



UNIVERSIDADE DO ALGARVE
Faculdade de Ciências e Tecnologia

Departamento de Ciências da Terra, do mar e do
ambiente



**Avaliação da idade em pescada
(*Merluccius merluccius*): Métodos
directos e indirectos**

Sandra Isabel Martins das Dores

Mestrado em Biologia Marinha

Faro, 2012



UNIVERSIDADE DO ALGARVE
Faculdade de Ciências e Tecnologia

Departamento de Ciências da Terra, do mar e do
ambiente



**Avaliação da idade em pescada
(*Merluccius merluccius*): Métodos
directos e indirectos**

Dissertação orientada por:

Professor Doutor José Pedro Andrade (Ualg - CCMAR)

Dra. Ana Maria Costa (IPIMAR)

Sandra Isabel Martins das Dores

Mestrado em Biologia Marinha

Faro, 2012

O conteúdo deste trabalho é da exclusiva responsabilidade do autor

(Sandra Isabel Martins das Dores)

Faro, 25 de Junho de 2012

Resumo

A pescada Europeia (*Merluccius merluccius*, Linnaeus, 1758) é uma das espécies demersais mais valiosas e com um elevado nível de exploração nas pescas do Oeste da Europa. Estudos recentes revelaram que a taxa de crescimento desta espécie é mais elevada que a assumida anteriormente e esta subestimação do crescimento, com sobrestimação da atribuição de idades, pode ter implicações na avaliação e gestão do recurso. Com base no trabalho de marcação e recaptura de pescada, realizado pelo IFREMER, foi definido um novo critério de leitura de idades em otólitos para a espécie. Neste trabalho, foi realizado o estudo sobre idade e crescimento de pescada para a costa continental portuguesa (Divisão IXa, ICES), aplicando a nova metodologia estabelecida. Foi utilizado o método directo de leitura de idades em otólitos, provenientes da campanha de investigação realizada pelo IPIMAR em 2008. Bhattacharya foi o método indirecto de determinação de idades utilizado, aplicado ao total da captura da campanha de investigação. Os resultados obtidos pelo método Bhattacharya e pelo método directo foram comparados. Neste trabalho foi estabelecida a fórmula de retrocálculo para sexos combinados, $L_i = (O_i/O_c)^{1.154} * L_c$, onde o cálculo do comprimento do peixe no momento i (L_i) a partir do comprimento do otólito na altura da formação da marca anual (O_i), depende dos valores de L_c e de O_c que são respectivamente o comprimento do peixe e o raio do otólito no momento da captura. A constante $b=1,154$ foi obtida através da função exponencial aplicada aos dados do comprimento dos peixes e o raio dos otólitos. A partir dos resultados obtidos através da leitura directa de idades, estimaram-se as curvas de crescimento de von Bertalanffy em comprimentos, para sexos combinados ($L_\infty = 100.9$ cm; $K = 0.17$ ano⁻¹; $t_0 = -1.05$ ano). Foi ainda realizada uma experiência com 30 otólitos provenientes de 2 campanhas realizadas pelo IPIMAR em 2004 e 2005, para comparação entre os resultados obtidos das leituras de idades em otólitos inteiros e seccionados, através da medição dos anéis anuais nas duas preparações. A aplicação do novo critério de leitura de idades em otólitos de pescada, inteiros e seccionados, revela que os resultados obtidos são muito idênticos para as duas técnicas, podendo o corte de otólitos ser utilizado apenas para indivíduos com mais de 3 anos, altura em que os anéis se encontram mais sobrepostos no bordo dos otólitos inteiros.

Palavras chave: Pescada, *Merluccius merluccius*, idade, crescimento, otólitos, Costa Portuguesa (Divisão IXa, ICES).

Abstract

The European hake (*Merluccius merluccius*, Linnaeus, 1758) is one of the most valuable demersal species and heavily exploited in the western European fisheries. Recent studies revealed that the growth rate of this species is higher than previously assumed and this underestimation of growth, with the overestimation of the assignment of age, may have implications on stock assessment and management. Based on the tagging and recapture work, conducted by IFREMER, a new criteria of age reading in hake otoliths was defined. In this work it was carried out the study on age and growth of the hake of the Portuguese coast (ICES Division IXa), applying the new methodology established. It was used the direct method of age readings in otoliths, collected in a survey conducted by IPIMAR in 2008. It was used Bhattacharya as the indirect method of age determination, applied to survey's total capture. The results obtained by Bhattacharya and the direct method were compared. The equation $L_i = (O_i/O_c)^{1.154} * L_c$, was estimated to back-calculate length at age for both sexes combined, where the calculation of the length of the fish at time i (L_i) from the length of the otolith radius at the formation time of the annual mark of the otolith (L_i), depends on L_c and O_c values which are respectively the fish length and radius otolith length at capture moment. The constant $b = 1.154$ was obtained by the power function applied to the data of the length of the fish and the radius of the otolith. From the results obtained by direct age reading, von Bertalanffy growth curves were estimated for combined sexes ($L_\infty = 100.9$ cm; $K = 0.17$ year⁻¹; $t_0 = -1.05$). It was also carried out an experiment with 30 otoliths from 2 surveys conducted by IPIMAR in 2004 and 2005, to compare the results of age readings in whole and sectioned otoliths, by measuring the annual rings in both preparations. The application of the new ageing criteria for hake otoliths, whole and sectioned, reveals that the results are identical for both techniques, so otoliths sliced can be used only for individuals with more than three years because at that time the rings are overlapping on the edge of the otolith and the rings seem clear in sections.

Key words: Hake, *Merluccius merluccius*, age, growth, otoliths, Portuguese Coast (ICES Division IXa).

Índice

1. Introdução	1
1.1. Caracterização Biológica da pescada Europeia (<i>Merluccius merluccius</i>).....	3
1.1.1. Classificação Taxonómica.....	3
1.1.2. Distribuição Geográfica e Batimétrica	3
1.1.3. Descrição Morfológica	4
1.1.4. Fecundidade, Reprodução e Ciclo de Vida	5
1.1.5. Migrações e Alimentação	6
1.1.6. Crescimento	7
1.2. Importância Comercial	7
1.2.1. Unidades de Gestão na área ICES	9
1.2.2. Historial dos desembarques de pescada em Portugal	10
1.3. Determinação de Idades.....	12
1.3.1. Estruturas utilizadas na determinação de idades	12
1.3.2. Utilização dos otólitos na determinação de idades	13
1.3.3. Formação dos anéis anuais	14
1.3.4. Interpretação de otólitos de pescada.....	14
2. Material e Métodos	16
2.1. Amostragem	16
2.2. Métodos de Avaliação de Idade e Crescimento.....	17
2.2.1. Método Directo: Determinação de Idades em Otolitos	17
2.2.1.1. Preparação de Secções dos Otolitos	17
2.2.1.2. Leitura de Idades	18
2.2.1.3. Chaves de Idades Comprimentos	18
2.2.2. Métodos Indirectos: Análise de Frequência de Comprimentos.....	20
2.2.2.1. Método de Bhattacharya.....	20
2.3. Comparação entre Métodos Directo e Indirecto.....	21

2.4. Retrocálculo.....	21
2.5. Medidas dos Anéis Anuais	24
2.6. Modelo de Crescimento de Von Bertalanffy	24
3. Resultados.....	26
3.1. Método Directo: Determinação de Idades em Otólitos	26
3.2. Método Indirecto: Análise de Frequência de Comprimentos.....	28
3.3. Comparação entre Métodos Directo e Indirecto.....	29
3.4. Retrocálculo.....	31
3.5. Medidas dos Anéis Anuais	33
3.6. Modelo de Crescimento de Von Bertalanffy.....	37
4. Discussão	40
Método Directo: Determinação de Idades em Otólitos	40
Método Indirecto: Análise de Frequência de Comprimentos.....	42
Comparação entre Métodos Directo e Indirecto.....	44
Retrocálculo.....	44
Medidas dos Anéis Anuais	46
Modelo de Crescimento de Von Bertalanffy.....	47
5. Conclusões.....	49
6. Referências Bibliográficas.....	51

Anexos

Índice de Figuras

Figura 1 - Distribuição geográfica da pescada (<i>Merluccius merluccius</i>). (Fonte: Froese and Pauly, 2011).....	4
Figura 2 - a) Pescada Europeia (<i>Merluccius merluccius</i>); b) Vista dorsal da cabeça. (Lloris <i>et al.</i> , 2005).....	5
Figura 3 - Desembarques da pescada Europeia. (Fonte: FAO, 2010).....	8
Figura 4 - Mapa ICES (Unidade Sul a quadriculado, sub-área IXa neste estudo). (Fonte: Piñeiro and Sainza, 2003).....	9
Figura 5 - Capturas de pescada (<i>Merluccius merluccius</i>) para os recursos Norte e Sul das áreas ICES. (Fonte: ICES, 2010b)	10
Figura 6 - Valores dos desembarques das 10 espécies mais importantes em Portugal Continental, entre 2002 e 2009 (Fonte: INE, 2010).	11
Figura 7 - Valores dos desembarques das 10 espécies mais valiosas em Portugal Continental, entre 2002 e 2009 (Fonte: INE, 2010).	11
Figura 8 - Desembarques e valor económico de pescada (<i>Merluccius merluccius</i>) em Portugal Continental, entre 2002 e 2009 (Fonte: INE, 2010).....	12
Figura 9 - Comprimento médio por grupos de idade obtidos por sexo para a campanha demersal de Outono de 2008	27
Figura 10 - Coortes separadas através do Método Bhattacharya, utilizando o programa informático do Fisat.....	28
Figura 11 - Representação das classes de comprimento, coortes e grupos de idade identificados por cada método relativos à campanha demersal de Outono de 2008: a) Distribuição de frequência de comprimentos; b) Método de Bhattacharya; c) Método Directo.	30
Figura 12 - Distribuição das frequências de comprimentos por coortes (grupos de idade) pelo Método Bhattacharya e pelo Método Directo.....	31
Figura 13 - Distribuição dos dados de comprimento total dos indivíduos e raio do otólito (nº de indivíduos = 780): a) Relação linear simples; b) Relação exponencial. ..	31
Figura 14 - Pescada com 44 cm e 2 anos; macho em estado de maturação 3: a) Otólito inteiro com as respectivas marcas anuais; b) Secção do mesmo otólito com as marcas anuais.....	34

Figura 15 - Pescada com 47 cm e 3 anos; fêmea em estado de maturação 2: a) Otólito inteiro com as respectivas marcas anuais; b) Secção do mesmo otólito com as marcas anuais.....	34
Figura 16 - Pescada com 61.5 cm e 4 anos; fêmea em estado de maturação 4: a) Otólito inteiro com as respectivas marcas anuais; b) Secção do mesmo otólito com as marcas anuais.....	35
Figura 17 - Distribuição do comprimento padrão mediano para as 4 marcas anuais, nos otólitos inteiros (i) e nas respectivas secções (c).....	36
Figura 18 - Curvas de crescimento de von Bertalanffy para sexos combinados obtidas através dos dados da campanha demersal de Outono 2008: a) Atribuição de idades utilizando a nova metodologia (ICES, 2010a); b) Atribuição de idades utilizando a metodologia antiga	37
Figura 19 - Curvas de crescimento de von Bertalanffy para cada sexo obtidas através dos dados da campanha demersal de Outono 2008, utilizando a nova metodologia de atribuição de idades (ICES, 2010a): a) Fêmeas; b) Machos	38

Índice de Tabelas

- Tabela I** - Cálculos estatísticos obtidos por grupo de idade, com base nas chaves idade-comprimento ampliados para a captura total da campanha demersal de Outono de 2008 para fêmeas, machos e sexos combinados (fêmeas + machos + indeterminados). Comprimentos médios e desvio padrão (d. p.) apresentados em centímetros..... 26
- Tabela II** - Resultados obtidos pelo método Bhattacharya para a campanha demersal de Outono 2008. (I.S. = Índice de Separação; R^2 = Qualidade de ajuste)..... 29
- Tabela III** - Comprimentos médios e desvio padrão (d.p.) apresentados em cm para cada grupo de idade obtidos através do Método Bhattacharya e do Método Directo 30
- Tabela IV** - Comprimentos médios e desvio padrão (d. p.) em centímetros, por grupo de idade para fêmeas, machos e sexos combinados (fêmeas + machos + indeterminados), obtidos através do Método Monastysky e do Método Directo..... 32
- Tabela V** - Valores médios das medidas obtidas do centro do núcleo às marcas anuais e respectivo desvio padrão (d.p.), obtidos em milímetros por grupo de idade para os otólitos inteiros e para as secções dos otólitos 35
- Tabela VI** - Parâmetros de crescimento de Von Bertalanffy e respectivos intervalos de confiança (I.C.), obtidos com base nos dados da campanha demersal de Outono de 2008, utilizando a metodologia estabelecida no último workshop de calibração de atribuição de idades para a pesca..... 38
- Tabela VII** - Comprimentos médios por grupo de idade obtidos noutros trabalhos. 41
- Tabela VIII** - Parâmetros de Crescimento de Von Bertalanffy obtidos por outros autores..... 47

1. Introdução

A pescada, *Merluccius merluccius* (Linnaeus, 1758), vulgarmente designada por pescada Europeia ou pescada branca, é uma das espécies demersais mais importantes ao nível das pescas dos países situados a Oeste da Europa. As excelentes características da espécie, conferem-lhe a categoria de produto de primeira classe, permitindo-lhe atingir elevados preços de mercado, sendo comercializada principalmente fresca e exclusivamente para consumo humano (Casey and Pereiro, 1995; Lloris *et al.*, 2005). Encontra-se distribuída desde a costa da Mauritânia até à Noruega, sendo mais abundante das Ilhas Britânicas até ao sul da Península Ibérica, mas também está presente no Mar Mediterrâneo e ao longo da costa sul do Mar Negro (Casey and Pereiro, 1995; Lloris *et al.*, 2005). A pescada Europeia permanece habitualmente a profundidades compreendidas entre os 70 e os 370 metros, mas pode ocorrer dentro de uma maior amplitude, desde os 30 metros das águas costeiras até aos 1000 metros de profundidade (Cohen *et al.*, 1990). Desde 1950 que as capturas desta espécie no Nordeste Atlântico têm sido dominadas pelas frotas Espanhola, Francesa e Portuguesa, sendo explorada principalmente por redes de emalhar e arrasto e capturada como espécie alvo ou como uma importante componente das pescarias demersais mistas (Lloris *et al.*, 2005).

O Conselho Internacional para a Exploração do Mar (ICES - International Council for the Exploration of the Sea) reúne anualmente o Grupo de Trabalho de avaliação do estado das populações de espécies demersais da plataforma continental Sul (WGHMM - Working Group on the Assessment of Hake, Monk and Megrin) no sentido de aconselhar uma correcta gestão do recurso e para tal, desde 1978 são distinguidas duas unidades populacionais no Nordeste Atlântico, a do Norte (Divisão IIIa, Sub-areas IV, VI e VII e Divisões VIIIa-b do ICES) e a do Sul (Divisões VIIIc e IXa do ICES), do qual faz parte a pescada europeia da costa Portuguesa (Piñeiro and Saínza, 2003). A pescada Europeia foi considerada nos últimos anos fora dos limites de segurança biológica e para dar resposta à intensa exploração a que se encontrava sujeita foram criados planos de recuperação para ambas as unidades populacionais (ICES 2007).

Um dos requisitos desejáveis para a gestão de um recurso altamente explorado é o conhecimento anual preciso da sua composição de comprimentos e de idades (Godinho *et al.*, 2001), uma vez que as estimativas da sobrevivência, crescimento, taxas de

mortalidade e análise da abundância das classes de idades e do recrutamento, dependem da estrutura de idades. O método de determinação de idades e a sua exactidão têm particular peso nas estimativas das relações entre idade e comprimento individual, que são de grande utilidade em estudos de biologia pesqueira (Polat *et al.*, 2001).

Para estimação de idades utilizam-se por rotina os otólitos *sagitta*, mas pelo facto da estrutura dos seus anéis ser extremamente complexa, sempre existiram muitas dificuldades a nível internacional em validar um critério para a interpretação dos otólitos da espécie (Godinho *et al.*, 2001). Nas últimas duas décadas foram realizados vários exercícios de calibração de leitura de idades em otólitos e workshops, no sentido de aumentar a precisão entre leitores dos vários países envolvidos na avaliação de ambos os recursos de pescada; no entanto, os fracos resultados obtidos confirmam a extrema dificuldade na atribuição de idades através dos otólitos desta espécie (Piñeiro *et al.*, 2009).

A determinação de idades baseada na leitura de otólitos de pescada levou até à data à suposição de que esta espécie teria um crescimento lento; no entanto, os resultados obtidos na campanha de marcação realizada no Golfo da Biscaia (de Pontual *et al.*, 2003, 2006), sugerem que a corrente interpretação dos anéis dos otólitos não é válida. Estes estudos de crescimento em animais adultos, assim como a análise dos incrementos diários em otólitos de pescadas juvenis (Kacher and Amara, 2005), revelam que a taxa de crescimento é provavelmente muito mais rápida do que a assumida anteriormente. Como consequência, o crescimento poderá estar subestimado devido à sobrestimação da idade (de Pontual *et al.*, 2006), o que suscita alguma preocupação na possível utilização de dados incorrectos na avaliação do estado das populações desta espécie, resultando num aconselhamento também incorrecto na sua gestão.

