

## PARÂMETROS DE CRESCIMENTO E DE MORTALIDADE DA ALBACORA-BANDOLIM, *Thunnus obesus*, CAPTURADA NO LITORAL SUDESTE-SUL DO BRASIL (1977-95)\*

[Growth and mortality parameters of bigeye tuna, *Thunnus obesus*, caught off the Brazilian Southeast-southern coast (1977-95)]

Lúcio FAGUNDES<sup>1,3</sup>, Carlos Alberto ARFELLI<sup>2,3</sup>, Alberto Ferreira de AMORIM<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo, Mestre, Pesquisador Científico do Centro Avançado de Pesquisa Tecnológica do Agronegócio do Pescado Marinho - Instituto de Pesca - apta - SAA - SP

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutor, Pesquisador Científico do Centro Avançado de Pesquisa Tecnológica do Agronegócio do Pescado Marinho - Instituto de Pesca - apta - SAA - SP

<sup>3</sup> Endereço/Address: Av. Bartolomeu de Gusmão, 192 - CEP 11030-906 - Santos - SP - Brasil - ipescapm@terra.com.br

\*Parte da Dissertação de Mestrado no Curso de Pós-Graduação em Ciências Biológicas - Área de Zoologia - UNESP/ Rio Claro, São Paulo

### RESUMO

Estimaram-se os parâmetros de crescimento e de mortalidade da albacora-bandolim, *Thunnus obesus* (Lowe, 1839), proveniente das capturas realizadas no litoral Sudeste-Sul do Brasil pela frota atuneira sediada em Santos (SP), durante o período 1977-1995, obtendo-se  $K = 0,136$  e  $L_{\infty} = 295,5$  cm, através da identificação das classes modais. A taxa de mortalidade total calculada pelo método da curva de captura linearizada do programa computacional ELEFAN II apresentou resultados mais consistentes. Para o cálculo da taxa de mortalidade natural utilizou-se o método empírico de RIKHTER e EFANOV (1976), que apresentou resultado próximo ao encontrado em literatura. O estado de exploração do estoque mostra a ocorrência de sobrepesca no período 1977-1995, porém, essa conclusão deve ser vista com cautela visto que a área estudada representa apenas uma pequena parte do todo o Atlântico.

**Palavras-chave:** peixe, *Thunnus obesus*, crescimento e mortalidade, biologia pesqueira, Brasil

### ABSTRACT

The growth and mortality parameters of bigeye tuna, *Thunnus obesus* (Lowe, 1839), caught by longliners settled in Santos (SP) and operating off the Brazilian Southeast-southern coast, from 1977 to 1995, were estimated:  $K = 0.136$  and  $L_{\infty} = 295.5$  cm, through the identification of the modal classes. The rate of total mortality calculated by the capture curve method of the software ELEFAN II presented more consistent results. The RIKHTER and EFANOV (1976) method, whose result was similar to those of the literature, was used for the calculation of the rate of natural mortality. The state of exploitation of the stock shows overfishing during the 1977-1995 period, but such a conclusion should be seen with caution because the studied area represents just a little part of the whole Atlantic.

**Key words:** fish, *Thunnus obesus*, growth and mortality, fisheries biology, Brazil

### Introdução

A albacora-bandolim, *Thunnus obesus* (Lowe, 1839), ocorre mais freqüentemente em águas tropicais, sendo também encontrada em águas temperadas.

Os principais fatores determinantes da distribuição horizontal e vertical da albacora-bandolim são a temperatura superficial e as termoclinas de profundidade. GAIKOV e FEDOSEEV (1986), ao estudarem a temperatura como principal fator determinante da distribuição de *Thunnus obesus* na zona equatorial

do Golfo da Guiné, observaram que as maiores capturas ocorreram a profundidades entre 150 e 210 m, com temperaturas oscilando entre 11,1 e 14,2°C. De um modo geral, segundo COLLETTE e NAUEN (1983), a temperatura da água onde a espécie tem sido capturada varia entre 13 e 29°C, sendo que no intervalo de 17 a 22°C observam-se as maiores capturas. No Oceano Pacífico ocidental e central, as maiores concentrações de *Thunnus obesus* estão mais associadas a termoclinas do que à concentração de fitoplâncton superficial. Portanto, as variações na

ocorrência da espécie estão diretamente relacionadas com as mudanças das temperaturas superficiais e termoclinas (COLLETTE e NAUEN, 1983).

A área de desova localiza-se em águas tropicais: no Pacífico oriental, de 10°N a 10°S, e no Atlântico, de 15°N a 15°S (COLLETTE e NAUEN, 1983; ICCAT, 1995). KUME e MORITA (1977), em estudo realizado com espinheleiros japoneses de 1965 a 1974, encontraram fêmeas de *T. obesus* em estágio avançado de maturação gonadal, durante todo o ano, mas principalmente no terceiro trimestre, em águas tropicais, na direção da costa ocidental da África (0° a 20°N e 30°W). Larvas da albacora-bandolim, de acordo com Richard, *apud* KUME e MORITA (1977), foram encontradas em águas costeiras no Golfo da Guiné, entre fevereiro e abril, e em águas oceânicas (10°N), de agosto a outubro.

No Oceano Atlântico, a maior área de crescimento conhecida para essa espécie situa-se no Golfo da Guiné, onde jovens formam grandes cardumes próximo à superfície, geralmente misturando-se com outras espécies da mesma família, como a albacora-de-laje (*Thunnus albacares*) e o bonito-de-barriga-listrada (*Katsuwonus pelamis*), sendo, nessa fase, alvo das capturas por artes de pesca de superfície (MIYAKE, 1990).

ZAVALA-CAMIN (1982), analisando o conteúdo estomacal de atuns e afins capturados no litoral sudeste-sul do Brasil entre 1972 e 1980, não encontrou exemplares jovens do *T. obesus* em nenhum dos estômagos examinados.

