

ESTUDO DAS VARIAÇÕES DA RELAÇÃO PESO TOTAL/COMPRIMENTO TOTAL EM  
FUNÇÃO DO CICLO REPRODUTIVO E COMPORTAMENTO, DE *SARDINELLA*  
*BRASILIENSIS* (STEINDACHNER, 1879) DA COSTA DO BRASIL  
ENTRE 23°S E 28°S\*

CARMEN LUCIA DEL BIANCO ROSSI-WONGTSCHOWSKI\*\*

*Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo*

---

SYNOPSIS

This paper analyses some aspects on the length/weight relationship of *Sardinella brasiliensis* and its variations as a function of their reproductive cycle and displacements along the Brazilian coast between 23°S and 28°S. The area surveyed was divided into five sub-areas, each one covering one degree of latitude. The relationship and its variations between shoals were studied for each sub-area at different seasons and for the sub-areas at the same season. The absence of a variation pattern for the length/weight relationship has shown to be the result of seasonal changes in the physiological aspects of fish (as a function of their reproductive cycle) as well as result of behaviour of individuals in two main areas: 23°S-25°S and 26°S-28°S, which are spawning areas, spawning occurring during spring and summer at the first and only during spring at the latter. After spawning the young (from both areas) move at different times to a common trophic area where they find suitable conditions (25°S-26°S), returning to their original sub-areas at different occasions, following their first sexual maturation. Although spawning takes place at different times and sites, with the convergence of young to a common nursery, mixing might occur. Further studies on meristics and body proportions are being developed regarding the existence of different populations.

---

\* Dissertação de mestrado apresentada ao Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo.

\*\* Bolsista da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo.

## INTRODUÇÃO

O presente estudo refere-se a análise da relação peso total/comprimento total, de *Sardinella brasiliensis* (Steindachner, 1879), da região da costa do Brasil compreendida entre as latitudes de 23°S e 28°S, e de suas variações em função do ciclo reprodutivo e deslocamentos da espécie dentro da região considerada.

A procura de uma fórmula para expressar a relação peso/comprimento e prover meios de converter medidas de comprimento em peso (ou vice-versa), tem revelado complexidade entre as interrelações de peso, comprimento e fase de maturação sexual do peixe, tendo sido encontrada correlação entre suas variações e as mudanças sazonais no desenvolvimento gonadal.

Dados sobre peso e comprimento de peixes têm sido comumente analisados, como informação biológica, sob dois aspectos ou objetivos diferentes: 1) descrevendo matematicamente a relação, de tal modo que um elemento possa ser convertido no outro e 2) como medida da variação do peso esperado para o comprimento de um peixe ou grupos de indivíduos, indicando sua condição, ou seja, acúmulo de gordura, bem estar geral, desenvolvimento gonadal etc (Clark, 1928; Ramalho, 1936; Ananiades, 1951; Fairbridge, 1951; Le Cren, 1951; Oliver, 1951; Navaz & Navarro, 1952; Schaeffer, 1952; Angelescu *et al.*, 1958; Baxter, 1960; Val *et al.*, 1962; Thomas, 1968; Nikolskii, 1969).

Adotou-se a terminologia empregada por Le Cren (1951), onde o termo "relação peso/comprimento" é aplicado rigorosamente ao primeiro aspecto acima citado, enquanto o termo "condição" é usado para análise do segundo aspecto.

A relação peso/comprimento tem sido descrita para a maioria dos peixes através de uma expressão do tipo  $W = aL^b$ , onde  $W$  é o peso total,  $L$  é o comprimento total,  $a$  uma constante e  $b$  um expoente que varia entre 2,5 e 4,0 (Hile, 1936; Martin, 1949; Hagerman, 1952; Schaeffer, 1952; Anadon, 1954; Nomura, 1962; Bell, 1964; Phillips, 1964; Thomas, 1968; Vanstone & Market, 1968; Savitz, 1969).

Verifica-se que enquanto  $b$  pode variar para peixes de localidades diversas, sexos distintos ou diferentes fases de crescimento, ele é geralmente constante para peixes em condições semelhantes dentro de cada um destes aspectos. A relação peso/comprimento pode portanto ser um caráter de diferen-

ciação para pequenas unidades taxonômicas, como o são as relações morfométricas (Clark, 1928; Le Gall, 1930; Le Cren, 1951; MacGregor, 1959; Nagabhushanam, 1964; Humphreys, 1966; Heald & Griffiths, 1967; Jones, 1970; Botha, 1971; Vazzoler, 1971; Weatherley, 1972).

A fórmula que relaciona peso e comprimento, provê uma maneira para calcular o peso (W) a partir do comprimento (L), ou vice-versa, e é um caminho direto para converter em taxas de crescimento em peso, as taxas calculadas de crescimento em comprimento, podendo dar indicações de diferenças taxonômicas e eventos na história da vida do peixe tais como metamorfose e maturidade (Debrosses, 1933; Hickling, 1945; Andreu & Rodrigues-Roda, 1951; Bas & Morales, 1951; Le Cren, 1951; Muzinic, 1954).

