



RELATÓRIOS CIENTÍFICOS E TÉCNICOS

SÉRIE DIGITAL

ESTUDO DOS MÉTODOS DE AFERIÇÃO DE LEITURAS
DE IDADE APLICADOS À PESCADA (*Merluccius merluccius*)
DA COSTA PORTUGUESA

Madalena Salgado, Ernesto Jardim e Manuel Afonso Dias



2003

9



Os **RELATÓRIOS CIENTÍFICOS E TÉCNICOS DO IPIMAR** destinam-se a uma divulgação rápida de resultados preliminares de carácter científico e técnico, resultantes de actividades de investigação e de desenvolvimento e inovação tecnológica. Esta publicação é aberta à comunidade científica e aos utentes do sector, podendo os trabalhos serem escritos em português, em francês ou em inglês.

A **SÉRIE COOPERAÇÃO** destina-se, primordialmente, à divulgação de trabalhos realizados com países terceiros no âmbito de programas de cooperação.

A **SÉRIE DIGITAL** destina-se a promover uma consulta mais diversificada e expedita dos trabalhos na área da investigação das pescas e do mar.

Edição

IPIMAR
Avenida de Brasília
1449-006 LISBOA
Portugal

Corpo Editorial

Francisco Ruano - Coordenador
Fátima Cardador
Irineu Batista
Manuela Falcão
Teresa Monteiro

Edição Digital

Anabela Farinha/Irineu Batista

As instruções para os autores estão disponíveis no "site" do IPIMAR www.wipimar.pt ou podem ser solicitadas aos membros do Corpo Editorial desta publicação.

Capa

Lúís Catalan

ISSN

1645-863X

Todos os direitos reservados.

ESTUDO DOS MÉTODOS DE AFERIÇÃO DE LEITURAS DE IDADE APLICADOS À PESCADA (*Merluccius merluccius*) DA COSTA PORTUGUESA

Madalena Salgado¹; Ernesto Jardim¹; Manuel Afonso-Dias²

¹ IPIMAR - Departamento de Recursos Marinhos
Av. Brasília 1449-006 Lisboa

² Faculdade de Ciências do Mar e do Ambiente - Universidade do Algarve
Gambelas 8000 Faro

Recebido em 12 - 12 - 2002

Aceite em 14 - 04 - 2003

RESUMO

A pescada (*Merluccius merluccius*) é uma espécie demersal de grande importância comercial, sobretudo em Espanha, França e Portugal. Uma vez que os dados de idade são fundamentais na aplicação de modelos estruturais de avaliação de mananciais pesqueiros, e dado que ainda não foi encontrado nenhum critério padrão para a interpretação de otólitos desta espécie, foram estudados vários métodos para aferir as determinações de idades através do uso de otólitos. Assim, aplicaram-se os índices de Erro Percentual Médio, de Coeficiente de Variação e de Precisão à análise de diferentes leituras do mesmo observador e entre diferentes observadores. A Percentagem de Concordância e a Percentagem Prevista de Concordância, o Coeficiente de Variação, o Enviesamento entre observadores, o Coeficiente de Correlação de Concordância e o Modelo de Calibração foram aplicados para comparar as leituras de um observador pouco experiente com leituras padrão. Os resultados obtidos através da aplicação dos métodos estudados foram coerentes entre si, indicando que as leituras efectuadas por diferentes observadores foram consistentes.

Palavras-chave: Leituras de idade, pescada (*Merluccius merluccius*)

ABSTRACT

The hake (*Merluccius merluccius*) is a demersal species of great commercial importance, especially in Spain, France and Portugal. Since age data are fundamental for the application of structural models to evaluate the fisheries stocks, and once no standard criteria for the otoliths interpretation of this species have been found, several methods were studied to evaluate the determination of age by the use of otoliths. Therefore, the Average Percent Error, the Coefficient of Variation and the index of Precision were used in the analysis of different readings of the same reader and between different readers. The Percentage of Agreement and Predicted Percentage of Agreement, Coefficient of Variation, Between reader Bias, Concordance Correlation Coefficient and the Calibration Model were applied to compare the readings of one less experienced reader with the standard readings. The results obtained through the application of methods studied were coherent, indicating that the readings made by different readers were consistent.

Key words: Age readings, hake (*Merluccius merluccius*)

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

SALGADO, M; JARDIM, E; AFONSO-DIAS, M. 2003. Estudo dos Métodos de Aferição de Leituras de Idade Aplicados à Pescada (*Merluccius merluccius*) da Costa Portuguesa. *Relat. Cient. Téc. IPIMAR, Série digital* (<http://ipimar-iniap.ipimar.pt>) n° 9, 22 p.

INTRODUÇÃO

Vários métodos têm sido desenvolvidos para comparar a precisão das determinações de idade, que podem ser aplicados ao estudo da consistência de um observador, ou seja, a sua capacidade de reproduzir a mesma leitura, ou à comparação de leituras de dois ou mais observadores. O processo de determinação de idades, baseado na contagem dos *annuli* (anéis) - zonas de crescimento que se formam anualmente (Pannella, 1974), depende da visão humana e, por isso, torna-se subjectivo uma vez que a visão e a decisão podem ser distorcidas sob diferentes circunstâncias, como por exemplo, pelo uso de diferentes equipamentos ópticos, diferentes fontes de luz e diferente tratamento das estruturas de idade (Lai *et al.*, 1996).