No litoral Sudeste-Sul do Brasil, a albacora-bandolim é pescada principalmente por embarcações atuneiras.

O objetivo deste trabalho foi determinar os parâmetros de crescimento da albacora-bandolim, além de identificar o método mais adequado para conhecer a taxa de mortalidade natural.

## Material e Métodos

### Estrutura da População

A estrutura da população de *Thunnus obesus* foi estudada com base na captura dos barcos atuneiros sediados em Santos (SP), operando no litoral Sudeste-Sul do Brasil.

Os arquivos do Instituto de Pesca, constituídos por informações obtidas no Terminal Pesqueiro de Santos (TPS) e “folhas de comercialização” das empresas de pesca atuneira sediadas em Santos, para o período 1977–95, serviram de base para as análises deste trabalho. Utilizaram-se informações das folhas de comercialização, referentes ao peso eviscerado individual de 30.214 peixes, totalizando cerca de 90%

dos peixes comercializados pelos atuneiros Santistas.

Transformaram-se as informações de peso eviscerado em peso total, pelo fator de conversão 1,13 (MIYAKE, 1990), e, em seguida, em comprimento forquilha, através da relação  $P_t = 1,19 \times 10^{-5} C_f^{3,09}$  (FAGUNDES; ARFELLI; AMORIM, 2000).

### Parâmetros de Crescimento

Normalmente, as estruturas biológicas mais utilizadas para se obterem as informações de crescimento são: espinhos de nadadeiras, otólitos e escamas. Porém, tais informações também podem ser obtidas com a técnica de marcação e recaptura, ou por meio de distribuição de frequência de comprimento ou peso.

Neste estudo optou-se por estimar o crescimento através da análise dos dados de distribuição de frequência de comprimento, uma vez que a albacora-bandolim, por ser um peixe nobre, com alto preço de mercado, é comercializada no ato do desembarque. Esse procedimento dificulta a amostragem e torna impossível a obtenção de quantidades adequadas de estruturas ósseas para o estudo de anéis etários. Segundo OVCHINNIKOV (1971) e SPARRE e VENEMA (1992), a utilização de distribuição de frequência de comprimento é recomendada para espécies migradoras, desde que a análise seja feita para períodos equivalentes de anos sucessivos e que a amostragem seja realizada em uma mesma área.

Para a identificação de modas de crescimento, possivelmente relacionadas com as classes etárias, utilizaram-se os dados de distribuição de frequência por classe de comprimento dos meses de junho e julho acumulados, do período 1977-88. Utilizaram-se esses meses e anos, por apresentarem um maior número de classes e de exemplares.

As médias das modas ( $L_t$ ) com a mesma idade relativa ( $t$ ) foram ajustadas à expressão de von Bertalanffy:

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

sendo:

$K$  = coeficiente de crescimento

$L_{\infty}$  = comprimento assintótico da espécie

$t_0$  = parâmetro relacionado ao tamanho do indivíduo ao nascer ( $L_0$ ). Como neste caso  $L_0 = 0$ , considerou-se  $t_0 = 0$ .

Para a obtenção dos parâmetros de crescimento  $L_{\infty}$  e  $K$ , efetuou-se a transformação de Ford-Walford, onde:

$$L_{t+1} = a + bL_t$$

sendo:

$L_t$  = média da moda no instante t

$L_{t+1}$  = média da moda no instante t+Dt

onde :

Dt = intervalo constante (neste trabalho = 1 ano).

No Método dos Mínimos Quadrados, os dados  $L_t$  e  $L_{t+1}$  não são estocasticamente independentes, podendo haver autocorrelação. Embora se tenha ciência disso, utilizou-se este método, encontrando-se os valores de “a” e “b”, e a partir destes calculou-se:

$$L_{\infty} = \frac{a}{1-b}$$

onde também se obteve o valor de K :

$$K = - \ln b$$

Para a obtenção das idades corretas no instante t procedeu-se segundo SANTOS (1978), onde:

$$t = t_1 + t^*$$

sendo  $t^*$  = idade relativa das modas, considerando zero a idade da primeira moda e  $t_1$  sua idade correta,

$$\text{resultando: } L_t = L_{\infty} \left[ 1 - e^{-K(t_1 + t^* - t_0)} \right]$$

$$\text{reescrevendo: } \ln \frac{L_{\infty}}{L_{\infty} - L_t} = K(t_1 - t_0) + Kt^*$$

$$L_t^* = \ln \frac{L_{\infty}}{L_{\infty} - L_t}$$

$$L_t^* = a + bt^*$$

Fazendo  $x = t^*$  e  $y = L_t^*$  pelo Método dos Mínimos Quadrados, obtiveram-se os valores de “a” e “b”, e estimou-se o valor de  $t_1$  pela fórmula:

$$t_1 = \frac{a}{b}$$

Estimou-se ainda, um outro valor de K, que é dado por “-b”.

### Taxa Instantânea de Mortalidade Total (Z)

O cálculo da taxa instantânea de mortalidade total (Z) foi realizado com base nos dados de comprimento, para cada ano do período 1977-95, utilizando-se três métodos:

a) Equação de BEVERTON e HOLT (1957)

$$Z_1 = \frac{K(L_{\infty} - \bar{L})}{\bar{L} - L'}$$

onde:

K = coeficiente de crescimento

$L_{\infty}$  = comprimento assintótico da espécie

$\bar{L}$  = comprimento médio dos exemplares de tamanho igual ou superior a  $L'$

$L'$  = comprimento a partir do qual 100% dos

indivíduos estão vulneráveis à arte de pesca

O comprimento correspondente a  $L'$  foi determinado através da curva de probabilidade de captura, com auxílio do programa computacional ELEFAN.

b) Equação de SSENTENGO e LARKIN (1973)

$$Z_2 = \frac{n * K}{(n + 1) \ln \left( \frac{L_{\infty} - L'}{L_{\infty} - \bar{L}} \right)}$$

onde:

n = número total de indivíduos utilizados na amostra

K = coeficiente de crescimento

$L_{\infty}$  = comprimento assintótico da espécie

$\bar{L}$  = comprimento médio dos indivíduos capturados igual ou superior a  $L'$

$L'$  = comprimento do menor indivíduo capturado pela arte de pesca.

c) Curva de captura linearizada de comprimentos convertidos

Neste modelo, discutido em PAULY (1983, 1984a, 1984b), utilizaram-se dados de distribuição de frequência por classe de comprimento e os parâmetros de crescimento obtidos. Para obter a curva de captura utilizou-se a rotina ELEFAN II do programa computacional “Compleat ELEFAN” (GUAYANILO; SORIANO; PAULY, 1989).