O objectivo deste trabalho foi a avaliação da idade e do crescimento da pescada, com base no material recolhido durante a campanha demersal de Outono de 2008, realizada pelo IPIMAR. Pretendeu-se comparar os resultados da leitura de otólitos com as distribuições de frequências de comprimentos como método de validação dos resultados da avaliação da idade, tendo sido seguidas as novas linhas de orientação para atribuição de idades em otólitos de pescada, estabelecidas no último Workshop realizado em Novembro de 2009 em Vigo (ICES, 2010a). O método de Bhattacharya (1967) foi o escolhido para aferir as leituras de idades feitas directamente dos otólitos. Foram ainda aplicadas técnicas de retrocálculo como método complementar de validação.

1.1. Caracterização Biológica da Pescada Europeia (*Merluccius merluccius*)

1.1.1. Classificação Taxonómica

Cerca de 13 espécies de peixes marinhos demersais, conhecidas pelo nome comum de pescada, são pertencentes ao género *Merluccius* e estão distribuídas por todo o mundo em ambos os hemisférios.

A classificação taxonómica da espécie *Merluccius merluccius* é a seguinte:

Reino: Animalia

Filo: Chordata

Subfilo: Vertebrata

Superclasse: Gnathostomata

Classe: Actinopterygii

Subclasse: Neopterygii

Divisão: Teleostei

Subdivisão: Euteleostei

Superordem: Paracanthopterygii

Ordem: Gadiformes

Família: Merlucciidae

Subfamília: Merlucciinae

Género: *Merluccius*

Espécie: *Merluccius merluccius* (Linnaeus, 1758)

1.1.2. Distribuição Geográfica e Batimétrica

A pescada Europeia (*Merluccius merluccius*) encontra-se distribuída ao longo do Nordeste Atlântico, limitada a Norte pelo Mar de Barentz, a Sul pela costa da Mauritânia (Cabo Branco, 21°N), a Oeste pela costa da Islândia e a Leste pelo Mar Negro (Cardador, 1988; Casey and Pereiro, 1995). Estende-se desde a costa Oeste da Noruega (62°N) até ao Mar Báltico e no Mar do Norte, nas costas da Escócia até ao Sul da Islândia, rodeando as ilhas Britânicas e a Irlanda, descendo até à costa Portuguesa. Ocorre ainda no Mar Mediterrâneo e na costa Africana. As espécies *Merluccius*

merluccius e *M. senegalensis*, partilham a sua área de distribuição ao longo da costa de Marrocos (Cardador, 1988; Lloris *et al.*, 2005) (Figura 1).

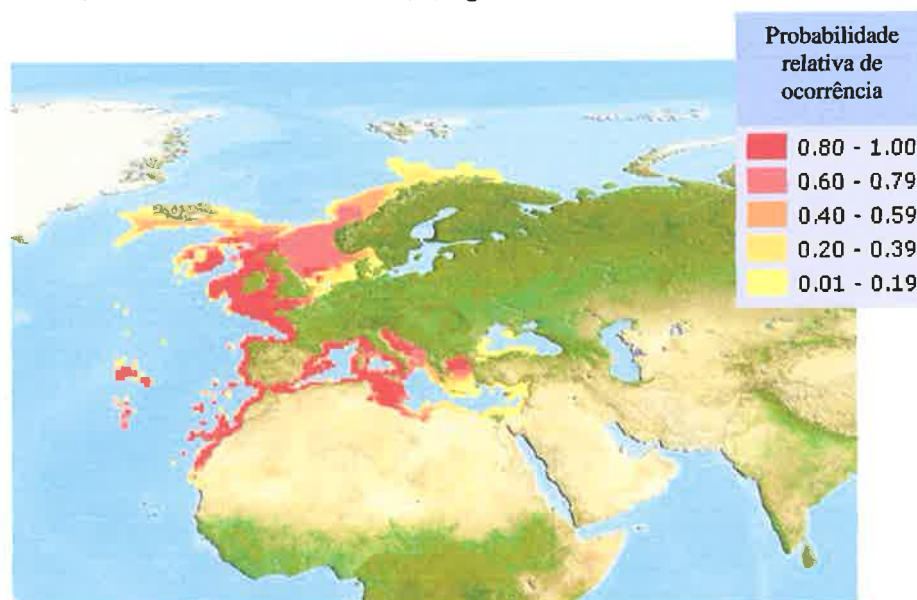


Figura 1 - Distribuição geográfica da pescada (*Merluccius merluccius*).

(Fonte: Froese and Pauly, 2011)

A pescada Europeia é uma espécie demersal e bentopelágica, característica de águas frias a temperadas. A distribuição batimétrica da espécie depende do seu estado de desenvolvimento e da sua área de distribuição geográfica. Vive em fundos de lama ou de areia e lama, na plataforma e talude continental, desenvolvendo habitualmente a sua actividade diária entre os 50 e os 370 metros de profundidade, mas podem ser encontradas entre os 30 e os 1075 metros (Lloris *et al.*, 2005).

Antigos estudos realizados para a costa portuguesa no IPIMAR, indicam que as fêmeas em pré-postura se localizam em águas mais costeiras, de profundidades inferiores a 250 metros e que as fêmeas em estado de repouso ou início de maturação se encontram em águas mais profundas (500-600 metros) (Cardador, 1988).

1.1.3. Descrição Morfológica

O corpo da pescada Europeia é longo e cilíndrico e apresenta duas barbatanas dorsais, a primeira é curta e triangular e a segunda é longa. A barbatana caudal apresenta-se separada das restantes barbatanas e a sua extremidade está cortada em linha recta. A barbatana anal tem forma e comprimento semelhantes às da segunda barbatana dorsal. As barbatanas ventrais encontram-se colocadas antes das barbatanas peitorais. A posição

de inserção das peitorais é variável, apresentando o primeiro raio ao nível do centro do olho ou claramente abaixo (Cohen *et al.*, 1990) (Figura 2a). Apresenta linha lateral, escamas ciclóides e decíduas, sem asperites e fendas branquiais largas. Tem menos de 30 vértebras na região caudal da coluna vertebral.

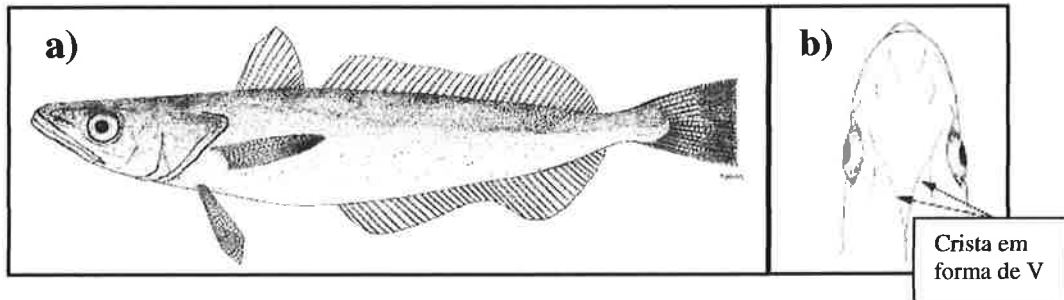


Figura 2 - a) Pescada Europeia (*Merluccius merluccius*)
b) Vista dorsal da cabeça. (Lloris *et al.*, 2005)

Boca grande, terminal e oblíqua, com dentes fortes e pontiagudos na mandíbula, pré-maxilar inferior e vômer, mas não no palato. O maxilar inferior é proeminente e sem barbilhos. A cabeça é geralmente grande, com uma crista em forma de V, com abertura dorsal virada para a zona frontal (Figura 2b). Apresentam bexiga gasosa independente (peixes fisoclistos) e coloração cinzenta escura prateada no dorso, sendo mais clara na zona lateral e branca na barriga. (Lloris *et al.*, 2005).

1.1.4. Fecundidade, Reprodução e Ciclo de Vida

Em estudos referidos por Cardador (1988) realizados na costa continental Portuguesa, o comprimento de primeira maturação para as fêmeas foi registado entre os 51 e os 58 cm de comprimento e para os machos entre os 27,5 e os 31,6 cm. No entanto, segundo Domínguez-Petit *et al.* (2008) o tamanho da primeira maturação das fêmeas do stock Sul da pescada Europeia, na zona do Golfo da Biscaia, sofreu várias alterações durante as últimas 3 décadas, identificando-se três períodos distintos. Entre 1980 e 1988 observou-se uma diminuição acentuada dos 55 cm, para o valor mínimo registado de 39,5 cm. Voltou a registar um aumento nos anos seguintes, atingindo o seu máximo em 1998 com 53 cm. De 1999 até à presente data o tamanho da primeira maturação estabilizou nos 46,5 cm de comprimento.

É aceite por um grande número de autores que a pescada tem fecundidade indeterminada, que está associada a um desenvolvimento assíncrono dos oócitos, ou seja, estão presentes oócitos em todos os estados de desenvolvimento (Domínguez-Petit, 2007). Durante as épocas de desova apresentam múltiplas posturas, sendo por isso designadas como desovantes parciais, verificando-se 4 ou 5 posturas sem um período de descanso do ovário, com cerca de 20% de oócitos por emissão. Pequenos oócitos permanecem depois da última emissão e degeneram quando o ovário entra no período de repouso (Lloris *et al.*, 2005). O período de desova é longo, mas varia consoante a população. Segundo Casey and Pereiro (1995), em águas Ibéricas a desova ocorre com maior intensidade de Dezembro a Abril com o seu pico entre Fevereiro e Março.

Os ovos produzidos, assim como as larvas, são pelágicos, mas os juvenis descem para o fundo das zonas costeiras (Cohen *et al.*, 1990), iniciando então com cerca de 3 cm, a sua fase demersal. Distinguem-se assim duas fases no ciclo de vida da pescada (Cardador, 1988).

1.1.5. Migrações e Alimentação

As pescadas realizam migrações verticais circadianas, durante as quais se afastam do fundo do mar para se alimentarem. Assim, durante o dia permanecem no fundo, deslocando-se para estratos superiores à noite (Cohen *et al.*, 1990). Exibem também migrações horizontais e sazonais, deslocando-se para maiores latitudes e para zonas costeiras nas estações quentes (Primavera e Verão) para desovarem, regressando depois para latitudes inferiores em águas profundas durante as estações frias (Outono e Inverno). Os juvenis também exibem padrões de migração na procura de alimento (Lloris *et al.*, 2005).

A pescada tem um lugar de predador de topo nas teias tróficas de quase todos os ecossistemas onde habita (Sánchez and Olaso, 2004; Coll *et al.*, 2006). É um predador definido como activo, carnívoro e oportunista. No entanto, dependendo da sua fase de vida e da disponibilidade e diversidade de presas nas diferentes áreas, o seu carácter generalista (oportunista) pode mudar para especialista (Olaso, 1993; Velasco and Olaso, 1998).

As suas preferências alimentares mudam durante o crescimento. As larvas alimentam-se de nauplios de copépodes e os juvenis de outros organismos planctónicos, principalmente de pequenos crustáceos como Euphasiacea, Mysidacea e Amphipoda.

Os adultos são piscívoros, alimentando-se de uma vasta variedade de presas, incluindo cefalópodes (Cohen *et al.*, 1990; Lloris *et al.*, 2005). Segundo Cabral e Murta (2001), este importante predador tem um elevado impacto nas populações de peixes comerciais como a sardinha, verdinho e mesmo pescadas de menores dimensões.

1.1.6. Crescimento

Os parâmetros de crescimento são características da espécie e definem o processo de crescimento médio dos indivíduos que a constituem (Cardador, 1988).

Foram detectadas diferenças no crescimento entre machos e fêmeas. Geralmente, os machos crescem mais rapidamente do que as fêmeas até atingirem a maturidade sexual, mas depois desta fase as fêmeas apresentam uma taxa de crescimento superior e como consequência, existe uma maior probabilidade de encontrar fêmeas entre os indivíduos maiores (Lucio *et al.*, 1998). Geralmente, espécies de águas frias (chegam a exceder 1m) crescem mais que as espécies tropicais (cerca de 32cm). O tamanho máximo registado no Oceano Atlântico foi de 140 cm com 15 Kg, mas raramente excedem os 100 cm de comprimento e os 10 Kg de peso (Lloris *et al.*, 2005).

1.2. Importância Comercial

A pescada Europeia (*Merluccius merluccius*) é uma das espécies mais valiosas e mais intensamente exploradas nas pescarias do Oeste da Europa (Piñeiro *et al.*, 2009).

É espécie alvo para muitas das pescarias, assim como uma importante componente nas pescas multiespecíficas praticadas por todos os países costeiros, desde o Norte de África até à Islândia, onde as maiores capturas se situam a Norte e Oeste da Escócia, Sul e Oeste da Irlanda, Golfo da Biscaia e nas costas de Espanha, Portugal e Marrocos (Lloris *et al.*, 2005).

As capturas da pescada Europeia no Nordeste Atlântico (Região 27 FAO), atingiram o seu máximo de 175 000 toneladas anuais nos 5 anos após a segunda guerra mundial, diminuindo acentuadamente para as 120 000 toneladas em 1950, mantendo-se nestes valores até meados dos anos 70. Durante esta época, que coincidiu com o alargamento das zonas económicas exclusivas nacionais para as 200 milhas, as capturas continuaram a diminuir até às 70 000 toneladas, valor que se manteve durante ao primeiros anos da

década de 90 (Casey and Pereiro 1995). Actualmente os valores das capturas registados, situam-se nas 40 000 toneladas anuais (Figura 3).

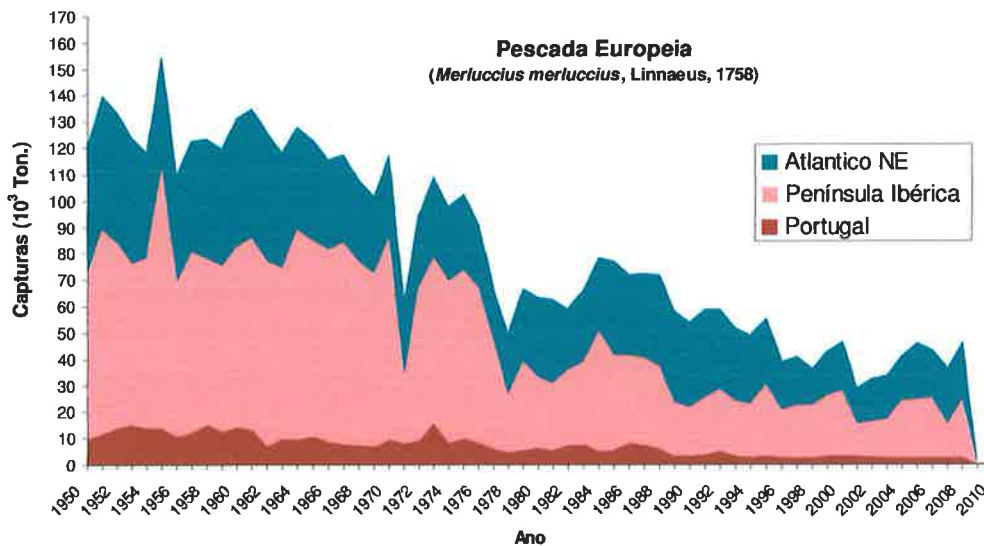


Figura 3 - Desembarques da pescada Europeia. (Fonte: FAO, 2010)

Com a diminuição dos valores das capturas das espécies marinhas selvagens a nível mundial, verificou-se um aumento global na procura de produtos de aquacultura marinha. A maioria das populações de gadiformes selvagens está abaixo do seu limite sustentável, por esse motivo têm sido desenvolvidos diversos estudos na área da aquacultura marinha sobre várias espécies pertencentes a esta ordem, para o Atlântico Norte e para outras regiões, assim como novos desafios são lançados dentro deste ramo da investigação científica (Kjesbu *et al.*, 2006).

Os resultados obtidos no estudo piloto de marcação de pescada (de Pontual *et al.*, 2006) demonstraram que esta é uma espécie de crescimento rápido, contrariando Hickling (1933) e outros autores posteriores que apresentaram variadas taxas de crescimento e que defendiam a hipótese de ser uma espécie com crescimento lento. Com base na excelente taxa de crescimento determinada e na sua elevada qualidade quando comercializada fresca, permitindo atingir altos valores de mercado, alguns investigadores consideram a pescada uma das novas espécies mais promissoras em aquacultura (Engelsen *et al.*, 2004; Skiftesvik and Bjelland, 2004).

1.2.1. Unidades de Gestão na área ICES

Conforme já foi referido na introdução inicial deste trabalho, com o objectivo de contribuir para uma melhoria na gestão da pescada Europeia a nível do Atlântico Nordeste, o ICES considera duas unidades de gestão distintas para a pescada: o recurso Norte e o recurso Sul.

A diferenciação destas duas unidades baseia-se em dois critérios principais. O primeiro consiste na identificação de uma barreira geográfica, o Cabo Breton Canyon, que separa as águas entre Espanha e França, no canto extremo a sudeste do Golfo da Biscaia, considerando-se que esta barreira física é responsável pela separação das duas unidades populacionais (Figura 4).