Segundo Beamish e Fournier (1981), a palavra precisão é utilizada para descrever a reprodutibilidade na determinação de idades e não implica que a idade estimada esteja correcta, apenas relaciona a consistência entre determinações.

Neste trabalho, pretendeu-se efectuar três tipos diferentes de comparações:

- i) leituras de um mesmo observador para estudar a sua consistência;
- ii) leituras de um observador inexperiente com uma leitura padrão, para estudar o enviesamento e a qualidade da leitura;
- iii) leituras de vários observadores para estudar a variabilidade na atribuição de idades para a espécie e a consistência das leituras.

Este estudo, desenvolvido no âmbito de um trabalho de estágio de licenciatura de Biologia Marinha e Pescas (Salgado, 2000), visa contribuir para a melhoria da qualidade da determinação da idade da pescada, propondo para isso, metodologia adequada.

MATERIAL

Os dados utilizados neste estudo resultaram da análise de amostras de otólitos de quatro cruzeiros demersais, realizados na costa portuguesa por navios de investigação do Instituto de Investigação das Pescas e do Mar (IPIMAR), no Verão e no Outono, de 1998 e 1999.

Foram observados 438 otólitos recolhidos no cruzeiro de Verão de 1998, 338 no cruzeiro de Outono de 1998, 635 no cruzeiro de Verão de 1999 e 705 no cruzeiro de Outono de 1999.

Os otólitos de indivíduos com comprimento total superior ou igual a 12 cm, foram previamente preparados por pessoal técnico do IPIMAR, cortados e montados em placas negras, com a superfície a observar na horizontal, de acordo com a técnica de Bedford (1983), com excepção dos otólitos do cruzeiro de Outono de 1999, que foram montados utilizando uma técnica ligeiramente diferente. Os otólitos de indivíduos menores que 12 cm não foram montados.

As leituras foram efectuadas com luz reflectida, em lupa binocular CARL ZEISS, com ampliação de 20x e iluminador SCHOTT KL 1500 electronic ZEISS. Utilizou-se ainda uma ocular micrométrica e, em alguns casos, foi usado óleo de imersão de modo a facilitar a leitura.

Todos os otólitos foram lidos separadamente, por três observadores, sendo designados por inexperientes os observadores 1 (OBS1) e 2 (OBS2) e por experiente o observador 3 (OBS3).

As leituras do observador 3 foram consideradas como leituras-padrão. O observador 1 efectuou uma segunda leitura dos otólitos de uma subamostra dos cruzeiros de Verão de 1998 e Outono de 1999, correspondente ao primeiro e último cruzeiros considerados neste estudo. Os três observadores dispuseram de informação relativa ao comprimento, sexo e data de captura dos indivíduos.

MÉTODOS

Este trabalho divide-se em três partes, sendo a primeira uma análise da consistência das leituras de um mesmo observador, a segunda uma análise da consistência entre leituras de um observador inexperiente (OBS 1) e um experiente (OBS 3, leitura-padrão) e a terceira uma análise da consistência entre as leituras dos três observadores.

A análise da consistência das leituras de um mesmo observador (análise intra-específica), foi efectuada utilizando a segunda leitura, feita com dados da subamostra, com os índices de Erro Percentual Médio (APE) (Beamish e Fournier, 1981), de Coeficiente de Variação (V) e o índice de Precisão (D) (Chang, 1982).

Na comparação das leituras de um observador pouco experiente com as de um experiente, utilizaram-se a Percentagem de Concordância e a Percentagem Prevista de Concordância, o Coeficiente de Variação, o Enviesamento e a percentagem de Enviesamento entre observadores (Kimura e Lyons, 1991), o Coeficiente de Correlação de Concordância (Lin, 1989) e o Modelo de Calibração (Gröger, 1996).

A análise de consistência entre as leituras dos três observadores (análise inter-específica) foi efectuada aplicando novamente os índices APE, V e D.

Índice de APE

O índice de Erro Percentual Médio (APE) (equação 1) é calculado a partir de uma série de determinações repetidas efectuadas pelo mesmo observador ou por diferentes observadores, podendo ser usado para comparar determinações de idades atribuídas por um mesmo observador ou por diferentes observadores. As determinações de idade de uma determinada espécie com menor índice é considerada mais precisa, ou o observador com um valor mais baixo de APE, obtido a partir de dados de uma ou mais espécies, será designado por mais preciso que outros observadores ou grupos de observadores, com valores do índice mais elevados (Beamish e Fournier, 1981).