A metodologia de escolha dos pontos dessa curva de captura foi sempre a mesma. Escolheram-se os pontos que corresponderiam ao comprimento em que 100% de exemplares estão vulneráveis à pesca pelo espinhel, ou seja, os posteriores ao último pico da curva. Selecionou-se até o último ponto, pois, em nenhuma das curvas, os últimos pontos estavam próximo ao comprimento assintótico.

O Z foi obtido pela inclinação da reta ajustada aos pontos do lado descendente da curva de captura, com o sinal trocado.

### Taxa Instantânea de Mortalidade Natural (M)

Para o cálculo da taxa instantânea de mortalidade natural optou-se por utilizar dois métodos empíricos, buscando-se visualizar a ordem de grandeza desse parâmetro.

a) Estimativa de RIKHTER e EFANOV (1976)

A seguinte formulação matemática, baseada em estudos de estoques de águas temperadas, que mostra uma relação entre idade média de primeira maturação sexual ( $T_{50}$ ) e a mortalidade natural (M), foi proposta por RIKHTER e EFANOV (1976):

$$M = \frac{1,521}{(T_{50}^{0,720})} - 0,155$$

#### b) Estimativa independente de PAULY (1980)

Utilizou-se a equação proposta por PAULY (1980), que, baseada no coeficiente de crescimento (K), no comprimento assintótico em centímetros (L<sub>∞</sub>) e na temperatura da água em graus Celsius (T), permite determinar a taxa de mortalidade natural (M):

$$\log M = -0,0066 - 0,279 \log L_{\infty} + 0,65431 \log K + 0,4634 \log T$$

As temperaturas consideradas variaram de 13° a 29°C, registradas, conforme COLLETTE e NAUEN (1983), em locais do Atlântico onde a albacora-bandolim tem sido capturada no decorrer dos anos. Os valores de K e L<sub>∞</sub> utilizados foram os obtidos neste trabalho.

#### Mortalidade por Pesca (F)

A mortalidade por pesca (F) foi obtida pela equação:

$F = Z - M$ , ou seja, mortalidade total menos mortalidade natural.

#### Estado de Exploração do Estoque (E)

Ciente das limitações da amostra utilizada, em relação à distribuição dessa espécie no Atlântico, optou-se pela inclusão do estudo da análise do E, pois o mesmo poderá servir de parâmetro, contribuindo para estudos futuros englobando outras frotas.

A taxa de exploração do estoque, segundo BARANOV, *apud* SPARRE e VENEMA (1992), é a fração das mortes causadas pela pesca, sendo representada pela relação:

$$E = F / Z$$

PAULY (1983) considera que o estado de exploração de um estoque pode ser avaliado por E, cujos valores estão contidos entre 0 e 1. Um estoque encontra-se em equilíbrio quando E estiver próximo de 0,5 e em sobreexploração ou subexploração quando os valores forem superiores ou inferiores a esse valor, respectivamente.

### Resultados e Discussão

#### Parâmetros de Crescimento

Quando se estuda o crescimento, objetiva-se determinar o tamanho do peixe (em peso ou comprimento) em função da idade, informação essencial para as técnicas de avaliação de estoques que necessitam, além dessa quantificação do crescimento, a estimativa de mortalidade imposta às

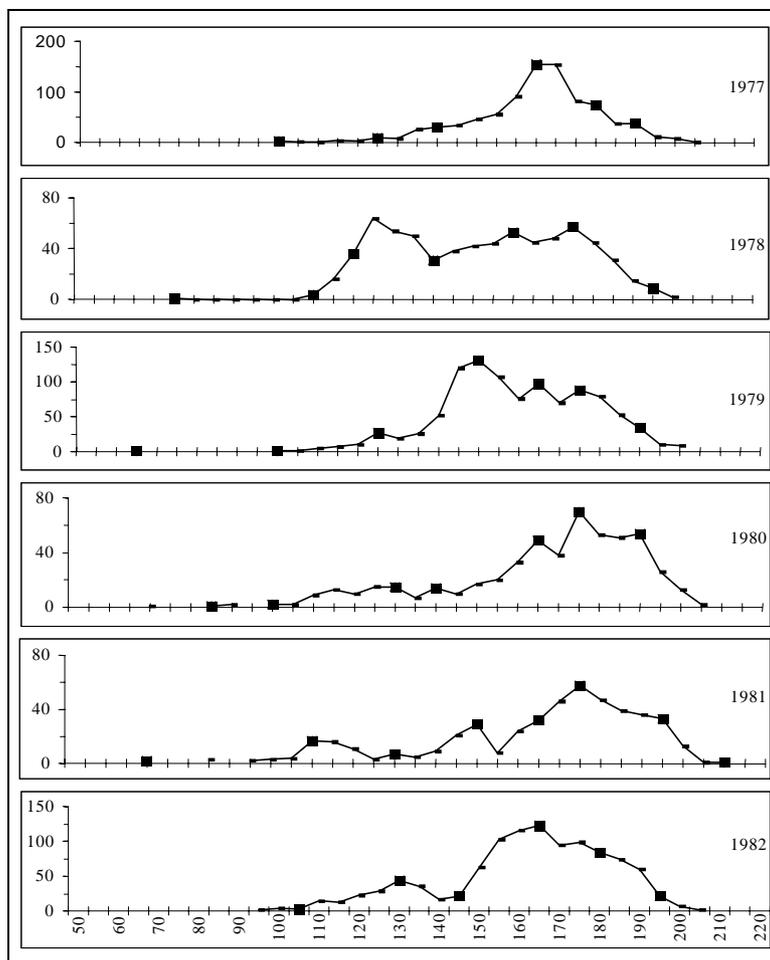
populações sob exploração. O modelo proposto por von Bertalanffy é utilizado com maior frequência em estudos de populações exploráveis comercialmente.

