

CURVA DE SELETIVIDADE DE REDES-DE-ESPERA UTILIZADAS NA CAPTURA DA SERRA, *SCOMBEROMORUS MACULATUS* (MITCHILL) ⁽¹⁾

Antônio Adauto Fonteles-Filho ⁽²⁾
Pedro de Alcantara-Filho ⁽²⁾

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

O conhecimento da estrutura de uma população quanto ao comprimento dos seus indivíduos é essencial para o estudo de sua dinâmica, principalmente quando submetida à exploração pesqueira. A medição de um certo número de indivíduos retirados aleatoriamente da captura de um barco tem sido o método padrão para se obter a distribuição de comprimento. No entanto, a distribuição amostral pode diferir da populacional dependendo da seletividade do aparelho-de-pesca utilizado na captura.

A rede-de-espera, ou caçoira, captura indivíduos por emalhamento quando estes vão de encontro à mesma e ficam presos pelo corpo, sendo que a probabilidade de captura é menor para indivíduos nos extremos da distribuição, aumentando à medida que o tamanho do indivíduo tende para um valor central. Pode acontecer, também, o emalhamento em partes proeminentes do corpo do peixe, caso em que a probabilidade de captura cresce nos extremos da distribuição de comprimento.

Este relacionamento entre uma característica da rede-de-espera (tamanho da malha) e uma característica do indivíduo (perímetro máximo do corpo) possibilitou a medição matemática da seletividade, que pode ser definida, segundo Lagler (1968) como "uma curva que fornece, para diferentes com-

primentos do indivíduo, a proporção da população que é capturada por uma unidade de esforço de pesca".

Anteriormente, as curvas de seletividade da rede-de-espera se baseavam no comprimento do indivíduo, pela facilidade de obtenção desta medida. No entanto, a relação mais direta é entre o tamanho da malha e o perímetro máximo do peixe, investigada por Margetts (1954), McCombie & Fry (1960) e McCombie & Berst (1969). Através da dependência entre comprimento e perímetro, Holt (1963) propôs um método algébrico para calcular curvas de seletividade por comparação entre capturas por redes com diferentes tamanhos de malha.

A serra, *Scomberomorus maculatus* (Mitchill), é capturada em grande quantidade por redes-de-espera que têm, em média, 78,5 m de comprimento, 2,3 m de altura e malhas com tamanhos de 3,5 a 4,5 cm (Alcantara Filho, 1972). Sendo uma espécie costeira, a serra se acha submetida a um grande esforço de pesca, sendo necessário estabelecer as características ótimas do aparelho-de-pesca utilizado na sua captura.

O presente trabalho tem vários objetivos: (a) determinar a curva de seletividade; (b) calcular a eficiência de diferentes tamanhos de malha na captura da serra; (c) determinar o tamanho de seleção; (d) ajustar a distribuição de frequência de comprimento obtida por amostragem através das probabilidades de captura da curva de seletividade. Os resultados deste trabalho têm aplicação prática no que diz respeito à modificação do tamanho da malha para aumentar a eficiência de captura, bem como ao estabelecimento do limite de comprimento dos indivíduos a partir do qual se deve iniciar a captura, para maximizar a produção.

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

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

TABELA I

Esquema representativo do delineamento experimental usado nas pescarias com redes-de-espera para a captura da serra, *Scomberomorus maculatus* (Mitchill), em frente ao município de Fortaleza, nos anos de 1972 e 1973.

Espinhel	Redes no espinhel (tamanho da malha em cm*)					
I	3	4	5	6	7	8
II	4	5	6	7	8	3
III	5	6	7	8	3	4
IV	6	7	8	3	4	5
V	7	8	3	4	5	6
VI	8	3	4	5	6	7

(*) — Medido de nó a nó (*bar measure*).

MATERIAL

Durante os anos de 1972 e 1973 foram realizadas 22 pescarias experimentais com rede-de-espera, em pequeno barco motorizado, na área costeira em frente ao município de Fortaleza, Ceará. Em cada pescaria foi utilizado um espinhel de 6 redes, geralmente em 2 lançamentos, com malhas de tamanho variando entre 3 e 8 cm, medido de nó a nó (*bar measure*). O método de pesca se encontra pormenorizadamente descrito em Alcantara Filho (1972).

O esquema do delineamento experimental foi o seguinte: as redes foram agrupadas em seis espinhéis, cada um com seis unidades para cada tamanho de malha, distribuídas segundo a lei dos números aleatórios para eliminar a possibilidade de vício na seleção dos indivíduos (tabela I).

Para cada experimento foram tomados os seguintes dados: (1) com relação à pescaria — tipo de espinhel, duração da pescaria, profundidade do local de pesca e número de indivíduos capturados; (2) com relação ao peixe — comprimento zoológico, perímetro máximo do peixe, tomado na região imediatamente

anterior ao início da segunda nadadeira dorsal e perímetro de emalhamento, tomado na região de emalhamento, identificada pelo sulco resultante da pressão do fio da rede. Foram, também, registrados o sexo e peso do indivíduo, e o número de peixes danificados pela ação de predadores.

A medição dos perímetros foi feita com um barbante, tendo-se o cuidado de não exercer pressão sobre o corpo do peixe, estando este estendido sobre uma escala métrica para dar o valor do seu comprimento. As faixas de emalhamento são as seguintes: I — entre os extremos anterior da cabeça e posterior do opérculo; II — entre os extremos posteriores do opérculo e da nadadeira peitoral; III — entre o extremo posterior da nadadeira peitoral e a base da segunda dorsal (figura 1).

DETERMINAÇÃO DA CURVA DE SELETIVIDADE

Uma curva de seletividade típica para a rede-de-espera tem a forma de uma curva normal, que é caracterizada por sua moda, largura e altura. A moda representa o comprimento médio de seleção, a largura representa a amplitude de seleção e a altura, a eficiência com que cada tamanho da malha captura peixes do comprimento médio (Hambley, 1975). A forma da curva depende da variabilidade do perímetro do peixe, dureza e textura do corpo, presença de dentes e outras protuberâncias, bem como, do material de construção da rede.