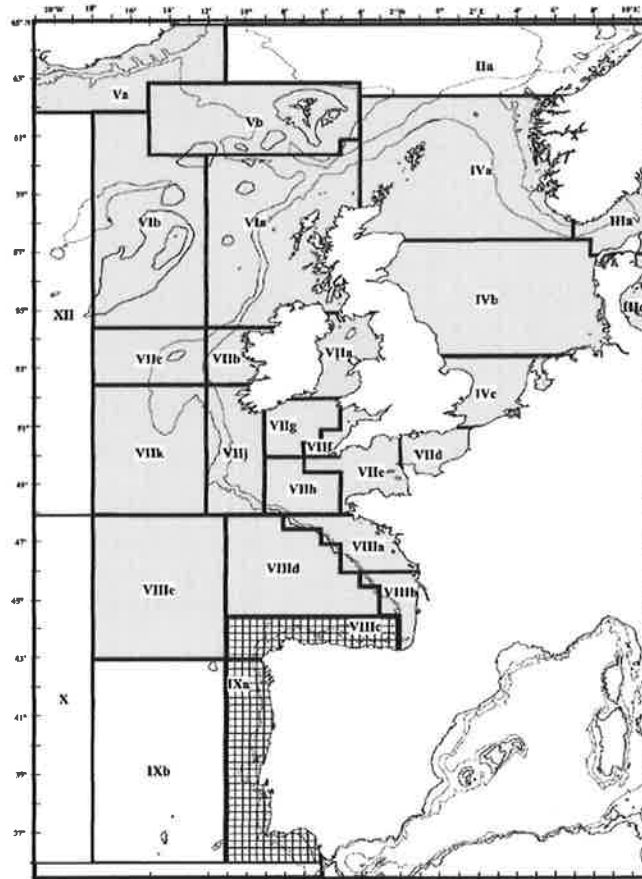


Figura 4 - Mapa ICES (Unidade Sul a quadriculado, sub-área IXa neste estudo). (Fonte: Piñeiro e Sainza, 2003)

O segundo critério tem como base a observação do comportamento nas épocas de desova e a distribuição dos juvenis da espécie. Foram assim identificadas duas áreas principais de desova, que coincidem com a distribuição observada dos recrutas do grupo

0 (peixes no seu primeiro ano de vida). Uma área está localizada no Golfo da Biscaia e no Mar Céltico a Oeste das ilhas Scilly, a outra área ocorre a Noroeste da costa da Península Ibérica (Casey and Pereiro 1995).

Com base nos dois critérios referidos ficou definido para questões de gestão da espécie, que o recrutamento do recurso Norte é originário da área de desova do Mar Céltico/Golfo da Biscaia e o recrutamento do recurso Sul provém da área de desova da costa noroeste da península Ibérica (Casey and Pereiro 1995).

No final dos anos 90 verificou-se uma acentuada diminuição nos valores da biomassa de ambas as unidades populacionais desta espécie no Atlântico Nordeste, assim como níveis de recrutamento muito fracos, o que levou a que um vasto número de medidas técnicas fossem aplicadas pela Comissão Europeia, de forma a melhorar os padrões de selecção e a protecção de juvenis. Foram ainda introduzidos planos de recuperação para o recurso Norte em 2004 e para o recurso Sul em 2005, com o objectivo de repôr os seus limites de segurança biológica (ICES, 2007). Nos últimos anos, verificou-se um aumento nos valores das capturas para ambos os recursos, revelando um efeito positivo da aplicação dos planos de recuperação (Figura 5).

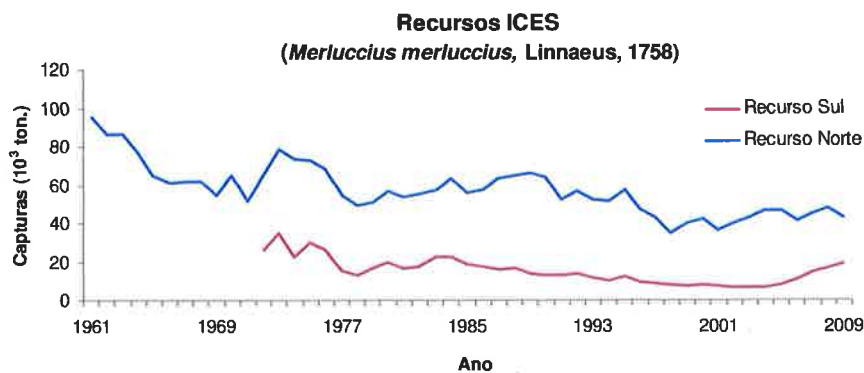


Figura 5 - Capturas de pescada (*Merluccius merluccius*) para os recursos Norte e Sul das áreas ICES. (Fonte: ICES, 2010b)

1.2.2. Historial dos desembarques de pescada em Portugal

Embora em termos de peso esta espécie tenha um contributo pouco significativo na totalidade do pescado desembarcado pela frota Portuguesa, será particularmente o seu elevado valor económico que a coloca entre as dez espécies mais importantes a nível nacional (Figuras 6 e 7).

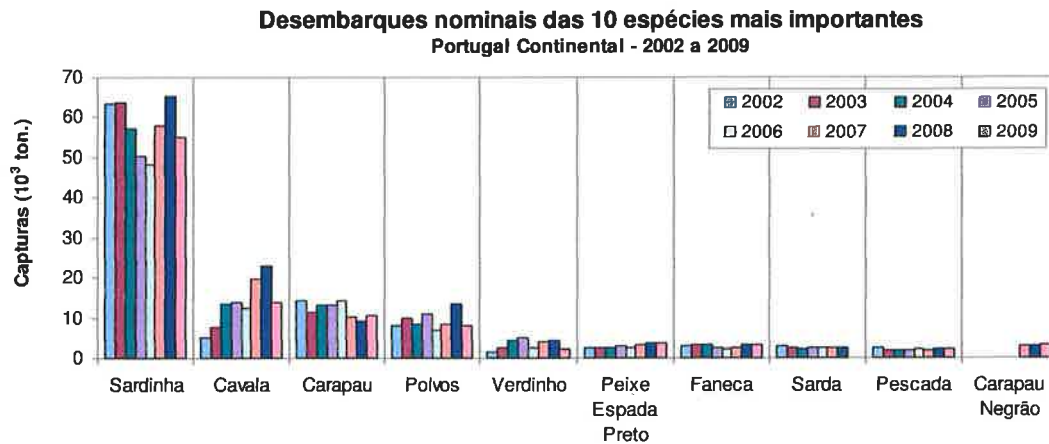


Figura 6 - Valores dos desembarques das 10 espécies mais importantes em Portugal Continental, entre 2002 e 2009 (Fonte: INE, 2010).

A frota Portuguesa exerce a sua actividade na captura de pescada utilizando essencialmente redes de arrasto de fundo e redes de emalhar. Em algumas áreas da costa Portuguesa opera também com aparelho de anzol (Cardador, 1988).

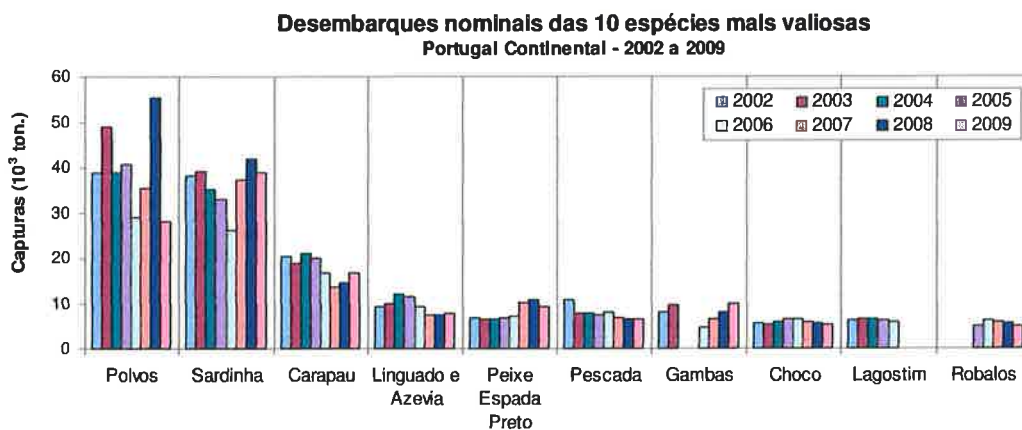


Figura 7 - Valores dos desembarques das 10 espécies mais valiosas em Portugal Continental, entre 2002 e 2009 (Fonte: INE, 2010).

As frotas de pesca que exploram o recurso Sul de pescada são constituídas por navios de menor porte que os da frota do recurso Norte, operando perto da costa e regressando diariamente ao porto de pesca (Casey and Pereiro 1995).

A tendência verificada anteriormente, de um aumento dos desembarques dos dois recursos da área ICES é confirmada também pelo aumento nos valores desses desembarques desta espécie nos últimos anos em Portugal (Figura 8).

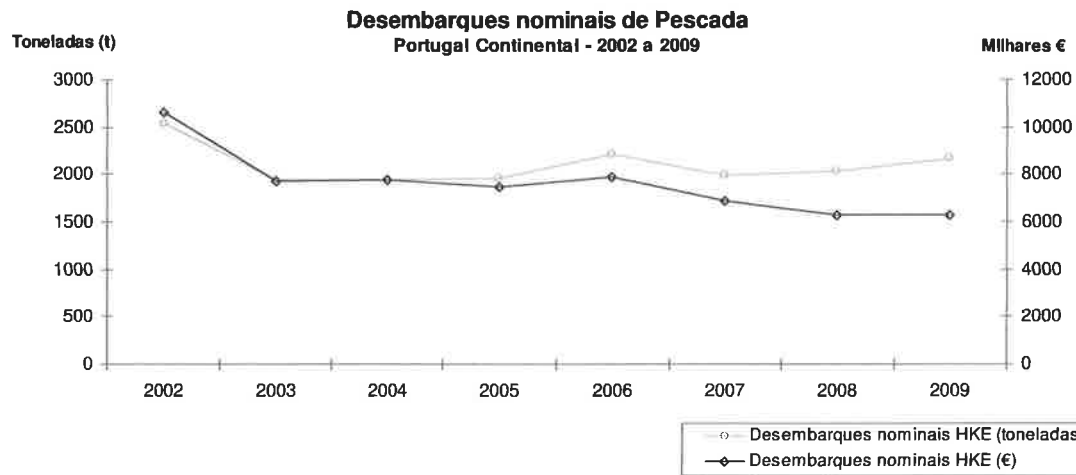


Figura 8 - Desembarques e valor económico de pescada (*Merluccius merluccius*) em Portugal Continental, entre 2002 e 2009 (Fonte: INE, 2010).

1.3. Determinação de Idades

A idade corresponde à descrição quantitativa do tempo de vida de um organismo enquanto que o crescimento mede a variação do corpo ou de parte do corpo, em comprimento ou em peso, entre dois momentos temporais (Panfili *et al.*, 2002).

Os diferentes tipos de informação estruturada pela idade são muito importantes para muitos modelos analíticos de avaliação de recursos pesqueiros. O conhecimento da idade dos peixes permite um melhor entendimento da dinâmica das populações e de como estas reagem à exploração e aos factores ambientais. Isso pode ser utilizado para analisar os efeitos das alterações nos padrões de exploração e permitir um aconselhamento mais preciso aos gestores das pescas (FAO, 2007).

O método de determinação de idades e a sua exactidão são pois de grande importância em biologia pesqueira, uma vez que a estimação da sobrevivência, taxas de crescimento e mortalidade, análise das classes anuais e recrutamento, dependem da estrutura de idades da população (Polat *et al.*, 2001).

1.3.1. Estruturas utilizadas na determinação de idades

Vários tipos de estruturas calcificadas têm sido utilizadas para estimar a idades nos peixes, como otólitos, escamas, vértebras, raios das barbatanas, dentes e outros ossos, como cleitrum e opérculo (Marine Institute, 2005).

Embora as escamas apresentem a vantagem de não requerer o sacrifício do animal (o que é irrelevante no caso de recursos pesqueiros) e de não necessitarem de preparação, não são todas formadas ao mesmo tempo e podem ser reabsorvidas ou regeneradas devido a dano ou remoção, além de que por limitação de alimento, podem não formar anéis distintos. Os ossos estão sujeitos a reabsorção e remodelação e podem necessitar de longa preparação e interpretação (Panfili *et al.*, 2002).

A interpretação das estruturas de crescimento em otólitos é amplamente aceite como um dos métodos mais fiáveis para a determinação de idades nos peixes (Bedford, 1983). Embora possa ser necessária a preparação da estrutura, apenas ocasionalmente ocorre desmineralização em situações de grande stress. Os otólitos não são reabsorvidos e formam anéis ou incrementos em crescimento lento, o que permite a sua utilização para determinação de idade diária (Panfili *et al.*, 2002).

1.3.2. Utilização dos otólitos na determinação de idades

Os teleósteos possuem três pares de otólitos (*lapilli*, *sagittae* e *asterisci*), que diferem na localização, função, tamanho, forma e ultraestrutura. Os *sagittae* são os otólitos mais utilizados em investigação, pelo facto de serem maiores e por isso mais fáceis de remover e de manusear. Além disso possuem incrementos maiores, que permitem uma melhor resolução das características microestruturais (Secor *et al.*, 1991).

Os otólitos dos peixes ósseos são corpos complexos policristalinos, que actuam como órgãos de equilíbrio no ouvido interno. São compostos principalmente por finos cristais de carbonato de cálcio na forma de aragonite e de uma proteína fibrosa, otolina, do tipo do colagénio (Morales-Nin, 1991).

A estimação de idades para a pescada Europeia baseia-se na interpretação dos padrões de formação dos anéis nos otólitos (Piñeiro and Saínza, 2003), considerados marcas ou zonas de crescimento, os quais podem ser contados para obtenção de idades cronológicas. Assim, as marcas de crescimento devem estar associadas a um período de tempo, que pode ser anual, estacional (sazonal) ou diário (Panfili *et al.*, 2002).

1.3.3. Formação dos anéis anuais

O otólito cresce pela adição de camadas concêntricas de carbonato de cálcio e de proteína que se depositam de forma irregular em torno do núcleo. As diferentes taxas de

deposição dos materiais orgânicos e inorgânicos são controladas ao longo do ano pelas alterações sazonais do ambiente, resultando num padrão de crescimento alternado entre sequências de bandas de material opaco e hialino respectivamente (Marine Institute, 2005). Assim, observam-se no otólito zonas opacas, mais extensas, correspondentes à deposição de mais aragonite (crescimento rápido, no verão) e zonas translúcidas, mais estreitas, correspondentes à deposição de menos aragonite (crescimento lento, no inverno). Uma zona de crescimento anual corresponde a uma zona de crescimento rápido seguida de uma zona de crescimento lento. A contagem das zonas ou anéis opacos e hialinos alternados, que se conseguem distinguir no otólito, permite a atribuição de idades. No entanto, nem todos os anéis anuais são necessariamente verdadeiros e as variações resultantes do aparecimento de anéis em partes diferentes na superfície do otólito, é a fonte de discrepância entre as interpretações de idades dos diferentes leitores (ICSEAF, 1983).

1.3.4. Interpretação de otólitos de pescada

- Metodologia utilizada depois do Workshop para Estimação de Idade para a pescada Europeia (ICES, 2010a).

Os otólitos de pescada são extremamente difíceis de interpretar e apesar dos progressos feitos recentemente no que diz respeito à precisão das suas leituras (Piñeiro and Sainza, 2003), o método de determinação de idades para esta espécie ainda não foi validado.

Nos últimos anos foram realizados vários workshops e intercâmbios sobre leitura de idades em otólitos de pescada e a conclusão retirada de todos eles é que as maiores dificuldades encontradas são:

- A localização do primeiro anel anual
- A classificação dos anéis como anuais ou falsos
- A interpretação do bordo

Os otólitos utilizados no último workshop de calibração de leitura de idades em otólitos de pescada, realizado em Novembro de 2009, foram obtidos durante a campanha de marcação conduzida no Golfo da Biscaia em 2002. Os resultados obtidos revelam claramente que a taxa de crescimento das pescadas que passaram tempo suficiente em

liberdade, diverge por um factor de 2 do anteriormente estimado, evidenciando assim a hipótese de ser uma espécie de crescimento rápido (de Pontual *et al.*, 2006).

Como tal, para a realização deste trabalho não foram consideradas as linhas de orientação de leitura de idades em otólitos de pescada utilizadas até à realização deste último workshop.

Foi apenas convencionado adoptar o dia 1 de Janeiro como dia de nascimento da pescada, de forma a estabelecer o mesmo critério na classificação do tipo de bordo observado. Assim, se um otólito for retirado de um indivíduo capturado durante o 1º semestre do ano, a idade atribuída será a correspondente ao número de anéis translúcidos observados. Se a captura tiver ocorrido durante o 2º semestre do ano, a idade corresponde ao número de anéis translúcidos menos 1.