$$APE = \frac{100}{n} \sum_{i=1}^n \left[\frac{1}{r_i} \sum_{j=1}^{r_i} \frac{|a_{ij} - \bar{a}_i|}{\bar{a}_i} \right] \quad (1)$$

sendo:

n = número de otólitos

r_i = número de leituras para cada otólito i

a_{ij} = idade j estimada para o otólito i

\bar{a}_i = idade média calculada para o otólito i

Coefficiente de Variação (V) e Índice de Precisão (D)

O Coeficiente de Variação (V) e o Índice de Precisão (D) foram propostos por Chang (1982) como alternativa ao APE. O Coeficiente de Variação (V) considera a razão entre o desvio-padrão e a média das leituras efectuadas para cada otólito, expressa em percentagem, tal que:

$$V = \frac{100}{n} \left[\sum_{i=1}^n \left(\frac{sd_i}{\bar{a}_i} \right) \right] \quad (2)$$

sendo sd_i o desvio-padrão das idades atribuídas ao otólito i

$$sd_i = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{r_i} (a_{ij} - \bar{a}_i)^2}{r_i - 1}} \quad (3)$$

A percentagem de erro, em que cada observação contribui para a média de cada classe de idade, pode ser estimada através do Índice de Precisão (D), que é o Coeficiente de Variação (V) dividido pela raiz quadrada do número de observações, r_i :

$$D = \frac{100}{n} \left[\sum_{i=1}^n \frac{V_i}{\sqrt{r_i}} \right] \quad (4)$$

sendo V_i

$$V_i = \frac{sd_i}{a_i} \quad (5)$$

Percentagem de Concordância

A Percentagem de Concordância, definida por Kimura e Lyons (1991), é a razão entre o número de leituras cujas idades atribuídas foram idênticas (n_{conc}) e o número total de espécimes com idade atribuída (n). Este índice foi calculado para cada idade nominal a (idade atribuída pelo observador 3, uma vez que foram consideradas como leitura-padrão), do seguinte modo:

$$\frac{n_{conc_a}}{n_a} \times 100 \quad (6)$$

sendo:

n_{conc_a} : número de leituras idênticas atribuídas aos otólitos com idade nominal a

n_a : número de otólitos com idade nominal a

Percentagem Prevista de Concordância

De acordo com Kimura e Lyons (1991), o índice de Percentagem Prevista de Concordância (ppa) à idade nominal a foi calculado da seguinte forma:

$$ppa (\%) = [\phi(z_2) - \phi(z_1)] \times 100,$$

em que ϕ é a função de distribuição cumulativa da distribuição normal reduzida, Grau (0,1), e

$$z_1 = -0,5 / [(1,4142)(CV_a)(a)]$$

$$z_2 = +0,5 / [(1,4142)(CV_a)(a)]$$

Coeficiente de Variação

O Coeficiente de Variação na idade nominal a (CV_a), descrito por Kimura e Lyons (1991), é calculado para cada idade nominal a , da seguinte forma:

$$CV_a = \frac{\sum_{i=1}^{n_a} \frac{sd_{a_i}}{\bar{x}_{a_i}}}{n_a} \quad (7)$$

sendo:

sd_{a_i} = desvio-padrão das idades atribuídas ao otólito i na idade nominal a

$$sd_{a_i} = \sqrt{\left[\left(OBS3_{a_i} - \bar{x}_{a_i} \right)^2 + \left(OBS1_{a_i} - \bar{x}_{a_i} \right)^2 \right]} \quad (8)$$

e

\bar{x}_{a_i} = média das idades atribuídas ao otólito i na idade nominal a

$$\bar{x}_{a_i} = \left(OBS1_{a_i} + OBS3_{a_i} \right) / 2 \quad (9)$$

em que:

$OBS1_{a_i}$: idade atribuída pelo observador 1 ao otólito i na idade nominal a

$OBS3_{a_i}$: idade atribuída pelo observador 3 ao otólito i na idade nominal a

n_a = número de otólitos na idade nominal a

Enviesamento entre observadores

O Enviesamento e a Percentagem de Enviesamento entre observadores (Kimura e Lyons, 1991) indicam se há uma sobreestimação de idade, se a diferença de idades for positiva, ou uma subestimação de idade, se a diferença de idades for negativa, de um observador em relação ao outro, neste caso do observador 1 em relação ao observador 3.

Para cada idade nominal a , o enviesamento entre observadores (Viés_a) foi calculado do seguinte modo:

$$\text{Viés}_a = \frac{\sum_{i=1}^{n_a} (\text{OBS1}_{a_i} - \text{OBS3}_{a_i})}{n_a} \quad (10)$$

Percentagem de Enviesamento

A Percentagem de Enviesamento na idade nominal a ($\% \text{Viés}_a$) foi calculada de acordo com Kimura e Lyons (1991), da seguinte forma:

$$\% \text{Viés}_a = \frac{\sum_{i=1}^{n_a} \frac{(\text{OBS1}_{a_i} - \text{OBS3}_{a_i})}{\bar{X}_{a_i}}}{n_a} \times 100 \quad (11)$$

Coefficiente de Correlação de Concordância

lin (1989) apresentou um outro índice, o Coeficiente de Correlação de Concordância. Este índice avalia a concordância entre leituras da mesma amostra, de dois observadores, medindo o afastamento da bissectriz (a leitura de concordância).