Utilizamos dois métodos no cálculo da curva de seletividade:

1 — Determinação pelo método de McCombie & Fry

Metodologia

Segundo McCombie & Fry (1960) as curvas de seletividade para todos os tamanhos de malha têm a mesma altura, baseando-se

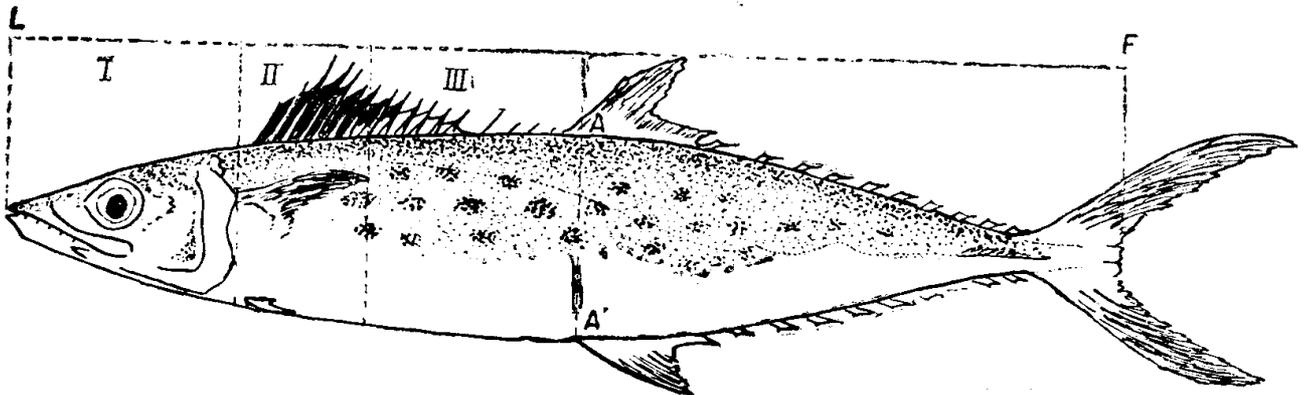


Figura 1 — Faixas de emalhamento e medição da serra, *Scomberomorus maculatus* (Mitchill): I — entre os extremos anterior da cabeça e posterior do opérculo; II — entre os extremos posteriores do opérculo e da nadadeira peitoral; III — entre o extremo posterior da nadadeira peitoral e a base da segunda nadadeira dorsal; LF' = comprimento zoológico; AA' = perímetro máximo.

na comparação da captura de indivíduos de cada classe de comprimento por redes de malhas diferentes. Supondo-se que as curvas correspondentes a cada classe de comprimento têm a mesma forma, todas as classes podem ser agrupadas, obtendo-se o mesmo resultado.

Baranov, 1914 (in Hamley, 1975) estabeleceu que o comprimento modal dos indivíduos capturados (lm) é proporcional ao tamanho da malha medido de nó a nó (m), de modo que

$$m = K.lm \quad (1)$$

No entanto, de acordo com o princípio de semelhança geométrica, a relação mais direta ocorre entre o perímetro da malha ($P = 4.m$) e o perímetro do peixe correspondente ao comprimento modal (Gm).

Na tabela II se encontram os dados relativos à frequência e ao perímetro máximo dos indivíduos capturados, por classe de comprimento, para cada tamanho de malha das redes-de-espera utilizadas na experimentação. A partir da média aritmética dos perímetros correspondentes aos diversos tamanhos de malha, por classe de comprimento, calculamos

TABELA II

Frequências absolutas e perímetro máximo de indivíduos da serra, *Scomberomorus maculatus* (Mitchill), capturados por redes-de-espera com diferentes tamanhos de malha, em frente ao município de Fortaleza, nos anos de 1972 e 1973.

Classe de comprimento zoológico (cm)	Centro de classe (cm)	Frequência absoluta					Perímetro máximo do peixe (cm)					média	
		3	4	5	6	7	3	4	5	6	7	observada	calculada(1)
		21,1 — 23,0	22,0	1	—	—	—	—	13,6	—	—	—	—
23,1 — 25,0	24,0	1	—	—	—	—	13,5	—	—	—	—	13,5	11,9
25,1 — 27,0	26,0	1	—	—	—	—	12,7	—	—	—	—	12,7	12,6
27,1 — 29,0	28,0	12	—	—	—	—	13,2	—	—	—	—	13,2	13,4
29,1 — 31,0	30,0	24	—	—	—	—	13,6	—	—	—	—	13,6	14,2
31,1 — 33,0	32,0	38	1	—	—	—	14,5	14,4	—	—	—	14,5	15,0
33,1 — 35,0	34,0	14	2	—	—	—	15,2	15,8	—	—	—	15,3	15,8
35,1 — 37,0	36,0	10	5	—	—	—	15,9	16,3	—	—	—	16,0	16,6
37,1 — 39,0	38,0	7	6	—	—	—	16,9	16,1	—	—	—	16,6	17,3
39,1 — 41,0	40,0	13	14	—	—	—	16,8	17,1	—	—	—	17,0	18,1
41,1 — 43,0	42,0	18	17	3	—	—	18,0	17,6	19,1	—	—	17,9	18,9
43,1 — 45,0	44,0	12	17	2	—	—	19,2	18,7	20,0	—	—	18,9	19,7
45,1 — 47,0	46,0	9	7	4	—	—	19,6	19,9	20,4	—	—	19,9	20,5
47,1 — 49,0	48,0	1	5	1	—	—	23,1	19,9	22,0	—	—	20,7	21,2
49,1 — 51,0	50,0	2	2	3	—	—	20,9	21,0	22,1	—	—	21,4	22,0
51,1 — 53,0	52,0	4	2	3	—	—	23,0	22,9	22,1	—	—	22,7	22,8
53,1 — 55,0	54,0	—	1	3	1	—	—	25,0	24,0	24,0	—	24,2	23,6
55,1 — 57,0	56,0	—	—	—	—	1	—	—	—	—	25,7	25,7	24,4
57,1 — 59,0	58,0	—	1	—	—	—	—	25,4	—	—	—	25,4	25,2
59,1 — 61,0	60,0	1	—	—	—	—	28,0	—	—	—	—	28,0	26,0

(1) — Valores obtidos por substituição do centro de classe (L) na equação $G = 2,491 + 0,391 L$.

