

IDADE E CRESCIMENTO DA CAVALA, *SCOMBEROMORUS CAVALLA* (CUVIER), NO ESTADO DO CEARÁ (BRASIL) (1)

Maria Odete Carneiro Ximenes — Mariana Ferreira de Menezes (2)
Antônio Adauto Fonteles-Filho (3)

Laboratório de Ciências do Mar
Universidade Federal do Ceará
Fortaleza — Ceará — Brasil

A cavala, *Scomberomorus cavalla* (Cuvier), como a mais importante espécie capturada pelo sistema de pesca artesanal no Estado do Ceará, tem sido objeto de inúmeros trabalhos de pesquisa, principalmente no que diz respeito a biologia pesqueira e dinâmica populacional.

Sendo o estoque adulto da cavala submetido a razoável intensidade de esforço de pesca, seus parâmetros biológicos sofrem variações anuais, necessárias para que a população se mantenha em equilíbrio estável. Especialmente, a taxa de crescimento e o tamanho teórico máximo do indivíduo são características biológicas bastante variáveis com o volume de biomassa da população, e por-

tanto devem ser estimados a períodos regulares de alguns anos, para se poder avaliar adequadamente o efeito da pesca sobre o estoque.

Nomura & Rodrigues (1967) determinaram a curva de crescimento da cavala com base em dados obtidos no período janeiro-dezembro de 1966, no Estado do Ceará. Neste trabalho, utilizamos dados recentes para determinar uma nova curva de crescimento e fazemos uma comparação com os resultados obtidos por aqueles autores.

MATERIAL E MÉTODOS

Para o estudo da idade e crescimento da cavala, foram retirados os pares de otolitos (sagittae) de 226 indivíduos (99 machos e 127 fêmeas), após se separar o arco branquial posterior e seccionar a porção ventral da cápsula ótica. As amostras foram retiradas dos desembarques da captura realizada em frente aos municípios de Aquiraz (3°53'S, 38°21'W) e Acaraú (2°05'S, 40°02'W), no período

(1) Trabalho realizado em decorrência de convênios firmados com a Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) e a Superintendência do Desenvolvimento da Pesca (SUDEPE).

(2) Bolsista do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

(3) Pesquisador do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)

do de agosto de 1976 a maio de 1978, com medição do comprimento zoológico e identificação do sexo dos indivíduos.

Em laboratório, os otolitos foram conservados a seco, em envelopes numerados. Para a leitura dos anéis etários, os otolitos foram colocados numa placa-de-Petri contendo xilol, sobre fundo escuro, e examinados com lupa binocular de iluminação direta. Contra o fundo escuro, as zonas opacas aparecem como anéis brancos ou claros e as zonas hialinas, como anéis escuros, tendo-se escolhido os anéis brancos como marcas de identificação dos grupos-de-idade a que pertencia o indivíduo em diferentes épocas de sua vida.

A distância entre cada anel etário e o foco do otolito foi medida cuidadosamente através de uma escala micrométrica adaptada à ocular. Para determinar, por retro-cálculo, os comprimentos apresentados pelo indivíduo no momento da formação de cada anel etário, foi previamente constatada a existência de elevada correlação estatística ($r = 0,96^{**}$) entre o comprimento do otolito (Y) e o comprimento do peixe (X), através da seguinte equação de regressão (figura 1):

$$Y = 0,81 + 0,0054X \quad (r = 0,96^{**})$$

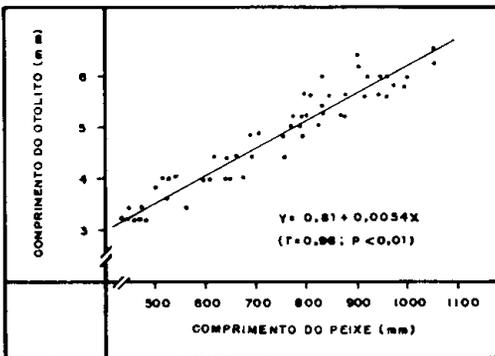


Figura 1 — Regressão do comprimento do otolito sobre o comprimento zoológico da cavala, *Scomberomorus cavalla* (Cuvier), no Estado do Ceará.