Variações individuais da relação geral peso/comprimento têm sido usualmente consideradas mais interessantes que a própria relação em si, e estudadas sob o nome geral de "condição"; mudanças na condição são estudadas por meio de um coeficiente de condição, um índice ponderal ou um fator de condição. Várias expressões foram utilizadas para estimar o fator de condição, sendo sua forma original a mais usada:  $K = \frac{W}{L^3}$ , onde K é o fator de condição, W o peso total e L o comprimento total do indivíduo (Clark, 1928; Hile, 1936).

Diferenças no fator de condição têm sido interpretadas como medidas de vários eventos biológicos, tais como: variação da quantidade de gordura, suscetibilidade a mudanças do meio ambiente ou desenvolvimento gonadal (Clark, 1934; MacGregor, 1957; Blackburn, 1950; Fuster de Plaza & Boschi, 1961; Vazzoler & Vazzoler, 1965). Mudanças sazonais de tais eventos têm sido estudadas com a ajuda do fator de condição, mostrando que estão correlacionadas com ciclos gonadais, taxa de alimentação etc (Rudakova, 1959; Angelescu *et al.*, 1958). Variações cíclicas curtas de crescimento alternado em peso e tamanho têm sido reveladas pelo uso do fator de condição (Brown, 1946; Fairbridge, 1951; Skud, 1955; Vanstone & Market, 1968).

O estudo das sardinhas da costa do Brasil não tem obedecido a um planejamento racional, sendo que a maioria das afirmações e conclusões existentes necessitam comprovação com base em estudos mais detalhados.

Aspectos gerais sobre a biologia da espécie foram tratados por Besnard (1950), Montes (1953), Furuya (1959), Richardson *et al.* (1959), Richardson & Sadowski (1960), Moraes (1963), Watanabe (1963), Santos & Frantzen (1965), Tremel & Jonsson (1965), Tremel *et al.* (1965), Vazzoler & Vazzoler (1965), Tremel (1967), Ito *et al.* (1969), Matsuura (1971), Vazzoler & Rossi-Wongtschowki (1976).

Existem várias outras referências sobre a espécie, abrangendo temas gerais; entretanto, por carecerem de base científica sólida, deixamos de referi-las.

Besnard (1950) analisou, em São Sebastião (São Paulo) a composição em comprimento de lotes de sardinhas jovens, sugerindo uma série de desovas consecutivas para a espécie, na região. Richardson *et al.* (1959) analisaram a pesca de *Sardinella aurita* na costa de Santos e Rio de Janeiro, e a composição em comprimento e idade dos desembarques no Rio e Santos, visando avaliar os estoques de sardinha e a influência da pesca sobre os mesmos. Richardson & Sadowski (1960) analisaram a distribuição de comprimento de sardinhas jovens capturadas na região de Cananéia e estabeleceram uma correspondência entre os desembarques das mesmas em Cananéia, e os desembarques de sardinhas adultas no Rio de Janeiro, um ano mais tarde, sugerindo que a abundância de sardinhas jovens desembarcadas em Cananéia, em um ano, pode ser usada como índice de abundância de sardinhas grandes no ano seguinte, no Rio de Janeiro. Moraes (1963), a partir de dados de produção e esforço de pesca, procurou analisar as causas das variações de produção durante as várias épocas do ano, e de ano para ano. Santos & Frantzen (1965) estimaram o crescimento da sardinha, analisando as distribuições de comprimento total durante o ano, utilizando-se de dados obtidos de amostras coletadas entre Ilha Grande e Santos. Furuya (1959) estudou a variação sazonal do teor de matéria graxa de sardinhas adquiridas no Mercado de Santos, sem informações quanto ao local de captura. Watanabe (1963) estudou a variação do conteúdo de lípidos de sardinhas adultas, de Santos, durante o ano. Ito *et al.* (1969) estudando a variação sazonal da composição química da sardinha desembarcada em Santos em 1961, 1963, 1964 e 1966, encontraram resultados concordantes com os de Watanabe (1963). Vazzoler & Vazzoler (1965) estabeleceram uma relação entre o fator de condição e o desenvolvimento sexual da sardinha.

Matsuura (1971) analisando a distribuição de ovos e larvas na região entre Cabo Frio e Ilha de São Sebastião, confirmou as hipóteses levantadas por Richardson *et al.* (1959), Richardson & Sadowski (1960), Moraes (1963) e Vazzoler & Vazzoler (*op. cit.*) sobre a época e local de desova da sardinha.