Foram ainda seguidos os seguintes pontos de orientação para a interpretação dos otólitos de pescada, sugeridos no último workshop (ICES, 2010a):

- O padrão de crescimento deve ter como base bandas de crescimento ao longo de toda a secção transversal (TS), incluindo ambos os eixos, ventral e dorsal.
- Cada zona translúcida anual é constituída por bandas de vários anéis translúcidos finos. Estes anéis quando interpretados como anuais levam à sobrestimação da idade na leitura de otólitos.
- Utilizar diferentes ampliações para auxiliar na identificação dos padrões das bandas translúcidas e opacas. Alterar a fonte de luz de transmitida para reflectida também pode ajudar na interpretação do otólito.
- Para exercícios de intercalibração, a marcação dos anéis anuais (zonas translúcidas anuais) deve ser feita no ponto onde o anel anual termina e a próxima zona opaca de crescimento começa.

2. Material e Métodos

2.1. Amostragem

No período de 3 a 28 de Setembro de 2008 foi realizada a campanha demersal de Outono no N/I “Noruega”, pelo Instituto Português de Investigação das Pescas e do Mar (IPIMAR), onde foram capturadas as pescadas (*Merluccius merluccius*) utilizadas neste trabalho. Desde a batimétrica dos 20 à dos 500 m foram amostradas 88 estações de pesca ao longo da costa continental Portuguesa de Caminha a Vila Real de Santo António. A rede de arrasto de fundo utilizada do tipo NCT (Norwegian Campelen Trawl) tinha uma malhagem de 20 mm no saco e roletes no arraçal. As operações de pesca foram realizadas durante o período de dia iluminado, a uma velocidade média de 3,5 nós, tendo cada lanço durado 30 minutos (Cardador *et al.*, 2007).

No final de cada arrasto a captura foi transportada para as mesas de triagem onde se procedeu à sua separação por espécies. Todas as espécies foram identificadas e os seus pesos e comprimentos registados. Para as espécies alvo como a pescada, procedeu-se sempre à pesagem por classes de comprimento, em número nunca inferior a 200 indivíduos, para estimar a frequência da composição de comprimentos. As pescadas de cada classe de comprimento foram colocadas em jardineiras, contadas e pesadas. As estações de pesca seleccionadas foram divididas em 3 zonas, Norte, Sudoeste e Sul. Segundo o protocolo para a campanha demersal para a amostragem biológica completa da pescada, em cada zona foram escolhidos aleatoriamente 10 indivíduos por cada classe de comprimento. Foram retirados 10 otólitos dos indivíduos de sexo indeterminado (comprimentos inferiores a 20 cm) e 5 machos e 5 fêmeas dos restantes comprimentos. Os otólitos foram removidos através de um corte transversal no sentido dorso-ventral, posterior ao osso occipital. Após o corte retiraram-se os otólitos com uma pinça e colocaram-se em frascos com água salgada onde foram conservados sem problema de desidratação, não tendo sido por isso necessário nenhum tipo de tratamento antes de iniciar o processo de montagem.

2.2. Métodos de Avaliação de Idade e Crescimento

Para atingir os objectivos deste trabalho, a avaliação da idade e o crescimento da pescada, foram seguidas as novas linhas de orientação para atribuição de idades em otólitos, estabelecidas no último workshop (ICES, 2010a) de forma a determinar novos parâmetros de crescimento para a espécie. Os otólitos foram assim as estruturas calcificadas utilizadas neste trabalho para determinação directa de idades, tendo sido comparados o método directo de leitura de otólitos com o método Bhattacharya (1967), que é um método indirecto de análise de frequências de comprimentos utilizado também para validação dos resultados das leituras directas.

2.2.1. Método Directo: Determinação de Idades em Otólitos

Os métodos directos utilizam e analisam as estruturas calcificadas dos organismos, permitindo fazer uma descrição quantitativa do seu tempo de vida (Idade) e medir a variação do seu corpo em comprimento, entre dois momentos temporais (Crescimento).

2.2.1.1. Preparação de Secções dos Otólitos

Os otólitos mais espessos que possuem uma estrutura oval, como é o caso das principais espécies comerciais (i.e. bacalhau, arinca, badejo e pescada), usualmente necessitam de ser seccionados de forma a permitirem a visualização das zonas mais internas do otólito (Marine Institute, 2005). Para estes tipos de otólitos é necessário preparar uma secção que passe através do centro do otólito e observar os anéis que essa preparação revelar (Bedford, 1983). Uma das linhas de orientação sugeridas no workshop (ICES, 2010a) foi a continuação da utilização dos cortes transversais dos otólitos; como tal, neste trabalho foram utilizados otólitos seccionados na leitura de idades.

De todos os otólitos recolhidos foram seleccionados para preparação para leitura de idades 20 por cada classe de comprimento, compreendidas entre os 12 e os 19 cm (de sexo indeterminado) e 10 machos e 10 fêmeas dos restantes comprimentos (ou o número existente se inferior a 10). Durante o processamento dos otólitos foram utilizados moldes idênticos aos descritos por aquele autor, nos quais foram colocadas 3 camadas de resina de forma a envolver os otólitos, formando um bloco depois de secas.

Do par de otólitos *sagittae* extraídos, por convenção, apenas se preparam os do lado direito, que são riscados pelo núcleo e colocados na posição dorso-ventral com a sua face interna virada para cima. As linhas de marcação dos núcleos dos otólitos ficam assim alinhadas correctamente com as ranhuras do molde, permitindo a obtenção de secções transversais ao longo do plano dorso-ventral. Para realizar os cortes de finas secções dos blocos de otólitos, utilizou-se uma máquina de corte de precisão (Labcut 250) equipada com uma lâmina de diamante. Os blocos foram colocados na máquina, de forma que os núcleos dos otólitos assinalados ficaram na linha de passagem da lâmina, permitindo efectuar o corte na zona pretendida. Por cada fila de otólitos foram cortadas três secções, uma antes da marca do núcleo, uma no núcleo e uma depois. Desta forma ficou garantida a presença do núcleo nas preparações finais, no caso de ter havido algum desalinhamento dos otólitos durante o processo de montagem. As secções apresentaram uma espessura de 0,5 mm, que foi predefinida para os cortes de estruturas das espécies das quais são feitas leituras de idades no Instituto, através desta metodologia. As três secções resultantes do corte dos blocos, obtidas de cada fila de otólitos, foram coladas em placas de acrílico preto utilizando Entellan[®] como meio de montagem.

2.2.1.2. Leitura de Idades

Foram realizadas no total 780 leituras de idades e as observações das secções de otólitos obtidas foram feitas com o auxílio de uma lupa binocular Zeiss[®], com luz reflectida e ampliação de 20x e outras quando conveniente para uma melhor visualização dos anéis. As leituras de idades em otólitos de pescada tiveram como base as linhas de orientação predefinidas no workshop realizado em 2009, descritas anteriormente na secção 1.3.4 da introdução deste trabalho.

2.2.1.3. Chaves de Idades Comprimentos

A amostra foi ordenada na forma de uma tabela de frequências, dividindo toda a gama de comprimentos dos 12 aos 62 cm, por 51 intervalos de classes de comprimentos de 1 cm.

Sendo $F(j)$ a frequência da classe de comprimento j , ou seja, o número de peixes observados na classe j e $\bar{L}(j) = L(j) + dL/2$ o ponto médio da classe de comprimento correspondente (dL é o tamanho do intervalo de classe), para determinação do valor médio e da variância a partir da tabela de distribuição de frequências, foi utilizado o ponto médio de cada intervalo de classe, onde:

$$n = \sum_{j=1}^m F(j) \quad (1)$$

é o número de observações totais, onde m é o número de classes de comprimento,

$$\bar{X} = \frac{1}{n} * \sum_{j=1}^m F(j) * \bar{L}(j) \quad (2)$$

é o valor médio e

$$s^2 = \frac{1}{n-1} * \sum_{j=1}^m F(j) * [\bar{L}(j) - \bar{X}]^2 \quad (3)$$

é a variância.

O ponto médio da classe, $\bar{L}(j)$, e o quadrado dos desvios em relação à média estão ponderados com o número de peixes em cada classe, ou seja, pela frequência $F(j)$.

Com base nas leituras de idades obtidas elaboraram-se chaves idade-comprimento para sexos combinados e chaves independentes para machos e para fêmeas. As chaves permitiram determinar as percentagens das distribuições de frequências por idade para o grupo dos indivíduos amostrados, tendo sido aplicadas à captura, permitindo obter a composição por comprimentos e por idades para a campanha de Outono de 2008 (Anexo I).

Calculou-se para sexos combinados, para machos e para fêmeas, por cada grupo de idade, o comprimento médio, desvio-padrão, coeficiente de variação e comprimentos máximo e mínimo. Foram comparados os valores obtidos para machos e fêmeas.

2.2.2. Métodos Indirectos: Análise de Frequência de Comprimentos

Os métodos de validação indirecta baseiam-se em informação corroborativa que suporta a interpretação de idades, mas não valida a periodicidade dos padrões de crescimento dos incrementos das estruturas calcificadas. Os métodos mais frequentemente utilizados são baseados nas frequências de comprimentos, pois essa informação é recolhida por rotina em estudos sobre pescas (Panfili *et al.*, 2002).

O objectivo é estabelecer idades para uma certa classe de comprimento, ou seja, separar uma distribuição complexa de frequências de comprimento em coortes e atribuir idades arbitrárias a cada uma delas. Como o comprimento de cada coorte também pode ser determinado, estes métodos permitem obter a combinação de dados de comprimento e idade, necessários para determinar os parâmetros de crescimento (Sparre and Venema, 1997).

Foram mais uma vez utilizados os dados da campanha demersal de Outono de 2008 e assumindo-se o pressuposto que cada grupo de idade tem uma composição de comprimentos normalmente distribuída e um comprimento modal diferente, foi analisada a composição da captura, de forma a identificar os vários grupos de idade presentes (Panfili *et al.*, 2002).

2.2.2.1. Método de Bhattacharya

Ao conjunto dos dados de frequências de comprimentos utilizados neste trabalho que seguem uma distribuição normal, foi aplicado o método de Bhattacharya (1967) que consiste basicamente na separação das várias distribuições normais que a compõem, cada uma representando uma coorte de peixes.

Para efectuar a análise de frequência de comprimentos pelo método de Bhattacharya foi utilizado o pacote de programas FISAT (Gayanilo *et al.*, 2005).

O programa informático permitiu a linearização da primeira distribuição normal não contaminada, ou seja, que não se encontrava sobreposta pelas próximas distribuições, determinando assim a primeira coorte ou componente. Depois de determinar a primeira distribuição normal, esta foi removida da distribuição total e o mesmo procedimento foi repetido tantas vezes quantas foi possível para separar as distribuições normais da distribuição total (Sparre and Venema, 1997).

As componentes identificadas resultaram da melhor aproximação entre a área de distribuição teórica e a área sob a distribuição observada e são seleccionadas através da aplicação do método de máxima verosimilhança. O ajustamento foi medido, no pacote de programas FISAT, pelo teste de χ^2 .

O Índice de Separação (IS) foi calculado pelo programa e indica o nível de separação entre as componentes identificadas pelo método. Neste trabalho foram consideradas separadas as componentes que apresentaram o valor de IS superior a 2 (Gayanilo *et al.*, 2005). O IS é representado pela seguinte equação:

$$IS = \frac{\Delta \bar{L}_j}{\Delta \sigma_j} \quad (5)$$

onde $\Delta \bar{L}_j$ é a diferença entre duas médias sucessivas e $\Delta \sigma_j$ é a diferença entre os desvios padrão estimados.

Através do programa foi possível calcular o comprimento médio, desvio padrão, IS e o tamanho da população em número de indivíduos, para cada classe etária.

2.3. Comparação entre Métodos Directo e Indirecto

Foram comparados os resultados obtidos através dos métodos utilizados, aplicados à captura para a campanha de Outono de 2008. Foram também comparados os comprimentos médios e desvios padrão obtidos para cada grupo etário, entre os dois métodos, directo e Bhattacharya.

2.4. Retrocálculo

O retrocálculo é uma técnica que utiliza um conjunto de medidas de um peixe, obtidas num determinado momento da sua vida, permitindo estimar o seu comprimento em fases anteriores. As dimensões das marcas das estruturas calcificadas de um peixe, juntamente com a informação do seu comprimento, são utilizadas para estimar o seu comprimento na altura da formação de cada marca (Francis, 1990). O processo do retrocálculo assume que o crescimento somático está directamente relacionado com o crescimento do otólito (Schirripa, 2002).

Os otólitos recolhidos na campanha demersal de Outono de 2008 foram as estruturas calcificadas usadas no retrocálculo, tendo sido utilizadas as preparações das finas secções de otólitos descritas na determinação directa de idades, para efectuar as medições dos raios dos otólitos e das marcas anuais observadas.

Assumiu-se que os 780 indivíduos utilizados são uma amostra representativa do comprimento à idade.

As imagens digitais dos otólitos foram capturadas através de uma câmara digital Sony® DFW-SX 910, acoplada a uma lupa binocular Olympus® SZX9, utilizando luz reflectida. As medições foram efectuadas nas imagens capturadas, com o auxílio do sistema de análise de imagem Noesis TNPC 4.1. Os anéis anuais completos, formados por um anel opaco e por um anel hialino, foram assinalados e medidos no final da marca hialina. A medição foi feita desde o centro do núcleo até ao ponto determinado (anéis anuais ou bordo). A localização do primeiro anel anual continua a ser uma das maiores dificuldades sentidas pelos leitores de idades de pescada. Neste trabalho foi apenas considerado o primeiro anel anual quando o início da sua marca opaca media aproximadamente 1 mm do núcleo, tendo como base as conclusões obtidas por Goñi and Piñeiro (1988) referente à formação e medição dos anéis falsos que aparecem antes do primeiro anel anual.

O método do retrocálculo foi dividido em duas fases: primeiro foi estabelecida uma relação entre o raio do otólito e o comprimento total do indivíduo (OR-TL) e com base na relação estabelecida foram estimados os comprimentos dos indivíduos amostrados na altura da formação de cada anel anual registado nos otólitos.

A relação entre o comprimento do corpo do peixe e o raio do otólito é a base do retrocálculo. As funções obtidas através desta relação podem tomar diversas formas (linear, exponencial, etc.), sendo a linear a sua forma mais comum, representada por:

$$L = a + b * O \quad (7)$$

onde

L - é o comprimento individual

O - é o raio do otólito

a e b - são parâmetros da relação linear.

Quando a relação do raio do otólito e o comprimento total do indivíduo não é linear pode tomar a forma exponencial:

$$L = a * O^b \quad (8)$$

onde

a e b - são parâmetros da relação exponencial.

A fórmula do retrocálculo (FRC) permite o cálculo do comprimento do peixe no momento $i(L_i)$, a partir do comprimento à captura (L_c), do raio do otólito à captura (O_c) e do raio do otólito no momento i , altura da formação da marca anual (O_i).

É importante perceber que, para uma dada população, a FRC define uma família de linhas. O retrocálculo para um peixe em particular, envolve apenas uma dessas linhas, o que permite o cálculo de L_i a partir de O_i e depende dos valores de L_c e O_c . O c é o comprimento do peixe na altura da formação do otólito, assumindo-se assim que esse comprimento será igual para todos os peixes de uma determinada população (Francis, 1990).

O método linear mais usado no retrocálculo é o método Fraser-Lee (Francis, 1990), que toma a seguinte forma:

$$L_i = c + (L_c - c) * (O_i / O_c) \quad (9)$$

É atribuído a Monastyrsky (Francis, 1990) o método não-linear mais comum, apresentado pela equação:

$$L_i = (O_i / O_c)^b * L_c \quad (10)$$

onde a constante b é a mesma da relação indivíduo - otólito, apresentada na equação 8. Para determinar qual a relação aplicada aos dados recolhidos, dispuseram-se de pares de valores comprimento individual - raio do otólito. Com base nestes dados, foram obtidas duas regressões, linear simples e exponencial.

Pela qualidade do ajuste das duas regressões aos dados, concluiu-se que a relação comprimento individual - raio do otólito é não-linear. Os parâmetros que definem essa

relação foram calculados e aplicados à fórmula de retrocálculo correspondente à relação definida - Fórmula de Monastysky.

2.5. Medidas dos Anéis Anuais

Numa tentativa de melhorar a leitura de idades para certas espécies, foi adoptada a técnica das finas secções de otólitos (Bedford, 1983), de forma a possibilitar a visualização dos anéis que não se conseguiam identificar nos otólitos inteiros. No entanto, a metodologia utilizada para leitura de idades da pescada foi alterada durante o workshop que decorreu em Vigo em 2009 (ICES, 2010a), com base no importante trabalho de marcação de pescada, realizado pelo IFREMER (Pontual *et al.*, 2003), que permitiu concluir que a taxa de crescimento da pescada é muito superior ao que anteriormente se pensava. Estas conclusões permitiram perceber que um grande número de anéis observados nos cortes dos otólitos são anéis falsos, havendo necessidade de os agrupar em bandas, que apenas no seu conjunto serão consideradas marcas anuais.

Neste trabalho foi realizada uma experiência com um grupo de 30 otólitos provenientes de 2 campanhas realizadas no IPIMAR durante o 2º semestre dos anos 2004 e 2005 (campanhas de Novembro 2004 e de Julho 2005).

Foram feitas medições dos otólitos inteiros e das secções, preparadas posteriormente. Em ambas as situações foram medidos os raios dos otólitos, assim como todas as marcas consideradas anuais. Sobre o eixo dorso-ventral dos otólitos foi traçado o raio entre o centro do núcleo e a sua extremidade ventral, tanto para os otólitos inteiros como para os cortes, de forma a possibilitar a comparação das medidas obtidas. A escolha manual (e pessoal) do centro do núcleo será o maior erro que pode ser associado às medições, principalmente nos otólitos inteiros, uma vez que a ampliação utilizada é superior.