Utilizamos a conhecida fórmula de retro-cálculo:

$$L' = \frac{S'}{S} \cdot L \quad (1)$$

onde: L' é o comprimento zoológico do peixe no momento da formação de um anel; S' é a distância entre o foco do otolito e cada anel; S é o comprimento do otolito; e L é o comprimento zoológico do peixe examinado.

CURVA DE CRESCIMENTO

A expressão matemática do crescimento tem sido apresentada através de diferentes equações, dentre as quais se destaca a de von Bertalanffy (1938), pelo embasamento biológico e pela facilidade com que pode ser incorporada a modelos determinísticos para estimar a produção máxima sustentável. Apresenta a seguinte fórmula:

$$L_t = L_\infty [1 - e^{-K(t - t_0)}] \quad (2)$$

onde:

L_t = comprimento na idade t ;

L_∞ = comprimento máximo que o indivíduo pode atingir;

K = coeficiente de crescimento;

t_0 = idade teórica em que o comprimento (ou peso) do indivíduo é igual a zero;

e = base dos logarítmos neperianos.

A curva de crescimento em peso é obtida a partir da equação 2:

$$W_t = W_\infty [1 - e^{-K(t - t_0)}]^b \quad (3)$$

considerando-se a existência de correlação entre peso (W) e comprimento (L) representada pela equação $W = c L^b$.

Admitindo-se que existe uma relação constante entre os comprimentos do indivíduo calculados a intervalos regulares de tempo, utilizamos a transformação Ford-Walford, que quantifica a corre-

lação linear entre os comprimentos L_t num instante t e $L_{t + \Delta t}$ num instante $t + \Delta t$ ($\Delta t = 1$ ano). As equações de regressão, para machos e fêmeas, foram submetidas ao teste $-t$ para comparação de duas retas, através do coeficiente angular b .

Considerando-se o comprimento L_{t+1} no instante de tempo $t + 1$ temos, a partir da equação 2:

$$L_{t+1} = L_{\infty} (1 - e^{-K}) + e^{-K} \cdot L_t \quad (4)$$

que apresenta dependência linear do tipo $Y = a + bX$. Quando $L_t = L_{\infty}$ temos:

$$L_{\infty} = \frac{a}{1 - b} \quad (5)$$

Segundo Beverton & Holt (1957) a equação 2 pode ser modificada para

$$\ln \left(\frac{L_{\infty} - L_t}{L_{\infty}} \right) = Kt_0 - Kt \quad (6)$$

onde, por relação linear do tipo $\ln Y = a + bX$, $K = -b$ e $t_0 = \frac{a}{K}$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No período de tempo abrangido por este estudo foram identificados indivíduos pertencentes aos grupos-de-idade de I a VI anos (tabela I), enquanto Nomura & Rodrigues (1967), na mesma área, mas no período de janeiro-dezembro de 1966, identificaram indivíduos de III a IX anos (machos) e III a XII anos (fêmeas). Beaumariage (1973) registrou machos e fêmeas da cavala com I a VII anos, ao longo do Estado da Flórida, Estados Unidos.

A periodicidade anual da formação dos anéis etários foi confirmada através dos valores trimestrais do comprimento zoológico médio de machos e fêmeas nos diversos grupos-de-idade, podendo-se observar um aumento do tamanho entre o primeiro e segundo trimestres, e per-

TABELA I

Valores retro-calculados do comprimento zoológico da cavala, *Scorberomorus cavalla* (Cuvier), por grupo-de-idade, no período de agosto de 1976 a maio de 1978, no Estado do Ceará.

Grupo-de-idade	Comprimento na captura (mm)	n	Comprimento retro-calculado (mm)					
			I	II	III	IV	V	VI
MACHOS								
I	462	6	328	—	—	—	—	—
II	573	9	339	493	—	—	—	—
III	649	23	310	468	618	—	—	—
IV	791	33	330	502	631	730	—	—
V	865	22	331	510	635	737	812	—
VI	932	6	343	493	618	724	820	875
Comprimento médio (mm)			328	493	618	730	812	875
Incremento médio (mm)			—	165	125	112	82	63
FÊMEAS								
I	458	6	368	—	—	—	—	—
II	568	14	348	511	—	—	—	—
III	663	21	370	499	630	—	—	—
IV	760	24	362	504	623	737	—	—
V	860	40	373	521	641	741	828	—
VI	951	22	380	523	644	753	843	898
Comprimento médio (mm)			368	511	630	737	828	898
Incremento médio (mm)			—	143	119	107	91	- 70

manecendo constante no terceiro e quarto trimestres (tabela II; figura 2), fato já observado por Nomura & Rodrigues (1967), que datam a formação do anel para entre abril e junho.