TABELA III

Valores logaritmizados da razão "perímetro máximo do peixe/perímetro da malha" e frequências absolutas dos indivíduos da serra, *Scomberomorus maculatus* (Mitchill), por classes de comprimento zoológico.

Classe de comprimento zoológico (cm)	Tamanho da malha (cm)							
	3		4		5		6	
	n	log G/P	n	log G/P	n	log G/P	n	log G/P
33,1 — 35,0	14	0,119	2	-0,005	—	—	—	—
35,1 — 37,0	10	0,141	5	0,016	—	—	—	—
37,1 — 39,0	7	0,159	6	0,034	—	—	—	—
39,1 — 41,0	13	0,178	14	0,054	—	—	—	—
41,1 — 43,0	18	0,197	17	0,072	3	-0,024	—	—
43,1 — 45,0	12	0,215	17	0,090	2	-0,006	—	—
45,1 — 47,0	9	0,232	7	0,108	4	0,011	—	—
47,1 — 49,0	1	0,247	5	0,122	1	0,025	—	—
49,1 — 51,0	2	0,263	2	0,138	3	0,041	—	—
51,1 — 53,0	4	0,279	2	0,154	3	0,057	—	—
53,1 — 55,0	—	—	1	0,169	3	0,072	1	-0,007

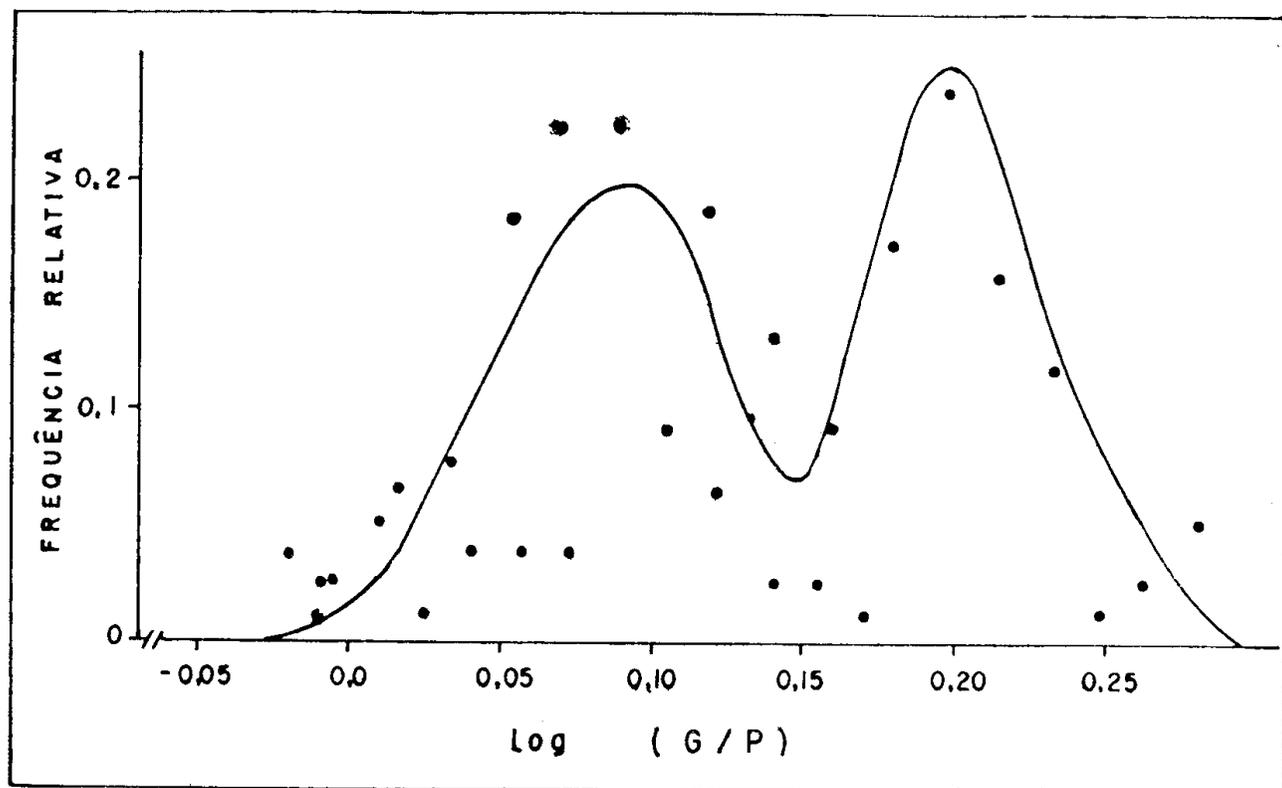


Figura 2 — Curvas de seletividade da rede-de-espera para captura da serra, *Scomberomorus maculatus* (Mitchill), no Estado do Ceará.

as retas de regressão entre o perímetro máximo da serra (G) e o centro de classe do comprimento zoológico (L):

$$G = 2,491 + 0,391 L \quad (r = 0,975^{**}) \quad (2)$$

$$L = - 4,036 + 2,492 G \quad (r = 0,975^{**}) \quad (3)$$

Calculamos a razão G/P para cada classe de comprimento, de 33,1 — 35,0 cm a 53,1 — 55,0 cm, com relação aos tamanhos de malha de 3 a 6 cm utilizando os valores do perímetro máximo (independente do tamanho da malha), calculados pela equação 2. Os valores referentes às outras classes de comprimento não foram usados porque as frequências nos extremos da distribuição foram truncadas pela falta de redes com tamanhos de malha menores do que os utilizados nesta experimentação.

O número de indivíduos correspondente ao valor da razão G/P em cada classe de comprimento (tabela III) foi plotado contra o logaritmo de G/P, para todas as classes em conjunto. Utilizamos a escala logarítmica para eliminar a assimetria positiva que se observou quando os valores foram plotados em escala aritmética. A posição dos pontos (figura 2) revela a existência de duas distribuições com modas bem distintas, às quais foram ajustadas curvas normais pela transformação dos valores para a unidade padrão (z), segundo a fórmula:

$$z = \frac{x - \bar{x}}{s} \quad (4)$$

onde, x é um valor de log G/P, \bar{x} é a média aritmética e s , o desvio padrão. Em seguida, calculamos as áreas sob as curvas, entre zero e z , as quais correspondem às frequências teóricas da distribuição normal.