No presente trabalho, através da análise de aspectos referentes à relação peso/comprimento de *Sardinella brasiliensis* e suas variações entre cardumes, dentro e entre sub-áreas, dentro e entre estações do ano, e das mudanças sazonais no estado fisiológico e comportamento dos indivíduos, resultou uma visão global das interrelações e dependências entre a relação peso/comprimento e as variações do ciclo sazonal reprodutivo, deslocamento e aspectos alimentares, para a espécie, na região estudada.

Verificou-se que a inexistência de um padrão de variação da relação peso total/comprimento total para a espécie, nas diversas sub-áreas e estações do ano, está relacionada à entrada e saída de indivíduos em diferentes estádios de maturidade das e para as sub-áreas estudadas.

## MATERIAL E MÉTODO DE COLETA DOS DADOS

Os dados utilizados para este estudo foram obtidos de exemplares de *Sardinella brasiliensis* coletados ao longo de toda a área compreendida entre 23°S e 28°S, Brasil, entre agosto de 1970 e março de 1972.

A maioria dos exemplares foi coletada de barcos da frota comercial quando o local de operação da embarcação era bem definido e restrito; em áreas onde não havia operação dos mesmos, utilizou-se "tarrafa", pesca artesanal e capturas do N/Oc. "Prof. W. Besnard".

A área total, para melhor controle de coleta, foi subdividida em 5 sub-áreas: 1) Sub-área A (23°S-24°S); 2) Sub-área B (24°S-25°S); 3) Sub-área C (25°S-26°S); 4) Sub-área D (26°S-27°S) e 5) Sub-área E (27°S-28°S) (Fig. 1).

Foram realizadas amostragens periódicas de cardumes distintos, coletando-se 30 indivíduos de cada cardume. Os períodos escolhidos para amostragem foram as estações do ano, considerando-se: janeiro, fevereiro e março como VERÃO; abril, maio e junho como OUTONO; julho, agosto e setembro como INVERNO e outubro, novembro e dezembro como PRIMAVERA.