A época da formação do anel em otólitos de peixes de regiões tropicais está provavelmente relacionada com a desova, e este deve ter sido o fator determinante com a relação à cavala, já que uma das

TABELA II

Médias trimestrais do comprimento zoológico da cavala, *Scomberomorus cavalla* (Cuvier), por grupo-de-idade anual, no período de agosto de 1976 a maio de 1976, no Estado do Ceará.

Grupo-de-idade	Machos				Fêmeas			
	1.º trim.	2.º trim.	3.º trim.	4.º trim.	1.º trim.	2.º trim.	3.º trim.	4.º trim.
I	32,9	31,8	33,3	33,9	37,6	36,3	36,8	38,0
II	50,7	48,0	49,3	49,7	52,6	49,6	50,5	51,9
III	62,9	58,6	62,6	62,0	64,4	63,6	63,1	63,1
IV	73,0	69,5	74,3	77,6	76,1	71,1	73,4	73,0
V	79,7	79,2	83,2	88,3	84,9	81,6	82,5	81,2
VI	88,4	—	—	—	92,9	—	87,8	88,8

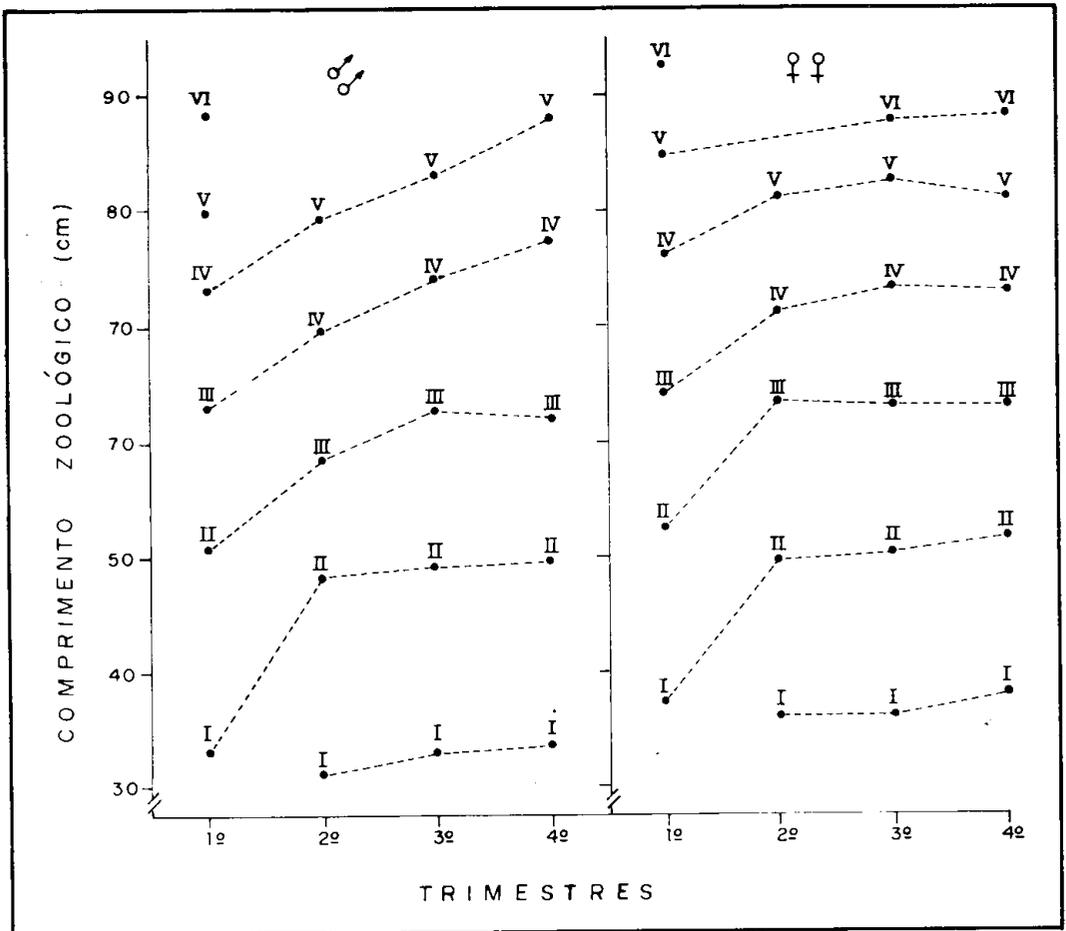


Figura 2 — Variação do comprimento zoológico médio trimestral da cavala, *Scomberomorus cavalla* (Cuvier), por grupo-de-idade.

épocas de maior intensidade reprodutiva desta espécie ocorre no primeiro trimestre (Gesteira & Mesquita, 1976). Por outro lado, a margem hialina do otolito, após o último anel etário, se enlarguece rapidamente, à medida que o peixe cresce. A figura 3 mostra claramente os baixos valores da margem hialina nos meses de dezembro a março (média de 0,33 mm), e o rápido aumento no segundo

trimestre, com média de 0,41 mm, o que vem confirmar a época de formação do anel etário. Na Flórida, esta ocorre entre o segundo e terceiro trimestres (Beaumariage, 1973).