As frequências teóricas e suas respectivas ordenadas foram utilizadas para representar índices de eficiência das diversas malhas, com relação às classes de comprimento, individualmente e em conjunto.

Resultados

Obtivemos duas distribuições normais (figura 2), cujos valores modais de log G/P correspondem a 0,087 e 0,200, sendo G/P equivalente a 1,222 e 1,585, respectivamente. Pelo valor do perímetro das malhas com tamanhos de 3 a 5 cm ($P = 4$.m), obtivemos das razões 1,222 e 1,585 os perímetros máximos correspondentes, em seguida transformados em comprimento zoológico através da equação 3, com os seguintes resultados:

	G (cm)	L (cm)
Malha de 3 cm	14,7 e 19,7	31,7 e 42,1
Malha de 4 cm	19,6 e 25,4	43,6 e 57,1
Malha de 5 cm	24,4 e 31,7	55,2 e 73,0

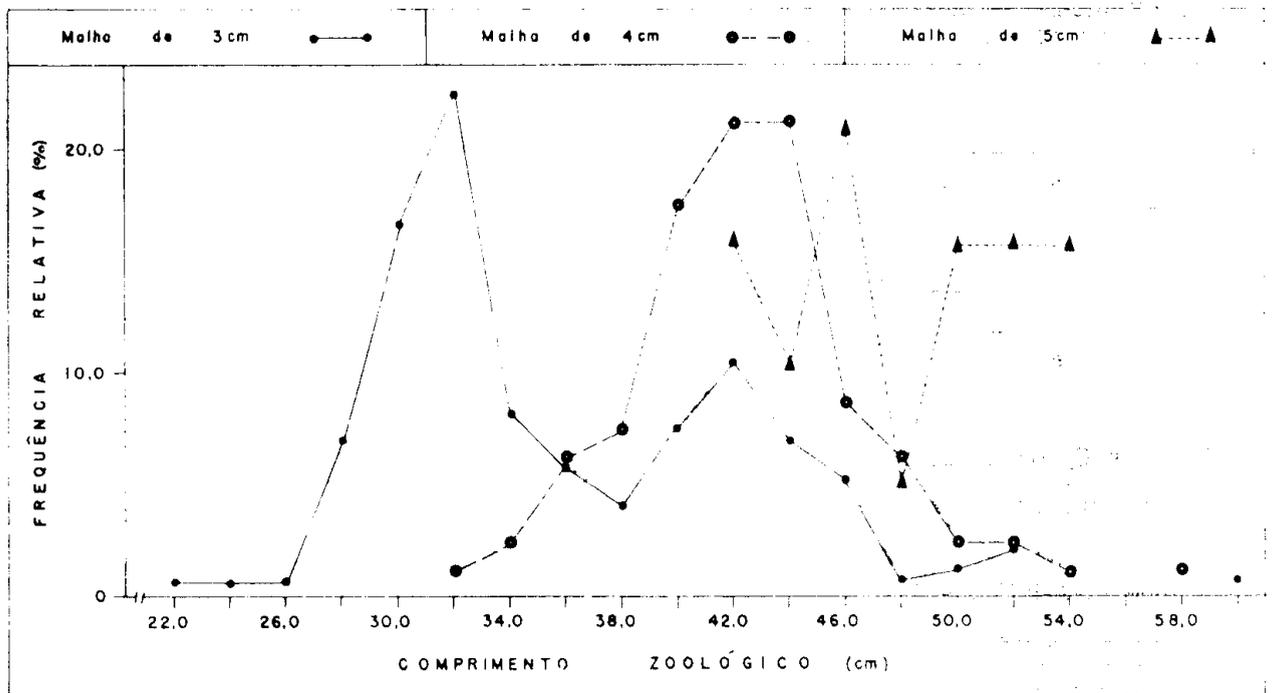


Figura 3 — Polígonos de frequência de comprimento da serra, *Scomberomorus maculatus* (Mitchill), para diferentes tamanhos de malha.

Podemos observar que os valores modais do comprimento zoológico correspondem de perto às modas da distribuição de frequência dos indivíduos capturados por cada malha (figura 3) e que a malha de 4 cm parece ser a que proporciona a melhor distribuição. As modas correspondentes a 31,7 cm (malha 3), 57,1 cm (malha 4) e 73,0 cm (malha 5) devem ter sido produzidas pela captura de indivíduos por partes proeminentes do corpo do peixe, causando a bimodalidade (Buchanan — Wollaston, 1927). Isto foi, também, evidenciado pelo alto valor de G/P (1,585) para a moda da segunda distribuição (figura 2).

Considerando que os valores modais de 42,1, 43,6 e 55,2 cm são mais consistentes, tomamos a média aritmética simples, tendo em vista que as duas curvas têm a mesma área, obtendo um valor de 47,0 cm. De acordo com a equação 1, o valor de K equivale a 0,085, próximo daquele de 0,10 estabelecido por Andreev, 1962 (in Hamley, 1975) para peixes longilíneos, como a serra.

O valor modal de 47,0 cm corresponde a um perímetro máximo de 20,9 cm, significando que, para a malha de 4 cm, $G/P = 1,31$, isto é, a maior probabilidade da captura ocorre quando o perímetro máximo da serra é 31% maior do que o perímetro da malha.

As redes-de-espera foram mais eficientes na captura de indivíduos pertencentes às classes de comprimento zoológico 29,0 — 31,0 e 43,1 — 45,0 cm (malha 3), 41,1 — 43,0 e 57,1 — 59,0 cm (malha 4), e 55,1 — 57,0 e 75,1 — 77,0 cm (malha 5) — tabela IV. A

eficiência variável da rede-de-espera na captura de várias classes de comprimento pode ser compensada, utilizando os índices determinados pelas frequências teóricas para fornecer uma estimativa do número relativo de cada classe na população de onde se obteve a captura.

2 — Determinação pelo método de Holt

Metodologia

Atribuindo à curva de seletividade um modelo matemático *a priori*, pode-se ajustar uma curva normal a dados obtidos através da captura com redes-de-espera de diferentes tamanhos de malha.

