

UNIVERSIDADE DO ALGARVE
Unidade de Ciências e Tecnologias dos Recursos Aquáticos

**SOBRE A UTILIZAÇÃO DE TRÊS ESTRUTURAS ÓSSEAS NA
AVALIAÇÃO DE IDADES DO ESPADARTE, *XIPHIAS GLADIUS*
LINNAEUS 1758, DOS AÇORES**

Relatório de Estágio do Curso de Licenciatura em Biologia Marinha e Pescas

Eduardo Bruno Oliveira Esteves

**Faro
1995**

UNIVERSIDADE DO ALGARVE
Unidade de Ciências e Tecnologias dos Recursos Aquáticos

SOBRE A UTILIZAÇÃO DE TRÊS ESTRUTURAS ÓSSEAS NA
AVALIAÇÃO DE IDADES DO ESPADARTE, *XIPHIAS GLADIUS*
LINNAEUS 1758, DOS AÇORES

Relatório de Estágio do Curso de Licenciatura em Biologia Marinha e Pescas

Eduardo Bruno Oliveira Esteves

Faro
1995

O conteúdo deste relatório é da exclusiva responsabilidade do autor.

AGRADECIMENTOS

A realização deste estágio não teria sido possível sem a colaboração de várias pessoas. Sem esquecer todos os que me auxiliaram, gostaria de agradecer:

Aos meus orientadores, Professor Doutor Pedro Andrade (UCTRA-Universidade do Algarve) e Investigador Doutor Helder Marques da Silva (DOP-Universidade dos Açores) por aceitarem a árdua tarefa de me orientarem durante as várias fases deste trabalho, providenciando auxílio, esclarecendo as dúvidas e corrigindo os erros;

À Dra. Patrícia Simões, que me desafiou a trabalhar em espadarte, integrando o seu projecto de doutoramento e disponibilizando os dados utilizados neste trabalho, e que tudo fez para que este trabalho chegasse a bom termo, auxiliando nos procedimentos práticos e comentando de forma pertinente o relatório final;

Ao Sr. Norberto Serpa, pela amizade e auxílio na aquisição e amostragem de alguns dos exemplares de espadarte considerados neste trabalho;

Ao Dr. Humberto Lopes que, juntamente com toda equipa da Área da Química do DOP, sempre se disponibilizaram a satisfazer os mais insistentes pedidos de reagentes de forma extremamente solícita;

Aos colegas e amigos, Alexandre Silva, António José Ferragulo, Frederico Cardigos, Pedro Afonso Santos e Telmo Morato Gomes, que comigo participaram na *aventura açoreana*;

A todos os meus colegas e amigos que comigo viveram estes anos de curso e de academia;

À Ana Bela Vaz Ribeiro por tudo;

E por fim, mas não por último, à minha Família, pela confiança que em mim depositou e pelo apoio constante ao longo de dezassete anos de estudos e de toda a minha vida. A eles dedico este trabalho.

RESUMO

Determinaram-se as idades de 197 espadartes, *Xiphias gladius* Linnaeus 1758, a partir de três estruturas ósseas diferentes (*sagittae* esquerdos, 2º espinhos da barbatana anal e vértebras; n=155). Os exemplares amostrados eram provenientes de águas açoreanas e foram capturados de Outubro de 1992 a Agosto de 1994. Pretendia-se com o presente trabalho comparar aquelas estruturas em termos de: facilidade de amostragem e processamento; leitura e interpretação de marcas de idade e repetibilidade das estimações de idade. Tentaram-se vários métodos para a extracção e processamento dos otólitos. Por fim, contaram-se e mediram-se os anéis translúcidos observados na superfície côncava dos *antirostra* dos *sagittae* inteiros. Aplicaram-se quatro técnicas de realce dos anéis visíveis nos cones de vértebras “preliminares”. A impregnação com alizarina vermelha revelou-se a técnica mais vantajosa e foi aplicada às vértebras da 1ª posição na coluna vertebral. Cortaram-se secções de 0,5mm de espessura junto ao côndilo dos espinhos. Os anéis translúcidos foram contados e medidos sob lupa binocular com luz transmitida. Obtiveram-se relações lineares, estatisticamente significativas, entre as dimensões das peças, as “idades” estimadas e o comprimento mandíbula-furca dos indivíduos (LJFL). Em 94,4% das secções de espinhos, 45% dos otólitos e 27,8% dos corpos vertebrais, concordaram 2 dos 3 replicados das estimações de “idade”. O erro das estimações, expresso pelo Coeficiente de Variação, variou entre um máximo de 22,8% nas vértebras e mínimos de 8,9% e 7,5% nos otólitos e espinhos, respectivamente. Obteve-se uma relação complexa (1:2:3, espinhos, *sagittae* e vértebras) entre as “idades” estimadas a partir das três estruturas. O crescimento parece variar sazonalmente embora a análise de incrementos marginais não permitisse estabelecer um “modelo” de deposição de incrementos de crescimento/idade em qualquer das peças. Os LJFL retrocalculados na “idade” n , a partir dos otólitos e espinhos, não são significativamente diferentes dos observados (Teste do Sinal Ordenado de Wilcoxon, $p < 0,05$) e encontram-se dentro do intervalo de comprimentos referido na bibliografia. Apesar de não ter sido possível ajustar uma escala temporal aos padrões de deposição observados, a restante informação parece indicar a adequação das peças estudadas para a determinação de “idades”. Comparativamente, a facilidade relativa na obtenção da 2º espinho da barbatana anal, o método relativamente simples de preparação, a clarividência dos anéis e a repetibilidade (precisão) das interpretações recomendam os espinhos para estudos de idade e crescimento de espadarte.

ABSTRACT

Age was estimated from 155 hardparts (left *sagittae antirostra*, second anal fin spine sections and first anterior vertebral *centra*) collected from 197 azorean swordfish, *Xiphias gladius* Linnaeus 1758, captured since October 1992 until August 1994. The aims of this study were to compare those structures in terms of ease of collection and processing, readability and precision and to determine which is the most valuable for age determination. Secondly it was intended to provide some provisional growth data for the Northeast Atlantic Ocean swordfish. Several methods of extracting and processing the otoliths were used to prepare them for analysis. Counting and measuring translucent rings on the concave surface of the *antirostra* of whole *sagittae* was considered the best choice. Four techniques of enhancing the visibility of the vertebral cone rings were tried on "preliminary" *centra*. Red alizarin staining was found to be the best method and was applied to the 1st anterior vertebrae. Half-millimetre sections were cut near the condyle of the second anal fin spine. Translucent rings were counted and measured under a dissecting microscope with transmitted light. Parametrical and non-parametrical statistics were used for comparative and regression analysis. Statistically significant linear relationships were obtained between hardpart's growth, ring counts ("age") and lower jaw fork length (LJFL). In 94.4% of the spine sections, 45% of the otoliths and 27.8% of the vertebral *centra* the replicate "age" estimates agreed in two out of three readings. The error of "age" estimates, as expressed by the Coefficient of Variance, varied between a maximum of 22.8% in *vertebrae* and minima of 8.9% and 7.5% in otoliths and spine sections respectively. A complex 1:2:3 ratio was derived for the relationship between the "ages" estimated from spine sections, *sagittae* and vertebral *centra*. Growth varied seasonally however marginal increment analysis could not establish the time of ring formation in neither of the structures. The backcalculated LJFL at "age" n for otoliths and spines were not different from the observed lengths (Wilcoxon's Sign Ranked Test, $p < 0,05$) and lied within the lengths' spectrum mentioned in literature. Although a temporal meaning could not be established for the rings observed the remainder of the information indicates that the structures analysed may be suitable for age determination. Comparatively, the ease of collection and processing, ring readability and precision make the second anal fin spine sections the most valuable hardpart for age determination of Northeast Atlantic swordfish and should continue to be used in routine age assessment programs.

ÍNDICE

| | |
|--|----|
| I. INTRODUÇÃO | 1 |
| II. BIOLOGIA DA ESPÉCIE (GENERALIDADES)..... | 3 |
| Sinopse do espadarte..... | 3 |
| Morfologia das peças ósseas | 5 |
| a. Otólitos | 5 |
| b. Vértebras | 6 |
| c. Espinhos | 7 |
| III. MATERIAL E MÉTODOS | 8 |
| Amostragem biológica..... | 8 |
| Tratamento das estruturas | 9 |
| a. Otólitos | 9 |
| b. Vértebras | 10 |
| c. Espinhos | 13 |
| Relações morfométricas | 13 |
| Estimação de idades | 14 |
| Análise de incrementos marginais, Retrocálculo e Análises comparativas | 16 |
| Métodos indirectos | 17 |
| IV. RESULTADOS | 18 |
| Amostragem biológica e Tratamento das estruturas | 18 |
| Relações morfométricas | 20 |
| Estimação de idades | 23 |
| Análise de incrementos marginais, Retrocálculo e Análises comparativas | 31 |
| V. DISCUSSÃO..... | 34 |
| Amostragem biológica e Tratamento das estruturas | 34 |
| Relações morfométricas | 36 |
| Estimação de idades | 37 |
| Análise de incrementos marginais, Retrocálculo e Análises comparativas | 41 |
| VI. CONCLUSÕES..... | 45 |
| VII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 47 |
| ANEXOS | |

I. INTRODUÇÃO

A avaliação da idade de peixes e os estudos de crescimento são extremamente importantes, não só para o conhecimento da biologia da(s) espécie(s) em causa, mas também para avaliar as respectiva(s) população(ões) (BLACKER, 1974; BAGENAL & TESCH, 1978; LETA & KEIM, 1982), sendo, por isso, essenciais para a gestão de mananciais (CASSELMAN, 1983; HILBORN & WALTERS, 1992).

Três métodos têm sido utilizados para estimar idades e estudar o crescimento de peixes: 1) observação do crescimento de peixes de idade conhecida, em cativeiro ou por marcação-recaptura; 2) estudo das frequências de comprimentos da população/amostra; e 3) estudo da formação sazonal de incrementos nas estruturas duras de peixes, como por exemplo escamas, otólitos, espinhos e vértebras (MÉNON, 1950; LUX, 1971; BAKER & TIMMONS, 1991).

No espadarte a estimação de idades e o estudo do crescimento têm-se efectuado por análise de frequências de comprimentos da(s) população(ões) (AZEVEDO, 1990; HAIST & PORTER, 1993), análise da morfologia externa e interna de otólitos (RADTKE & HURLEY, 1983; WILSON & DEAN, 1983; MEGALOFONOU *et al.*, 1990a), análise de secções da primeira espinha da 1ª barbatana dorsal (CHALABI, 1993), análise de secções da 2ª espinha da barbatana anal (BERKELEY & HOUDE 1981, 1983; RIEHL, 1984; MEGALOFONOU *et al.*, 1990b; MOREIRA, 1991; CHALABI *et al.*, 1994), e a partir de informação proveniente de programas de marcação (RESTREPO, 1990). No entanto, os vários autores baseiam-se em pressupostos de deposição anual ainda não (totalmente) validados.

BAGENAL (1974) e BROTHERS (1983) resumem as características para que uma estrutura/peça óssea seja adequada para a estimação de idades da seguinte forma: 1) as estruturas devem ser constantes e conspícuas nos peixes; 2) o crescimento das estruturas deve ser proporcional ao crescimento do indivíduo; 3) devem observar-se incrementos/marcas de idade; 4) o número de incrementos/deposições de crescimento/idade deve aumentar com a dimensão da estrutura; e 5) os incrementos/deposições observáveis devem seguir uma escala de tempo fixa.

A validação das estimações, através de técnicas de marcação-recaptura e/ou estudos do crescimento em cativeiro (CASSELMAN, 1983), é a determinação do significado temporal de um incremento de crescimento observável em determinada peça óssea, enquanto a verificação é definida como a repetibilidade de uma interpretação numérica que pode ser independente da idade (BRENNAN & CAILLIET, 1989).

GRAHAM (1929) apresentou cinco critérios de validação de estimações de idade em peixes, que desde então têm sido aplicados, total ou parcialmente, em estudos de idade e crescimento. Os critérios referidos são: 1) acordo com o método de Petersen; 2) análise da margem da peça óssea (requer grandes amostras regularmente obtidas num ano); 3) observação das classes de idade durante vários anos; 4) experiências de marcação-recaptura; 5) experiências de crescimento em cativeiro.

CAILLIET *et al.* (1986b) organizaram um esquema, modificado de BROTHERS (1983) e de JEARLD (1983 *in* CAILLIET *et al.*, 1986b), para a categorização dos procedimentos de verificação

das estimações de idade, que se resume a: 1) avaliação estatística do crescimento; 2) avaliação directa do crescimento; 3) marcação de estruturas anatómicas relativamente ao crescimento; e 4) métodos químicos de análise do crescimento.

Os estudos de validação são extremamente morosos, pelo que entretanto, as estimações de idade devem ser comparadas entre estruturas, até como método rotineiro em estudos do crescimento (BEAMISH & McFARLANE, 1983). Assim, providencia-se uma medida da precisão (relativa) e do grau de confiança atribuível a determinada interpretação/estrutura (CASSELMAN, 1983) e permite-se, *a priori*, seleccionar que estrutura(s) amostrar e que peça(s) óssea(s) analisar regularmente num programa de amostragem (NEILSON *et al.*, 1994).

BRENNAN & CAILLIET (1991) propõem que a selecção de uma peça óssea de entre várias em comparação para estimação de idades de entre as várias em comparação se deve fazer com base nos seguintes critérios: i) “visibilidade” dos anéis e dos seus padrões; ii) percentagem de concordância ou repetibilidade das interpretações; iii) facilidade na amostragem e processamento; e iv) precisão das estimações de idade da estrutura.

As dificuldades encontradas por PRINCE *et al.* (1991) no estudo das idades de espadim azul do Atlântico (*Makaira negricans*), generalizadas por CASSELMAN (1983) para grandes pelágicos, parecem aplicar-se ao espadarte, nomeadamente a impossibilidade de reprodução artificial e conservação em cativeiro, a extensa área de distribuição que inclui diferentes regiões climáticas num mesmo ano e que resulta da grande mobilidade, as reduzidas taxas de recaptura e as reduzidas dimensões relativas dos otólitos. Um outro problema comum associado a estudos de idade e crescimento de espécies de elevado valor comercial é a relutância por parte dos pescadores e/ou vendedores em permitir a extracção das peças duras, uma vez que isso implica a mutilação da carcaça e conseqüente diminuição do valor (LEE & YEH, 1993; NEILSON *et al.*, 1994).

Com o presente trabalho pretende-se estudar, comparar e sistematizar as metodologias envolvidas na estimacão de idades e estudo do crescimento do espadarte, *Xiphias gladius* Linnaeus 1758, nos Açores, com base em três estruturas ósseas. Especificamente, pretende-se comparar os otólitos *sagittae*, a 2ª espinha da 1ª barbatana anal e a 1ª vértebra anterior, em termos de:

- facilidade de amostragem e processamento;
- leitura e interpretação de marcas de idade;
- e repetibilidade e precisão das estimacões de idade.

Paralelamente, pretende-se apresentar alguns dados preliminares relativos ao crescimento da espécie em águas açoreanas (Atlântico nordeste).

II. BIOLOGIA DA ESPÉCIE (Generalidades)

Sinopse do espadarte

O espadarte, género e espécie monotípicos, foi originalmente descrito por Linnaeus em 1758, para o *Oceano Europae*, como *Xiphias gladius* (LINNAEUS, 1758). A sinonímia, apesar de desactualizada, é relativamente vasta, encontrando-se resumida e comentada em PALKO *et al.* (1981) e NAKAMURA (1985).

A posição taxonómica do espadarte, *Xiphias gladius* Linnaeus 1758, ainda não está esclarecida, considerando alguns autores que a espécie se integra na subordem Scombridei, família Xiphiidae (GREENWOOD *et al.*, 1961 in PALKO *et al.*, 1981; TORTONESE, 1973; KLAWE, 1980; JOHNSON, 1983), enquanto outros a consideram muito diferente (POTHOFF *et al.*, 1986) e a incluem na subordem Xiphioidei, família Xiphiidae (GOSLINE, 1971; NAKAMURA, 1985).

É uma espécie pelágica (0-800m de profundidade) (TORTONESE, 1973) de grandes dimensões e com distribuição cosmopolita nos oceanos mundiais, ocorrendo dos 45°N aos 45°S em águas tropicais, subtropicais e temperadas (KLAWE, 1980; PALKO *et al.*, 1981; NAKAMURA, 1985) de temperatura superior a 13°C (BECKETT, 1974). Em meados do século passado, o espadarte ainda não era indicado para os Açores (DROUET, 1861). Na Macaronésia a espécie foi primeiramente referida para a Madeira por NORONHA & SARMENTO (1948) e para os Açores por SAMPAIO (1904).

Os indivíduos adultos desta espécie distinguem-se dos espadins e veleiros (Istiophoridae) por possuírem: as barbatanas dorsais separadas e não terem barbatanas pélvicas; apenas um par de quilhas junto à barbatana caudal; uma espada com secção achatada; e a ausência de dentes e escamas (FOWLER, 1936; BIGELOW & SCHROEDER, 1953; ROEDEL, 1953; PALKO *et al.*, 1981; NAKAMURA, 1985, 1986; HOEY *et al.*, 1990; SANCHES, 1991) (FIGURA 1).

São animais solitários que raramente se agregam em cardumes (BIGELOW & SCHROEDER, 1953). Heterossexuais, não possuem caracteres externos que distingam machos e fêmeas. A fecundação é externa e uma única fêmea pode produzir dois a cinco milhões de ovos, por um período de vários meses (HOEY *et al.*, 1990). As áreas principais de desova do espadarte (restringidas a águas quentes e tropicais com temperatura superficial de *ca.* 22-24°C. PALKO *et al.*, 1981 e BECKETT, 1974) são a plataforma continental oeste-africana (6° a 10°N) e do Golfo da Guiné (VYALOV & OVCHINNIKOV, 1980), o Golfo do México e Caraíbas (AROCHA *et al.*, 1993), os estreitos do Yucatan e da Florida (GRALL *et al.*, 1981), o Mediterrâneo ao largo da Sicília (PALKO *et al.*, 1981) e o oceano aberto, entre 10°N e 10°S, no Pacífico Este (KUME & JOSEPH, 1969) e no Atlântico (REY, 1988).

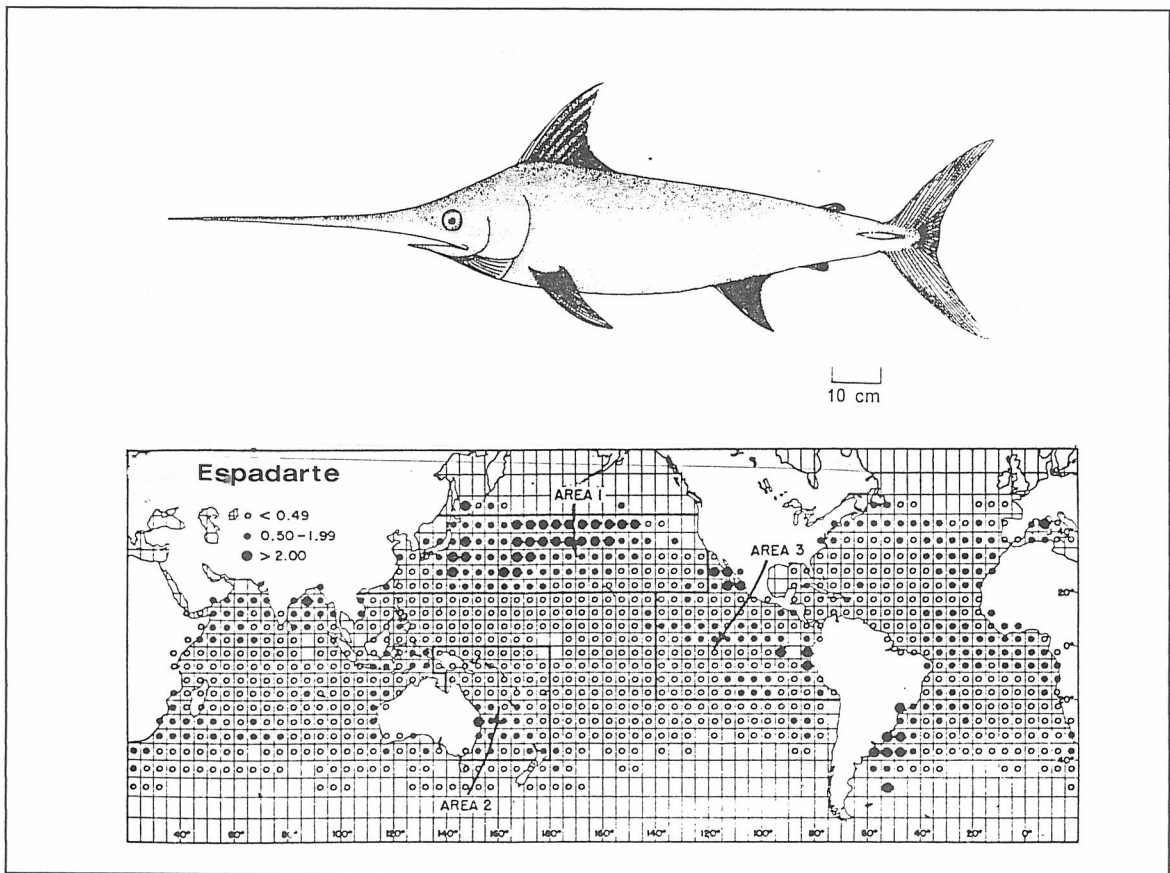


FIGURA 1 - Representação do Espadarte, *Xiphias gladius* Linnaeus 1758, e respectivo mapa de dispersão mundial, adaptados de PALKO *et al.* (1981) e MIYAKE (1990), respectivamente. Os círculos no mapa referem-se às capturas médias (nº ind. por 1000 anzóis). As áreas 1, 2 e 3 correspondem a hipotéticos mananciais de espadarte no Oceano Pacífico.

No Atlântico, a dieta alimentar do espadarte é extremamente diversificada, incluindo cefalópodes, teleósteos e crustáceos (VYALOV & OVCHINNIKOV, 1980), capturados desde a superfície até ao fundo (SCOTT & TIBBO, 1968), revelando o carácter oportunístico do comportamento alimentar da espécie (STILLWELL & KOHLER, 1985; MOREIRA, 1990; GUERRA *et al.*, 1993). A importância relativa dos cefalópodes e dos teleósteos é, ainda, tema de controvérsia, considerando alguns autores que os cefalópodes constituem a maior componente da dieta (TOLL & HESS, 1981; STILLWELL & KOHLER, 1985; GUERRA *et al.*, 1993), enquanto outros afirmam o contrário (BIGELOW & SCHROEDER, 1953; SCOTT & TIBBO, 1968; AZEVEDO, 1990; MOREIRA, 1990). As espécies de teleósteos mais referidas são a cavala (Scombridae) (BIGELOW & SCHROEDER, 1953; SCOTT & TIBBO, 1968; MOREIRA, 1990), a pescada (Merlucciidae) (BIGELOW & SCHROEDER, 1953; SCOTT & TIBBO, 1968; STILLWELL & KOHLER, 1985) e a anchova (Pomatomidae) (BIGELOW & SCHROEDER,

1953; STILLWELL & KOHLER, 1985)¹. A família Ommastrephidae, nomeadamente os géneros *Ilex*, *Histioteuthis*, *Ommastrephes* e *Onychoteuthis*, é a mais representada entre os cefalópodes (TOLL & HESS, 1981; STILLWELL & KOHLER, 1985; MOREIRA, 1990).

Actualmente, é extensa a lista de trabalhos, apresentando estimações de idade e taxas de crescimento de espadarte, que parecem variar com o método utilizado, com a localização geográfica dos exemplares considerados e com as características da amostra (RADTKE & HURLEY, 1983).