Através da transformação Ford-Walford foram obtidas as seguintes equações de regressão entre L_{t+1} e L_t , em milímetros:

machos: $L_{t+1} = 231,2 + 0,796 L_t$

fêmeas: $L_{t+1} = 198,8 + 0,849 L_t$

cujos coeficientes angulares b apresentaram diferença estatisticamente significativa. Conseqüentemente, foi necessário calcular uma curva de crescimento para cada sexo, com os seguintes resultados, em centímetros:

machos: $L_t = 113,3 (1 - e^{-0,229 t})$
 $t_0 = 1,5$ anos

fêmeas: $L_t = 131,7 (1 - e^{-0,164 t})$
 $t_0 = 2,0$ anos

machos + fêmeas:
 $L_t = 124,9 (1 - e^{-0,185 t})$
 $t_0 = 1,8$ anos

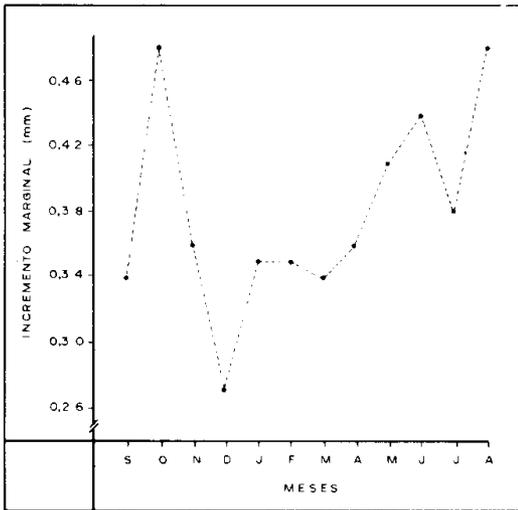


Figura 3 – Variação mensal da largura do anel hialino nos otolitos da cavala, *Scomberomorus cavalla* (Cuvier).

TABELA III

Análise comparativa das equações de crescimento da cavala, *Scomberomorus cavalla* (Cuvier), através dos seus parâmetros

Autores	Local	Sexo	Parâmetros		
			L_{∞} (cm)	K	t_0 (ano)
Nomura & Rodrigues (1967)	NE Brasil	Macho	116,0	0,18	0,22
		Fêmea	137,0	0,15	0,13
		Ambos	141,2	0,14	0,14
Beaumariage (1973)	Flórida (E.U.A.)	Macho	93,8 *	0,35	2,5
		Fêmea	127,8 *	0,21	2,4
		Ambos	—	—	—
Ximenes <i>et al.</i> (1978)	NE Brasil	Macho	113,3	0,229	1,5
		Fêmea	131,7	0,164	2,0
		Ambos	124,9	0,185	1,8

Obs.: (*) — valores obtidos a partir do comprimento standard, através da equação $FL = 17,143 + 1,096 SL$ (segundo Beaumariage, 1973).