As Figuras 1 e 2 mostram as modas identificadas através da distribuição de frequências por classe de comprimento dos meses junho e julho (agrupados), para os anos de 1977 a 1988. As médias das modas correspondentes à mesma idade relativa foram ajustadas à expressão de von Bertalanffy. A transformação Ford-Walford indicou, pela linearização dos pontos empíricos, que a expressão de von Bertalanffy é adequada para a espécie, como se observa pelo ótimo ajustamento dos pontos à curva (Figura 3), indicando ainda que o período escolhido aparentemente não comprometeu os resultados. Nos anos de 1981 e 1983 visualizou-se o maior número de modas (oito), e no ano de 1988, o menor (cinco).

Como resultado da consideração dessas modas obteve-se, para este trabalho,  $K = 0,136$  e  $L_{\infty} = 295,5$  cm (considerou-se  $t_0 = 0$ ). Segundo NOAA (1995), essa espécie deve alcançar, em média, um máximo de 285 cm (Cf) e 450 kg. Tal valor de Cf está próximo ao obtido neste trabalho, mostrando a consistência dos resultados.

DIOUF (1984) descreveu os resultados obtidos através de marcação de *Thunnus obesus* no Atlântico, realizada por vários países no período de 1971 a 1981, quando foram marcados 8.204 indivíduos e recuperados 139. A partir desses dados, o autor estimou os parâmetros de crescimento com base na equação de von Bertalanffy e como resultado obteve  $K = 0,1127$  e  $L_{\infty} = 285,37$  cm. Nesse estudo não foi encontrada diferença entre os indivíduos do norte e do sul do Atlântico, e os parâmetros de crescimento estimados são semelhantes aos obtidos neste trabalho.

MOLINA e SANTANA (1986) estudaram parâmetros de crescimento da albacora-bandolim, capturada nas Ilhas Canárias por barcos de “vara e isca viva”, utilizando a metodologia de leitura dos anéis de crescimento do primeiro espinho da nadadeira dorsal em 540 exemplares. Os parâmetros de von Bertalanffy obtidos por esses autores foram, para machos:  $K = 0,1970$ ,  $L_{\infty} = 199,77$  cm e  $t_0 = -0,71$ ; para fêmeas:  $K = 0,1669$ ,  $L_{\infty} = 214,54$  cm e  $t_0 = -0,77$ ; e, para machos e fêmeas:  $K = 0,1822$ ,  $L_{\infty} = 206,14$  cm e  $t_0 = -0,74$ , ressaltando-se que o  $L_{\infty}$  encontrado pelos autores é muito menor que o encontrado neste trabalho e que o já citado em literatura.



**Figura 1a.** Distribuição de freqüências de comprimento de *Thunnus obesus* capturado por atuneiros santistas nos meses de junho e julho (agrupados) de 1977 a 1982, com identificação das modas consideradas

Utilizando a metodologia de SANTOS (1978) obteve-se também, apenas para fins de comparação, um outro valor de K (0,132), bem próximo ao obtido pela equação de von Bertalanffy, não sendo, no entanto, utilizado nos cálculos posteriores.

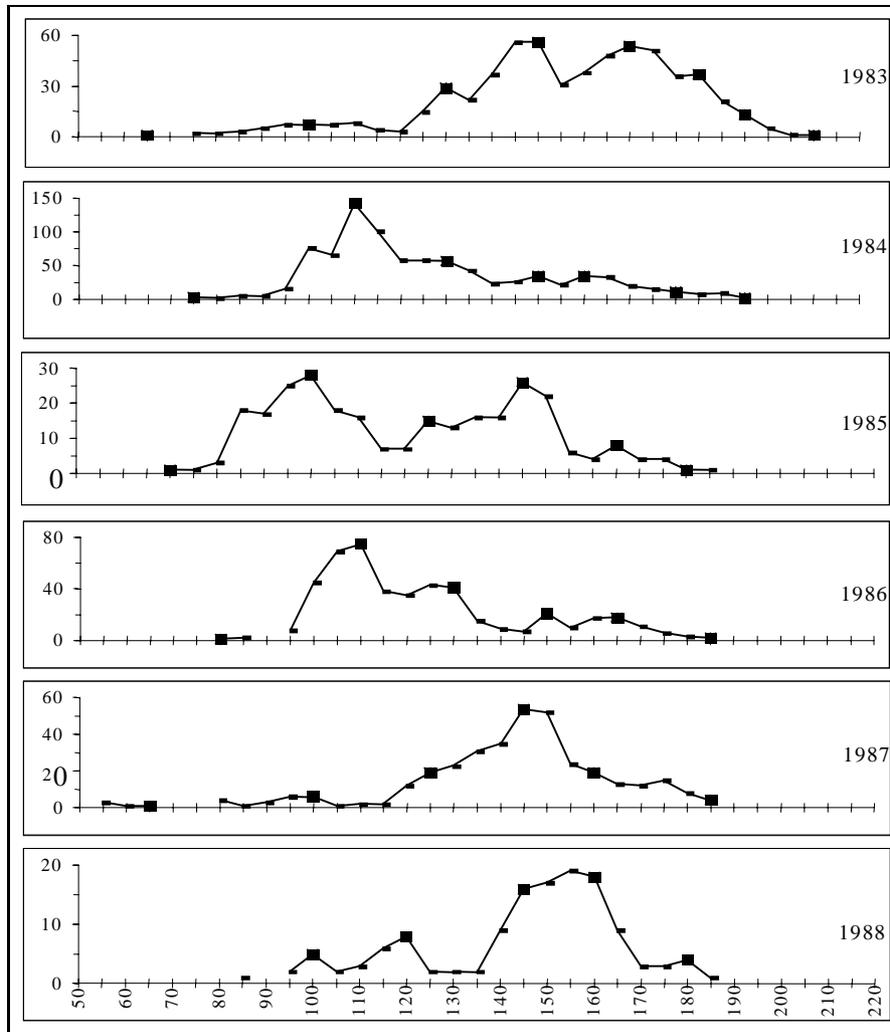
Neste trabalho, as idades reais das classes etárias (Tabela 1) foram obtidas segundo a metodologia citada em SANTOS (1978), de acordo com as modas consideradas nas Figuras 1 e 2. Pela Tabela 1, a primeira classe etária identificada teria 2,2 anos (72,2 cm), demonstrando que, apesar da seletividade do aparelho (tamanho do anzol), essa espécie já é susceptível de captura a partir dessa idade. As idades e os respectivos comprimentos calculados neste trabalho corroboram os dados de literatura: NOAA (1995) estima um comprimento (Cf) de 125,0 cm ao redor do quarto ano, e GAIKOV (1980), o comprimento de 200,0 cm no nono ano de idade.