Holt (1963) introduziu um método, muito utilizado atualmente, para o ajustamento da curva de seletividade, partindo da função normal de densidade simplificada:

$$C(l) = e^{-\frac{(1-lm)^2}{2sm^2}} \quad (5)$$

com as seguintes suposições: (a) as curvas de seletividade para ambas as malhas são normais

e têm a mesma variância, s^2 ; (b) as modas l_A e l_B das curvas de seletividade são proporcionais aos tamanhos da malha, isto é, $l_A = km_A$ e $l_B = km_B$ onde k é uma constante igual a $1/K$ da equação 1; e (c) as curvas de seletividade têm a mesma altura.

Comparando-se as capturas obtidas por duas redes, de acordo com a equação 5, temos:

$$\frac{C_A(l)}{C_B(l)} = \frac{e^{-\frac{(1-l_A)^2}{2s_A^2}}}{e^{-\frac{(1-l_B)^2}{2s_B^2}}} \quad (6)$$

onde $C_A(l)$ e $C_B(l)$ representam o número de indivíduos capturados pelas redes de ma-

TABELA IV

Eficiência relativa da rede-de-espera, por tamanhos de malha e em conjunto, na captura da serra, *Scomberomorus maculatus* (Mitchill), para diferentes classes de comprimento zoológico.

Classe de comprimento zoológico (cm)	Eficiência relativa			Total
	3	4	5	
21,1 — 23,0	0,011	—	—	0,011
23,1 — 25,0	0,055	—	—	0,055
25,1 — 27,0	0,165	—	—	0,165
27,1 — 29,0	0,310	—	—	0,310
29,1 — 31,0	0,396	0,001	—	0,397
31,1 — 33,0	0,364	0,016	—	0,380
33,1 — 35,0	0,254	0,052	—	0,306
35,1 — 37,0	0,139	0,126	—	0,265
37,1 — 39,0	0,171	0,232	—	0,403
39,1 — 41,0	0,308	0,335	0,006	0,649
41,1 — 43,0	0,394	0,394	0,019	0,807
43,1 — 45,0	0,372	0,385	0,050	0,807
45,1 — 47,0	0,271	0,319	0,104	0,694
47,1 — 49,0	0,156	0,228	0,183	0,567
49,1 — 51,0	0,072	0,144	0,271	0,487
51,1 — 53,0	0,028	0,133	0,348	0,509
53,1 — 55,0	0,009	0,235	0,392	0,636
55,1 — 57,0	0,002	0,333	0,393	0,728
57,1 — 59,0	—	0,391	0,352	0,743
59,1 — 61,0	—	0,390	0,287	0,677
61,1 — 63,0	—	0,333	0,213	0,550
63,1 — 65,0	—	0,247	0,146	0,393
65,1 — 67,0	—	0,160	0,092	0,252
67,1 — 69,0	—	0,092	0,190	0,282
69,1 — 71,0	—	0,048	0,271	0,319
71,1 — 73,0	—	0,022	0,345	0,367
73,1 — 75,0	—	—	0,010	0,401
75,1 — 77,0	—	0,002	0,396	0,398
77,1 — 79,0	—	—	0,364	0,364
79,1 — 81,0	—	—	0,303	0,303
81,1 — 83,0	—	—	0,232	0,232
83,1 — 85,0	—	—	0,163	0,163
85,1 — 87,0	—	—	0,106	0,106
87,1 — 89,0	—	—	0,064	0,064
89,1 — 91,0	—	—	0,037	0,037
91,1 — 93,0	—	—	0,020	0,020
93,1 — 95,0	—	0,010	0,391	0,010
95,1 — 97,0	—	—	0,005	0,005

lhas m_A e m_B , em cada classe de comprimento, l ; l_A , l_B e s_A^2 , s_B^2 são as médias e as variâncias, respectivamente, das distribuições de frequência de comprimento dos indivíduos capturados por cada rede-de-espera.

Logaritimizando-se ambos os termos da equação 6 e considerando $s_A^2 = s_B^2 = s^2$ temos:

$$\ln \frac{C_A(l)}{C_B(l)} = -\frac{l_A^2 - l_B^2}{2s^2} + \frac{l_A - l_B}{s^2} \cdot l \quad (7)$$

Plotando-se $\ln [C_A(l) / C_B(l)]$ contra o comprimento do peixe, l o diagrama de dispersão revela a existência de uma relação linear, de modo que a equação 7 pode ser representada por uma reta do tipo $Y = a + bX$, cujos parâmetros a e b são:

$$a = -\frac{l_A^2 - l_B^2}{2s^2} = -\frac{k^2 (m_A^2 - m_B^2)}{2s^2} \quad (8)$$

$$b = \frac{l_A - l_B}{s^2} = \frac{k (m_A - m_B)}{s^2} \quad (9)$$

Fazendo-se $Y = \ln \frac{C_A(l)}{C_B(l)}$ e $X = l$,

obtêm-se os valores de a e b os quais, substituídos nas equações 8 e 9, fornecem estimativas de k e s^2 , pelas fórmulas:

$$k = \frac{-2a}{b (m_A + m_B)} \quad (10)$$

$$s^2 = \frac{-2a (m_A - m_B)}{b^2 (m_A + m_B)} \quad (11)$$

Utilizamos o número de indivíduos capturados pelas redes com malhas de 3, 4 e 5 cm, nas classes de comprimento zoológico para as quais houve coincidência de captura pelas malhas vizinhas, isto é, as classes de 31,1 — 33,0 cm a 51,1 — 53,0 cm para as malhas 3 e 4 e as classes de 41,1 - 43,0 cm a 53,1 — 55,0 cm para as malhas 4 e 5 (tabela V).

TABELA V

Frequência absoluta dos indivíduos capturados da serra, *Scomberomorus maculatus* (Mitchill), e logaritmos da razão entre frequências para diferentes tamanhos da malha, por centros de classe de comprimento zoológico.