O Coeficiente de Correlação de Concordância ρ_c pode ser estimado utilizando r_c ($r_c = \hat{\rho}_c$) da seguinte forma (Zar, 1999):

$$r_c = \frac{2S_{xy}}{S_{xx} + S_{yy} + (n-1) + (\bar{X} - \bar{Y})} \quad (12)$$

sendo:

$$S_{xx} = \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \quad (13)$$

$$S_{yy} = \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2 \quad (14)$$

$$S_{xy} = (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y}) \quad (15)$$

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i)}{n}$$

onde

$$\bar{Y} = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i)}{n}$$

X_i : idade atribuída pelo observador 3 ao otólito i

Y_i : idade atribuída pelo observador 1 ao otólito i

n : número de otólitos observados.

Este coeficiente pode variar entre -1 e 1 e o seu valor absoluto não pode ser superior ao coeficiente de correlação de Pearson (Zar, 1999), r :

$$r = \frac{S_{xy}}{\sqrt{S_{xx} \times S_{yy}}} \quad (16)$$

Para obter um intervalo de confiança para ρ_c , utiliza-se a transformação de Fisher (Zar, 1999) que permite transformar o estimador r_c , de modo a aproximar-se de uma distribuição Normal Reduzida. O valor transformado, designado por z_c , é o seguinte:

$$z_c = 0,5 \ln \left(\frac{1+r_c}{1-r_c} \right) \quad (17)$$

Um estimador do erro-padrão de z_c , σ_{z_c} é obtido por:

$$\sigma_{z_c} = \sqrt{\frac{\frac{(1-r^2)r_c^2}{(1-r_c^2)r^2} + \frac{4r_c^3(1-r_c)u}{r(1-r_c^2)^2} - \frac{2r_c^4u^2}{r^2(1-r_c^2)^2}}{(n-2)}} \quad (18)$$

sendo:

$$u = \frac{(n-1)(\bar{X} - \bar{Y})^2}{\sqrt{S_{xx} \times S_{yy}}} \quad (19)$$

O intervalo de 95 % de confiança (IC) para z_c pode ser determinado da seguinte forma:

$$\text{IC de } \zeta_c = z_c \pm 1,96\sigma_{z_c} \quad (20)$$

Em que ζ_c é o valor transformado de ρ_c , pela transformação de Fisher.

Os limites de confiança de ρ_c , $L + e L -$ são finalmente obtidos através da inversa da transformação de Fisher.

Modelo de Calibração

Para analisar o tipo de enviesamento existente entre dois observadores (inexperiente – OBS1 e experiente – OBS 3), utiliza-se o método de Calibração de Gröger (1996).

Três tipos de enviesamento são possíveis (Fig. 1):

- enviesamento no declive, que reflecte um afastamento das idades atribuídas pelo observador 1 à medida que as idades atribuídas pelo observador 3 aumentam.
- enviesamento na ordenada na origem, que indica que o observador 1 repete o mesmo erro na atribuição de idades ao longo das observações.
- combinação destes dois tipos.

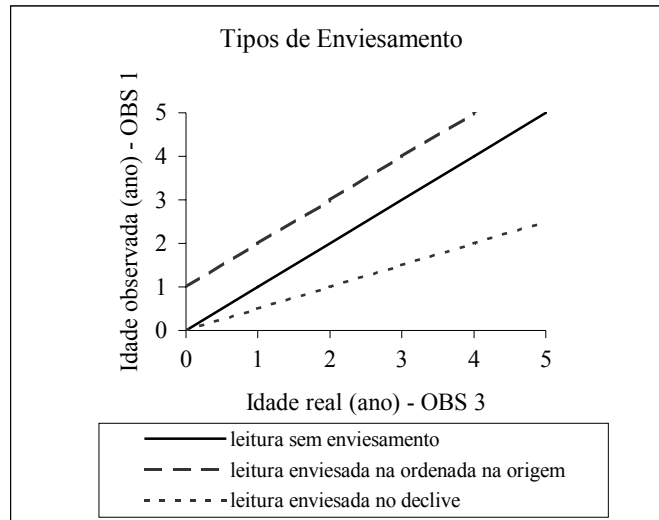


Figura 1 - Exemplos de Enviesamento (adaptado de Gröger, 1996)

As rectas de Calibração de Gröger são obtidas por regressão linear simples (Zar, 1999) das leituras do OBS1 contra as do OBS3, estimando-se assim os seus parâmetros, ordenada na origem \underline{a} e declive \underline{b} .

A existência de enviesamento é testada através do teste t-student (Zar, 1999), considerando-se, para o efeito, as seguintes hipóteses:

$H_0 : a = 0$ e $H_1 : a \neq 0$ para testar o enviesamento na ordenada na origem

$H_0 : b = 1$ e $H_1 : b \neq 1$ para testar o enviesamento no declive.