Parecem existir evidências de crescimento diferencial entre sexos, com as fêmeas a atingirem maiores dimensões (KUME & JOSEPH, 1969; BERKELEY & HOUDE, 1981, 1983; RADTKE & HURLEY, 1983; NAKAMURA, 1985; MEGALOFONOU *et al.*, 1990b; EHRHARDT, 1992), mais rapidamente (BERKELEY & HOUDE, 1981; RADTKE & HURLEY, 1983).

O espadarte eclode com *ca.* de 4,0-4,2mm de comprimento, crescendo rapidamente na fase larvar, 0,6-2,0mm/dia, até um comprimento de 500mm-600mm ao fim de um ano de vida (PALKO *et al.*, 1981). Os indivíduos adultos podem atingir um comprimento (teórico) máximo de 445cm e peso total de 540kg, com um registo singular de um exemplar com 536,2kg capturado ao largo do Chile (NAKAMURA, 1985). As taxas de crescimento dos adultos, referidas na literatura, variam entre 25cm/ano e 38cm/ano (PALKO *et al.*, 1981). Contudo, RADTKE & HURLEY (1983) calcularam taxas de crescimento substancialmente inferiores em indivíduos do Atlântico noroeste.

Morfologia das peças ósseas

A morfologia das peças ósseas de peixes teleósteos, usadas neste estudo, é temática de descrição exaustiva em BERTIN (1958a, 1958b), DEGENS *et al.* (1969), BLACKER (1974), HARDER (1975a, 1975b), DALE (1979), PANNELA (1980), CAMPANA & NEILSON (1985), CAILLIET *et al.* (1986a) e CAMPANA (1990), pelo que neste capítulo apresentaremos de forma geral e sucinta os caracteres morfológicos mais significativos dos espinhos da barbatana anal, das vértebras e dos otólitos de teleósteos, em geral, e do espadarte, em particular, uma vez que foram as peças consideradas neste trabalho.

a. Otólitos

Os otólitos dos teleósteos fazem parte do sistema labiríntico (vulgarmente designado por ouvido interno), formado por um par de estruturas, incluídas no neurocrânio (BLACKER, 1974),

¹ Os nomes vulgares usados, e respectivas designações familiares, seguem o indicado em SANCHES (1986) e disposto em SMITH & HEEMSTRA (1986).

responsáveis pelo equilíbrio e audição dos peixes (HARDER, 1975a; DALE, 1979; POPPER & COOMBS, 1979). Cada labirinto consiste de um conjunto de canais semicirculares membranosos (*pars superior*) e de três câmaras (orgãos) otolíticas, *utrículus*, *sacculus* e *lagena* (*pars inferior*) (BLACKER, 1974). Os canais estão orientados segundo três direcções perpendiculares, preenchidos de endolinfa e recobertos interiormente de cílios e *microvilli*. As câmaras otolíticas são constituídas por epitélios sensitivos, *maculae*, recobertos por uma membrana gelatinosa e incluem os três otólitos, *lapillus*, *sagitta* e *asteriscus* (HARDER, 1975a; DALE, 1979).

Os otólitos, propriamente ditos, são corpos sólidos resultantes da deposição rítmica, e circadiana (PANNELA, 1971), de cristais de carbonato de cálcio (aragonite) sobre uma matriz proteica (otolina), controlada pelo sistema endócrino (DEGENS *et al.*, 1969; CAMPANA & NEILSON, 1985). Os três pares de otólitos são morfologicamente diferentes (PANNELA, 1980) e a sua forma e tamanho é específica (FROST, 1930 *in* GOSLINE, 1971). Os otólitos de espadarte possuem uma morfologia externa característica e semelhante à descrita para os espadins e veleiros (Istiophoridae): os *sagittae* são em forma de chávena (“cup-shaped”), os *lapilli* são em forma de asa (“wing-like”) e os *asterisci* são ovais (“ovate”) (WILSON & DEAN, 1983). O *sagitta* possui um *rostrum* bem demarcado, um *sulcus acusticus* distinto e é desprovido de *collum* e *cristae*. Distinguem-se deposições/acreções/laminações concêntricas radiando desde o núcleo e observáveis em qualquer dos três otólitos (RADTKE & HURLEY, 1983).

b. Vértèbras

O esqueleto axial dos vertebrados é constituído pela notocorda e coluna vertebral, que se formam a partir do mesoblasto no embrião. As vértebras de teleósteos são: a) holospôndilas, *i.e.*, o corpo vertebral (*centrum*) e os arcos vertebrais estão em continuidade; b) monospôndilas, pois são constituídas por um único *centrum* por segmento; e c) bi-côncavas (BERTIN, 1958a). Existem dois tipos de vértebras: pré-caudais, presentes na região abdominal; e caudais, posicionadas posteriormente. As primeiras, suportam as costelas e possuem apenas arcos neurais, ou neurapófises, enquanto as segundas possuem neurapófises e arcos hemais, ou hemapófises (CAILLIET *et al.*, 1986a). No espadarte, existem 26 vértebras, raramente 27, sendo 15-16 pré-caudais e 10-11 caudais, com os arcos neurais e hemais achatados e as apófises laterais pouco desenvolvidas (PALKO *et al.*, 1981). A ossificação da coluna vertebral de espadarte inicia-se com os arcos hemais e espinhas mais anteriores (futuros *centra* 1-3), continuando em direcção à placa hipural que ossifica por último (POTHOFF *et al.*, 1986).

c. Espinhos

O esqueleto apendicular dos peixes integra os apêndices locomotores, barbatanas ou ptérgios pares e ímpares, e as estruturas de suporte associadas, como a cintura escapular por exemplo. A barbatana anal, ou proctoptérgio, constitui, juntamente com a barbatana dorsal, o apêndice natatório mais importante e conspícuo nos peixes (BERTIN, 1958b). Localizam-se no plano mediano e possuem os ptérgioforos (estruturas de suporte - endosqueleto) inseridos entre os neurapófises (barbatana dorsal) ou entre os hemapófises, *ventral processus spinosi* (barbatana anal) (HARDER, 1975a,b). O exosqueleto das barbatanas é constituído pelos raios, *lepidotrichae*, que podem ser flexíveis, segmentados e ramificados distalmente, raios moles, ou duros e não-ramificados, espinhos (BERTIN, 1958b). Internamente, os espinhos são bilobados com a região central bastante vascularizada. No espadarte adulto, as barbatanas anais são formadas por 13-14 raios na primeira barbatana anal e 3-4 na segunda (NAKAMURA, 1985).

III. MATERIAL E MÉTODOS

Amostragem biológica

Os exemplares utilizados neste trabalho são provenientes de cruzeiros experimentais de pesca com palangre de superfície derivante, realizados pelo N/I *Arquipélago* do Departamento de Oceanografia e Pescas da Universidade dos Açores no Outono-Inverno de 1993, e da pesca comercial desenvolvida por embarcações nacionais (continentais e açoreanas), de Outubro de 1992 a Agosto de 1994, em águas açoreanas.

Amostraram-se 197 indivíduos dos quais se removeram 155 estruturas ósseas, entre labirintos (n=45), 2ª barbatanas anais (n=78) e pedúnculos vertebrais (n=32). Dos espécimens amostrados apenas se determinaram os sexos de 63 indivíduos, 37 fêmes e 26 machos.

Durante a amostragem biológica obtiveram-se dos exemplares medidas lineares e ponderais, de entre as padronizadas e descritas em RIVAS (1975) e MIYAKE (1990), e extraíram-se, sempre que possível, as estruturas ósseas a analisar posteriormente. Assim, mediram-se, com craveira e ao centímetro inferior, os comprimentos da maxila inferior à furca, LJFL, da inserção anterior da barbatana peitoral à furca, PFL, da inserção da peitoral à inserção anterior da 2ª dorsal, PDL, da inserção posterior da órbita à furca, EFL, da inserção anterior da 1ª dorsal à furca, LD1, e da inserção posterior do opérculo à inserção posterior da quilha caudal, CL. Pesaram-se ao 0,1g inferior os indivíduos inteiros, RWT, eviscerados, GWT, e em carcaça, DWT, consoante a possibilidade de manipulação permitida. Determinou-se o sexo dos indivíduos por análise macroscópica das gónadas como propõe MIYAKE (1990). Toda esta informação foi incluída em folhas de amostragem apropriadas (ANEXO I).

A cada exemplar foi atribuída uma referência de amostragem que consistiu da designação internacional da espécie (SWO), adoptada pela CICTA-ICCAT² (MIYAKE, 1990), seguida do número de ordem e da data de amostragem (SWO ① 29-08-94, por exemplo). Neste trabalho, as relações foram estabelecidas com o LJFL, uma vez que é a medida de uso generalizado (RIVAS, 1975) e porque não é propósito deste trabalho o estudo das relações morfométricas. Amostrou-se o labirinto (e respectivos otólitos), a primeira barbatana anal e vértebra(s) da 1ª-10ª posição vertebral de cada um dos exemplares. O número reduzido de exemplares em que foi possível determinar o sexo inviabilizou a diferenciação das relações que se pretendiam por sexo.

² CICTA-ICCAT são os acrónimos de Comissão Internacional para a Conservação dos Tunídeos do Atlântico (em português)-International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas (em inglês).

Tratamento das estruturas

a. Otólitos.

Removeram-se os labirintos (câmaras otolíticas e parte dos canais semicirculares), do neurocrânio dos exemplares (n=45), serrando transversalmente a cabeça, cerca de 4-5cm atrás das órbitas oculares e expondo as cápsulas óticas. Os primeiros 29 estavam conservados, secos, em tubos plásticos etiquetados. Os restantes 16 foram conservados em etanol a 96%, devidamente catalogados.

Os primeiros conjuntos (n=29), foram humedecidos em etanol a 96% e deles se extraíram os otólitos (*sagittae*, *lapilus* e *asteriscus*), manipulando-os sob lupa binocular e com luz reflectida, sobre fundo negro. Limpam-se as peças em etanol a 96%, e secaram-se ao ar, em tubos de vidro (Técnica A). Noutros sete labirintos foram extraídos os otólitos que foram então lavados em lixívia fraca (hipoclorito de sódio 5-6%) durante 1h., em xilol durante 10-15min. e em etanol a 96% por 1h. (WILSON & DEAN, 1983; PRINCE *et al.*, 1986) (Técnica B). Os restantes labirintos (n=9) foram imersos em lixívia fraca por 9-12h. e deles se extraíram os otólitos, que posteriormente se lavaram em xilol, durante 12h.-24h., e em etanol a 96% por 24h. (Técnica C). Por fim, e em qualquer dos casos, secaram-se as peças ao ar durante 24h. e em estufa (a 60°C) por mais 24h., e conservaram-se em frascos de vidro devidamente catalogados.

As “secções” dos *sagittae* e dos *lapili* foram obtidas por desbaste de uma, ou ambas, as faces, com lixa de água grossa (30µm) e fina (1µm) quando montados com resina PROTEXX® em lâminas de vidro, de modo semelhante ao usado no tratamento de estatólitos de loliginídeos (JEREB *et al.*, 1991; GUERRA *et al.*, n. publ.). Para isso, montaram-se os *sagittae* (n=4) e os *lapili* (n=9) com a superfície côncava sobre uma gota de resina, recobrimo-se o conjunto com outra gota e secando-se em estufa (60°C) durante 2h.. As montagens foram, então, lixadas e polidas, com movimentos circulares, sobre as lixas mergulhadas em caixas de Petri com água destilada.

Os otólitos *sagittae* e *lapili*, inteiros ou em secção, e os *asterisci* foram observados em microscópio óptico (LEITZ® Dialux 20) e/ou lupa binocular (NIKON® SMZ-2T), sob luz transmitida (secções) ou reflectida (otólitos inteiros), e foram medidos com ocular micrométrica e/ou através de um sistema informático de tratamento de imagem (MacPERCEPTICS®). Antes da leitura, os *sagittae* inteiros foram montados sobre um pedaço de plasticina (como propõem LETA & KEIM, 1982) de forma a dispôr a face interna dos *antirostra* ou latero-ventral dos *rostra* paralelamente ao plano de focagem. Contaram-se os incrementos de crescimento, que surgem como

acrecções deposicionais oblíquas na superfície latero-ventral do *rostrum* dos *sagittae*³ e/ou como anéis translúcidos na superfície do *antirostrum*. Mediram-se: o maior comprimento (AL), o comprimento do *rostrum* (ARL) e a maior largura (AW) dos *asterisci*; a maior largura (LW) e altura (LH) dos *lapili*; o raio do *antirostrum* - do núcleo à margem, (ORA) - dos *sagittae* (FIGURA 2); e os raios dos anéis/incrementos observáveis (On) (ao 0,01mm) em cada otólito, medidos do núcleo à margem distal de cada anel/incremento.

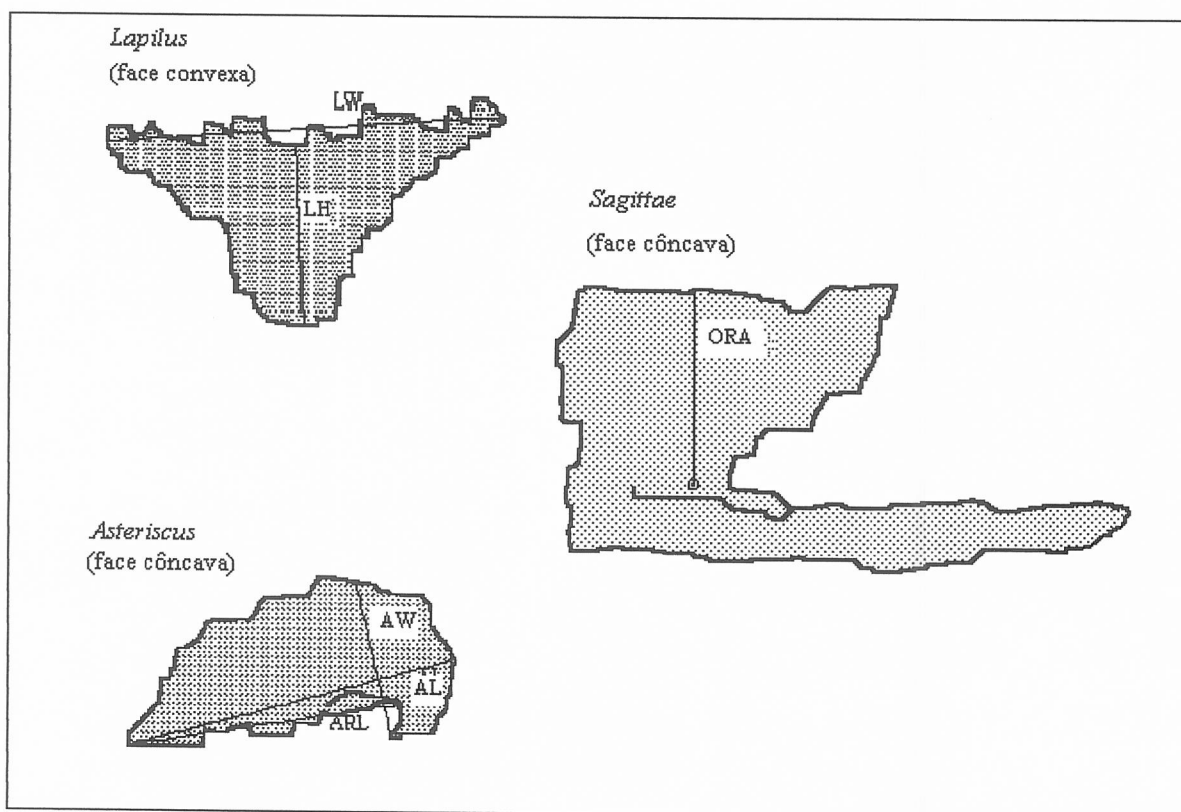


FIGURA 2 - Representação esquemática da forma dos otólitos de espadarte (sem escala). Indicam-se as medidas lineares obtidas em cada um (*vide* texto para explicação mais pormenorizada).

b. Vértébras.

Amostraram-se 32 pedúnculos vértebrais do primeiro terço da coluna vertebral (anteriores à 10^a posição) por corte transversal, e posterior, do crânio e junto à inserção anterior da 1^a dorsal. Apenas em 7 dos exemplares foi possível extrair outra(s) vértebra(s) para além da primeira, adiante designadas como “preliminares”, num total de 18 vértebras. No local, limpavam-se a(s) vértebra(s) do excesso de tecido e embalaram-se em sacos plásticos etiquetados, que posteriormente foram congelados (por um período não superior a um ano).

³ Como observado em rostra de *Isthiophorus platipterus* (PRINCE *et al.*, 1986) e de *X. gladius* (RADTKE & HURLEY, 1983; WILSON & DEAN, 1983; MEGALOFONOU *et al.*, 1990a).

Sobre as vértebras “preliminares”, aplicaram-se quatro técnicas de realce dos incrementos de crescimento observáveis no *centrum*: exame directo sem coloração (n=2); "desidratação e parafinação" (DAIBER, 1960) (n=3); tratamento com nitrato de prata (STEVENS, 1975) (n=4); e impregnação com alizarina vermelha (BERRY, 1978) (n=9).

A primeira técnica tentada incluiu a fixação de uma das vértebras em formol a 10% e a secagem de uma outra. Com luz reflectida e sobre fundo negro, os anéis surgem como deposições opacas (brancas) e translúcidas (mais escuras).

DAIBER (1960) descreveu o seguinte procedimento para *Raja* spp.: i) fixação das secções em formol a 10% durante 16h.; ii) desidratação em isopropanol a 95%, durante 4h., e em álcool absoluto, durante 24h.; iii) limpeza em xilol, por dois períodos consecutivos de 16h. e 12h., com lavagem intermédia; iv) inclusão em parafina líquida (em estufa 60°C) durante 24h.; v) e limpeza final com xilol, por 2-4h.. Na leitura sob lupa binocular e com luz transmitida, os anéis opacos brancos alternam com os anéis translúcidos acizentados.

O tratamento com nitrato de prata, aplicado por STEVENS (1975) a *Prionace glauca* (Charcharinidae), incluiu a imersão prévia dos corpos vertebrais em hipoclorito de sódio a 5% durante 1h., lavagem em água destilada, durante 5min., e secagem em estufa a 60°C. Posteriormente, impregnaram-se com nitrato de prata (AgNO₃) a 1% e sob luz UV⁴, durante o tempo necessário. Lavaram-se as vértebras em água destilada e fixou-se a coloração com tiosulfato de sódio a 5%, durante 2min.. Procedeu-se, então, a nova lavagem, limpeza com xilol e conservação em etanol a 70%. Efectuou-se a leitura sob lupa binocular com luz reflectida. Contaram-se como *annuli* os anéis opacos negros, seguidos de anéis translúcidos amarelados.

Por fim, a técnica apresentada em BERRY (1978) para *Thunnus thynnus* (Scombridae) sofreu, neste trabalho, algumas alterações, nomeadamente nas fases iii), iv) e v). Assim: i) descongelaram-se as amostras e removeram-se os tecidos envolventes; ii) separaram-se os *centra* (corpos vertebrais) pelo tecido conectivo e retirou-se a gelatina que protege o interior dos cones, sem os expôr ao ar, humidade, água ou recongelamento por mais de um par de horas antes da impregnação; iii) serraram-se os corpos pelo eixo dorso-ventral (LABELLE *et al.*, 1993)⁵ (FIGURA 3); iv) coraram-se, imediatamente, o(s) cone(s) com uma solução composta por 84% de hidróxido de potássio (KOH a 15%), 8% de glicerina e 8% de alizarina (solução stock, 1mg/ml), por um período máximo de 7,5h., geralmente 6h.⁶; v) lavaram-se em água corrente⁷; vi) e conservaram-se em 45%

⁴ Neste trabalho uma lâmpada UV de 254nm.

⁵ Segundo BERRY (1978) os corpos vertebrais são corados inteiros.

⁶ No original esta solução é indicada para indivíduos grandes, *i.e.*, >180kg, com tempos de impregnação de 6-12h.

isopropanol a 50%, 45% àgua destilada e 10% de glicerina (até um ano). A leitura decorreu sob lupa binocular, com luz reflectida e ampliação adequada, com os cones secos, ou humedecidos com o conservante consoante a qualidade conseguida. De entre o conjunto de características consideradas em BERRY (1978), observaram-se, contaram-se e mediram-se os anéis corados, separados por anéis não-corados, as únicas distinguíveis nas faces dos cones presentes em todos os corpos vertebrais analisados.

A técnica escolhida (a de BERRY, 1978 modificada, *cf.* RESULTADOS e DISCUSSÃO) foi, então, aplicada às vértebras da 1ª posição da coluna vertebral, a seguir designadas por “definitivas”. Observaram-se e mediram-se os raios dos anéis (Vn) e do cone vertebral (VR), sob lupa binocular (WILD M7A) com ocular micrométrica e sob luz transmitida, desde o foco - definido como o ponto de convergência das arestas de corte dos cones vertebrais -, até à margem distal de cada par de anéis corados/não-corados (Vn) e até à margem periférica do cone (VR), segundo dois percursos diferentes (RL e RAV, FIGURA 3).

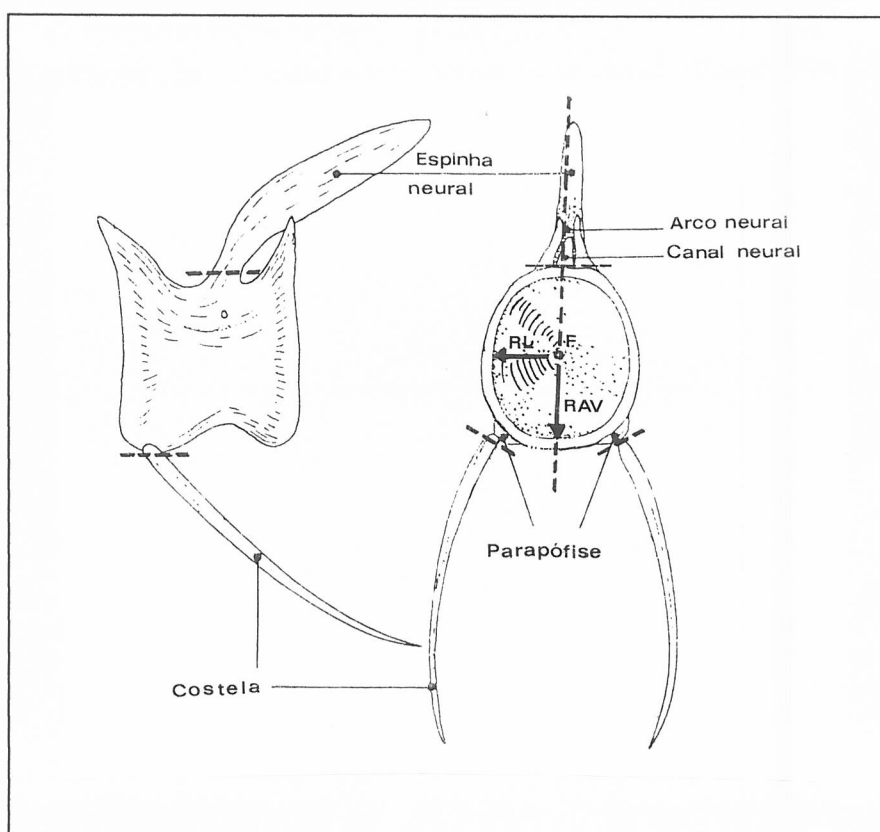


FIGURA 3 - Ilustração esquemática de uma vértebra pré-caudal de espadarte indicando-se os percursos de medição (RL e RAV), medidos do foco (F) à margem do *centrum*, e a direcção de corte (linha tracejada). Adaptado de NAKAMURA, 1985.