Centro de classe (cm)	C ₃ (1)	C ₄ (1)	C ₅ (1)	ln $\frac{C_3(1)}{C_4(1)}$	ln $\frac{C_4(1)}{C_5(1)}$
32,0	38	1	—	3,638	—
34,0	14	2	—	1,946	—
36,0	10	5	—	0,693	—
38,0	7	6	—	0,154	—
40,0	13	14	—	-0,074	—
42,0	18	17	3	0,057	1,735
44,0	12	17	2	-0,348	2,140
46,0	9	7	4	0,251	0,560
48,0	1	5	1	-1,609	1,609
50,0	2	2	3	0,000	-0,405
52,0	4	2	3	0,693*	-0,405
54,0	—	1	3	—	-1,099

(*) valor não utilizado no cálculo da regressão.

Resultados

A partir dos dados da tabela V, calculamos as equações de regressão entre $\ln [C_A(1)/C_B(1)]$ e o centro de classe, l para as malhas 3/4 e 4/5, com os seguintes resultados:

Malhas 3/4 : $\ln \frac{C_3(1)}{C_4(1)} = 8,076 - 0,185 l$
 (r = - 0,791 **)

Malhas 4/5 : $\ln \frac{C_4(1)}{C_5(1)} = 13,068 - 0,260 l$
 (r = - 0,889 **)

Substituindo os valores de a e b, bem como os tamanhos das malhas $m_A = 3$ cm, $m_B = 4$ cm e $m_C = 5$ cm nas equações 10 e 11, temos:

Malhas	k	s ²
3/4	12,47	64,41
4/5	11,17	42,99
Média	11,82	53,70

O valor modal correspondente à malha de 4 cm, de acordo com a relação $lm = k.m$, foi de 47,3 cm. Considerando que o desvio padrão é igual a 7,33 cm, podemos dizer que 95% da captura da serra com rede-de-espera está incluída no intervalo $47,3 \pm 2 \times 7,33$ cm ou entre 32,6 e 62,0 cm de comprimento zoológico.

Substituindo os valores médios de $lm = 47,3$ cm e $sm^2 = 53,70$ cm² em (5), obtivemos a equação:

$$C(l) = e^{-\frac{(1 - 47,3)^2}{107,40}} \quad (12)$$

pela qual calculamos as probabilidades de captura que representam graficamente a curva de seletividade. Por meio das probabilidades de captura, C(l) calculadas pela equação 12, ajustamos as frequências de comprimento obtidas por amostragem, N(l), para chegar à distribuição populacional $C^*(l) = N(l) \cdot C(l)$.

DISCUSSÃO

A captura de um indivíduo abrange diversos estágios: primeiro, as distribuições espaciais dos peixes e das redes-de-espera devem coincidir no tempo e no espaço; em seguida, os peixes devem ir de encontro às redes e, conseqüentemente, serem emalhados nas mesmas. Qualquer um destes estágios pode ser seletivo. Com relação à serra, existe coincidência nas distribuições dos indivíduos e das redes, abrangendo toda a amplitude de comprimento da espécie, de modo que a seletividade começa a operar após o encontro dos indivíduos com a rede-de-espera.

Segundo Baranov, 1914 (in Hamley, 1975) a seleção dos peixes é afetada pela maneira como estes ficam emalhados na rede: (a) presos pela parte mais larga do corpo (perímetro máximo); (b) presos pelo opérculo; e (c) emaranhados na rede pelos dentes, maxilares ou outras saliências sem, necessariamente, penetrar na malha. Apenas (a) e (b) têm relação com o tamanho da malha.

TABELA VI

Distribuições de frequência absoluta e relativa dos indivíduos da serra, *Scomberomorus maculatus* (Mitchill), por faixas de emalhamento, capturados em frente ao município de Fortaleza, nos anos de 1972 e 1973.

Classe de comprimento zoológico (cm)	Faixa de emalhamento					
	I		II		III	
	n	%	n	%	n	%
21,1 — 23,0	—	—	—	—	1	0,6
23,1 — 25,0	—	—	—	—	1	0,6
25,1 — 27,0	—	—	1	2,7	—	—
27,1 — 29,0	1	1,5	—	—	10	6,0
29,1 — 31,0	—	—	1	2,7	24	14,4
31,1 — 33,0	—	—	11	29,7	28	16,8
33,1 — 35,0	3	4,6	4	10,8	10	6,0
35,1 — 37,0	5	7,7	6	16,2	3	1,8
37,1 — 39,0	5	7,7	2	5,4	6	3,6
39,1 — 41,0	9	13,8	3	8,1	15	9,0
41,1 — 43,0	14	21,6	5	13,5	18	10,8
43,1 — 45,0	10	15,4	1	2,7	21	12,6
45,1 — 47,0	9	13,8	—	—	11	6,6
47,1 — 49,0	2	3,1	—	—	5	3,0
49,1 — 51,0	1	1,5	1	2,7	5	3,0
51,1 — 53,0	3	4,7	2	5,4	4	2,4
53,1 — 55,0	1	1,5	—	—	4	2,4
55,1 — 57,0	—	—	—	—	1	0,6
57,1 — 59,0	1	1,5	—	—	—	—
59,1 — 61,0	1	1,5	—	—	—	—
Total	65	100,0	37	100,0	167	100,0
Comprimento médio (cm)	42,7		36,9		38,2	
Participação relativa (%)	24,2		13,7		62,1	

Peixes muito pequenos passam facilmente entre as malhas e peixes muito grandes não podem penetrar o suficiente para serem emalhados. Portanto, os menores peixes capturados têm perímetro máximo e os maiores têm perímetro da cabeça igual ao da malha. Os peixes entre estes extremos são retidos por pressão da malha e possuem um comprimento ótimo acima e abaixo do qual a probabilidade de captura decresce gradativamente. A tabela VI mostra que 24,2% dos indivíduos foram emalhados na faixa I, 13,7% na faixa II e 62,1% na faixa III; por outro lado, a média de comprimento zoológico dos indivíduos capturados, 42,7, 36,9 e 38,2 cm, bem como as modas (figura 4) nas faixas I, II e III, revelam que os indivíduos menores foram capturados, provavelmente, pelo perímetro máximo (localizado na faixa III) e os indivíduos maiores, pelo perímetro da cabeça (localizado na faixa I).