As estatísticas de teste correspondentes são:

$$t_a = \frac{a}{s_a} \quad (21)$$

e

$$t_b = \frac{b-1}{s_b} \quad (22)$$

sendo

$$s_a^2 = \frac{SSE}{(n-2)} \frac{\sum_{i=1}^n OBS3_i^2}{n \sum_{i=1}^n (OBS3_i - \overline{OBS3})^2} \quad (23)$$

$$s_b^2 = \frac{SSE}{(n-2)} \sum_{i=1}^n (OBS3_i - \overline{OBS3})^2 \quad (24)$$

e

$$SSE = \sum_{i=1}^n (OBS1_i - \hat{OBS1})^2 . \quad (25)$$

RESULTADOS

i) Análise de consistência entre leituras do mesmo observador

A análise de consistência entre as leituras feitas pelo mesmo observador consistiu na aplicação dos índices APE, V e D, cujos resultados encontram-se sumarizados na Tabela 1.

Tabela 1 - Índices de Erro Percentual Médio (APE), Variação (V) e Precisão (D), utilizando as leituras do observador 1, nas subamostras de otólitos de pescada (*Merluccius merluccius*) dos cruzeiros de Verão de 1998 e Outono de 1999.

	Subamostra Verão 1998	Subamostra Outono 1999
APE	3,36	5,08
V	4,76	7,18
D	3,36	5,08

De acordo com a Tabela 1, os índices foram baixos, sobretudo no cruzeiro de Verão de 1998, mostrando que a consistência do observador 1 foi boa.

ii) Análise de consistência entre leituras de um observador inexperiente e uma leitura padrão

A determinação da Percentagem de Concordância, Coeficiente de Concordância e Enviesamento entre observadores compreendeu as classes de idade 0 a 7 anos, enquanto que o Coeficiente de Variação, Percentagem de Enviesamento e Percentagem Prevista de Concordância só foram calculados para as idades nominais de 1 a 7 anos. É de salientar que a classe de idade 8+ foi excluída destes cálculos devido ao reduzido número de indivíduos.

Percentagem de Concordância e Percentagem Prevista de Concordância

Apesar dos resultados obtidos nos cálculos da Percentagem Prevista de Concordância serem ligeiramente superiores aos obtidos na Percentagem de Concordância, os comportamentos são semelhantes, como se pode observar através da figura 2.

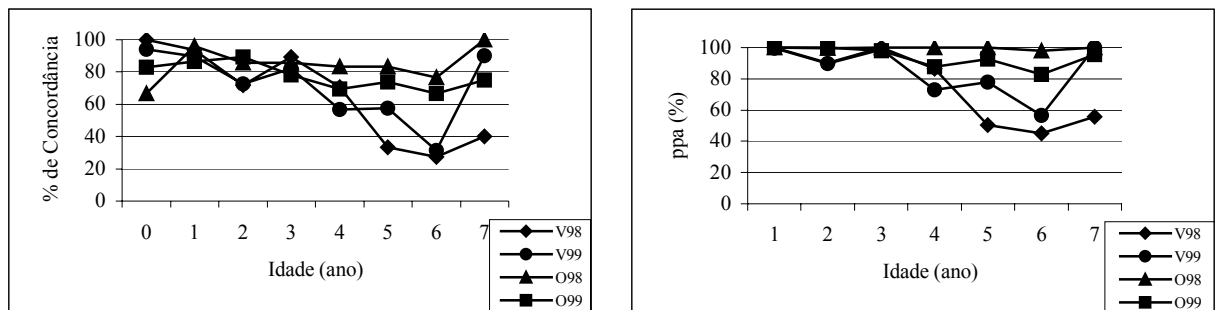


Figura 2 - Percentagem de Concordância e Percentagem Prevista de Concordância (ppa) em cada idade nominal, nos cruzeiros de Verão de 1998 (V98) e de 1999 (V99), e nos de Outono de 1998 (O98) e de 1999 (O99).

De uma maneira geral, verificou-se uma tendência decrescente destes dois índices com a idade, mais acentuada no caso dos cruzeiros de Verão e menos acentuada no caso dos cruzeiros de Outono.

Assim, os valores mais elevados foram observados até à idade 3 anos, havendo depois um decréscimo ou estabilização até à idade 6 anos. É de salientar que os valores obtidos na idade 7 anos foram, à excepção do cruzeiro de Verão de 1998, muito elevados, contrariando a tendência observada nas idades anteriores.

Coefficiente de Variação

Os resultados da aplicação do Coeficiente de Variação são apresentados na figura 3.

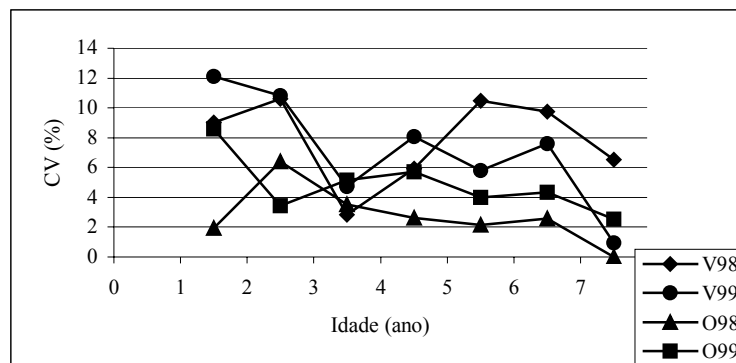


Figura 3 - Coeficiente de Variação (CV) em cada idade nominal obtido para os cruzeiros de Verão de 1998 (V98) e de 1999 (V99), e para os de Outono de 1998 (O98) e de 1999 (O99).