Tanto para os otólitos inteiros como para as secções calculou-se para cada grupo de idade o comprimento médio e o desvio-padrão. Os comprimentos médios de todos os anéis anuais foram obtidos em milímetros e comparados entre as duas preparações.

2.6. Modelo de Crescimento de Von Bertalanffy

O modelo de crescimento em comprimento mais utilizado nas pescas é a equação de três parâmetros desenvolvida por von Bertalanffy (1938):

$$L_t = L_\infty (1 - e^{-K[t-t_0]}) \quad (11)$$

onde L_t é o comprimento à idade t , L_∞ é a média do tamanho assintótico máximo do corpo, K é o coeficiente da taxa de crescimento (parâmetro de curvatura) que determina a velocidade à qual o comprimento máximo é atingido e t_0 é a idade hipotética à qual o peixe apresenta comprimento zero (Haddon, 2001).

Este modelo diz que o comprimento do corpo é uma função da idade e tornou-se um dos fundamentos básicos em biologia pesqueira, uma vez que é utilizado como um submodelo em modelos mais complexos que descrevem a dinâmica das populações de peixes (Sparre and Venema, 1997).

As curvas de crescimento para a pescada foram estimadas com base nos pares de valores individuais idade-comprimento, obtidos através da determinação directa de idades, referentes à campanha de Outono de 2008. Estimaram-se as curvas de crescimento para sexos combinados, para machos e para fêmeas.

Foi utilizado o programa estatístico STATISTICA versão 6, para ajustar os dados à curva de crescimento, através de ajuste não linear.

Os parâmetros de crescimento de von Bertalanffy, L_∞ , t_0 e K , foram estimados pelo programa estatístico, utilizando os seguintes valores iniciais necessários à estimação dos parâmetros:

$$L_\infty = 130cm$$

$$K = 0.16$$

$$t_0 = 0$$

Devido às dúvidas sobre os padrões de crescimento e ao instável critério de atribuição de idades para a pescada, os parâmetros foram obtidos pelo grupo de trabalho de avaliação (ICES, 2010b), com base nos dados obtidos na campanha de marcação realizada para a unidade populacional do norte e o K foi estimado pelos modelos de avaliação obtidos durante o Benchmark (ICES, 2010c).

3. Resultados

3.1. Método Directo: Determinação de Idades em Otólitos

As estatísticas apresentadas na Tabela I tiveram como base as chaves idade-comprimento construídas para a campanha demersal de Outono de 2008. No Anexo I (Tabelas I, II e III) encontram-se a chave idade-comprimento referente ao total da campanha, normalmente designada por sexos combinados que é composta pelo conjunto das fêmeas, dos machos e dos indivíduos com sexo indeterminado e também as chaves separadas para fêmeas e para machos. No mesmo Anexo I, apresentam-se na Tabela IV os valores referentes às proporções de fêmeas e machos determinadas para a campanha, utilizados para elaborar as chaves individuais para cada sexo. Na Tabela I pode observar-se os valores médios dos comprimentos obtidos por grupo de idade, para fêmeas, machos e sexos combinados.

Tabela I - Cálculos estatísticos obtidos por grupo de idade, com base nas chaves idade-comprimento ampliados para a captura total da campanha demersal de Outono de 2008 para fêmeas, machos e sexos combinados (fêmeas + machos + indeterminados). Comprimentos médios e desvio padrão (d. p.) apresentados em centímetros.

Sexos	Estatísticas	Grupo de Idade					
		0	1	2	3	4	5
Fêmeas	Média (d.p.)	21.5 (1.12)	26.3 (3.99)	38.9 (4.42)	49.2 (3.82)	57.1 (2.34)	61.5 (1.41)
	Coefficiente de Variação	0.05	0.15	0.11	0.08	0.04	0.02
	Intervalo de comprimentos	20-24	20-40	31-55	40-59	53-60	60-62
	Nº observações	536	2118	321	104	14	2
Machos	Média (d.p.)	21.2 (1.02)	26.8 (3.86)	37.3 (2.59)	44.4 (3.67)		
	Coefficiente de Variação	0.05	0.14	0.07	0.08		
	Intervalo de comprimentos	20-24	20-40	31-52	40-52		
	Nº observações	827	3884	368	23		
Combinados	Média (d.p.)	19.3 (3.91)	26.5 (4.02)	38.5 (3.87)	48.2 (4.24)	57.1 (2.34)	61.5 (1.41)
	Coefficiente de Variação	0.20	0.15	0.10	0.09	0.04	0.02
	Intervalo de comprimentos	5-24	19-40	31-55	40-59	53-60	60-62
	Nº observações	4792	6127	677	131	14	2

Para o primeiro grupo, de idade 0, a diferença observada entre o valor da média para sexos combinados (19.3 cm) e o valor para machos e fêmeas (21.2 e 21.5 cm, respectivamente) poderá ser explicada pelo facto de durante a amostragem biológica desta espécie apenas se registar o sexo dos indivíduos com tamanhos superiores a 20 cm, por não ser possível a sua identificação em indivíduos menores. Para a leitura de idades desta espécie é preparado um conjunto alargado de otólitos, que pretende incluir

todas as classe de comprimento amostradas, estando definido o tamanho mínimo dos indivíduos utilizados nos 12 cm. No entanto, neste trabalho foram incluídos os indivíduos capturados com comprimentos inferiores a 12 cm; como tal, para o primeiro grupo de idade para sexos combinados, a média foi obtida para um intervalo de comprimentos entre os 5 e os 24 cm, enquanto para machos e fêmeas entre os 20 e 24 cm. Para sexos combinados o grupo de idade 0 apresenta valores superiores de desvio padrão (3.91) e de coeficiente de variação (20%), em relação a fêmeas e machos, cujos valores do desvio padrão são próximos (1.12 e 1.02) e coeficiente de variação de 5%, o que poderá ser justificado pelo número de observações muito superior para sexos combinados. No grupo de idade 1 verifica-se que todos os valores são muito idênticos para sexos combinados, machos e fêmeas. O comprimento médio observado para fêmeas nos grupos de idade 2 e 3 (38.9 e 49.2 cm) é superior ao dos machos (37.3 e 44.4 cm) o que se explica pelo facto das fêmeas atingirem tamanhos e idades superiores aos dos machos, como é relatado por vários autores (Godinho *et al.*, 2001). Conforme se pode verificar na tabela I, o tamanho máximo dos machos capturados (52 cm) pertence ao grupo de idade 3, o que justifica a inexistência de idades 4 e 5 para machos e faz com que os valores apresentados para esses grupos de idade seja igual para fêmeas e sexos combinados. A diminuição dos valores de desvio padrão e coeficiente de variação verificada do grupo de idade 3 até ao grupo de idade 5, poderá estar associada ao número reduzido de indivíduos amostrados em cada caso (Tabela I).

A representação gráfica dos comprimentos médios obtidos para cada grupo de idade, entre fêmeas e machos apresenta-se na Figura 9.

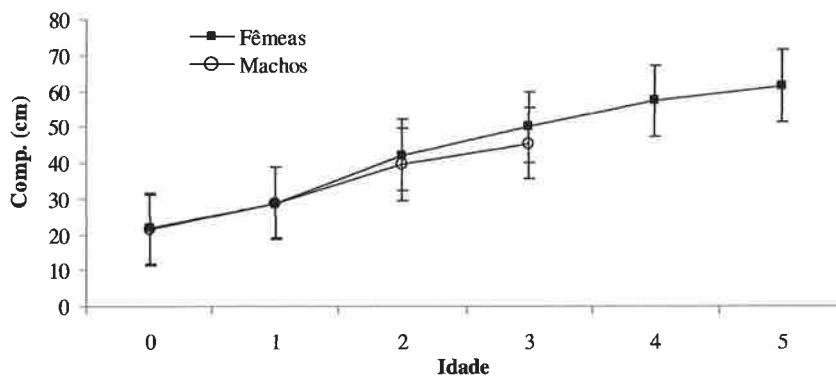


Figura 9 - Comprimento médio por grupos de idade obtidos por sexo para a campanha demersal de Outono de 2008.

Em quase todos os grupos de idades observam-se comprimentos médios ligeiramente superiores para as fêmeas, com a exceção do grupo de idade 1, onde os machos apresentam um comprimento médio (26.8 cm; Tabela I) superior ao das fêmeas (26.3 cm; Tabela I). Regista-se ainda um aumento da diferença entre machos e fêmeas para idades superiores, porque como já foi referido, as fêmeas atingem maiores tamanhos e como consequência, existe uma maior probabilidade de encontrar fêmeas entre os indivíduos maiores.

3.2. Método Indirecto: Análise de Frequência de Comprimentos

Para obtenção das componentes ou coortes através do Método Bhattacharya é necessário determinar as inclinações não contaminadas (limpas) das distribuições normais dentro da distribuição total. A Figura 10 é a representação gráfica das componentes, determinadas pelo programa informático do FISAT.

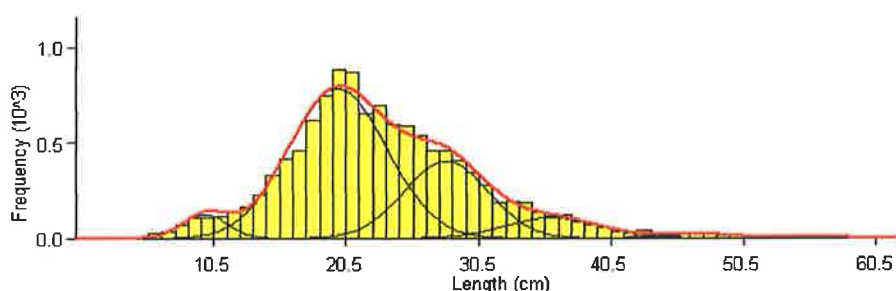


Figura 10 - Coortes separadas através do Método Bhattacharya, utilizando o programa informático do Fisat.

Apresentam-se na Tabela II os resultados obtidos para cada coorte, separadas pelo método Bhattacharya. Na coorte I referente aos indivíduos de idade 0, observam-se duas classes modais com comprimentos médios de 9.79 cm e 19.86 cm, que poderão representar 2 grupos distintos de recrutamento, associados a 2 épocas de desova diferentes. O valor mais elevado para o desvio padrão (3.67) foi observado para a 2ª classe modal observada dentro da coorte I com o comprimento médio de 19.86 cm e poderá estar associado ao elevado número de indivíduos que compõem esta componente, resultando também numa qualidade de ajuste (R^2) aos dados de 0,809. Na coorte II verifica-se uma diminuição do desvio padrão (3.02) e uma qualidade do ajuste superior (0.846). Embora o desvio padrão aumente para a componente III, diminui

sucessivamente para as componentes IV e V. Observa-se também que a qualidade do ajuste diminui para as últimas coortes identificadas (III, IV e V). A dificuldade em separar as coortes aumenta para as idades superiores, com a diminuição do número de indivíduos de cada coorte. A coorte VI (idade 5) não foi identificada, pelo facto de conter um número muito reduzido de indivíduos. Segundo os pressupostos do método Bhattacharya, as coortes são consideradas separadas quando apresentam valores de Índice de Separação (I.S.) superiores a 2.

Tabela II - Resultados obtidos pelo método Bhattacharya para a campanha demersal de Outono 2008. (I.S. = Índice de Separação; R^2 = Qualidade de ajuste)

Sexos combinados	Coortes				
	I	II	III	IV	V
Comprimento Médio (cm)	9.79 / 19.86	28.35	36.01	47.33	56.05
Desvio Padrão	1.72 / 3.67	3.02	3.57	2.80	1.60
R^2	0.560 / 0.809	0.846	0.601	0.590	0.474
S.I.	n.a. / 2.81	2.11	2.07	2.25	2.17
Nº de Indivíduos	529 / 7185	3200	953	135	17
Intervalo de Comprimentos (cm)	5.5-10.5 / 12.5-21.5	24.5-31.5	33.5-41.5	45.5-50.5	54.5-57.5

3.3. Comparação entre Métodos Directo e Indirecto

Para comparação dos valores obtidos entre métodos utilizados, no método directo os dados foram aplicados à captura total da campanha demersal de Outono de 2008. Os resultados obtidos estão apresentados na Tabela I.

Elaborou-se um histograma de frequências de comprimentos para sexos combinados. As frequências absolutas foram transformadas em frequências relativas, representadas em percentagem, obtidas pela divisão da frequência de cada classe de comprimento, pela maior frequência de distribuição de comprimentos observada.

Os resultados obtidos através dos dois métodos utilizados podem ser comparados com a distribuição de frequências de comprimentos, conforme se observa na Figura 11. Os histogramas relativos ao método Bhattacharya e ao método directo revelam a importância relativa de cada coorte ou grupo de idade na distribuição de frequências de comprimento. Na mesma figura é possível observar que a composição de comprimentos da captura é o reflexo da distribuição por grupos de idade, onde a elevada frequência de classes de comprimento menores de 28 cm está associada a um maior número de indivíduos de idades 0 e 1.

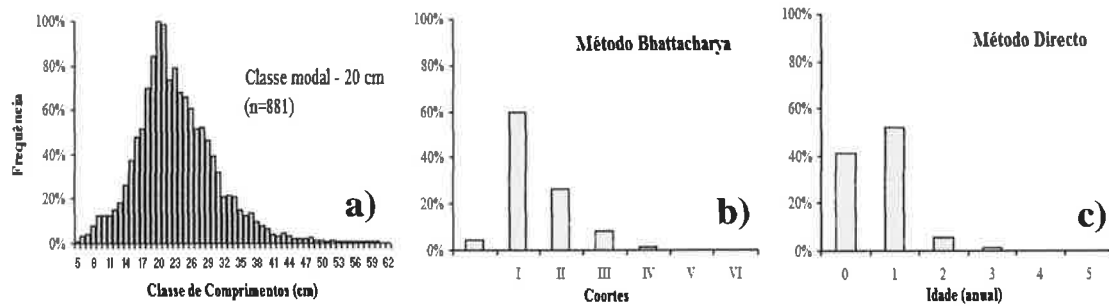


Figura 11 - Representação das classes de comprimento, coortes e grupos de idade identificados por cada método relativos à campanha demersal de Outono de 2008: a) Distribuição de frequência de comprimentos; b) Método de Bhattacharya; c) Método Directo.

Na Tabela III estão apresentados os comprimentos médios e respectivos desvios padrão, obtidos por grupo de idade para a campanha demersal de Outono de 2008, segundo os dois métodos aplicados.

Tabela III - Comprimentos médios e desvio padrão (d.p.) apresentados em cm para cada grupo de idade obtidos através do Método Bhattacharya e do Método Directo.

Grupo de Idade	Médias (d.p.)	
	Bhattacharya	Método Directo
0	19.9 (3.67)	19.3 (3.91)
1	28.4 (3.02)	26.5 (4.02)
2	36.0 (3.57)	38.5 (3.87)
3	47.3 (2.80)	48.2 (4.24)
4	56.1 (1.60)	57.1 (2.34)
5		61.5 (1.41)

Das duas classes modais identificadas para o grupo de idade 0 segundo o método Bhattacharya, foi utilizada a classe superior com comprimento médio de 19.9 cm para comparação com o método directo. Para os grupos de idade 0 e 1 os comprimentos médios obtidos pelo método Bhattacharya (19.9 e 28.4 cm, respectivamente) são superiores aos obtidos pelo método directo (19.3 e 26.5 cm). Os valores médios dos comprimentos referentes aos grupos de idade 2, 3 e 4, obtidos pelo método directo (38.5, 48.2 e 57.1 cm, respectivamente), são superiores aos obtidos pelo método Bhattacharya (36.0, 47.3 e 56.1 cm). Todos os grupos de idade apresentam valores de desvio padrão superiores para os comprimentos médios obtidos pelo método directo.

O grupo etário de idade superior (5 anos) apenas é possível identificar através do método directo, permitindo calcular o seu comprimento médio (61.5 cm), sendo por isso

o método directo aquele que melhor traduz a composição de idades da captura. Conforme se pode observar na Figura 12, as diferenças para os grupos de idades 0 e 1, coorte I e II, justificam-se pelo facto do método Bhattacharya agrupar as distribuições das frequências de comprimentos que contêm o maior número de indivíduos para determinar a primeira componente, enquanto no método directo agrupa no grupo de idade 2 essas mesmas distribuições de frequências.

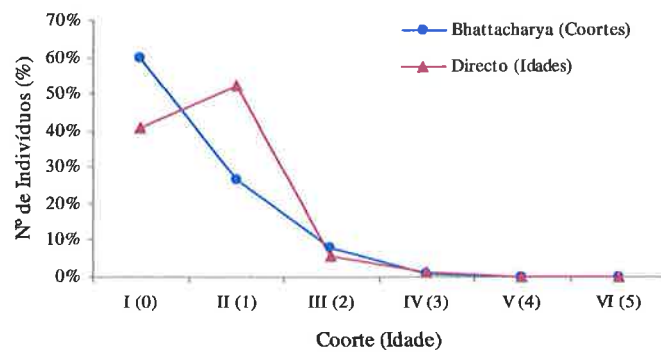


Figura 12 - Distribuição das frequências de comprimentos por coortes (grupos de idade) pelo Método Bhattacharya e pelo Método Directo.