Para determinação dos parâmetros de crescimento utilizou-se o programa computacional ELEFAN

(GUAYANILO; SORIANO; PAULY, 1989), mas sem sucesso, pois os resultados não apresentaram consistência, provavelmente em razão da espécie possuir as seguintes características: baixo valor do coeficiente de crescimento (K), vida longa, longo período de reprodução e comportamento migratório.

**Tabela 1.** Idades reais e respectivos comprimentos, obtidos pelas modas consideradas, para *Thunnus obesus* capturado pelos atuneiros santistas de 1977 a 1988

Idade real (anos)	comprimento (cm)
2,2	72,2
3,2	103,8
4,2	126,7
5,2	145,8
6,2	163,8
7,2	179,6
8,2	193,1
9,2	210



**Figura 1b.** Distribuição de freqüências de comprimento de *Thunnus obesus* capturado por atuneiros santistas nos meses de junho e julho (agrupados), de 1983 a 1988, com identificação das modas consideradas

### Taxa Instantânea de Mortalidade Total (Z)

A metodologia empregada para a determinação da taxa instantânea de mortalidade total exige o conhecimento dos parâmetros de crescimento, sendo utilizados os obtidos neste trabalho.

Os valores anuais de Z, obtidos por meio das equações de BEVERTON e HOLT (1957) e de SSENTENGO e LARKIN (1973), encontram-se na Tabelas 2 e 3, respectivamente. A grande diferença entre os valores das duas tabelas pode ser atribuída ao método de determinação do L' para cada equação. Pela primeira equação, o valor de Z variou de 0,58 (1978) a 2,07 (1988) com mediana 0,94. Os resultados da segunda equação mostram Z variando de 0,23 (1977) a 0,51 (1992), sendo a mediana 0,35. O método de SSENTENGO e LARKIN (1973) mostrou-se inadequado para a continuidade dos cálculos por apresentar resultados inconsistentes, com valores de Z, em alguns anos, abaixo da mortalidade

natural encontrada na literatura ( $M = 0,4$ ). O método de BEVERTON e HOLT (1956) também foi descartado, por apresentar valores de Z muito próximos aos de M, para alguns anos nos quais, segundo a literatura, ocorreu uma pesca intensa da espécie.

A Tabela 4 apresenta os valores de Z calculados pelo método da curva de captura linearizada utilizando a rotina ELEFAN II e os parâmetros de crescimento obtidos neste trabalho ( $K = 0,136$  e  $L_{\infty} = 295,5$  cm). Os valores de Z variaram de 0,76 (1986) a 2,44 (1980), com uma mediana de 1,12. Nota-se que em 1977 e 1980, quando não era esperada uma sobrepesca pelas análises da ICCAT, o Z teve um alto valor para essa espécie: 2,39 e 2,44, respectivamente. Para outros anos, como de 1993 a 1995, em que ocorreu uma intensa pesca da espécie no Atlântico, obtiveram-se baixos valores de Z. Essas distorções devem estar relacionadas à pequena

representatividade dos dados da frota de Santos em relação àqueles de todo o Atlântico.

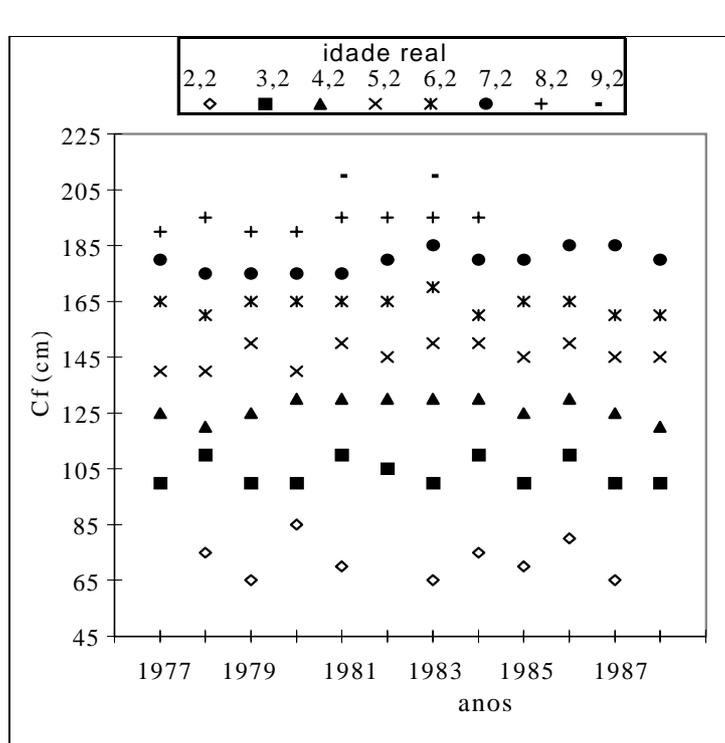
A taxa de mortalidade total calculada pelo método da curva de captura linearizada, apesar dos problemas já discutidos, mostrou-se mais coerente que aquelas calculadas pelos demais métodos utilizados. O maior ajuste parece indicar que esse método (com uma amostragem mais completa) seja o mais indicado ao tipo de aparelho de pesca utilizado.