Globalmente, o Coeficiente de Variação apresentou uma tendência decrescente com a idade.

Os Coeficientes de Variação mais elevados foram observados no cruzeiro de Verão de 1998 e os mais baixos no de Outono de 1998.

Enviesamento e Percentagem de Enviesamento entre observadores

O Enviesamento e a Percentagem de Enviesamento entre observadores indica se o observador subestima ou sobrestima as idades, conforme o enviesamento é negativo ou positivo, como pode ser observado na figura 4.

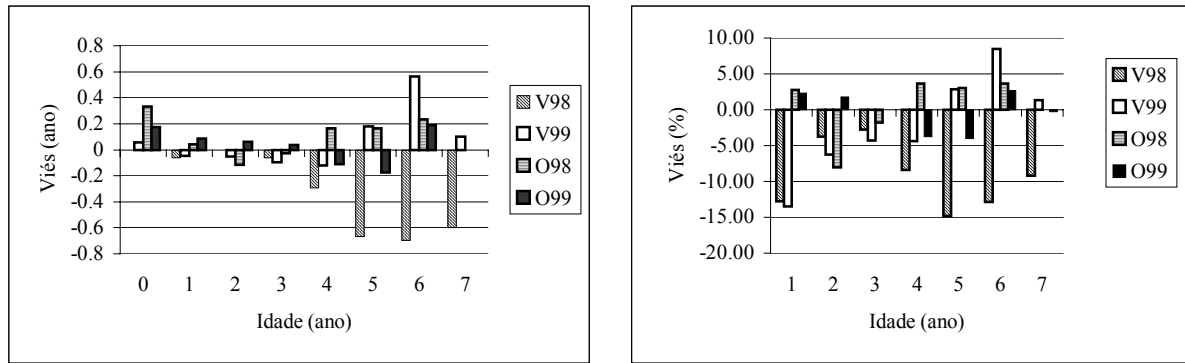


Figura 4 - Enviesamento (Viés) e Percentagem de Enviesamento (%Viés) entre observadores, em cada idade nominal, nos cruzeiros de Verão de 1998 (V98) e de 1999 (V99), e nos de Outono de 1998 (O98) e de 1999 (O99).

O Enviesamento e a Percentagem de Enviesamento entre observadores são reduzidos até à idade 3, aumentando nas idades seguintes, sobretudo no cruzeiro de Verão 1998, atingindo valores máximos nas idades 5 e 6.

Coefficiente de Correlação de Concordância

Os parâmetros necessários para o cálculo do Coeficiente de Correlação de Concordância são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Parâmetros utilizados no cálculo do Coeficiente de Correlação de Concordância, para os cruzeiros de Verão e Outono, de 1998 e 1999.

	Verão 1998	Outono 1998	Verão 1999	Outono 1999
r_c	0,9555	0,9808	0,9665	0,9696
L+	0,9633	0,9843	0,9710	0,9737
L-	0,9468	0,9762	0,9611	0,9647
r^2	0,9350	0,9634	0,9362	0,9408

Os Coeficientes de Correlação de Concordância obtidos foram muito elevados e próximos entre si, variando entre 0,96 no cruzeiro de Verão de 1998 e 0,98 no cruzeiro

de Outono de 1998. Nos cruzeiros de 1999 obtiveram-se coeficientes de correlação de concordância semelhantes ($\approx 0,97$).

É de realçar que os intervalos de confiança obtidos são muito pequenos (aproximadamente 0,01), o que reflecte uma grande precisão nas estimativas.

Método de Calibração

Os parâmetros a (ordenada na origem) e b (declive da recta), bem como as estatísticas de teste t_a e t_b , das rectas de regressão linear das leituras do observador 1 (inexperiente) contra as leituras do observador 3 (experiente), estimados nos quatro cruzeiros, são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Parâmetros do modelo de Calibração (a e b) e valores de t associados a cada parâmetro (t_a e t_b), para os cruzeiros de Verão e Outono, de 1998 e 1999. São apresentados a negrito os valores de t superiores ao valor crítico de $t_{(0,05; \infty)} = 1,96$.

	Verão 1998	Outono 1998	Verão 1999	Outono 1999
a	0,1470	-0,0173	-0,0557	0,1290
b	0,8795	1,0160	1,0131	0,9627
t_a	5,0927	-0,4649	-1,8151	4,8810
t_b	-0,0073	0,0013	0,0006	-0,0019

Os valores observados de t_a e t_b foram comparados com o valor crítico de $t_{(0,05; \infty)} = 1,96$. De acordo com os resultados obtidos, não se pode rejeitar a hipótese H_0 , de que não há enviesamento no declive, em nenhum dos cruzeiros analisados.