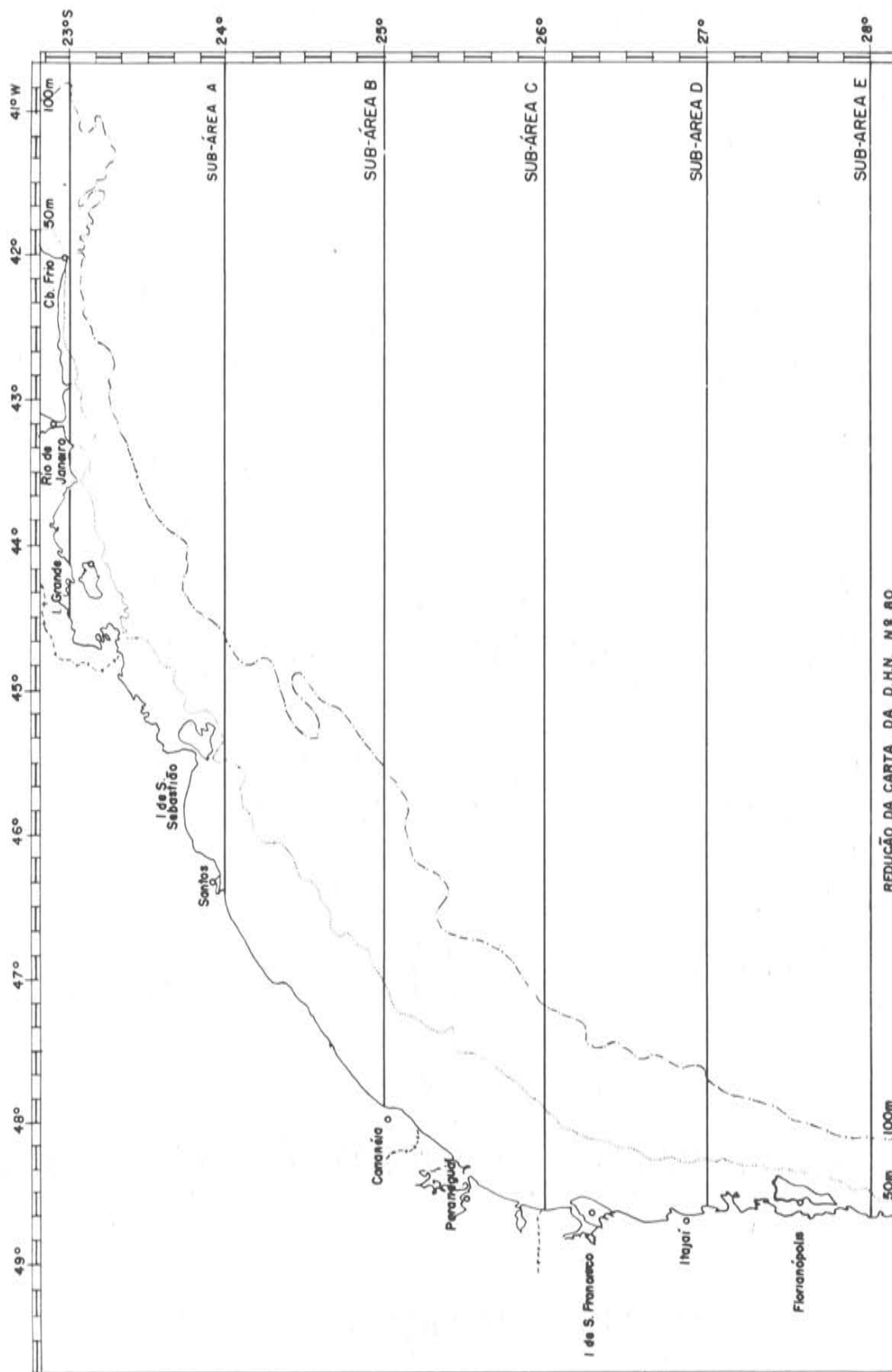


Fig. 1 - Mapa da região estudada, com delimitação das cinco sub-áreas consideradas.

TABELA I - Lista das amostras de *Sardinella brasiliensis* sobre as quais está baseado o presente estudo

