629	45,6	F_{med}
11,8	0,227	10701	59780	22634	45,6	TAC99
15,0	0,219	10348	59962	22721	45,6	
20,0	0,206	9791	60247	22858	45,7	
30,0	0,180	8659	60824	23135	45,7	
33,0	0,173	8305	60912	23219	45,8	$F_{0.1}$

Se o TAC de 1999 for cumprido, manter o nível de pesca de F_{99} ($=0,236 \text{ ano}^{-1}$) no ano 2000 resultaria numa biomassa média desovante superior à menor biomassa observada (BD_{loss}), de 22 mil toneladas. No entanto, ao longo dos últimos anos (1997-98) têm-se constatado que os TAC's não têm sido cumpridos. Na hipótese do TAC de 1999 ter sido excedido em 8%, será sempre necessário reduzir o nível de pesca F_{99} ($F_{99}=0,258 \text{ ano}^{-1}$). O objectivo da gestão da pescaria a LP definiu como ponto-alvo de gestão da pesca $F_{0.1}$. Para tal era necessário ocorrer uma redução de cerca de 33% do nível de pesca F_{99} ($F_{00}=F_{0.1}=0,173 \text{ ano}^{-1}$).

4. Discussão

A avaliação do estado da pesca e do manancial de espadarte do Atlântico Norte, desenvolvida neste estudo, deverá ser entendida como uma aplicação do método de análise de coortes aos dados obtidos sobre a biologia do recurso no Arquipélago dos Açores. Nesse sentido, os resultados deverão ser interpretados à luz deste facto, podendo ser úteis na detecção de pistas para a aplicação do método em cada componente sexual.

4.1. Limitações das fontes de informação

Foram sentidos vários problemas na concepção da informação de base a aplicar ao modelo estrutural: 1) a utilização de composições anuais por comprimentos da captura por sexo, obtidas a partir de um único vector de proporção sexual ao longo de todo o período de anos em análise. Não foi possível corresponder as capturas mensais em número realizadas por cada frota palangreira, em cada área de pesca, com o vector de proporção sexual estimado para essa área e frota, técnica em uso na ICCAT (J. Mejuto, *com. pess.*). A complexidade da base de dados daquela instituição, assim como a dificuldade e morosidade na obtenção de informação detalhada por área e por frota, foram factores limitativos a esta análise; 2) a inexistência durante o desenvolvimento desta avaliação, de índices de abundância em número, para cada idade e sexo, de cada frota palangreira; 3) a utilização de informação sobre a biologia individual do espadarte, obtida a partir da amostra recolhida nos Açores, na caracterização da população do Atlântico Norte.

As distribuições por comprimentos das capturas são estimadas e submetidas por cada país à ICCAT. Se uma frota não declara nenhuma informação sobre comprimentos, é usada informação proveniente de outras frotas semelhantes, para se realizar os processos de substituições. Se uma frota revê os seus dados de desembarques, é então necessário rever as distribuições por comprimentos das capturas ou desembarques (J. Mejuto, *pess. com.*). As distribuições por comprimentos das capturas usadas neste estudo, não foram actualizadas com as revisões ocorridas durante 1999, ano em que foram obtidas as capturas totais anuais em peso (Y_{iccat}). Este facto poderá explicar o erro sistemático de 5% observado entre a captura total estimada neste estudo com a reportada pela ICCAT, em 1999, na análise da soma dos

produtos (SOP). Uma outra possível causa para o erro sistemático de 5% poderá ser devida à utilização de um vector de proporção sexual único para todos os anos em análise. Se tiver ocorrido uma alteração na composição por sexos nas capturas ao longo do período de estudo, esta não foi correctamente contabilizada. É conhecido que com a movimentação das frotas, na década de 80, para áreas tropicais e subtropicais da costa Este norte-americana (Anón., 1987b, 1989; Hoey & Mejuto, 1991), observou-se um incremento na captura de indivíduos de pequeno porte, sendo os machos o sexo dominante (Mejuto *et al.*, 1998; Mejuto, 1999). Por conseguinte, é possível que o número de machos se encontre subestimado na composição por comprimentos/idades das capturas em número. Por outro lado, como as fêmeas são proporcionalmente mais pesadas do que os machos (Skillman & Yong, 1974), é possível que a captura total em peso esteja sobrestimada comparativamente à reportada pela ICCAT.

Na bibliografia consultada foi possível encontrar algumas estimações do coeficiente de mortalidade natural, M , para o espadarte. Berkeley & Houde (1982), a partir do método de Tanaka (Tanaka, 1960), estimaram para os sexos combinados, um valor de M que se situou entre 0,13-0,23 ano⁻¹, assumindo que o espadarte apresenta uma longevidade entre 12 e 20 anos.

Com base na informação obtida para cada sexo na área dos Açores, foram testados alguns métodos de estimação de M , verificando-se diferenças entre os sexos, apresentando os machos, coeficientes de mortalidade natural sempre superiores ao das fêmeas. Como exemplo, a partir do método de Pauly (1980), foi estimado um valor de M igual a 0,2 ano⁻¹ para as fêmeas e 0,34 ano⁻¹ para os machos, para uma temperatura média à superfície de 18°C (média dos valores anuais, no período 1987-96, para os Açores, Fonte: IM).

O uso incorrecto do coeficiente de mortalidade natural, M , afecta em larga medida, a reconstrução do tamanho da população (efectivos de cada coorte) a partir da análise de coortes. Se M for muito elevado, então as estimações da abundância em número são maiores do que deveriam ser e o inverso, se M for pequeno (Hilborn & Walters, 1992). Se bem que existam inúmeros factores bióticos e abióticos que podem condicionar a mortalidade natural por idade, sexo e anos, podendo esta ser mais elevada nas idades mais jovens comparativamente com os peixes de idade mais avançada (Fonteneau & Frometin, 2000), Hilborn & Walters (1992) referem que

como medida de precaução, deve-se assumir um valor de M constante para todas as idades e para todos os anos dado não só, a dificuldade em estimar este parâmetro, assim como dada a consequência pelo uso incorrecto de M nas estimações da abundância provenientes da análise de coortes. Nesse sentido, como os parâmetros de crescimento estimados neste estudo para cada sexo resultam de amostras não representativas para o manancial de espadarte, foi usado o valor de M adoptado pela ICCAT, de $0,2 \text{ ano}^{-1}$, constante para todas as idades e sexos (Anón., 1989). Esta instituição a partir das estimações de M para as espécies de atuns (temperadas e tropicais), estabeleceu o valor deste parâmetro para o espadarte. Se bem que existam diferenças biológicas e ecológicas, entre o espadarte e os atuns, estas são as espécies que mais se relacionam com o espadarte, principalmente os atuns das zonas temperadas (Conser *et al.*, 1986). Em termos de longevidade média e de distribuição geográfica, o espadarte é, provavelmente, mais semelhante ao voador (*Thunnus alalunga*) e ao patudo (*Thunnus obesus*), onde a maioria dos valores de M usados nestas espécies são iguais ou superiores a $0,2 \text{ ano}^{-1}$ (Conser *et al.*, 1986).

Para a validação dos resultados obtidos da análise de coortes (AC) poderão ser usados índices de abundância em número para cada classe de idade, como informação independente da AC. O procedimento de cálculo na estimação dos índices de abundância em número por idade, para os sexos combinados, usados na avaliação do manancial de espadarte em 1996 (Anón., 1997a) e neste estudo, inicia-se pela conversão dos comprimentos médios em pesos médios eviscerados (Hoey *et al.*, 1989). Estes são posteriormente convertidos em idades, a partir da equação de crescimento de Gompertz estimada para os sexos combinados. Os índices são, por sua vez, padronizados para a estimação do poder de pesca, a partir de um Modelo Linear Generalizado (GLM) (Hoey *et al.*, 1989).

A utilização de uma curva de crescimento estimada para os sexos combinados, não evidencia o acentuado dimorfismo sexual de crescimento e, conseqüentemente a utilização de índices de abundância em número para os sexos combinados, não prevê diferentes padrões de proporção sexual, para cada área de pesca. Estas limitações terão, necessariamente repercussões na análise desenvolvida neste estudo.

A utilização de uma curva de crescimento de machos cujo comprimento assintótico é inferior ao comprimento máximo registado para o sexo, torna difícil a separação das idades a partir das distribuições por comprimentos, através da técnica

de “corte em fatias”, principalmente para os maiores comprimentos (Restrepo & Powers, 1991; Ortiz *et al.*, 2000). Esta limitação foi também sentida na última avaliação do manancial de espadarte na ICCAT (Anón., 2000), já que a função de crescimento usada para os machos foi obtida em Ehrhardt *et al.* (1996). O Grupo de Avaliação recomendou que sejam revistas e reavaliadas as funções de crescimento por sexo, principalmente para a componente sexual masculina (Anón., 2000).

Durante a realização deste estudo, não foi possível obter índices de abundância em número por idade e por sexo, de cada frota palangreira. Para colmatar esta limitação foi estimado um vector de proporção sexual por classe de idade, com vista à separação dos índices de abundância de cada frota palangreira, por sexo. Este vector único, é usado para calcular a proporção dos sexos em cada índice anual de abundância em número, resultando em índices aproximados de abundância em número à idade para cada sexo. A utilização de um único vector de proporção sexual por classes de idade não prevê alterações na composição dos sexos nas capturas, ao longo do período de estudo. Tal como referido anteriormente, na década de 80, as frotas palangreiras movimentaram-se para áreas de pesca, onde os machos foram a componente sexual dominante nas capturas.

4.2. Modelo estrutural

A utilização dos modelos integrados, tal como no programa FADAPT (Restrepo, 1996), no desenvolvimento de uma análise de coortes sobre a estrutura da população, parece apresentar algumas vantagens relativamente à utilização de modelos de validação *a posteriori*, tal como no programa ANACO, usado neste estudo. Entre elas, devem-se salientar as seguintes: 1) vasta informação estatística sobre as estimações dos parâmetros desejados (F_t e N_t), proporcionando ao utilizador um conhecimento sobre os graus de bondade dos ajustes encontrados nos estimadores (Restrepo, 1996); 2) selecção dos $F_{\text{terminais}}$ que no programa FADAPT, é minimizada pela escolha de um F_{ratio} entre as duas idades mais avançadas da composição das capturas em número; 3) selecção de um vector de selectividades, obtido independentemente a partir do método de SVPA (Pope & Shepherd, 1982), *i.e.*, não integrado no programa FADADT (Restrepo, 1996) e numa relação de selectividades entre as idades (“*cohort-linking*”, Restrepo, 1996) para o último ano da análise.

Segundo Restrepo (1996), este programa permite calcular selectividades relativas; e 4) integração dos índices relativos de abundância por idade, na estimação dos efectivos de cada coorte (N_t) e da mortalidade por pesca para cada classe de idade (F_t), apresentando-se como uma metodologia mais expedita. No entanto, como o modelo integrado depende desta informação (índices relativos de abundância por idade), a utilização de índices estimados para os sexos combinados, poderá conduzir a estimações erróneas de F_t e N_t já que o objectivo desta avaliação foi separar os sexos no modelo estrutural. O facto de não existirem índices de abundância em número, de cada frota palangreira, por idade e sexo, faz com que a estimação dos efectivos na idade de cada componente sexual e respectiva mortalidade por pesca, a partir do modelo integrado, fosse pouco credível. Por outro lado, a informação usada na validação da análise de coortes para grandes pelágicos migradores, é obtida quase exclusivamente da pesca comercial que pode apresentar grandes fontes de erro (Fonteneau & Frometin, 2000). Nos últimos anos, assistiu-se a um elevado aumento na eficiência de pesca, devido a vários factores tais como optimização dos rendimentos de pesca através de novas tecnologias na localização e procura do recurso, um maior intercâmbio entre os pescadores, uma melhoria na forma de pescar devido ao aperfeiçoamento das artes de pesca e a possibilidade de expansão das frotas para áreas de pesca mais longínquas, a partir de embarcações de pesca com uma maior autonomia (Fréon & Misund, 1999; Fonteneau & Frometin, 2000). Existem outros factores muito importantes para a pescaria de espadarte, que são alterações das idades-alvo de captura ao longo dos anos e a não inclusão na padronização dos índices de abundância de dados de esforço de pesca cujas capturas foram nulas (Fonteneau & Frometin, 2000). Este aumento na eficiência de pesca não tem sido avaliado convenientemente e provavelmente, encontra-se subestimado nos indicadores da abundância da população (Fonteneau & Frometin, 2000). Esta fonte de erro pode provocar efeitos negativos nos resultados da análise sequencial da população, já que na validação do VPA, este aumento de eficiência irá ser interpretado erradamente como um aumento no tamanho do manancial e nos níveis de recrutamento (Fonteneau & Frometin, 2000). Assim, a validação *a posteriori* dos resultados do modelo estrutural, pode permitir uma maior flexibilidade e independência na estimação dos parâmetros.

4.3. Validação dos resultados da análise de coortes

As limitações inerentes ao vector de proporção sexual por comprimentos e por idades, a aplicação do método “corte em fatias” a distribuições anuais dos comprimentos das capturas, método que não assume variabilidade no crescimento individual (Restrepo & Powers, 1992), a utilização de um comprimento assintótico inferior ao máximo encontrado para os machos e a utilização de índices aproximados de abundância em número por idade e por sexo, como informação independente da análise de coortes (AC), não validaram os resultados da AC em algumas classes de idade, principalmente para as idades mais jovens e, em particular para os machos. Esta validação deficiente teve consequências numa sobrestimação do número médio para as idades mais avançadas (6-9+, 5+) nos machos, a partir de 1982.

De uma maneira geral, os índices de abundância em número das frotas espanhola, japonesa e canadiana validaram os resultados da AC para as classes de idade 3 a 5+ e a informação proveniente da frota norte-americana validou os resultados para as idades mais jovens (1 e 2 anos).

O nível de pesca anual (f_j) e a biomassa média total anual (\bar{B}_{total}), calculados a partir dos resultados da AC, apresentaram respectivamente, uma relação linear e correlação significativa com o esforço de pesca total anual, exercido no Atlântico Norte, e o índice de abundância em peso obtido para a mesma área (CPUE, em kg/1000 anzóis), no período 1978-95.

4.4. Avaliação do estado do manancial de espadarte do Atlântico Norte

Com base nos resultados da análise de coortes desenvolvida neste estudo, observou-se que a população de espadarte do Atlântico Norte, sofreu um acentuado declínio nos últimos anos, principalmente a partir de 1990. A componente da população mais afectada parece ser a dos indivíduos adultos (5+), cuja biomassa média apresentou uma diminuição contínua desde 1978. Complementarmente, em meados dos anos 80, as taxas de mortalidade de pesca das idades mais jovens da população aumentaram acentuadamente. São apontadas duas possíveis explicações para a redução na biomassa dos indivíduos adultos (\bar{B}_{5+}) e para o aumento na captura da componente juvenil da população:

1) a diminuição na abundância em número das idades completamente recrutadas para a pesca poderá ter induzido um aumento da vulnerabilidade dos juvenis à arte de pesca. Arreguín-Sánchez (1996) e Fréon & Misund (1999) referem que o aumento da vulnerabilidade pode ser uma consequência da diminuição da abundância da população. A diminuição da captura de espadartes de médio a grande porte é confirmada pelo desaparecimento de algumas pescarias que capturavam essencialmente estes exemplares, como é exemplo algumas pescarias de arpão e desportivas (cana e carroto), na costa Este norte-americana (Speer, 1998);

2) a incidência mais acentuada da exploração pesqueira sobre a componente juvenil e jovem da população, não permite que estes participem no manancial reprodutor, resultando numa diminuição da abundância da componente adulta da população (\bar{B}_{5+}). É conhecido que, a partir dos anos 80, algumas frotas palangreiras expandiram a sua exploração pesqueira para áreas onde predominam os comprimentos pequenos da população, incidindo as capturas principalmente sobre a componente masculina (Mejuto *et al.*, 1998; Mejuto, 1999). Os resultados obtidos neste estudo, no cálculo dos coeficientes de capturabilidade, revelaram um aumento do coeficiente da frota norte-americana, nas idades 1 e 2, do período 1978-85 para 1986-90, em ambos os sexos. No entanto, este aumento foi muito mais acentuado nos machos do que nas fêmeas.

O coeficiente de capturabilidade é um parâmetro que reflecte a eficiência da pesca, dando uma medida da qualidade das artes de pesca e das frotas pesqueiras e estratégia de pesca adoptada, a partir do conhecimento do comportamento dos peixes (Arreguín-Sánchez, 1996). Alterações na capturabilidade deverão ser explicadas por flutuações espacio-temporais da abundância da população explorada, interacções com outras espécies e esforço de pesca (Arreguín-Sánchez, 1996; Fréon & Misund, 1999). Assim, a capturabilidade deverá ser avaliada para cada classe de idade/comprimento, porque os peixes comportam-se de modo diferente, de acordo com o seu estado de desenvolvimento, área de distribuição e, em particular, com a sua atitude quando em contacto com a arte de pesca (Fréon & Misund, 1999). Todos estes aspectos aliados a flutuações inter-anuais ou sazonais na abundância, afectam a capturabilidade (Arreguín-Sánchez, 1996; Fréon & Misund, 1999).

Fazer suposições sobre padrões de capturabilidade requer um bom conhecimento das operações de pesca, assim como de algumas propriedades das pescarias, no que diz respeito à acessibilidade, disponibilidade e vulnerabilidade do peixe. Estes conceitos não são expressos como parâmetros nos modelos de avaliação, porque estão implícitos no valor da capturabilidade (Arreguín-Sánchez, 1996). Segundo este autor, para que as suposições sobre os padrões de capturabilidade sejam apropriadas, os conceitos associados a este parâmetro deverão ser correctamente identificados na pescaria.

A selecção do *habitat* e as migrações governam a disponibilidade dos peixes tanto na dimensão horizontal como vertical e conseqüentemente, nas taxas de captura (Fréon & Misund, 1999). O dimorfismo sexual de crescimento que caracteriza o espadarte poderá ter implicações na selecção do *habitat*, podendo esta ser diferente entre os sexos. As limitações fisiológicas dos machos, nomeadamente térmicas, poderão condicionar as migrações geográficas, assim como as verticais. Se machos e fêmeas apresentarem diferentes *habitats*, então poderão ser esperadas diferenças na disponibilidade de cada sexo para a pesca. Segundo Restrepo (1991) os diferentes padrões de proporção sexual por comprimentos encontrados nas capturas em cada área de pesca, poderão ser devidos a taxas de mortalidade natural distintas, assim como disponibilidades diferentes na arte de pesca, entre os sexos.

Os coeficientes de capturabilidade estimados neste estudo, por idade e por sexo, para cada frota palangreira, parecem indicar influências de pesca diferentes sobre as várias componentes etárias e sexuais da população. A frota japonesa, contrariamente às restantes frotas, captura espadarte como espécie acompanhante da pesca do patudo. Dado o tipo de pesca e espécie alvo, o palangre utilizado é um palangre de meia-profundidade, que opera entre 200 e 400 metros de profundidade (Nakano & Bayliff, 1992), sendo uma pesca praticada durante o dia. Devido à estratégia de pesca desta frota, os espadartes pequenos são menos capturados comparativamente aos indivíduos adultos (Anón., 1997a), possivelmente devido a limitações térmicas. Por conseguinte, esta situação repercutir-se-á na estimação dos índices de abundância nestas idades. Em 1996, o Grupo de Avaliação sugeriu que os índices de abundância da frota japonesa, para as idades 1 e 2, não deverão ser considerados (Anón., 1997a). Nesta frota, as diferenças entre os coeficientes de capturabilidade de cada sexo começam a ser notórias a partir da idade 3. Machos de 3 e 4 anos apresentaram

capturabilidades elevadas comparativamente às fêmeas. Fêmeas com 5 ou mais anos parecem estar mais acessíveis ao palangre japonês do que machos com 5 ou mais anos.

Os resultados obtidos neste estudo para as frotas espanhola e norte-americana, estão de acordo com Hoey & Mejuto (1991), exercendo a frota norte-americana um maior esforço de pesca nas idades jovens da população, principalmente sobre a componente masculina, enquanto que a espanhola exerce maior esforço sobre a componente adulta.

A frota espanhola apresentou, para as idades 1 e 2 anos, coeficientes de capturabilidade relativamente baixos, em ambos os sexos, sendo observados os maiores coeficientes nas idades 3 e 4 anos, mais elevados nos machos do que nas fêmeas. Tal como na frota japonesa, fêmeas com mais de 5 anos parecem estar mais disponíveis à arte de pesca do que os machos com 5 ou mais anos. A frota norte-americana, que exerce grande parte do seu esforço de pesca em áreas de reprodução, apresentou em todas as idades, com excepção da idade 5+, coeficientes de capturabilidade mais elevados nos machos relativamente às fêmeas. Tal como referido anteriormente, foi observado um acréscimo muito elevado neste coeficiente, nas idades 1 e 2, em ambos os sexos, entre os períodos 1978-85 e 1986-90.

Nas três frotas analisadas (Japão, Espanha e USA), as fêmeas apresentaram na idade 5+, capturabilidades superiores aos machos, ao longo de todo o período de anos em análise. Uma capturabilidade reduzida nos machos com mais de 5 anos, poderá ser devida a um ciclo de vida mais curto que as fêmeas (Beckett, 1974), assim como a alterações comportamentais face o meio ambiente e arte de pesca (Fréon & Misund, 1999). Estes dois conceitos associados poderão, conseqüentemente, reduzir a selectividade nesta componente sexual relativamente ao mesmo grupo de idades nas fêmeas.

O conceito de selectividade refere-se ao facto que classes de idade distintas experimentam uma mortalidade diferente, uma vez influenciadas pela arte de pesca, diferenças estas devidas às características comportamentais de cada idade/comprimento da população explorada (Megrey, 1989). Por conseguinte, as diferenças na mortalidade por pesca são resultantes do recrutamento parcial de cada classe de idade para a fase explorável e da selectividade da arte de pesca. Se a distribuição vertical dos machos for mais restrita, a sua vulnerabilidade para a pesca

poderá ser maior comparativamente com as fêmeas. Por conseguinte, poder-se-á esperar um padrão relativo de exploração diferente. A possível existência de estratégias comportamentais diferentes entre os sexos, pode determinar que os machos sejam recrutados para a fase explorável mais cedo do que as fêmeas. A partir da idade 5, a disponibilidade ou a selectividade dos machos poderá reduzir-se com o aumento da idade. No sentido de examinar esta hipótese é necessário melhorar o conhecimento sobre o comportamento dos machos face ao meio ambiente e à pesca, em particular o comportamento dos machos com mais de cinco anos face o palangre de superfície. Na última avaliação do manancial, foi reconhecido que uma curva de selectividade em forma de sino pode ser possível na componente sexual masculina, se machos com mais de nove anos de idade (indivíduos de grande porte) apresentarem uma distribuição distinta dos machos de pequeno porte. Consequentemente, o Grupo de Avaliação referiu a necessidade de se desenvolver mais estudos de investigação sobre este tema (Anón., 2000).

A curva da mortalidade por pesca por idade estimada neste estudo para a população, assume a forma de sino tal como sugerido por Fonteneau (1991). Segundo este autor, não é previsível uma curva de mortalidade por pesca preconizada na ICCAT, de um pleno recrutamento aos 4 anos (Anón., 1997a) e de uma mortalidade máxima e constante até às idades mais avançadas (forma “*flat-top*”). Isto porque, dada a ecologia comportamental deste recurso e, consequentemente, a sua resiliência, será de esperar que os indivíduos mais velhos da população não sejam tão susceptíveis de serem capturados (Fonteneau, 1991).

Ao longo do período em análise, foram observadas alterações no padrão relativo de exploração com a idade. Entre 1986-90, observou-se uma deslocação da curva do padrão relativo de exploração, para as primeiras idades da população, devido em parte à expansão das frotas para áreas de pesca onde os espadartes juvenis abundam. No período 1991-96, observou-se uma diminuição no padrão relativo de exploração na idade 1, possivelmente como resultado da regulamentação das medidas técnicas.

A escassa informação sobre a selectividade da arte por sexos e alterações na arte de pesca, levou a considerar para efeitos da projecção do manancial a longo-prazo realizada neste estudo, um padrão relativo de exploração constante e igual a 1,

a partir da idade 4, em ambos os sexos, tal como protagonizado na ICCAT (Anón., 1997a).

4.5. Projecções do manancial

4.5.1. Relação manancial-recrutamento (S-R)

A estimação da relação manancial-recrutamento (S-R) baseou-se numa simplificação da realidade, onde não foram incorporados os factores bióticos e abióticos que podem influenciar na variabilidade inter anual do recrutamento. Até que os indivíduos entrem na fase explorável, estão sujeitos a uma mortalidade elevada, devido a uma série de factores oceanográficos e/ou biológicos tais como ventos, correntes, temperatura, disponibilidade de alimento e predação. A grande variedade de factores condicionantes e as suas flutuações torna complexa a relação que existe entre o tamanho do manancial e o recrutamento, dificultando a criação de um modelo que explique esta relação.