No entanto, observou-se a existência de enviesamento na ordenada na origem nos cruzeiros de Verão de 1998 e Outono de 1999, em que os valores de t_a foram superiores ao valor crítico, levando à rejeição da hipótese nula.

iii) Análise de consistência entre leituras de diferentes observadores

Os valores dos índices de APE, V e D, utilizados na análise de consistência de leitura de idades entre diferentes observadores foram baixos, não ultrapassando os 12,5%, como se pode observar através da Tabela 4.

Tabela 4 - Índices de Erro Percentual Médio (APE), Coeficiente de Variação (V) e Precisão (D) das leituras dos três observadores, nos cruzeiros de Verão e Outono, de 1998 e 1999.

AMOSTRAS	Verão 1998	Outono 1998	Verão 1999	Outono 1999
APE	7,69	6,25	9,60	9,92
V	9,93	7,99	12,48	11,80
D	5,73	4,61	7,20	6,87

Os valores mais elevados, dos três índices, foram observados nos cruzeiros de Verão e Outono de 1999.

DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

No que diz respeito à consistência entre leituras de um mesmo observador, verifica-se que os índices de APE, V e D obtidos a partir das leituras efectuadas pelo observador 1, apresentaram valores baixos, em particular no cruzeiro de Verão de 1998. Este resultado contraria as expectativas, uma vez que era de esperar que o observador 1 adquirisse experiência e as suas leituras fossem mais precisas no último cruzeiro (Outubro de 1999) do que no primeiro. Este facto pode estar relacionado com as características das estruturas observadas ou pelo facto da técnica de montagem dos otólitos do cruzeiro de Outono de 1999 ter sido ligeiramente diferente, o que pode ter dificultado a leitura.

A comparação das leituras feitas pelo observador inexperiente e a leitura padrão permitiu verificar que os valores de Percentagem de Concordância e Percentagem Prevista de Concordância diminuíram à medida que a idade dos indivíduos aumentou, uma vez que a leitura de otólitos de indivíduos mais velhos é mais difícil (Lucio *et al.*,

1998). Este resultado também foi verificado por Kimura e Lyons (1991), no estudo de várias espécies, tais como *Limanda aspera*, *Sebastes alutus*, *Theragra chalcogramma* e *Pleurogrammus monopterygius*.

No entanto, em todos os cruzeiros, ambas as Percentagens de Concordância atingiram valores mais elevados na idade 7 do que na idade 6 anos, possivelmente devido ao reduzido número de indivíduos observados nesta idade.

Os valores obtidos na Percentagem de Concordância foram sempre inferiores aos obtidos na Percentagem Prevista de Concordância. Este resultado está relacionado com o facto da Percentagem Prevista de Concordância não ter em consideração o enviesamento entre leitores (Kimura e Lyons, 1991).

O Coeficiente de Variação foi mais elevado na determinação de idades 1 e 2 anos, possivelmente devido ao maior número de otólitos observados nestas idades. Este resultado também foi obtido para a pescada (*Merluccius merluccius*), por Lucio *et al.* (1998), que afirmam ser difícil a determinação de idades de peixes pequenos. Nas idades 5 e 6 anos, o Coeficiente de Variação também foi elevado, uma vez que existem muitas classes de comprimento comuns a ambas as idades, aumentando a incerteza na determinação. Resultados semelhantes foram obtidos por Piñeiro *et al.* (1999), no estudo de determinações de idades de pescada. O Coeficiente de Variação baixo na idade 7 poderá estar relacionado com o reduzido número de otólitos observados.

O Enviesamento entre Observadores deve-se, essencialmente, às diferenças de leitura de idade atribuídas pelos observadores 1 e 3.

Verificou-se que as diferenças na leitura de idades são mais notórias a partir da idade 4. Estes resultados denotam uma dificuldade na atribuição da idade a indivíduos mais velhos, tal como observaram Lucio *et al.* (1998) na pescada (*Merluccius merluccius*) na Baía de Biscaia. Kimura e Lyons (1991) obtiveram resultados semelhantes no estudo de outras espécies. A diferença de resultados entre o Enviesamento entre Observadores e a Percentagem de Enviesamento obtidos na idade 1 ano, está relacionado com o facto de que o Enviesamento entre Observadores não considera as idades observadas, ocultando as dificuldades encontradas na leituras de otólitos, que é evidenciado na Percentagem de Enviesamento.

Os Coeficientes de Correlação de Concordância foram muito elevados, situando-se todos acima de 0,95. O cruzeiro de Verão de 1998 revela o Coeficiente de Correlação de

Concordância mais baixo (0,95), possivelmente por ter sido o primeiro a ser analisado pelo observador 1 e este ainda não ter experiência.

De acordo com o modelo de Calibração, os cruzeiros que apresentaram enviesamento na ordenada na origem (a) foram os cruzeiros de Verão de 1998 e Outono de 1999, ou seja, o primeiro e último a serem observados.