**Taxa Instantânea de Mortalidade Natural (M)**

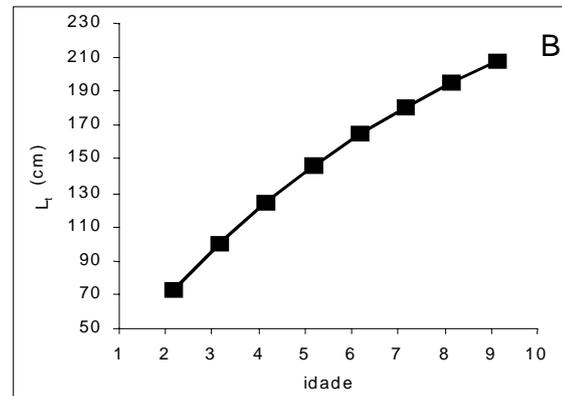
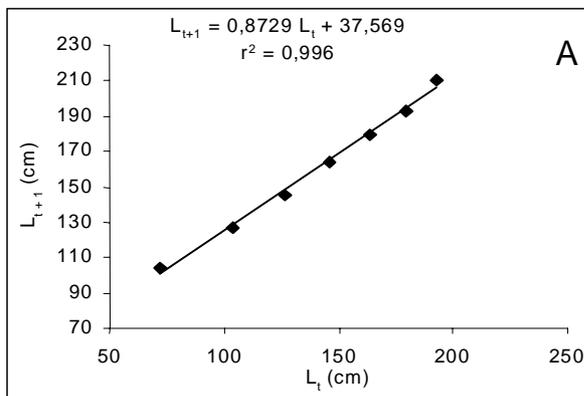
A mortalidade natural relaciona-se com o ciclo

de vida, e seu valor pode ser obtido por meio da taxa de crescimento, idade de primeira maturação gonadal, reprodução e idade máxima. Nos métodos empíricos, fórmulas analíticas são derivadas ou de relações teóricas entre os vários parâmetros ou de regressões de M contra um ou mais desses parâmetros. Esses métodos têm como vantagem a utilização de poucos dados, sendo úteis para indicar tendências (CERGOLE, 1993).

Há métodos, baseados em análises das capturas, mais adequados para o cálculo da mortalidade, para os quais são necessárias informações



**Figura 2.** Modas consideradas e respectivas idades reais, obtidas através de Santos (1978), de *Thunnus obesus* capturado pelos atuneiros santistas de 1977 a 1988



**Figura 3.** (A) Médias das modas correspondentes à mesma idade relativa, linearizadas pela transformação Ford-Walford, e (B) ajustamento da expressão de von Bertalanffy a esses pontos, para *Thunnus obesus* capturado pelos atuneiros santistas de 1977 a 1988

**Tabela 2.** Valores anuais das taxas instantâneas de mortalidade total (Z), obtidos através da equação de BEVERTON e HOLT (1956), do  $L'$  e do  $\bar{L}$ , utilizados para *Thunnus obesus* capturado pelos atuneiros santistas de 1977 a 1995

Ano	$L'$	$\bar{L}$	Z
1977	167,50	177,36	1,63
1978	127,50	159,25	0,58
1979	152,50	173,80	0,78
1980	177,50	185,93	1,77
1981	167,50	181,24	1,13
1982	167,50	180,98	1,16
1983	147,50	168,74	0,81
1984	112,50	146,27	0,60
1985	142,50	157,11	1,29
1986	122,50	145,61	0,88
1987	142,50	157,57	1,25
1988	157,50	166,02	2,07
1989	142,50	160,76	1,00
1990	122,50	149,98	0,72
1991	127,50	150,53	0,86
1992	127,50	148,84	0,94
1993	122,50	147,41	0,81
1994	137,50	155,98	1,03
1995	147,50	167,45	0,87
Mediana	142,76	159,25	0,94

precisas do esforço de pesca total. Como para albacora-bandolim os dados de esforço total envolvem vários países, já que a espécie é pescada em todo o Atlântico, e as informações disponíveis estavam incompletas, optou-se pelo método empírico.

O resultado da aplicação do método empírico de RIKHTER e EFANOV (1976) está contido na Tabela 5. Considerando-se o início provável do ciclo reprodutivo entre o terceiro e o quinto ano de vida (NOAA, 1995), obteve-se a mediana de 0,41 para a mortalidade natural. Este valor (0,41) está próximo ao determinado por outros autores, tais como KUME (1977), que obteve um valor de  $M = 0,45$ ; KUME (1978), com valores de  $M$  variando entre 0,45 e 0,55; Pereira (1987), com  $M = 0,40$ , e MIYABE (1994), que determinou o valor de 0,36 para  $M$ .

Os valores de  $M$  obtidos com a aplicação da equação empírica de PAULY (1980) foram bem menores que os obtidos por meio da equação de RIKHTER e EFANOV (1976), variando de 0,18, para 13°C, a 0,26, para 29°C, e portanto, não utilizados.

Escolheu-se, para cálculos posteriores, a mediana de  $M = 0,41$ , obtida através de RIKHTER e EFANOV (1976), por resultar em valores mais coerentes com os resultados obtidos por diferentes autores.