A curva S-R estimada neste estudo, do tipo de Ricker, está dependente dos resultados da análise de coortes, podendo significar que outros resultados originariam uma curva S-R diferente da estimada. Apesar da relação teórica estimada só explicar cerca de 75% dos dados observados, considera-se que as incertezas associadas à relação entre o manancial reprodutor e o indicador dos recrutamentos (N_1), assim como à ecologia da espécie em estudo, deverão conduzir à utilização do modelo de Ricker como medida de precaução já que é um modelo mais penalizador (E. Cadima, *com. pess.*). O modelo de Ricker descreve a situação onde o recrutamento atinge o seu máximo para valores intermédios do tamanho do manancial, decrescendo posteriormente com o aumento deste. Neste modelo, os efeitos de densidade-dependente para níveis elevados do manancial, tais como canibalismo, competição pelo alimento e espaço são fortes, tornando-se mecanismos de compensação que, com o aumento do tamanho do manancial induzem uma redução no recrutamento (King, 1995). É sabido no entanto, que uma exploração pesqueira intensiva sobre o recurso, poderá reduzir os efeitos compensatórios de densidade-dependente e conseqüentemente, poderá pôr em perigo a capacidade de auto-regulação da população (King, 1995).

A partir da aplicação de curvas de crescimento específicas por sexo, Turner *et al.* (1997) observaram um acréscimo muito acentuado de indivíduos de idade zero nas

capturas norte-americanas com o palangre. Por outro lado, tem-se assistido a elevadas rejeições ao mar devido às medidas técnicas impostas para o recurso (Anón., 1997a). Se os indivíduos de idade 1 ao início do ano, são os sobreviventes da exploração pesqueira que incidiu sobre a idade zero, então a relação S-R estimada neste estudo, não está em conformidade com o pressuposto que a relação entre o tamanho do manancial e os níveis de recrutamento anuais é independente da pesca (Cadima, 2000). Neste sentido, o aumento da captura de espadartes de idade zero deveria motivar a sua inclusão nos modelos estruturais e conseqüentemente, na estimação da relação manancial-recrutamento. Efectivamente, na última reunião de avaliação de espadarte, foram consideradas as capturas de indivíduos de idade zero na análise de VPA (Anón., 2000). A ausência de indicadores da abundância desta classe de idade não permite a estimação directa do coeficiente de mortalidade por pesca anual a partir do modelo integrado, mas estes coeficientes podem ser estimados relativamente a uma idade de referência (V. Restrepo, *com. pess.*). Na última avaliação do manancial de espadarte, o coeficiente de mortalidade por pesca nesta idade foi considerado igual ao coeficiente de mortalidade por pesca na idade 1 para o último ano usado na avaliação (1998) (Anón., 2000). Os resultados obtidos evidenciaram um aumento elevado no coeficiente de mortalidade por pesca na idade zero, a partir de 1986, sendo mais elevado nos machos do que nas fêmeas (Anón., 2000).

4.5.2. Projecções a longo-prazo (LP) e a curto-prazo (CP)

As projecções a longo-prazo (LP) do manancial indicaram que este se encontra num estado de sobrepesca de recrutamento, observando-se que a situação do manancial ao nível de pesca de 1996, apresentou valores baixos de biomassa desovante por recruta, cerca de 12% da respectiva biomassa desovante virgem por recruta. Por conseguinte, a capacidade de reprodução do manancial poderá estar em perigo. Os objectivos a LP da pescaria indicam que o nível de pesca actual deverá ser reduzido para $F_{0,1}$ ($=0,173 \text{ ano}^{-1}$), ponto-alvo de referência biológica. A captura e a biomassa desovante correspondentes seriam 13 mil e 46 mil toneladas, respectivamente. Segundo o Princípio da Precaução, poder-se-á seleccionar F_{med} ($=0,228 \text{ ano}^{-1}$) como F_{pa} . A captura e a biomassa desovante correspondentes seriam 15 mil e 34 mil toneladas, respectivamente.

Estabelecidos os objectivos a longo-prazo da pescaria, as projecções a curto-prazo (CP) basearam-se na análise das capturas e das biomassas projectadas no período de dois anos (1999-2000), mantendo-se o mesmo padrão relativo de exploração de 1996. Para os anos 1997 e 1998, onde os desembarques totais em peso são já conhecidos, foi necessário conhecer a estrutura etária do manancial, estimando-se o recrutamento nestes anos a partir da curva S-R estimada neste estudo.

Os resultados das projecções realizadas deverão ser interpretados com alguma reserva pois é desconhecido qual a variação dos recrutamentos ocorrida nos anos projectados. De acordo com a ICCAT, os desembarques em peso declarados em 1999 excederam cerca de 9% do TAC estabelecido para este ano (ICCAT, *in press*). Neste estudo, foi suposto que o TAC de 1999 tinha sido excedido em 8%, suposição que vem de acordo com o estimado por aquela instituição.

De todas as formas, com base nas projecções efectuadas dever-se-á verificar uma redução no nível de pesca mais recente, permitindo ao manancial que recupere de um nível baixo de biomassa desovante. De acordo com o ponto-alvo de gestão de pesca para o ano 2000, dever-se-ia observar uma redução de cerca 33% do nível de pesca de 1999, resultando numa captura em 2000 de cerca de 8300 t. Atendendo a que esta redução é elevada e de difícil aplicação, poder-se-ia reduzir o nível de pesca de 1999 para F_{med} estabelecido a LP, com base no Princípio da Precaução (F_{pa}), ponto que deverá ser considerado como um ponto limite, o qual não deverá ser excedido. Para tal seria necessário ocorrer uma redução de cerca de 12% do nível de pesca em 2000 ($F_{00}=F_{med}=0,228 \text{ ano}^{-1}$), resultando numa biomassa média desovante de cerca de 22,6 mil toneladas, superior a BD_{loss} , estabelecendo-se um TAC de 10,7 mil toneladas no ano 2000. Este nível máximo de captura permitida está de acordo com o TAC estabelecido para o ano 2000, na gestão do manancial do Atlântico Norte, de cerca de 10,6 mil toneladas (ICCAT, 2000).

O ponto de referência biológica, F_{med} , seleccionado neste estudo como F_{pa} , é considerado um ponto não apropriado a usar na gestão de pescarias onde as incertezas associadas à estrutura e distribuição do manancial são elevadas (Caddy, 1998). Por outro lado, é um ponto que depende do conhecimento sobre a relação entre o manancial reprodutor e os níveis de recrutamento (Cadima, 2000). Neste estudo, a relação S-R estimada não só está dependente dos resultados do modelo estrutural, como também não é considerada independente da pesca. Nesse sentido, a

gestão do manancial de espadarte deverá ser realizada de acordo com pontos de referência biológica obtidos da análise de produção por recruta, tal como $F_{0.1}$, ou segundo Frometin *et al.* (2000), dos modelos de produção geral, tal como F_{msy} .

$F_{0.1}$ é um ponto de gestão de pesca muito criticado pois não se baseia na análise da biomassa desovante por recruta (Cadima & Azevedo, 1999), *i.e.*, não está aparentemente subjacente características biológicas do manancial que permita uma gestão de conservação. Segundo aqueles autores, é também um ponto muito criticado pois implica reduções drásticas no nível de pesca anual, tal como observado neste estudo. De acordo com a avaliação realizada neste estudo, poder-se-á constatar que $F_{0.1}$ encontra-se muito próximo de F_{30spr} . Segundo alguns investigadores (*e.g.* Pamela Mace), referem que níveis de pesca a que correspondam percentagens de biomassa desovante por recruta entre 30 a 40%, deverão ser usados na gestão de pesca de mananciais cuja maturação e fecundidade máxima potencial são atingidas tardiamente, tal como é o caso do espadarte (Arocha, 1997). A proximidade entre $F_{0.1}$ e F_{30spr} reforça a adopção do ponto-alvo de gestão de pesca sugerido neste estudo.

Nas projecções efectuadas neste estudo, não foi analisada uma alteração no padrão relativo de exploração face as medidas técnicas impostas pela ICCAT. Na actual situação da pesca, onde a arte de pesca continua a ser o palangre de superfície derivante, os espadartes pequenos continuam a ser capturados já que esta arte é pouco selectiva relativamente a estes exemplares (Speer, 1998). Se não for imposta uma alteração profunda na forma de pescar e na arte de pesca, em áreas onde o espadarte juvenil predomina, então não é possível deixar de se encontrar estes pequenos exemplares nas capturas. De igual modo, entende-se que, enquanto as medidas de fiscalização do FDA, na entrada de espadarte no território norte-americano não forem reavaliadas, as capturas de espadarte de pequeno porte continuarão a existir. Isto porque, os indivíduos menores que 125 cm, que apresentam níveis de mercúrio inferiores ao estabelecido (Monteiro & Lopes, 1990) por aquela instituição, estão teoricamente protegidos de serem capturados através das medidas técnicas. Nesse sentido, a acção de fiscalização do FDA parece estar em contradição com as medidas de conservação impostas para este recurso.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A amostragem biológica apresentou algumas dificuldades já que dependeu exclusivamente da pesca comercial, não permitindo uma recolha sistemática de informação sobre a biologia do espadarte. Apesar de existir nos Açores, uma actividade de pesca ao longo de todo o ano, os desembarques de espadarte no primeiro semestre são sempre inferiores aos registados no segundo. No primeiro semestre, a maioria do pescado foi processado a bordo e congelado, sendo transportado para o exterior. O pouco peixe inteiro que era desembarcado em lota, apresentava preços proibitivos ao financiamento da bolsa de investigação, limitando assim a recolha de informação. Como a amostragem incidiu fundamentalmente nos portos de pesca, não foi possível estabelecer uma relação entre os indivíduos amostrados e a área de captura, já que os desembarques resultaram de vários lances de pesca, realizados em zonas geográficas distintas. A relutância na manipulação de uma espécie de elevado valor comercial, por parte dos agentes da pesca, foi outro aspecto limitativo na recolha de informação. Para colmatar as dificuldades acima mencionadas, foi organizada uma campanha de pesca que deveria cobrir todos os meses do ano, mas por motivos alheios a este estudo, somente os meses de Outubro a Dezembro e Março, foram analisados. A interrupção da campanha foi bastante prejudicial para a consolidação dos resultados obtidos. Apesar das inúmeras dificuldades encontradas ao longo deste estudo, considera-se que é possível conceber e realizar estudos de investigação para este recurso pesqueiro.

Os resultados obtidos neste estudo, apesar de estarem condicionados pela amostragem biológica e pelo tamanho das amostras mensais, revelam indicações muito precisas quanto a futuras abordagens de investigação sobre esta espécie na área geográfica em análise.

1. Idade e crescimento

O espadarte exhibe diferenças nítidas de crescimento entre as componentes sexuais, sensivelmente a partir da idade 3, diferenças essas que deverão estar relacionadas com as estratégias vitais de cada uma delas. Apesar das dificuldades na análise do crescimento de espécies migradoras, um dos aspectos fundamentais é a validação do significado temporal das marcas visualizadas na estrutura dura usada para a determinação da idade em cada sexo, nomeadamente no 2º espinho da barbatana

anal. Uma das técnicas de validação comumente utilizada neste tipo de espécies é a análise dos incrementos marginais. A partir da amostra recolhida nos Açores não foi possível validar as marcas de crescimento visualizadas no 2º espinho da barbatana anal através desta técnica. No entanto, os resultados encontrados indicam que as variações no crescimento parecem estar relacionadas com a temperatura superficial das águas. A formação da zona opaca (banda de crescimento) deverá ocorrer no Verão, coincidente com o aquecimento da água, a partir de Junho. A descida na razão dos incrementos marginais observada entre os meses de Setembro e Outubro deverá indicar a cessação do período de crescimento rápido no final do Verão. Esta fase de crescimento rápido parece ser coincidente em ambos os sexos. Com o arrefecimento da água do mar, a partir de Outubro/Novembro, parece ocorrer um período de crescimento lento, mais conspícuo nos machos do que nas fêmeas.

Devido ao facto do palangre não ser selectivo para determinados comprimentos ou idades em cada componente sexual, a utilização do retrocálculo apresenta-se como uma metodologia importante para o estudo do crescimento do espadarte pois a partir do retrocálculo é possível obter um maior número de classes de idade na amostra, assim como é possível aumentar o número de indivíduos em cada classe de idade. A validação das leituras de idade sobre os espinhos realizada por análise de retrocálculo apenas foi positiva para as classes de idade 2 a 5 anos na amostra de fêmeas e em todo o espectro de idades na amostra de machos (1 a 7 anos), e só para a metodologia de Fraser-Lee. No entanto, este método contribuiu para o inverso do “Fenómeno de Lee”, na amostra de machos. Os dois métodos de retrocálculo usados neste estudo (Fraser-Lee e o proposto por Ehrardt (1992)), apresentaram entre si diferenças significativas que evidenciam a variabilidade inerente a este tipo de abordagem matemática.

Em futuras análises, deverá ser necessário alcançar determinadas etapas importantes tais como a validação do significado temporal das marcas visualizadas na estrutura dura. Entende-se que a análise de incrementos marginais deverá ser realizada para cada idade representada nas capturas, devido não só à natureza migratória do recurso, como também ao comportamento reprodutor. O espadarte é um reprodutor múltiplo, com uma estação média de desova de sete meses, para a área noroeste do Atlântico. Estas características deverão estar bem definidas numa análise de incrementos marginais, evitando-se assim uma má interpretação nas alterações sazonais do crescimento individual. É importante também definir que tipo de relação existe entre o comprimento individual e o raio total da secção do espinho, linear ou

não-linear, estando subjacente uma correcta definição do *focus*. De igual modo, é importante definir que tipo de fórmula de retrocálculo a usar, Fraser-Lee, método proposto por Ehrhardt (1992), ou outro.

Apesar da metodologia de Fraser-Lee ter validado o crescimento observado para algumas classes de idade em ambos os sexos, a função de crescimento baseada nos comprimentos médios obtidos a partir desta metodologia sobrestimaram o crescimento nas primeiras idades. Pelo contrário, as funções de crescimento baseadas nos comprimentos médios obtidos pelo procedimento de retrocálculo proposto por Ehrhardt (1992), designadas por FE, estão de acordo com o crescimento esperado nestas idades, resultante de análises do crescimento da espécie em estudo, na área Noroeste do Atlântico. Estas curvas de crescimento foram usadas na avaliação do manancial de espadarte do Atlântico Norte, conduzida neste estudo, como medida de precaução. Estas funções foram descritas pelos seguintes parâmetros:

♀: $L_{\infty}=289,04$ cm, $k=0,126$ ano⁻¹ e $t_0=-2,16$ ano

♂: $L_{\infty}=186,64$ cm, $k=0,236$ ano⁻¹ e $t_0=-2,09$ ano

A partir dos parâmetros de crescimento constatou-se que a longevidade em fêmeas foi consideravelmente superior à dos machos, tendo sido estimada em 26 e 15 anos, nas fêmeas e nos machos, respectivamente. O índice de crescimento (Φ') entre os sexos foi sensivelmente superior nas fêmeas do que nos machos, tendo sido semelhantes aos obtidos para a área Noroeste do Atlântico, podendo significar que existe uma grande proximidade no tipo de crescimento de cada sexo, entre as duas zonas biogeográficas.

O intervalo de comprimentos usado para o estudo do crescimento de espadarte encontrou-se aquém do que é conhecido para a população, reflectindo-se no ajuste do modelo teórico de crescimento de Von Bertalanffy aos comprimentos médios, nomeadamente na estimação de L_{∞} e t_0 . Uma das dificuldades encontradas foi o reduzido número de machos de grande porte amostrados. A ausência destes nos desembarques dos Açores poderá estar relacionada com a baixa selectividade do palangre na captura destes indivíduos, que apesar de se encontrarem na área de pesca, não estão disponíveis à arte. No sentido de se obter uma maior amplitude de comprimentos de cada sexo, para a análise do crescimento, deveriam de ser amostrados espadartes capturados em outras artes de pesca.

2. Reprodução

A partir da amostra recolhida foram identificados seis estados de maturação em fêmeas e machos, respectivamente. Nas fêmeas foram encontrados ovários imaturos (I), em repouso sexual (II), em início da vitelogénese (III), em postura (VI), parcialmente esgotados (VII) e em reconversão (VIII). O mais frequente foi o estado I, que ocorreu em mais de 50% das amostras mensais, seguidos dos estados VII e VIII. Os estados que caracterizam a vitelogénese (III e VI) foram identificados no período de Julho a Novembro, coincidente com o período de aquecimento das águas. Nos machos foram identificados testículos imaturos (I), em início de desenvolvimento (III), em desenvolvimento (IV), desenvolvimento avançado (V), parcialmente esgotados (VII) e em reconversão (VIII). Tal como observado em fêmeas, os estados que caracterizam a espermatogénese (III, IV e V) foram identificados durante o período de Julho a Novembro.

O período de crescimento somático que antecede a maturação é consideravelmente mais longo nas fêmeas do que nos machos, podendo ser descrito pelas idades de 1ª maturação, diferentes entre os sexos. Neste estudo, a idade de 1ª maturação de fêmeas foi calculada aos 5 anos contrastando com a idade 2, calculada para os machos. As ogivas de maturação por classe de comprimento, estimadas para cada sexo, apresentam-se como:

$$\text{♀}_{\text{maturas}} = 1/(1+e^{(-0,0810*(L_{j\hat{n}}-172,9)})}$$

$$\text{♂}_{\text{maduros}} = 1/(1+e^{(-0,0848*(L_{j\hat{n}}-115,6)})}$$

Pela primeira vez foi relatado a presença de uma fêmea em postura nos Açores e áreas adjacentes. Para além da ocorrência de uma fêmea em postura, foram identificados vestígios de posturas recentes tais como a atrésia em oócitos vitelogénicos. Foi também identificado o estado que antecede a emissão de esperma, caracterizado neste estudo, como testículos em transição de produção para armazenamento de esperma. Apesar da região dos Açores não ser uma zona de reprodução de espadarte, estes estados de maturação das gónadas femininas e masculinas poderão ser considerados como indicadores de actividade reprodutiva na região.

De forma a otimizar o conhecimento científico sobre a estrutura e distribuição da população de espadarte no Oceano Atlântico, dever-se-ia realizar estudos sobre a

reprodução e comportamentos associados na área dos Açores, de acordo com os fortes indícios de actividade reprodutiva neste arquipélago, apesar desta região apresentar diferenças oceanográficas e ambientais da zona conhecida de reprodução para esta espécie, localizada na área do Atlântico Noroeste.

A presença de uma fêmea em postura na região poderá confirmar a existência de um comportamento reprodutor oportunístico para esta espécie. Este poderá estar relacionado com factores exógenos que condicionam a fisiologia do indivíduo e factores endógenos directamente relacionados com a sua sobrevivência. A existência de fêmeas sexualmente activas em áreas não adequadas para a reprodução, poderá indicar a inexistência de um padrão fixo de migração sazonal para a reprodução.

Apesar da investigação da reprodução dos machos apresentar um papel secundário em estudos deste tipo, principalmente para espécies migradoras, considera-se que em futuros estudos dever-se-á dar uma especial atenção a alterações ao nível do testículo, em particular ao nível do ducto principal, de uma forma análoga à utilização dos folículos pós-ovulatórios, na identificação de actividade reprodutiva recente das fêmeas.

A abordagem de uma futura investigação deverá dar grande importância ao local de captura e ao período do ano onde os exemplares são amostrados, de forma a melhor compreender a utilização do espaço ambiental por parte de cada indivíduo (ambos os sexos), na maximização do seu sucesso reprodutivo.

3. Dieta e comportamento alimentar

A dieta alimentar do espadarte no Arquipélago dos Açores parece ser muito diversificada, com uma amplitude grande de tamanhos de presa. Nestas condições, os índices sobre as preferências alimentares (frequência de ocorrência, percentagem numérica e importância em peso) deverão apresentar uma escala suficientemente sensível para uma separação efectiva dos vários itens alimentares. A avaliação da importância de cada presa identificada nos conteúdos estomacais, resultante da aplicação destes índices não foi homogénea, o que sugere a necessidade de se utilizar métodos combinados, tais como o índice de importância relativa (IRI) na avaliação da dieta alimentar do espadarte.

A dieta alimentar do espadarte na região em estudo parece ser constituída predominantemente por teleósteos seguidos pelos cefalópodes. Entre as espécies de peixes, destacam-se o peixe-espada branco (*Lepidopus caudatus*), o apara-lápis

(*Capros aper*), a cavala (*Scomber japonicus*) e o chicharro (*Trachurus picturatus*). No que diz respeito aos cefalópodes, foram observadas diferenças entre os sexos, nomeadamente na grande diversidade de espécies encontradas nos conteúdos estomacais das fêmeas relativamente aos machos. Entre as presas identificadas, destacam-se *Ommastrephes bartramii*, *Grimpotoothis* sp. e *Histioteuthis* spp.

As diferenças encontradas entre os métodos de classificação das presas do espadarte (%IRI e agrupamento do coeficiente alimentar, Q), sugere a utilização combinada das duas metodologias propostas como medida cautelar e como garantia de uma maior abrangência da análise. O peixe-espada branco foi classificado como presa principal na dieta alimentar de fêmeas e a cavala, o chicharro e o apara-lápis foram classificadas como presas secundárias. Nos machos, o apara-lápis foi classificado como presa principal e o peixe-espada branco, a cavala e o chicharro foram classificadas como presas secundárias.

A análise estatística da dieta alimentar esteve em conformidade com a análise de índices alimentares, demonstrando a existência de diferenças significativas entre os sexos. Nas fêmeas, observou-se a ocorrência preferencial das espécies *L. caudatus*, *O. bartramii* e *Grimpotoothis* sp. As espécies *L. caudatus* e *O. bartramii*, não são comuns na dieta alimentar dos machos. Nesta componente sexual, observou-se a ocorrência preferencial da espécie *C. aper* e da família Myctophidae. Estas duas últimas presas não são comuns na dieta alimentar das fêmeas.

As preferências alimentares encontradas neste estudo em cada sexo, poderão ser explicadas à luz da ecologia comportamental. A presença preferencial de apara-lápis e mictofídeos na dieta alimentar dos machos, poderá revelar que estes apresentam uma intensa actividade predatória nas camadas mais superficiais da coluna de água, predando essencialmente em espécies de pequeno porte. A versatilidade das fêmeas permitir-lhes-á predarem intensamente, durante a migração vertical diurna, sobre espécies conhecidas pela sua grande capacidade natatória tal como *O. bartramii* e a manter-se activas em profundidade, revelada pela presença do octópode bentónico, *Grimpotoothis* sp..

Estudos sobre o comportamento de espadarte são reduzidos dada a dificuldade de observação directa da actividade do peixe no seu meio natural. Daí a necessidade de se dar uma atenção especial às metodologias que permitem analisar indirectamente o comportamento dos indivíduos, tal como a análise da dieta alimentar. Um dos aspectos mais importantes sobre a espécie em estudo, é a necessidade de se identificar a

existência de estratégias comportamentais distintas entre os sexos, face ao meio ambiente e à pesca. Nesse sentido, dever-se-ia conduzir estudos comparativos entre os sexos, sobre a existência de estratégias alimentares distintas, no sentido de se conhecer a distribuição vertical de cada componente sexual.

O espadarte exhibe um comportamento alimentar oportunístico, devendo-se ter em consideração esta característica comportamental numa análise sobre os hábitos alimentares. Um outro problema subjacente a uma análise deste tipo, diz respeito ao comportamento associado aos espadartes que são atraídos pelo isco usado na arte de pesca. Uma questão que deverá estar sempre presente numa abordagem de investigação desta natureza, é a possibilidade de não se obter uma descrição correcta dos hábitos alimentares deste recurso pesqueiro a partir de animais capturados pelo palangre. Nesse sentido, considera-se importante estudar os hábitos alimentares a partir de várias fontes de informação (diferentes artes de pesca), dando-se especial atenção à área de captura, devendo-se amostrar o mesmo intervalo de comprimentos, com vista a minimizar o efeito de possíveis alterações na dieta alimentar com o crescimento individual. Por outro lado, a presença de estratificação ontogénica com o crescimento para a maioria das presas identificadas (peixes e cefalópodes) leva a considerar que é também necessário analisar o tamanho da presa na análise comparativa.

4. Amostragem biológica dos desembarques

Um dos objectivos desta análise foi estimar uma relação peso-comprimento, que permita a conversão dos comprimentos amostrados para pesos individuais e a extrapolação para o peso total desembarcado. Atendendo à existência de dimorfismo sexual de crescimento no espadarte, foi estimada uma relação peso-comprimento (W/L) para cada sexo, determinando possíveis diferenças entre elas.

A relação entre o peso (Kg) e o comprimento padrão (cm) em cada sexo foi traduzida por uma curva potência da forma: $W = a * L^b$, sendo definidas pelos seguintes parâmetros:

♀: $a=1,836E-06$ e $b=3,391$

♂: $a=1,050E-06$ e $b=3,510$

A comparação estatística entre os parâmetros das rectas de regressão estimadas para cada sexo, demonstrou a não existência de diferenças significativas.

A relação entre as medidas padrão (Rwt/Ljfl) estimada para os sexos combinados foi semelhante às relações adoptadas pela ICCAT na avaliação do manancial de espadarte. Assim, poder-se-á adoptar a relação estimada neste estudo na amostragem biológica dos desembarques.

Um outro objectivo deste estudo foi padronizar a amostragem dos comprimentos de espadarte nos desembarques. A medida que se encontra sempre presente no peixe independentemente da forma como ele se apresenta em lota, é o comprimento da carcaça. Considera-se que a medida de carcaça a usar na amostragem dos comprimentos deverá ser o comprimento óperculo-anterior quilha (Clant). A razão para esta escolha está relacionada com o processamento do peixe a bordo das embarcações, onde este comprimento está sempre presente, independentemente da zona de corte ao nível da quilha. A relação de conversão do comprimento da carcaça para o comprimento padrão pode ser definida pelos seguintes parâmetros:

$$Ljfl \text{ (cm)} = 11,23 + 1,53 * Clant \text{ (cm)} \quad (r^2 = 0,979, r = 0,990, n = 56)$$

Os factores de conversão do peso eviscerado (Gwt) para o peso padrão (Rwt) e do peso limpo (Dwt) para o peso padrão, estimados para os Açores foram semelhantes aos adoptados pela ICCAT na avaliação do manancial de espadarte. Nesse sentido, estes factores poderiam ser usados nas lotas açoreanas, permitindo a conversão automática do peso desembarcado para a medida padrão.