Na análise de consistência de leituras de idades dos três observadores, todos os índices obtidos foram baixos, inferiores a 12,5 %, indicando assim que a precisão entre observadores foi muito boa. Os cruzeiros em que os três observadores foram mais precisos foram os cruzeiros de 1998, tanto o de Verão como o de Outono, sendo este último o que apresentou índices mais baixos.

De acordo com os estudos efectuados e os resultados obtidos, os índices APE, V e D são os mais fáceis de utilizar, podendo ser aplicados a um número indeterminado de observadores. No entanto, estes índices não consideram a idade média 0 ano. Este facto pode criar dificuldades na análise de leituras efectuadas a espécies cuja longevidade seja reduzida. Assim, seria conveniente utilizar os pontos centrais das classes de idade ou aplicar factores de correcção, de modo a que a idade 0 ano possa ser incluída na análise. Este caso acontece também na aplicação do Coeficiente de Variação, Percentagem de Enviesamento e Percentagem Prevista de Concordância.

Na análise entre dois observadores, o Método de Calibração é o único que identifica o tipo de erro na atribuição da idade. O Coeficiente de Correlação de Concordância fornece a mesma informação que um coeficiente de determinação (r^2) de uma regressão linear simples, sendo, no entanto, necessário efectuar muitos mais cálculos.

A Percentagem de Enviesamento entre observadores serve para determinar quais as idades em que se observam as maiores dificuldades na atribuição de idade. A Percentagem Prevista de Enviesamento é útil para comparar com a Percentagem de Enviesamento obtida. No entanto, esta comparação só pode ser feita por classes de idade. O Coeficiente de Variação é um caso especial do índice V, aplicado para cada idade nominal, em que o número de observadores é 2.

O ideal seria encontrar um método capaz de avaliar a precisão das leituras de acordo com a espécie (e consequentemente com as suas características, como a longevidade, época de desova, etc.) e ainda conseguir estruturas “padrão” (de leitura de idade), cujas idades reais fossem conhecidas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Dra. Sílvia Lourenço pela ajuda no trabalho e por ter sido o observador 2; à Dra. Cristina Morgado e Dra. Lourdes Marecos pelos ensinamentos, apoio e por terem sido o observador experiente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEAMISH, R. J.; FOURNIER, D. A., 1981. A Method for Comparing the Precision of a Set of Age Determinations. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 38; 982-983.

BEDFORD, B. C., 1983. A Method for Preparing Sections of Large Numbers of Otoliths Embedded in Black Poliester Resin. *J. Cons. Int. Explor. Mer.* 41: 4-12.

CHANG, W. B., 1982. A Statistical Method for Evaluating the Reproducibility of Age Determination. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 39; 1208-1210.

GRÖGER, J., 1996. A Simple Statistical Age Reading Calibration Model. ICES CM 1996 / D:4. 15 pp.

KIMURA, D. K.E LYONS, J. J., 1991. Between – Reader Bias and Variability in the Age – Determination Process. *Fishery Bulletin*, 89: 53-60.

LAI, H. L.; GALLUCCI, V. F.; GUNDERSON, D. R.; DONNELLY, R. F., 1996. Age Determination in Fisheries: Methods and Applications to Stock Assessment Stock assessment *In* Quantitative Methods and Applications for Small-Scale Fisheries (V. F. Gallucci, Saila S. B., Gustafson D. J.; Rothschild B. J., Eds.). Lewis Publishers. New York, 82-178.

LIN, L., 1989. A Concordance Correlation Coefficient to Evaluate Reproducibility. *Biometrics* 45: 255-268.

LUCIO, P.; SANTURTÚN, M.; MURUA, H., 1998. Growth and Reproduction of Hake in the Bay of Biscay During 1996-1997. ICES CM 1998 / CC:20. 24 pp.

PANNELLA, G., 1974. Otolith Growth Patterns: an Aid in Age Determination in Temperate and Tropical Fishes *In* The Ageing of Fish (Bagenal, T.B. Ed.). Unwin Bros. 28-39.

PIÑEIRO, C.; AFONSO, M.; AREGO, S.; BELLAIL, R.; LABASTIE, J.; LOUREIRO, I.; LUCIO, P.; MARECOS, L.; MCCORMICK, H.; MOGUEDET, P.; MORGADO, C.; SAINZA, M.; SANTARTÚN, M.; TRUJILLO, V.; WATSON, T.; WOODS, F., 1999. Report of 2nd International Workshop on Hake Otolith Age Reading. EC Study Contract No 97/015. Vigo, 15-19 February 1999. 13 pp.

SALGADO, M., 2000. Estudo dos Métodos de Aferição de Leituras de Idade Aplicados à Pescada (*Merluccius merluccius*) da Costa Portuguesa. Relatório de Estágio do Curso de Licenciatura em Biologia Marinha e Pescas da Universidade do Algarve. 53 pp.

ZAR, J. 1999. Biostatistical Analysis. Prentice Hall. 4th Ed. 633 pp.