TABELA IV
Valores médios do comprimento zoológico da cavala, *Scomberomorus cavalla* (Cuvier), por grupo-de-idade anual, no período de agosto de 1976 a maio de 1978, no Estado do Ceará.

Grupo-de-idade	Machos			Fêmeas			Total		
	idade (anos)	comprimento médio (cm)	incremento (cm)	idade (anos)	comprimento médio (cm)	incremento (cm)	idade (anos)	comprimento médio (cm)	incremento (cm)
0	1,5	32,9		2,0	36,8		1,8	35,4	
I	2,5	49,4	16,5	3,0	51,2	14,4	2,8	50,5	15,1
II	3,5	62,5	13,1	4,0	63,3	12,1	3,8	63,1	12,6
III	4,5	72,9	10,4	5,0	73,7	10,4	4,8	73,5	10,4
IV	5,5	81,1	8,2	6,0	82,5	8,8	5,8	82,2	8,7
V	6,5	87,7	6,6	7,0	89,9	7,4	6,8	89,4	7,2
VI	7,5	93,0	5,3	8,0	96,2	6,3	7,8	95,4	6,0
VII	8,5	97,1	4,1	9,0	101,6	5,4	8,8	100,4	5,0
VIII	9,5	100,4	3,3	10,0	106,1	4,5	9,8	104,5	4,1
IX	10,5	103,1	2,7	11,0	110,0	3,9	10,8	108,0	3,5
X	11,5	105,2	2,1	12,0	113,3	3,3	11,8	110,8	2,8
XI	12,5	106,8	1,6	13,0	116,1	2,8	12,8	113,2	2,4
XII	13,5	108,2	1,4	14,0	118,4	2,3	13,8	115,2	2,0
XIII	14,5	109,2	1,0	15,0	120,4	2,0	14,8	116,8	1,6

As curvas de crescimento em peso (g) foram obtidas a partir das equações acima, utilizando-se as relações comprimento/peso calculadas por Nomura & Costa (1968):

$$\text{machos: } W_t = 11.031 (1 - e^{-0,229 t})^{2,962}$$

$$\text{fêmeas: } W_t = 16.895 (1 - e^{-0,164 t})^{2,933}$$

$$\text{machos + fêmeas: } W_t = 14.573 (1 - e^{-0,185 t})^{2,947}$$

Para termo de comparação destas equações com as anteriormente calculadas (Nomura & Rodrigues, 1967; Beaumariage, 1973), apresentamos na tabela III uma sinopse das estimativas dos parâmetros do crescimento. Como já mencionado por Beaumariage (*op. cit.*), os valores de L_∞ obtidos por Nomura & Rodrigues (*op. cit.*) teriam sido sobrestimados pela inclusão, na leitura dos anéis etários, de um segmento anterior à zona hialina do primeiro ano. No entanto, nossos valores de L_∞ , apesar de menores, não diferem muito dos obtidos por esses autores, exceção feita ao valor conjunto para machos e fêmeas, bem inferior (124,9 cm contra 141,2 cm).

As curvas de crescimento (tabela IV; figuras 4 e 5) mostram que, em função da idade, machos e fêmeas crescem a taxas aproximadamente iguais até 5 anos e apresentam incrementos de tamanho iguais entre os grupos-de-idade II e III (figura 6), mas as fêmeas passam a crescer mais rápido a partir desta idade. Este fato pode estar relacionado com a maturidade sexual, que as fêmeas atingem com, em média, 63 cm (Gesteira & Mesquita, 1976) ou 4 anos de idade.

Comparando nossos resultados com os obtidos para a Flórida (tabela III), verificamos que a cavala do Nordeste brasileiro atinge um comprimento teórico máximo (L_∞) superior ao atingido pela espécie na Flórida (principalmente os machos), mas cresce a uma taxa inferior, tanto machos como fêmeas. Por outro lado, em ambas as regiões, os machos têm maior coeficiente de crescimento

(K) do que as fêmeas, isto é, crescem mais rápido, mas as fêmeas atingem maior comprimento teórico.

Os valores de t_0 indicam que a formação do primeiro anel no otolito leva menos tempo para a cavala do Nordeste brasileiro do que para a da Flórida: no Nordeste, o primeiro anel se forma quando machos e fêmeas têm 2,5 e 3,0 anos e na

Flórida, quando têm 3,5 e 3,4 anos de idade, respectivamente.