⁷ Em BERRY (1978) propõe-se lavar em mudas de água durante 1-4 dias, o que quando tentado neste trabalho conduziu invariavelmente à hidratação excessiva dos tecidos conectivos da periferia do cone vertebral.

c. Espinhos.

Durante a amostragem biológica dos exemplares, recolheu-se, sempre que possível, a primeira barbatana anal (n=78) por corte horizontal junto à base da barbatana, que armazenada em sacos plásticos devidamente etiquetados foi, posteriormente, congelada. Separaram-se as espinhas manualmente com uma faca, depois de mergulhar as barbatanas, durante 5min., em água fervente. Limpam-se, então, as espinhas com etanol a 96%, secaram-se e conservaram-se em sacos plásticos a seco. Mediram-se os comprimentos linear (CL) e curvo (CC) de cada espinha, do côndilo à ponta (ao 1mm) e a largura do côndilo (LC) (ao 0,1mm).

Um par de secções por cada espinha, com cerca de 0,5-1,0mm de espessura, foram obtidas por corte (com serra de disco-de-diamante de baixa velocidade ISOMET®) junto ao côndilo e a metade do comprimento da espinha (FIGURA 4). Após o corte, as secções foram imersas em etanol a 96% durante alguns minutos, secas e conservadas em pequenos envelopes de papel etiquetados com a ref^a de amostragem.

Analísaram-se as secções obtidas junto ao côndilo através de um sistema informático de tratamento de imagem (MacPERCEPTICS®) acoplado a uma lupa binocular (NIKON® SMZ-2T) com luz transmitida e devidamente calibrado para a ampliação usada. Mediram-se os raios das secções (ER) e os raios dos anéis (En) (ao 0,01mm). Os raios foram medidos, no maior lobo, desde o ponto de convergência das estrias radiais do tecido ósseo, *focus*, até à margem distal de cada anel translúcido (claro) visível (En) e até à margem exterior do lobo (ER) (HEDGEPEETH & JOLLEY Jr., 1983; JOHNSON, 1983; RIEHL, 1984; PRINCE *et al.*, 1986; EHRHARDT, 1994), segundo um percurso perpendicular ao eixo da espinha. Consideraram-se como presumíveis *annuli* os conjuntos formados por um anel semicircular opaco e largo seguido de outro translúcido e fino, discerníveis em toda a largura do lobo da secção (BERKELEY & HOUDE, 1983; EHRHARDT, 1994) (FIGURA 4). Os anéis incompletos, *i.e.*, que não abrangem toda a largura da secção, não foram considerados. Também os anéis duplos, ou múltiplos, muito próximos foram considerados como o mesmo *annulus* e medidos até à margem distal do anel mais exterior (EHRHARDT, 1994)

Relações morfométricas

Estudaram-se as relações funcionais entre a morfometria dos espinhos e dos otólitos (nomeadamente *lapili* e *asterisci*) e o comprimento mandíbula-furca dos exemplares (LJFL), segundo os protocolos estatístico-matemáticos adequados (SOKAL & ROHLF, 1981).

Nas vértebras, compararam-se as diferenças entre medidas efectuadas segundo os dois percursos de leitura, RL e RAV, através de uma ANOVA a duas entradas, com $\alpha=0,05$ (SOKAL & ROHLF, 1981).

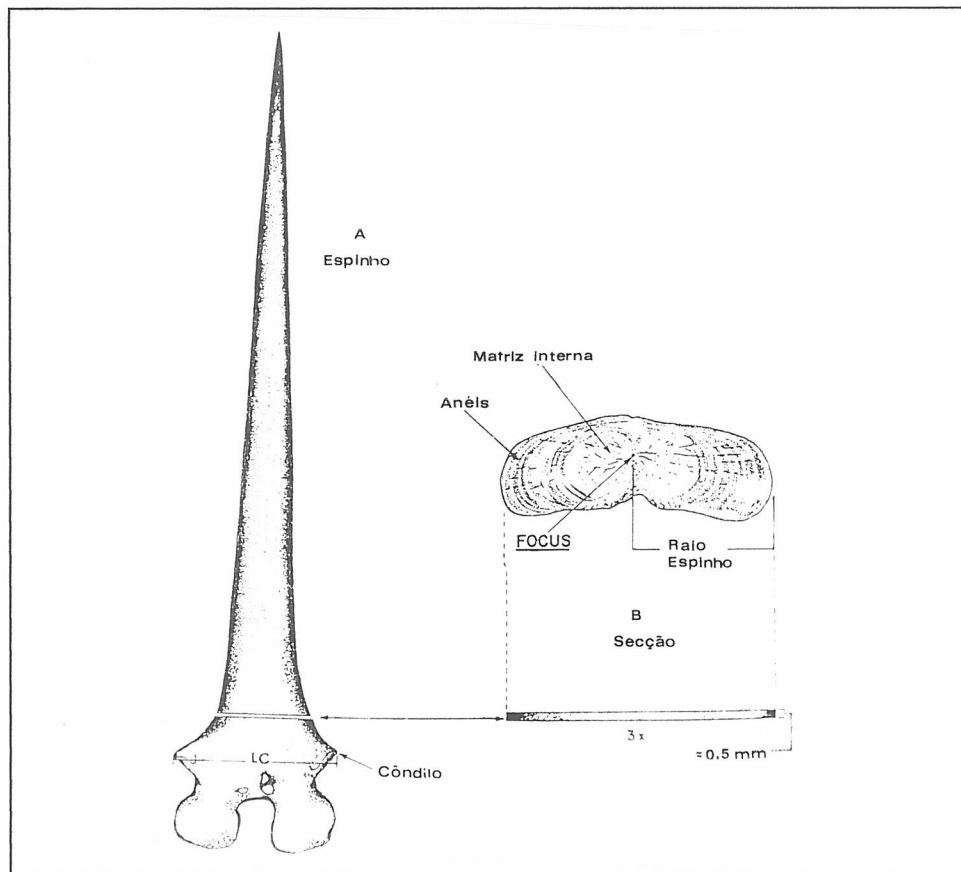


FIGURA 4 - Representação esquemática de um espinho de espadarte (A) e das secções cortadas (B). Indicam-se as formações mais significativas e as medidas obtidas (LC - largura do côndilo e Raio do espinho). Adaptado de PRINCE *et al.* (1984)

Estudou-se a relação entre os raios dos *antirostra* dos *sagittae* esquerdos, das secções das espinhas e dos cones posteriores de vértebras “definitivas” (OL, ER e VR, respectivamente) e o comprimento da mandíbula à furca (LJFL) pelos métodos propostos em RICKER (1973), SOKAL & ROHLF (1981) e MURTEIRA (1993) (*cf.* ANEXO II).

Estimação de idades

Em virtude do seu número e da presença regular de presumíveis marcas de idade que se podiam contar e medir, os cones posteriores completos de vértebras “definitivas” e os *antirostra* de *sagittae* esquerdos, juntamente com as secções de espinhos, passaram a constituir o material-base para o estudo das “idades” em espadarte e a informação de referência para as análises comparativas pretendidas.

Cada estrutura foi contada e medida três vezes pelo autor, em três momentos diferentes e separadas de, pelo menos, quinze dias de intervalo; e uma vez por um outro leitor. Antes de cada leitura, as estruturas foram baralhadas e desconheciam-se outras informações além da referência de amostragem.

Estudou-se a precisão, repetibilidade e concordância das determinações entre leituras replicadas segundo os procedimentos matemáticos propostos por CHANG (1982), designadamente o Coeficiente de Variância (CV) e o Erro Médio, que se baseiam na análise da variância entre cada leitura e a média. A variância constitui um melhor estimador do erro do que a diferença absoluta entre replicados (CHANG, 1982). Para efeitos de comparação com outros estudos calculou-se o Erro Percentual Médio por estrutura, APE, descrito por BEAMISH & FOURNIER (1981) (cf. ANEXO III).

Em vértebras e *sagittae*, a reduzida/nula concordância entre replicados “obrigou” à utilização da média como estimador da “idade” dos exemplares, excepto nos casos em que existia concordância de pelo menos dois dos três replicados.

Durante as leituras, atribuiu-se a cada peça uma classificação de qualidade da leitura, Q, que considera, por um lado, a condição da(s) peça(s) (c, de “muito incompleta” a “completa”) e, por outro, o nível de confiança da leitura (l, de “ilegível” a “aceitável/bom”) (TABELA 1). Da soma dos caracteres de avaliação se obteve uma classificação final composta ($Q=l+c$) para cada par indivíduo-estrutura. Quanto maior Q, maior a “confiança na leitura” e/ou “qualidade do conjunto” de peças usado.

TABELA 1 - Classificação da qualidade de leitura atribuída a cada par indivíduo-estrutura.

| Designação | Classificação | Casos-tipo considerados |
|-----------------------|---------------|---|
| Completa | 2 | · Todos as três secções de espinhas, todos os otólitos ou ambos os cones. |
| Incompleta | 1 | · Falta uma das secções de espinhas, metade dos otólitos ou um dos cones vertebrais. |
| Muito incompleta | 0 | · Apenas um lobo das secções, faltam mais de 1/3 dos otólitos e qualquer dos cones vertebrais. |
| Leitura aceitável/bom | 2 | · Fácil leitura. |
| Leitura difícil | 1 | · Espinha porosa, escurecida e/ou mal cortada; Sagitta/Lapili/ <i>Asterisci</i> partido(s); Vértebra mal corada e/ou mal cortada. |
| Ilegível | 0 | · Peças sem deposição, ou demasiado deterioradas. |

As diferenças entre as “idades” atribuídas por dois leitores, A e B, foram estudadas através do teste paramétrico de *t*-Student para amostras emparelhadas, com $H_0: A=B$ e $\alpha=0,05$ (SOKAL & ROHLF, 1981). Em virtude do reduzido número de exemplares analisados em alguns casos e do

desconhecimento da distribuição subjacente, tornou-se imperativa a utilização da estatística não-paramétrica na comparação de das “idades” atribuídas pelas várias peças ósseas.

Assim, analisaram-se estatisticamente as diferenças entre o número de anéis contados em vértebras da 1ª posição na coluna vertebral e de outras posições, num mesmo indivíduo, pelo Teste do Sinal Ordenado de Wilcoxon ($H_0: P(+)\leq P(-)$, com $\alpha=0,05$) como descrito por CONOVER (1980). O número de anéis contados nos vários otólitos do mesmo exemplar, foram, também, comparados através do Teste do Sinal Ordenado de Wilcoxon ($H_0: P(+)=P(-)$, com $\alpha=0,05$).

As “idades” atribuídas em *antirostra* de *sagittae*, cones posteriores de vértebras e secções de espinhos foram relacionadas entre si graficamente e segundo os protocolos estatísticos de regressão linear definidos em SOKAL & ROHLF (1981). Os declives e ordenadas na origem foram comparadas com valores teóricos pelo teste de hipótese de *t*-Student (DIXON & MASEY Jr., 1966). Usaram-se nestas análises estatísticas os dados relativos aos exemplares fêmeas uma vez que constituem a maioria dos casos (entre 60% e 77%). As “idades” foram, também, relacionadas com o comprimento mandíbula-furca (LJFL) pelo ajuste de rectas resistentes (MURTEIRA, 1993) em virtude da dispersão observada nos dados, que incluem pontos que não se conformam com o padrão dominante.

Análise de incrementos marginais, Retrocálculo e Análises comparativas.

Em cada estrutura analisou-se a taxa de incremento marginal (RIM), definida por HAYASHI (1976) como $RIM = \frac{R_t - r_n}{r_n - r_{n-1}}$, em que R_t é o raio da estrutura, r_n é o raio do último anel/incremento e r_{n-1} é o raio do anel/incremento anterior, e já aplicada ao espadarte (espinhos) por PRINCE *et al.* (1988). É necessária a existência de, pelo menos, um anel/incremento na estrutura em questão. As RIM's foram agrupadas por mês e organizadas num ano-tipo, em virtude da exiguidade de material. Ao valor mínimo da razão de incremento marginal mensal está associada o início da formação de um anel opaco de crescimento rápido (WILSON & DEAN, 1983).

Determinou-se, por retrocálculo, o comprimento na “idade” n , pelo método linear de Fraser-Lee (BAGENAL & TESCH, 1978; CARLANDER, 1981; FRANCIS, 1990), aplicado ao espadarte por BERKELEY & HOUDE (1983) e MEGALOFONOU *et al.* (1990b): $L_n - c = \frac{Sn}{S} * (L - c)$, em que L_n é o LJFL à “idade” n , c é a intersecção no eixo dos YY da linha de regressão de LJFL-OL/ER/VR, Sn é a distância do *focus* ao incremento n , S é o raio da peça óssea em questão e L é o LJFL do exemplar à captura. Utilizaram-se os parâmetros estimados pela Regressão Modelo Geométrico (GMR) para retrocalcular os comprimentos à “idade” n para todas as peças.

Compararam-se os comprimentos retrocalculados com os medidos na prática, em cada estrutura e para cada “idade”, através do Teste do Sinal Ordenado de Wilcoxon para amostras emparelhadas. Os comprimentos retrocalculados médios foram comparados entre estruturas, duas a duas, pelo Teste do Sinal Ordenado de Wilcoxon, com nível de significância $\alpha=0,5$.

Métodos indirectos

Aplicaram-se ao conjunto de dados de comprimentos obtidos, métodos de análise modal de frequências de comprimentos da amostra (BHATTACHARYA, 1967 *in* SPARRE & VENEMA, 1992) através do programa informático “LFSA-FAO” (SPARRE, 1988), de maneira a distinguirem-se as modas, e correspondentes coortes, no espectro de comprimentos amostrados.

IV. RESULTADOS

Amostragem biológica e Tratamento das estruturas

De Outubro de 1992 a Agosto de 1994 foi possível amostrar exemplares com comprimentos mandíbula-furca (LJFL) compreendidos entre 74cm e 240cm, dos quais se removeram labirintos, 2ª barbatanas anais e pedúnculos vertebrais. A proporção fêmeas-machos da amostra foi 1,42:1.

Os 19 conjuntos de otólitos analisados incluíam, apenas, 16 (35,6%) *sagittae* esquerdos, 8 (17,8%) *sagittae* direitos, 20 (22,2%) *lapili* e 9 (10%) *asterisci*. Três (3,9%) das barbatanas amostradas ficaram inutilizadas durante a amostragem, e das restantes, apenas em quatro (5,1%) as secções dos espinhos se apresentaram ilegíveis. Das 27 vértebras “definitivas” tratadas, seis ficaram inutilizadas após corte longitudinal e das restantes 21, em dezoito foi possível ler o cone posterior completo e apenas em seis ambos os meios-cones anteriores puderam ser contados e medidos. Só três (9,4%) *centra* apresentavam ambos os cones. A TABELA 2 resume os dados referentes às estruturas/peças ósseas amostradas e efectivamente utilizadas.

TABELA 2 - Resenha do material biológico amostrado e efectivamente analisado. Entre parêntesis apresentam-se as percentagens relativas à totalidade das estruturas amostradas.

| <i>Estruturas</i> | <i>Otolitos</i> | <i>Espinhos</i> | <i>Vértebras</i> |
|-------------------|-----------------|-----------------|------------------|
| Amostradas | 45 | 78 | 32 |
| Excluídas | | 3 (3,9%) | 5 (15,6%) |
| Tratadas | 45 (100%) | 75 (96,1%) | 27 (84,4%) |
| Inutilizadas | 26 (57,8%) | | 6 (18,8%) |
| Ilegíveis | | 4 (5,1%) | |
| Lidas | 19 (42,2%) | 71 (91%) | 21 (65,6%) |

A qualidade média das peças consideradas na estimação de “idades”, em termos de “condição da(s) peça(s)” e “nível confiança da leitura”, Q, variou entre $Q_{em}=3,3 \pm 1,21$ nos espinhos e $Q_{om}=2,3 \pm 0,71$ nos *sagittae* inteiros.

Nos restantes casos, a qualidade obtida foi maior com a última técnica tentada nos labirintos ($Q_{om}=1,9$), com o “seccionamento” dos *lapili* ($Q_{om}=2,6 \pm 1,13$) (vide TABELA 3) e com o procedimento de BERRY (1978) modificado⁸, nas vértebras “preliminares” ($Q_{vm}=2,9 \pm 0,64$) (TABELA 4).

⁸ Como apresentado neste trabalho (cf. METODOLOGIA).

TABELA 3 - Qualidade média das peças, Q_m , após tratamentos ("Método", cf. METODOLOGIA) e respectivos desvios-padrão ($\pm d.p.$) e/ou intervalo de valores (i-ii). Nas peças "seccionadas" a qualidade refere-se à "integridade final da peça" e à "confiança na leitura".

| <i>Estrutura/ Peça Óssea</i> | <i>"Método"</i> | <i>N</i> | <i>Q_m ($\pm d.p.$)</i> |
|------------------------------|-----------------|----------|--|
| Labirintos | A | 29 | 0,1 (0,0-0,21) |
| | B | 7 | 1,4 (0,43-2,0) |
| | C | 9 | 1,9 (1,44-3,0) |
| <i>Sagittae</i> | "Seccion." | 4 | 1,0 ($\pm 1,16$) |
| <i>Lapili</i> | "Seccion." | 9 | 2,6 ($\pm 1,13$) |
| <i>Sagittae</i> | Inteiros | 11 | 2,3 ($\pm 0,71$) |
| Espinhas | Seccion. | 67 | 3,3 ($\pm 1,21$) |
| Vértebras "definitivas" | Meios-corpos | 18 | 2,9 ($\pm 0,64$) |

Dos labirintos tratados segundo a técnica A apenas em cinco (17,8%) foram recuperados otólitos. A maioria (66,7%) dos *sagittae* inteiros apresentava os *rostra* quebrados, impossibilitando a medição e contagem das acreções. Apenas uma minoria (<25%) dos pares de *lapili* e *asterisci* se encontrava completo e nenhum dos *sagittae* "seccionados" se encontrava inteiro após o procedimento. Pelo contrário, 8 dos 9 *lapili* seccionados não se desintegraram durante o desbaste e polimento.

TABELA 4 - Qualidade média dos corpos vertebrais, Q_{vm} (\pm desvio-padrão), após sofreram os métodos/tratamentos experimentados neste trabalho. *N* - número de *centra* "preliminares" utilizados.

| <i>Método/Tratamento</i> | <i>N</i> | <i>Q_{vm} ($\pm d.p.$)</i> | <i>Observações</i> |
|--------------------------|----------|---|---|
| Formalização/Secagem | 2 | 2,0 ($\pm 0,00$) | Muito difíceis de medir. |
| DAIBER (1960) | 3 | 1,0 ($\pm 0,00$) | Ilegíveis (contagem e medição); procedimento deveras moroso. |
| STEVENS (1975) | 4 | 1,8 ($\pm 0,50$) | Alguns em condições; outros de leitura difícil. |
| BERRY (1978) | 6 | 2,7 ($\pm 0,52$) | Boa impregnação mas muito difícil medição dos corpos inteiros |
| BERRY (1978) modificado | 5 | 3,2 ($\pm 0,45$) | Maioria em condições e legíveis. |

Nos corpos vertebrais limpos e formalizados observaram-se acreções e depressões, indistinguíveis e não-mensuráveis sob lupa binocular. A técnica histológica revelou-se extremamente morosa, *ca.* 3 dias. O nitrato de prata não corou uniformemente os cones vertebrais e, em alguns casos, a diferenciação entre bandas claras e escuras foi extremamente difícil. A alizarina vermelha

corou os anéis opacos sem, contudo, demarcar qualquer tipo de acreções ou outras características referidas por BERRY (1978). Após o tratamento dos corpos vertebrais “preliminares” segundo as várias metodologias descritas e tendo em consideração a qualidade final obtida ($Q_v=3,2$), o procedimento proposto por BERRY (1978) e modificado no presente trabalho (cf. METODOLOGIA), revelou-se o mais adequado e foi aplicado às vértebras “definitivas”.

Relações morfométricas

Os otólitos de espadarte são de dimensões reduzidas. Os *asterisci* recuperados dos labirintos não excederam 1,81mm de comprimento (AL), 1,38mm de comprimento rostral (ARL) e 1,06mm de largura (AW), em exemplares com 139cm-215cm de LJFL. Quanto aos *lapili*, a largura (LW) variou entre 1,09mm e 1,91mm e a altura (LH) entre 0,68mm e 1,17mm, em peixes com 90cm-190cm de LJFL. Os comprimentos linear (CLC) e curvo (CCC) dos espinhos variaram entre 4,5-25cm e entre 4,3-22,7cm, respectivamente, enquanto a largura do côndilo (LC) variou entre 6mm e 31,7mm, para indivíduos com 74-217cm de LJFL.

As relações entre a morfometria dos espinhos e dos otólitos (*lapili* e *asterisci*) (FIGURA 5 e FIGURA 6) e LJFL revelaram-se em parte não-significativas, excepto as relações lineares entre a largura do côndilo (LC) e LJFL ($r^2=0,682$ com $p\approx 0,000$) a altura dos *lapili* (LH) e LJFL ($r^2=0,641$ com $p=0,002$) e entre os comprimentos linear (CLC) e curvo (CCC) dos espinhos e LJFL dos exemplares ($r^2=0,101$ com $p=0,043$ e $r^2=0,145$ com $p=0,001$, respectivamente) (QUADRO 1, anexo).

As diferenças entre os dois percursos de medição dos meios-cones vertebrais, RL e RAV, não são significativas (ANOVA a duas entradas, $F=8,894$ com $p=5,3*10^{-5}$), pelo que neste trabalho, e em virtude de as medições completas do raio do cone vertebral (VR) segundo RF serem bastante mais numerosas, se utilizam as medidas efectuadas segundo este percurso.

As relações entre as dimensões das peças (raios de *antirostra* de *sagittae* esquerdos, ORA(E) (mm), raios de cones posteriores de vértebras, VR (mm), e raios de secções de espinhos, ER(mm)) e o comprimento dos exemplares (LJFL, cm) revelaram-se lineares, apresentando-se os resultados no QUADRO 2 (anexo). Os dados originais encontram-se representados na FIGURA 7 juntamente com as rectas das relações obtidas. Em todas as peças existiu correlação positiva e significativa entre aquelas dimensões das peças e o comprimento dos indivíduos. O coeficiente de correlação, r^2 , obtido variou entre 0,717 ($p=0,001$) nos *sagittae*, 0,832 ($p\approx 0,000$) nas vértebras e 0,761 ($p\approx 0,000$) nos espinhos. Os valores de intersecção no eixo dos YY e do declive variaram bastante entre métodos/modelos e entre peças.