Nº da amostra	Local de coleta	Sub-área	Nº de exemplares	Estação do ano	Data de coleta	Aparelho de captura
P1	Entre Lage e Bertioiga	B	30	Inverno	27/08/70	Traina
P2	8 milhas para fora da Moela	B	30	Inverno	03/09/70	Traina
P3	Moela	B	30	Inverno	17/09/70	Traina
P4	Sul da Moela	B	30	Inverno	25/09/70	Traina
P5	Moela	B	30	Inverno	01/10/70	Traina
P6	Ilha de Alcatrazes	B	30	Primavera	06/10/70	Traina
P7	Lage de Santos	B	30	Primavera	22/10/70	Traina
P8	Sudoeste da Barra de Santos - 15 milhas	B	30	Primavera	29/10/70	Traina
P9	15 milhas da Barra de Santos	B	30	Primavera	05/11/70	Traina
P10	Lage de Santos	B	30	Primavera	17/11/70	Traina
P11	Lage de Santos	B	30	Primavera	19/11/70	Traina
P11B	Est. 1283 N/Oc. "Prof. W. Besnard" - Arrasto 30	C	07	Primavera	07/12/70	Otter-Trawl
P12	Ilha Grande	A	30	Verão	08/12/71	Traina
P13	Ilha Grande	A	30	Verão	16/02/71	Traina
P14	Lage de Santos	B	30	Verão	02/03/71	Traina
P16	Sueste da Barra de Santos - 25 milhas da costa	B	30	Verão	09/03/71	Traina
P17	Moela	B	30	Verão	22/03/71	Traina
P19	Canavieiras - Florianópolis	E	30	Verão	24/03/71	Traina
P20	Canavieiras - Florianópolis	E	30	Verão	24/03/71	Traina
P21	Florianópolis - Ponta das Canas	E	30	Verão	24/03/71	Traina
P22	Florianópolis - Ponta das Canas	E	30	Verão	24/03/71	Traina
P23	Ilha Grande	A	30	Outono	04/05/71	Traina
P24	Monte de trigo	A	30	Outono	05/05/71	Traina
P25	Lage de Santos	B	30	Outono	15/06/71	Traina
P26	Lage de Santos	B	30	Outono	15/06/71	Traina
P27	Lage de Santos	B	30	Outono	16/06/71	Traina
P28	Entre I. Grande e R. de Janeiro - 20 milhas da costa	A	30	Outono	19/06/71	Traina
P29	Sul da Joatinga	A	30	Outono	20/06/71	Traina
P30	Sudeste da Barra de Santos	B	30	Outono	27/06/71	Traina
P31	Cananéia - I. O. Base Sul	C	30	Outono	15/05/71	Tarrafa
P32	Cananéia - I. O. Base Sul	C	30	Outono	17/05/71	Tarrafa
P33	Pinheiras - Florianópolis	E	30	Outono	22/05/71	Tarrafa
P34	Pinheiras - Florianópolis	E	30	Outono	22/05/71	Tarrafa
P35	Pinheiras - Florianópolis	E	30	Outono	22/05/71	Tarrafa
P36	Pinheiras - Florianópolis	E	30	Outono	22/05/71	Tarrafa
P37	Paranaguá (Dentro)	C	30	Outono	01/06/71	Tarrafa
P38	Ilha do Mel	C	30	Outono	02/06/71	Tarrafa
P39	Paranaguá	C	30	Outono	02/06/71	Tarrafa
P40	Ilha do Mel	C	30	Outono	02/06/71	Tarrafa
P41	Itajaí - Ponta dos Cabeçudos	D	30	Outono	18/05/71	Traina
P42	Itajaí - Ponta dos Cabeçudos	D	30	Outono	18/05/71	Traina
P43	Itajaí - Ponta dos Cabeçudos	D	30	Outono	18/05/71	Traina
P44	Itajaí - Ponta dos Cabeçudos	D	30	Outono	18/05/71	Traina
P45	Paranaguá - Pontal do Sul	C	30	Inverno	26/08/71	Arrastão-de-praia
P46	Paranaguá - Pontal do Sul	C	30	Inverno	26/08/71	Arrastão-de-praia
P47	Paranaguá - Pontal do Sul	C	30	Inverno	26/08/71	Arrastão-de-praia
P48	Pontal do Sul	C	30	Inverno	26/08/71	Arrastão-de-praia
P49	Itajaí - Armação Itapocoroí	D	30	Inverno	18/08/71	Traina
P50	Itajaí - Armação Itapocoroí	D	30	Inverno	18/08/71	Traina
P51	Itajaí - Armação Itapocoroí	D	30	Inverno	18/08/71	Traina
P52	Itajaí - Armação Itapocoroí	D	30	Inverno	18/08/71	Traina
P53	Laguna - Garopava do Sul	E	30	Inverno	18/08/71	Rede tipo portuguesa
P54	Laguna - Garopava do Sul	E	30	Inverno	18/08/71	Rede tipo portuguesa
P55	Laguna - Garopava do Sul	E	30	Inverno	18/08/71	Rede tipo portuguesa
P56	Laguna - Garopava do Sul	E	30	Inverno	18/08/71	Rede tipo portuguesa
P57	Picinguaba - Ubatuba	A	30	Inverno	22/09/71	Traina
P58	Camburi - Ubatuba	A	30	Inverno	22/09/71	Traina
P59	Camburi - Ubatuba	A	30	Inverno	23/09/71	Traina
P60	Carucu - Ubatuba	A	30	Inverno	24/09/71	Traina
P61	Pinheiras - Florianópolis	E	30	Primavera	20/11/71	Traina
P62	Pinheiras	E	30	Primavera	20/11/71	Traina
P63	Pinheiras	E	30	Primavera	20/11/71	Traina
P64	Pinheiras	E	30	Primavera	20/11/71	Traina
P65	Ubatuba - Couves, 7 milhas da costa	A	30	Primavera	30/11/71	Traina
P66	Couves - 1 milha da praia	A	30	Primavera	30/11/71	Traina
P67	Camburi, divisa com o Rio de Janeiro	A	30	Primavera	01/12/71	Traina
P68	Ilha Anchieta	A	30	Primavera	02/12/71	Traina
P69	Barra Velha - Itajaí	D	30	Primavera	25/11/71	Traina
P70	Barra Velha - Itajaí	D	30	Primavera	25/11/71	Traina
P71	Barra Velha - Itajaí	D	30	Primavera	25/11/71	Traina
P72	Barra Velha - Itajaí	D	30	Primavera	25/11/71	Traina
P73	Cananéia - em frente à Base Sul	C	30	Primavera	30/11/71	Tarrafa
P74	Cananéia - em frente à Base Sul	C	30	Primavera	30/11/71	Tarrafa
P75	Cananéia - em frente à Base Sul	C	30	Primavera	30/11/71	Tarrafa
P82	Mar de Itajaí	D	30	Verão	23/03/72	Traina
P83	Mar de Itajaí	D	30	Verão	23/03/72	Traina
P84	Mar de Itajaí	D	30	Verão	23/03/72	Traina
P85	Mar de Itajaí	D	30	Verão	23/03/72	Traina



Em cada estação do ano, procurou-se abranger toda a extensão de cada sub-área com a coleta de amostras de locais bem distintos. Foram amostrados no total 78 cardumes englobando 2.317 exemplares.

De cada amostra foram anotadas informações sobre data e local de coleta e método de captura. Os dados sobre os quais está baseado o presente estudo estão arquivados junto ao Departamento de Oceanografia Biológica do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo.

Cada exemplar foi medido a fresco, tomando-se a medida do comprimento total, da ponta do focinho até a extremidade do lobo mais longo da nadadeira caudal, ligeiramente distendida; a medida foi feita em projeção horizontal sobre um ictiômetro com o exemplar deitado sobre seu flanco direito, sendo as medidas tomadas em milímetros, com aproximação para a unidade inferior. O comprimento total ( $L_t$ ) variou de 70 a 255 milímetros.

A pesagem de cada exemplar foi realizada em balança tipo Welsh com precisão de até 0,1 g; os peixes foram pesados intactos, com gônadas, trato digestivo e demais órgãos, limpos de qualquer sujeira aderente e úmidos apenas pelo muco natural da superfície. O peso total ( $W_t$ ) variou de 3,50 a 130,00 gramas.