Apesar de ser uma prática frequente nas pescarias de espadarte, a estimação de relações de conversão entre comprimentos e pesos para os sexos combinados, não deixa de ser importante considerar possíveis diferenças entre os sexos, devido ao dimorfismo sexual de crescimento. Nesse sentido, considera-se importante realizar um estudo de morfometria para cada componente sexual e proceder-se a uma análise comparativa entre os sexos.

5. Caracterização da pesca de espadarte nos Açores

A pesca dirigida ao espadarte nos Açores é recente (1987), tendo havido grandes dificuldades na análise da pescaria para os primeiros anos. Estas resultaram do período de aprendizagem da pesca e da ausência de um mercado consolidado na venda do pescado. No período entre 1987 e 1996, a pesca de espadarte nos Açores pode ser caracterizada por duas fases distintas. A primeira, situou-se entre 1987 e 1990, sendo caracterizada pela aprendizagem em pescar com o palangre de superfície derivante,

coincidindo com a transição do aparelho espanhol para o americano. É uma fase onde se assistiu à alteração dos portos de desembarque por parte das embarcações do Continente, permitindo a criação de um mercado de compra e venda do pescado. É também um período onde existiu ao longo do ano, a interligação de duas pescarias independentes. Esta interligação fez com que as áreas de pesca de Verão estivessem mais confinadas às ilhas. Este período caracterizou-se também por um sub-aproveitamento da tintureira (*Prionace glauca*), onde os desembarques desta espécie não excederam as 10 t /ano. Entre 1990 e 1991, ano de transição caracterizado por um acréscimo nas capturas de espadarte na ordem das 200 t, obtidas a partir de um aumento acentuado do esforço de pesca, de cerca de 1,3 milhões de anzóis em unidades padrão. Este aumento no esforço de pesca e capturas, deveu-se à entrada das embarcações de boca-aberta na pescaria.

A segunda fase inicia-se a partir de 1992, com a continuação de uma grande actividade das embarcações de boca-aberta e à entrada das embarcações cabinadas "luso-americanas". É um período caracterizado por uma pesca que se exerce ao longo de todo o ano, onde as áreas de pesca não se encontram tão confinadas aos grupos de ilhas, expandindo-se para pesqueiros mais afastados das mesmas. É também um período onde os conhecimentos da pesca estão consolidados, sendo também caracterizado por um padrão mensal semelhante dos rendimentos de pesca. Assiste-se já à existência de um mercado de escoamento de espadarte vocacionado, principalmente para o exterior. Esta fase caracteriza-se também por um crescente interesse das espécies de tubarão devido ao aparecimento de um mercado de derivados. A existência deste mercado teve grandes repercussões nos desembarques de tintureira, que a partir de 1992, aumentaram abruptamente, atingindo o máximo em 1996, com cerca de 300 toneladas provenientes da pesca com o palangre de superfície derivante.

De entre todas as espécies acompanhantes da pesca de espadarte, o anequim (*Isurus oxyrinchus*) e a tintureira são as mais importantes nesta pescaria. O padrão mensal dos desembarques sugere que o anequim ocorre preferencialmente no Verão, na região dos Açores. Até 1990, foi a espécie acompanhante mais importante nos desembarques, diminuindo a partir de 1991. O padrão mensal dos desembarques sugere que a tintureira predomina no Inverno, nesta região. A partir de 1991, este tubarão passou a ser a espécie acompanhante mais importante na pescaria de espadarte. As principais causas para o aumento dos desembarques deveram-se à

componente das embarcações de boca-aberta e ao incremento de um mercado de derivados de tubarão (pele, barbatanas, fígado, vértebras e carne), para exportação. No entanto, os desembarques ainda não correspondem às capturas pois as embarcações cabinadas dos Açores continuam a sub-aproveitar esta espécie.

A abundância de espadarte na região parece estar intimamente relacionada com a temperatura à superfície da água, principalmente no primeiro semestre. Com o aquecimento da água do mar durante os meses de Verão, devido à movimentação da Corrente dos Açores, a sul do Arquipélago, são observados os maiores rendimentos de pesca em peso. O espadarte que é sujeito a exploração pesqueira nos Açores parece ser caracterizado por uma forte componente jovem e imatura, observando-se um número elevado de indivíduos de pequeno porte ($L_{jfl} < 125$ cm) ($\approx 50\%$), nos desembarques do 2º semestre. Nesse sentido, a região dos Açores poderá ser considerada como uma zona de recrutamento à pesca, durante este período do ano. A composição por sexos nos desembarques revelou que os machos foram a componente sexual dominante para comprimentos inferiores a 125 cm e as fêmeas dominaram para comprimentos superiores a 175 cm. Este padrão de proporção sexual deve reflectir diferentes requisitos fisiológicos e comportamentais, sendo possível que os custos de migração difiram entre os sexos, assim como entre indivíduos de tamanhos diferentes. Consequentemente, as distâncias percorridas poderão ser diferentes entre os comprimentos e os sexos da população.

Segundo o Código de Conduta para uma Pesca Responsável da FAO, a inexistência de dados científicos não deve justificar a ausência de medidas de gestão com vista à conservação dos recursos, assim como não deve negligenciar os aspectos sócio-económicos das comunidades piscatórias dependentes da pescaria em causa (#7, FAO, 1995). Assim, a assimetria encontrada nas diferentes componentes da frota palangreira que operam nos Açores, deverá ser sempre considerada na regulamentação da pescaria. Atendendo à existência de indivíduos pequenos na área, protegidos pela medida técnica em vigor em Portugal, dever-se-ia assistir a uma alteração no comportamento da frota durante o 2º semestre, principalmente no quarto trimestre. Consoante o tipo de embarcação em causa, uma possível recomendação à frota seria a movimentação das embarcações cabinadas de maior autonomia, para pesqueiros afastados das ilhas. Dada a actividade de pesca extremamente localizada das embarcações de boca-aberta, poder-se-ia permitir a captura e o desembarque de espadartes pequenos no âmbito da tolerância de 15% da captura total em número.

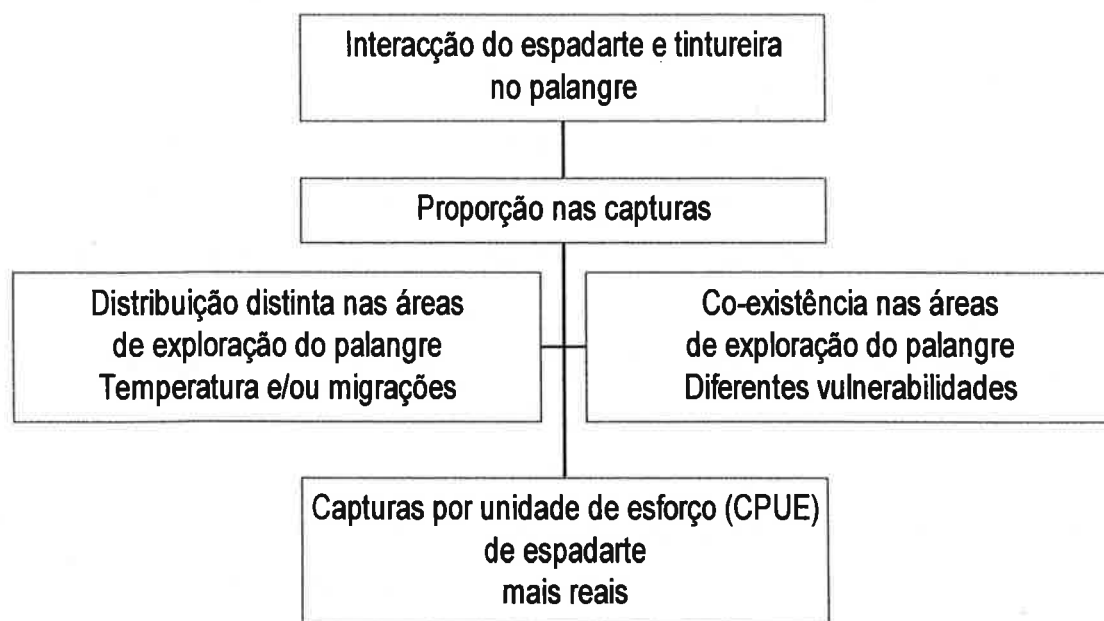
Dever-se-ia também incentivar os profissionais de pesca, a alterar a disposição do aparelho na água (maior profundidade), o tamanho do aparelho (diminuição do número de anzóis) e o tempo de duração da pesca (permanência do palangre na água), permitindo que os espadartes vivos sejam libertados para o mar, assim como reduzindo o número de espadartes de pequeno porte nas capturas. Estas alterações deveriam visar não só a conservação da componente jovem da população como também das espécies acompanhantes da pesca com o palangre, em particular a tintureira. Reforçando a ideia de reduzir a captura de espadartes pequenos e de tintureira, assim como o esforço de pesca, dever-se-ia assistir à introdução de novas artes de pesca alternativas, nomeadamente o arpão e a cana e carreto. Estas apresentam a vantagem do pescador poder avaliar o tamanho dos indivíduos capturados.

O espadarte é uma espécie que se encontra ameaçada, sendo necessário criar incentivos para a promoção de projectos nacionais, onde cada vez mais num contexto da União Europeia se impõe o aperfeiçoamento e cooperação entre os institutos de investigação específicos e multidisciplinares, como condição sem a qual não se alcançarão os propósitos referidos.

Na região dos Açores e para a melhor compreensão da pescaria de espadarte, considera-se importante a realização do estudo sobre a influência da temperatura e da área de pesca na abundância de espadarte e de tintureira, analisando a interacção existente entre estas duas espécies e a sua capturabilidade no palangre de superfície derivante, *i.e.*, definir se a proporção nas capturas de palangre de cada uma das espécies em causa é devida a uma distribuição distinta nas áreas de exploração palangreira, devidas a diferentes preferências térmicas ou migrações, ou é devida a diferentes vulnerabilidades experimentadas por cada uma das espécies à arte de pesca em questão (Esquema 2). Esta diferença na vulnerabilidade poderá ser devida à natureza e comportamento de cada uma das espécies em causa ou devidas a uma alteração na distribuição mensal dos comprimentos.

Em zonas influenciadas pela proximidade das ilhas, os espadartes de pequeno porte (regulamentados pela medida técnica) apresentam elevadas taxas de captura comparativamente à componente adulta. A possibilidade do espadarte juvenil poder exibir um comportamento de agregação face os predadores, deveria merecer uma atenção especial em futuras investigações. No sentido de se investigar a existência ou não deste comportamento na componente juvenil, seria importante realizar um estudo

comparativo da distribuição destes exemplares pequenos, entre zonas costeiras e oceânicas e assim, otimizar os rendimentos de pesca da frota palangreira.



Esquema 2: Organograma sobre diferentes hipóteses de estudo sobre a interacção entre o espadarte e a tintureira nas capturas de palangre de superfície derivante

As variações espacio-temporais na composição por sexos nos desembarques podem não só ser devidas à distribuição geográfica de cada componente sexual, como também ser um resultado da influência da arte de pesca sobre cada sexo. Com o objectivo de avaliar possíveis diferenças na capturabilidade entre os sexos, resultantes de estratégias comportamentais distintas, e desse modo inferir para o *ratio* na população, poderiam ser realizadas análises comparativas das estimações de proporção sexual das capturas de várias artes de pesca, durante um período de amostragem relativamente longo.

As propostas de investigação a curto e/ou médio prazo supra mencionadas, para além do seu interesse científico, deverão sempre auxiliar os profissionais de pesca a gerir a sua actividade, no sentido de alcançar os objectivos de uma pesca sustentável. Qualquer alteração no regime de operação das frotas palangreiras visando uma melhor gestão do recurso pesqueiro deverá ser sempre encarada como um esforço conjunto entre as instituições de investigação pesqueira, de gestão e profissionais da pesca. Nesse sentido, dever-se-ia fomentar a colaboração activa dos profissionais da pesca nos projectos de investigação sobre este recurso pesqueiro.

6. Avaliação do estado da pesca e do manancial de espadarte do Atlântico Norte

O objectivo deste estudo foi analisar o estado da pesca e do manancial de espadarte do Atlântico Norte, a partir de cada componente sexual, durante o período 1978-96. Para tal foi aplicado o método de análise de coortes com informação sobre a biologia da espécie, recolhida na área dos Açores, para cada sexo.

Foram sentidos vários problemas na concepção da informação de base a aplicar ao modelo estrutural. Dadas as limitações das fontes de informação na aplicação do modelo estrutural, foi usado um modelo de validação *a posteriori* dos resultados da análise de coortes realizada, permitindo uma maior flexibilidade e independência na estimação dos parâmetros.

Os resultados da análise de coortes revelaram que a população de espadarte do Atlântico Norte sofreu um acentuado declínio, principalmente a partir de 1990. A componente da população mais afectada parece ser a dos indivíduos adultos (5+), cuja a biomassa média apresentou uma diminuição contínua desde 1978. Complementarmente, em meados dos anos 80, as taxas de mortalidade de pesca das idades mais jovens da população aumentaram acentuadamente. São apontadas duas possíveis explicações para a redução na biomassa dos indivíduos adultos (\bar{B}_{5+}) e para o aumento na captura da componente imatura: 1) a diminuição na abundância em número das idades completamente recrutadas para a pesca (componente adulta) poderá ter induzido um aumento da vulnerabilidade dos juvenis à arte de pesca; 2) a incidência mais acentuada da exploração pesqueira sobre a componente juvenil e jovem da população, não permite que estes participem no manancial reprodutor, resultando numa diminuição da abundância da componente adulta da população (\bar{B}_{5+}).

Foram observadas diferenças na capturabilidade entre os sexos, apresentando os machos valores mais elevados neste coeficiente relativamente às fêmeas. Observou-se também que tanto na frota japonesa (palangre de meia-água) como nas frotas espanhola e norte-americana (palangre de superfície), as fêmeas com 5 ou mais anos parecem estar mais acessíveis à arte de pesca do que os machos para o mesmo intervalo de idades. Uma capturabilidade reduzida em machos com mais de 5 anos, poderá ser devida a um ciclo de vida mais curto que as fêmeas, assim como a alterações comportamentais face o meio ambiente e arte de pesca. Estes dois conceitos

associados poderão conseqüentemente, reduzir a selectividade nesta componente sexual relativamente ao mesmo grupo de idades nas fêmeas.

De acordo com a avaliação realizada neste estudo e dificuldades encontradas, são tecidas algumas considerações que deverão ser optimizadas no futuro:

Tem-se observado que as medidas de regulamentação impostas para este recurso pesqueiro não têm sido cumpridas, nomeadamente o sistema de totais admissíveis de capturas (TAC) e as medidas técnicas. Desde 1995, tem-se verificado que os TAC têm sido sistematicamente excedidos em cerca de 10%. De acordo com a informação mais recente obtida na ICCAT, os desembarques preliminares de espadarte no Atlântico Norte já excederam 7% do TAC imposto por esta instituição, de cerca de 10600 toneladas (ICCAT, *in press*). No que diz respeito aos tamanhos mínimos impostos, em 1998 para o manancial do Atlântico Norte, cerca de 33% da captura em número foi constituída por indivíduos menores que 125 cm de comprimento padrão (ICCAT, 2000).

De acordo com o incumprimento das medidas de regulamentação impostas, considera-se que a eficácia destas depende de um forte consenso entre as várias entidades envolvidas, nomeadamente a avaliação, a gestão, a indústria/actividade pesqueira e os mercados. Sobre estes últimos, considera-se que têm demonstrado um papel relativamente negativo no cumprimento dos tamanhos mínimos. A co-gestão e responsabilização das várias entidades envolvidas nas pescarias é encarada como a única alternativa para se atingir os objectivos de uma pesca sustentável, assim como dever-se-á criar fortes incentivos à investigação biológica, como uma forma de melhor servir a avaliação. Esta investigação deverá focar aspectos essenciais como a definição e a estruturação do manancial, como unidade biológica e como unidade de gestão de pesca. A possibilidade de existir diferentes unidades reprodutivas no Oceano Atlântico e conseqüentemente, a dificuldade em estabelecer fronteiras geográficas entre elas, torna difícil a definição de duas unidades de gestão das pescarias, tal como é realizada na ICCAT. Uma possível sugestão de trabalho seria a realização de várias avaliações, uma baseada num manancial único para este Oceano e duas avaliações para cada uma das unidades de gestão, separadas pelo paralelo dos 5°N, e analisar o comportamento do manancial ou mananciais com os vários cenários de recuperação.

A inexistência de estudos comportamentais específicos por sexo face ao meio ambiente e à pesca poderá ter tido implicações na condução das avaliações realizadas para o manancial de espadarte. Atendendo aos diferentes ciclos de vida de cada sexo e

às limitações fisiológicas específicas com o comprimento do indivíduo, poder-se-á prever um comportamento diferente face à pesca. Por conseguinte, poderão ser esperadas diferentes disponibilidades entre os sexos, dentro de cada idade. Como as fêmeas e os machos, nesta espécie, apresentam taxas de crescimento diferentes, é necessário tratar cada um dos sexos, como mananciais separados na avaliação do manancial. Daí a importância da separação dos sexos na condução do modelo estrutural, complementando com novas abordagens de investigação no que diz respeito à ecologia comportamental de cada componente sexual. As diferenças encontradas na biomassa corporal entre os sexos, pode implicar diferenças importantes na produção sustentável da pescaria devidas a cada sexo. Efectivamente, na análise de produção por recruta realizada neste estudo, a captura máxima por recruta (Y_{Max}) foi distinta entre os sexos, sendo atingida a um nível de pesca mais baixo nas fêmeas ($F_{max}=0,303 \text{ ano}^{-1}$) do que para os machos ($F_{max}=0,566 \text{ ano}^{-1}$), a que correspondeu, respectivamente, uma Y_{Max} de 25,6 kg/R e de 18,0 kg/R.

O dimorfismo sexual de crescimento que caracteriza o espadarte poderá ter implicações na selecção do *habitat*, podendo esta ser diferente entre os sexos. As limitações fisiológicas dos machos, nomeadamente térmicas, poderão condicionar as migrações geográficas, assim como verticais. Uma possível causa para esta vulnerabilidade poderá ser devida à biomassa corporal. Neste sentido, poder-se-á prever custos de migração mais elevados em indivíduos com uma biomassa corporal mais baixa. No sentido de examinar esta hipótese, deveriam de ser conduzidos estudos que avaliassem as consequências, em termos de custos-benefícios individuais, da existência de uma biomassa corporal distinta entre os sexos, na migração vertical e horizontal. Complementarmente, deveriam de ser realizados estudos de selectividade com o comprimento/idade inter e intra sexos, com objectivo de aperfeiçoar os resultados das avaliações conduzidas para cada componente sexual.

As incertezas associadas à natureza deste recurso pesqueiro, assim como às enormes dificuldades na implementação das várias medidas de regulamentação para esta pescaria deveria de conduzir a uma gestão de pesca que se baseasse em pontos de referência biológica obtidos na análise de produção por recruta, tais como $F_{0.1}$, ou obtidos, segundo Caddy (1998) e Fonteneau & Frometin (2000), em pontos de referência biológica empíricos que auxiliassem na gestão e na melhor aceitação dessas medidas de regulamentação por parte da indústria pesqueira.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Afonso-Dias, I. P. (1997). Aspects of the biology and ecology of anglerfish (*Lophius piscatorius*, L.) of the West coast of Scotland (I.C.E.S. Sub Area VIa). Thesis submitted in accordance with the requirements of the University of Aberdeen for the degree of Doctor in Philosophy. University of Aberdeen, Scotland
- Almada, V. C. & Oliveira, R. F. (1997). Sobre o uso de estatística de simulação em estudos de comportamento. *Análise Psicológica* 1 (XV): 97-109
- Alvarado Bremer, J. R. (1992). Stock differentiation of Atlantic swordfish using mitochondrial DNA analyses. *ICCAT, Col. Vol. Sci. Pap.* 39(2): 607-614
- Alvarado Bremer, J. R., Mejuto, J. & Ely, B. (1995). Global population structure of the swordfish (*Xiphias gladius*) as revealed by analysis of the mitochondrial control region. *ICCAT, Col. Vol. Sci. Pap.* 44(3): 206-216
- Alvarado Bremer, J. R., Mejuto, J., Gómez-Márquez, J., Viñas, J., Boán, F., Carpintero, P., Rodríguez, J. M., Plá, C. L., De La Serna, J. M. & Ely, B. (1999a). Hierarchical analysis of nucleotide diversity reveals extremely low levels of mitochondrial DNA gene flow between northeast Atlantic and Mediterranean swordfish populations. *ICCAT, Col. Vol. Sci. Pap.*, [SCRS/98/128](#)
- Alvarado Bremer, J. R., Mejuto, J., Gómez-Márquez, J., Boán, F., Carpintero, P., Rodríguez, J. M., Greig, T. W. & Ely, B. (1999b). Hierarchical analysis of swordfish mtDNA substructure within the Atlantic Ocean. *ICCAT, Col. Vol. Sci. Pap.*, [SCRS/98/127](#)
- Alves, M. (1993). Condições Oceanográficas na Região dos Açores. Sua influência nas pescas demersais e pelágicas. In: 12ª Semana das Pescas dos Açores, 16 a 20 de Março, 1992, pp: 153-171. Secretaria Regional da Agricultura e Pescas. Direcção Regional das Pescas, Horta
- Anón. (1987a). Estatísticas mensais por ilha, Ano 1986. Lotaçor, E.P., Ponta Delgada
- Anón. (1987b). Report of the Swordfish Assessment Workshop. Southeast Fisheries Center. *ICCAT, Col. Vol. Sci. Pap.* 26 (2): 339-395
- Anón. (1988). (Draft). Report of the ICCAT Swordfish Workshop (Madrid, Spain - October 6-13, 1987)
- Anón. (1989). Second ICCAT Swordfish Workshop (Madrid, September 6-13, 1988), *ICCAT, Col. Vol. Sci. Pap.* 29: 71-162
- Anón. (1990a). (Draft) SWO-Pez Espada. 1989 Informe SCRS-Final COM
- Anón. (1990b). Compte rendu de la réunion préparatoire des experts de la Communauté consacrée à l'espadon de l'Atlantique Nord (Madrid, les 21-24 Mars 1990). XIV/106/90-FR :21p
- Anón. (1991). (Draft) SWO-Swordfish. SCRS final report (Madrid, Spain - September, 12-19, 1990)
- Anón. (1993a). (Draft). SWO-Swordfish. 1992 SCRS Report
- Anón. (1993b). Report of working group on Nephrops and Pandalus stocks. *ICES, Doc. C.M.* 1993/Assess: 11 (*mimeo*)
- Anón. (1994). (Draft) SWO-Swordfish. 1993 SCRS Report (November, 2, 1993)
- Anón. (1995). Background document for the 1994 Atlantic Swordfish stock assessment carried out by the ICCAT Standing Committee on Research & Statistics (SCRS) (Madrid, Spain - October 19 to 26, 1994). *ICCAT, Col. Vol. Sci. Pap.* 44 (3): 113p
- Anón. (1996). Swordfish-Detailed report. *ICCAT, Col. Vol. Sci. Pap.* 45 (2):311-336
- Anón. (1997a). 1996 Detailed report for swordfish. Report of the ICCAT swordfish stock assessment session (Halifax, Nova Scotia, Canada - October 2-9, 1996). *Col. Vol. Sci. Pap.* 46 (3): 165-298
- Anón. (1997b). Informe sobre la actividad de la flota española de palangre de superficie dirigida al pez espada, durante 1994 y 1995, en el Oceano Atlantico. Instituto Español de Oceanografía
- Anón. (1999). (Draft). 1998 Swordfish detailed report. 1998 SCRS Report
- Anón. (2000). 1999 Detailed report for swordfish. ICCAT SCRS swordfish stock assessment session (Madrid, Spain - September 27 to October 4, 1999)