SUMMARY

English title: Age and growth of king mackerel, *Scomberomorus cavalla* (Cuvier), of northeastern Brazil.

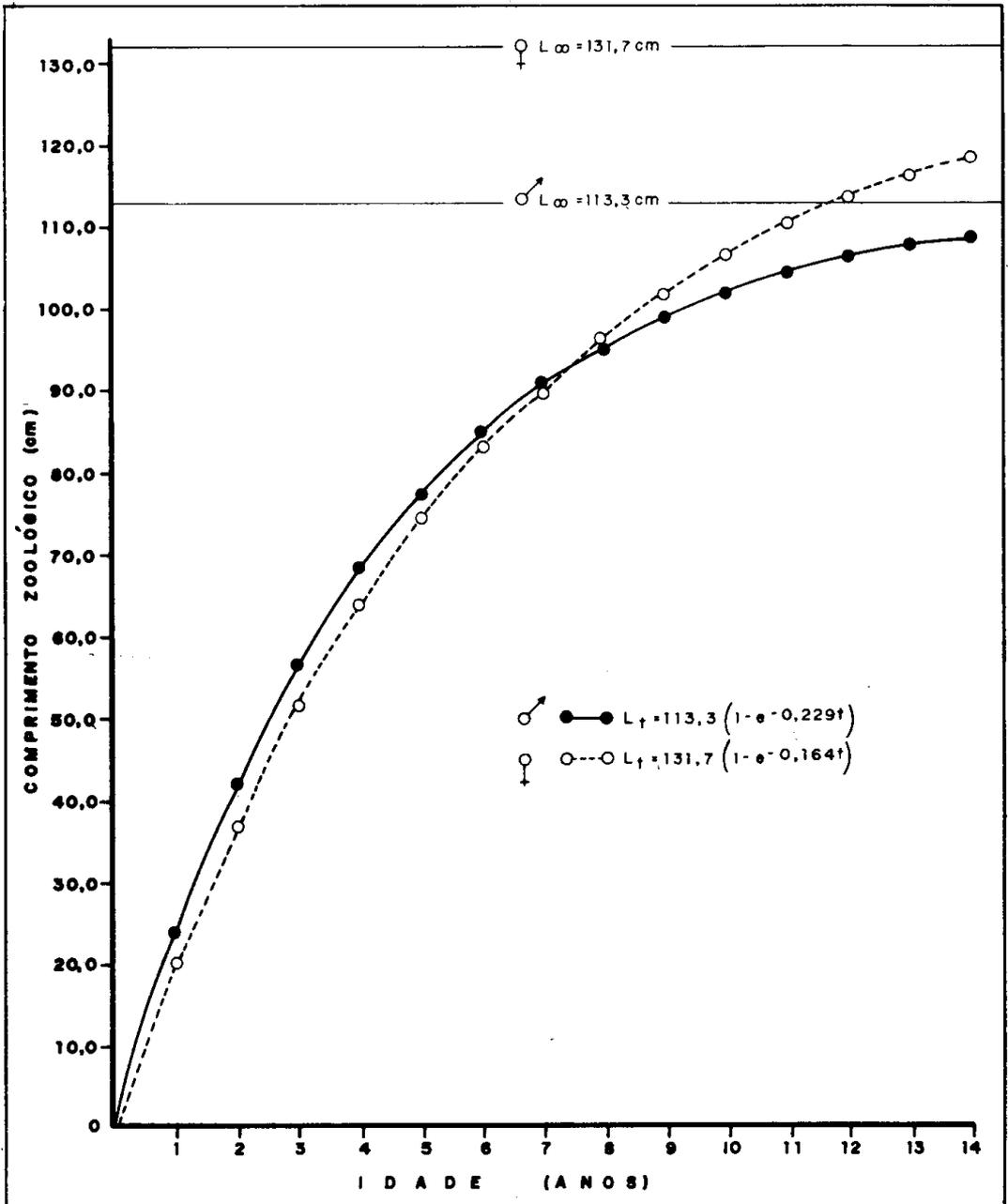


Figura 4 – Curvas de crescimento da cavala, *Scomberomorus cavalla* (Cuvier), em comprimento, no período de agosto de 1976 a maio de 1978, no Estado do Ceará.