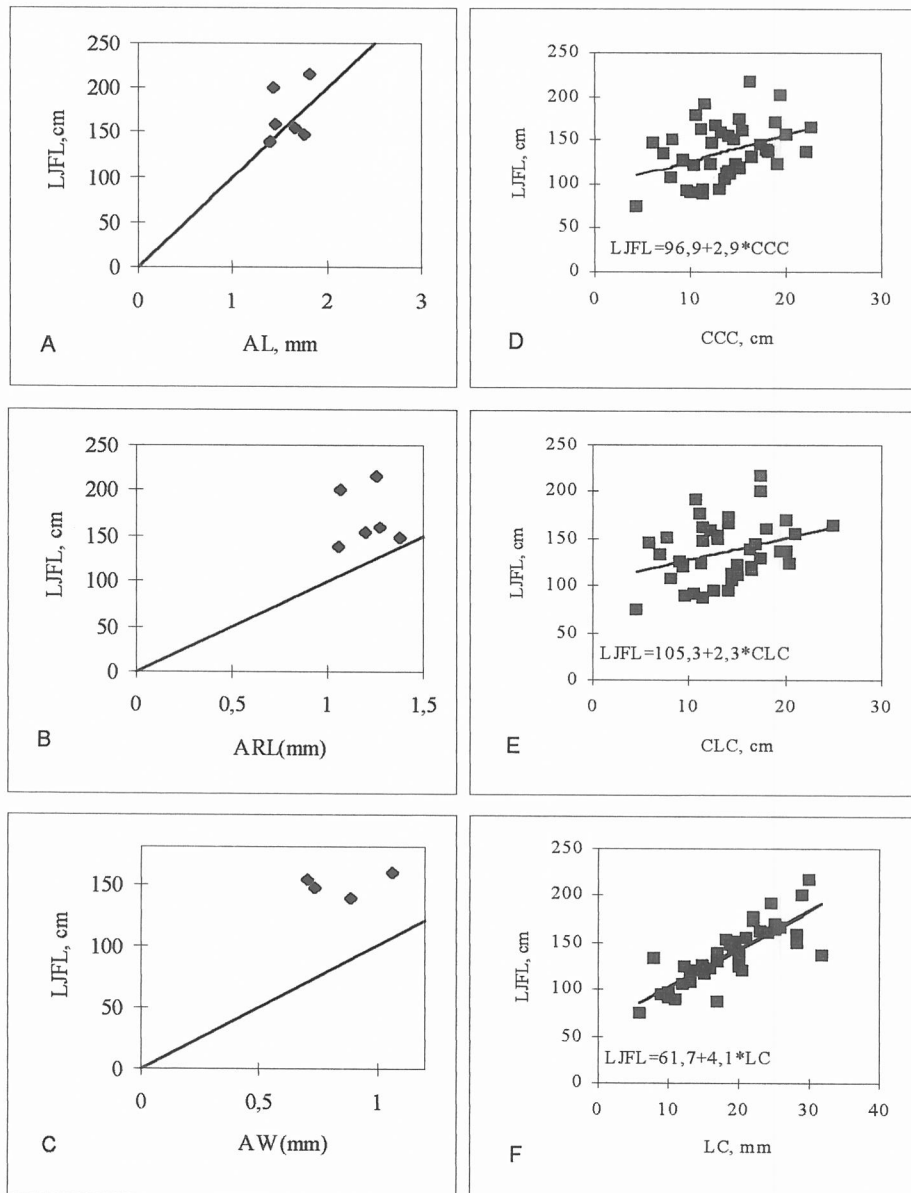


FIGURA 5 - Diagramas de dispersão do comprimento dos exemplares (LJFL) em relação às medidas efectuadas em *asterisci* (AL, ARL e AW) (A-C) e em espinhos (CCC, CLC e LC) (D-F). Desenham-se, também, as bissetrizes (de declive igual a 1) nos diagramas A-C e as rectas ajustadas nos diagramas D-F.

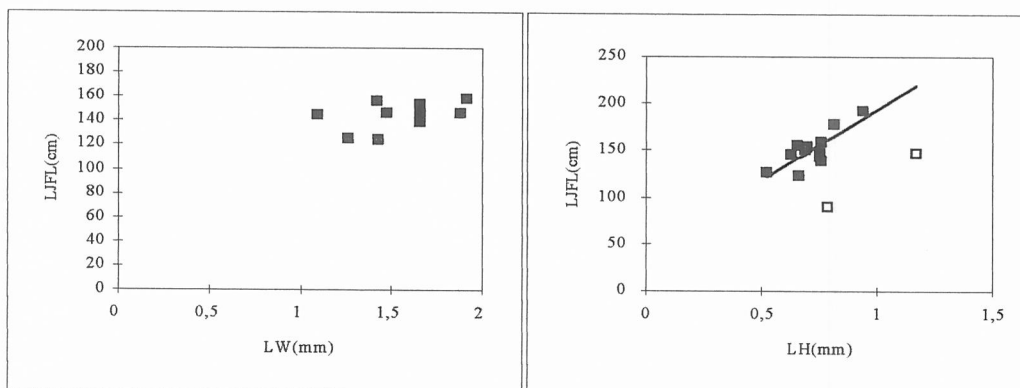


FIGURA 6 - Diagramas de dispersão das relações entre o comprimento (LJFL) e as medidas obtidas a partir dos *lapili* (LW e LH). Indicam-se os dois pontos excluídos para efeitos da análise estatística de LJFL-LH (quadrados “ocos”) e a equação ajustada é: $LJFL = 44,19 + 149,64 * LH$, $r^2 = 0,641$ ($p = 0,002$) e $n = 12$.

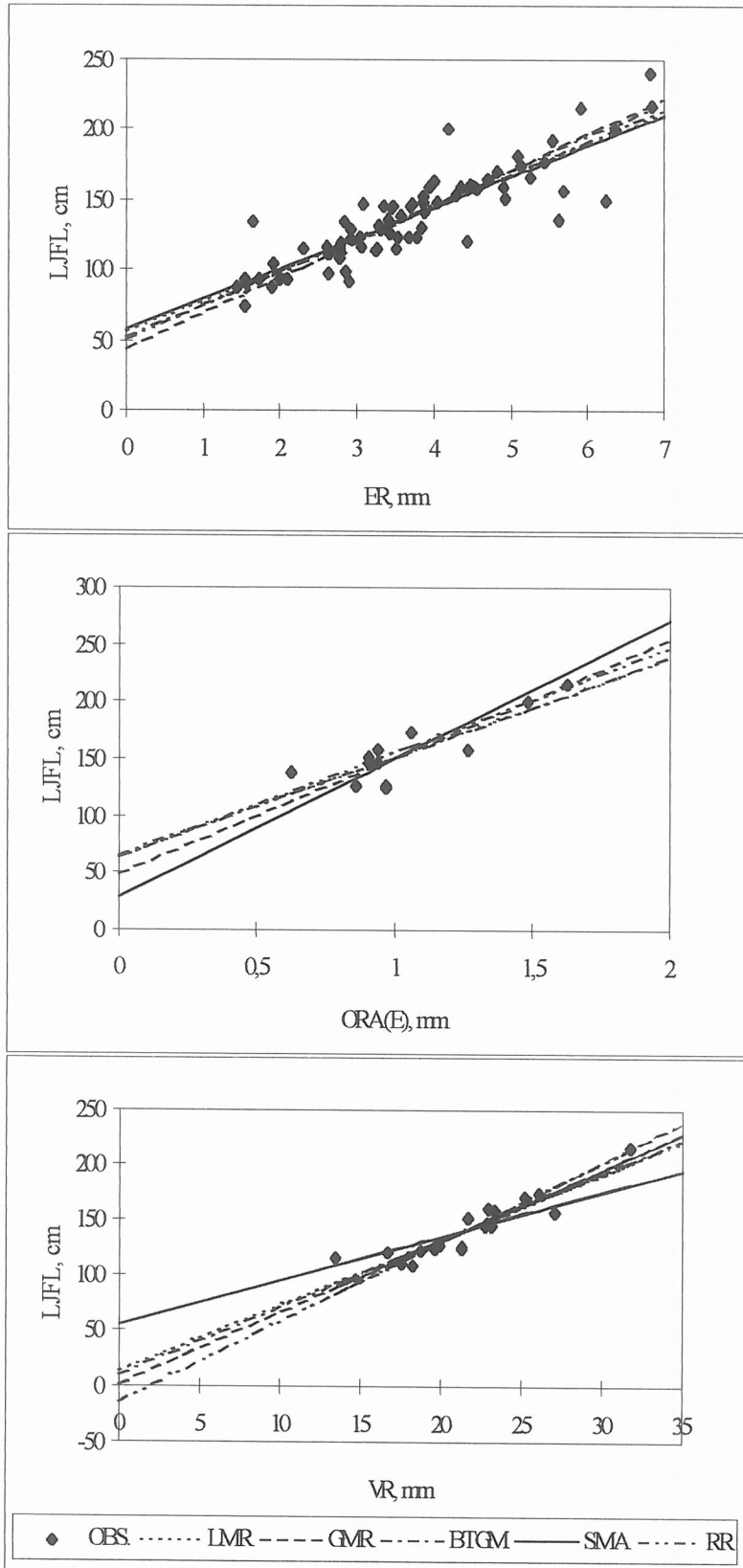


FIGURA 7 - Gráficos da dispersão do comprimento dos exemplares (LJFL, cm) relativamente às dimensões das peças (ORA(E) - raio dos *antirostra* de *sagittae* Esq.; VR - raio do cone vertebral; e ER - raio do espinho). Os pontos referem-se aos dados originais, e as linhas às rectas de regressão obtidas segundo os vários modelos de regressão linear tentados (QUADRO 2 anexo).

Estimação de idades

A maioria das peças foi lida três vezes pelo autor (56,3% dos *sagittae* esquerdos, 94,4% dos espinhos, todos os cones posteriores das vértebras e nenhuma das restantes peças) e unicamente no caso dos espinhos as secções (n=56) foram lidas, também, por um outro leitor (P. SIMÕES). Em todas as peças estudadas se observaram marcas de “idade”. Nos otólitos inteiros contaram-se 3-9 anéis nos *antirostra* de *sagittae*, 2-7 acreções nos *rostra* de *sagittae*, 2-11 deposições em alguns *lapili* e 2-6 anéis em alguns *asterisci*. Em todos os *lapili* “seccionados” observaram-se 1-3 “anéis tipo-globular” em torno do núcleo. Contudo, só em três se distinguiram 3-4 deposições consecutivas, desde o núcleo até á margem, susceptíveis de serem consideradas “marcas de idade”. Nos *sagittae* “seccionados” não se distinguiram quaisquer marcas, anéis ou acreções (FIGURA 8). Contaram-se até 11 presumíveis *annuli* (cf. METODOLOGIA) nas secções de espinhos (FIGURA 9, A-D). Em vértebras, o número de anéis corados observados variou entre 3 e 24, nos cones posteriores, e entre 4 e 11, nos cones anteriores. Os anéis parecem surgir aos pares (FIGURA 9, E-F).

A percentagem de concordância total entre os três replicados de leituras foi máxima nas secções dos espinhos (39,4%), reduzida nos cones posteriores de vértebras (5,6%) e nula nos *antirostra* de *sagittae* esquerdos. Em pelo menos duas das três leituras replicadas concordaram 94,4% dos espinhos, 27,8% das vértebras e 45% dos otólitos. O erro associado às estimações de “idade” com base nas diferentes peças, expresso pelo Coeficiente de Variância (CV), variou entre 22,8% (Erro de $\pm 0,4$ a 2,7 anéis e APE=11,97%) em cones posteriores de vértebras, 8,9% ($\pm 0,2$ a 0,4 anéis e APE=12,1%) nos *antirostra* dos *sagittae* e 7,5% ($\pm 0,0$ a 0,2 anéis e APE=14,52%) nas secções dos espinhos. Em todas as peças, o erro percentual médio (APE) e o CV decrescem (irregularmente no caso vértebras) com a “idade” atribuída, ao contrário do Erro (em anos) relativo às estimações que parece aumentar uniformemente com a “idade” em otólitos, irregularmente crescente em vértebras e se mantém estável em espinhos (FIGURA 10).

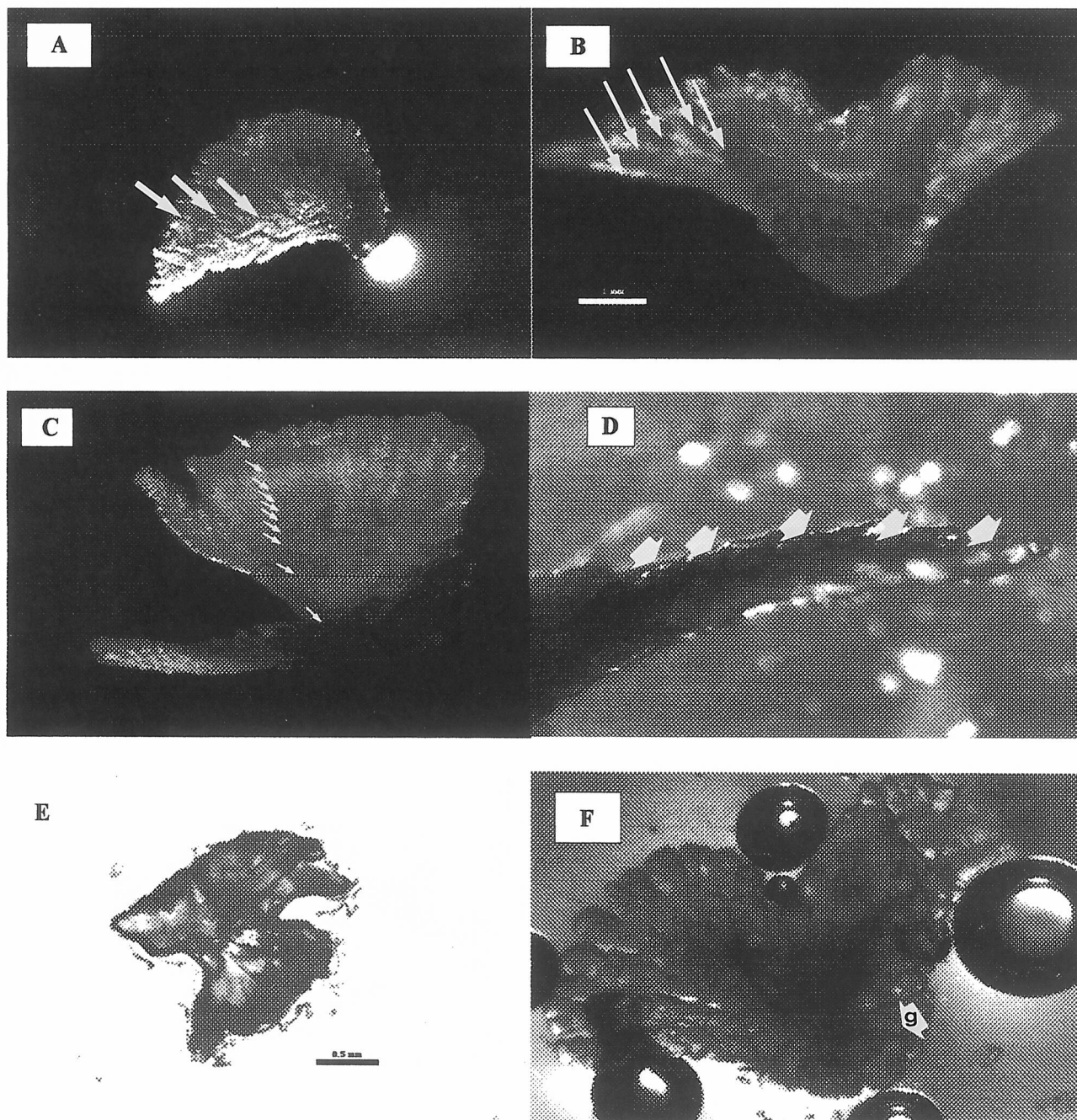


FIGURA 8 - Imagens digitalizadas de otólitos de espadarte. A - *asteriscus* de uma fêmea com LJFL de 139cm (ampliação de 30x); B - *lapilus* de uma fêmea com 147cm (20x); C - *antirostrum* de uma fêmea com 215cm, observam-se 9 anéis (20x); D - *rostrum* de um macho com 151cm (40x); E - *sagitta* seccionado de um macho com 74cm; F - *lapilus* seccionado de um macho com 174cm, notar os anéis globulares (g).

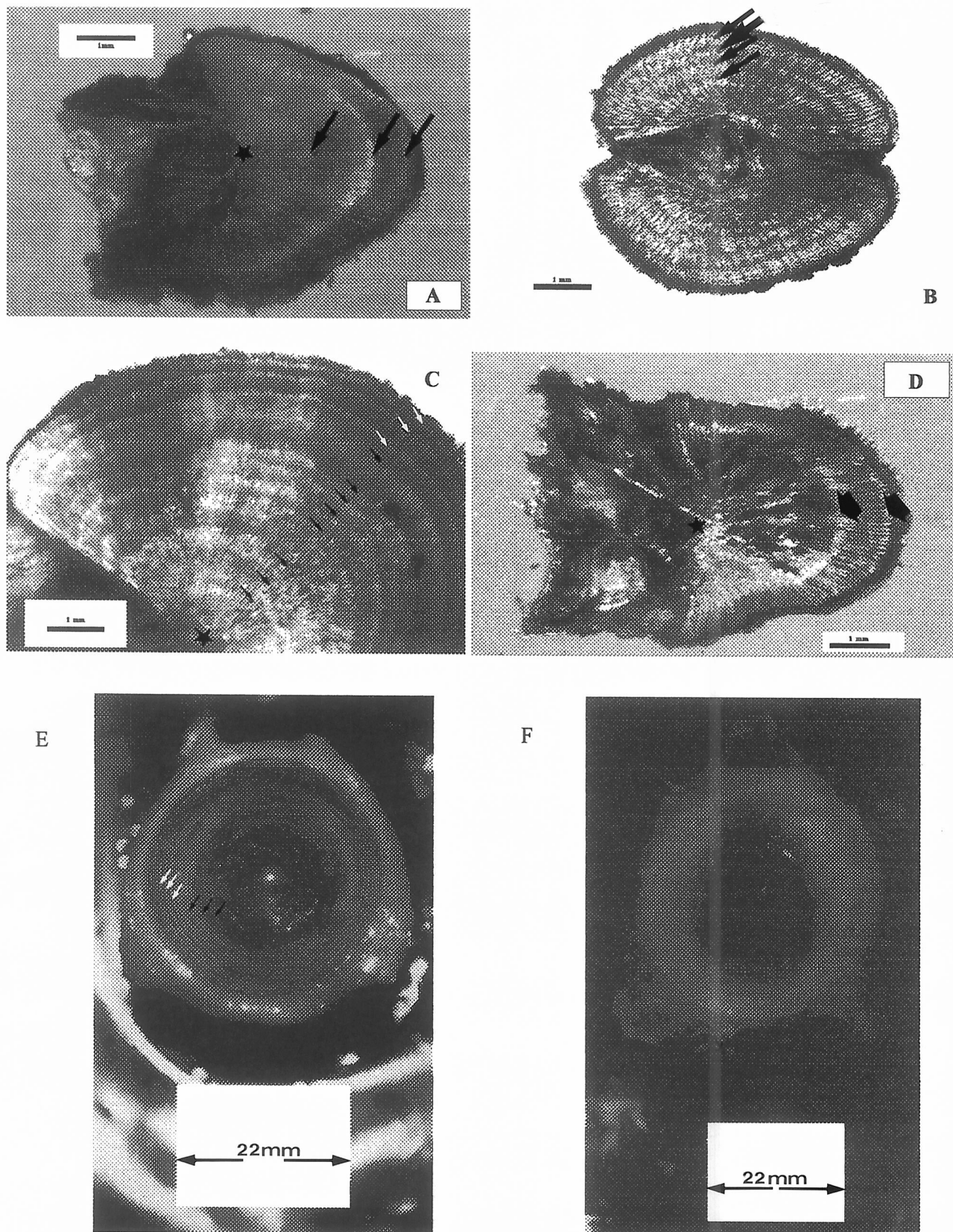


FIGURA 9 - Imagens digitalizadas de secções de espinhos e de vértebras de espadarte. A - secção obtida junto ao cõndilo do espinho de uma fêmea com 127cm; B - secção central do espinho de um macho com 154cm; C - secção obtida junto ao cõndilo do espinho dum fêmea com 200cm; D - secção "globulizada" do espinho dum fêmea com 139cm; E - cone vertebral dum macho com 154cm corado com alizarina (BERRY, 1978); F - cone vertebral de um macho com 159cm corado segundo o procedimento histológico de DAIBER (1960).

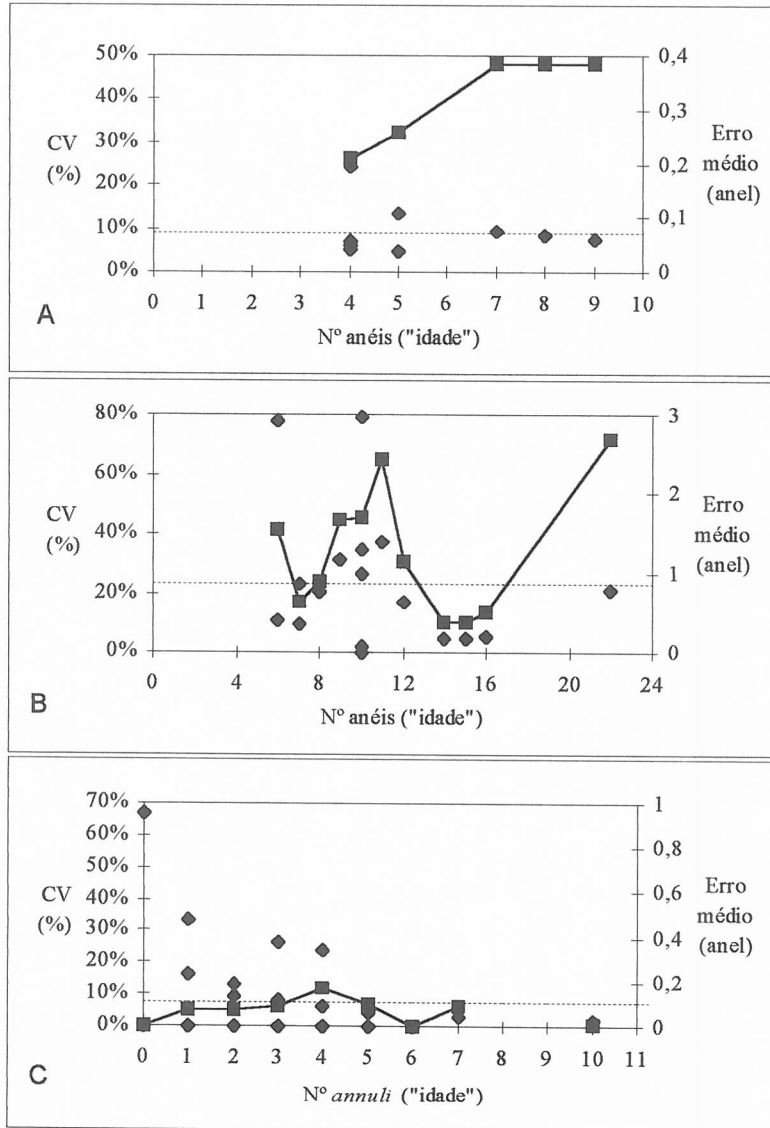


FIGURA 10 - Variação do coeficiente de variação (CV, losangos) e do erro médio (Erro, linha e pontos) com a "idade" atribuída (nº anéis) nos *sagittae* (A) (n=11), nas vértebras (B) (n=18) e nos espinhos (C) (n=67). Desenha-se, também, a linha (tracejada) referente ao CV médio calculado para a estrutura.

As "idades" atribuídas nos espinhos correspondem às estimações de pelo menos 2/3 dos replicados, que de outro modo eram rejeitados e excluídos da análise. O intervalo de "idades" atribuído foi de 0-10 presumíveis *annuli* nos espinhos (exemplares com 74-240cm de LJFL), 3-9 anéis nos *antirostra* de *sagittae* (126cm ≤ LJFL ≤ 215cm) e 6-22 anéis nos cones posteriores das vértebras (108cm ≤ LJFL ≤ 215cm) (TABELA 5 e QUADRO 3 anexo).

Nos espinhos, a diferença entre estimações de “idade” efectuadas por dois leitores não foi significativa (Teste *t*-Student para amostras emparelhadas, $P < 0,01$), com uma (única) diferença máxima de -4 anéis (FIGURA 11) e 98,2% das diferenças no intervalo ± 2 *annuli*. As diferenças entre estimações efectuadas a partir dos vários otólitos revelaram-se, também, não significativas (Teste do Sinal Ordenado de Wilcoxon, $p < 0,05$). O número de anéis contados em vértebras “preliminares” não é diferente do contado em vértebras “definitivas” (Teste do Sinal Ordenado de Wilcoxon, $p < 0,05$) (QUADRO 4 anexo).