Em cada exemplar foi realizada uma incisão abdominal e determinados, macroscopicamente, o sexo e estágio de maturidade das gônadas, baseando-se numa escala de quatro estádios (Vazzoler, 1971), como segue: I. Estádio A: imaturo; II. Estádio B: em maturação; III. Estádio C: maduro; IV. Estádio D: esvaziado.

Dos mesmos exemplares foram anotados dados sobre proporções corporais e caracteres merísticos, cuja análise está sendo realizada.

## MÉTODOS DE ANÁLISE DOS DADOS

Na primeira fase de análise, procurou-se estabelecer qual(is) a(s) expressão(ões) matemática(s) que melhor se ajustava(m) aos dados sobre peso total e comprimento total, tanto para amostras de cardumes individuais como para os dados grupados por estação do ano, em cada sub-área.



Para tanto aplicou-se teste de especificação (Leme, 1958) aos dados sobre peso total e comprimento total, relativos a cada amostra de cardume e aos dados grupados de cada sub-área, tendo-se selecionado para o primeiro caso a expressão de forma  $y = a + bx$  e, para o segundo,  $y = ax^b$  (Figs 2-3). Tais expressões foram ajustadas aos dados pelo método dos mínimos quadrados.

Testou-se a homogeneidade da relação entre sexos (teste de "t", nível de 5%) e, tendo sido constatado não haver dimorfismo sexual, os dados foram grupados tanto para amostras de cardumes isolados, como por estação do ano, dentro de cada sub-área (Figs 2 e 4; Tab. II).

Como indivíduos menores que 137 mm não foram amostrados em todas as sub-áreas, durante as quatro estações, procurou-se um critério com base biológica para selecionar o intervalo de comprimento total que seria considerado no estudo. Calculou-se então o comprimento total médio em que 50% dos indivíduos da espécie inicia o processo de primeira maturação sexual. Para a análise, os exemplares foram grupados em imaturos (estádio A) e adultos (es-

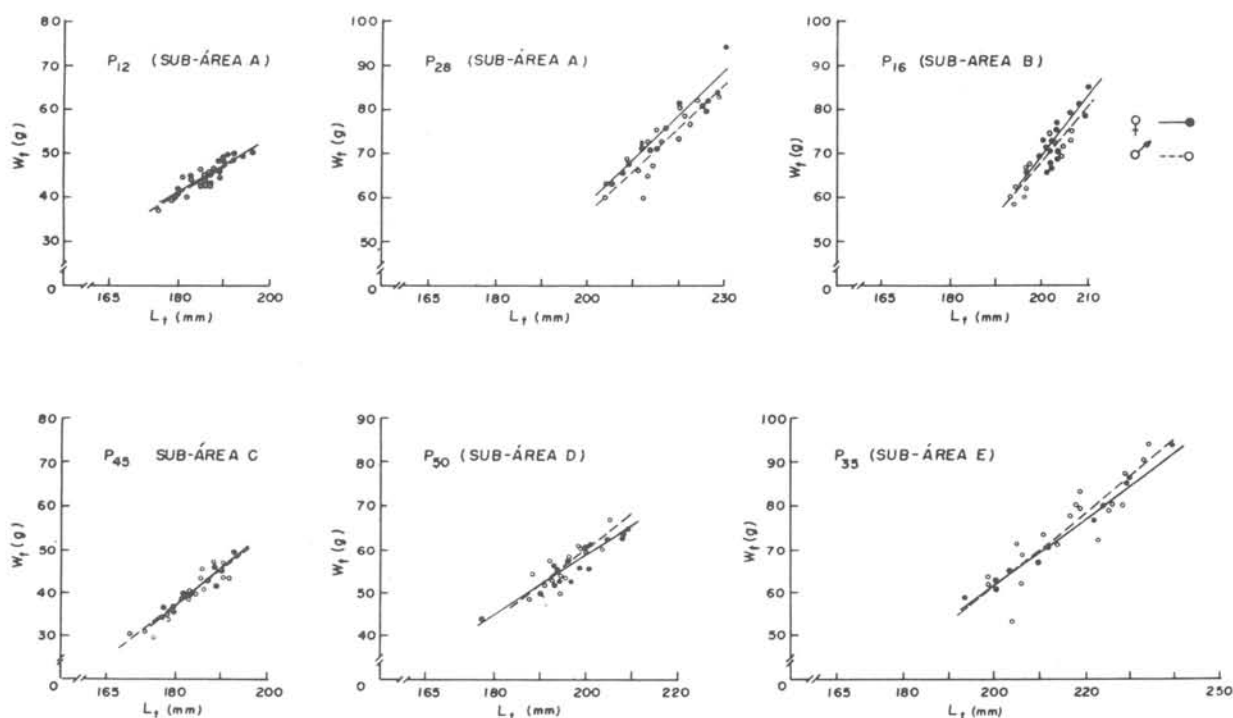


Fig. 2 - Exemplos gráficos de regressões entre peso total (g) e comprimento total (mm) para dados relativos a amostras de cardumes individuais, para sexos separados.