A curva de seletividade da rede-de-espera mostrou-se bimodal, com comprimentos modais variando de 31,7 a 55,2 cm, para a primeira distribuição, e 42,1 a 73,0 cm, para a

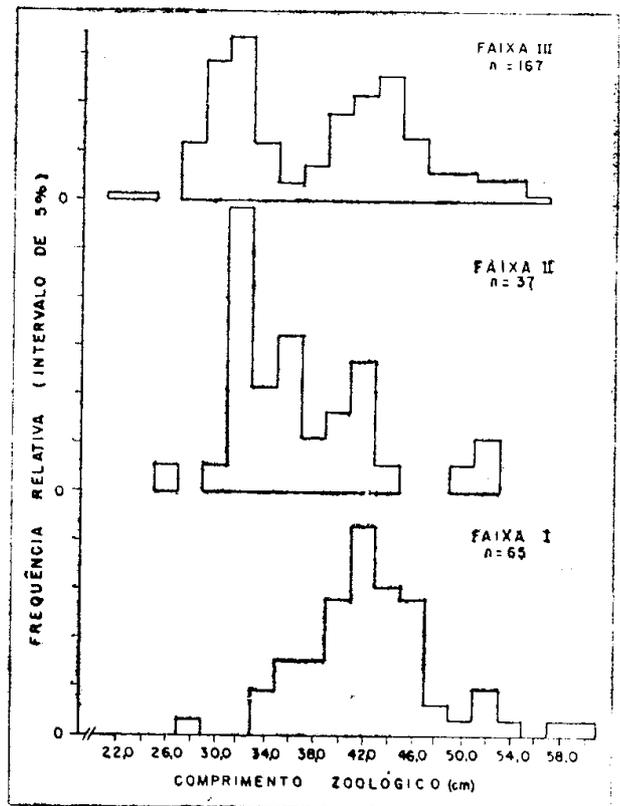


Figura 4 — Histogramas de comprimento da serra, *Scomberomorus maculatus* (Mitchill), por faixas de emalhamento.

segunda distribuição. Esta bimodalidade é decorrente da captura da serra por partes do corpo que não o perímetro máximo, principalmente pelo opérculo, localizado na faixa I e responsável pela captura de indivíduos grandes com comprimento médio de 42,7 cm. Esta característica da curva de seletividade complica a estimação de um valor único para o comprimento médio de seleção, l_m . Pelo método de McCombie & Fry (1960), este foi de 47,0 cm, tomando a média dos valores modais mais prováveis obtidos para os tamanhos de malha de 3 a 5 cm. O método de Holt (1963) comprovou esta estimativa com um valor muito próximo, ou seja, 47,3 cm, mostrando também que 95% dos indivíduos da serra capturados por redes-de-espera se encontram entre 32,6 e 62,0 cm de comprimento zoológico. A proximidade das estimativas por ambos os métodos pode ser comprovada através dos valores de K (equação 1) e k (equação 10), já que $K = 0,085$ e pela relação $K = 1/k = 0,085$ (sendo $k = 11,82$).

O comprimento de 47,0 cm corresponde a um perímetro máximo de 20,9 cm significando que, para a malha de 4 cm, $G/P = 1,31$, isto é, a maior probabilidade de captura da serra ocorre quando o perímetro do indivíduo é 31% maior do que o perímetro da malha. O fator de seleção ($f_s = l_m/P$) para a malha de 4 cm será igual a 2,94.