- Anón. (2000a). <http://www.mbari.org>
- Arata Jr, G. F. (1954). A contribution to the life history of the swordfish, *Xiphias gladius* Linnaeus, from the south Atlantic coast of the United States and the Gulf of Mexico. *Bull. Mar. Sci. Gulf Caribbean* 4(3): 183-243
- Arreguín-Sánchez, F. (1996). Catchability: a key parameter for fish stock assessment. *Rev. Fish Biol. Fish.* 6: 221-242
- Arocha, F. (1997). The reproductive dynamics of swordfish *Xiphias gladius* L. and management implications in the Northwestern Atlantic. A dissertation submitted to the Faculty of the University of Miami in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy. University of Miami, Coral Gables, Florida
- Arocha, F. & Lee, D. (1993). Preliminary observations on sex ratio and maturity stages of the swordfish, *Xiphias gladius*, in the northwest Atlantic. *ICCAT, Col. Vol. Sci. Pap.* 40(1): 425-432
- Arocha, F. & Lee, D. (1995). The spawning of swordfish from the northwest Atlantic. *ICCAT, Col. Vol. Sci. Pap.* 44(3): 179-186
- Arocha, F. & Lee, D. W. (1996). Maturity at size, reproductive seasonality, spawning frequency, fecundity and sex ratio in swordfish from the northwest Atlantic. *ICCAT, Col. Vol. Sci. Pap.* 45(2): 350-357
- Arocha, F., Lee, D. W. & Grubich, J. R. (1994). Observations on sex ratio, maturity stages and fecundity of swordfish, *Xiphias gladius*, in the northwest Atlantic Ocean. *ICCAT, Col. Vol. Sci. Pap.* 42(1): 309-318
- Arruda, L. M. (1982). Aspectos da biologia de *Trachurus trachurus* (Linnaeus 1758) vivendo ao longo da costa portuguesa. As populações, o crescimento e a maturação sexual. Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa para a obtenção do Grau de Doutor
- Azevedo, M. (1990a). Alguns aspectos da dinâmica populacional de espadarte (*Xiphias gladius*, L.) nas águas continentais portuguesas. Dissertação original apresentada para Provas Públicas para Acesso à Categoria de Assistente de Investigação, INIP, Lisboa
- Azevedo, M. (1990b). Information on the swordfish fishery in the portuguese continental EEZ. *ICCAT, Col. Vol. Sci. Pap.* 32(2): 282-286
- Bagenal, T. B. (1974). *The ageing of fish*. Unwin Brothers Ltd., England
- Bagenal, T. B. & Tesch, F. W. (1978). Age and growth. In: *Methods for the Assessment of Fish Production in Freshwater* (ed. T. B. Bagenal), 3rd edition, pp: 101-136. Blackwell Scientific Publication, Oxford
- Bara, G. (1960). Histological and cytological changes in the ovaries of the mackerel "*Scomber scomber* L.", during the annual cycle. *Istanbul Univ. Fen Fak. Mecm.*, Ser. B 25: 49-91
- Bard, F. X. (1989). Pêcheries et état des stocks d'espadon en océan Atlantique. Etat des connaissances sur l'espadon de l'Atlantique. In: 8ª Semana das Pescas dos Açores, Março 1988, pp: 91-110. Secretaria Regional da Agricultura e Pescas, Direcção Regional das Pescas, Horta
- Barreto C., M. A., Marcano, L. A., Alió, J. J., Gutierrez, X. & Zerpa, A. (1996). Alimentacion del pez espada, *Xiphias gladius*, en el área del caribe venezolano. *ICCAT, Col. Vol. Sci. Pap.* 45(2): 337-342
- Barros, P. C. (1990). A Análise de Coortes na avaliação de recursos pesqueiros. Dissertação apresentada para Provas de Aptidão Pedagógica e Capacidade Científica. Universidade do Algarve, Faro
- Bauchot, M. -L. & Pras, A. (1980). *Guide des Poissons Marins D'Europe*. Delachaux & Niestlé (Ed.), Paris
- Bauchot, M. -L. & Hureau, J. -C. (1986). Diretmidae. In: *Fishes of the North-Eastern Atlantic and Mediterranean* (eds. P. J. P. Whitehead, M. -L. Bauchot, J. -C. Hureau, J. Nielsen & E. Tortonese), 2: 883-907. Unesco
- Beamish, R. J. & McFarlane, G. A. (1983). The forgotten requirement of age validation in fisheries biology. *Trans. Am. Fish. Soc.* 112: 735-743

- Beardsley, G. L. (1978). Report of the swordfish workshop held at the Miami laboratory, Southeast Fisheries Center, Miami, Florida, June 7-9, 1977. *ICCAT, Col. Vol. Sci. Pap.* 7(1): 149-158
- Beardsley, G. L. (1979). Report of the billfish stock assessment workshop Atlantic session. NOAA/NMFS, SEFC, Miami Florida (*mimeo*)
- Beardsley, G. L., Conser, R. J., Lopez, A. M., Brassfield, M. & McClellan, D. (1979). Length and weight data for western Atlantic swordfish, *Xiphias gladius*. *ICCAT, Col. Vol. Sci. Pap.* 8(2): 490-495
- Beckett, J. S. (1974). Biology of swordfish, *Xiphias gladius* L., in the northwest Atlantic Ocean. *NOAA Tech. Rep. NMFS SSRF* 675: 103-106
- Beckett, J. S. & Freeman, H. C. (1974). Mercury in swordfish and other pelagic species from the Western Atlantic Ocean. In: Proceedings of the International Billfish Symposium, Kailua-Kona, Hawaii, 9-12 August 1972. Part 2. Review and Contributed Papers (eds. R. S. Shomura & F. Williams), pp:154-159. *NOAA Tech. Rep. NMFS SSRF* 675
- Berg, J. (1979). Discussion of methods of investigating the food of fishes, with reference to a preliminary study of the prey of *Gobiusculus flavescens* (Gobiidae). *Mar. Biol.*, 50: 263-273
- Berkeley, S. A. (1983). Atlantic swordfish stock structure data and suggestions for its interpretation. *ICCAT, Col. Vol. Sci. Pap.* 18(3): 839-845
- Berkeley, S. A. & Houde, E. D. (1982). Population parameter estimates and catch-effort statistics in the broadbill swordfish (*Xiphias gladius*) fishery of the Florida Straits. *ICES, C.M.* 1981/H:35: 9 p
- Berkeley, S.A. & Houde, E. D. (1983). Age determination of broadbill swordfish, *Xiphias gladius*, from the Straits of Florida, using anal fin spine sections. In: Proceedings of the International workshop on age determination of oceanic pelagic fishes: tunas, billfishes, and sharks (eds. E. D. Prince & L. M. Pulos), pp: 137-143. *NOAA Tech. Rep. NMFS* 8
- Bertin, L. (1958). Sexualité et fécondation. In: *Traité de Zoologie. Anatomie, Systématique, Biologie. Agnathes et Poissons. Anatomie, Éthologie, Systématique* (ed. P.-P. Grassé), XIII (II): 99-1652
- Beverton, R. J. & Holt, S. J. (1957). On the dynamics of exploited fish populations. *Fish. Invest. London*, Ser. II, 19: 1-533
- Beverton, R. J. & Holt, S. J. (1959). A review of the life-spans and mortality rates of fish in nature and their relation to growth and other physiological characteristics. In: CIBA Found. Colloq. on Ageing (eds. G. E. W. Wolstenholme & M. O'Connor), pp:80-142
- Bigelow, H. B. & Schroeder, W. C. (1953). Fishes of the Gulf of Maine. *U. S. Fish Wildl. Serv. Fish. Bull.* 53: 577p
- Billard, R., Foshier, A., Weil, C. & Breton, B. (1982). Endocrine control of spermatogenesis in teleost fish. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 39: 65-79
- Block, B. A. & Finnerty, J. R. (1994). Endothermy in fishes: A phylogenetic analysis of constraints, predispositions, and selection pressures. *Environ. Biol. Fishes* 40: 283-302
- Brennan, J. S. & Cailliet, G. M. (1991). Age determination and validation studies of white sturgeon, *Acipenser transmontanus*, in California. In: Actes du premier colloque international sur l'esturgeon, Acipenser. Bordeaux 3-6 Octobre 1989 (ed. P. Williot), pp: 209-233. *CEMAGREF Publ.*
- Brothers, E. B. (1983). Summary of the round table discussions on age validation. In: Proceedings of the International workshop on age determination of oceanic pelagic fishes: tunas, billfishes, and sharks (eds. E. D. Prince & L. M. Pulos), pp: 35-44. US Dep. Commer., *NOAA Tech. Rep. NMFS* 8
- Caddy, J. F. (1998). A short review of precautionary reference points and some proposals of their use in data-poor situations. *FAO Fish. Tech. Pap.*, 379: 30p
- Cadima, E. L. (2000). Manual de avaliação de recursos pesqueiros. FAO Documento Técnico sobre as Pescas, 393. Roma, FAO
- Cadima, E. L. & Azevedo, M. (1999). A proposal to select reference points for longterm fishery management objectives. *ICES, C.M.* 1998/T:9: 18p
- Carey, F. G. (1982). A brain heater in the swordfish. *Science* 216: 1327-1329

- Carey, F. G. (1990). Further acoustic telemetry observations of swordfish. In: Planning the future of billfishes. Research and Management in the 90s and Beyond, Proceedings of the Second International Billfish Symposium Kailua-Kona, Hawaii, August 1-5, 1988. Part 2: Contributed Papers (ed. R. H. Stroud), pp: 103-122. *Marine Recreational Fisheries*, 13
- Carey, F. G. & Robinson, B. H. (1981). Daily patterns in the activities of swordfish *Xiphias gladius*, observed by acoustic telemetry. *Fish. Bull.* 79(2): 277-292
- Carlander, K. D. (1981). Caution on the use of the regression method of back-calculating lengths from scale measurements. *Fisheries* 6(1): 2-4
- Casselmann, J. M. (1983). Age and growth assessment of fish from their calcified structures: Techniques and tools. In: Proceedings of the International workshop on age determination of oceanic pelagic fishes: tunas, billfishes, and sharks (eds. E. D. Prince & L. M. Pulos), pp: 1-17. US Dep. Commer., *NOAA Tech. Rep. NMFS* 8
- Castro, J., De la Serna, J. M., Macías, D. & Mejuto, J. (2000). Estimaciones científicas preliminares de los desembarcos de especies asociadas realizadas por la flota española de palangre de superficie en 1997 y 1998. *ICCAT, Col. Vol. Sci. Pap.*, 51 : 1882-1894
- Cayré, P. & Diouf, T. (1984). Croissance du thon obèse (*Thunnus obesus*) de l'Atlantique d'après les résultats de marquage. *ICCAT, Col. Vol. Sci. Pap.* 20 (1): 180-187
- Chalabi, A. (1993). Approche de la croissance de l'espadon *Xiphias gladius* en baies de Beni-Saf et de Bou Ismail. *ICCAT, Col. Vol. Sci. Pap.* 40(2): 158-161
- Chalabi, A. & Ifrene, F. (1993). Le régime alimentaire hivernal de l'espadon *Xiphias gladius* L. pêche près des côtes Est de l'Algérie. *ICCAT, Col. Vol. Sci. Pap.*, 40 (2): 162-164
- Chalabi, A., Cherrak, I., Hamida, S. & Sail, M. (1994). La croissance de l'espadon pêché près des côtes algériennes. *ICCAT, Col. Vol. Sci. Pap.* 44(1): 305-308
- Chang, W. Y. B. (1982). A statistical method for evaluating the reproducibility of age determination. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 39(8): 1208-1210
- Chow, S. & Takeyama, H. (2000). Genetically separated four breeding units of the swordfish (*Xiphias gladius*) revealed by nuclear and mitochondrial DNA analyses. Consulting paper in ICCAT SCRS swordfish stock assessment session (Madrid, Spain – September 27 to October 4, 1999)
- Church, R. E. (1968). Broadbill swordfish in deep water. *Sea Frontiers* 14: 246-249
- Clarke, M. R. (1962). The Identification of cephalopod "beaks" and the relationship between beak size and total body weight. *Bull. Brit. Mus. (Nat. Hist.) Zool.* 8(10): 419-480
- Clarke, M. (1986). *A handbook for the identification of cephalopod beaks*. Clarendon Press, Oxford
- Clarke, M. & Martins, H. (1995). Marine azorean foodwebs: The known, the unknown and the unlikely. In: 13^a Semana das Pescas dos Açores, Março 1994, pp: 73-90. Secretaria Regional da Agricultura e Pescas, Direcção Regional das Pescas, Horta
- Clarke, M. R., Clarke, D. C., Martins, H. R. & Silva, H. M. (1995). The diet of swordfish (*Xiphias gladius*) in azorian waters. *Arquipélago. Life and Marine Sciences* 13 A: 53-69
- Conser, R., Phares, P. L., Hoey, J. J. & Farber, M. I. (1986). An assessment of the status of stocks of swordfish in the northwest Atlantic Ocean. *ICCAT, Col. Vol. Sci. Pap.* 25: 218-245
- Cramer, J. & Bertolino, A. (1999). Standardized catch rates for swordfish (*Xiphias gladius*) from the U.S. longline fleet through 1997. *ICCAT, Col. Vol. Sci. Pap.*, SCRS/98/114
- De la Serna, J. M., Alot & Godoy, M. D. (1992). Analisis preliminar de la madurez sexual de pez espada (*Xiphias gladius*) en el area Atlantica proxima del Estrecho de Gibraltar. *ICCAT, Col. Vol. Sci. Pap.* 39: 522-537
- DeMartini, E. E., Uchiyama, J. H. & Williams, H. A. (2000). Sexual maturity, sex ratio, and size composition of swordfish, *Xiphias gladius*, caught by the Hawaii-based pelagic longline fishery. *Fish. Bull.* 98: 489-506
- Draganik, B. & Cholyst, J. (1988). Temperature and moonlight as stimulators for feeding activity by swordfish. *ICCAT, Col. Vol. Sci. Pap.* 27: 305-314
- Ehrhardt, N. M. (1991). Review of the age and growth of swordfish *Xiphias gladius* in the Northwestern Atlantic. *ICCAT, Col. Vol. Sci. Pap.*, SCRS/90/29
- Ehrhardt, N. M. (1992). Age and growth of swordfish *Xiphias gladius* in the northwestern Atlantic. *Bull. Mar. Sci.* 50 (2): 293-301

- Ehrhardt, N. M. (1995). On the age and growth of swordfish in the northwest Atlantic Ocean. *ICCAT, Col. Vol. Sci. Pap.* 44(2): 84-88
- Ehrhardt, N. M., Robbins, R. J. & Arocha, F. (1996). Age validation and growth of swordfish, *Xiphias gladius*, in the northwest Atlantic. *ICCAT, Col. Vol. Sci. Pap.* 45(2): 358-367
- Estabrook, C. B. & Estabrook, G. F. (1989). ACTUS: A solution to the problem of small samples in the analysis of two-way contingency tables. *Historical Methods* 22: 5-8
- Esteves, E. B. O. (1995). Sobre a utilização de três estruturas ósseas na avaliação de idades do espadarte, *Xiphias gladius* Linnaeus 1758, dos Açores. Relatório de Estágio do Curso de Licenciatura em Biologia Marinha e Pescas. Unidade de Ciências e Tecnologias dos Recursos Aquáticos. Universidade do Algarve, Faro
- Esteves, E., Simões, P., Silva, H. & Andrade, J. P. (1995). Ageing of swordfish, *Xiphias gladius* Linnaeus 1758, from the Azores using *sagittae*, anal-fin spines and *vertebrae*. *Arquipélago. Life and Marine Sciences* 13 A: 39-51
- FAO (1993). Reference points for fishery management: Their potencial application to straddling and highly migratory resources. *FAO Fish. Circ.* 864, FAO, Rome, 52p
- FAO (1995). *Code of Conduct for Responsible Fisheries*. FAO, Rome
- FAO (1996). *La Situation Mondiale des Pêches et de l'Aquaculture* (Sofia). FAO, Rome
- Fernandes, L. (1988). Pesca experimental de espadarte nos Açores com palangre de deriva. In: 7ª Semana das Pescas dos Açores, Março 1987, pp: 121-126. Secretaria Regional da Agricultura e Pescas, Direcção Regional das Pescas, Horta
- Finnerty, J. R. & Block, B. A. (1995). Evolution of cytochrome b in the Scombroidei (Teleostei): Molecular insights into billfish (Istiophoridae and Xiphiidae) relationships. *Fish. Bull.* 93: 78-96
- Fisher, W., Schneider, M. & Bauchot, M. L. (1987). Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. Méditerranée et Mer Noire: Zone de Pêche 37. Révision 1, 2. FAO, Rome
- Fonteneau, A. (1991). An open letter. In: Informe del Periodo Bienal 1990-1991, I: 366-373
- Fonteneau, A. (1997). *Atlas of Tropical Tuna Fisheries. World Catches and Environment*. ORSTOM Editions, Paris
- Fonteneau, A. & Marcile, J. (1991). Recursos, Pesca y Biología de los Tunidos del Atlántico Centro-Oriental. *ICCAT*, Madrid
- Fonteneau, A. & Frometin, J. M. (2000). An overview on the use of precautionary approach and tuna management. *ICCAT, Col. Vol. Sci. Pap.*, 51: 2085-2094
- Francis, R. I. C. C. (1990). Back-calculation of fish length: A critical review. *J. Fish. Biol.* 36: 883-902
- Francis, R. I. C. C. (1995). The analysis of otolith data-A mathematician's perspective (What, precisely, is your model?). In: Recent Developments in Fish Otolith Research (eds. D. H. Secor & J. M. Dean), pp:81-95. *Marine Science* 19. The Belle W. Baruch Library
- Fréon, P. & Misund, O. A. (1999). *Dynamics of Pelagic Fish Distribution and Behaviour: Effects on Fisheries and Stock Assessment*. Fishing News Books, Blackwell Science Ltd, Oxford
- Frometin, J.-M., Fonteneau, A. & Farrugio, H. (2000). Biological reference points and natural long-term fluctuations: the case of the Eastern Atlantic bluefin tuna, *ICCAT, Col. Vol. Sci. Pap.*, 51: 2072-2084
- García, B. & Mejuto, J. (1988). Primeros datos sobre la biología de la reproducción de pez espada (*Xiphias gladius* L.) de las áreas 35°-45°N, 10°-40°W (BIL 94). *ICCAT, Col. Vol. Sci. Pap.* 27: 164-177
- Gavaris, S. (1988). An adaptative framework for the estimation of population size. *Can. Atl. Fish. Sci. Adv. Cmm. (CAFSAC) Res. Doc.* 88/29, 12p
- Gayanilo Jr, F. C., Sparre, P. & Pauly, D. (1994). The FAO-ICLARM stock-assessment tools (FiSAT) user's guide. *FAO Computerized Information Series (Fisheries)* 6, FAO, Rome
- Glenn, C. L. & Ward, F. J. (1968). "Wet" weight as a method for measuring stomach contents of Walleyes, *Stizostedion vitreum vitreum*. *J. Fish. Res. Bd Can.* 25 (7): 1505-1507

- Godin, J.-G. J. (1997). Behavioural ecology of fishes: adaptations for survival and reproduction. In: *Behavioural Ecology of Teleost Fishes* (ed. J.-G. J. Godin), pp: 1-8. Oxford University Press, New York
- Gonçalves, J. M. (1991). The Octopoda (Mollusca: Cephalopoda) of the Azores. *Arquipélago. Life and Earth Sciences* 9: 75-81. Angra do Heroísmo
- Gonçalves, J. M. S. (2000). Biologia pesqueira e dinâmica populacional de *Diplodus vulgaris* (Geoffr.) e *Spondyliosoma cantharus* (L.) (Pisces, Sparidae) na costa Sudoeste de Portugal. Dissertação apresentada à Universidade do Algarve para a obtenção do grau de Doutor em Ciências e Tecnologias das Pescas, especialidade de Pescas. Unidade de Ciências e Tecnologias dos Recursos Aquáticos. Universidade do Algarve. Faro
- Gouveia, L. (1992). Swordfish (*Xiphias gladius*, Linnaeus) fishing experiment in Madeira EEZ. *ICCAT, Col. Vol. Sci. Pap.* 39(2): 477-483
- Gouveia, L. & Mejuto, J. (1994). Notes on biological and biometric data of the swordfish (*Xiphias gladius* L.) in areas off Madeira. *ICCAT, Col. Vol. Sci. Pap.* 42(1): 274-280
- Gouveia, L. & Mejuto, J. (1995). Some biometric data from the swordfish (*Xiphias gladius* L.) in the areas off Madeira. *ICCAT, Col. Vol. Sci. Pap.* 44(3): 132-134
- Gorbunova, N. W. (1969). Breeding grounds and food of the larvae of the swordfish [*Xiphias gladius* Linné (Pisces, Xiphiidae)]. *Probl. Ichthyol.* 9: 375-387
- Grall, C, De Sylva, D. P. & Houde, E. D. (1982). Distribution and seasonality of broadbill swordfish (*Xiphias gladius*) larvae, particularly in the western north Atlantic Ocean. *ICES, C.M.* 1981/H: 33
- Greenwood, P. H., Rosen, D. E., Weitzman, S. H. & Myers, G. S. (1966). Phyletic studies of teleostean fishes, with a provisional classification of living forms. *Bull. Am. Mus. Nat. Hist.* 131: 339-455
- Greig, T. W., Alvarado Bremer, J. R. & Ely, B. (1999). Preliminary results from genetic analyses of nuclear markers in swordfish, *Xiphias gladius*, reveals concordance with mitochondrial DNA analyses. *ICCAT, Col. Vol. Sci. Pap.*, SCRS/98/129
- Greig, T. W., Alvarado Bremer, J. R. & Ely, B. (2000). Nuclear markers provide additional evidence for population subdivision among Atlantic swordfish. *ICCAT, Col. Vol. Sci. Pap.*, 51: 1637-1641
- Grier, H. J. (1981). Cellular organization of the testis and spermatogenesis in fishes. *Amer. Zool.* 21: 345-357
- Grier, H. J., Taylor, R. G. & Reese, R. O. (1987). The mechanism of tubule elongation during testicular recrudescence in the redfish, *Sciaenops ocellatus* (Perciformes). *Proc. V Congr. europ. Ichthyol.*, Stockholm 1985, pp: 285-291
- Guerra, A. (1992). Mollusca, Cephalopoda. In: *Fauna Ibérica*. (eds. Ramos, M. A. et al.). Museo Nacional de Ciencias Naturales. CSIC, 1
- Guerra, A., Simon, F. & Gonzalez, A. F. (1993). Cephalopods in the diet of the swordfish, *Xiphias gladius*, from the northeastern Atlantic Ocean. In: *Recent Advances in Fishery Biology* (eds. T. Okutani, R. K. O'Dor & T. Kubodera), pp: 159-164
- Gulland, J. A. (1969). Manual of methods for fish stock assessment. Part 1-Fish population analysis. *FAO Man. Fish. Sci.* 4: 154p
- Hacunda, J. S. (1981). Trophic relationships among demersal fishes in a coastal area of the Gulf of Maine. *Fish. Bull.* 79 (4): 775-788
- Haist, V. & Porter, J. M. (1993). Evaluation of alternative methods to estimate age compositions from length frequency data with specific reference to Atlantic swordfish, *Xiphias gladius*. *ICCAT, Col. Vol. Sci. Pap.* 40(1): 331-342
- Hayashi, Y. (1976). Studies on the growth of the red tilefish in the East China sea-I. A fundamental consideration for age determination from otoliths. *Bull. Jpn Soc. Sci. Fish.* 42(11): 1237-1242 (Abstract)
- Hedgepeth, M. Y. & Jolley Jr, J. W. (1983). Age and growth of sailfish *Istiophorus platypterus*, using cross sections from the fourth dorsal fin spine. In: Proceedings of the International workshop on age determination of oceanic pelagic fishes: tunas, billfishes, and sharks (eds. E. D. Prince & L. M. Pulos), pp: 131-135. US Dep. Commer., *NOAA Tech. Rep. NMFS* 8

- Hernandez-Garcia, V. (1995). The diet of the swordfish *Xiphias gladius* Linnaeus 1758, in the central east Atlantic, with emphasis on the role of cephalopods. *Fish. Bull.* 93(2): 403-411
- Herrán, R. A. (1988). Analisis de contenidos estomacales en peces. Revisión bibliográfica de los objetivos y la metodología. *Inf. Tecn. Inst. Esp. Oceanogr.*, 63, 74 p
- Hess, S. C. & Toll, R. B. (1981). Methodology for specific diagnosis of cephalopod remains in stomach contents of predators with reference to the broadbill swordfish, *Xiphias gladius*. *J. Shell. Res.* 1(2): 161-170
- Hilborn, R. & Walters, C. J. (1992). *Quantitative Fisheries Stock Assessment. Choice, Dynamics and Uncertainty*. Chapman and Hall, Inc., New York
- Hinman, K. (1999). Hawaii longline fishery threatens skarks. In: *Saltwater sportsman magazine*, August 1999, pp:94-98
- Hoey, J. J. & Mejuto, J. (1991). Swordfish size composition data from Spanish and United States North Atlantic longline fisheries. *ICCAT, Col. Vol. Sci. Pap.* 35(2): 415-428
- Hoey, J., Conser, R. & Duffie, E. (1989). Catch per unit effort information from the U.S. swordfish fishery: *ICCAT, Col. Vol. Sci. Pap.* 29: 195-227
- Hoey, J. J., Conser, R. J. & Bertolino, A. R. (1991). The western north Atlantic swordfish. *Audubon Wildlife Report 1989/1990*
- Holden, M. J. & Raitt, D. F. S. (1974). Manuel de science halieutique. Partie 2- Méthodes de Recherches sur les Ressources et leur Application. *FAO Fish. Tech. Pap.* 115
- Hulley, P. A. (1986). Myctophidae In: *Fishes of the North-Eastern Atlantic and Mediterranean* (eds. P. J. P. Whitehead, M. -L. Bauchot, J. -C. Hureau, J. Nielsen & E. Tortonese), 1: 429-483. Unesco
- Hunter, J. R. & Macewicz, B. J. (1985). Measurement of spawning frequency in multiple spawning fishes. In: *An Egg Production Method for Estimating Spawning Biomass of Pelagic Fish: Application to the Northern Anchovy, *Engraulis mordax** (ed. R. Lasker), pp: 79-94. U.S. Dep. Commer., *NOAA Tech. Rep. NMFS* 36
- Huntingford, F. A. (1993). Development of behaviour in Fish. In: *Behaviour of teleost fishes* (ed. T. J. Pitcher), 2nd edition, pp: 57-83. Chapman and Hall, London
- Hureau, J.-C. (1970). Biologie comparée de quelques poissons antarctiques (*Nototheniidae*). *Bull. Inst. Oceanogr. Monaco* 68 (1391): 1-250
- Hurley, P. C. F. & Iles, T. D. (1981). A review of the canadian swordfish fishery. *ICCAT, Col. Vol. Sci. Pap.* 15(2): 348-360
- ICCAT (1996). Informe del Periodo Bienal 1994-1995, Parte II: 235p
- ICCAT (1997). Informe del Periodo Bienal 1996-1997, Parte I: 194p
- Isidro, E. J. L. F. (1996). Biology and population dynamics of selected demersal fish species of the Azores Archipelago. Thesis submitted in accordance with the requirements of the University of Liverpool for the degree of Doctor in Philosophy. University of Liverpool, Port Erin
- Isidro, H. A. (1990). Age and growth of *Trachurus picturatus* (Bowdich, 1825) (Teleostei:Carangidae) from the Azores. *Arquipélago. Life and Earth Sciences* 8: 45-54
- Iversen, R. T. B. & Kelley, R. R. (1974). Occurrence, morphology, and parasitism of gastric ulcers in blue Marlin, *Makaira nigricans*, and black Marlin, *Makaira indica*, from Hawaii. In: *Proceedings of the International Billfish Symposium, Kailua-Kona, Hawaii, 9-12 August 1972. Part 2. Review and Contributed Papers* (eds. R. S. Shomura & F. Williams), pp:149-153. *NOAA Tech. Rep. NMFS SSRF* 675
- Iverson, I. L. K. & Pinkas, L. (1971). A pictorial guide to beaks of certain Eastern Pacific cephalopods. *Fish. Bull.* 152: 83-105
- Jobling, M. & Breiby, A. (1986). The use and abuse of fish otoliths in studies of feeding habits of marine piscivores. *Sarsia* 71: 265-274
- Johnson, A. G. (1983). Comparison of dorsal spines and vertebrae as ageing ageing structures for little tunny, *Euthynnus alletteratus*, from the Northeast Gulf of Mexico. In: *Proceedings of the International workshop on age determination of oceanic pelagic fishes: tunas, billfishes, and sharks.* (eds. E. D. Prince & L. M. Pulos), pp: 111-115. US Dep. Commer., *NOAA Tech. Rep. NMFS* 8