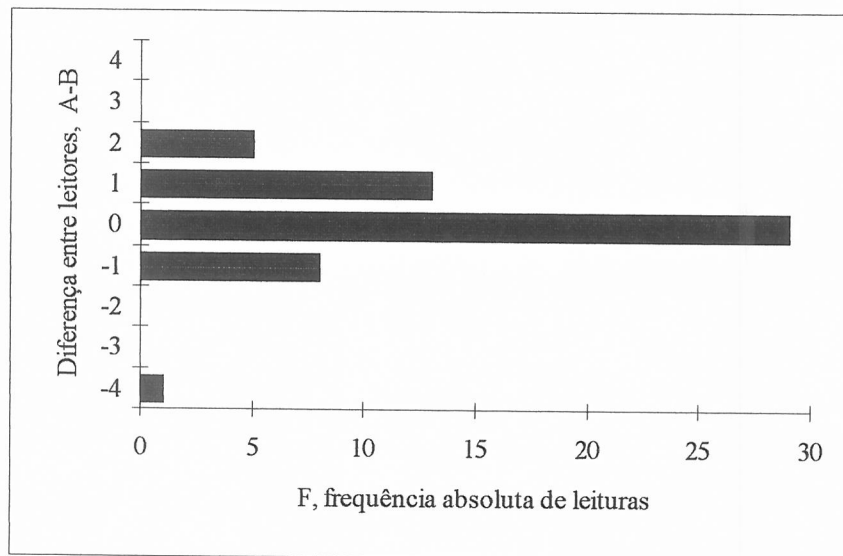


FIGURA 11 - Distribuição das diferenças entre leitores na estimacão de "idades" em espinhos. N=56. A diferença média é $X=0,0 \pm 0,99$. Cerca de 89,3% das diferenças são de ± 1 *annuli* e 98,2% são de ± 2 *annuli*.

Apenas em cinco exemplares foi possível comparar as “idades” estimadas a partir das três peças ósseas analisadas, enquanto que em 14 se compararam as três peças, duas a duas (*sagittae* vs. espinhos ou vértebras vs. espinhos). Este conjunto de dados encontram-se organizados no QUADRO 5 anexo e representados na FIGURA 12.

As comparações entre “idades” atribuídas nas várias estruturas analisadas efectuaram-se com base nos dados relativos aos exemplares fêmeas, à excepção da relação entre *sagittae* e vértebras em virtude do número reduzido de exemplares ($n=5$). As “idades” estimadas a partir dos *sagittae* e espinhos, não estão correlacionadas estatisticamente ($r^2=0,402$ com $p=0,126$), impedindo o estabelecimento de uma relação definitiva. Entre otólitos *sagittae* e vértebras, as “idades” estão correlacionadas ($r^2=0,961$ com $p=0,003$) com uma razão de 2:3 no número de anéis contados. O número de anéis contados em vértebras é três vezes superior ao de presumíveis *annuli* observados em espinhos ($r^2=0,432$ com $p=0,020$) (legenda da FIGURA 12). Em ambas as equações da recta de

regressão, as ordenadas na origem são significativamente diferentes de zero (Teste *t*-Student, $p > 0,05$) enquanto os declives são iguais a 1 (Teste *t*-student, $p < 0,05$).

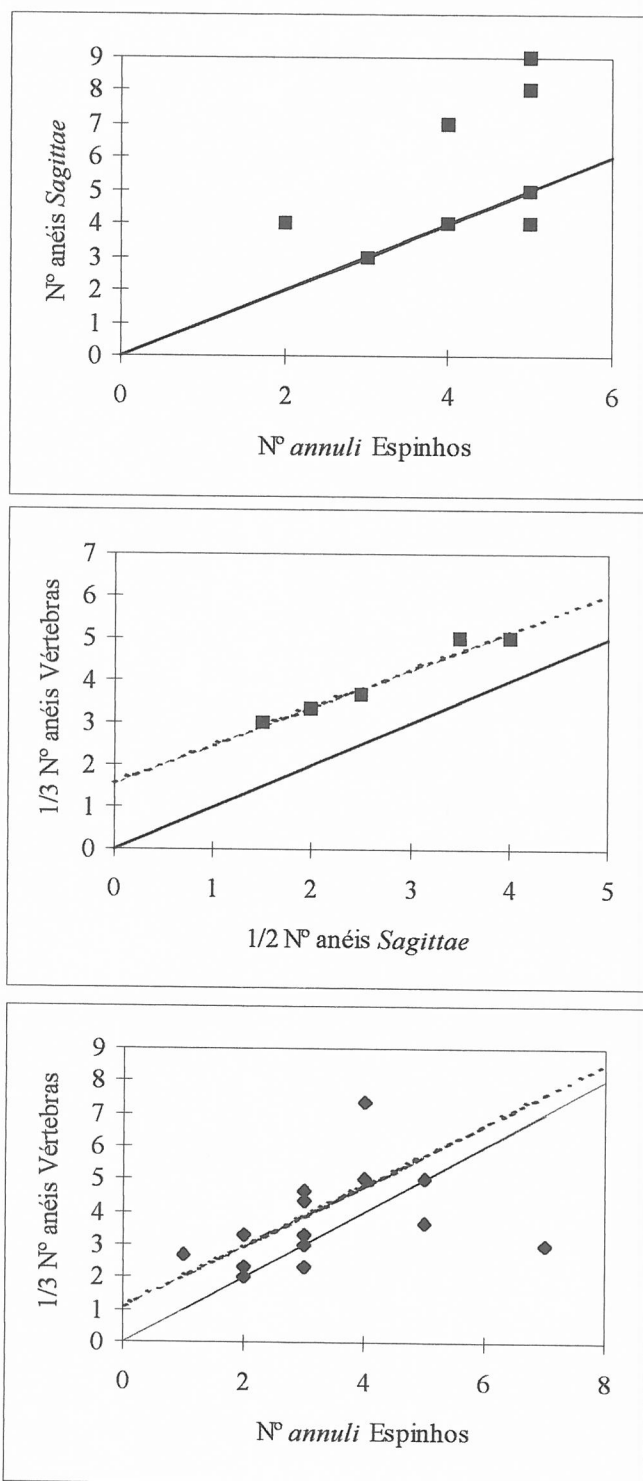


FIGURA 12 - Diagramas de dispersão das "idades" atribuídas com base nas várias estruturas analisadas. Desenham-se, também, as bissetrizes correspondentes (linhas contínuas) e as rectas de regressão significativas obtidas (linhas tracejadas). Entre *Sagittae* e Vértebras a equação obtida foi $Vértebras = 1,593 + 0,8915 * Sagittae$ ($r^2 = 0,961$, $n = 5$ e $F = 74,16$ com $P = 0,003$) e entre Espinhos e Vértebras a equação é $Vértebras = 1,105 + 0,924 * Espinhos$ ($r^2 = 0,432$, $n = 12$ e $F = 7,59$ com $P = 0,020$).

A relação entre as “idades” atribuídas e o respectivo comprimento dos exemplares (LJFL) revelou-se linear, existindo correlação positiva e significativa nas três peças analisadas, com coeficientes de correlação, r^2 , iguais a 0,435 ($p=0,003$), 0,642 ($p=0,003$) e 0,684 ($p\approx 0,000$), respectivamente em vértebras, *sagittae* e espinhos. Na FIGURA 13 encontram-se agrupados os diagramas de dispersão relativos às relações “idade” atribuída-LJFL para cada estrutura e indicadas as equações das rectas de regressão ajustadas.

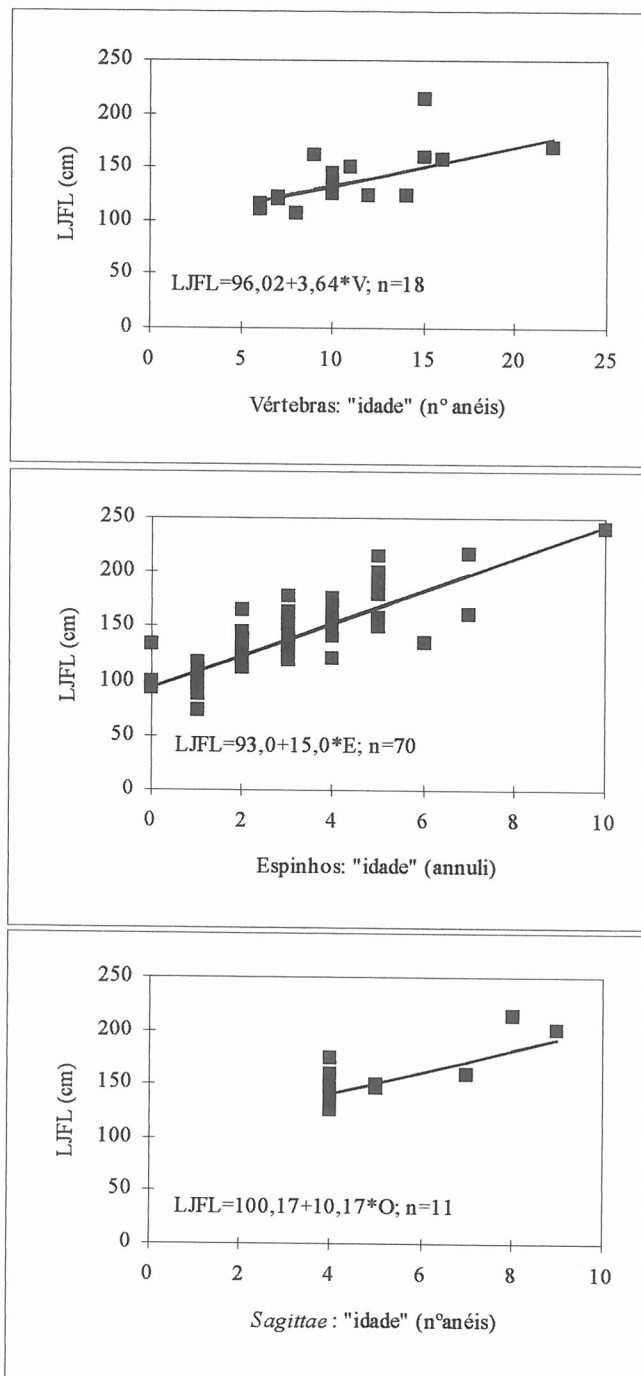


FIGURA 13 - Diagramas da relação "Idade" atribuída - LJFL para as três estruturas estudadas e respectivas equações das rectas resistentes ajustadas.

Análise de incrementos marginais, Retrocálculo e Análises comparativas

Na FIGURA 14 apresentam-se desenhadas as curvas de variação de RIMmm num ano-tipo para cada uma das peças ósseas analisadas. De salientar que em nenhuma delas foi possível amostrar exemplares em todos os meses do ano e que no caso dos *sagittae* apenas existem dados referentes ao Verão de 1994. Os máximos de RIMmm foram: 2,23 nas vértebras, em Março; 1,74 nos *sagittae*, em Julho; e 1,06 nos espinhos em Agosto. Os mínimos respectivos foram 0,65, em Agosto, 0,98 em Junho e 0,33 em Outubro. Se considerarmos apenas os dados relativos aos espinhos, as RIMmm's parecem aumentar durante o Verão e diminuir no Outono. As RIMmm para as vértebras parecem decrescer após Março e aumentar durante o Inverno.

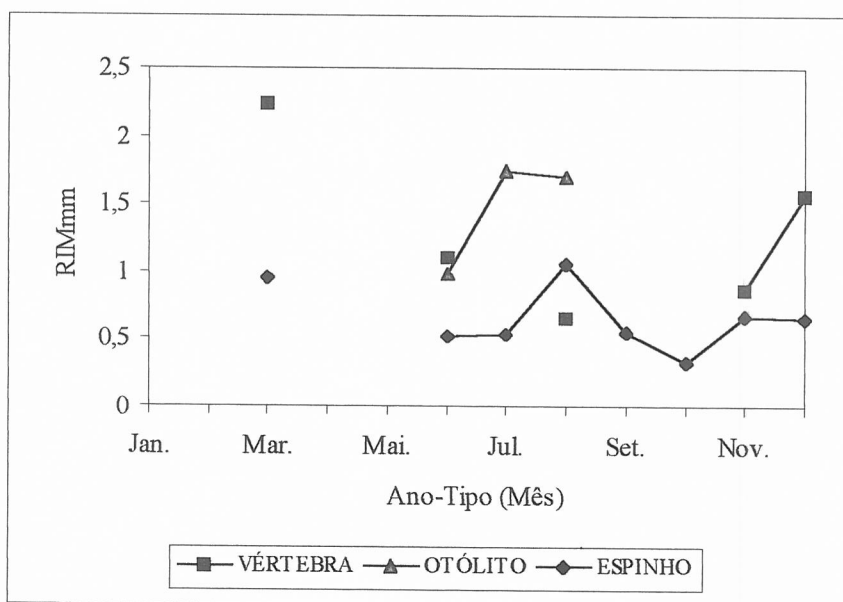


FIGURA 14 - Variação de Razão de Incremento Marginal média mensal (RIMmm) num ano-tipo nas três peças analisadas.

Os comprimentos observados, por classe de “idade”, (QUADRO 3, anexo) variaram entre 96,8cm ($\pm 12,4$ cm, para o 1ºanel) e 242,5cm (para o 10ºanel) em espinhos, entre 132,5cm (3ºanel) e 212,5cm (9ºanel) em *sagittae* e entre 107,5cm (8ºanel) e 185cm ($\pm 38,9$ cm, para o 15ºanel) em vértebras. Em espinhos, os três indivíduos em que não se observaram quaisquer anéis possuíam um LJFL médio maior do que os exemplares já com um anel depositado. Os comprimentos médios dos exemplares em que se amostraram vértebras variaram bastante entre classes de “idade”.

Os comprimentos mandíbula-furca retrocalculados (LJFLr) em *sagittae* e espinhos, aumentaram de 84,9cm ($\pm 14,5$ cm) e 94,1cm ($\pm 16,1$ cm), na primeira “idade”, para 199,4cm ($\pm 0,0$ cm) e 228,4cm ($\pm 0,0$ cm), na décima “idade”. Em vértebras, os comprimentos retrocalculados variaram entre 71,9cm $\pm 14,9$ cm (1º anel) e 162,5cm $\pm 0,0$ cm (22º anel). Verificou-se que LJFLr (espinhos) são significativamente maiores do que LJFLr (*sagittae*) entre 9,3cm a 28,96cm (Teste do Sinal Ordenado de Wilcoxon, $p < 0,05$), e que ambos são bastante maiores relativamente aos retrocalculados em vértebras, para anéis correspondentes (FIGURA 15).

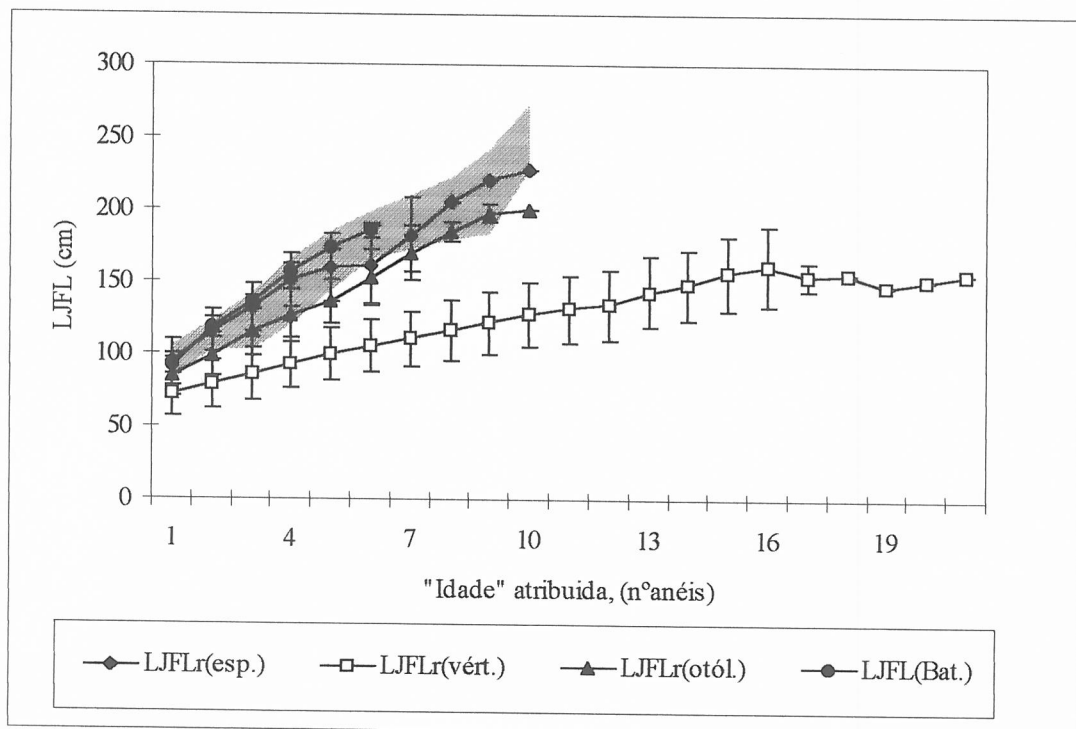


FIGURA 15 - Comprimentos retrocalculados (médios) com base nas três peças estudadas e calculados pelo Método Bhattacharya (e respectivos desvios-padrão). Apresenta-se, também, o intervalo de comprimentos referidos na bibliografia consultada, sob a forma de área.

Os comprimentos medidos na prática (LJFLm) e os LJFLr, nas “idades” relevantes⁹, não se revelaram diferentes nas três estruturas (Teste do Sinal Ordenado de Wilcoxon, $p < 0,05$). As diferenças médias (LJFLr-LJFLm) variaram entre -7,68cm ($\pm 3,28$ cm) em espinhos, -13,6cm ($\pm 10,04$ cm) em vértebras e -12,6cm ($\pm 13,69$ cm) em *sagittae*.

⁹ “Idades” em que se analisaram pelo menos 10% do total de estruturas/exemplares amostrados, ou seja, mais de 7 espinhos, 2 vértebras e apenas 1 *sagittae*.

Da análise de frequências de comprimentos amostrados (N=168) pelo método de Bhattacharya distinguiram-se seis classes modais com comprimentos médios a variarem entre 91,7cm ($\pm 5,59$ cm) e 186cm ($\pm 4,8$ cm). Os índices de separação entre modas variaram entre 3,028 e 5,002. No QUADRO 6 anexo apresenta-se um resumo da análise efectuada e na FIGURA 15 desenha-se a curva correspondente.

Os LJFL observados e retrocalculados, excepto no caso das vértebras, encontram-se sensivelmente dentro do intervalo de comprimentos na idade referidos na bibliografia consultada (indicado por uma área na FIGURA 15).

V. DISCUSSÃO

Amostragem biológica e Tratamento das estruturas

O número total de exemplares amostrados é reduzido e o respectivo intervalo de comprimentos mandíbula-furca (LJFL) restrito, relativamente à maioria dos estudos similares em grandes pelágicos (BERKELEY & HOUDE, 1983; HEDGEPEETH & JOLLEY Jr., 1983; JOHNSON, 1983; PRATT & CASEY, 1983; RADTKE & HURLEY, 1983; RIEHL, 1984; PRINCE *et al.*, 1985; PRINCE *et al.*, 1988; HILL *et al.*, 1989; EHRHARDT, 1992, 1994; LABELLE *et al.*, 1993; LEE & YEH, 1993). Este fenómeno de amostragem não-aleatória constitui, segundo SMALE & TAYLOR (1987), a fonte dominante de erro na estimação dos parâmetros de crescimento. A(s) selectividade(s) do(s) aparelho(s) de pesca utilizado(s) na ZEE açoreana para capturar espadarte, os efeitos cumulativos da mortalidade (SMALE & TAYLOR, 1987) e as várias dificuldades encontradas para conseguir material biológico terão sido, porventura, as responsáveis. HAIST & PORTER (1993) propõem a quantificação do crescimento por sexo de modo a reduzir-se a variância dos comprimentos na idade n . Contudo, no presente trabalho o número reduzido de exemplares em que foi possível determinar o sexo inviabilizou essa diferenciação, pelo que os resultados deste trabalho devem ser considerados com as devidas reservas.

A razão fêmeas-machos da amostra considerada difere substancialmente de 1,0. GARCIA & MEJUTO (1988) indicam uma razão entre sexos de 55%:45%, *i.e.*, 1,22:1, para a área de pesca BIL-94 do Atlântico nordeste entre os 35°-45°N e 10°-40°W. A amostragem no porto de pesca é influenciada pelas características da pesca e pelos hábitos e necessidades do mercado em determinado grupo de indivíduos que obviamente não representam a população. AMORIM *et al.* (1979) obtiveram uma razão entre sexos de 1,75:1 para espadartes do Atlântico nordeste, contudo não discutem o seu significado. Pelo contrário, as proporções entre fêmeas e machos de espadarte para a mesma área observadas por AROCHA *et al.* (1993) variaram entre 0,33 (1:2), para indivíduos <65cm LJFL, e 1,0 (2:0), em indivíduos >280cm LJFL. Segundo GARCIA & MEJUTO (1988) as diferenças das razões entre sexos nas diferentes idades estão relacionadas com a mortalidade e crescimento diferencial do espadarte.

As percentagens de estruturas amostradas e peças ósseas recuperadas após os tratamentos aplicados reflectem as dificuldades inerentes ao estudo de idades e crescimento de grandes pelágicos, já descritas por PRINCE *et al.* (1991), CASSELMAN (1983) e NEILSON *et al.* (1994). Os labirintos (e otólitos) e as vértebras exigem a dissecação extensiva e cuidada da carcaça, técnicas de tratamento elaboradas e, por vezes, a aplicação de técnicas de realce dos anéis, o que poderá explicar as percentagens de peças excluídas e/ou inutilizadas (57,8% dos labirintos e 18,8%+15,6% das vértebras). RADTKE & HURLEY (1983) rejeitaram, apenas, 7,9% dos otólitos *sagittae* no seu trabalho sobre espadarte do Atlântico noroeste. Pelo contrário, o corte da barbatana anal é

relativamente mais fácil de executar e não provoca dano de maior na carcaça, pelo que assim se compreende os 91% de secções analisadas. Também BERKELEY & HOUDE (1983) e RIEHL (1984) obtiveram percentagens de rejeição dos espinhos anais de espadarte reduzidas, 12,7% e 12% respectivamente. Embora mais elevadas do que no presente trabalho, referem-se a amostras substancialmente maiores. Pelo contrário, HEDGEPEETH & JOLLEY Jr. (1983) rejeitaram 53,1% dos espinhos dorsais de *Istiophorus platypterus* amostrados. Das vértebras de *Thunnus thynnus* amostradas por PRINCE *et al.* (1985), apenas 4,5% foram excluídas. LEE & YEH (1993) analisaram 97,5% dos espinhos dorsais e 93,1% das vértebras de *T. alalunga* do Atlântico sul.