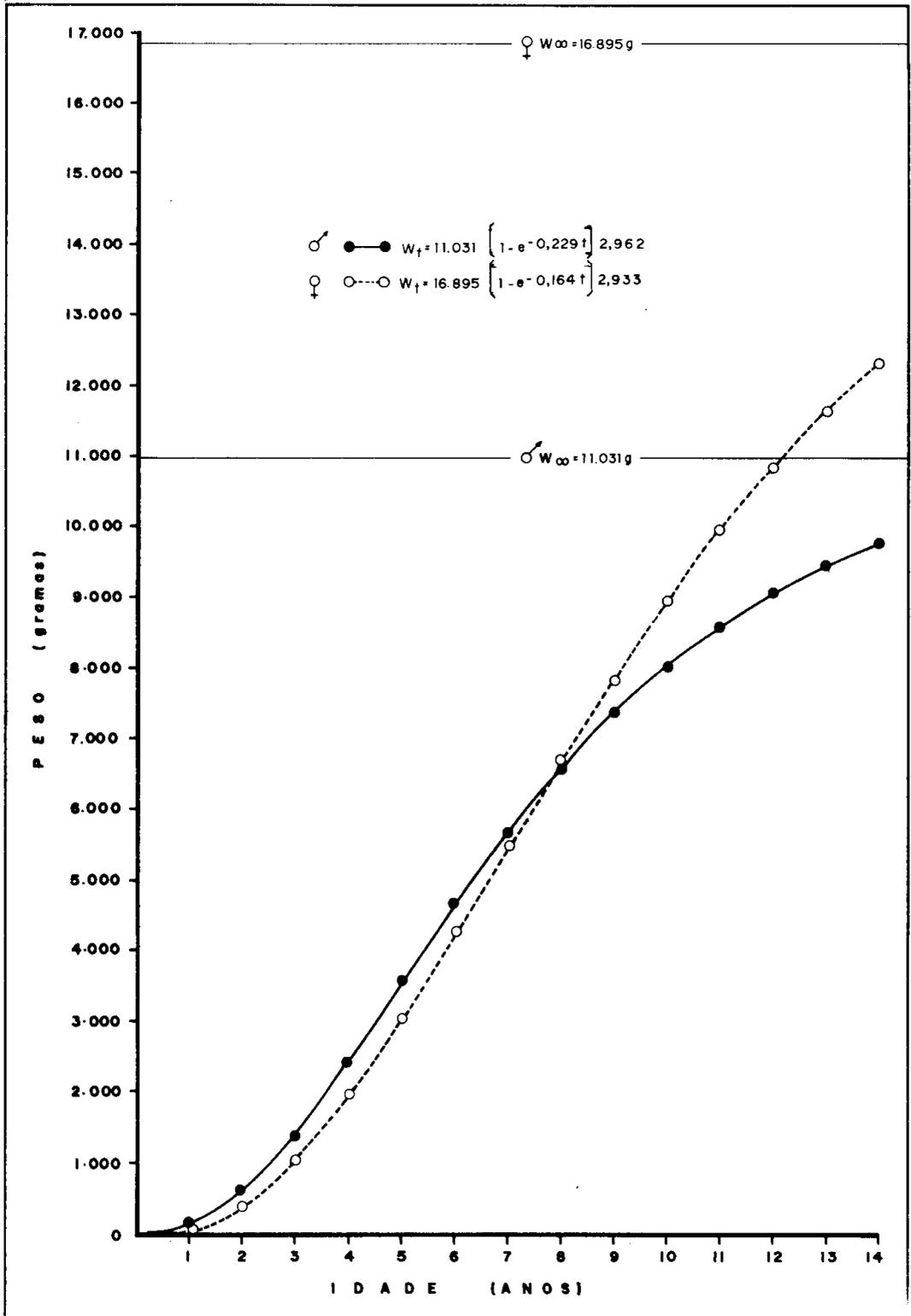


Figura 5 – Curvas de crescimento da cavala, *Scomberomorus cavalla* (Cuvier), em peso, no período de agosto de 1976 a maio de 1978, no Estado do Ceará.