## Mortalidade por Pesca (F)

A mortalidade por pesca (F) foi calculada utilizando-se o valor médio de mortalidade natural (M), encontrado por meio da equação empírica de RIKHTER e EFANOV (1976). Os valores de F, calculados através do Z, encontrado pelo método da curva de captura linearizada do programa ELEFAN II e do M considerado, variaram de 0,35 (1986) a 2,03 (1980) com mediana de 0,71 (Tabela 4).

## Estado de Exploração do Estoque (E)

Sabe-se que a área explorada pela frota atuneira sediada em Santos representa muito pouco em relação ao Atlântico e que os dados utilizados para o cálculo de estoque são provenientes dessa área, circunstâncias que podem acarretar distorções em alguns anos. No entanto, optou-se por realizá-lo pela disponibilidade desses dados no Instituto de Pesca e porque o valor desse parâmetro E, poderá servir para comparações em futuros trabalhos envolvendo dados globais.

Segundo GULLAND (1983), quando  $E @ 0,5$  o valor da taxa de exploração é ótimo, com base na hipótese de que a produção sustentável é otimizada quando  $F @ M$ .

Os valores de E para os anos estudados, com base

**Tabela 3.** Valores anuais das taxas instantâneas de mortalidade total (Z), obtidos através da equação de SSENTENGO e LARKIN (1973), do  $L'$  e do  $\bar{L}$ , utilizados para *Thunnus obesus* capturado pelos atuneiros santistas de 1977 a 1995

Ano	$L'$	$\bar{L}$	Z
1977	51,91	161,24	0,23
1978	59,20	147,24	0,29
1979	59,20	154,24	0,26
1980	59,20	159,45	0,25
1981	65,00	156,60	0,27
1982	59,20	157,24	0,25
1983	65,00	149,90	0,30
1984	65,00	131,50	0,40
1985	59,20	126,38	0,41
1986	69,80	125,98	0,47
1987	51,90	135,91	0,32
1988	51,90	143,41	0,29
1989	74,10	133,29	0,44
1990	65,00	125,75	0,44
1991	65,00	131,05	0,40
1992	74,10	126,20	0,51
1993	51,90	124,34	0,38
1994	51,90	129,80	0,35
1995	51,90	116,13	0,44
Mediana	59,20	133,29	0,35

**Tabela 4.** Valores anuais das taxas instantâneas de mortalidade total (Z), obtidos através da curva de captura linearizada, do L' utilizado, da mortalidade por pesca (F) e do estado de exploração do estoque (E), para *Thunnus obesus* capturado pelos atuneiros santistas de 1977 a 1995

Ano	L'	Z	F	E
1977	167,5	2,39	1,98	0,83
1978	127,5	1,05	0,64	0,61
1979	152,5	1,12	0,71	0,63
1980	177,5	2,44	2,03	0,83
1981	167,5	1,64	1,23	0,75
1982	167,5	1,85	1,44	0,78
1983	147,5	1,39	0,98	0,71
1984	112,5	1,18	0,77	0,65
1985	142,5	1,13	0,72	0,64
1986	122,5	0,76	0,35	0,46
1987	142,5	1	0,59	0,59
1988	157,5	2,34	1,93	0,82
1989	142,5	1,07	0,66	0,62
1990	122,5	0,91	0,5	0,55
1991	127,5	0,99	0,58	0,59
1992	127,5	1,05	0,64	0,61
1993	122,5	0,83	0,42	0,51
1994	137,5	0,9	0,49	0,54
1995	147,5	1,19	0,78	0,66
Mediana	142,5	1,12	0,71	0,63

**Tabela 5.** Valores das taxas de mortalidade natural (M), obtidos através da equação empírica de RIKHTER e EFANOV (1976), em relação às prováveis idades de primeira reprodução do *Thunnus obesus* capturado pelos atuneiros santistas de 1977 a 1995

Rikhter e Efanov (1976)	
T <sub>50</sub> em anos	M
3	0,53
4	0,41
5	0,32
Mediana	0,41

no método da curva de captura linearizada para o cálculo de Z, apresentam-se superiores a 0,5, à exceção daquele de 1986. O maior valor foi 0,83, registrado em 1977 e 1980. Como já discutido anteriormente, é de estranhar que, em anos tidos como de subexploração (1977 e 1980), se tenha chegado a tais resultados. O mesmo pode ser dito para anos de 1993 a 1995, em que se esperava uma sobreexploração.

Os elevados valores de E (Tabela 4) indicam uma intensa exploração do estoque de *Thunnus obesus* no período estudado. No entanto, vale repetir que este estudo abrangeu apenas a parte da população

capturada nos litoral Sudeste-Sul do Brasil, devendo ser considerado com prudência quanto à extrapolação dos dados para todo o estoque do Atlântico.

Esse fato reforça a necessidade da atuação de organizações que possam reunir informações confiáveis dos países que pescam *Thunnus obesus* no Atlântico, obtendo-se assim dados globais que viabilizem a especificação de medidas protetoras eficazes, visando à conservação da espécie, através de uma pesca sustentável.

## Conclusão

O estado de exploração do estoque da albacora-bandolim, *Thunnus obesus*, revela uma sobrepesca em quase todos os anos do período 1977-1995, mas deve ser visto com cautela, em razão da pequena área à qual correspondem os dados estudados, em relação à distribuição da espécie no Atlântico.

## Agradecimentos

Os autores agradecem ao Prof. Dr. Francisco Manoel de Souza Braga (UNESP), pelas valiosas críticas e sugestões apresentadas, e às empresas Akama Comércio de Pescados Ltda., Cooperativa Mista de Pesca Nipo-Brasileira, Imaipisca Comércio e Indústria de Pescados Ltda., Irmãos Ono e Kawai-Suisan Comércio e Indústria de Pescados Ltda., pelos dados pesqueiros fornecidos.