- Jones, C. (1997). Cooperative tagging center release and recapture activities for swordfish (*Xiphias gladius*): 1961-1996. *ICCAT, Col. Vol. Sci. Pap.* 46 (3): 379-382
- King, M. (1995). *Fisheries Biology, Assessment and Management*. Fishing News Books, Oxford
- Krebs, J. R. & Davies, N. B. (1993). *An Introduction to Behavioural Ecology*. 3rd edition, Blackwell Scientific Publications, Oxford
- Krug, H. (1989). The azorean blackspot seabream, *Pagellus bogaraveo* (Brünnich, 1758) (Teleostei:Sparidae): Age and growth. *Cybiurn* 13 (4): 347-355
- Kubodera, T., Piatkowski, U., Okutani, T. & Clarke, M. R. (1998). Taxonomy and zoogeography of the family Onychoteuthidae (Cephalopoda: Oegopsida). In: N. A. Voss, M. Vecchione, R. B. Toll & M. J. Sweeney (eds.), *Smithsonian Contributions to Zoology* 586: 277-292
- Kume, S. & Joseph, J. (1969). Size composition and sexual maturity of billfish caught by the Japanese longline fishery in the Pacific Ocean east of 130° W. *Bull. Far Seas Fish. Res. Lab.* 2: 115-162
- Lee, D. (1991). Tabulation of recent data on swordfish sex ratio at size collected from the U.S. fishery. *ICCAT, Col. Vol. Sci. Pap.* 35(2): 405-414
- Lee, D. W. & Scott, G. P. (1992). Development of length and weight regression parameters for Atlantic swordfish (*Xiphias gladius*). *ICCAT, Col. Vol. Sci. Pap.* 39(2): 572-578
- Lenarz, W. H. & Nakamura, E. L. (1974). Analysis of length and weight data on three species of billfish from the western Atlantic Ocean. In: Proceedings of the International Billfish Symposium, Kailua-Kona, Hawaii, 9-12 August 1972. Part 2. Review and Contributed Papers (eds. R. S. Shomura & F. Williams), pp: 121-125. *NOAA Tech. Rep. NMFS SSRF* 675
- Maddock, D. M. & Burton, M. P. (1999). Gross and histological observations of ovarian development and related condition changes in American plaice. *J. Fish Biol.* 53: 928-944
- Maksimov, V. P. (1969). Pitaniye bol'sheglazogo tuntsa (*Thunnus obesus* Lowe) i mmech-ryby (*Xiphias gladius* L.) vostochnoi chasti tropichesko i Atlantiki. Trudy Atlantickeskogo nauchnoissledovatel'skogo instituta rybnogo khozyaistva i okeanografii (Trudy AtlantNIRO), XXV: 87-99 (English Transl.: *Bull. Fish. Res. Board Can. Transl. Series*, n° 2248)
- Manday, D. G. (1964). Biología pesquera del emperador o pez espada *Xiphias gladius* Linnaeus (Teleostomi: Xiphiidae) en las aguas de Cuba. *Poeyana*, Ser. B, 1: 37p
- Markaida, U. & Sosa-Nishizaki, O. (1998). Food and feeding habits of swordfish, *Xiphias gladius* L., off Western Baja California. In: Biology and fisheries of swordfish, *Xiphias gladius* (eds. I. Barrett, O. Sosa-Nishizaki & N. Bartoo), pp:245-259. Papers from the International Symposium on Pacific swordfish, Ensenada, Mexico, 11-14 December 1994. *NOAA Tech. Rep. NMFS* 142
- Martins, J. A. (1987). Potencialidades da ZEE açoriana. In: 6ª Semana das Pescas dos Açores, Março 1986, pp: 125-132. Secretaria Regional da Agricultura e Pescas, Direcção Regional das Pescas, Horta
- Martoja, R. & Martoja, M. (1967). *Initiation aux Techniques de L'Histologie Animale*. Masson et Cie editeurs, Paris
- McGowan, C. (1988). Differential development of the rostrum and mandible of the swordfish (*Xiphias gladius*) during ontogeny and its possible functional significance. *Can. J. Zool.* 66: 496-503
- Megalofonou, P., Dean, J. M. & DeMetrio, G. (1990a). First results on the ageing of juvenile swordfish, *Xiphias gladius* L., from the Mediterranean Sea, using otoliths. *ICCAT, Col. Vol. Sci. Pap.* 33: 163-167
- Megalofonou, P., DeMetrio, G. & Lenti, M. (1990b). Catch, size distribution, age and some population parameters of swordfish, *Xiphias gladius* L., in the Greek seas. *ICCAT, Col. Vol. Sci. Pap.* 33: 168-178
- Megrey, B. A. (1989). Review and comparison of age-structured stock assessment models from theoretical and applied points of view. In: *Mathematical Analysis of Fish Dynamics* (eds. E. F. Edwards & B. A. Megrey), pp: 8-48. American Fisheries Society Symposium, 6.

- Mejuto, J. (1999). A possible relationship between the N.A.O. index and the swordfish (*Xiphias gladius*) recruitment index in the North Atlantic: Hypothesis of reproduction and possible effects on recruitment levels. *ICCAT, Col. Vol. Sci. Pap.*, SCRS/98/11
- Mejuto, J. & Hoey, J. J. (1991). An approach to a stock hypothesis for the swordfish (*Xiphias gladius*) of the Atlantic Ocean. *ICCAT, Col. Vol. Sci. Pap.* 35 (2): 482-501
- Mejuto, J. & Garcia, B. (1997). A preliminary analysis of gonadal indices of the swordfish (*Xiphias gladius* L.) in the Atlantic Ocean. *ICCAT, Col. Vol. Sci. Pap.* 46 (3): 336-344
- Mejuto, J. & De la Serna, J. M. (1997). Preparation of data from the spanish surface longline fleet: Creation of basic files to carry out ICCAT Task II and GLM'S by sex. *ICCAT, Col. Vol. Sci. Pap.* 46 (3): 304-310
- Mejuto, J. & J. M. De la Serna (2000). Standardized catch rates by age and in biomass for the North Atlantic swordfish (*Xiphias gladius*) from the spanish longline fleet for the period 1983-1998 and bias produced by changes in the fishing strategy *ICCAT, Col. Vol. Sci. Pap.*, 51: 1387-1411
- Mejuto, J., De la Serna, J. M. & Garcia, B. (1998). Some considerations on the spatial and temporal variability in the sex-ratio at size of the swordfish (*Xiphias gladius* L.). *ICCAT, Col. Vol. Sci. Pap.*, SCRS/97/32
- Mejuto, J., De la Serna, J. M. & Garcia, B. (1999). Updated standardized catch rates by age, combined sexes, for the swordfish (*Xiphias gladius*) from the spanish longline fleet in the Atlantic, for the period 1983-1997. *ICCAT, Col. Vol. Sci. Pap.*, SCRS/98/110
- Mesnil, B. (1989). Computer programs fo fish stock assessment. ANACO: Software for the Analysis of catch data by age group on IBM PC and compatibles. *FAO, Fish. Tech. Paper* 101, Supl. 3, 73p
- Miyake, M. (1990). *Manuel d'Operations pour les Statistiques et l'Echantillonnage des Thonides et Espèces Voisines dans l'Océan Atlantique*. 3eme edition. CICTA, Madrid
- Monteiro, L. R. & Lopes, H. D. (1990). Mercury content of swordfish, *Xiphias gladius*, in relation to length, weight, age and sex. *Mar. Poll. Bull.* 21(6): 293-296
- Monterey Bay Aquarium Research Institute (2000). <http://www.mbari.org>
- Moreira, F. (1990). Food of the swordfish, *Xiphias gladius* Linnaeus, 1758, off the portuguese coast. *J. Fish Biol.* 36: 623-624
- Moyle, P. B. & Cech Jr, J. J. (1996). *Fishes: An Introduction to Ichthyology*. 3rd edition. New Jersey: Prentice Hall, Inc.
- Nakamura, I. (1985). Xiphiidae. In: *Fishes of the North-Eastern Atlantic and Mediterranean* (eds. P. J. P. Whitehead, M. -L. Bauchot, J. -C. Hureau, J. Nielsen & E. Tortonese), 2: 1006-1007. Unesco
- Nakano, H. & Bayliff, W. H. (1992). A review of the japanese longline fishery for tunas and billfishes in the eastern Pacific Ocean, 1981-1987. *Bulletin of the Inter-American Tropical Tuna Comission* 20 (5).
- Nelson, J. S. (1994). *Fishes of the World*. 2nd edition. New York: Wiley-Interscience
- Ortiz, M., Cramer, J., Bertolino, A. & Scott, G. (2000). Standardized catch rates by sex and age for swordfish (*Xiphias gladius*) from the U.S. longline fleet 1981-1998. *ICCAT, Col. Vol. Sci. Pap.*, 51: 1559-1620
- Ovchinnikov, V. V. (1970). Swordfishes and Billfishes in the Atlantic Ocean. Ecology and Functional Morphology (Mech-ryba i Parusnikovye (Atlanticheskii Okean. Ekologiya i Funktsional'naya morfologiya). Atlantic Scientific Research Institute of Fisheries and Oceanography (Atlanticheskii Nauchno-Issledovatel'Skii Institut Rybnogo Khozyaistva I Okeanografii) [Translation from Russian]
- Palko, B. J., Beardsley, G. L. & Richards, W. J. (1981). Synopsis of the Biology of the Swordfish, *Xiphias gladius* Linnaeus. *NOAA Tech. Rep. NMFS Circ.* 441
- Palma, C., Pereira, J., Mejuto, J. & Santos, M. (2000). Effect of simulating targeting levels on swordfish (*Xiphias gladius*) standardised CPUE estimates, caught by the portuguese surface longline fleet in the North Atlantic. *ICCAT, Col. Vol. Sci. Pap.*, 51: 1718-1727
- Parin, N. V. (1986). Trichiuridae. In: *Fishes of the North-Eastern Atlantic and Mediterranean* (eds. P. J. P. Whitehead, M. -L. Bauchot, J. -C. Hureau, J. Nielsen & E. Tortonese), 2: 976-980. Unesco

- Pauly, D. (1980). On the interrelationships between natural mortality, growth parameters and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *J. Cons. Int. Explor. Mer* 39: 175-192
- Pauly, D. & Munro, J. L. (1984). Once more on the comparison of growth in fish and invertebrates. *ICLARM Fishbyte* 2 (1): 21
- Pereira, J. (1988). La pecherie de l'espadon aux Açores. *ICCAT, Col. Vol. Sci. Pap.* 27: 318-320
- Pérez-Gándarras, G. (1986). Estudio de los cefalópodos ibéricos: Sistemática y bionomía mediante el estudio morfométrico comparado de sus mandíbulas. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid, Servicio de Publicaciones, Madrid
- Pina, T. A. S. (2000). Aspectos da reprodução de savelha, *Alosa fallax fallax* (Lacépède, 1803), nos rios Mira e Guadiana. Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra para a obtenção do grau de Mestre em Ecologia. Universidade de Coimbra
- Pinkas, L., Oliphant, M. S. & Iverson, I. L. K. (1971). Food habits of albacore, bluefin tuna and bonito in California waters. *Fish. Bull.* 152:1-82
- Podestá, G., Brown, O. & Hoey, J. (1989). Swordfish and ocean fronts: Is conventional wisdom failing? In: Inaugural meeting of The Oceanography Society, Monterey, CA, August 27-30, 1989: 5p
- Pope, J. G. & Shepherd, J. G. (1982). A simple method for the consistent interpretation of catch-at-age data. *J. Cons. int. Explor. Mer* 40: 176-184
- Post, A. (1986). Diretmidae. In: *Fishes of the North-Eastern Atlantic and Mediterranean* (eds. P. J. P. Whitehead, M. -L. Bauchot, J. -C. Hureau, J. Nielsen & E. Tortonese), 2: 743-746. Unesco
- Powers, J. E. (1983). Some statistical characteristics of ageing data and their ramifications in population analysis of oceanic pelagic fishes. In: Proceedings of the International workshop on age determination of oceanic pelagic fishes: tunas, billfishes and sharks (eds. E. D. Prince & L. M. Pulos), pp: 19-24. US Dep. Commer., *NOAA Tech. Rep. NMFS* 8
- Powers, J. E. & Restrepo, V. R. (1992). Additional options for age-sequenced analysis. *ICCAT, Col. Vol. Sci. Pap.* 39(2): 540-553
- Prince, E. D. & Lee, D. W. (1989). Development of length regressions for Atlantic *Istiophoridae*. *ICCAT, Col. Vol. Sci. Pap.* 30(2): 364-374
- Prince, E. D., Lee, D. W. & Berkeley, S. A. (1988). Use of marginal increment analysis to validate the anal spine method for ageing Atlantic swordfish and other alternatives for age determination. *ICCAT, Col. Vol. Sci. Pap.* 27: 194-201
- Prince, E. D., Lee, D. W., Wilson, C. A. & Dean, J. M. (1986). Longevity and age validation of a tag-recapture Atlantic sailfish, *Istiophorus platypterus*, using dorsal spines and otoliths. *Fish. Bull.* 84 (3): 493-502
- Prince, E. D., Diouf, T., Miyake, P. M. & Brown, B. E. (1989). Interim sampling instructions for the ICCAT enhanced research program for billfish, 1988. *ICCAT, Col. Vol. Sci. Pap.*, COM-SCRS/88/28
- Quéro, J. -C. (1986). Caproidae. In: *Fishes of the North-Eastern Atlantic and Mediterranean* (eds. P. J. P. Whitehead, M. -L. Bauchot, J. -C. Hureau, J. Nielsen & E. Tortonese), 2: 777-779. Unesco
- Radtke, R. L. & Hurley, P. C. F. (1983). Age estimation and growth of broadbill swordfish, *Xiphias gladius*, from the northwest Atlantic based on external features of otoliths. In: Proceedings of the International workshop on age determination of oceanic pelagic fishes: tunas, billfishes and sharks (eds. E. D. Prince & L. M. Pulos), pp: 145-150. US Dep. Commer., *NOAA Tech. Rep. NMFS* 8
- Reis, C. C. (1998). Estudo comparativo da ecologia alimentar de *Pagrus pagrus* L. (1758), *Lithognathus mormyrus* L. (1758) e *Diplodus sargus* L. (1758) (Pisces, Sparidae) da costa algarvia. Dissertação apresentada para obtenção do Grau de Mestre em Estudos Marinhos e Costeiros. Universidade do Algarve
- Reiss, M. J. (1989). *The Allometry of Growth and Reproduction*. Cambridge University Press
- Relini, L. O., Garibaldi, F., Cima, C. & Palandri, G (1995). Feeding of the swordfish, the bluefin and others pelagic nekton in the western Ligurian Sea. *ICCAT, Col. Vol. Sci. Pap.* 44(1): 283-286

- Restrepo, V. R. (1990). An update of swordfish tagging data for use in growth analyses. *ICCAT, Col. Vol. Sci. Pap.* 32(2): 360-370
- Restrepo, V. R. (1991). Some possible biases in swordfish VPAs due to sexually dimorphic growth. *ICCAT, Col. Vol. Sci. Pap.* 35: 338-345
- Restrepo, V. R. (1996). FADAPT Version 3.0. A Guide, 21p
- Restrepo, V. R. & Powers, J. E. (1991). A comparison of three methods for handling the "plus" group in Virtual Population Analysis in the presence of ageing errors. *ICCAT, Col. Vol. Sci. Pap.* 35 (2): SCRS/90/27
- Rey, J. C. (1988a). Comentarios sobre las areas de reproduccion del pez espada (*Xiphias gladius*) en el Atlantico y Mediterraneo. *ICCAT, Col. Vol. Sci. Pap.* 27: 180-193
- Rey, J. C. (1988b). Areas tradicionales de pesca de pez espada de la flota española en aguas de Azores, antes da instauracion de las 200 millas. In: 7ª Semana das Pescas dos Açores, Março 1987, pp: 111-115. Secretaria Regional da Agricultura e Pescas, Horta
- Rey, J. C. & Alot, E. (1984). Contribucion al estudio de la pesqueria de palangre del pez espada (*Xiphias gladius*) en el Mediterraneo occidental. *ICCAT, Col. Vol. Sci. Pap.* 20(2): 482-484
- Ricker, W. E. (1954). Stock and recruitment. *J. Fish. Res. Bd. Can.* 11: 559-623
- Ricker, W. E. (1975). Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Can. Bull. Fish. Aquat. Sci.* 191
- Riehl, M. W. (1984). Age and growth estimation of Northwest Atlantic broadbill swordfish, *Xiphias gladius*, using fin-spines. Thesis for Bachelor of Science with Honours in Biology, Department of Biology, Mount Allison University
- Rosecchi, E. (1983). *Pagellus erythrinus* L. 1758 (Pisces Sparidae): Regime alimentaire dans le Golf du Lion. *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.* 28: 43-47
- Rosecchi, E. (1988). A new method for classifying the prey of fish. *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.* 31(2): 261
- Rosecchi, E. & Nouaze, Y. (1987). Comparaison de cinq indices alimentaires utilisés dans l'analyse de contenus stomacaux. *Rev. Inst. Pêches marit.* 49 (3 et 4): 111-123
- Saetersdal, G. (1984). Investigaçã, gestão e planificaçã pesqueiras. In: *Revista de Investigaçã Pesqueira*, 9: 167-186. Instituto de Investigaçã Pesqueira, Maputo
- Saldanha, L. (1995). *Fauna Submarina Atlântica. Portugal Continental, Açores, Madeira.* Publicações Europa-América, Lisboa
- Santos, A. M. P. A. (1994). Aplicações da oceanografia com satélites à pesca do espadarte na costa ocidental de Portugal continental. Dissertaçã apresentada à Universidade de Lisboa para obtençã do grau de Doutor em Física, na especialidade de Geofísica, área de Oceanografia. Departamento de Física. Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Lisboa (Resumo)
- Santos, A. M. P. & Fiúza, A. F. G. (1993). Supporting the portuguese fisheries with satellites. In: Proceedings of the Central Symposium of the "International Space Year", held in Munich, Germany, 30 March-4 April 1992. *ESA SP-341*: 663-668
- Schaefer, K. M. (1996). Spawning time, frequency, and batch fecundity of yellowfin tuna, *Thunnus albacares*, near Clipperton atoll in the eastern Pacific Ocean. *Fish. Bull.* 94: 98-112
- Scott, W. B. & Tibbo, S. N. (1968). Food and feeding habits of swordfish, *Xiphias gladius*, in the western North Atlantic. *J. Fish. Res. Bd. Can.* 25(5): 903-919
- Scott, W. B. & Tibbo, S. N. (1974). Food and feeding habits of swordfish *Xiphias gladius* Linnaeus, in the northwest Atlantic Ocean. In: Proceedings of the International Billfish Symposium, Kailua-Kona, Hawaii, 9-12 August 1972. Part 2. Review and Contributed Papers (eds. R. S. Shomura & F. Williams), pp: 138-141. *NOAA Tech. Rep. NMFS SSRF 675*
- Selman, K. & Wallace, R. (1986). Gametogenesis in *Fundulus heteroclitus*. *Amer. Zool.* 26: 173-192
- Séret, B. (1996). Sharks: a valuable resource, overexploited? *ICCAT, Col. Vol. Sci. Pap.* 45(3): 307-308
- Silva, A. A. & Pereira, J. G. (1999). Catch rates for pelagic sharks taken by the portuguese swordfish fishery in the waters around the Azores, 1993-97. *ICCAT, Col. Vol. Sci. Pap.* 49 (4): SCRS/98/168

ANEXOS

Anexo 1.1. Classificação taxonómica do espadarte, segundo Greenwood *et al.* (1966), melhorada por Nelson (1994)

Phylum	Chordata
Sub-phylum	Vertebrata
Super-classe	Gnathostomata
Classe	Osteichthyes
Sub-classe	Actinopterygii
Sub-divisão	Teleostei
Infra-divisão	Euteleostei
Série	Percomorpha
Ordem	Perciformes
Sub-ordem	Scombroidei
Família	Xiphiidae
Género	<i>Xiphias</i>
Espécie	<i>Xiphias gladius</i>

Anexo 2.1. Cálculo do incremento marginal relativo (IMR) médio mensal na amostra de fêmeas e de machos

	♀							♂						
	n	média	-95%	95%	mínimo	máximo	SE	n	média	-95%	95%	mínimo	máximo	SE
JAN	8	0,534	0,416	0,652	0,297	0,782	0,05	5	0,579	0,352	0,805	0,28	0,753	0,082
FEV														
MAR								2	0,65	0,104	1,196	0,607	0,693	0,043
ABR														
MAI														
JUN	3	0,402	0,175	0,629	0,334	0,506	0,053	3	0,721	0,509	0,934	0,667	0,82	0,049
JUL	4	0,517	0,075	0,959	0,272	0,913	0,139	1	0,704			0,704	0,704	
AGO	1	0,656			0,656	0,656		1	0,637			0,637	0,637	
SET	3	0,587	0,364	0,809	0,484	0,649	0,052	3	0,712	0,588	0,835	0,655	0,748	0,029
OUT	2	0,437	-1,577	2,45	0,278	0,595	0,159	2	0,212	0,167	0,256	0,208	0,215	0,004
NOV	7	0,58	0,441	0,718	0,407	0,836	0,057	3	0,536	-0,269	1,342	0,164	0,756	0,187
DEZ	3	0,482	0,072	0,891	0,383	0,672	0,095	3	0,361	-0,025	0,746	0,215	0,524	0,09

Anexo 2.2. Cálculo do comprimento médio retrocalculado à idade, a partir da equação de Fraser-Lee, em fêmeas

Idade 1

Idade observada	L1	SE	SD	Lt m	Lt M	n
1	103,5	1,2	4,9	94	111	17
2	104,0	0,9	4,0	92	110	20
3	106,4	1,3	5,4	93	115	18
4	108,7	1,6	5,2	99	115	10
5	113,7	3,8	9,2	102	127	6
6	117,0	6,4	12,8	101	130	4
7	109,5	2,5	3,5	107	112	2
8	122,5	0,5	0,7	122	123	2
10	122,0	1,0	1,4	121	123	2
11	111,0	9,0	12,7	102	120	2

Legenda: L1: comprimento médio na idade 1 obtida de cada classe de idade observada; SE: erro padrão; SD: desvio padrão; Lt m: menor comprimento amostrado; Lt M: maior comprimento amostrado; n: tamanho da amostra em cada classe de idade observada

Idade 2

Idade observada	L2	SE	SD	Lt m	Lt M	n
2	120,5	0,8	3,8	113	128	20
3	124,3	1,4	6,0	113	135	18
4	129,3	1,4	4,4	126	138	10
5	135,8	3,9	9,5	123	151	6
6	135,8	4,1	8,3	125	144	4
7	135,5	4,5	6,4	131	140	2
8	138,0	1,0	1,4	137	139	2
10	132,0	0,0	0,0	132	132	2
11	127,5	3,5	5,0	124	131	2

Legenda: L2: comprimento médio na idade 2 obtida de cada classe de idade observada; SE: erro padrão; SD: desvio padrão; Lt m: menor comprimento amostrado; Lt M: maior comprimento amostrado; n: tamanho da amostra em cada classe de idade observada

Idade 3

Idade observada	Lt3	SE	SD	Lt m	Lt M	n
3	137,9	1,2	5,1	128	146	18
4	143,7	2,3	7,1	133	154	10
5	153,3	3,7	9,1	141	168	6
6	152,0	4,6	9,3	139	161	4
7	147,0	2,0	2,8	145	149	2
8	157,0	1,0	1,4	156	158	2
10	142,5	1,5	2,1	141	144	2
11	144,0	1,0	1,4	143	145	2

Legenda: L3: comprimento médio na idade 3 obtida de cada classe de idade observada; SE: erro padrão; SD: desvio padrão; Lt m: menor comprimento amostrado; Lt M: maior comprimento amostrado; n: tamanho da amostra em cada classe de idade observada