O número reduzido de otólitos analisados resultou, concerteza, das suas dimensões, da sua fragilidade, das condições de amostragem, das técnicas de conservação dos labirintos e de extracção e manipulação dos otólitos. Em todos estes aspectos a prática e experiência do investigador são determinantes, sobretudo em amostras pequenas. A imersão dos labirintos em hipoclorito de sódio a 5% (lixívia), posterior extracção de otólitos e leitura das marcas de idade/anéis em peças inteiras revelou-se a melhor das metodologias aplicadas. Se, por um lado, a lixívia degrada substancialmente os tecidos orgânicos do labirinto, facilitando a remoção dos otólitos, por outro, a fragilidade e o número de otólitos recuperados impediram a aprendizagem e aplicação rotineira das técnicas de “seccionamento”. Por vezes, e em virtude da sua reduzida dimensão, não se recolheram todos os otólitos, obviamente diminuindo a “eficiência” do procedimento. Os *sagittae* revelaram-se extremamente frágeis independentemente da técnica de extracção e processamento usada enquanto os *lapili*, mais resistentes, permitiram a lixagem e polimento. O “seccionamento” dos otólitos apesar de proporcionar percursos de medição das marcas de idade e de facilitar a leitura sob lupa, revelou-se ineficaz pois a inexperiência no corte contribuiu decisivamente para a percentagem de “más secções” e para a ilegibilidade dos restantes.

Na amostragem dos pedúnculos vértebrais a experiência e rotina do amostrador são fundamentais pois a necessidade de precisão e a rapidez da dissecação são difíceis de conjugar. Estes factores contribuíram para a escassez de cones anteriores de vértebras definitivas. Por outro lado, a extracção das 1^a-10^a vértebras implica a dissecação extensiva da carcaça. A comercialização do peixe inteiro, praticada actualmente no mercado açoreano, não parece oferecer soluções alternativas para a amostragem de vértebra(s). O corte sagital dos corpos vertebrais danificou, amiúde, um (ou ambos) os meios-cones. Contudo, apesar de incluir um risco elevado de inutilização dos cones, proporcionou percursos de contagem e medição dos anéis e melhorou, substancialmente, o processo de impregnação, impedindo a formação duma bolha de ar no centro do cone, que impossibilitava a coloração dessa região. De todos os corantes tentados sobre os cones posteriores de vértebras, a alizarina apresentou as maiores vantagens e os resultados mais consistentes. A

utilização duma solução mais concentrada permitiu acelerar o tempo de impregnação de 6-12h para 6-7,5h e obter maior contraste dos anéis.

A conservação dos espinhos extraídos em sacos de plástico originou, na maioria dos casos, o desenvolvimento de fungos sobre a superfície dos espinhos que, contudo, não pareceram afectar aquelas peças. A facilidade relativa na obtenção dos espinhos e o método relativamente simples de preparação (BERKELEY & HOUDE, 1983), nomeadamente depois de adquirida uma rotina de corte, explicam a elevada percentagem de espinhos analisados. RIEHL (1984) aponta como única dificuldade na análise dos espinhos o seu seccionamento, embora tenha obtido reduzidas percentagens de rejeição e inutilização. Em alguns espinhos (n=2), a espessura ($\geq 1\text{mm}$) das secções dificultava a passagem da luz e complicava a interpretação e contagem dos anéis, tornando quase impossível a leitura das secções.

CASSELMAN (1983) propõe a qualificação das interpretações de peças ósseas de peixes (estimações de idade), por arranjo do grau de confiança, de modo a “quantificar” a subjectividade inerente. Os menores valores de qualidade em vértebras e *sagittae*, Q_{vm} e Q_{om} , relativamente aos obtidos em espinhos, Q_{em} , reflectem as dificuldades anteriormente discutidas. O tempo de tratamento e análise das estruturas foi maior nos otólitos e vértebras em consequência da aplicação de técnicas laboratoriais mais complexas. A decisão por um dos métodos de tratamento é subjectiva, dependendo da facilidade de processamento das estruturas, tanto em termos de equipamento como de material necessário, e da qualidade final obtida.

Relações morfométricas

A significância estatística das relações entre dimensões das peças/estruturas analisadas e o comprimento mandíbula-furca (LJFL) dos indivíduos, excepto no caso dos *asterisci*, constitui um primeiro indicador da sua adequação para estimação de “idades” de espadarte. As relações constituem uma das cinco qualidades indicadas por BAGENAL (1974) e BROTHERS (1983). Nos *asterisci*, que para além de terem sido amostrados em número reduzido são quase totalmente desprezados em estudos de idade e crescimento de peixes, poderão ter sido medidas dimensões inconsistentes e não-significativas biologicamente. Contudo, a hipótese de que aqueles otólitos não crescem proporcionalmente ao crescimento dos indivíduos não poderá ser excluída.

RICKER (1973, 1992) e SMALE & TAYLOR (1987) propõem a utilização de uma relação funcional para descrever a relação entre as dimensões dos peixes e das peças ósseas, por ser indefinível uma variável dependente/independente e porque ambas as variáveis estão sujeitas a erro (inerente ou de medição). Assim, no presente trabalho, as relações entre as dimensões de *antirostra* de *sagittae* esquerdos, raio do cone posterior de vértebras e raio de secções de espinhos e o

comprimento mandíbula-furca (LJFL), foram estabelecidas utilizando a Regressão Modelo Geométrico (GMR).

Apesar da significância estatística das relações estabelecidas entre OR/ER/VR e LJFL, o intervalo restricto de dimensões e comprimentos amostrados obriga à consideração, com reserva, dos resultados do retrocálculo dos comprimentos na “idade” n . A tendência dos comprimentos retrocalculados na idade n serem menores do que os reais, quando calculados a partir de indivíduos bastante maiores, designa-se vulgarmente por “Fenómeno de Rosa Lee” (RICKER, 1992). BAGENAL & TESCH (1978) referem como causas deste fenómeno: o procedimento incorrecto de retrocálculo; a amostragem não-aleatória do manancial; e a selectividade da mortalidade natural e/ou por pesca.

Estimação de idades

Os otólitos *sagittae* ($n=7$) e secções de espinhos ($n=4$) que não foram lidos três vezes, quebraram-se ou perderam-se nas várias fases do procedimento de tratamento e leitura.

Todas as peças ósseas analisadas neste trabalho apresentaram marcas de idade. RADTKE & DEAN (1981) registaram, também, a presença de deposições progressivas em todos os otólitos de *I. platypterus*. PRINCE *et al.* (1986) observaram, em *rostra* de istioforídeos, acreções deposicionais semelhantes às descritas por RADTKE & HURLEY (1983) em *sagittae* de espadarte e às observadas neste estudo. Pelo contrário, WILSON & DEAN (1983) afirmam que faltam à superfície externa do *rostrum* de espadarte as formações discretas e bem distintas que se têm observado em istioforídeos e xifídeos. BERRY (1978), JOHNSON (1983), PRINCE *et al.* (1985), FERNÁNDEZ (1992), LABELLE *et al.* (1993), LEE & YEH (1993) e NEILSON *et al.* (1994) descrevem os incrementos de crescimento observáveis em vértebras de tunídeos. Das várias características referidas, não se observaram quaisquer formações tridimensionais, para além de pares de anéis corados/não-corados, como refere HILL *et al.* (1989) para *Makaira nigricans*.

A percentagem de concordância entre replicados de leituras parece estar intimamente relacionada com a definição clara e *a priori* das características das marcas de idade a ler, com a experiência do leitor no reconhecimento tanto das marcas de idade como de marcas anómalas e com a “visibilidade” das próprias marcas de idade. Neste trabalho, a melhor definição e “visibilidade” dos anéis contribuíram para a maior percentagem de concordância total em replicados de espinhos (39,4%) relativamente às vértebras (5,6%) e *sagittae* (0%). A inexistência de trabalhos efectuados sobre vértebras de espadarte e o número de anéis corados observáveis nos cones vertebrais poderão, também, ter contribuído para aquela situação.

Os índices de precisão são melhores que os métodos tradicionais de comparação das percentagens de concordância entre leitores ou estimações, pois não são independentes das idades

atribuídas (BEAMISH & FOURNIER, 1981) e permitem testar estatisticamente as estimações de idade, uma vez que a variância é um melhor estimador da variabilidade (CHANG, 1982). POWERS (1983) refere o valor de 10% como limite de erro admissível em estimações de idades de grandes pelágicos, uma vez que os enviesamentos resultantes nas taxas de mortalidade e crescimento serão dominadas pelo erro aleatório. Uma inferência implícita é a precisão na estimação de idades. No entanto, os erros na estimação de idades podem, também, introduzir enviesamentos consideráveis na determinação das taxas de recrutamento por análise sequencial progressiva (BRADFORD, 1991).

Só em *antirostra* de *sagittae* e secções de espinhos o coeficiente de variação foi menor do que 10%. Pelo contrário, o erro percentual médio foi maior do 10% em todas as peças. Os APE relativos aos espinhos, *sagittae* e vértebras são (substancialmente) superiores aos publicados por outros autores. HILL *et al.* (1989) obteve APE de 4,88-8,79% em espinhos da barbatana anal e de 8,15-9,68% em *sagittae* de *M. nigricans* do Pacífico. Na análise da microestrutura de *sagittae* de *M. nigricans* por PRINCE *et al.* (1991), o valor de APE médio das estimações de idade (entre 21-245 dias) foi de 1,6% (variando entre 0,3-4,0%). MEGALOFONOU *et al.* (1990a) obtiveram um APE médio de 2,1% na análise de secções de otólitos *sagittae* de espadartes juvenis (51-74cm LJFL). Em vértebras de *T. thynnus*, PRINCE *et al.* (1985) calcularam APE de 0,3-6,3% e CV de 0,4-7,1%, enquanto LABELLE *et al.* (1993) obtiveram CV de 3,35-12,03% em vértebras de *T. alalunga*. Estes resultados reflectem, provavelmente, o número de casos em que apenas concordaram dois dos três replicados de leituras.

Os problemas com a interpretação das secções de espinhos de indivíduos mais velhos que parecem apresentar a região central excessivamente vascularizada, aspectos que são discutidos por BERKELEY & HOUDE (1983), CASSELMAN (1983), RIEHL (1984), PRINCE *et al.* (1986) e LEE & YEH (1993), não parecem ter influenciado o CV (e APE) calculado uma vez que a amostra incluía poucos indivíduos com mais de 6 anéis (n=4). Contudo, algumas das secções de indivíduos mais jovens, *i.e.*, com menos de dois anéis apresentaram a região central extremamente “globulizada” (FIGURA 9, D), com possível oclusão de anéis mais interiores. A causa da “globulização” das secções poderá estar no esvaziamento de glóbulos lipídicos internos com o armazenamento das secções secas em envelopes de papel. As implicações da discordância entre replicados sobre o CV (e APE) são bastante mais importantes em indivíduos jovens (<2/3 anos) pelo que os valores obtidos neste trabalho reflectirão, concerteza, essa influência. A variação do CV com a “idade” atribuída, em secções de espinhos, parece estar relacionada com as características discutidas acima.

O coeficiente de variação calculado para vértebras poderá estar relacionado com o elevado número de anéis observáveis, com a dificuldade de localização do 1º anel e com a contagem dos anéis mais periféricos, influenciada pela hidratação e/ou impregnação, por vezes excessiva, da

margem do cone (LEE *et al.*, 1983 in PRINCE *et al.*, 1985). FERNÁNDEZ (1992) refere, também, o fenómeno de osteogénese secundária no centro dos corpos vertebrais de *T. alalunga*, embora neste estudo nada se tenha observado. A interpretação dos cones vertebrais, tomando em consideração que a maioria das “idades” se encontrava representada por um único indivíduo, contribuiu para maiores erros e para a variação irregular do CV com a “idade” atribuída. PRINCE *et al.* (1985), na análise de vértebras inteiras de *T. thynnus*, obtiveram CV (e APE) menores em indivíduos de menor comprimento furcal, e, conseqüentemente, mais jovens.

BECKETT (1974) refere que os otólitos de espadarte são demasiado pequenos para serem utilizados na estimação de idades. IVERSEN, em 1955, e OVCHINNIKOV, em 1970, afirmavam que aquelas peças ósseas não são suficientemente claras e não apresentam bandas de crescimento de carácter reconhecidamente anual (WILSON & DEAN, 1983).

A interpretação dos otólitos de espadarte permanece polémica (EHRHARDT, 1992). Embora os otólitos sejam pequenos e requeiram dissecação e manuseamento cuidadosos e precisos, o uso das características morfológicas externas excluiria o seu “seccionamento” (RADTKE & HURLEY, 1983) e portanto, diminuiria as possibilidades de inutilização. A identificação do 1º anel, a curvatura do *sagittae* (RADTKE & HURLEY, 1983) e o crescimento do *rostrum* em duas direcções diferentes durante a ontogenia dos indivíduos (PRINCE *et al.*, 1986) são as dificuldades apontadas na interpretação dos otólitos de istioforídeos e xifídeos.

As idades atribuídas poderão acentuar os problemas discutidos anteriormente. A média das leituras replicadas como estimador de idade, nas vértebras e nos *sagittae*, poderá constituir importante fonte de erro, pois por vezes as contagens replicadas não concordaram em mais de 1-2 anéis. MEGALOFONOU *et al.* (1990a), apesar de usarem a média como estimador de idade em secções *sagittae* de espadarte juvenis não discutem as implicações de tal escolha.

O intervalo de “idades” atribuídas através das várias estruturas parece confirmar as características de longevidade do espadarte já referidas por RADTKE & HURLEY (1983) e HOEY *et al.* (1990), uma vez que se referem a um espectro de LJFL limitado ao intervalo 74--240cm.

Na análise das diferenças das estimações entre leitores, em espinhos, a coordenação prévia das características das secções a ler pelos dois leitores poderá ter impedido diferenças significativas. HILL *et al.* (1989) também obtiveram diferenças não-significativas entre leitores nas estimações de idade em *M. nigricans*, em *sagittae* e espinhos. PRINCE *et al.* (1985), na análise dos corpos vertebrais inteiros de *T. thynnus*, apenas obtiveram diferenças significativas no caso de indivíduos de maiores dimensões (>209kg). Em *T. alalunga*, 77% dos duplicados de leituras efectuadas em 353 espécimens apresentaram contagens idênticas, contudo LEE & YEH (1993) não indicam a que estrutura óssea se referem, se espinhos ou vértebras. No trabalho de LABELLE *et al.* (1993), as

contagens de anéis em vértebras de *T. alalunga* do Pacífico sul, por dois leitores, concordaram em mais de 95% dos casos examinados.

A semelhança entre as estimações efectuadas nos vários otólitos poderão indicar a adequação destas peças para a estimação de idades de espadarte, embora o número reduzido de otólitos analisados tenha “forçado” a interpretação de peças e inclusão de estimação de idades.

Segundo POTHOFF *et al.* (1986) a coluna vertebral de espadarte ossifica-se a partir da primeira vértebra (mais anterior) e em direcção posterior. A hipótese que se colocava neste trabalho, *i.e.*, a 1ª vértebra deveria descrever o crescimento do espadarte de modo mais primordial do que as restantes, e portanto incluiria maior número de anéis, não se confirmou. Impõe-se a análise de maior número de vértebras e do esclarecimento das características das marcas de idade a observar e contar.

Uma relação de 2:1 entre as “idades” atribuídas em *sagittae* e espinhos poderá explicar-se pela deposição nos otólitos de marcas de desova, que não surgem nos espinhos, e que com o envelhecimento dos indivíduos aumentam a diferença entre estimações, como refere RIEHL (1984) para espadartes do Atlântico noroeste. Uma relação inversa foi obtida por PRINCE *et al.* (1984) em *M. nigricans*. Aqueles autores responsabilizaram a vascularização da matriz interna dos espinhos, e consequente oclusão de anéis, pelas diferenças constatadas. Apesar de não discutirem os dados relativos a *Tetrapturus albidus*¹⁰ parece existir, para indivíduos com mais de 5 anéis, uma relação entre *sagittae* e espinhos dorsais semelhante à descrita por RIEHL (1984). WILSON & DEAN (1983) obtiveram concordância total entre estimações de idades efectuadas a partir de *sagittae* e espinhos de espadarte em 89% dos casos considerados. HILL *et al.* (1989) também obtiveram uma relação entre *sagittae* e espinhos anais próxima da paridade, em *M. nigricans* do Pacífico. Na comparação das estimativas de idade entre espinhos dorsais e vértebras de *Euthynnus alletteratus* (JOHNSON, 1983), 96% concordaram totalmente. Em 85,6% dos casos considerados por LEE & YEH (1993), as contagens do nº de anéis em vértebras e o nº corrigido de anéis em espinhos concordaram. Pelo contrário, FERNÁNDEZ (1992) estimou idades iguais em *sagittae* e espinhos dorsais de *T. alalunga* apenas em 28,6% dos 21 pares de estruturas analisados.

A diferença entre o número de anéis contados em vértebras e nas restantes peças poderá ser explicada pela deposição, nas vértebras, de anéis relacionados com um ritmo não-anual de deposição (BERRY, 1978; LABELLE *et al.*, 1993) e/ou com a desova. As vértebras poderão apresentar conjuntamente deposições devidas a um ritmo não-anual e relacionadas com a desova, daí a relação 2:3 com *sagittae* e a explicação da razão 3:1 com espinhos, em termos de anéis

¹⁰ Veja-se a Fig. 9, pág. 446, de PRINCE *et al.* (1984)

contados. No entanto, BECKETT (1974) afirma que as bandas observadas em vértebras de espadarte não são interpretáveis.

O aumento do número de anéis contados nas peças/estruturas com o comprimento dos exemplares, satisfaz outra característica indicada por BAGENAL (1974) e BROTHERS (1983) para a adequação de determinada peça óssea para a estimação de idade. Aquela relação, juntamente com as rectas obtidas para as relações entre as dimensões das peças (ER/VR/OR) e LJFL (*cf.* Relações Morfométricas), parecem confirmar algum “valor acrescentado” das peças escolhidas para estimacões de idade em espadarte. O grau de correlacão estatística das relacões obtidas poderia, concerteza, ser melhorado se: i) a definicão do *focus* nas várias estruturas fosse exacta; ii) a interpretaçao dos anéis periféricos fosse aperfeicoadada; e iii) a estimacão de idades fosse mais precisa.

Análise de incrementos marginais, Retrocálculo e Análises comparativas

A análise de incrementos marginais em espinhos parece ajustar-se ao descrito por EHRHARDT (1992) para o Atlântico Noroeste e por BERKELEY & HOUDE (1983) para o Estreito da Flórida, com máximo no verão e mínimos na Primavera e Outono. A formaçao de anéis de crescimento parece ocorrer, uma única vez no ano, no fim do Inverno, contudo o “modelo” descrito para espinhos ainda não está validado (EHRHARDT, 1992). Os factores que regulam a formaçao dos *annulus* são, ainda, desconhecidos mas deverão estar relacionados com padrões de migraçao complexos. A variabilidade pode ser reflexo de comportamentos individuais ou específicos do manancial (BERKELEY & HOUDE, 1983), que se acentuarão em amostras de reduzida dimensao. A escassez de dados continuados e comparativos entre peças conseguidos no presente trabalho torna esta discussao irrelevante.

As diferenças significativas (Teste do sinal Ordenado de Wilcoxon, $P < 0,05$) entre os comprimentos retrocalculados a partir dos anéis de otólitos *sagittae* e de espinhos poderão estar relacionadas com as diferenças evidentes de dimensao das peças, e respectivos anéis, e prováveis implicaçoes no retrocálculo dos comprimentos na “idade” *n*. Também a curvatura e forma dos *sagittae* e as dificuldades de interpretaçao destas peças ósseas poderão contribuir para as diferenças encontradas. Em vértebras, o “ritmo de deposiçao intenso” origina menores incrementos entre anéis e, por conseguinte, menores comprimentos retrocalculados. Os comprimentos retrocalculados são geralmente menores do que os medidos na prática (neste trabalho as diferenças variaram entre $-7,68\text{cm} \pm 3,28\text{cm}$, em espinhos, e $-13,6\text{cm} \pm 10,04\text{cm}$, em vértebras), em virtude do desfazamento entre o instante de amostragem e o momento de formaçao do incremento de crescimento

(CAMPANA, 1990). A incidência meramente casual da época de realização das amostragens, terá, porventura, contribuído para o desfazamento entre comprimentos retrocalculados e observados (ANDRADE, 1983).

FRANCIS (1990) discute os vários métodos de retrocálculo disponíveis actualmente e desaconselha a utilização da metodologia de Fraser-Lee uma vez que não segue nenhuma das duas hipóteses de proporcionalidade apresentadas e porque se baseia num mau uso da regressão linear. Também, EHRHARDT (1992) afirma que aquele procedimento contribui para os fenómenos de Rosa-Lee verificados em espadarte e que tal não ocorre com o modelo logaritmico. Contudo, a não-significância ($p < 0,05$) das diferenças entre LJFLr e LJFLm poderá constituir indicador da aplicabilidade dos modelos de regressão e retrocálculo usados, e em certa medida, servir como meio indirecto de verificação dos incrementos observados nas peças ósseas como (regulares)¹¹ (LAVETH SMITH, 1983).

Exceptuando os comprimentos retrocalculados em vértebras, os restantes encontram-se no intervalo de comprimentos referidos na bibliografia publicada (TABELA 6). Os pequenos desfazamentos estarão, porventura, relacionados com possíveis deficiências/erros/insuficiências no/do material biológico amostrado/peças analisadas ou mesmo com características inerentes aos exemplares “autóctones” - “características rácicas” como explica JOHNSON (1983) para *E. alletteratus*. Na generalidade das “idades” a semelhança entre os resultados obtidos neste trabalho para os comprimentos na “idade” n e os publicados por outros autores, para outras áreas geográficas, poderão confirmar a “teoria” de stock único de espadarte no Atlântico norte (ALVARADO BREMER *et al.*, 1994).

Das características apresentadas por BAGENAL (1974) e BROTHERS (1983) apenas o estabelecimento de uma escala de tempo fixa não foi conseguida no presente trabalho. As peças apresentam, por isso, potencialidades evidentes para a estimação de idades em espadarte.

Em termos de verificação e validação, dos critérios referidos na literatura (CAILLIET *et al.*, 1986b; GRAHAM, 1929) nenhum foi atingido efectivamente, permanecendo por esclarecer a polémica que envolve a estimação de idades de espadarte.

¹¹ LAVETH SMITH (1983) refere-se a incrementos anuais, contudo ainda não está validado, como anual, o ritmo de deposição nas peças ósseas de espadarte.