3.4. Retrocálculo

Para identificar a relação existente entre os dados utilizados neste estudo obtiveram-se duas regressões, uma linear simples e outra não linear.

As duas relações obtidas entre os dados do raio do otólito e do comprimento total dos indivíduos amostrados está representada graficamente na Figura 13.

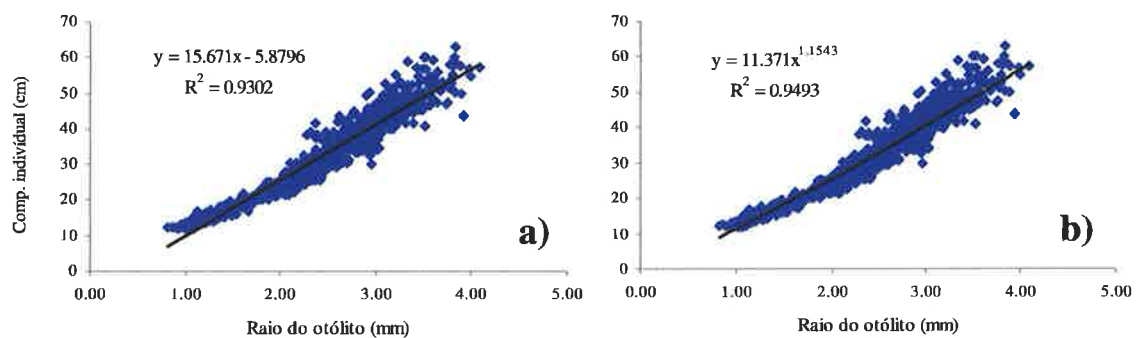


Figura 13 - Distribuição dos dados de comprimento total dos indivíduos e raio do otólito (nº de indivíduos = 780): a) Relação linear simples; b) Relação exponencial.

A regressão linear simples apresenta um coeficiente de determinação (R^2) de 0.93, o que nos indica que 93% da variabilidade foi explicada por este modelo e a regressão linear com os dados transformados revela um R^2 de 0.95. Comparando os resultados obtidos,

concluiu-se que pela qualidade do ajuste das duas regressões aos dados, a relação que melhor se aplica é a exponencial.

Conforme se pode observar no gráfico b da Figura 13, os parâmetros definidos para a relação exponencial são os seguintes: $a = 11.371$ e $b = 1.154$. Utilizando este valor do parâmetro b , podemos aplicar a equação de Monastyrsky (equação 11), que apresenta a seguinte forma para o grupo de dados em estudo:

$$L_i = \left(\frac{O_i}{O_c} \right)^{1.154} * L_c \quad (12)$$

Através da aplicação desta fórmula, obtiveram-se os valores dos comprimentos médios para todos os grupos de idade por sexos combinados, fêmeas e machos. Estes valores apresentam-se na Tabela IV, assim como o mesmo conjunto de dados obtidos através do método directo, para comparação dos resultados.

Tabela IV - Comprimentos médios e desvio padrão (d. p.) em centímetros, por grupo de idade para fêmeas, machos e sexos combinados (fêmeas + machos + indeterminados), obtidos através do Método Monastyrsky e do Método Directo.

	Grupo de Idade	Fêmeas	Machos	Sexos Combinados
		Médias (d.p.)		
Método de Monastyrsky	0	21.4 (1.29)	20.9 (1.08)	16.6 (2.92)
	1	25.8 (4.01)	24.7 (3.77)	25.3 (4.01)
	2	35.9 (3.42)	34.4 (2.63)	35.4 (3.26)
	3	43.5 (3.50)	39.9 (3.63)	42.9 (3.75)
	4	51.4 (2.90)	-	51.4 (2.90)
	5	56.4 (1.01)	-	56.4 (1.01)
Método Directo	0	21.5 (1.12)	21.2 (1.02)	19.3 (3.91)
	1	26.3 (3.99)	26.8 (3.86)	26.5 (4.02)
	2	38.9 (4.42)	37.3 (2.59)	38.5 (3.87)
	3	49.2 (3.82)	44.4 (3.67)	48.2 (4.24)
	4	57.1 (2.34)	-	57.1 (2.34)
	5	61.5 (1.41)	-	61.5 (1.41)

Em ambos os métodos é possível observar que o comprimento médio do grupo de idade 0 é superior tanto para fêmeas (21.4 e 21.5 cm) como para machos (20.9 e 21.2 cm), comparativamente com o valor obtido para sexos combinados (16.6 e 19.3 cm). A identificação do sexo na pescada só se faz em indivíduos maiores de 20 cm. Por este motivo apresentam-se valores de comprimento médio mais elevados no grupo de idade 0 para fêmeas e machos. Tanto para sexos combinados como para machos e fêmeas

verifica-se que a média dos comprimentos para todos os grupos de idade é inferior aos valores obtidos através do método de retrocálculo, apresentando diferenças muito significativas para as idades 3, 4 e 5. Tanto pelo método Monastysky como pelo método directo, os valores médios apresentados nos grupos de idade 4 e 5 são iguais para fêmeas e sexos combinados, pelo facto dos machos apresentarem 52 cm de tamanho máximo. Verifica-se que o valor registado pelo método de Monastysky para o grupo de idade 5 (56.4 cm) apresenta uma média inferior à que foi obtida através do método directo para o grupo de idade anterior, idade 4 (57.1 cm). Os desvios padrão obtidos através do método de Monastysky para fêmeas e machos de idade 0, fêmeas de idade 1, machos de idade 3 e fêmeas e sexos combinados de idade 4, apresentam valores superiores aos obtidos pelo método directo. Para os restantes grupos de idades todos os valores de desvio padrão apresentados são inferiores para o método de retrocálculo.

3.5. Medidas dos Anéis Anuais

Esta experiência teve como objectivo a comparação das medidas das marcas anuais, compostas por um anel opaco e um anel hialino, tanto nos otólitos inteiros como nas secções preparadas posteriormente. Para identificação das marcas anuais nas secções dos otólitos foram seguidas as linhas de orientação estabelecidas no último workshop de calibração de leituras de idade de pescada. Para obtenção das medidas das marcas anuais em ambas as preparações, foi traçada uma linha no eixo dorso-ventral desde o centro do núcleo até ao bordo do otólito. Esta linha representa o raio do otólito na qual foram medidas e assinaladas todas as marcas anuais consideradas.

Na Figura 14 estão representadas as imagens de um otólito referente a um macho com 44 cm de comprimento total e 2 anos de idade, preparado para a comparação da leitura de idades. Tanto na imagem a) do otólito inteiro, como na imagem b) da sua secção, é possível identificar facilmente os anéis 1 e 2 através das respectivas marcações. Os valores das medidas registadas em ambas as preparações são muito idênticos.

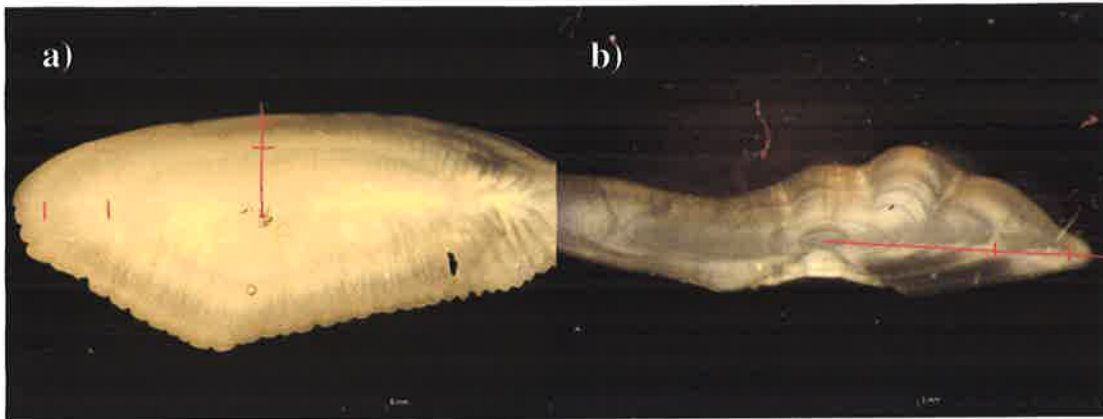


Figura 14 - Pescada com 44 cm e 2 anos; macho em estado de maturação 3: **a)** Otólito inteiro com as respectivas marcas anuais; **b)** Secção do mesmo otólito com as marcas anuais.

O otólito apresentado na Figura 15, é um exemplo de que as dúvidas existentes na atribuição das idades na pescada e na identificação das verdadeiras marcas anuais estão presentes tanto nos otólitos inteiros, como nas secções preparadas. Neste otólito o 2º anel não é facilmente identificável, podendo ser considerado ou assumido como prolongamento do 1º anel. Para o esclarecimento deste tipo de dúvidas são necessários mais intercâmbios e workshops, para calibração da atribuição de idades na pescada, conforme já estão a ser planeados.

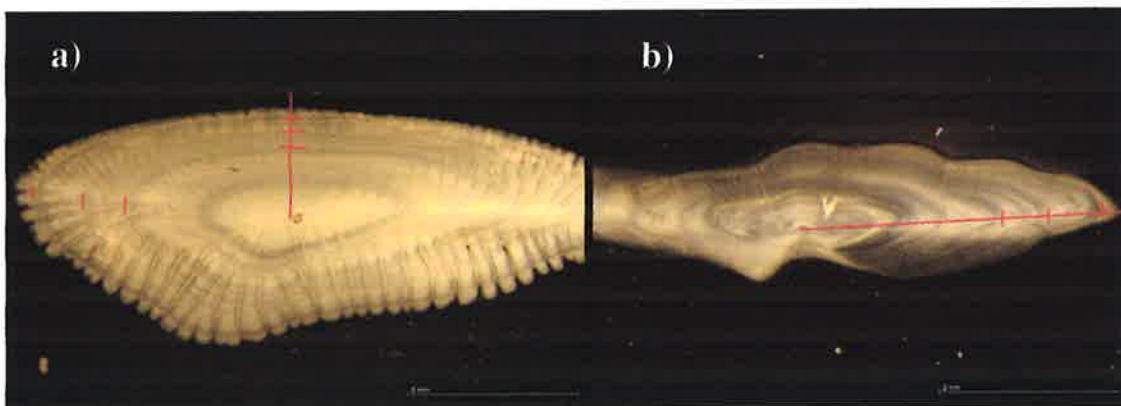


Figura 15 - Pescada com 47 cm e 3 anos; fêmea em estado de maturação 2: **a)** Otólito inteiro com as respectivas marcas anuais; **b)** Secção do mesmo otólito com as marcas anuais.

Para os otólitos com idades até aos 3 anos parece relativamente fácil encontrar uma relação entre as marcas assinaladas nos otólitos inteiros e nas respectivas secções.

A simples utilização dos otólitos inteiros para leitura de idades poderá significar uma elevada diminuição de gastos com recursos materiais e humanos.

Toda a metodologia da preparação das finas secções de otólitos requer custos materiais elevados e muito tempo dispendido em todo o processo, por parte do preparador responsável.

Na Figura 16, foram identificadas 4 marcas anuais, tanto no otólito inteiro (a) como na secção preparada (b). Esta fêmea em estado de maturação 4, tem 61.5 cm de comprimento total e 4 anos de idade.

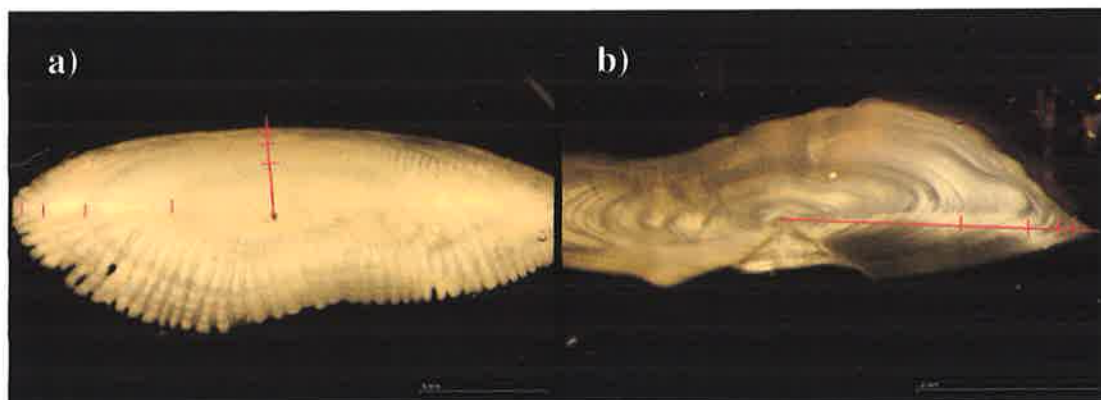


Figura 16 - Pescada com 61.5 cm e 4 anos; fêmea em estado de maturação 4: **a)** Otólito inteiro com as respectivas marcas anuais; **b)** Secção do mesmo otólito com as marcas anuais.

No entanto, torna-se complicada a identificação de mais de 3 marcas anuais. Os anéis anuais referentes aos indivíduos mais velhos parecem sobrepor-se no bordo do otólito, tornando a sua identificação igualmente complicada nos otólitos inteiros.

Na Tabela V estão apresentados os valores médios das medidas das marcas anuais, obtidos através da medição da distância do centro do núcleo à marca considerada anual, referente a cada grupo de idade para os 30 indivíduos considerados. Observa-se que os valores das médias obtidas são sensivelmente superiores em todos os grupos de idade, em relação às medidas referentes aos otólitos inteiros.

Tabela V - Valores médios das medidas obtidas do centro do núcleo às marcas anuais e respectivo desvio padrão (d.p.), obtidos em milímetros por grupo de idade para os otólitos inteiros e para as secções dos otólitos.

Grupo de Idade	Média (d. p.)	
	Otólitos inteiros	Secções dos otólitos
1	2.13 (0.15)	2.12 (0.11)
2	2.68 (0.14)	2.66 (0.16)
3	3.12 (0.17)	3.10 (0.13)
4	3.44 (0.23)	3.43 (0.24)

Na figura 17 estão representados graficamente os comprimentos medianos obtidos para os anéis anuais nos otólitos inteiros e nas secções.

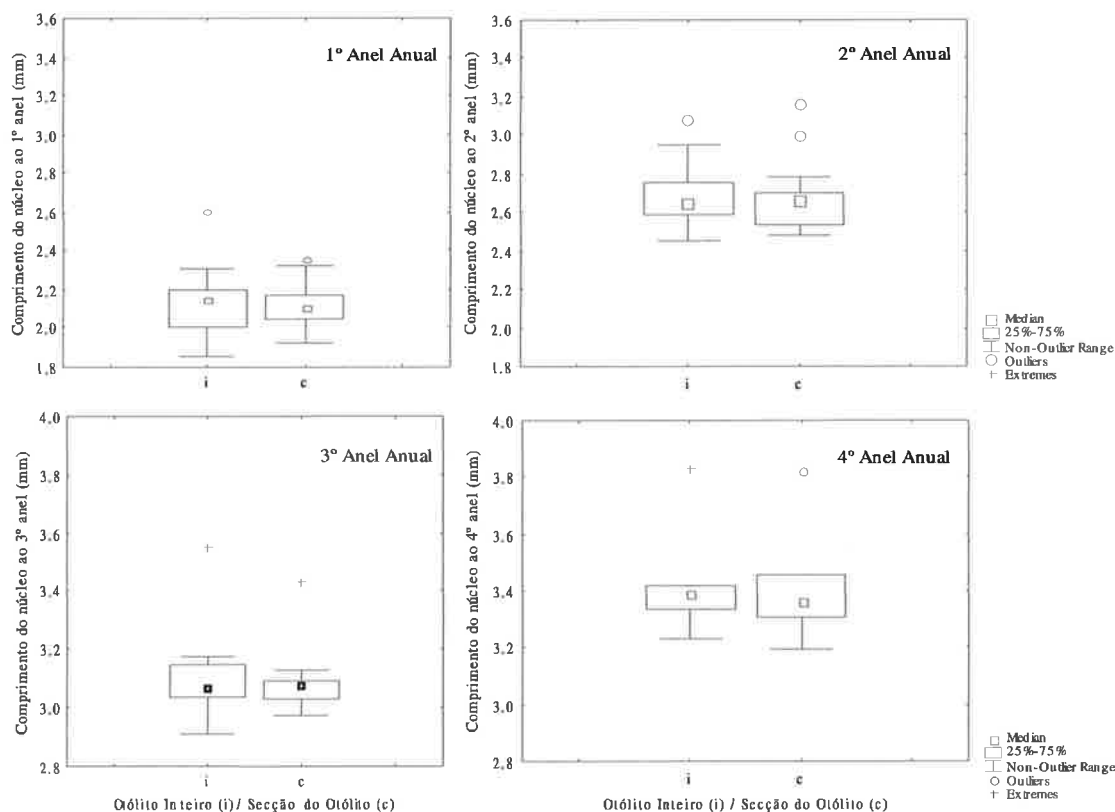


Figura 17 - Distribuição do comprimento padrão mediano para as 4 marcas anuais, nos otólitos inteiros (i) e nas respectivas secções (c).