Idade 4

Idade observada	Lt4	SE	SD	Lt m	Lt M	n
4	159,4	1,8	5,5	152	167	10
5	168,2	2,0	4,9	161	175	6
6	173,3	2,9	5,7	168	180	4
7	165,5	11,5	16,3	154	177	2
8	168,5	2,5	3,5	166	171	2
10	154,5	2,5	3,5	152	157	2
11	167,0	6,0	8,5	161	173	2

Legenda: L4: comprimento médio na idade 4 obtida de cada classe de idade observada; SE: erro padrão; SD: desvio padrão; Lt m: menor comprimento amostrado; Lt M: maior comprimento amostrado; n: tamanho da amostra em cada classe de idade observada

Idade 5

Idade observada	Lt5	SE	SD	Lt m	Lt M	n
5	179,8	2,7	6,6	172	190	6
6	185,0	1,9	3,7	181	190	4
7	178,5	4,5	6,4	174	183	2
8	183,5	4,5	6,4	179	188	2
10	169,0	4,0	5,7	165	173	2
11	178,0	3,0	4,2	175	181	2

Legenda: L5: comprimento médio na idade 5 obtida de cada classe de idade observada; SE: erro padrão; SD: desvio padrão; Lt m: menor comprimento amostrado; Lt M: maior comprimento amostrado; n: tamanho da amostra em cada classe de idade observada

Idade 6

Idade observada	Lt6	SE	SD	Lt m	Lt M	n
6	196,3	1,0	1,9	195	199	4
7	193,0	2,0	2,8	191	195	2
8	193,5	2,5	3,5	191	196	2
10	182,5	8,5	12,0	174	191	2
11	190,5	3,5	5,0	187	194	2

Legenda: L6: comprimento médio na idade 6 obtida de cada classe de idade observada; SE: erro padrão; SD: desvio padrão; Lt m: menor comprimento amostrado; Lt M: maior comprimento amostrado; n: tamanho da amostra em cada classe de idade observada

Idade 7

Idade observada	Lt7	SE	SD	Lt m	Lt M	n
7	204,5	2,5	3,5	202	207	2
8	201,5	2,5	3,5	199	204	2
10	196,0	4,0	5,7	192	200	2
11	200,5	2,5	3,5	198	203	2

Legenda: L7: comprimento médio na idade 7 obtida de cada classe de idade observada; SE: erro padrão; SD: desvio padrão; Lt m: menor comprimento amostrado; Lt M: maior comprimento amostrado; n: tamanho da amostra em cada classe de idade observada

Idade 8

Idade observada	Lt8	SE	SD	Lt m	Lt M	n
8	208,5	1,5	2,1	207	210	2
10	207,0	3,0	4,2	204	210	2
11	213,0	0,0	0,0	213	213	2

Legenda: L8: comprimento médio na idade 8 obtida de cada classe de idade observada; SE: erro padrão; SD: desvio padrão; Lt m: menor comprimento amostrado; Lt M: maior comprimento amostrado; n: tamanho da amostra em cada classe de idade observada

Idade 9

Idade observada	Lt9	SE	SD	Lt m	Lt M	n
10	218,0	3,0	4,2	215	221	2
11	223,0	1,0	1,4	222	224	2

Legenda: L9: comprimento médio na idade 9 obtida de cada classe de idade observada; SE: erro padrão; SD: desvio padrão; Lt m: menor comprimento amostrado; Lt M: maior comprimento amostrado; n: tamanho da amostra em cada classe de idade observada

Idade 10

Idade observada	Lt10	SE	SD	Lt m	Lt M	n
10	224,5	1,5	2,1	223	226	2
11	230,5	0,5	0,7	230	231	2

Legenda: L10: comprimento médio na idade 10 obtida de cada classe de idade observada; SE: erro padrão; SD: desvio padrão; Lt m: menor comprimento amostrado; Lt M: maior comprimento amostrado; n: tamanho da amostra em cada classe de idade observada

Idade 11

Idade observada	Lt11	SE	SD	Lt m	Lt M	n
11	235	0	0	235	235	2

Legenda: L11: comprimento médio na idade 11 obtida de cada classe de idade observada; SE: erro padrão; SD: desvio padrão; Lt m: menor comprimento amostrado; Lt M: maior comprimento amostrado; n: tamanho da amostra em cada classe de idade observada

Anexo 2.3. Cálculo do comprimento médio retrocalculado à idade, a partir da equação de Ehrhardt (1992), em fêmeas

Idade 1

Idade observada	Lt1	SE	SD	Lt m	Lt M	n
1	96,2	1,3	5,5	88	104	17
2	92,5	0,9	4,0	81	98	20
3	91,6	1,3	5,5	81	106	18
4	90,4	1,6	5,1	80	96	10
5	94,7	2,8	6,8	88	106	6
6	99,3	6,9	13,7	83	116	4
7	85,5	4,5	6,7	81	90	2
8	103,5	0,5	0,7	103	104	2
10	100,0	1,0	1,4	99	101	2
11	91,5	7,5	10,6	84	99	2

Legenda: L1: comprimento médio na idade 1 obtida de cada classe de idade observada; SE: erro padrão; SD: desvio padrão; Lt m: menor comprimento amostrado; Lt M: maior comprimento amostrado; n: tamanho da amostra em cada classe de idade observada

Idade 2

Idade observada	Lt2	SE	SD	Lt m	Lt M	n
2	116,9	1,0	4,3	108	123	20
3	116,3	1,6	6,6	106	127	18
4	117,3	1,6	5,1	112	128	10
5	123,0	4,0	9,9	108	138	6
6	122,3	3,7	7,3	112	128	4
7	117,0	5,0	7,1	112	122	2
8	123,0	1,0	1,4	122	124	2
10	112,0	1,0	1,4	111	113	2
11	112,0	1,0	1,4	111	113	2

Legenda: L2: comprimento médio na idade 2 obtida de cada classe de idade observada; SE: erro padrão; SD: desvio padrão; Lt m: menor comprimento amostrado; Lt M: maior comprimento amostrado; n: tamanho da amostra em cada classe de idade observada

Idade 3

Idade observada	Lt3	SE	SD	Lt m	Lt M	n
3	135,1	1,3	5,5	124	144	18
4	136,7	2,8	8,9	123	147	10
5	145,2	3,4	8,2	136	160	6
6	142,3	4,5	9,0	129	149	4
7	131,5	1,5	2,1	130	133	2
8	146,0	1,0	1,4	145	147	2
10	125,0	1,0	1,4	124	126	2
11	130,0	2,0	2,8	128	132	2

Legenda: L3: comprimento médio na idade 3 obtida de cada classe de idade observada; SE: erro padrão; SD: desvio padrão; Lt m: menor comprimento amostrado; Lt M: maior comprimento amostrado; n: tamanho da amostra em cada classe de idade observada

Idade 4

Idade observada	Lt4	SE	SD	Lt m	Lt M	n
4	157,5	2,0	6,2	149	166	10
5	163,7	1,9	4,7	156	169	6
6	168,0	2,9	5,9	162	174	4
7	155,5	13,5	19,1	142	169	2
8	159,5	3,5	5,0	156	163	2
10	139,0	3,0	4,2	136	142	2
11	157,0	10,0	14,1	147	167	2

Legenda: L4: comprimento médio na idade 4 obtida de cada classe de idade observada; SE: erro padrão; SD: desvio padrão; Lt m: menor comprimento amostrado; Lt M: maior comprimento amostrado; n: tamanho da amostra em cada classe de idade observada

Idade 5

Idade observada	Lt5	SE	SD	Lt m	Lt M	n
5	178,3	2,9	7,1	169	189	6
6	182,0	1,9	3,7	178	187	4
7	171,0	5,0	7,1	166	176	2
8	177,5	5,5	7,8	172	183	2
10	156,5	4,5	6,4	152	161	2
11	169,5	5,5	7,8	164	175	2

Legenda: L5: comprimento médio na idade 5 obtida de cada classe de idade observada; SE: erro padrão; SD: desvio padrão; Lt m: menor comprimento amostrado; Lt M: maior comprimento amostrado; n: tamanho da amostra em cada classe de idade observada

Idade 6

Idade observada	Lt6	SE	SD	Lt m	Lt M	n
6	195,3	1,1	2,2	193	198	4
7	188,5	2,5	3,5	186	191	2
8	189,5	2,5	3,5	187	192	2
10	173,5	9,5	13,4	164	183	2
11	184,5	5,5	7,8	179	190	2

Legenda: L6: comprimento médio na idade 6 obtida de cada classe de idade observada; SE: erro padrão; SD: desvio padrão; Lt m: menor comprimento amostrado; Lt M: maior comprimento amostrado; n: tamanho da amostra em cada classe de idade observada

Idade 7

Idade observada	Lt7	SE	SD	Lt m	Lt M	n
7	203,5	2,5	3,5	201	206	2
8	199,0	3,0	4,2	196	202	2
10	189,0	4,0	5,7	185	193	2
11	195,5	3,5	5,0	192	199	2

Legenda: L7: comprimento médio na idade 7 obtida de cada classe de idade observada; SE: erro padrão; SD: desvio padrão; Lt m: menor comprimento amostrado; Lt M: maior comprimento amostrado; n: tamanho da amostra em cada classe de idade observada

Idade 8

Idade observada	Lt8	SE	SD	Lt m	Lt M	n
8	207,0	2,0	2,8	205	209	2
10	202,0	3,0	4,2	199	205	2
11	209,5	1,5	2,1	208	211	2

Legenda: L8: comprimento médio na idade 8 obtida de cada classe de idade observada; SE: erro padrão; SD: desvio padrão; Lt m: menor comprimento amostrado; Lt M: maior comprimento amostrado; n: tamanho da amostra em cada classe de idade observada

Idade 9

Idade observada	Lt9	SE	SD	Lt m	Lt M	n
10	215,0	4,0	5,7	211	219	2
11	221,0	0,0	0,0	221	221	2

Legenda: L9: comprimento médio na idade 9 obtida de cada classe de idade observada; SE: erro padrão; SD: desvio padrão; Lt m: menor comprimento amostrado; Lt M: maior comprimento amostrado; n: tamanho da amostra em cada classe de idade observada

Idade 10

Idade observada	Lt10	SE	SD	Lt m	Lt M	n
10	222,5	1,5	2,1	221	224	2
11	229,5	1,5	2,1	228	231	2

Legenda: L10: comprimento médio na idade 10 obtida de cada classe de idade observada; SE: erro padrão; SD: desvio padrão; Lt m: menor comprimento amostrado; Lt M: maior comprimento amostrado; n: tamanho da amostra em cada classe de idade observada

Idade 11

Idade observada	Lt11	SE	SD	Lt m	Lt M	n
11	235,0	0	0	235	235	2

Legenda: L11: comprimento médio na idade 11 obtida de cada classe de idade observada; SE: erro padrão; SD: desvio padrão; Lt m: menor comprimento amostrado; Lt M: maior comprimento amostrado; n: tamanho da amostra em cada classe de idade observada

2.4. Cálculo do comprimento médio retrocalculado à idade, a partir da equação de Fraser-Lee, em machos

Idade 1

Idade observada	Lt1	SE	SD	Lt m	Lt M	n
1	98,2	1,6	6,8	88	106	17
2	103,5	1,4	4,8	92	108	12
3	106,0	1,0	1,7	104	107	3
4	105,2	3,9	8,8	96	115	5
5	109,3	2,7	4,6	104	112	3
6	111,7	2,6	6,4	100	117	6
7	113,5	1,5	2,1	112	115	2

Legenda: L1: comprimento médio na idade 1 obtida de cada classe de idade observada; SE: erro padrão; SD: desvio padrão; Lt m: menor comprimento amostrado; Lt M: maior comprimento amostrado; n: tamanho da amostra em cada classe de idade observada

Idade 2

Idade observada	Lt2	SE	SD	Lt m	Lt M	n
2	120,4	1,1	3,7	112	125	12
3	117,0	2,0	3,5	115	121	3
4	123,2	3,4	7,6	111	129	5
5	126,0	0,0	0,0	126	126	3
6	124,3	1,1	2,8	121	128	6
7	126,5	0,5	0,7	126	127	2

Legenda: L2: comprimento médio na idade 2 obtida de cada classe de idade observada; SE: erro padrão; SD: desvio padrão; Lt m: menor comprimento amostrado; Lt M: maior comprimento amostrado; n: tamanho da amostra em cada classe de idade observada

Idade 3

Idade observada	Lt3	SE	SD	Lt m	Lt M	n
3	129,3	2,8	4,9	126	135	3
4	134,2	2,9	6,5	127	141	5
5	137,3	0,3	0,6	137	138	3
6	135,7	1,7	4,2	130	140	6
7	136,5	2,5	3,5	134	139	2

Legenda: L3: comprimento médio na idade 3 obtida de cada classe de idade observada; SE: erro padrão; SD: desvio padrão; Lt m: menor comprimento amostrado; Lt M: maior comprimento amostrado; n: tamanho da amostra em cada classe de idade observada

Idade 4

Idade observada	Lt4	SE	SD	Lt m	Lt M	n
4	143,4	2,4	5,4	135	149	5
5	145,3	0,3	0,6	145	146	3
6	145,0	2,1	5,0	139	151	6
7	145,5	1,5	2,1	144	147	2

Legenda: L4: comprimento médio na idade 4 obtida de cada classe de idade observada; SE: erro padrão; SD: desvio padrão; Lt m: menor comprimento amostrado; Lt M: maior comprimento amostrado; n: tamanho da amostra em cada classe de idade observada

Idade 5

Idade observada	Lt5	SE	SD	Lt m	Lt M	n
5	152,0	1,0	1,7	150	153	3
6	153,2	1,5	3,7	148	159	6
7	153,5	0,5	0,7	153	154	2

Legenda: L5: comprimento médio na idade 5 obtida de cada classe de idade observada; SE: erro padrão; SD: desvio padrão; Lt m: menor comprimento amostrado; Lt M: maior comprimento amostrado; n: tamanho da amostra em cada classe de idade observada

Idade 6

Idade observada	Lt6	SE	SD	Lt m	Lt M	n
6	159,7	1,5	3,7	154	164	6
7	161,0	1,0	1,4	160	162	2

Legenda: L6: comprimento médio na idade 6 obtida de cada classe de idade observada; SE: erro padrão; SD: desvio padrão; Lt m: menor comprimento amostrado; Lt M: maior comprimento amostrado; n: tamanho da amostra em cada classe de idade observada

Idade 7

Idade observada	Lt7	SE	SD	Lt m	Lt M	n
7	166,0	1,0	1,4	165	167	2

Legenda: L7: comprimento médio na idade 7 obtida de cada classe de idade observada; SE: erro padrão; SD: desvio padrão; Lt m: menor comprimento amostrado; Lt M: maior comprimento amostrado; n: tamanho da amostra em cada classe de idade observada

2.5. Cálculo do comprimento médio retrocalculado à idade, a partir da equação de Ehrhardt (1992), em machos

Idade 1

Idade observada	Lt1	SE	SD	Lt m	Lt M	n
1	92,6	1,6	6,5	76	101	17
2	92,9	1,9	6,7	75	99	12
3	94,0	1,0	1,7	93	96	3
4	95,0	4,7	10,5	83	111	5
5	98,7	5,0	8,7	89	106	3
6	99,2	3,3	8,1	87	108	6
7	100,5	4,5	6,4	96	105	2

Legenda: L1: comprimento médio na idade 1 obtida de cada classe de idade observada; SE: erro padrão; SD: desvio padrão; Lt m: menor comprimento amostrado; Lt M: maior comprimento amostrado; n: tamanho da amostra em cada classe de idade observada

Idade 2

Idade observada	Lt2	SE	SD	Lt m	Lt M	n
2	116,9	1,2	4,0	109	123	12
3	109,7	1,7	2,9	108	113	3
4	118,2	3,8	8,5	105	127	5
5	120,0	1,5	2,6	118	123	3
6	115,7	2,0	4,8	110	121	6
7	118,0	2,0	2,8	116	120	2

Legenda: L2: comprimento médio na idade 2 obtida de cada classe de idade observada; SE: erro padrão; SD: desvio padrão; Lt m: menor comprimento amostrado; Lt M: maior comprimento amostrado; n: tamanho da amostra em cada classe de idade observada

Idade 3

Idade observada	Lt3	SE	SD	Lt m	Lt M	n
3	126,7	3,2	5,5	123	133	3
4	131,8	3,1	6,8	125	140	5
5	134,3	0,9	1,5	133	136	3
6	129,7	2,6	6,4	121	138	6
7	130,0	4,0	5,7	126	134	2

Legenda: L3: comprimento médio na idade 3 obtida de cada classe de idade observada; SE: erro padrão; SD: desvio padrão; Lt m: menor comprimento amostrado; Lt M: maior comprimento amostrado; n: tamanho da amostra em cada classe de idade observada

Idade 4

Idade observada	Lt4	SE	SD	Lt m	Lt M	n
4	142,8	2,5	5,5	134	148	5
5	143,3	0,3	0,6	143	144	3
6	141,0	2,7	6,6	133	150	6
7	140,5	3,5	5,0	137	144	2

Legenda: L4: comprimento médio na idade 4 obtida de cada classe de idade observada; SE: erro padrão; SD: desvio padrão; Lt m: menor comprimento amostrado; Lt M: maior comprimento amostrado; n: tamanho da amostra em cada classe de idade observada

Idade 5

Idade observada	Lt5	SE	SD	Lt m	Lt M	n
5	151,0	0,6	1,0	150	152	3
6	151,2	1,7	4,2	145	158	6
7	150,5	1,5	2,1	149	152	2

Legenda: L5: comprimento médio na idade 5 obtida de cada classe de idade observada; SE: erro padrão; SD: desvio padrão; Lt m: menor comprimento amostrado; Lt M: maior comprimento amostrado; n: tamanho da amostra em cada classe de idade observada

Idade 6

Idade observada	Lt6	SE	SD	Lt m	Lt M	n
6	159,0	1,6	3,9	153	164	6
7	159,5	1,5	2,1	158	161	2

Legenda: L6: comprimento médio na idade 6 obtida de cada classe de idade observada; SE: erro padrão; SD: desvio padrão; Lt m: menor comprimento amostrado; Lt M: maior comprimento amostrado; n: tamanho da amostra em cada classe de idade observada

Idade 7

Idade observada	Lt7	SE	SD	Lt m	Lt M	n
7	165,0	1,0	1,4	164	166	2

Legenda: L7: comprimento médio na idade 7 obtida de cada classe de idade observada; SE: erro padrão; SD: desvio padrão; Lt m: menor comprimento amostrado; Lt M: maior comprimento amostrado; n: tamanho da amostra em cada classe de idade observada

Anexo 2.6. Comprimentos médios à idade previstos pelo modelo de crescimento de Von Bertalanffy estimados com base na leitura directa (=observado) e por retrocálculo (Fraser-Lee e Ehrhardt (1992)), em fêmeas

Método	L0	L1	L2	L3	L4	L5 (cm)	L6	L7	L8	L9	L10	L11
Observado	102,9	124,0	142,9	159,8	175,0	188,5	200,7	211,5	221,3	230,0	237,7	244,7
Fraser-Lee	101,1	121,9	140,4	156,9	171,6	184,7	196,3	206,7	215,9	224,2	231,5	238,0
Ehrhardt (1992)	82,2	106,7	128,3	147,3	164,1	178,9	191,9	203,4	213,6	222,5	230,4	237,3

Anexo 2.7. Comprimentos médios à idade previstos pelo modelo de crescimento de Von Bertalanffy estimados com base na leitura directa (=observado) e por retrocálculo (Fraser-Lee e Ehrhardt (1992)), em machos

Método	L0	L1	L2	L3 (cm)	L4	L5	L6	L7
Observado	98,2	117,2	132,3	144,2	153,7	161,2	167,1	171,9
Fraser-Lee	98,5	115,2	129,0	140,2	149,5	157,1	163,3	168,4
Ehrhardt (1992)	85,4	106,7	123,5	136,7	147,2	155,5	162,1	167,2

Anexo 3.1. Fórmula do líquido de San Felice:

- 160 ml de solução aquosa de Ácido Crômico I a 1%;
- 80 ml de Formol a 4%;
- 10 ml de Ácido Acético Glacial

Anexo 3.2. Técnica de desidratação e impregnação em parafina (segundo Martoja e Martoja, 1967):

- 1) 1H e 30 min em álcool a 90%
- 2) 1H e 30 min em álcool a 90%
- 3) 1H e 30 min em álcool a 90%
- 4) 1H e 30 min em álcool a 100%
- 5) 1H e 30 min em álcool a 100%
- 6) 1H e 30 min em álcool a 100%
- 7) 1H em Isobutanol
- 8) 1H em Isobutanol
- 9) 1H em Isobutanol
- 10) 2H em Isobutanol + Parafina (ponto de fusão 58°-60°C), em partes iguais
- 11) 2H em Parafina (ponto de fusão 58°-60°C)

Anexo 3.3. Procedimentos de corar o material biológico segundo a técnica em uso no DOP/UAC, baseada em Costa e Chaves (1943 *in* Isidro, 1996)

- 1) 20 min em Xilol
- 2) 1 min em álcool a 100%
- 3) 1 min em álcool a 95%
- 4) 1 min em álcool a 70%
- 5) 1 min em água destilada
- 6) 1 min em água destilada
- 7) 5 min em Hematoxilina
- 8) lavagem em HCl
- 9) passagem por água morna
- 10) 1 min em água destilada
- 11) 1 min em água destilada
- 12) 1 min em álcool a 70%
- 13) 1 min em álcool a 95%
- 14) 6 min em Eosina
- 15) passagem por uma série de caixas com álcool a 95%, álcool a 95%, álcool a 100%, álcool a 100%, xilol e numa última caixa com xilol onde as preparações permanecem durante 5 minutos

Anexo 3.4. Cálculo mensal dos índices medianos gonadosossomáticos (IGS) e hepatossomáticos (IHS) na amostra de fêmeas

	IGS				IHS					
	n	Mediana	75%	mínimo	máximo	n	Mediana	75%	mínimo	máximo
JAN	14	0,63	0,46	0,72	0,83	13	1,68	1,25	1,87	2,36
FEV	1			1,01	1,01					
MAR	0									
ABR	0									
MAI	0									
JUN	1			0,77	0,77	1			1,96	1,96
JUL	4	1,24	1,03	4,86	8,46	3	1,18		0,71	1,21
AGO	5	0,77	0,57	0,86	1,07	3	1,73		1,17	1,93
SET	2	0,44			0,32	2	1,43		1,10	1,75
OUT	9	0,54	0,15	0,75	1,18	1			1,93	1,93
NOV	15	0,84	0,71	0,91	1,3	2	2,01		1,57	2,45
DEZ	2	0,49			0,39	2	1,39		0,95	1,83

Anexo 3.5. Cálculo mensal dos índices medianos gonadosossomáticos (IGS) e hepatossomáticos (IHS) na amostra de machos

	IGS				IHS					
	n	Mediana	75%	mínimo	máximo	n	Mediana	75%	mínimo	máximo
JAN	14	0,11	0,08	0,13	0,31	13	1,88	1,43	1,99	3,51
FEV	1			0,15	0,15					
MAR	3	0,11			0,10	3	2,31		0,83	2,65
ABR										
MAI										
JUN	3	0,16			0,12	3	2,23		2,19	2,58
JUL	2	0,12			0,11	1			1,73	1,73
AGO	3	0,15			0,07	2	1,58		1,11	2,04
SET										
OUT	7	0,06	0,04	0,09	0,01	5	1,39	0,45	1,47	1,83
NOV	13	0,12	0,06	0,18	0,03	4	1,31	0,98	1,83	2,05
DEZ	5	0,09	0,04	0,11	0,04	5	1,29	0,86	1,48	1,92

Anexo 3.6. Cálculo mensal do factor de condição (FC) na amostra de fêmeas e de machos

	♀					♂				
	n	Mediana	25%	75%	FC	n	Mediana	25%	75%	FC
JAN	14	0,095	0,088	0,100	mínimo 0,077 máximo 0,142	14	0,104	0,098	0,118	mínimo 0,094 máximo 0,129
FEV	1				0,097	1				0,099
MAR	0					3	0,107			0,082
ABR	0					0				
MAI	0					0				
JUN	1				0,077	3	0,104			0,096
JUL	4	0,096	0,095	0,097	0,094	2	0,103			0,099
AGO	5	0,099	0,083	0,102	0,083	3	0,114			0,082
SET	2	0,100			0,099	0				
OUT	9	0,098	0,095	0,099	0,092	7	0,101	0,085	0,107	0,072
NOV	15	0,098	0,096	0,100	0,088	13	0,106	0,101	0,111	0,100
DEZ	2	0,108			0,108	5	0,103	0,096	0,107	0,096

Anexo 3.7. Percentagem de fêmeas maduras por classe de comprimento de 10 cm de intervalo

LJFL (cm)	Imaturas	Maduras	Total	Percentagem de maduras
80	3		3	0
90	4		4	0
100	5		5	0
110	9		9	0
120	19		19	0
130	16		16	0
140	12	1	13	0,08
150	6	1	7	0,17
160	4	3	7	0,43
170	3	6	9	0,67
180	2	4	6	0,67
190	1	5	6	0,83
200		7	7	1
210		5	5	1
220			0	
230		2	2	1
240		1	1	1
Total	84	35	119	
% do total	71	29		

Anexo 3.8. Percentagem de machos maduros por classe de comprimento de 10 cm de intervalo

LJFL (cm)	Imaturos	Maduros	Total	Percentagem de maduros
70	1		1	0
80	1		1	0
90	6	1	7	0,14
100	2		2	0
110	4	5	9	0,56
120	4	6	10	0,60
130	1	6	7	0,86
140		5	5	1
150		7	7	1
160		4	4	1
170		2	2	1
Total	19	36	55	
% do total	35	65		

Anexo 3.9. Estimação da fecundidade potencial numa fêmea de 209 cm, identificada em estado VI (postura)

Foi recolhida aleatoriamente uma porção pré-definida do ovário (Wpo), onde foram contados e medidos os oócitos encontrados. A quantidade de oócitos em estado hidratação (1400-1900 μm) (No), encontrados na porção analisada (Wpo) foi usada para extrapolar para o peso total da gónada (Wg), calculando-se a fecundidade potencial nesta fêmea (Fp)

Wpo (grama)	4,591
No (1400-1900 μm)	1304
Wg (grama)	7719
Fp (milhões de oócitos)	2,19

Anexo 4.1. Chave da digestibilidade da cavala realizada segundo Chalabi e Ifrene (1993), servindo para a classificação do estado de digestão da cavala (*S. japonicus*) nos conteúdos estomacais de espadarte

Estado de digestão	Observação
1	Exteriormente intactas
2	A pele encontra-se lesada parcialmente
3	Perda total da pele
4	Corpo em decomposição
5	Decomposição avançada mas a sua identificação é ainda possível

Anexo 4.2. Colecção de referências (Lista de espécies)

Teleósteos:

Aphanopus carbo- Peixe-espada preto
Beryx splendens- Imperador
Beryx decadactylus- Alfonsim
Capros aper- Apara-lápis
Conger conger- Congro
Electroma rissoi- Peixes-luminosos (Myctophidae)
Helicolenus dactylopterus dactylopterus- Boca-negra
Lepidopus caudatus- Peixe-espada branco
Macrorhamphosus scolopax- Trombeteiro
Myctophum punctatum-Peixes-luminosos (Myctophidae)
Pagellus acarne- Besugo
Pagellus bogaraveo- Goraz
Pargus pargus- Pargo
Phycis phycis- Abrótea
Pontinus kuhlii- Bagre
Scomber japonicus- Cavala
Trachurus picturatus- Chicharro

Cefalópodes:

Loliginidae (*Loligo vulgaris* e *Loligo forbesi*)
 Octopodidae (*Octopus sp.*)
 Ommastrephidae (*Ommastrephes bartramii*; *Todarodes sagittatus*; *Illex coindetti*)
 Histioteuthidae (*Histioteuthis dofleini* e *H. reversa*).