TABELA 6 - Resumo dos dados de comprimento na idade *n*, relativos a outros estudos sobre o crescimento de espartarte em várias áreas do globo. Indica-se o método utilizado e se os comprimentos (LJFL, cm) se referem a machos (M), fêmeas (F) ou ambos os sexos indiferenciados. Acrescenta-se, ainda, a localização geográfica dos estudos. Não se incluíram os comprimentos recalculados para as vértebras uma vez que são significativamente diferentes dos restantes. Legenda: Esp. anal - espinho anal; Sag. - *sagittae*.

| "Idade" | BERKELEY & HOUDE (1983) | | RIEHL (1984) | | EHRHARDT (1990, 1992) | | RADTKE & HURLEY (1983) | | WILSON & DEAN (1983) | | ANÓN. (1989) | | RESTREPO (1990) | | AZEVEDO (1990) | | CHALABI (1993) | | HAIST & PORTER (1993) | | ESTEVES (presente estudo) | | |
|---------|--------------------------|----------------|--------------------|----------------|-----------------------|----------------|-------------------------------|------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|---------------------------|---------------------|---------------------|
| | Espinho anal M | Espinho anal F | Espinho anal M | Espinho anal F | Espinho anal M | Espinho anal F | Sagittae M | Sagittae F | Marcação-Recaptura | Marcação-Recaptura | Marcação-Recaptura | Marcação-Recaptura | Frequência comprim. | Frequência comprim. | Frequência comprim. | Frequência comprim. | Frequência comprim. | Frequência comprim. | Frequência comprim. | Frequência comprim. | Frequência comprim. | Frequência comprim. | Frequência comprim. |
| 1 | 98,9 | 97,2 | 106,2 | 99,3 | 89,7 | 89,9 | 84 | 73 | 116,9 | 122,9 | 87,1 | 84,98 | 88 | 79,9 | 100,3 | 100,3 | 84,9 | 94,1 | 100,3 | 100,3 | 94,1 | 84,9 | |
| 2 | 119,3 | 119,8 | 122,9 | 115,8 | 117,0 | 118,9 | 98 | 95 | 123,3 | 130,6 | 113,2 | 124,90 | 111 | 99,3 | 119,9 | 119,9 | 98,9 | 115,9 | 119,9 | 119,9 | 115,9 | 98,9 | |
| 3 | 135,4 | 140,9 | 136,8 | 130,8 | 137,3 | 142,9 | 110 | 114 | 130,2 | 138,8 | 137,4 | 142,23 | 133 | 103,3 | 137,3 | 137,3 | 115,1 | 131,9 | 137,3 | 137,3 | 131,9 | 115,1 | |
| 4 | 148,5 | 158,6 | 148,4 | 144,4 | 153,4 | 161,3 | 122 | 131 | 137,4 | 147,5 | 158,4 | 165,40 | 152 | 119,3 | 152,6 | 152,6 | 126,7 | 150,8 | 152,6 | 152,6 | 150,8 | 126,7 | |
| 5 | 161,6 | 174,5 | 158,1 | 156,8 | 168,9 | 177,2 | 133 | 147 | 145,0 | 156,8 | 176,0 | 184,04 | 170 | 142,5 | 166,2 | 166,2 | 135,9 | 160,3 | 166,2 | 166,2 | 160,3 | 135,9 | |
| 6 | 172,8 | 187,6 | 166,1 | 168,1 | 181,8 | 189,6 | 143 | 160 | 161,5 | 177,1 | 190,1 | 198,48 | 186 | | 178,1 | 178,1 | 152,3 | 161,3 | 178,1 | 178,1 | 161,3 | 152,3 | |
| 7 | 180,3 | 202,2 | 172,9 | 178,2 | 185,3 | 204,4 | 153 | 172 | 170,4 | 188,2 | 201,2 | 209,37 | 201 | | 188,7 | 188,7 | 169,7 | 183,2 | 188,7 | 188,7 | 183,2 | 169,7 | |
| 8 | 185,1 | 216,2 | 178,5 | 187,5 | 206,1 | 214,7 | 161 | 183 | | | 209,8 | 217,43 | 215 | | 198,1 | 198,1 | 184,7 | 205,0 | 198,1 | 198,1 | 205,0 | 184,7 | |
| 9 | | | 183,1 | 195,5 | 234,1 | 241,6 | | | | | | 223,32 | | | | | 197,6 | 221,4 | | | 221,4 | 197,6 | |
| 10 | | | | | 235,3 | 274,1 | | | | | | 227,59 | | | | | | 228,4 | | | | 228,4 | 199,4 |
| 11 | | | | | | | | | | | | 230,65 | | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | | | 232,84 | | | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | | | | 234,41 | | | | | | | | | | | |
| Local | Estreito da Flórida, EUA | | Atlântico noroeste | | Atlântico noroeste | | Atlântico noroeste, Costa EUA | | Atlântico noroeste, Costa EUA | Atlântico noroeste, Costa EUA | Oceano Atlântico | Atlântico noroeste | ZEE Portugal Continental | ZEE República Argélia | Oceano Atlântico | Atlântico nordeste | Atlântico nordeste | Atlântico nordeste | Oceano Atlântico | Atlântico nordeste | Atlântico nordeste | Atlântico nordeste | Atlântico nordeste |

Comparativamente, os 2º espinhos da barbatana anal, pela facilidade relativa na sua obtenção, simplicidade dos procedimentos de preparação, clarividência dos anéis e repetibilidade das interpretações, parecem recomendados para estudos de idade e crescimento de grandes pelágicos (BERKELEY & HOUDE, 1983).

Como considerações finais, acrescenta-se a necessidade de implementação de um esquema de amostragem regular, contínuo e que abranja o maior intervalo de comprimentos possível, de modo a facilitar a aquisição de informação relativa à pescaria e de maior quantidade de material biológico, fundamental para o estudo das idades de espadarte através de métodos directos. Paralelamente, a intensificação e coordenação dos programas de marcação de exemplares a decorrer actualmente (*e.g.* PRINCE, 1987), aumentaria as probabilidades de recaptura, extremamente escassas, 0,5-3% em istioforídeos (SPEARE, 1992) e 1,4% em xifídeos (BECKETT, 1974), e permitiria obter informação essencial para a validação das “idades” atribuídas.

VI. CONCLUSÕES

Dos resultados obtidos neste trabalho e discutidos na secção anterior derivam algumas conclusões que, contudo, devem ser avaliadas em função do número de exemplares amostrados e das particularidades da biologia da espécie e das características da sua pescaria nos Açores.

- A conspicuidade das peças analisadas cumpre o primeiro requisito indicado por BAGENAL (1974) e BROTHERS (1983) para a adequação de peças ósseas para a estimação de idades.
- O reduzido número de estruturas amostradas e percentagem de peças recuperadas e analisadas reflectem as dificuldades no estudo da biologia (do crescimento) de grandes pelágicos oceânicos, nomeadamente num estudo comparativo de metodologias.
- A amostragem de labirintos completos, a extracção dos otólitos em laboratório e posterior análise das peças inteiras revelou-se a metodologia mais eficiente, tanto em termos quantitativos (número de peças) como qualitativos (visualização de anéis), para a análise de otólitos.
- No estudo das vértebras, a amostragem de pedúnculos vertebrais (anteriores à 10^a vértebra), separação dos *centra*, corte sagital dos corpos e impregnação com alizarina vermelha proporcionaram percursos de contagem e medição dos anéis corados.
- O procedimento de amostragem das barbatanas e tratamento dos espinhos é relativamente simples e está generalizado em estudos de crescimento de espadarte.
- A quantificação, pelo índice Q, das interpretações das peças confirmou as dificuldades encontradas e auxiliou a decisão por um dos métodos de estimação de idades, neste caso a análise das secções dos 2^o espinhos da barbatana anal ($Q_{em}=3,3\pm 1,21$).
- Todas as peças analisadas apresentaram relações lineares significativas entre as suas dimensões e o comprimento mandíbula-furca dos exemplares. Estas relações preenchem outro dos requisitos apresentados por BAGENAL (1974) e BROTHERS (1983) para a adequação de determinada peça óssea na estimação de idades.
- Observaram-se em todas as peças marcas de idade, enumeráveis e mensuráveis, em maior ou menor grau, desde o *focus* até à periferia. Cumpre-se outro requisito apresentado por aqueles autores.
- As percentagens de concordância total entre replicados de leituras foram reduzidas, contudo o erro associado às estimações em espinhos e *sagittae*, medido pelo coeficiente de variação ($CV=7,5\%$ e $8,9\%$, respectivamente), encontra-se no intervalo aceitável de precisão referido na literatura. Em vértebras, a interpretação dos corpos vertebrais constitui, ainda, um obstáculo à estimação de idades.

- Não se confirmou a hipótese de crescimento mais primordial da primeira vértebra em relação às restantes. Contudo, o número de casos estudados torna indispensável outro(s) estudo(s) em que se considerem mais indivíduos.
- As relações complexas entre “idades” estimadas nas várias peças obtidas neste trabalho (espinhos:*sagittae*:vértebras, numa razão de 1:2:3) diferem bastante das apresentadas na literatura. A deposição de anéis relacionados com a desova em *sagittae* e de anéis relacionados com a desova e com um ritmo não-anual de deposição em vértebras, poderão explicar aquela razão entre “idades”.
- O número de anéis contados nas três peças analisadas aumentou com o comprimento dos exemplares, verificando-se outra característica das referidas por BAGENAL (1974) e BROTHERS (1983).
- A análise de incrementos marginais foi incapaz de estabelecer um “modelo” de deposição de incrementos de crescimento/idade em qualquer das peças.
- Em cada peça/estrutura, a concordância entre estimações parece indicar a sua adequação para a estimação de idades, contudo as diferenças significativas entre peças contribuem para a continuação da polémica na atribuição de idades em espadarte.
- Comparativamente, a facilidade relativa na obtenção dos 2º espinhos da barbatana anal, o método relativamente simples de preparação, a clarividência dos anéis e repetibilidade das interpretações recomendam aquelas peças para estudos de idade e crescimento de espadarte.
- Os otólitos deverão ser analisados como secções uma vez que persistem as dificuldades e subjectividade na interpretação das características morfológicas externas das peças.
- Apesar de RIEHL (1984) propôr a análise de vértebras ou o retrocálculo dos comprimentos na “idade” n a partir das secções de espinhos como meio de validação das idades em espadarte, os argumentos de BEAMISH & McFARLANE (1981, 1983), BROTHERS (1983) e CASSELMAN (1983) e os resultados obtidos neste trabalho parecem contrapor aquela metodologia como “definitiva”.
- Uma vez que não foi possível ajustar uma escala temporal regular aos padrões de deposição identificados, a verificação/validação das “idades” atribuídas em espadarte não foi estabelecida neste trabalho.

VII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARADO BREMER, JR; MEJUTO, J. & ELY, B. (1994) Global population structure of the swordfish (*Xiphias gladius*) as revealed by analysis of the mitochondrial control region. *ICCAT Working Document SCRS*, 94(127): 23p.
- AMORIN, A.; ARFELLI, C.; GARCÉS, A. & REY, JC (1979) Estudio comparativo sobre la biología y pesca del pez espada, *Xiphias gladius* L. (1758) obtenidos por las flotas española e brasileña. *ICCAT Coll. Vol. Sci. Pap.*, 8(2): 496-503
- ANDRADE, JP (1983) Contribuição para o conhecimento da biologia (determinação e estudo do crescimento) do robalo *Dicentrarchus labrax* (L.) (Pisces: Moronidae) da Ria de Aveiro. *Publicações Científicas da Universidade do Algarve*, 1: 21p.
- ANÓN. (1989) 1988 Intersessional meetings. *ICCAT Coll. Vol. Sci. Pap.*, 29: 128-148
- AROCHA, F.; LEE, DW & GRUBICH, JR (1993) Observations on the sex ratio, maturity stages, and fecundity of swordfish, *Xiphias gladius*, in the Northwestern Atlantic Ocean. *ICCAT Working Document SCRS*, 93(106): 6p.
- AZEVEDO, M. (1990) Alguns aspectos da dinâmica populacional de espadarte (*Xiphias gladius*, L.) nas águas continentais portuguesas. *Provas de acesso à categoria de Assistente de Investigação*, Instituto Nacional de Investigação das Pescas, Lisboa, 140p.
- BAGENAL, TB (1974) *The ageing of fish*. Unwin Brothers Ltd., England, 234p.
- BAGENAL, TB & TESCH, FW (1978) Age and Growth. in BAGENAL, TB (eds.) *Methods for the assessment of fish production in freshwater*. 3rd Edition, Blackwell Scientific Publications, Oxford, 101-136
- BAKER, TT & TIMMONS, LS (1991) Precision of ages estimated from five bony structures of arctic char (*Salvelinus alpinus*) from the Wood Ryver system, Alaska. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 48(6): 1007-1014
- BEAMISH, RJ & FOURNIER, DA (1981) A method for comparing the precision of a set of age determinations. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 38(8): 982-983
- BEAMISH, RJ & McFARLANE, GA (1983) The forgotten requirement for age validation in fisheries biology. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 112(6): 735-743
- BECKETT, JS (1974) Biology of swordfish, *Xiphias gladius* L., in the Northwest Atlantic Ocean. *U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Rep. NMFS-SSRF*, 675: 103-106
- BERKELEY, SA & HOUDE, ED (1980) Swordfish, *Xiphias gladius*, dynamics in the Straits of Florida. *ICES CM*, H(59): 8p.
- BERKELEY, SA & HOUDE, ED (1981) Swordfish, *Xiphias gladius*, dynamics in the Straits of Florida. *ICCAT Coll. Vol. Sci. Pap.*, 15(2): 372-380
- BERKELEY, SA & HOUDE, ED (1983) Age determination of broadbill swordfish, *Xiphias gladius*, from the Straits of Florida, using anal fin spine sections. *U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Rep. NMFS*, 8: 137-143
- BERRY, FH (1978) Vertebra related studies. in HUNT, JJ (eds.) *Proceedings of Atlantic bluefin tuna ageing workshop*. *ICCAT Coll. Vol. Sci. Pap.*, 7(2), 337-339

- BERTIN, L. (1958a) **Squelette axial.** in GRASSÉ, P. P. (eds.) *Traité de Zoologie. Anatomie, Systématique, Biologie. Tome XIII. Agnathes et Poissons. Anatomie, Éthologie, Systématique. Premier Fascicule.* Mason et Cie. Éditeurs, Paris, 687-709
- BERTIN, L. (1958b) **Squelette appendiculaire.** in GRASSÉ, P. P. (eds.) *Traité de Zoologie. Anatomie, Systématique, Biologie. Tome XIII. Agnathes et Poissons. Anatomie, Éthologie, Systématique.* Mason et Cie. Éditeurs, Paris, 710-747
- BIGELOW, HB & SCHROEDER, WC (1953) **Fishes of the Gulf of Maine.** *Fish and Wildlife Service. Fishery Bulletin*, 53(74): 577p.
- BLACKER, RW (1974) **Recent advances in otolith studies.** in HARDEN JONES, FR (eds.) *Sea fisheries research.* Paul Elek, London, 67-90
- BRADFORD, MJ (1991) **Effects of ageing errors on recruitment time series estimated from sequential population analysis.** *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 48(4): 555-558
- BRENNAN, JS & CAILLIET, GM (1989) **Comparative age-determination techniques for white sturgeon in California.** *Trans. Am. Fish. Soc.*, 118: 296-310
- BRENNAN, JS & CAILLIET, GM (1991) **Age determination and validation studies of white sturgeon, *Acipenser transmontanus*, in California.** in WILLIOT, P. (eds.) *Acipenser. Actes du premier colloque international sur l'esturgeon. Bordeaux 3-6 octobre 1989.* CEMAGREF Publ., Bordeaux, 209-233
- BROTHERS, EB (1983) **Summary of the round table discussions on age validation.** in PRINCE, ED & PULOS, LM (eds.) *Proceedings of the International Workshop on age determination of oceanic pelagic fishes: tunas, billfishes, and sharks.* U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Rep. NMFS, 35-44
- CAILLIET, GM; LOVE, MS & EBELING, AW (1986a) **Fishes. A field and laboratory manual on their structure, identification, and natural history.** Wadsworth Publishing Company, Belmont Ca., 194p.
- CAILLIET, GM; RADTKE, RL & WELDEN, BA (1986b) **Elasmobranch age determination and verification: a review.** in UYENO, T.; ARAI, R.; TANIUCHI, T. & MATSUURA, K. (eds.) *Indo-Pacific fish biology: proceedings of the Second International Conference on Indo-Pacific Fishes.* Ichthyological Society of Japan, Tokyo, 345-360
- CAMPANA, CE & NEILSON, JD (1985) **Microstructure of fish otoliths.** *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 42(5): 1014-1032
- CAMPANA, SE (1990) **How reliable are growth back-calculations based on otoliths?** *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 47(11): 2219-2227
- CARLANDER, KD (1981) **Caution on the use of the regression method of back-calculating lengths from scales measurements.** *Fisheries*, 6(1): 2-4
- CASSELMAN, JM (1983) **Age and growth assessment of fish from their calcified structures - techniques and tools.** in PRINCE, ED & PULOS, LM (eds.) *Proceedings of the International Workshop on age determination of oceanic pelagic fishes: tunas, billfishes, and sharks.* U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Rep. NMFS 8, 1-17

- CHALABI, A. (1993) Approche de la croissance de l'espadon *Xiphias gladius* en baies de Beni-Saf et de Bou Ismail. *ICCAT Coll. Vol. Sci. Pap.*, **40(2)**: 158-161
- CHALABI, A.; CHERRAK, I.; HAMIDA, S. & SAIL, M. (1994) La croissance de l'espadon pêché près des côtes algériennes. *ICCAT Working Document SCRS*, **94(93)**: 11p.
- CHANG, WYB (1982) A statistical method for evaluating the reproducibility of age determination. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **39(8)**: 1208-1210
- CONOVER, WJ (1980) *Practical nonparametric statistics*. 2nd Ed., John Wiley & Sons, New York, 493p.
- DAIBER, FC (1960) A technique for age determination in the skate, *Raja eglanteria*. *Copeia*, **1960(3)**: 258-260
- DALE, T. (1979) Surface morphology of the acoustico-lateralis sensory organs in teleosts: functional and evolutionary aspects. in ALI, A. (eds.) *Experimental physiology of fishes. NATO ASI Series. Ser. A: Life Sciences. Vol.35*. Plenum Press, NY & London, 387-401
- DEGENS, ET; DEUSER, WG & HAEDRICH, RL (1969) Molecular structure and composition of fish otoliths. *Marine Biology*, **2(2)**: 105-113
- DIXON, WJ & MASSEY Jr., FJ (1966) *Introducción al análisis estadístico*. 2 Edición, McGraw-Hil Book Company Inc., New York, 489p.
- DROUËT, H. (1861) *Éléments de la faune Açoréenne*. J.B. Bailliére & Fils et J. Rothschild, Paris, 245p.
- EHRHARDT, NM (1990) Review of the age and growth of Swordfish *Xiphias gladius* in the northwestern Atlantic *ICCAT Working Document SCRS*, **90(29)**
- EHRHARDT, NM (1992) Age and Growth of Swordfish, *Xiphias gladius*, in the northwestern Atlantic *Bulletin of Marine Science*, **50(2)**: 292-301
- EHRHARDT, NM (1994) On the age and growth of swordfish in the Northwest Atlantic Ocean. *ICCAT Working Document SCRS*, **94(67)**: 9p.
- FERNÁNDEZ, M. (1992) Revision des methodes d'ageage du germon (*Thunnus alalunga*, Bonn 1788) nord-est Atlantique par l'etude des pieces anatomiques calcifiees. *ICCAT Coll. Vol. Sci. Pap.*, **39(1)**: 225-240
- FOWLER, HW (1936) The marine fishes of west Africa. *Bulletin of The American Museum of Natural History*, **70(2)**: 647-649
- FRANCIS, RICC (1990) Back-calculation of fish length: a critical review. *J. Fish Biol.*, **36(6)**: 883-902
- GARCIA, B. & MEJUTO, J. (1988) Primeros datos sobre la biologia de la reproduccion del pez espada (*Xiphias gladius* L.) de las areas 33°-45°N, 10°-40°W (BIL 94). *ICCAT Coll. Vol. Sci. Pap.*, **27**: 164-177
- GOSLINE, WA (1971) *Functional morphology and classification of teleostean fishes*. The University Press of Hawaii, Honolulu, 208p.
- GRAHAM, M. (1929) Studies of age-determination in fish. Part II. A survey of the literature. *Fishery Investigations. Series II.*, **11(3)**: 50p.

- GRALL, C.; de SYLVA, DP & HOUDE, ED (1981) Distribution and seasonality of broadbill swordfish (*Xiphias gladius*) larvae, particularly in the Western North Atlantic Ocean. *ICES CM*, H(33): 9p.
- GUERRA, A.; ROCHA, F. & CASTRO, BG (n.publ.) Eurosquid statolith workshop report. Vigo, 30 June - 2 July, 1993. : 7p.
- GUERRA, A.; SIMON, F. & GONZALEZ, AF (1993) Cephalopods in the diet of the swordfish, *Xiphias gladius*, from the Northeastern Atlantic Ocean. in OKUTANI, T.; O'DOR, RK & KUBODERA, T. (eds.) *Recent advances in fisheries biology*. Tokai University Press, Tokyo, 159-164
- HAIST, V. & PORTER, JM (1993) Evaluation of alternative methods to estimate age compositions from length frequency data with specific reference to Atlantic swordfish, *Xiphias gladius*. *ICCAT Coll. Vol. Sci. Pap.*, 40(1): 331-342
- HARDER, W. (1975a) *Anatomy of fishes. Part I: Text*. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 612p.
- HARDER, W. (1975b) *Anatomy of fishes. Part II: Figures and Plates*. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 129p.
- HAYASHI, Y. (1976) Studies on the growth of the red tilefish in the East China Sea - I. A Fundamental consideration for age determination from otoliths. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, 42(11): 1237-1242 (abstract)
- HEDGEPEETH, MY & JOLLEY Jr., JW (1983) Age and growth of sailfish, *Istiophorus platypterus*, using cross sections from the fourth dorsal spine. in PRINCE, ED & PULOS, LM (eds.) *Proceedings of the International Workshop on age determination of oceanic pelagic fishes: tunas, billfishes, and sharks*. U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Rep. NMFS 8, 131-135
- HILBORN, R. & WALTERS, CJ (1992) *Quantitative fisheries stock assessment. Choice, dynamics and uncertainty*. Chapman and Hall, New York, 410-450
- HILL, KT; CAILLIET, GM & RADTKE, RL (1989) A comparative analysis of growth zones in four calcified structures of pacific blue marlin, *Makaira negricans*. *Fishery Bulletin*, 87(4): 829-843
- HOEY, JJ; CONSER, RJ & BERTOLINO, AR (1990) The Western North Atlantic swordfish. in CHANDLER, WJ; LABATE, L. & WILLE, C. (eds.) *Audubon Wildlife Report 1989/1990*. Academic Press Inc., San Diego, 21p.
- JEREB, P.; RAGONESE, S. & VON BOLETZKY, S. (1991) Squid age determination using statoliths. *N.T.R. - I.T.P.P, Sp. Public.*(1): 127p.
- JOHNSON, AG (1983) Comparison of dorsal spines and vertebrae as ageing structures for little tunny, *Euthynnus alletteratus*, from the Northeast Gulf of Mexico. in PRINCE, ED & PULOS, LM (eds.) *Proceedings of the International Workshop on age determination of oceanic pelagic fishes: tunas, billfishes, and sharks*. U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Rep. NMFS 8, 111-115
- KLAWE, WL (1980) Classification of the tunas, mackerels, billfishes and related species, and their geographical distribution. in BAYLIFF, WH (eds.) *Special Report No.2. Synopses of biological data on eight species of Scombrids*. Inter-American Tropical Tuna Commission, La Jolla, Ca., 7-16