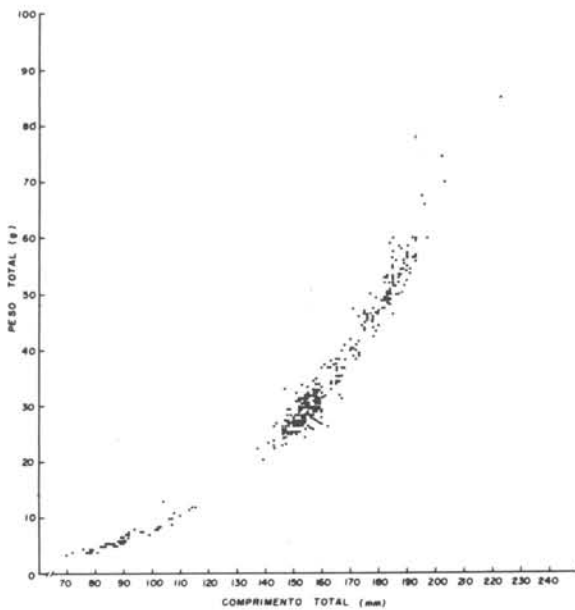


Fig. 3 - Gráfico exemplificando a tendência da variação do peso total (g) em relação ao comprimento total (mm); dados relativos a todos os exemplares amostrados na sub-área C.

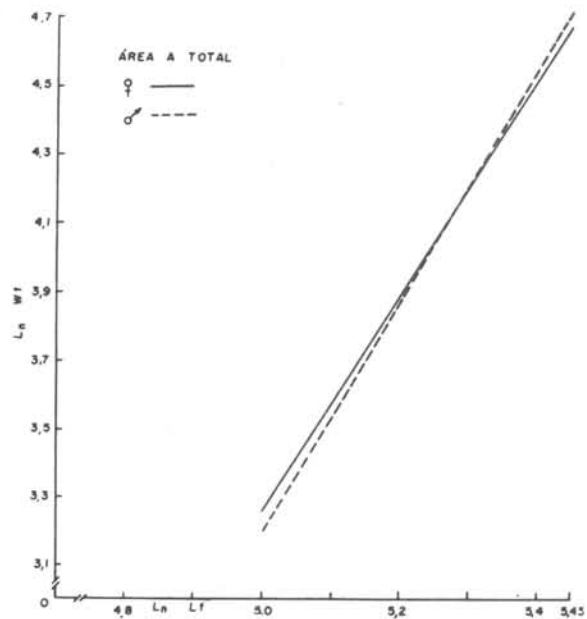


Fig. 4 - Exemplo gráfico de regressões obtidas entre logaritmo do peso total ( $\ln W_t$ ) e logaritmo do comprimento total ( $\ln L_t$ ), para sexos separados; dados relativos aos exemplares coletados na sub-área A.

TABELA II-A - Dados das regressões entre logaritmos do peso total ( $\ln W_t$ ) e logaritmo do comprimento total ( $\ln L_t$ ) dos indivíduos coletados na sub-área A, durante todo o período estudado, por sexo

Sexo	N	Ax (mm)	b	$\ln a$	$r^2$
♀	116	159,0	3,1519	-12,4985	0,65
		234,0	± 0,2167	± 1,1330	
♂	76	159,0	3,3665	-13,6299	0,92
		234,0	± 0,1171	± 0,6090	

N = número de exemplares  
 Ax = amplitude da variável x (menor - maior)  
 b = valor do coeficiente de regressão ± seu desvio padrão  
 $\ln a$  = valor, em logaritmo natural, da constante de regressão ± seu desvio padrão  
 $r^2$  = coeficiente de determinação

TABELA II-B - Resultado do teste de "t" aplicado às regressões entre sexos

Teste entre	n	t(b)	t(a)
♀ / ♂	192	0,65	0,94
n = número total de exemplares			

tádios B, C e D) e calculou-se a frequência relativa de ocorrência de cada grupo, por classe de comprimento total, por sub-área, para todo o período estudado. As frequências de adultos por classe de comprimento total foram lançadas em gráfico e a mediana determinada graficamente. Determinou-se também o comprimento total em que 100% dos indivíduos da espécie atinge a maturidade sexual (Vazzoler, 1962, 1971) (Tab. III; Fig. 5).

A inspeção dos gráficos mostrou que os resultados nas cinco sub-áreas eram praticamente os mesmos, sendo 165 mm o comprimento total médio do início da primeira maturação sexual para a espécie.

Com base nos resultados obtidos, prosseguimos o estudo, considerando apenas os indivíduos adultos, ou seja, com comprimento total acima de 165 mm.