## Referências Bibliográficas

- BEVERTON, R.J.H. e HOLT, S.J. 1957 On the dynamics of exploited fish populations. *Fish. Invest.*, 19 (2): 1-553.
- CERGOLE, M.C. 1993 *Avaliação do estoque da sardinha-verdadeira, *Sardinella brasiliensis*, da costa sudeste do Brasil, período 1977 a 1990*. São Paulo. 245 p. Tese (Doutorado em Ciências) – Instituto Oceanográfico, USP.
- COLLETTE, B. B. e NAUEN, C. E. 1983 FAO Species Catalogue. Vol. 2. Scombrids of the World. An annotated and illustrated catalogue of tunas, mackerels, bonitos and related species known to date. *FAO Fisheries Synopsis*, Rome, (125) Vol. 2: 137 p.
- DIOUF, P.C.T. 1984 Croissance du thon obèse (*Thunnus obesus*) de l'Atlantique d'après les résultats de marquage. *Coll. Vol. Sci. Pap.*, ICCAT, Madrid, 20(1): 180-187.
- FAGUNDES, L.; ARFELLI, C. A.; AMORIM, A.F. 2000 Análise da pesca da albacora-bandolim, *Thunnus obesus*, no

- litoral sudeste-sul do Brasil (1977-1995). *Arq. Ciên. Mar., Fortaleza*, 33: 17-25.
- GAIKOV, V. Z.; CHUR, V.N.; ZHAROV, V. L.; FEDOSEEV, Y. P. 1980 On age and growth of the Atlantic bigeye tuna. *Coll. Vol. Sci. Pap., ICCAT, Madrid*, 9(2): 294-302.
- \_\_\_\_\_ e FEDOSEEV, Y.P. 1986 The influence of temperature and biotic factors on vertical distribution of bigeye tuna (*Thunnus obesus*) in the Atlantic Ocean. *Coll. Vol. Sci. Pap., ICCAT, Madrid*, 25(1):113-117.
- GUAYANILO JR., F. C.; SORIANO, M.; PAULY, D. 1989 A draft guide to the compleat ELEFAN. ICLARM SOFTWARE 2, 70. *ICLARM Contr.*, (435): 1-71.
- GULLAND, J.A. 1983 *Fish stock assessment. A manual of basic methods*. New York. John Wiley, 223 p.
- ICCAT 1995 Report of meeting of Standing Committee on Research and Statistics (SCRS). Madrid, November 21-25, 1994. *REPORT for biennial period, 1994-95, ICCAT, Madrid, Part I (1994)*, 2: 5-283, English version.
- KUME, S. 1977 Recent status of bigeye tuna in the Atlantic ocean. *Coll. Vol. Sci. Pap., ICCAT* 6(1): 162-167.
- \_\_\_\_\_ 1978 Recent status of bigeye tuna in the Atlantic ocean. *Coll. Vol. Sci. Pap., ICCAT, Madrid*, 7(1): 114-119.
- \_\_\_\_\_ e MORITA, Y. 1977 On the stock structure of bigeye tuna in the Atlantic ocean. *Coll. Vol. Sci. Pap., ICCAT, Madrid*, 6(1): 149-155.
- MIYABE, N. 1994 A review of the biology and fisheries for bigeye tuna, *Thunnus obesus*, in the Pacific Ocean. Interactions of Pacific Tuna Fisheries. *FAO Fish. Tech. Pap.*, 356/2: 207-243.
- MIYAKE, M. 1990 *Field Manual for statistics and sampling Atlantic tunas and tuna-like fishes*. 3.ed. Madrid: International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas. 184 p.
- MOLINA, A. D. e SANTANA, J. C. 1986 Estimación de la edad y crecimiento del patudo (*Thunnus obesus*, Lowe, 1939) capturado en las Islas Canarias. *Coll. Vol. Sci. Pap., ICCAT, Madrid*, 25: 130-137.
- NOAA 1995 Status of fishery resources off the Southeastern United States for 1993. *NOAA - Technical Memorandum*, 26p., Feb.
- OVCHINNIKOV, V. V. 1971 *Swordfishes and billfishes in the Atlantic Ocean*. Trad. H. Mills. Jerusalém. Israel Prog. for Sci. Transl., 77 p. Original russo.
- PAULY, D. 1980 On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *J. Cons. Int. Expl. Mer.*, 39(2): 175-192.
- PAULY, D. 1983 Some simple methods for the assessment of tropical fish stocks. *FAO Fish.Tech.Pap.*, Rome, (234): 52 p.
- \_\_\_\_\_ 1984a Length-converted catch curves: a powerful tool for fisheries research in the tropics (Part II). *ICLARM Fishbyte*, 2(1): 17-19.
- \_\_\_\_\_ 1984b Length-converted catch curves: a powerful tool for fisheries research in the tropics (Part III). *ICLARM Fishbyte*, 2(3): 9-10.
- PEREIRA, J. 1987 Analyse de l'état du stock de patudo Atlantique. *Coll. Vol. Sci. Pap., ICCAT, Madrid*, 26(1): 141-167.
- RIKHTER, V. A. e EFANOV, V. N. 1976 On one of the approaches to estimation of natural mortality of fish populations. *ICNAF Res. Doc.*, 76/VI/8:12 p.
- SANTOS, E.P. dos 1978 *Dinâmica de populações aplicada à pesca e a piscicultura*. São Paulo. HUCITEC-EDUSP, 129 p.
- SPARRE, P. e VENEMA, S. C. 1992 Introduction to tropical fish stock assessment. Part 1. Manual. *FAO Fish. Tech. Pap.*, Rome, (306/1) rev. 1: 376 p.
- SSENTENGO, G. W. e LARKIN, P. A. 1973 Some simple methods of estimating mortality rates of exploited fish populations. *J. Fish. Res. Board Can.*, 30: 695-698.
- ZAVALA-CAMIN, L. A. 1982 Distribución vertical y estacional de túnidos y otras especies pelágicas en el sudeste y sur del Brasil, obtenida por medio de analysis de contenido estomacal. *Coll. Vol. Sci. Pap., ICCAT, Madrid*, 17(2):439-443.