- KUME, S. & JOSEPH, J. (1969) Size composition and sexual maturity of billfish caught by the Japanese longline fishery in the Pacific Ocean East of 130°W. *Bull. Far Seas Fish. Res. Lab.*, 2: 115-161
- LABELLE, M.; HAMPTON, J.; BAILEY, K.; MURRAY, T.; FOURNIER, DA & SIBERT, JR (1993) Determination of age and growth of south Pacific albacore (*Thunnus alalunga*) using three methodologies. *Fishery Bulletin*, 91(4): 649-663
- LAVETT SMITH, C. (1983) Summary of round table discussions on back calculation. in PRINCE, ED & PULOS, LM (eds.) *Proceedings of the International Workshop on age determination of oceanic pelagic fishes: tunas, billfishes, and sharks*. U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Rep. NMFS 8, 45-47
- LEE, LK. & YEH, SY. (1993) Studies on the age and growth of south Atlantic albacore (*Thunnus alalunga*) specimens collected from Taiwanese longliners. *ICCAT Coll. Vol. Sci. Pap.*, 40(2): 354-360
- LETA, HR & KEIM, A. (1982) Lectura de edades en otolitos de peces teleosteos. *Informe Tecnico do Inst. Nac. de Pesca do Uruguay*, 30: 36p.
- LINNAEUS, C. (1758) *Systema naturae*. Tomus I. 10th Ed., Impensis Direct., Holmiae, 824p.
- LUX, FE (1971) Age determination of fishes (revised). *U.S. Dep. Commer., NOAA-NMFS Fishery Leaflet*, 637: 7p.
- MEGALOFONO, P.; DEAN, JM & DE METRIO, G. (1990a) First results on the ageing of juvenile swordfish, *Xiphias gladius* L., from the Mediterranean Sea, using otoliths. *ICCAT Coll. Vol. Sci. Pap.*, 33: 163-167
- MEGALOFONO, P.; DE METRIO, D. & LENTI, M. (1990b) Catch, size distribution, age and some population parameters of swordfish, *Xiphias gladius* L., in the Greek seas. *ICCAT Coll. Vol. Sci. Pap.*, 33: 168-178
- MÉNON, MD (1950) The use of bones, other than otoliths, in determining the age and growth-rate of fishes. *J. Cons. perm. int. Explor. Mer*, 16(3): 311-340
- MIYAKE, M. (1990) *Manuel d'operations pour les statistiques et l'échantillonnage des thonides et especes voisines dans l'Océan Atlantique*. 3eme Edition, Commission Internationale pour la Conservation des Thonides de l'Atlantique, Madrid, 182p.
- MOREIRA, F. (1990) Food of the swordfish, *Xiphias gladius* Linnaeus 1758, off the Portuguese coast. *J. Fish Biol.*, 36(4): 623-624
- MURTEIRA, BJT (1993) *Análise exploratória de dados. Estatística descritiva*. McGraw-Hill, Lisboa, 329p.
- NAKAMURA, I. (1985) *FAO species catalogue. Vol.5. Billfishes of the world. An annotated and illustrated catalogue of marlins, sailfishes, spearfishes and swordfishes known to date*. *FAO Fish. Synop.*, 5(125): 65p.
- NAKAMURA, I. (1986) *Xiphiidae*. in WHITEHEAD, PJP; BAUCHOT, M. L.; HUREAU, J. C.; NIELSEN, J. & TORTONESE, E. (eds.) *Fishes of the North-eastern Atlantic and Mediterranean. Volume II*. UNESCO, U.K., 1006-1007
- NEILSON, JD; MANICKHAND-HEILEMAN, S. & SINGH-RENTON, S. (1994) Assessment of hard parts of blackfin tuna (*Thunnus atlanticus*) for determining age and growth. *ICCAT Working Document SCRS*, 52(2): 369-375

- NORONHA, AC & SARMENTO, AA (1948) *Vertebrados da Madeira. 2º Volume. Peixes.* Junta Geral do Distrito Autónomo do Funchal, Funchal, 181p.
- PALKO, BJ; BEARSDLEY, GL & RICHARDS, WJ (1981) *Synopsis of the biology of the swordfish, Xiphias gladius Linnaeus.* U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Rep. NMFS Circular, 441: 21p.
- PANNELLA, G. (1971) *Fish otoliths: daily growth and periodical patterns.* *Science*, 173: 1124-1127
- PANNELLA, G. (1980) *Growth patterns in fish sagittae.* in PHOADES, DC & LUTZ, RA (eds.) *Skeletal growth of aquatic organisms: biological records of environmental change.* Plenum Press, New York, 519-624
- POPPER, AN & COOMBS, S. (1979) *Acoustic detection by fishes.* in ALI, A. (eds.) *Environmental physiology of fishes. NATO ASI Series. Ser. A: Life Sciences. Vol. 35.* Plenum Press, NY & London, 403-430
- POTHOFF, T.; KELLEY, S. & JAVECH, JC (1986) *Cartilage and bone development in Scombroid fishes.* *Fishery Bulletin*, 84(3): 647-678
- POWERS, JE (1983) *Some statistical characteristics of ageing data and their ramifications in population analysis of oceanic pelagic fishes.* in PRINCE, ED & PULOS, LM (eds.) *Proceedings of the International Workshop on age determination of oceanic pelagic fishes: tunas, billfishes, and sharks.* U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Rep. NMFS 8, 19-24
- PRATT, HL & CASEY, JG (1983) *Age and growth of the Shortfin Mako, Isurus oxyrinchus, using four methods.* *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 40(11): 1944-1957
- PRINCE, ED (1987) *Save it for Science Program for Oceanic Pelagic Fishes (billfishes and tunas).* *Relatório da 7ª Semana das Pescas dos Açores, Açores*, 249-256
- PRINCE, ED; LEE, DW & BERKELEY, SA (1988) *Use of marginal increment analysis to validate the anal spine method for ageing atlantic swordfish and other alternatives for age determination.* *ICCAT Coll. Vol. Sci. Pap.*, 27: 194-201
- PRINCE, ED; LEE, DW & JAVECH, JC (1985) *Internal zonations in sections of vertebrae from Atlantic bluefin tuna, Thunnus thynnus, and their potential use in age determination.* *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 42(5): 938-946
- PRINCE, ED; LEE, DW; WILSON, CA & DEAN, M. (1984) *Progress in estimating age of blue marlin, Makaira nigricans, and white marlin, Tetrapturus albidus, from the western Atlantic ocean, Caribbean Sea and Gulf of Mexico.* *ICCAT Coll. Vol. Sci. Pap.*, 20(2): 435-447
- PRINCE, ED; LEE, DW; WILSON, CA & DEAN, JM (1986) *Longevity and age validation of a tag-recaptured Atlantic sailfish, Istiophorus platypterus, using dorsal spines and otoliths.* *Fishery Bulletin*, 84(3): 493-502
- PRINCE, ED; LEE, DW; ZWEIFEL, JR & BROTHERS, EB (1991) *Estimating the age and growth of young atlantic blue marlin Makaira nigricans from otolith microstructure.* *Fishery Bulletin*, 89(3): 441-459
- RADTKE, RL & DEAN, JM (1981) *Morphological features of the otoliths of the sailfish, Istiophorus platypterus, useful in age determination.* *Fishery Bulletin*, 79(2): 360-366

- RADTKE, RL & HURLEY, PCF (1983) Age estimation and growth of broadbill swordfish, *Xiphias gladius*, from the Northwest Atlantic based on external features otoliths. in PRINCE, ED & PULOS, LM (eds.) *Proceedings of the International Workshop on age determination of oceanic pelagic fishes: tunas, billfishes, and sharks*. U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Rep. NMFS 8, 145-150
- RESTREPO, V. (1990) An update of swordfish tagging data for use in growth analyses. *ICCAT Coll. Vol. Sci. Pap.*, 32(2): 360-370
- REY, JC. (1988) Comentarios sobre las areas de reproduccion del pez espada (*Xiphias gladius*) en el Atlantico y Mediterraneo. *ICCAT Coll. Vol. Sci. Pap.*, 27: 180-193
- RICKER, WE (1973) Linear regressions in fishery research. *J. Fish. Res. Board Can.*, 30(3): 409-434
- RICKER, WE (1992) Back-calculation of fish lengths based on proportionality between scale and lengths increments. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 49(5): 1018-1026
- RIEHL, MW (1984) Age and growth estimation of Northwest Atlantic broadbill swordfish, *Xiphias gladius*, using fin-spines. *Thesis for Bachelor of Science with Honours in Biology*, Mount Allison University, 33p.
- RIVAS, LR (1975) Definitions and methods of measuring and counting in the billfishes (Istiophoridae, Xiphiidae). *U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Rep. NMFS-SSRF*, 675: 31-33
- ROEDEL, PM (1953) Common ocean fishes of the California Coast. *Department of Fish and Game, Fish Bulletin*, 91: 184p.
- SAMPAIO, AS (1904) Memória sobre a ilha Terceira. Imprensa Municipal, Angra do Heroísmo, 129-136
- SANCHES, JG (1986) Peixes de interesse comercial (lista de nomes portugueses). *Publicações avulsas do INIP*, (8): 67p.
- SANCHES, JG (1991) Catálogo dos peixes marinhos da República da Guiné-Bissau. *Publicações avulsas do INIP*, (16): 469p.
- SCOTT, WB & TIBBO, SN (1968) Food and feeding habits of swordfish, *Xiphias gladius*, in the Western North Atlantic. *J. Fish. Res. Board Can.*, 25(5): 903-919
- SMALE, MA & TAYLOR, WW (1987) Sources of back-calculation error in estimating growth of lake whitefish. in SUMERFELT, RC & HALL, GE (eds.) *Age and growth of fish*. Iowa State University Press, Ames-Iowa, 189-202
- SMITH, MM & HEEMSTRA, PC (1986) *Smith's sea fishes*. Springer-Verlag, Berlin, 1047p.
- SOKAL, RR & ROHLF, FJ (1981) *Biometry. The principles and practice of statistics in biological research*. 2nd Ed., W.H. Freeman and Company, New York, 190-772
- SPARRE, P. (1988) *Package of length based stock assessment programs*. FAO Mar. Resources Serv., Rome, (software)
- SPARRE, P. & VENEMA, SC (1992) *Introduction to tropical fish stock assessment. Part 1. Manual. FAO Fisheries Technical Paper*, 306.1(Rev.1): 376p.

- SPEARE, P. (1992) A technique for tetracycline injecting and tagging billfish. *Bulletin of Marine Science*, 51(2): 197-203
- STEVENS, JD (1975) Vertebral rings as a means of age determination in the blue shark (*Prionace glauca* L.). *J. mar. biol. Assoc. U.K.*, 55(3): 657-665
- STILLWELL, CE & KOHLER, NE (1985) Food and feeding ecology of the swordfish *Xiphias gladius* in the Western North Atlantic Ocean with estimates of daily ration. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 22(3): 239-247
- TOLL, RB & HESS, SC (1981) Cephalopods in the diet of the Swordfish, *Xiphias gladius*, from the Florida Straits. *Fishery Bulletin*, 79(4): 765-774
- TORTONESE, E. (1973) Xiphiidae. in HUREAU, JC & MONOD, TH. (eds.) *Check-list of the fishes of the north-eastern Atlantic and of Mediterranean. Volume I. Cloufnam*. UNESCO, Paris, 482-482
- VYALOV, YA & OVCHINNIKOV, VV (1980) Main results of the tuna, swordfish and sailfish studies in the Atlantic Research Institute for the Fisheries and Oceanography (ATLANTNIRO) for the 20 year period (1957-77). *ICCAT Coll. Vol. Sci. Pap.*, 9(3): 662-674
- WILSON, CA & DEAN, JM (1983) The potential use of sagittae for estimating age of atlantic swordfish, *Xiphias gladius*. in PRINCE, ED & PULOS, LM (eds.) *Proceedings of the International Workshop on age determination of oceanic pelagic fishes: tunas, billfishes, and sharks*. U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Rep. NMFS 8, 151-156

ANEXOS

ANEXO II

BEAMISH & FOURNIER (1981) propuseram as seguintes equações para quantificar a repetibilidade de estimações de idade:

- Erro Percentual Médio, $APE = \frac{1}{R} \sum_i^R \frac{|X_{ij} - X_j|}{X_j}$, em que R é o número de replicados de

leituras/contagens por indivíduo, X_{ij} é a estimacão i para o indivíduo j e X_j é a idade média estimada para o indivíduo j .

- Índice de Erro Percentual Médio, $I(APE) = 100 \times \frac{1}{N} \sum_j^N \left[\frac{1}{R} \sum_i^R \frac{|X_{ij} - X_j|}{X_j} \right]$, em que N

é o número de indivíduos amostrados.

Posteriormente, CHANG (1982) apresentou outra abordagem da reprodutibilidade, que consiste basicamente na análise dos desvios-padrão de cada leitura em relação à média, i.e.:

- Coeficiente de variação, $CV = \frac{1}{R} \sum_i^R \frac{(X_{ij} - X_j)^2}{X_j}$; e

- $D = \frac{V}{\sqrt{R}}$, é o erro contribuído, em média, por cada um dos conjuntos de replicados (por

indivíduo) para V ; e $Erro$ é a média de D para uma estrutura.

ANEXO III

Quando se decide trabalhar com regressões lineares modelo II (variáveis medidas com erro), dois objectivos devem ser distinguidos: estabelecer uma relação funcional entre duas variáveis, Y e X; ou prever X a partir de Y (ou vice-versa). Ao contrário do modelo I, a relação obtida por um dos três métodos disponíveis não serve os dois propósitos simultaneamente (SOKAL & ROHLF, 1981). Neste caso, o estabelecimento de uma relação funcional entre LJFL-OL/ER/VR era o objectivo, contudo a questão de uma correcta estratégia de análise pelo modelo II continua em aberto. Os três métodos resumem-se a seguir:

1) o declive $v_{XY} = \frac{\sqrt{\sum y^2}}{\sqrt{\sum x^2}}$ e a intersecção $a_v = \bar{Y} - v_{XY} * \bar{X}$ (Regressão Modelo

Geométrico. RICKER, 1973);

2) o declive $b' = \frac{(\bar{Y}_3 - \bar{Y}_1)}{(\bar{X}_3 - \bar{X}_1)}$ e a intersecção $a' = \bar{Y} - b' * \bar{X}$ (Modelo dos Três Grupos de

Bartlett. SOKAL & ROHLF, 1981);

3) o declive $b_1 = \frac{S_{12}}{(\lambda_1 - S_{12})}$ para uma equação final $Y_1 = \bar{Y}_1 + b_1 * (Y_2 - \bar{Y}_2)$ (Método do

Eixo Maior. SOKAL & ROHLF, 1981).

Em qualquer dos casos, \bar{Y} é a média da variável Y, \bar{X} é a média da variável X, S_{12} é a covariância de YX, λ_1 é a raiz latente ou raiz da matriz variância-covariância e S_{12}^2 é a variância de Y. Em 1), x e y são o quociente dos desvios à média e aplica-se após estandardização das variáveis com unidades diferentes. Os índices de \bar{Y} e de \bar{X} , em 2), correspondem ao primeiro e último terço dos dados arrançados por ordem crescente de X.

Por vezes os dados podem incluir alguns pontos que não se conformam com o padrão e portanto há que procurar um método de ajustamento que tanto quanto possível, ao estimar os parâmetros da recta, resista aos “outliers”. A Recta Resistente de Três Grupos deve-se a TUKEY (1970 in MURTEIRA, 1993) e baseia-se na reconhecida resistência da mediana e na ideia de dividir os pontos $(X_i; Y_i)$, $i=1, 2, \dots, n$, em três grupos em função da ordem de grandeza da abcissa (MURTEIRA, 1993).

ANEXO IV

QUADRO 1 - Resenha dos resultados da análise estatística das relações entre a morfometria de algumas peças ósseas (*lapili*, *asterisci* e espinhos) e o comprimento (LJFL, cm) dos indivíduos. Apresentam-se as equações que melhor se ajustam, mesmo que não significativas (ns).

| <i>Relação</i> | <i>N</i> | <i>r</i> ² | <i>p</i> | <i>Equação</i> |
|-------------------------------|----------|-----------------------|-----------------------|--------------------------|
| <i>Lapili</i> | | | | |
| LJFL(cm)-LH(mm) ¹² | 12 | 0,641 | 0,002 | LJFL=44,19+149,64*LH |
| LJFL(cm)-LW(mm) | 10 | 0,204 | 0,190 | LJFL=112,6+20,55*LW; ns |
| <i>Asterisci</i> | | | | |
| LJFL(cm)-AL(mm) | 6 | 0,079 | 0,589 | LJFL=53,54+47,71*AL; ns |
| LJFL(cm)-ARL(mm) | 6 | 0,016 | 0,813 | LJFL=206,4-30,95*ARL; ns |
| LJFL(cm)-AW(mm) | 4 | 0,078 | 0,721 | LJFL=137,4+14,61*AW; ns |
| <i>Espinhos</i> | | | | |
| LJFL(cm)-LC(mm) | 41 | 0,682 | 1,7*10 ⁻¹¹ | LJFL=61,67+4,07*LC |
| LJFL(cm)-CLC(cm) | 41 | 0,101 | 0,043 | LJFL=105,3+2,28*CLC |
| LJFL(cm)-CCC(cm) | 41 | 0,145 | 0,014 | LJFL=96,9+2,92*CCC |

QUADRO 2 - Resenha ordenada dos resultados da análise da proporcionalidade entre as dimensões das peças e comprimento dos exemplares. LMR - Regressão Modelo Linear; GMR - Regressão Modelo Geométrico; BTGM - Método dos Três Grupos de Bartlett; SMA - Declive do Eixo Maior; e RR - Recta Resistente (cf. METODOLOGIA).

| | Coeficiente de Correlação, <i>r</i> ² (<i>p</i>) | LMR (<i>a</i> , <i>b</i>) | GMR (<i>a</i> _V , <i>V</i> _{XY}) | BTGM (<i>a</i> ' , <i>b</i> ') | SMA (<i>a</i> ₁ , <i>b</i> ₁) | RR (<i>a</i> _R , <i>b</i> _R) |
|--------------------|--|--------------------------------|---|-------------------------------------|--|---|
| <i>Otólitos</i> | 0,7166 (0,00052) | | | | | |
| Intersecção nos YY | | 64,72 | 48,23 | 64,82 | 28,76 | 65,13 |
| Declive | | 86,98 | 102,75 | 86,89 | 121,38 | 91,26 |
| <i>Vértebras</i> | 0,8323 (1,33*10 ⁻⁷) | | | | | |
| Intersecção nos YY | | 14,05 | 1,75 | 10,11 | 55,53 | -14,42 |
| Declive | | 5,895 | 6,46 | 6,08 | 3,98 | 7,21 |
| <i>Espinhos</i> | 0,7611 (9,09*10 ⁻²⁴) | | | | | |
| Intersecção nos YY | | 55,76 | 43,796 | 52,34 | 57,064 | 50,722 |
| Declive | | 22,27 | 25,52 | 23,195 | 21,91 | 24,074 |

¹² Nesta relação excluíram-se dois pontos, (1,17;147) e (0,78;90), que se destacavam bastante da nuvem de pontos (FIGURA 6).

QUADRO 3 - Resenha dos comprimentos médios medidos na prática (LJFLm, cm) e respectivos desvios-padrão (tipo itálico), elaborada a partir da chave de idade-comprimento apresentada no texto.

| <i>"Idade"</i> | <i>Espinhas</i> | <i>Sagittae</i> | <i>Vértebras</i> | |
|-------------------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------------------|
| <i>atribuída</i> | | | | |
| <i>(n° anéis)</i> | | | | |
| 0 | 107,5 | <i>21,8</i> | | |
| 1 | 96,8 | <i>12,4</i> | | |
| 2 | 126,8 | <i>13,6</i> | | |
| 3 | 142,2 | <i>16,9</i> | 132,5 | <i>0,0</i> |
| 4 | 157,5 | <i>12,3</i> | 150,5 | <i>23,6</i> |
| 5 | 168,1 | <i>21,1</i> | 147,5 | <i>7,1</i> |
| 6 | 137,5 | <i>0,0</i> | | 115,0 <i>3,5</i> |
| 7 | 190,0 | <i>38,9</i> | 162,5 | <i>0,0</i> 120,0 <i>3,5</i> |
| 8 | | | 212,5 | <i>0,0</i> 107,5 <i>0,0</i> |
| 9 | | | 202,5 | <i>0,0</i> 162,5 <i>0,0</i> |
| 10 | 242,5 | <i>0,0</i> | | 135,5 <i>7,6</i> |
| 11 | | | | 152,5 <i>0,0</i> |
| 12 | | | | 122,5 <i>0,0</i> |
| 13 | | | | |
| 14 | | | | 122,5 <i>0,0</i> |
| 15 | | | | 185,0 <i>38,9</i> |
| 16 | | | | 157,5 <i>0,0</i> |
| (...) | | | | |
| 22 | | | | 167,5 <i>0,0</i> |

QUADRO 4 - Resumo dos resultados da análise estatística das relações entre as "idades" estimadas a partir dos otólitos e das vértebras, através do Teste do Sinal Ordenado de Wilcoxon (CONOVER, 1980).

N - número de casos; T - teste T de Wilcoxon; p - é a probabilidade de rejeição de Ho: d.50=0; ns - não significativo; e * - significativa.

| <i>Relação</i> | <i>N</i> | <i>T</i> | <i>p</i> |
|---|----------|----------|----------|
| <i>Otólitos</i> | | | |
| <i>Antirostra de Sagittae esq. vs. dir.</i> | 5 | -0,10 | <0,05 ns |
| <i>Antirostra de Sagittae esq. vs. Lapili inteiro</i> | 5 | 1,84 | <0,05 ns |
| <i>Antirostra vs. Rostra (Sagittae esq.)</i> | 4 | 1,00 | <0,05 ns |
| <i>Antirostra (Sagittae dir.) vs. Asterisci</i> | 4 | 1,60 | <0,05 ns |
| <i>Vértebras (Cones posteriores)</i> | | | |
| <i>"Definitivas" vs. "Preliminares"</i> | 7 | 1,36 | <0,05 ns |

QUADRO 5 - Resumo comparativo das "idades" atribuídas através das três peças ósseas. *N* refere-se aos exemplares considerados, *i.e.*, em que se analisaram, pelo menos, duas das três estruturas. Em * não se efectuaram todos os replicados.

| <i>N</i> | <i>Sagittae,</i> <i>O</i> (n° anéis) | <i>Vértebras,</i> <i>V</i> (n° anéis) | <i>Espinhos,</i> <i>E</i> (n° anéis) | <i>LJFL</i> (<i>cm</i>) |
|----------|--|---|--|------------------------------|
| 1 | 4* | | 2 | 139 |
| 2 | 9 | | 5 | 201 |
| 3 | 8 | 15 | 5* | 215 |
| 4 | 4 | | 5 | 159 |
| 5 | 4 | 10 | 2 | 126 |
| 6 | 7 | 15 | 3* | 159 |
| 7 | 5 | 11 | 5 | 151 |
| 8 | 3 | 9 | 3 | 147 |
| 9 | 4 | | 4 | 147 |
| 10 | | 10 | 3 | 145 |
| 11 | | 22 | 4 | 170 |
| 12 | | 8 | 1 | 108 |
| 13 | | 9 | 7 | 161 |
| 14 | | 6 | 2 | 111 |
| 15 | | 10 | 3 | 144 |
| 16 | | 7 | 3 | 120 |
| 17 | | 10 | 2 | 136 |
| 18 | | 13 | 3 | 124 |
| 19 | | 14 | 3 | 124 |

QUADRO 6 - Resultados da análise modal de frequências de comprimentos pelo Método de BHATTACHARYA (1967) utilizando o programa informático "LSFA - FAO" (SPARRE, 1988). Legenda: a -coorte; n - n° de classes de frequências consideradas; Intervalo - intervalo de comprimentos desses exemplares; LJFL médio - comprimento médio estimado para a coorte a; N - n° de exemplares considerados; I.S. - Índice de Separação.

| <i>a</i> | <i>n</i> | <i>Intervalo</i> | <i>LJFL médio</i> (<i>±desvio-padrão</i>) | <i>N</i> | <i>N</i> | <i>I.S.</i> <i>calculado</i> |
|----------|----------|------------------|--|----------|----------|---------------------------------|
| 1 | 5 | 82,0-102,0 | 91,72 ($\pm 5,59$) | 33 | 32 | |
| 2 | 5 | 106,0-126,0 | 118,17 ($\pm 6,60$) | 49 | 49 | 4,340 |
| 3 | 3 | 130,0-142,0 | 135,84 ($\pm 5,09$) | 22 | 22 | 3,028 |
| 4 | 4 | 154,0-170,0 | 157,4 ($\pm 4,83$) | 47 | 33 | 4,356 |
| 5 | 2 | 170,0-178,0 | 173,55 ($\pm 1,63$) | 9 | 9 | 5,002 |
| 6 | 2 | 186,0-194,0 | 186,0 ($\pm 4,8$) | 8 | 7 | 3,869 |