Como se pode observar os valores registados para o comprimento mediano dos anéis nos otólitos são muito idênticos em ambos os métodos utilizados. Verifica-se uma maior dispersão para as medidas obtidas nos otólitos inteiros para o 1º e 3º anel. Para o 4º anel a dispersão é superior nas secções dos otólitos. Os outliers e valores extremos observados poderão estar relacionados com o reduzido número de otólitos observados. Não tendo sido registadas diferenças significativas entre os valores obtidos para os dois métodos, poderá ser utilizada a leitura de idades em otólitos inteiro para os grupos de idades inferiores a 4 anos, por ser o método menos dispendioso e mais imediato.

3.6. Modelo de Crescimento de Von Bertalanffy

Nas Figuras 18 e 19 estão representadas as curvas de crescimento para a pescada, de acordo com o modelo de crescimento von Bertalanffy, com base nos dados referentes à campanha demersal de Outono de 2008. As equações determinadas para cada um dos casos estão apresentadas nas Figuras.

A Figura 18 permite observar as diferenças entre os valores obtidos para sexos combinados (fêmeas, machos e indivíduos com sexo indeterminado), utilizando a nova metodologia de atribuição de idades em otólitos de pescada, estabelecida no último workshop (a) e a antiga metodologia (b).

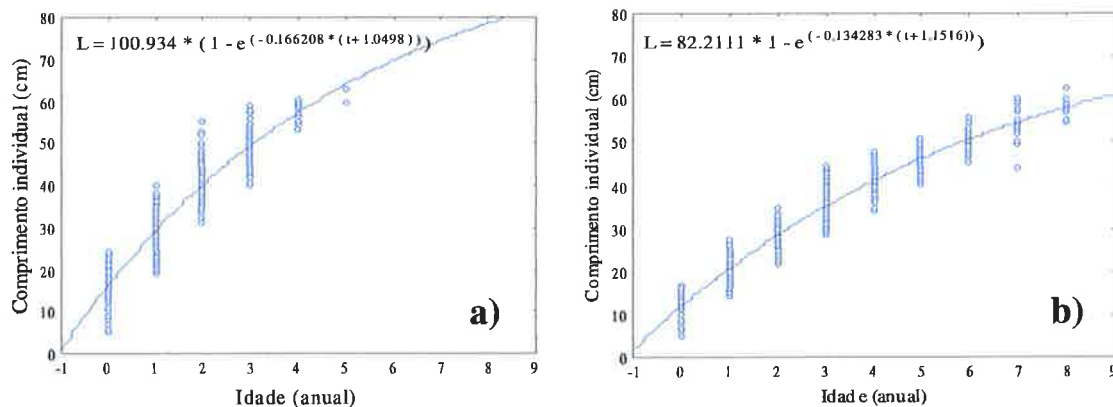


Figura 18 - Curvas de crescimento de von Bertalanffy para sexos combinados obtidas através dos dados da campanha demersal de Outono 2008: **a)** Atribuição de idades utilizando a nova metodologia (ICES, 2010a); **b)** Atribuição de idades utilizando a metodologia antiga.

As diferenças entre os parâmetros de crescimento determinados para as duas metodologias são evidentes. Na metodologia actual em que se considera a pescada como uma espécie de crescimento rápido, o $L_{\infty} = 100.9$ é superior ao obtido para a metodologia anterior, $L_{\infty} = 82.2$, onde se considerava uma espécie de crescimento lento. Também o valor de K , que é o coeficiente da taxa de crescimento (parâmetro de curvatura), é maior na nova metodologia o que revela que a velocidade à qual o comprimento máximo é atingido é superior (16.6 cm ano^{-1}) ao que anteriormente se verificava (13.4 cm ano^{-1}).

Na Figura 19 podem observar-se as curvas de crescimento von Bertalanffy, separadas para fêmeas (a) e machos (b), utilizando a nova metodologia de atribuição de idades em otólitos de pescada.

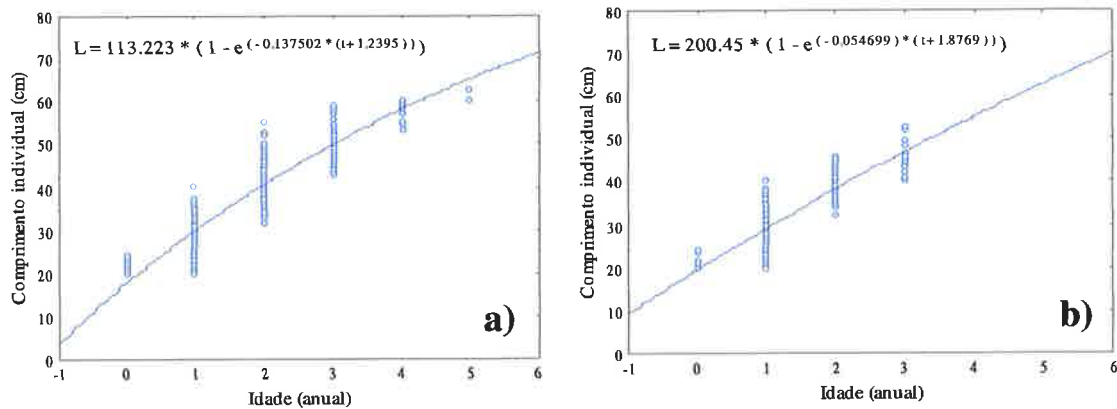


Figura 19 - Curvas de crescimento de von Bertalanffy para cada sexo obtidas através dos dados da campanha demersal de Outono 2008, utilizando a nova metodologia de atribuição de idades (ICES, 2010a): **a)** Fêmeas; **b)** Machos.

Na Tabela VI apresentam-se os valores estimados para os parâmetros de crescimento de von Bertalanffy (L_{∞} , K e t_0) para sexos combinados e para fêmeas. O modelo não consegue ajustar os dados para os machos, como tal os valores obtidos não foram apresentados. A Tabela VI inclui ainda o número de indivíduos observado e o intervalo de comprimentos ao qual o modelo foi aplicado, a variância explicada em percentagem, que é a soma dos quadrados da regressão a dividir pela soma dos quadrados totais (regressão mais resíduos) e o intervalo de confiança de cada parâmetro estimado.

Tabela VI - Parâmetros de crescimento de Von Bertalanffy e respectivos intervalos de confiança (I.C.), obtidos com base nos dados da campanha demersal de Outono de 2008, utilizando a metodologia estabelecida no último workshop de calibração de atribuição de idades para a pesca.

Campanha Demersal Outono 2008	Parâmetros de Crescimento de von Bertalanffy			Variância Explicada	Nº Indivíduos	Intervalo Comprimento
	L_{∞} (cm)	K (ano ⁻¹)	t_0 (ano)			
Sexos Combinados	100.9 (± 18.4)	0.17 (± 0.05)	-1.05 (± 0.11)	98.46	780	5-62
Fêmeas	113.2 (± 43.4)	0.14 (± 0.08)	-1.24 (± 0.34)	98.74	362	20-62
Machos	-	-	-	-	-	-

Legenda: L_{∞} - Comprimento assintótico; K - coeficiente de crescimento; t_0 - parâmetro de condição inicial.

A amostra utilizada para determinação dos parâmetros de crescimento tanto para fêmeas como para os machos, não é representativa da realidade uma vez que só é possível observar o género dos indivíduos desta espécie a partir dos 20 cm de comprimento. No

caso dos machos os valores obtidos seriam ainda piores pois o maior indivíduo capturado media apenas 52 cm, levando a que o modelo tenha sido aplicado a um intervalo de comprimentos muito curto (20-52 cm).

Pode-se concluir que, aplicando a nova metodologia de leitura de idades para a pescada, os parâmetros de crescimento para sexos combinados são os seguintes:

$$L_{\infty} = 100.9 \text{ cm}$$

$$K = 0.17 \text{ ano}^{-1}$$

$$t_0 = -1.05 \text{ ano}$$

4. Discussão

Apesar da abundante literatura científica sobre a pescada europeia (*Merluccius merluccius*) a biologia da espécie continua pouco conhecida, principalmente ao nível do seu crescimento. Os resultados obtidos na campanha de marcação de referência realizada pelo IFREMER (de Pontual *et al.*, 2003, 2006) e noutras campanhas idênticas (Piñeiro *et al.*, 2007; Mellon-Duval *et al.*, 2010) e em estudos realizados na análise do crescimento de incrementos diários em otólitos de juvenis (Kacher and Amara, 2005; Piñeiro *et al.*, 2008; Otxotorena *et al.*, 2010), sugerem que a taxa de crescimento desta espécie tem sido largamente subestimada. Modelos baseados na estrutura das idades foram utilizados no passado para avaliação das unidades de gestão da pescada pelo ICES. Para o recurso Sul (Divisão IXa) desde 1999 que a avaliação tem como base a leitura de idades e desde 1992 que são utilizadas chaves de idade-comprimento (Age Length Keys - ALKs), tendo sido usada uma chave anual Ibérica desde 2001 com leituras de idades combinadas de 3 Institutos, IEO, AZTI e IPIMAR (ICES, 2009). Durante a reunião anual de 2010 do Grupo Trabalho de Avaliação dos Recursos de Pescada, Tamboril e Areiros (WGHMM) foi decidido que a informação sobre idades deixaria de estar na base da avaliação da pescada e a partir desse ano apenas tem sido utilizada a informação de comprimentos estruturada trimestralmente (ICES, 2010b), pelo facto do novo critério de leitura de idades em otólitos sugerido no último workshop não ter sido validado (ICES, 2010a). Torna-se por isso necessário validar esse novo critério com base na informação da campanha de marcação e recaptura e noutros estudos que possam fundamentar essa informação para que possam voltar a ser utilizadas as ALKs nos modelos de avaliação desta espécie.

Método Directo: Determinação de Idades em Otólitos

Com base nos resultados da campanha de marcação do IFREMER referida anteriormente, foi estabelecida uma nova metodologia de leitura de idades nos otólitos da pescada (ICES, 2010a) aplicada neste trabalho. Como se pode observar na tabela VII, os comprimentos médios obtidos neste trabalho para cada grupo de idade através da leitura directa em otólitos apresentam valores muito superiores aos apresentados por outros autores em estudos anteriores. As diferenças verificadas justificam-se pelo facto

de terem sido utilizados diferentes critérios de interpretação das marcas anuais para atribuição de idades.

Tabela VII - Comprimentos médios por grupo de idade obtidos noutros trabalhos.

Autores	Área ICES	Sexos	Idade											Método
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Goñi and Piñeiro, 1988	Divisões VIIc – Ixa	Combinados	-	15.3	22.6	27.8	31.8	36.2	40.2	-	-	-	Otólitos/Retrocálculo	
Lucio <i>et al.</i> , 1998	Divisões VIIa, b, d	Combinados	13.1	17.8	24.7	33.1	42.6	51.6	60.9	67.7	72.7	85.1	Otólitos	
		Machos	15.2	21.1	26.5	33.5	42.3	50.8	59.6	64.0	69.6	-	Otólitos	
		Fêmeas	15.1	20.5	25.4	32.8	42.9	51.8	61.4	68.4	73.0	84.9	Otólitos	
Godinho <i>et al.</i> , 2001	Divisão Ixa	Combinados	-	17.1	25.6	32.3	39.0	44.2	50.3	54.1	57.5	60.7	Otólitos	
Piñeiro and Sainza, 2003	Divisões VIIc – Ixa	Combinados	11.9	20.6	29.0	36.7	43.8	50.0	55.4	58.3	63.1	67.1	Otólitos	
		Machos	17.0	21.0	29.5	36.4	42.7	45.7	49.7	54.2	-	60.0	Otólitos	
		Fêmeas	16.8	20.9	28.4	37.0	44.5	48.7	53.7	56.4	62.3	68.7	Otólitos	
Otxotorena <i>et al.</i> , 2010	Divisões VIIghj - VIIIabd - VIIIc	Combinados	-	22.2	28.4	33.2	42.2	52.3	64.0	71.8	79.1	-	Otólitos	
Estudo actual	Divisão Ixa	Combinados	16.6	28.7	41.1	49.0	57.2	61.5	-	-	-	-	Otólitos	
		Machos	21.3	28.8	39.5	45.4	-	-	-	-	-	-	Otólitos	
		Fêmeas	21.7	28.8	42.2	49.9	57.2	61.5	-	-	-	-	Otólitos	

Apesar de terem sido adoptadas as novas linhas de orientação para interpretação das marcas anuais em otólitos de pescada, para a marcação do primeiro anel anual foi seguido o critério definido na anterior metodologia, contabilizando a primeira marca anual apenas quando o início da sua marca opaca media aproximadamente 1 mm do centro do núcleo, tendo como base as conclusões obtidas por Goñi and Piñeiro (1988) referentes à formação e medição dos anéis falsos que aparecem entre o núcleo e o primeiro anel anual. Embora as novas orientações de leitura possam facilitar o critério de atribuição de idades, o padrão formado pelos anéis é extremamente complicado conforme opinião consensual de vários autores que relatam a presença de vários anéis falsos principalmente durante os primeiros anos de vida (Goñi, 1983; Goñi and Piñeiro, 1988; Piñeiro and Hunt, 1989; Álvarez and Pereiro, 1993). De salientar que nestes trabalhos antigos alguns dos autores identificaram 3 anéis falsos durante o primeiro ano de vida relacionados com 3 fases distintas, larval, pelágica e demersal, conclusões essas corroboradas com informações muito mais específicas obtidas em trabalhos actuais sobre incrementos diários em otólitos de pescada (Kacher and Amara, 2005; Otxotorena *et al.*, 2010). Nestes trabalhos foram determinadas taxas de crescimento diárias, as quais aplicadas aos números de dias de transição de cada uma das fases referidas anteriormente permitem estimar os comprimentos dos juvenis quando completam a sua total adaptação ao meio bentónico (Kacher and Amara, 2005; Piñeiro *et al.*, 2008; Otxotorena *et al.*, 2010). Os valores dos comprimentos médios obtidos neste trabalho

com base na leitura directa de idades para o grupo de idade 1 (28.7 cm para sexos combinados e 28.8 cm para machos e fêmeas), são um pouco superiores ao comprimento médio de 24.3 cm registado para o primeiro ano para sexos combinados, estimado na campanha de marcação (de Pontual *et al.*, 2003, 2006). Também os valores obtidos nos trabalhos sobre incrementos diários referidos anteriormente (22.4cm; 25cm; 23.8cm respectivamente) são inferiores aos do presente estudo relativo à costa Portuguesa, factor geográfico esse que poderá influenciar os resultados obtidos.

Foram detectadas diferenças no padrão de crescimento entre machos e fêmeas. Os comprimentos médios calculados por grupos de idades para sexos separados apresentam valores superiores para as fêmeas a partir dos 2 anos de idade. O dimorfismo sexual também se verifica quando atingem a maturidade sexual pois as fêmeas apresentam um comprimento à primeira maturação superior ao dos machos. Para ambos os sexos, a diminuição da taxa de crescimento coincide com o início da maturação sexual, o que é explicado pela utilização da taxa metabólica para a reprodução e não para o crescimento somático (Mellon-Duval *et al.*, 2010). Depois desta fase as fêmeas apresentam uma taxa de crescimento superior e como consequência, existe uma maior probabilidade de encontrar fêmeas entre os indivíduos maiores (Lucio *et al.*, 1998). Para que os resultados obtidos se aproximem da realidade, torna-se necessário capturar indivíduos de classes de comprimentos superiores, principalmente machos que são geralmente capturados apenas com comprimentos inferiores a 60 cm.

Método Indirecto: Análise de Frequência de Comprimentos

A análise de frequência de comprimentos aplica-se principalmente quando a leitura directa de idades em estruturas calcificadas não é possível, mas serve também para validar esse método. Pode fornecer informação importante sobre parâmetros demográficos das populações de peixes a nível de recrutamento e mortalidade (Karim, 1990).

O método de Bhattacharya permite a separação de uma distribuição global das frequências de comprimentos nas várias distribuições normais que a compõem, cada uma representando uma coorte de peixes (Sparre and Venema, 1997). A escolha da quantidade de pontos que irão constituir as linhas das distribuições normais de frequências referentes a cada grupo de idade é muito subjectiva, pois os resultados

obtidos através deste método estão dependentes da escolha pessoal de quem efectua a análise (Kraljevic *et al.*, 2011). Foram determinadas 5 coortes na análise realizada, embora se tenham identificado 6 classes modais de comprimentos. A primeira classe modal identificada com comprimento médio de 9.8 cm não pode ser considerada como grupo de idade porque de acordo com vários trabalhos desenvolvidos (Pontual *et al.*, 2006; Kacher and Amara, 2005; Otxotorena *et al.*, 2010), os registos de comprimento médio para o primeiro ano de vida encontram-se na ordem dos 24.3 cm, 23.8 cm e 22.2 cm respectivamente. Desta forma o segundo grupo modal com comprimento médio de 19.9 cm representa melhor a primeira coorte; além disso, o método directo apresenta um comprimento médio muito semelhante para o primeiro grupo de idade 0 (19.3 cm). Estes 2 grupos poderão estar associados a dois picos de recrutamento antes associados a duas épocas de desova distintas. A classe modal referente ao grupo de idade 0 poderá representar um pico de recrutamento forte (19.3 cm), mas tendo como base as características biológicas desta espécie e sabendo que apresenta fecundidade indeterminada (Domínguez-Petit, 2007), as frequências de comprimentos distribuídas antes deste valor poderão estar associados a outra classe de recrutamento resultante de uma segunda época de desova.