Anexo 4.3. Medidas efectuadas nas mandíbulas (superiores e inferiores), em mm, para as presas-cefalópodes não representadas nos métodos combinados

Taxa	Intervalo de comprimentos: Mandíbula superior	Intervalo de comprimentos: Mandíbula inferior	Observações
Ommastrephidae	1,46-9,07		Rostrum
Estado- <i>Chaunoteuthis</i>	2,08	2,29	Rostrum
<i>Chiroteuthis sp.</i>	3,67		Rostrum
<i>Discoteuthis sp.</i>	4,46	5,40	Rostrum
<i>Histioteuthis spp.</i>	1,08-1,27		Rostrum
<i>H.?aff. reversa</i>	2,58		Rostrum
<i>Lepidoteuthis sp.</i>	7,5	8,24	Rostrum
<i>Grimalditeuthis sp.</i>	3,57	4,80	Rostrum
<i>Ommastrephes sp.</i>	4,39-11,18		Rostrum
<i>Grimpoteuthis?sp.</i>	7,25	5,00	Câmpanula
<i>Argonauta sp.</i>	3,57-11,8	1,78-6,67	Câmpanula
<i>Haliphron sp.</i>	10,68-17,16	5,40-9,75	Câmpanula
<i>Ocythoe sp.</i>	14,45-15,86	6,69-13,63	Câmpanula

Anexo 4.4. Classificação das espécies-presas segundo Geistdoerfer (1975)

Classificação das presas	Q	f
Principais preferenciais	> 100	> 0,3
Principais ocasionais	> 100	< 0,3
Secundárias frequentes	10 < Q < 100	> 0,1
Secundárias acessórias	10 < Q < 100	< 0,1
Complementares de 1º ordem	< 10	> 0,1
Complementares de 2ª ordem	< 10	< 0,1

Legenda: Q é o coeficiente alimentar de Hureau (1970); f é a frequência de ocorrência

Anexo 4.5. Teste Mann-Whitney para verificar a existência de diferenças no índice de repleção entre os sexos. Nível de significância igual a 0,5%

Mann-Whitney	Fêmeas	Machos
n	51	22
R	1786	915
U	460	
Z	-1,214	
p	0,225	

Anexo 4.6. Índice de repleção médio em três grupos de comprimentos, para as fêmeas

Ljfl ≤ 125 cm	Fêmeas
Sf*	0,82
SE	0,16
SD	0,64
SFm	0,00* (122 cm)
SFM	2,02 (120 cm)
n	17
125 < Ljfl < 175 cm	Fêmeas
Sf*	0,93
SE	0,22
SD	1,04
SFm	0,04 (169 cm)
SFM	3,67 (132m)
n	23
Ljfl ≥ 175 cm	Fêmeas
Sf*	0,55
SE	0,11
SD	0,37
SFm	0,03 (192 cm)
SFM	1,12 (233m)
n	11

Legenda: Sf* é o índice de repleção médio. SE e SD é o erro padrão e o desvio padrão, respectivamente. SFm e SFM representam o índice de repleção mínimo e máximo, respectivamente, encontrado em cada amostra. n é o número total de indivíduos analisados

*: (0,003)

Teste de Kruskal-Wallis para verificar a existência de diferenças entre o índice de repleção entre os três grupos de comprimentos amostrados nas fêmeas. Nível de significância igual a 0,5%

Kruskal-Wallis	n	R
Ljfl ≤ 125	17	471,5
125 < Ljfl < 175	23	596,0
Ljfl ≥ 175	11	258,5
H	0,544	
C	0,999	
Hc	0,544	
$\chi^2_{0,05,2}$	7,815	

Anexo 4.7. Índice de repleção médio em dois grupos de comprimentos, para os machos

Ljfl ≤ 125 cm	Machos
Sf*	0,94
SE	0,23
SD	0,66
SFm	0,07 (123 cm)
SFM	1,82 (116 cm)
n	8
125 < Ljfl < 175 cm	Machos
Sf*	0,93
SE	0,19
SD	0,71
SFm	0,14 (151 cm)
SFM	2,44 (164 cm)
n	14

Legenda: Sf* é o índice de repleção médio. SE e SD é o erro padrão e o desvio padrão, respectivamente. SFm e SFM representam o índice de repleção mínimo e máximo, respectivamente, encontrado em cada amostra. n é o número total de indivíduos analisados

Teste Mann-Whitney para verificar a existência de diferenças entre o índice de repleção entre os dois grupos de comprimentos amostrados nos machos. Nível de significância igual a 0,5%

Mann-Witney	n	R
Ljfl ≤ 125	8	95
125 < Ljfl < 175	14	158
U	53	
U'	59	
$U_{0,05,8,14}$	86	

Anexo 4.8. Pesos totais (Wt) das espécies identificadas a partir dos ótolitos e intervalo de comprimentos dos ótolitos (OL) e intervalo de comprimentos individuais (Lt)

Grupos	Wt (Kg)	Intervalo OL (mm)	Intervalo Lt (cm)
<i>B. splendens</i>	0,102	7-9	10,9-15,5 (SL)
<i>D. argenteus</i>	1,362	3,0-9,1	2,8-10,4 (SL)
<i>L. caudatus</i>	6,946	4,7-8,1	61,1-133,0 (FL)
<i>M. poutassou</i>	0,090	3,8-4,6	10,0-12,7 (SL)
<i>P. bogaraveo</i>	7,529	5,4-7,7	24,8-28,4 (FL)
<i>T. picturatus</i>	0,190	4-7	11,9-21,5 (FL)
Myctophidae	0,374	2-6	
<i>M. punctatum</i>	0,043	4-6	

Nota: Wt é a contribuição em peso de todos os exemplares identificados a partir dos ótolitos

Nota 1: O peso total para a família Myctophidae e para o género *Myctophum* foi estimado com base num volume médio de 8.5 ml (Clarke *et al.*, 1995)

Anexo 4.9. Estimação do peso individual das presas de cefalópodes identificadas nos conteúdos estomacais das fêmeas, a partir das equações de reconversão W/LRL

Grupos	Wt (Kg)	Wt* (g)	Intervalo LRL (mm)	Intervalo W (g)
<i>C. scabra</i>	0,08	77,65	4,98	77.65
<i>Chiroteuthis</i> sp.	0,09	42,29	4,30-4,45	40-44
<i>L. forbesi</i>	0,30	172,38	2,48-2,54	167-177
<i>H. dofleini</i>	0,80	264,31	3,18-7,09	64-455
<i>Histioteuthis</i> spp.	0,08	83,74	3,41	84
<i>O. bartramii</i>	4,50	322,39	2,81-12,42	53-1152
Taoninae	0,30	94,69	3,80-5,50	57-113
<i>T. sagittatus</i>	4,90	987,23	5,00-11,10	208-1988
<i>T. megalops</i>	0,10	126,64	5,80	127
<i>O. banksii</i>	0,40	418,48	4,37	418
<i>P. boschmai</i>	2,00	682,02	2,99-10,12	59-1856

Wt: é a contribuição em peso de todos os exemplares identificados e Wt*: é o peso médio dos exemplares identificados.

Anexo 4.10. Estimação do peso individual das presas de cefalópodes identificadas nos conteúdos estomacais dos machos, a partir das equações de reconversão W/LRL

Grupos	Wt (kg)	Wt* (g)	Intervalo LRL (mm)	Intervalo W (g)
<i>H. dofleini</i>	1,0	192,72	1,15-7,94	5-600
<i>Histioteuthis</i> spp.	0,2	77,99	1,92-4,63	22-170

Wt: é a contribuição em peso de todos os exemplares identificados e Wt*: é o peso médio dos exemplares identificados.

Anexo 4.11. Frequência de ocorrência mensal de cada grupo taxonómico identificado (%)

<i>Taxa</i>	Jan	Mar	Jun	Jul	Ago	Set	Nov
<i>Beryx</i>	2						25
<i>Capros</i>	44	33		13		100	25
<i>Diretmus</i>			30	25			50
<i>Helicolenus</i>			10				
<i>Lepidopus</i>	49	100	50	75	100		50
<i>Macroramphosus</i>	2					50	
<i>Micromesistius</i>	5						
Myctophidae		33	10	25		50	
<i>Myctophum</i>			10	13			
<i>Pagellus</i>	9		20	25		50	50
<i>Scomber</i>	61	33	40	63			
<i>Trachurus</i>	54	33	20	75			100
<i>Argonauta</i>	2	33	20	13			75
<i>Chiroteuthis</i>	2		10			50	
<i>Cranchia</i>	2						
<i>Discoteuthis</i>	2						
<i>Grimalditeuthis</i>	2						
<i>Grimpoteuthis</i>	2						
<i>Haliphron</i>	2			25			
<i>Histioteuthis</i>	9	67	30	50			
<i>Lepidoteuthis</i>	2						
<i>Loligo</i>			10			50	
<i>Ocythoe</i>	2		10	25			
Ommastrephidae	5		40	25			
<i>Ommastrephes</i>	9		40	38			
<i>Onychoteuthis</i>	2					50	
<i>Pholidoteuthis</i>	5			13			
<i>Taonius</i>	7			13		50	
<i>Todarodes</i>	2			13			
<i>Teuthowenia</i>				13			
Crustacea	28						50,0
Total <i>taxas</i> (N)	25	7	15	18	1	7	8
Total espadarte (n)	44	3	10	9	1	2	4
N/n	0,6	2,3	1,5	2,0	1,0	4,0	2,0

Nota: Os grupos taxonómicos dentro de cada grupo de presas (teleósteos e cefalópodes), estão descritos por ordem alfabética.

Anexo 4.12. Frequência numérica mensal de cada grupo taxonômico identificado (%)

Taxa	Jan	Mar	Jun	Jul	Ago	Set	Nov
<i>Beryx</i>	0						3
<i>Capros</i>	45	75				36	3
<i>Dirietmus</i>			51	25			6
<i>Helicolenus</i>			1				
<i>Lepidopus</i>	10	2	9	7	100		3
<i>Macroramphosus</i>	0					9	
<i>Micromesistius</i>	1						
Myctophidae		4	1	35		9	
<i>Myctophum</i>			1	4			
<i>Pagellus</i>	2		9	4		18	36
<i>Scomber</i>	11	2	1				
<i>Trachurus</i>	17	12	3	7			39
<i>Argonauta</i>	0	2	4	1			9
<i>Chiroteuthis</i>	0		1			9	
<i>Cranchia</i>	0						
<i>Discoteuthis</i>	0						
<i>Grimalditeuthis</i>	0						
<i>Grimpoteuthis</i>	0						
<i>Haliphron</i>	0			2			
<i>Histioteuthis</i>	2	4	3	4			
<i>Lepidoteuthis</i>	0						
<i>Loligo</i>			1			9	
<i>Ocythoe</i>	0		1	4			
Ommastrephidae	1		4	2			
<i>Ommastrephes</i>	2		9	3			
<i>Onychoteuthis</i>	0					9	
<i>Pholidoteuthis</i>	1			1			
<i>Taonius</i>	1			1		9	
<i>Todarodes</i>	2			1			
<i>Teuthowenia</i>				1			
Crustacea	0						
Total presas	239	52	98	114	4	11	33

Nota: 0 representa percentagens inferiores a 0,5%

Anexo 4.13. "Output" do programa TESTMAT para comparação das dietas alimentares entre os sexos

Dados observados

Presas	Fêmeas	Machos
<i>Lepidopus</i>	36	10
<i>Trachurus</i>	41	30
<i>Scomber</i>	21	8
<i>Capros</i>	71	82
<i>Pagellus</i>	21	10
Myctophidae	19	30
<i>Helicolenus</i>	1	0
<i>Macroramphosus</i>	2	0
<i>Beryx</i>	1	1
<i>Diretmus</i>	42	39
<i>Micromesistius</i>	1	1
<i>Ommastrephes</i>	17	0
<i>Todarodes</i>	5	0
<i>Argonauta</i>	6	4
<i>Ocythoe</i>	6	0
<i>Histioteuthis</i>	7	8
Ommastrephidae	5	3
<i>Loligo</i>	2	0
<i>Chroteuthis</i>	3	0
<i>Taonius</i>	3	0
<i>Teuthowenia</i>	1	0
<i>Cranchia</i>	1	0
<i>Pholidoteuthis</i>	3	0
<i>Lepidoteuthis</i>	1	0
<i>Haliphron</i>	1	2
<i>Onychoteuthis</i>	2	0
<i>Grimalditeuthis</i>	1	0
<i>Discoteuthis</i>	0	1
<i>Grimpoteuthis</i>	1	0

Frequências esperadas segundo a hipótese de independência entre linhas e colunas

	Fêmeas	Machos	Total de linhas
	26,8	19,2	46
	41,4	29,6	71
	19,9	12,1	29
	89,3	63,7	153
	18,1	12,9	31
	28,6	20,4	49
	0,6	0,4	1
	1,2	0,8	2
	1,2	0,8	2
	47,3	33,7	81
	1,2	0,8	2
	9,9	7,1	17
	2,9	2,1	5
	5,8	4,2	10
	3,5	2,5	6
	8,8	6,2	15
	4,7	3,3	8
	1,2	0,8	2
	1,8	1,2	3
	1,8	1,2	3
	0,6	0,4	1
	0,6	0,4	1
	1,8	1,2	3
	1,2	0,8	2
	0,6	0,4	1
	0,6	0,4	1
	0,6	0,4	1
Total colunas	321	229	550

*-Relativo às mandíbulas superiores identificadas

Anexo 4.13. "Output" do programa TESTMAT para comparação das dietas alimentares entre os sexos (cont.)

Desvios (Observado-Esperado)

Presas	Fêmeas	Machos
<i>Lepidopus</i>	9,2	-9,2
<i>Trachurus</i>	-0,4	0,4
<i>Scomber</i>	4,1	-4,1
<i>Capros</i>	-18,3	18,3
<i>Pagellus</i>	2,9	-2,9
Myctophidae	-9,6	9,6
<i>Helicolenus</i>	0,4	-0,4
<i>Macroramphosus</i>	0,8	-0,8
<i>Beryx</i>	0,2	-0,2
<i>Diritemus</i>	-5,3	5,3
<i>Micromesistius</i>	0,2	-0,2
<i>Ommastrephes</i>	7,1	-7,1
<i>Todarodes</i>	2,1	-2,1
<i>Argonauta</i>	0,2	-0,2
<i>Ocythoe</i>	2,5	-2,5
<i>Histioteuthis</i>	-1,8	1,8
Ommastrephidae	0,3	-0,3
<i>Loligo</i>	0,8	-0,8
<i>Chroteuthis</i>	1,2	-1,2
<i>Taonius</i>	1,2	-1,2
<i>Teuthowenia</i>	0,4	-0,4
<i>Cranchia</i>	0,4	-0,4
<i>Pholidoteuthis</i>	1,2	-1,2
<i>Lepidoteuthis</i>	0,4	-0,4
<i>Haliphron</i>	-0,8	0,8
<i>Onychoteuthis</i>	0,8	-0,8
<i>Grimalditeuthis</i>	0,4	-0,4
<i>Discoteuthis</i>	-0,6	0,6
<i>Grimpotteuthis</i>	0,4	-0,4

χ^2 de 28 graus de liberdade=67,2959

Anexo 4.13. "Output" do programa TESTMAT para comparação das dietas alimentares entre os sexos (cont.)

Serão os valores pequenos surpreendentemente pequenos?

Em cada célula apresenta-se o número de vezes em mil que o valor simulado dessa célula não excedeu o valor observado respectivo. Os valores baixos são significâncias unicaudais

Presas	Fêmeas	Machos
<i>Lepidopus</i>	946	12
<i>Trachurus</i>	505	601
<i>Scomber</i>	880	137
<i>Capros</i>	12	993
<i>Pagellus</i>	800	242
Myctophidae	29	986
<i>Helicolenus</i>	898	630
<i>Macroramphosus</i>	882	438
<i>Beryx</i>	677	803
<i>Dirtemus</i>	242	869
<i>Micromesistius</i>	680	799
<i>Ommastrephes</i>	990	0
<i>Todarodes</i>	925	116
<i>Argonauta</i>	608	606
<i>Ocythoe</i>	947	82
<i>Histioteuthis</i>	320	846
Ommastrephidae	661	560
<i>Loligo</i>	897	424
<i>Chroteuthis</i>	913	267
<i>Taonius</i>	900	300
<i>Teuthowenia</i>	886	665
<i>Cranchia</i>	887	672
<i>Pholidoteuthis</i>	885	291
<i>Lepidoteuthis</i>	895	656
<i>Haliphron</i>	465	898
<i>Onychoteuthis</i>	889	441
<i>Grimalditeuthis</i>	871	649
<i>Discoteuthis</i>	548	942
<i>Grimpoteuthis</i>	1000	1000

Anexo 4.13. “Output” do programa TESTMAT para comparação das dietas alimentares entre os sexos (cont.)

Serão os valores altos surpreendentemente altos?

Em cada célula apresenta-se o número de vezes em mil que o valor observado dessa célula não excedeu o valor simulado respectivo. Os valores baixos são significâncias unicaudais

Presas	Fêmeas	Machos
<i>Lepidopus</i>	72	993
<i>Trachurus</i>	544	461
<i>Scomber</i>	169	925
<i>Capros</i>	992	9
<i>Pagellus</i>	273	844
Myctophidae	983	20
<i>Helicolenus</i>	435	1000
<i>Macroramphosus</i>	351	1000
<i>Beryx</i>	685	561
<i>Diratmus</i>	809	179
<i>Micromesistius</i>	681	572
<i>Ommastrephes</i>	32	1000
<i>Todarodes</i>	175	1000
<i>Argonauta</i>	542	598
<i>Ocythoe</i>	135	1000
<i>Histioteuthis</i>	805	260
Ommastrephidae	503	650
<i>Loligo</i>	308	1000
<i>Chroteuthis</i>	246	1000
<i>Taonius</i>	252	1000
<i>Teuthowenia</i>	457	1000
<i>Cranchia</i>	424	1000
<i>Pholidoteuthis</i>	270	1000
<i>Lepidoteuthis</i>	418	1000
<i>Haliphron</i>	847	320
<i>Onychoteuthis</i>	334	1000
<i>Grimalditeuthis</i>	435	1000
<i>Discoteuthis</i>	1000	325
<i>Grimpoteuthis</i>	0	1000

Os valores de χ^2 calculados a partir das tabelas simuladas foram maiores ou iguais a 67,2959 (o valor calculado a partir da tabela observada) 0 vezes em mil

Anexo 5.1. Comparação entre coeficientes de regressão (b) das rectas de regressão estimadas para fêmeas e machos de espadarte, a partir do teste t-student, verificando-se a $H_0: \beta_F = \beta_M$ ($\alpha=0,05$)

Teste t (entre b)	Fêmeas (F)	Machos (M)
n	81	35
b	3,39	3,51

Teste t (entre b)

$S(b_F - b_M)$	0,63
t	0,19
$t_{0,05,110}$	1,98

Legenda: n-tamanho da amostra; b-coeficiente de regressão;

$S(b_F - b_M) = \sqrt{((S^2_{YX}) / \Sigma x^2_F) + (S^2_{YX}) / \Sigma x^2_M)}$, onde $S^2_{Y,X} = (RSS_F + RSS_M) / (RDF_F + RDF_M)$, com $RSS = \Sigma Y^2 - (\Sigma XY)^2 / \Sigma X^2$ e $RDF = (n-2)$

Anexo 5.2. Comparação entre ordenadas (a) das rectas de regressão estimadas para fêmeas e machos de espadarte, a partir do teste t-student, verificando-se a H_0 : As ordenadas na origem (a) são iguais ($\alpha=0,05$).