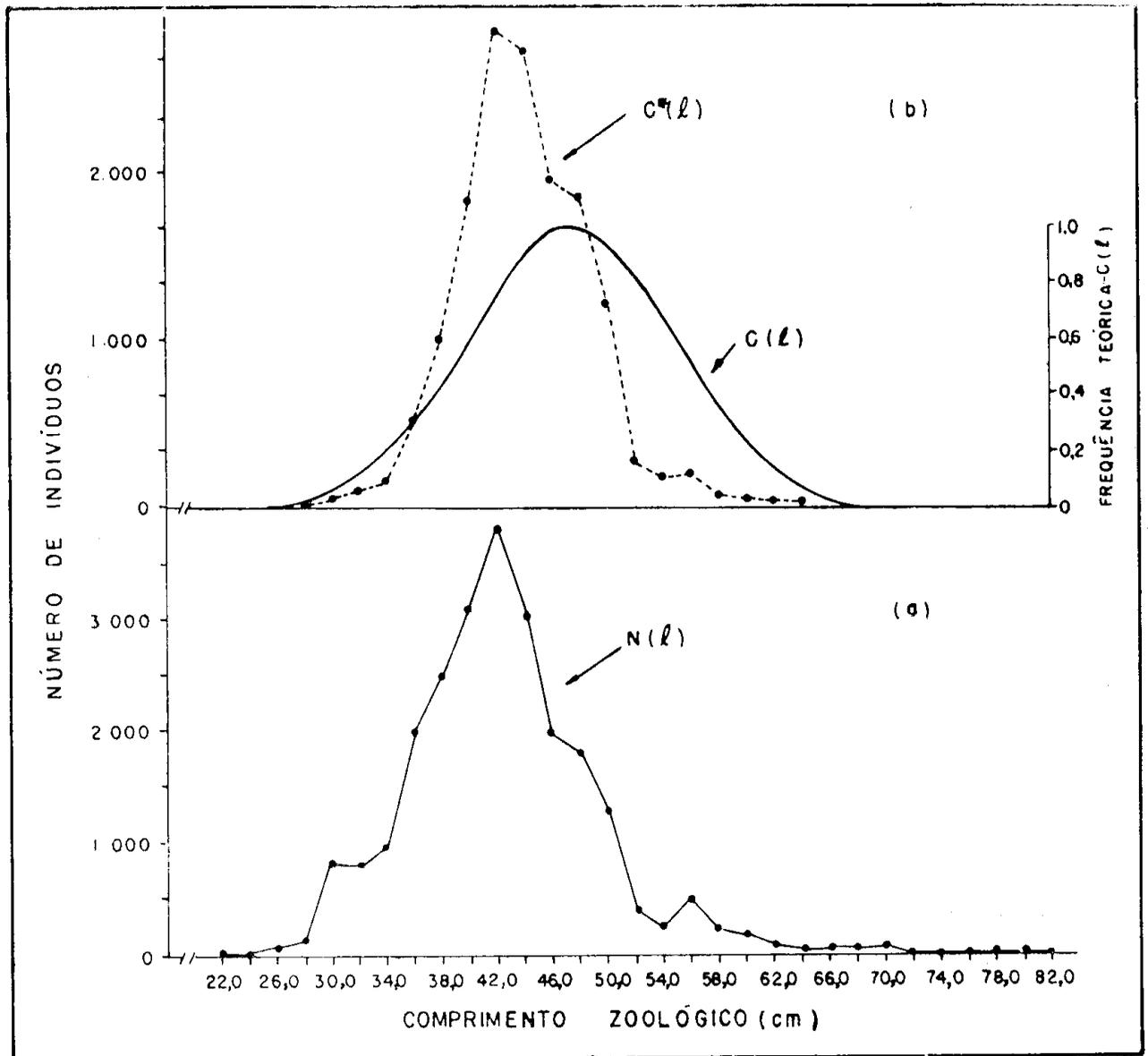


Figura 5 — (a) Distribuição de frequência de comprimento dos indivíduos disponíveis à rede-de-espera, $N(l)$; (b) Curva de seletividade da rede-de-espera, $C(l)$ e distribuição populacional de comprimento da serra capturada com malhas de 4 cm, $C^*(l)$.

Para a maximização da captura, consideramos 47,0 cm como o tamanho ótimo dos indivíduos a serem capturados por malha de 4 cm, que parece a mais apropriada, tanto por proporcionar a captura pelo perímetro máximo como por sua maior eficiência em torno do valor ótimo. Para a proteção de indivíduos com tamanhos abaixo daquele de primeira maturação sexual (41,0 cm de comprimento zoológico, segundo Gesteira & Mesquita, 1976), a malha deve ter um perímetro de 14 cm ($P = 41,0/2,94$), que corresponde ao tamanho de 3,5 cm, medido de nó a nó.

A distribuição multimodal de frequência de comprimento, $N(l)$ da serra capturada por rede-de-espera (figura 5-a), quando ajustada pela curva de seletividade teórica, transfor-

mo-se numa distribuição unimodal, aproximadamente *normal*, livre dos vícios introduzidos pelas características seletivas da rede-de-espera (figura 5-b).

SUMMARY

English title: Gillnet mesh selectivity curve for Spanish mackerel, *Scomberomorus maculatus* (Mitchill), off Ceará State, northeastern Brazil.

In this paper we study the selectivity of gillnets used for catching Spanish mackerel off Ceará State, northeastern Brazil. Twenty-two experimental fisheries were carried out in 1972 and 1973, gangs of six gillnets with

meshes varying from 3 to 8 cm (bar measure) being used. For each fish, the fork length and the maximum girth, taken just before the base of the second dorsal fin, were registered. The body zones whereby the fish were held were grouped into three sections: I — from the snout tip to the rearmost end of the operculum; II — from the rearmost end of the operculum to the tip of the pectoral fin; and III — from the tip of the pectoral fin to the beginning of the second dorsal fin.

We have used two methods for the estimation of the selectivity curve: (a) application of type B curves on a girth/perimeter abscissa, for all meshes combined, according to McCombie & Fry (1960); (b) indirect estimation by fitting a predetermined normal distribution, after Holt (1963).

The gillnet selectivity curves obtained for Spanish mackerel proved to be bimodal, which is probably due to gilling and entangling of fish in the net by teeth, maxillaries and operculum; this has caused some difficulty in finding a single value for the mean selection length. However, a value of 47.0 cm was arrived at from the mean of the most probable modal values from three mesh sizes, namely 3, 4 and 5 cm (bar measure) of both curves, that is, 42.1, 43.6 and 55.2 cm, by the McCombie & Fry method. The value of K , from $K = m/lm$, was 0.085.

By the Holt method, we obtained a value of 47.3 cm for the mean selection length and a k value of 11.82 and s^2 of 53.70 ($s = 7.33$), with a selection range from 32.6 to 62.0 cm for a 0.95 probability. From $K = 1/k = 0.085$ it may be realized there to be a close coincidence between both methods.

For the purposes of yield maximization we can take 47.0 cm as the minimum catch size. From a selection factor of 2.94 and a length at first maturity of 41.0 cm, it can be recommended that a 3.5 cm mesh size (bar measure) be used for protecting the juvenile stock.

BIBLIOGRAFIA

- Alcantara Filho, P. — 1972 — Sobre a captura da serra, *Scomberomorus maculatus* (Mitchill), com redes-de-espera, no Estado do Ceará. *Arq. Ciên. Mar., Fortaleza*, 12 (1) : 77-84, 5 figs.
- Buchanan-Wollaston, H. J. — 1927 — On the selective action of trawl net, with some remarks on the selective action of drift nets. *J. Cons. Int. Explor. Mer., Copenhagen*, 2 : 343-355, 5 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 (Brasil). *Arq. Ciên. Mar., Fortaleza*, 16 (2) : 83-86, 3 figs.
- Hamley, J. M. — 1975 — Review of gillnet selectivity. *J. Fish. Res. Board Can., Ottawa*, 32 (11) : 1944-1968, 22 figs.
- Holt, S. J. — 1963 — A method for determining gear selectivity and its application. *ICNAF Spec. Publ., Dartmouth*, (5) : 1-21, 1 fig.
- Lagler, K. F. — 1968 — Capture, sampling and examination of fishes, pp. 7-45, In W. E. Ricker (ed.) *Methods for assessment of fish production in fresh waters*, IBP Handbook 3, Blackwell Scientific Publications, 313 pp., Oxford.
- Margetts, A. R. — 1954 — Length-girth relationships in haddock and whiting and their application to mesh selection. *J. Cons. Int. Explor. Mer., Copenhagen*, 20 : 56-61, 3 figs.
- McCombie, A. M. & A. H. Berst — 1969 — Some effects of shape and structure of fish on selectivity of gillnets. *J. Fish. Res. Board Can., Ottawa*, 26 (10) : 2681-2689, 5 figs.
- McCombie, A. M. & F. E. J. Fry — 1960 — Selectivity of gillnets for lake whitefish, *Coregonus clupeaformis*. *Trans. Amer. Fish. Soc., Lawrence*, 89 : 176-184, 2 figs.