Este método aplica-se melhor a espécies com ciclos de vida curtos, crescimento mais rápido e um único pico de desova anual (Karim, 1990). Como tal, para espécies com comportamento diferente como a pescada, será sempre necessário um conhecimento das suas características biológicas de forma a que a interpretação dos resultados do método esteja de acordo com a realidade. O último grupo de idade 5 não foi identificado dada a incapacidade do método de reconhecer uma classe de idade numa amostra quando o número de indivíduos que a constitui é muito pequeno (Kraljevic *et al.*, 2011). O tamanho da amostra e a dimensão dos intervalos de comprimento têm influência na separação das várias distribuições de frequências, principalmente nos grupos mais velhos onde a sobreposição é mais significativa e os indivíduos maiores podem não estar bem representados (Karim, 1990). Em trabalhos futuros será necessário ampliar o tamanho das amostras para que sejam representadas pelo maior número possível de classes de idades e assim obter melhores resultados principalmente no que diz respeito às coortes mais velhas.

Comparação entre Métodos Directo e Indirecto

Os valores obtidos neste trabalho através do método de leitura directa de idades em otólitos utilizando a recente metodologia adoptada para atribuição de idades para a pescada Europeia, parecem estar de acordo com a hipótese de esta ser uma espécie de crescimento rápido conforme os resultados obtidos na campanha de marcação que serviu de referência a este trabalho (Pontual *et al.*, 2003, 2006). Apesar das falhas apontadas ao método Bhattacharya na determinação da primeira e última classes modais, os valores obtidos para as restantes coortes são muito idênticos aos verificados no método directo, podendo servir para a sua validação.

Os trabalhos sobre crescimento nas várias áreas de incidência desta espécie reportam à segunda década do século passado e desde essa altura foram relatados vários resultados contraditórios sobre os parâmetros de crescimento obtidos. De referir 3 estudos antigos que confirmam a hipótese de crescimento rápido para esta espécie, marcação e recaptura (Belloc, 1935), análise de frequência de comprimentos e leitura directa de otólitos (Bagenal, 1954) e análise de frequência de comprimentos (Piñeiro and Pereiro, 1993).

Retrocálculo

O comprimento de um peixe ao longo dos vários períodos da sua vida pode ser retrocalculado com base na relação entre o crescimento do peixe e o crescimento das estruturas calcificadas. O retrocálculo assume que o crescimento do peixe é proporcional ao crescimento das suas estruturas calcificadas, como tal as marcas mais antigas presentes nos otólitos são utilizadas para calcular o comprimento do peixe em anos anteriores (Tarkan *et al.*, 2006). O retrocálculo dos comprimentos dos peixes pode ser baseado em duas hipóteses diferentes: (1) Hipótese do crescimento proporcional do peixe (BPH - body proportional hypothesis) onde o desvio do comprimento do peixe da média dos peixes com esse tamanho de otólito é o mesmo durante toda a vida do peixe ou (2) Hipótese do crescimento proporcional do otólito (SPH - otolith proportional hypothesis) onde o desvio do raio do otólito do peixe da média dos peixes desse tamanho é o mesmo durante toda a vida do peixe (Francis, 1990).

Neste trabalho a relação exponencial:

$$L = 11.371 * O^{1.154}$$

foi a que melhor se aplicou ao conjunto dos dados com base na regressão linear com dados logaritmizados. Os valores dos comprimentos médios à idade foram obtidos através da equação Monastyrsky:

$$L_i = \left(\frac{O_i}{O_c} \right)^{1.154} * L_c$$

seguindo a hipótese BPH (body proportional hypothesis) que tem como base a regressão do comprimento do peixe e o raio do otólito. Os resultados obtidos a partir deste método podem ser fiáveis se a relação comprimento do peixe - raio do otólito for precisa. Para tal o conjunto de dados deve ser suficientemente grande representando assim todas as classes de comprimento e as medições das marcas anuais ao longo do raio do otólito devem ser feitas em todos os indivíduos com a máxima precisão (Horppila and Nyberg, 1999). No entanto as amostras utilizadas para realizar estes cálculos apresentam quase sempre um número reduzido de indivíduos dos grupos de idade mais jovens e/ou mais velhos, com reflexos nos comprimentos médios retrocalculados para essas classes de idade (Horppila, 2000).

Os valores médios dos comprimentos dos indivíduos obtidos neste trabalho para cada idade através do método do retracálculo tanto para sexos combinados como para machos e fêmeas separados, são inferiores aos valores obtidos segundo o método directo o que poderá sugerir que a amostra utilizada neste trabalho não é representativa da população ou que a escolha das marcas anuais consideradas poderá não ter sido a mais correcta. Além de não estar representado o último grupo de idade de comprimentos superiores, os restantes grupos identificados no método retrocalculado parecem sobropôr-se quando observados no método directo. O fenómeno de Lee poderá estar na origem da discrepância verificada entre os valores obtidos pelos dois métodos, que ocorre quando o comprimento médio retrocalculado para uma determinada idade diminui conforme a idade dos peixes no retracálculo aumenta (Francis, 1990).

Os dois picos de recrutamento observados na distribuição de frequências de comprimentos também poderão estar na base da dispersão das medidas registadas nas

marcas anuais para cada grupo de idade, pois a complexa estrutura dos otólitos e a variabilidade do seu crescimento poderá estar relacionada com o seu longo período de desova (Piñeiro *et al.*, 2009). Os juvenis provenientes de duas épocas de desova distintas, com influências sazonais diferentes apresentam taxas de crescimento diferentes, no entanto a dispersão dos valores do número das relações incremento-comprimento pode ser reduzida se as duas aparentes coortes pudessem ser identificadas e o seu crescimento seguido independentemente através do ano (Morales-Nin and Aldebert, 1997). As diferenças observadas nos resultados obtidos nos comprimentos médios por grupo de idade através dos métodos Monastyrsky e directo, sugerem que em trabalhos futuros outras hipóteses de retrocálculo deverão ser aplicadas pois a escolha do método de retrocálculo pode ter efeitos substanciais na estimação dos comprimentos referentes a períodos anteriores da vida do peixe (Tarkan *et al.*, 2006).

Medidas dos Anéis Anuais

A metodologia adoptada para a preparação dos otólitos para leitura de idades de pescada desenvolvida por Bedford (1983) possibilitou uma melhor visualização dos detalhes no interior do otólito e poderá ter promovido a realização dos recentes estudos sobre os seus incrementos diários. No entanto quando observado para leitura de idades anuais, o aumento do detalhe do padrão do otólito provoca alguma confusão na determinação da marca anual correcta devido às grandes dificuldades na interpretação dos otólitos desta espécie. Por esse motivo a técnica de leitura de idades em otólitos inteiros deve ser aprofundada, procurando formas de apurar a visualização dos anéis nas estruturas inteiras. As semelhanças observadas entre os comprimentos médios das marcas anuais obtidos nos otólitos inteiros e nas secções dos 30 otólitos amostrados, permitem concluir que a simples leitura do otólito inteiro poderá fornecer informação de idade até aos 3 anos, tão válida como as leituras realizadas nas finas secções dos otólitos. Além disso, toda a técnica do corte das secções dos otólitos é extremamente dispendiosa e demorada. Esta experiência deve ser repetida em amostras recolhidas ao longo de todo o ano e que representem um número mais alargado de classes de crescimento de forma a incluir as idades mais velhas.

Modelo de Crescimento de Von Bertalanffy

O modelo de crescimento de Von Bertalanffy foi ajustado ao dados das leituras de idades em otólitos da campanha demersal de Outono de 2008, estimando-se as curvas de crescimento para os dados de sexos combinados e separados para machos e fêmeas.

Confirma-se o dimorfismo sexual nos padrões de crescimento para a pescada Europeia, uma vez que as fêmeas apresentam um crescimento assintótico inferior e um coeficiente de crescimento superior ao dos machos. Estes resultados obtidos contrariam a informação observada noutros trabalhos onde se verificam coeficientes de crescimento superiores e crescimentos assintóticos inferiores para machos. Também o valor de crescimento assintótico para os machos não é aceitável o que se justifica pelo facto da amostra não ser adequada; como tal são apenas considerados os resultados obtidos para sexos combinados. Os parâmetros de crescimento obtidos neste trabalho ficam abaixo dos valores apresentados na campanha de marcação e recaptura (de Pontual *et al.*, 2006), conforme se pode comparar na tabela VIII. Nos restantes trabalhos foi utilizada a metodologia de leitura de idades anterior, como tal é natural que os valores obtidos sejam inferiores.

Tabela VIII - Parâmetros de Crescimento de Von Bertalanffy obtidos por outros autores.

Autores	Área ICES	Sexos	Parâmetros de Cresc. Von Bertalanffy			Número Individuos	Intervalo Comp. (cm)	Método
			L_{∞} (cm)	K (ano ⁻¹)	t_0 (ano)			
Cardador, 1988	Divisão Ixa	Machos	90	0.12	-0.50	-	-	Otólitos
		Fêmeas	115	0.08	-0.75	-	-	Otólitos
Lucio <i>et al.</i> , 1998	Divisão VIIIa, b, d	Combinados	110.0	0.12	-0.45	4281	8.5-103.5	Otólitos
		Machos	80.0	0.18	-0.72	1666	46.5-70.5	Otólitos
		Fêmeas	110.0	0.12	-0.62	1545	13.5-103.5	Otólitos
Godinho <i>et al.</i> , 2001	Divisão Ixa	Combinados	110.6	0.08	-0.97	725	10.1-80.9	Otólitos
Piñeiro and Safnza, 2003	Divisão VIIc – Ixa	Combinados	88.0	0.13	-1.17	1100	6-78	Otólitos
		Machos	70.0	0.18	-0.97	315	17-60	Otólitos
		Fêmeas	88.7	0.13	-1.15	469	15-78	Otólitos
de Pontual <i>et al.</i> , 2006	Norte do Golfo da Biscaia	Combinados	110.0	0.25	-	-	-	Marcação e recaptura
Estudo actual	Divisão Ixa	Combinados	100.9	0.17	-1.05	780	5-62	Otólitos

Em comparação com Godinho *et al.* (2001) que utilizou a antiga metodologia nas leituras de idades para a costa Portuguesa (Divisão IXa), o valor de crescimento assintótico diminui neste trabalho (110.6 e 100.9) e o coeficiente de crescimento

aumenta (0,08 e 0.17), características que suportam a hipótese da pescada ser uma espécie de crescimento rápido. Segundo de Pontual *et al.* (2006), a taxa de crescimento da pescada diverge num factor de 2 da estimacão prévia.

5. Conclusões

Embora a nova metodologia de leitura de idades em otólitos de pescada utilizada neste trabalho ainda não tenha sido calibrada entre os vários leitores de idades da espécie, os resultados obtidos parecem fornecer informação válida sobre o seu crescimento, de acordo com as conclusões obtidas nos recentes trabalhos de marcação e recaptura e de análise dos microincrementos diários em otólitos. Os comprimentos médios obtidos pelo método directo para cada grupo de idade parecem aproximar-se da realidade.

O método indirecto aplicado aos dados, método de Bhattacharya, revelou-se bastante fiável para os primeiros grupos de idade e embora não tenha identificado a coorte mais velha pode servir de apoio ao método directo.

As maiores dificuldades sentidas na leitura de idades continuam a ser a localização do primeiro anel e a identificação das verdadeiras marcas anuais, entre o elevado número de anéis falsos observados. A diferença observada entre os valores obtidos no método directo e no método do retocálculo poderá dever-se a erros nas marcas anuais pois os anéis escolhidos podem não ter sido os correctos. A análise também deve ser feita para grupos de idades individualmente para evitar o fenómeno Lee em que o comprimento médio retrocalculado para uma determinada idade diminui conforme a idade dos peixes utilizados no retocálculo aumenta. Outros métodos de retocálculo devem também ser testados.

Pode concluir-se que a simples leitura do otólito inteiro poderá fornecer informação de idade correcta até 3 anos, em vez da utilização das secções dos otólitos. Novas técnicas de preparação dos otólitos inteiros devem ser experimentadas numa tentativa de melhorar a visualização das bandas e facilitar a sua identificação na escolha da marca anual.

Conclui-se que os dados utilizados neste trabalho têm um bom ajuste ao modelo Von Bertalanffy. Aplicando a nova metodologia de leitura de idades para a pescada, os parâmetros de crescimento para sexos combinados são os seguintes:

$$L_{\infty} = 100.9 \text{ cm}; K = 0.17 \text{ ano}^{-1}; t_0 = -1.05 \text{ ano}$$

No seguimento desta dissertação pretende-se contribuir com estudos sobre crescimento da pescada Europeia da divisão IXa (Costa Portuguesa), muito importante na área de gestão da unidade populacional sul de pescada do ICES:

- Leitura directa em otólitos aplicando a nova metodologia de leitura de idades para a pescada Europeia (ICES, 2010a) utilizando amostras provenientes de várias campanhas e dos navios comerciais ao longo de todo o ano.
- Utilização da análise de frequência de comprimentos para validar as leituras directas e para determinar coortes através dos dados de várias campanhas.
- Avaliação da equação de retrocálculo a utilizar para determinação da periodicidade dos incrementos anuais nos otólitos.
- Análise dos incrementos diários em juvenis selvagens.
- Inseminação artificial para acompanhamento do desenvolvimento larvar (incrementos diários em larvas).

6. Referências Bibliográficas

- Álvarez, C. P. and J. A. Pereiro. 1993. Study of the growth pattern of juvenile European hake (*Merluccius merluccius* L.) using whole otoliths and length frequency distributions from commercial catches and groundfish surveys. *ICES C.M.* 1993/G:12: 9 pp.
- Bagenal, T. B. 1954. Growth rate of the hake (*Merluccius merluccius* L.) in the Clyde and other Scottish areas. *Journal of the Marine Biology Association of the United Kingdom*, 33, 69-95.
- Bedford, B. C. 1983. A method for preparing sections of large numbers of otoliths embedded in black polyester resin. *Journal du Conseil International pour l'Exploration de la Mer*, 41, 4-12.
- Belloc, G. 1935. Étude monographique du merlu (*Merluccius merluccius* L.), 3ème partie. *Revue des Travaux de l'Office des Pêches Maritimes*, 8, 145-202.
- Bertalanffy, L. von. 1938. A quantitative theory of organic growth. *Human Biology*, 10 (2), 181-213.
- Bhattacharya, C. G. 1967. A simple method of resolution of a distribution into Gaussian components. *Biometrics*, 23, 115-135.
- Cabral, H. N. and Murta, A. G. 2001. The diet of blue whiting, hake, horse mackerel and mackerel off Portugal. *Journal of Applied Ichthyology*, 18, 14-23.
- Cardador, F. 1988. *Estratégias de exploração do stock de pescada (Merluccius merluccius L.) das águas Ibero-Atlânticas: Efeitos em stocks associados*. Provas Públicas para Investigadora Auxiliar, Instituto Nacional de Investigação das Pescas. Lisboa. 98 pp.

- Cardador, F., Chaves, C., Borges, M. F. and Martins, M. M. 2007. Principais resultados da campanha de investigação demersal “Outono 2005” na costa continental portuguesa. *Relat. Cient. Téc. IPIMAR, Série digital* (<http://ipimar-iniap.ipimar.pt>) nº 40, 28p.
- Casey, J. and Pereiro, F. J. 1995. European hake (*M. merluccius*) in the North - East Atlantic. *In: Hake: Fisheries, Ecology and Markets* (ed. by Alheit, J. and Pitcher, T. J.), pp. 125-147. Chapman and Hall, London.
- Cohen, D. M., Inada, T., Iwamoto, T. and Scialabba, N. 1990. *FAO species catalogue. Gadiform Fishes of the world (Order Gadiformes). An annotated and Illustrated Catalogue of Cods, Hakes, Grenadiers and other Gadiform Fishes Known to Date*. FAO Fisheries Synopsis. No. 125, Vol. 10. Rome, FAO. 442 p.
- Coll, M., Shannon, L.J., Moloney, C.L., Palomera, I. and Tudela, S. 2006. Comparing trophic flows and fishing impacts of a NW Mediterranean ecosystem with coastal upwelling systems by means of standardized models and indicators. *Ecological Modelling*, 198, 53-70.
- de Pontual, H., Bertignac, M., Battaglia, A., Bavouzet, G., Moguedet, P. and Groison, A.L. 2003. A pilot tagging experiment on European hake (*Merluccius merluccius*): methodology and preliminary results. *ICES Journal of Marine Science*, 60, 1318-1327.
- de Pontual, H., Groison, A. L., Piñeiro, C. and Bertignac, M. 2006. Evidence of underestimation of European hake growth in the Bay of Biscay, and its relationship with bias in the agreed method of age estimation. *ICES Journal of Marine Science*, 63, 1674-1681.
- Domínguez-Petit, R. 2007. *Study on Reproductive Potential of Merluccius merluccius in the Galician Shelf*. Doctoral Thesis. University of Vigo (Spain). 253pp. + xxii.