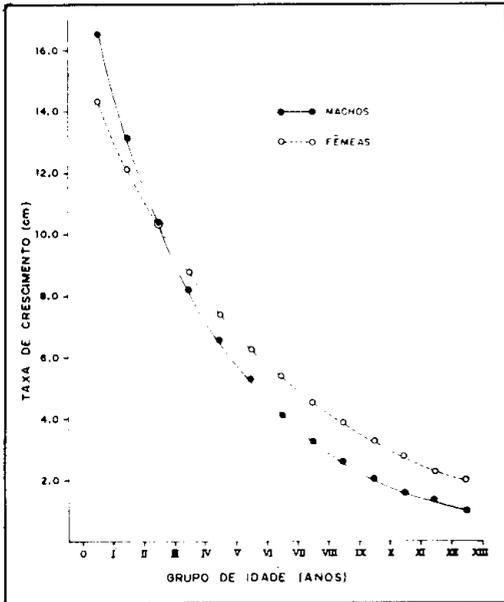


Figura 6 — Variação da taxa de crescimento da cavalla, *Scomberomorus cavalla* (Cuvier), em função da idade, no período de agosto de 1976 a maio de 1978, no Estado do Ceará.

In this paper an analysis is made of the length at age data for king mackerel with the objective of calculating its growth curves in length and weight and, at the same time, drawing comparisons with previous results obtained for the northeastern Brazil in 1966 and for the Florida State, in 1973.

Our data refer to the period from August, 1976 through May, 1978, sampled off Ceará State around positions 3°53'S, 38°21'W and 2°05'S, 40°02'W.

The growth curves in length (cm) and weight (g) are:

$$\begin{aligned} \text{males: } L_t &= 113.3 (1 - e^{-0.229 t}) \\ \text{females: } L_t &= 131.7 (1 - e^{-0.164 t}) \\ \text{males: } W_t &= 11,031 (1 - e^{-0.229 t})^{2.962} \\ \text{females: } W_t &= 16,895 (1 - e^{-0.164 t})^{2.933} \end{aligned}$$

The growth curves in length show that males and females grow at roughly equal rates up to 5 years of age and have

the same length increment between age-groups II and III, but the females start growing at higher rates thence. This fact is supposed to be related to the attaining of sexual maturity by females, at 63 cm or 4 years of age.

The king mackerel from northeast Brazil reaches a larger maximum theoretical length (L_∞) than that from Florida (especially the males), but it grows at a lower rate, both males and females. On the other hand, in both regions, the males have a higher growth coefficient (K) than females, but the latter reach a larger L_∞ .

The t_0 — values indicate that the first otolith annulus takes less time to be formed in king mackerel from Brazil than in that from Florida: in Brazil males and females are at 2.5 and 3.0 years while in Florida they are at 3.5 and 3.4 years of age, respectively.

BIBLIOGRAFIA

Beaumariage, D.S. — 1973 — Age, growth and reproduction of king mackerel, *Scomberomorus cavalla*, in Florida. *Flor. Mar. Res. Publ.*, St. Petersburg, (1): 1-45, 36 figs.

Bertalanffy, L.v. — 1938 — A quantitative theory of organic growth (Inquiries on growth laws, II). *Hum. Biol.*, Baltimore, 10 (2): 181-213, 5 figs.

Beverton, R.J.H. & S.J. Holt — 1957 — On the dynamics of exploited fish populations. *Fish. Invest.*, ser. 2, London, 19: 1-553, 155 figs.

Gesteira, T.C.V. & A.L.L. Mesquita — 1976 — Época de reprodução, tamanho e idade na primeira desova da cavala e da serra, na costa do Estado do Ceará. *Arq. Ciên. Mar.*, Fortaleza, 16 (2): 83-86, 3 figs.

Nomura, H. & R.S. Costa — 1968 — Length-weight relationship of two species of Scombridae fishes from northeastern Brazil. *Arq. Est. Biol. Mar. Univ. Fed. Ceará*, Fortaleza, 8 (1): 95-99, 2 figs.

Nomura, H. & M.S.S. Rodrigues — 1967 — Biological notes on king mackerel, *Scomberomorus cavalla* (Cuvier), from northeastern Brazil. *Arq. Est. Biol. Mar. Univ. Fed. Ceará*, Fortaleza, 7 (1): 79-85, 4 figs.