Teste t (entre a)	Fêmeas (F)	Machos (M)
n	81	35
X^*	4,92	4,83
Y^*	3,49	3,18

Teste t (entre a)

Ac	6,89
DFc	113
bc	3,41
$(S^2_{YX})c$	0,02
t	0,51
$t_{0.05,110}$	1,98

Legenda: n-tamanho da amostra; X^* -média dos valores da variável independente; Y^* -média dos valores da variável dependente; $Ac = (\sum x^2_F + \sum x^2_M)$; $DFc = (n_F + n_M) - 3$; $bc = (b_F + b_M)$; $(S^2_{YX})c = SS_c / DFc$, onde $SS_c = Cc - ((Bc)^2 / Ac)$, com $Cc = (\sum y^2_F + \sum y^2_M)$ e $Bc = (\sum xy_F + \sum xy_M)$



Anexo 6.1. Tubarão cujas barbatanas foram cortadas, técnica designada por “finning” (adaptada de Hinman, 1999)

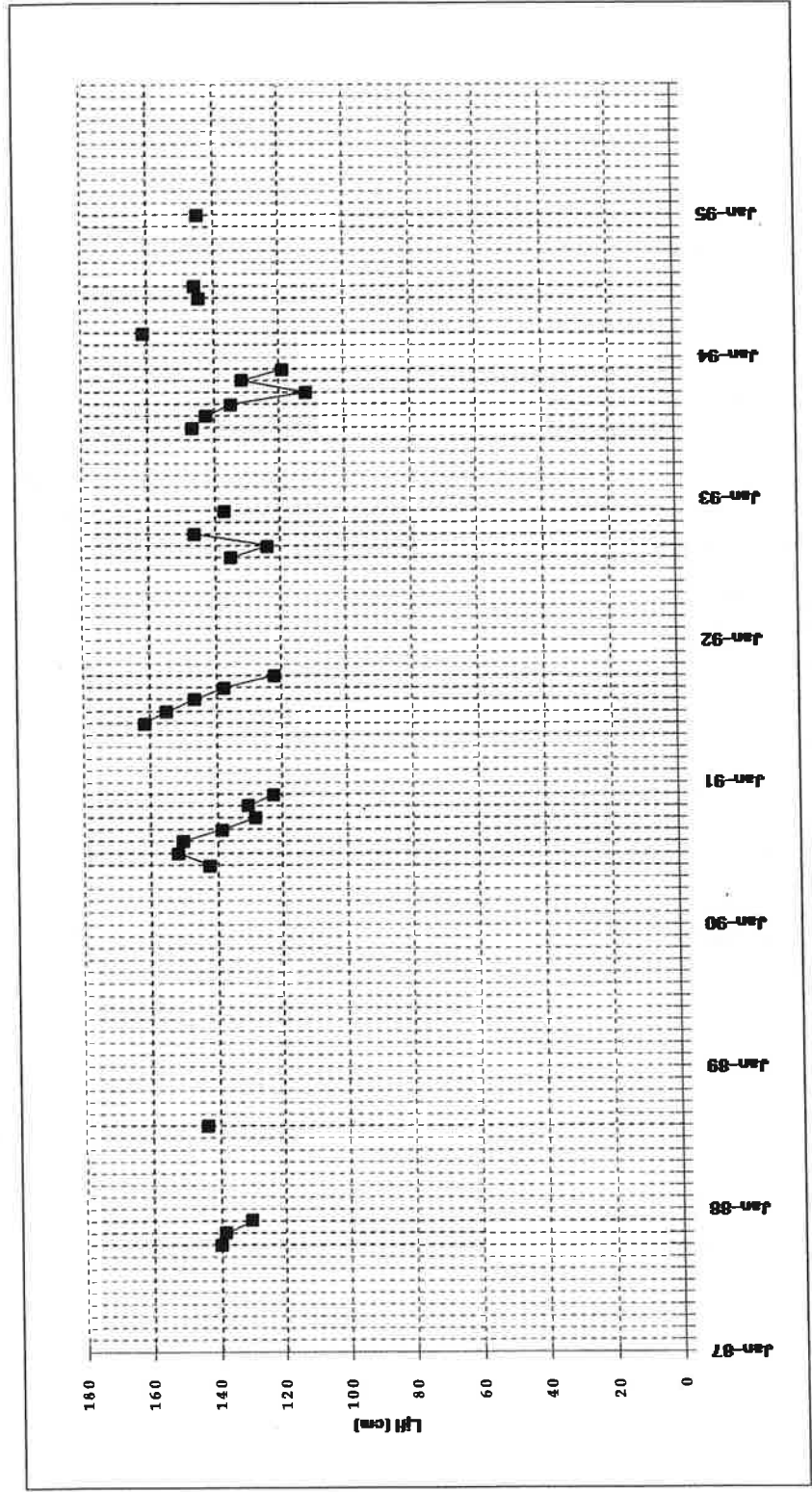
Anexo 6.2. Desembarques anuais, em toneladas, das espécies acompanhantes do espadarte com a utilização do palangre de superfície derivante, durante 1987-96

Espécies	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
<i>P. glauca</i>	11	10	0,5	0,3	23	172	76	133	242	326
<i>I. oxyrinchus</i>	14	10	5	4	8	10	0,2	7	11	10
<i>L. nasus</i>	0,4	0,08	0,1		0,4					
<i>A. vulpinus</i>	0,2	0,2	0,4	0,5	0,3	0,2				
<i>S. zygaena</i>	0,8	0,1	0,022	0,1	0,3					
<i>S. lewini</i>				0,4						
<i>G. galeus</i>	0,3	0,6	0,021	0,1	0,3	0,4		0,2		
Tubarões			0,2	0,09		0,03				
<i>T. obesus</i>		0,06			0,4	1,1	0,8	1,3		
<i>T. alalunga</i>		0,033	0,028	0,5	0,1			0,2		
<i>T. thynnus</i>			0,1							
Atuns				0,6	0,7					
<i>M. nigricans</i>			0,027			0,1				
<i>T. albidus</i>							0,022			
<i>I. albicans</i>					0,02					
<i>R. pretiosus</i>					0,2	0,05		0,3		
<i>C. hippurus</i>					0,009			0,029		
<i>L. caudatus</i>								0,066		
<i>P. saltatrix</i>								0,006		
<i>P. dentex</i>								0,016		
Peixes								5,1		

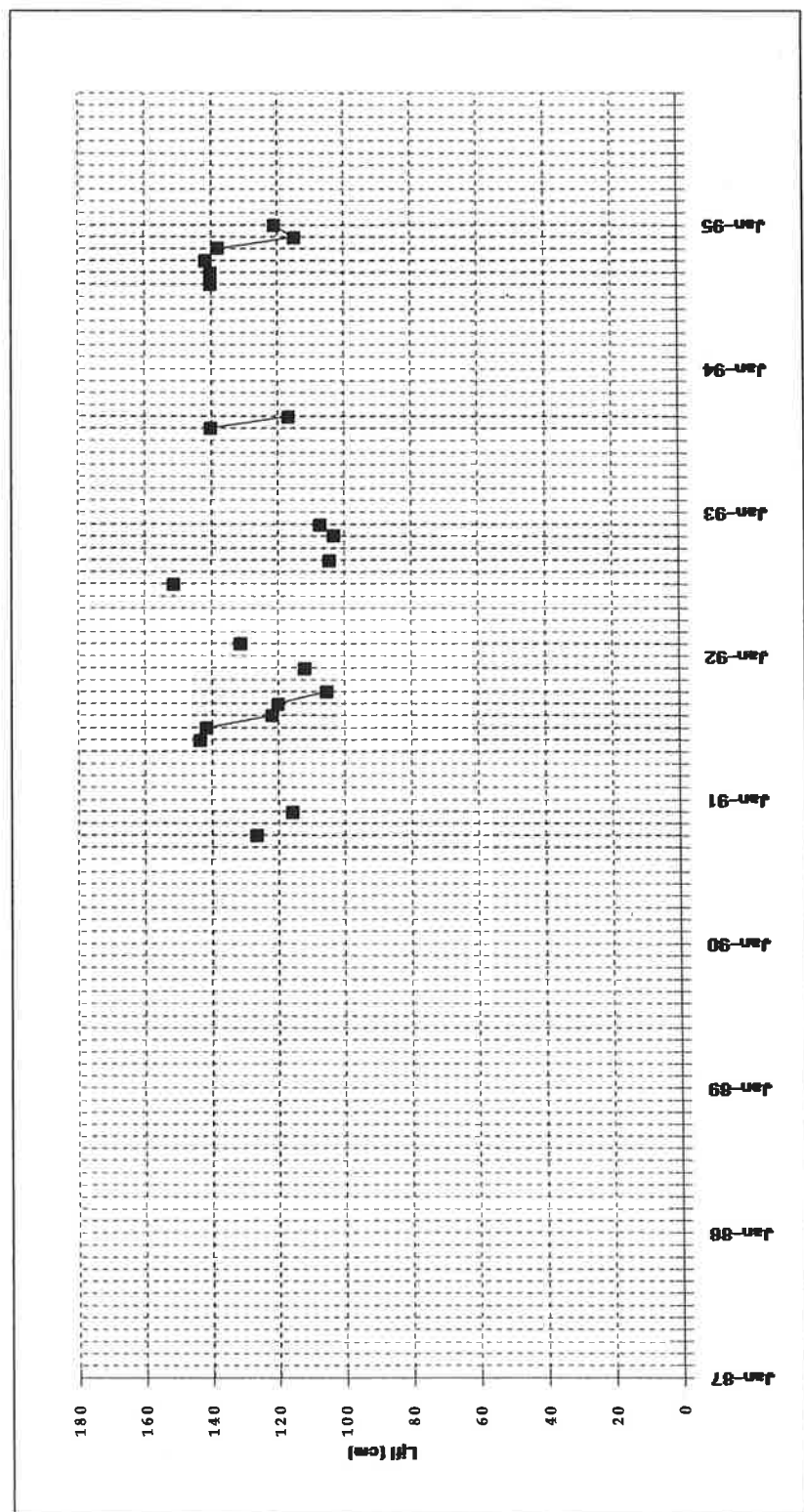
Anexo 6.3. Temperatura média mínima (Tmin) e máxima (TMáx) registada em cada ano e média das temperaturas médias mensais registadas no período de Janeiro a Maio (TJan-Mai) e no período de Julho a Outubro (TJul-Out), durante 1987-96

Ano	Tmin. (°C)	TMáx.(°C)	TJan-Mai (°C)	TJul-Out (°C)
1987	16,1 (Mar)	23,0 (Set)	16,4	21,6
1988	15,3 (Fev)	22,5 (Ago)	15,9	21,7
1989	17,0 (Mai)	21,9 (Ago)	16,3	21,3
1990	15,3 (Fev)	22,1 (Set)	15,7	21,4
1991	15,3 (Mar)	22,2 (Set)	15,8	21,6
1992	15,7 (Fev)	21,5 (Ago)	16,4	20,9
1993	15,2 (Mar)	20,8 (Ago)	15,7	20,0
1994	15,3 (Fev)	21,4 (Set)	15,8	20,5
1995	16,3 (Mar)	22,3 (Ago)	16,8	21,4
1996	14,9 (Mar)	22,6 (Ago)	15,4	21,7

Nota: Entre parêntesis, abreviatura dos meses onde se registaram as temperaturas mínimas e máximas em cada ano.



Anexo 6.4. Evolução do comprimento médio mensal obtido da amostragem das embarcações cabinadas, no período 1987, 1990-96



Anexo 6.5. Evolução do comprimento médio mensal obtido da amostragem das embarcações boca-aberta, no período 1987, 1990-96

Anexo 6.6. Teste não-paramétrico Kruskal-Wallis, para verificar a existência de diferenças entre os comprimentos médios dos desembarques do 2º semestre, no período 1990 a 1994 ($\alpha=0,05$)

Teste Kruskal-Wallis	Distribuições do 2º semestre
K	5
N	3403
H	92,44
ΣT	106790838
C	1,00
Hc	92,69
$\chi^2_{0,05,4}$	9,49

Anexo 6.7. Teste de Dunn (comparação múltipla não-paramétrica) ($\alpha=0,05$)

Teste de comparação múltipla	ΔR^*	SE	Q	$Q_{0,05,5}$	Ho
1994 - 1991	571,13	83,72	6,822	2,807	Rejeita
1994 - 1992	484,61	97,56	4,967	2,807	Rejeita
1994 - 1990	285,80	81,34	3,514	2,807	Rejeita
1994 - 1993	188,51	100,08	1,884	2,807	Não rejeita
1993 - 1991	382,63	70,12	5,457	2,807	Rejeita
1993 - 1992	296,10	86,17	3,436	2,807	Rejeita
1993 - 1990	97,29	67,25	1,447	2,807	Não rejeita
1990 - 1991	285,34	38,94	7,327	2,807	Rejeita
1990 - 1992	198,81	63,44	3,134	2,807	Rejeita
1992 - 1991	86,53	66,47	1,302	2,807	Não rejeita

Anexo 6.8. “Output” do programa TESTMAT para comparação da distribuição dos sexos por classes de comprimento de 25 cm de intervalo

Dados observados

LJFL (25 cm)	Fêmeas	Machos
75-	34	34
100-	59	39
125-	90	39
150-	56	34
175-	65	6
200-	47	
225-	8	
250-	3	

Frequências esperadas segundo a hipótese de independência entre linhas e colunas

LJFL (25 cm)	Fêmeas	Machos	Total de linhas
75-	47,9	20,1	68
100-	69,0	29,0	98
125-	90,9	38,1	129
150-	63,4	26,6	90
175-	50,0	21,0	71
200-	33,1	13,9	47
225-	5,6	2,4	8
250-	2,1	0,9	3
Total de colunas	362	152	514

Anexo 6.8. "Output" do programa TESTMAT para comparação da distribuição dos sexos por classes de comprimento de 25 cm de intervalo (cont.)

Desvios (Observado-Esperado)

LJFL (25 cm)	Fêmeas	Machos
75-	-13,891	13,891
100-	-10,020	10,020
125-	-0,852	0,852
150-	-7,385	7,385
175-	14,996	-14,996
200-	13,899	-13,899
225-	2,366	-2,366
250-	0,887	-0,887

χ^2 de 7 graus de liberdade=61,0419

Serão os valores pequenos surpreendentemente pequenos?

Em cada célula apresenta-se o número de vezes em mil que o valor simulado dessa célula não excedeu o valor observado respectivo. Os valores baixos são significâncias unicaudais

LJFL (25 cm)	Fêmeas	Machos
75-	19	1000
100-	113	977
125-	459	613
150-	170	941
175-	994	0
200-	985	0
225-	891	90
250-	936	561

Serão os valores altos surpreendentemente altos?

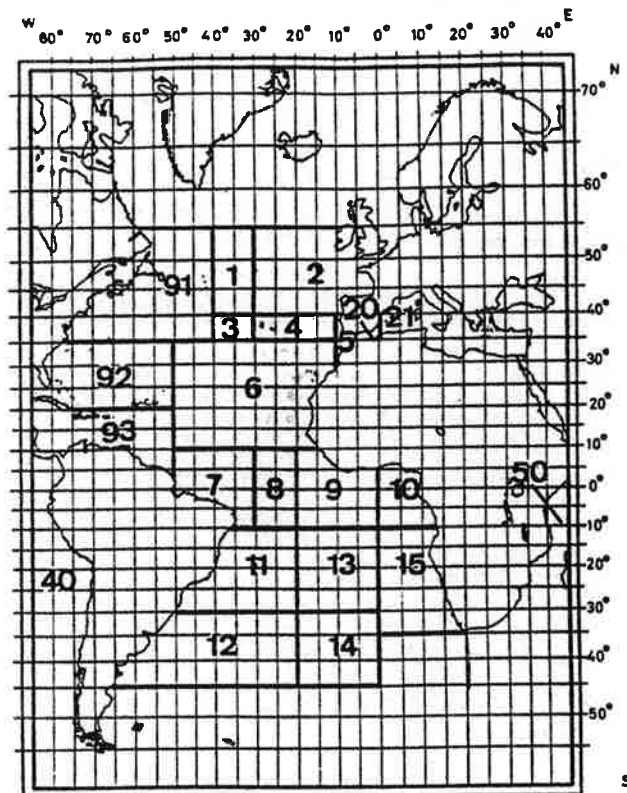
Em cada célula apresenta-se o número de vezes em mil que o valor observado dessa célula não excedeu o valor simulado respectivo. Os valores baixos são significâncias unicaudais

LJFL (25 cm)	Fêmeas	Machos
75-	987	0
100-	911	33
125-	584	457
150-	862	83
175-	8	1000
200-	19	1000
225-	206	1000
250-	182	1000

Os valores de χ^2 calculados a partir das tabelas simuladas foram maiores ou iguais a 61,042 (o valor calculado a partir da tabela observada) 0 vezes em mil

Anexo 6.9. Distribuição dos comprimentos de espadarte, provenientes dos 7 lances de pesca, decorridos na campanha de pesca ao espadarte e tubarões

Ljfl (cm)	Nº de indivíduos
70-	1
85-	1
90-	3
95-	2
105-	2
110-	3
115-	2
120-	3
135-	1
170-	1
200-	1
Total	21
Lt < 125 cm	81%



Anexo 7.1. Áreas de pesca usadas para o cálculo das proporções sexuais por comprimentos das capturas do Atlântico Norte (5°N) (adaptada de Mejuto *et al.*, 1998)

Anexo 7.2. Índices de abundância em número por idade provenientes da frota canadiana

Ano	Idade 2	Idade 3	Idade 4	Idade 5+
1988	2,372	2,434	2,157	1,774
1989	2,337	2,518	1,521	1,994
1990	3,685	3,343	2,557	4,021
1991	1,620	2,928	2,136	2,884
1992	3,163	2,456	1,865	2,652
1993	2,056	2,572	1,431	2,143
1994	1,433	1,376	0,987	1,854
1995	1,556	1,709	0,987	1,776
1996	0,694	1,035	0,717	1,307

(Fonte: Stone & Porter, 1999)

Anexo 7.3. Índices de abundância em número por idades provenientes da frota espanhola

Ano	Idade 1	Idade 2	Idade 3	Idade 4	Idade 5+
1983	0,263	0,638	1,019	1,029	1,074
1984	0,254	0,533	1,038	1,067	1,133
1985	0,252	0,720	1,055	1,033	1,012
1986	0,404	0,737	0,933	0,798	0,826
1987	0,523	0,973	1,035	0,782	0,728
1988	0,602	0,896	0,938	0,695	0,639
1989	0,523	1,048	0,836	0,625	0,557
1990	0,325	1,260	1,172	0,670	0,557
1991	0,286	0,911	1,214	0,791	0,633
1992	0,322	0,897	1,109	0,799	0,701
1993	0,368	0,838	0,900	0,627	0,570
1994	0,355	0,873	0,744	0,510	0,460
1995	0,360	1,058	0,983	0,567	0,479
1996	0,360	0,660	0,690	0,424	0,362

(Fonte: Mejuto *et al.*, 1999)

Anexo 7.4. Índices de abundância em número por idades provenientes da frota japonesa

Ano	Idade 1	Idade 2	Idade 3	Idade 4	Idade 5+
1978	0,003	0,022	0,075	0,106	0,251
1979	0,014	0,051	0,089	0,074	0,140
1980	0,005	0,038	0,079	0,060	0,166
1981	0,004	0,045	0,090	0,090	0,113
1982	0,002	0,029	0,069	0,076	0,147
1983	0,001	0,019	0,074	0,072	0,087
1984	0,006	0,039	0,077	0,079	0,109
1985	0,004	0,034	0,071	0,085	0,097
1986	0,003	0,029	0,071	0,070	0,099
1987	0,002	0,018	0,058	0,055	0,085
1988	0,002	0,023	0,060	0,069	0,103
1989	0,005	0,042	0,074	0,069	0,075
1990	0,002	0,026	0,066	0,062	0,074
1991	0,001	0,007	0,052	0,076	0,110
1992	0,001	0,013	0,030	0,036	0,061
1993	0,004	0,019	0,044	0,048	0,062
1994	0,001	0,022	0,048	0,032	0,047
1995	0,001	0,020	0,045	0,031	0,047

(Fonte: Anón, 1997a)

Anexo 7.5. Índices de abundância em número por idades provenientes da frota norte-americana. Os índices estimados são relativos à cpue média encontrada no ano 1981 (Cramer & Bertolino, 1999)

Ano	Idade 1	Idade 2	Idade 3	Idade 4	Idade 5+	Idade 5	Idade 6	Idade 7	Idade 8	Idade 9+
1981	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1982	1,290	0,814	0,803	0,880	0,827	0,901	1,047	0,684	0,932	0,608
1983	1,182	0,935	0,674	0,552	0,484	0,461	0,664	0,556	0,732	0,527
1984	1,234	1,003	0,837	0,613	0,395	0,420	0,572	0,463	0,464	0,344
1985	1,525	1,026	0,897	0,688	0,417	0,532	0,616	0,479	0,561	0,337
1986	2,064	1,586	0,910	0,560	0,271	0,423	0,402	0,310	0,329	0,217
1987	1,655	1,617	0,978	0,530	0,228	0,326	0,318	0,253	0,295	0,183
1988	1,904	1,701	1,023	0,540	0,213	0,299	0,287	0,228	0,245	0,174
1989	1,756	1,847	0,920	0,501	0,238	0,328	0,320	0,247	0,260	0,176
1990	1,390	1,358	0,960	0,492	0,221	0,316	0,285	0,255	0,277	0,153
1991			1,003	0,603	0,266	0,372	0,378	0,288	0,276	0,165
1992			0,843	0,494	0,215	0,307	0,304	0,251	0,286	0,142
1993			0,766	0,448	0,205	0,298	0,310	0,221	0,241	0,130
1994			0,787	0,451	0,172	0,255	0,237	0,208	0,220	0,115
1995			0,861	0,500	0,199	0,287	0,250	0,209	0,268	0,130
1996			0,891	0,474	0,190	0,304	0,225	0,174	0,197	0,102

(Fonte: Cramer & Bertolino, 1999)

Anexo 7.6. Índice de abundância em peso (kg/1000 anzóis)

Ano	CPUE (kg/1000 anzóis)
1978	467,12
1979	243,83
1980	312,23
1981	225,12
1982	256,45
1983	207,81
1984	204,45
1985	188,32
1986	177,99
1987	153,07
1988	146,10
1989	139,26
1990	141,83
1991	138,52
1992	126,86
1993	115,53
1994	98,79
1995	111,25

(Fonte: Anón, 1997a)

Anexo 7.7: Captura total anual (sexos combinados) (Y_{obs}) e desembarques totais de espadarte do Atlântico Norte (Y_{ICCAT}).
Quocientes anuais entre Y_{obs} e Y_{ICCAT}

Ano	Y_{obs} (t)	Y_{ICCAT} (t)*	Y_{obs}/Y_{ICCAT}
1978	12423	11835	1,05
1979	12479	11937	1,05
1980	14324	13558	1,06
1981	11627	11180	1,04
1982	13694	13215	1,04
1983	15035	14527	1,03
1984	13249	12791	1,04
1985	14761	14383	1,03
1986	19417	18486	1,05
1987	22258	20236	1,10
1988	19512	19513	1,00
1989	18172	17250	1,05
1990	16493	15672	1,05
1991	15919	14937	1,07
1992	15892	15394	1,03
1993	17784	16827	1,06
1994	15682	15300	1,02
1995	17457	16697	1,05
1996	16057	15021	1,07

Y_{ICCAT} *: SCRS/99

Anexo 7.8. Captura em peso por recruta (YPR), biomassa média total por recruta (BPR), biomassa média desovante por recruta (BDPR) e percentagem da biomassa desovante por recruta relativamente à biomassa média desovante em $F=0$ (%BDPR)

F (ano-1)	YPR (kg)	BPR (kg)	BDPR (kg)	%BDPR
0	0,00	307,18	228,86	100,00
0,013	3,41	282,94	205,82	89,93
0,023	5,66	266,25	190,04	83,04
0,033	7,62	251,05	175,72	76,78
0,043	9,33	237,19	162,73	71,10
0,053	10,83	224,51	150,91	65,94
0,063	12,15	212,90	140,15	61,24
0,073	13,31	202,25	130,32	56,94
0,083	14,33	192,46	121,35	53,02
0,093	15,22	183,44	113,13	49,43
0,103	16,01	175,11	105,59	46,14
0,113	16,71	167,42	98,67	43,12
0,123	17,32	160,30	92,31	40,34
0,133	17,86	153,69	86,45	37,78
0,143	18,34	147,55	81,05	35,41
0,153	18,76	141,84	76,06	33,24
0,163	19,13	136,51	71,45	31,22
0,173	19,46	131,54	67,18	29,35
0,183	19,75	126,89	63,22	27,62
0,193	20,00	122,54	59,54	26,02
0,203	20,23	118,46	56,13	24,53
0,213	20,42	114,63	52,95	23,14
0,223	20,60	111,02	49,99	21,84
0,233	20,75	107,63	47,23	20,64
0,243	20,88	104,43	44,66	19,51
0,253	20,99	101,41	42,25	18,46
0,263	21,09	98,55	40,00	17,48

F (ano-1)	YPR (kg)	BPR (kg)	BDPR (kg)	%BDPR
0,273	21,18	95,85	37,89	16,56
0,283	21,25	93,29	35,92	15,69
0,293	21,31	90,86	34,07	14,89
0,303	21,36	88,56	32,33	14,13
0,313	21,41	86,37	30,70	13,41
0,323	21,44	84,28	29,16	12,74
0,333	21,47	82,30	27,72	12,11
0,343	21,49	80,41	26,36	11,52
0,353	21,50	78,60	25,08	10,96
0,363	21,51	76,88	23,87	10,43
0,373	21,51	75,23	22,73	9,93
0,383	21,51	73,65	21,65	9,46
0,393	21,51	72,14	20,63	9,02
0,403	21,50	70,70	19,67	8,60
0,413	21,49	69,31	18,76	8,20

Anexo 7.9. Cálculo analítico do nível de pesca $F_{0.1}$

F (ano ⁻¹)	YPR (kg)	YPR _{10%} (kg)	YPR-YPR _{10%}
0,163	19,131	5,007	14,124
0,173	19,459	5,314	14,145
0,183	19,748	5,621	14,127

Anexo 7.10. Captura em peso (Ye), Biomassa média total (Be), Biomassa média desovante (BDe) e níveis de recrutamentos (Re) a LP. Percentagem da biomassa desovante a LP relativamente à biomassa desovante a LP em $F=0$ (%BDe)

F (ano-1)	Ye (mil t)	Be (mil t)	BDe (mil t)	Re (mil ind.)	%BDe
0	0,00	122,27	91,10	398,7	100,00
0,013	1,45	119,90	87,22	424,4	95,74
0,023	2,51	118,11	84,30	444,3	92,54
0,033	3,53	116,35	81,44	464,2	89,40
0,043	4,51	114,61	78,63	484,0	86,31
0,053	5,45	112,88	75,88	503,6	83,29
0,063	6,34	111,16	73,17	523,0	80,32
0,073	7,20	109,43	70,51	542,0	77,40
0,083	8,02	107,70	67,91	560,6	74,54
0,093	8,79	105,95	65,34	578,6	71,72
0,103	9,53	104,18	62,82	596,0	68,96
0,113	10,22	102,39	60,34	612,7	66,24
0,123	10,87	100,55	57,91	628,5	63,56
0,133	11,47	98,68	55,51	643,4	60,93
0,143	12,03	96,76	53,15	657,1	58,34
0,153	12,54	94,78	50,83	669,6	55,79
0,163	13,00	92,74	48,54	680,8	53,28
0,173	13,41	90,64	46,29	690,6	50,81
0,183	13,77	88,45	44,07	698,7	48,37
0,193	14,07	86,18	41,88	705,0	45,97
0,203	14,31	83,82	39,72	709,4	43,60
0,213	14,50	81,37	37,59	711,7	41,26
0,223	14,62	78,80	35,49	711,7	38,95
0,233	14,68	76,13	33,41	709,3	36,67
0,243	14,66	73,33	31,36	704,3	34,42
0,253	14,58	70,41	29,33	696,5	32,20
0,263	14,41	67,34	27,33	685,6	30,00
0,273	14,17	64,13	25,35	671,5	27,83
0,283	13,84	60,77	23,40	653,9	25,68
0,293	13,43	57,25	21,46	632,6	23,56
0,303	12,92	53,55	19,55	607,3	21,46
0,313	12,31	49,67	17,66	577,9	19,38
0,323	11,60	45,61	15,78	543,9	17,32
0,333	10,78	41,34	13,92	505,2	15,28
0,343	9,85	36,86	12,08	461,5	13,26
0,353	8,80	32,16	10,26	412,3	11,26
0,363	7,62	27,24	8,46	357,5	9,28
0,373	6,31	22,07	6,67	296,6	7,32
0,383	4,86	16,64	4,89	229,4	5,37
0,393	3,27	10,95	3,13	155,4	3,44
0,403	1,52	4,99	1,39	74,2	1,52
0,413	-0,39	-1,27	-0,34	-14,5	-0,38