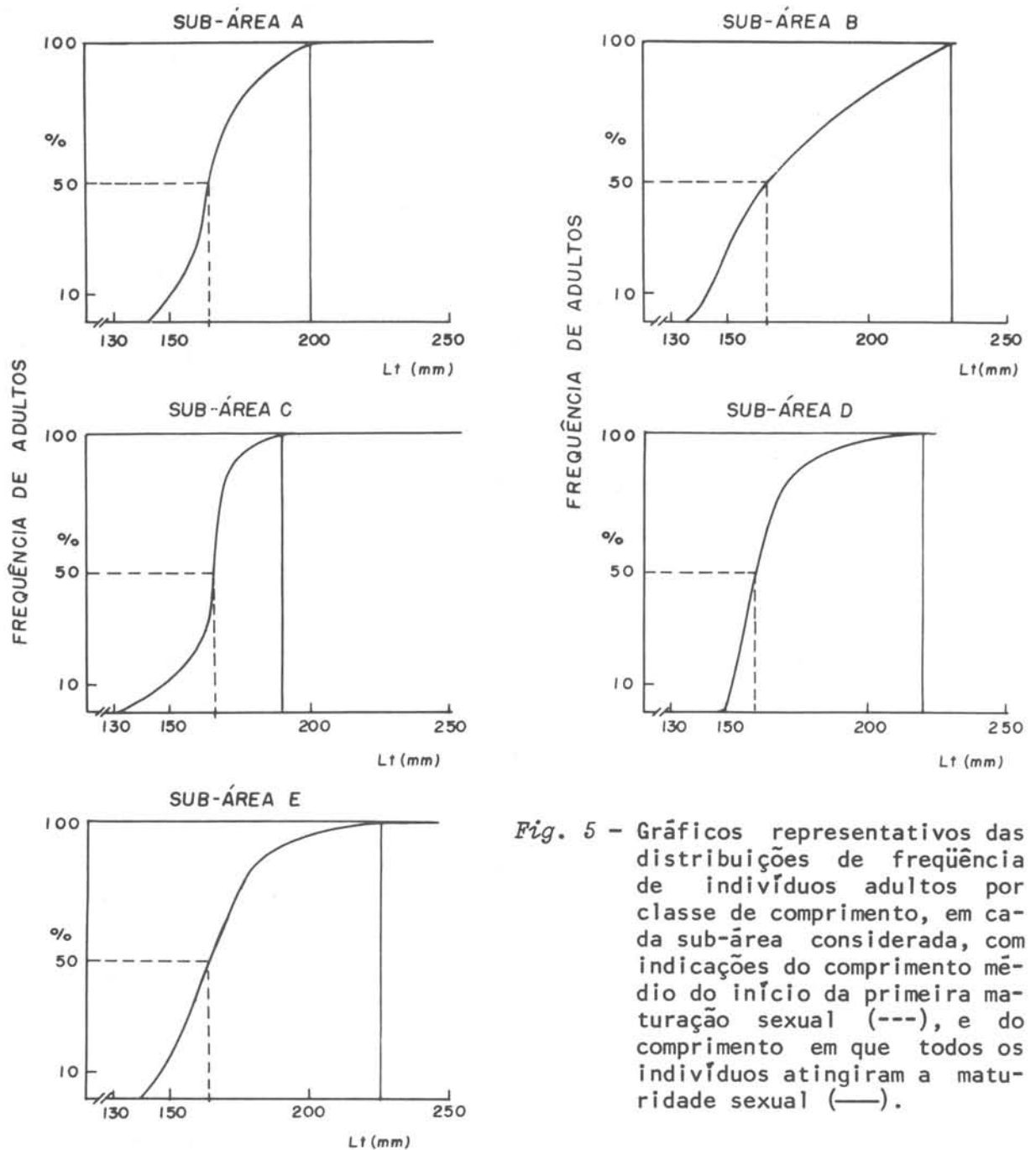
Aos dados grupados segundo o critério anterior, foi ajustada a expressão  $W_t = a L_t^b$ , onde  $W_t$  = peso total (g),  $L_t$  = comprimento total (mm),  $a$  = constante de regressão e  $b$  = coeficiente de regressão (Tab. IV).

TABELA III - Comprimento total médio do início da primeira maturação sexual ( $\bar{L}_m$ ) e comprimento total médio em que 100% dos indivíduos atingem a maturidade sexual ( $\bar{L}_{100\%}$ ) em cada sub-área considerada

Sub-área	$\bar{L}_m$ (mm)	$\bar{L}_{100\%}$ (mm)
A	164	200
B	164	230
C	166	190
D	160	220
E	164	225

TABELA IV - Dados das regressões entre logarítmo do peso total ( $\ln W_t$ ) e logarítmo do comprimento total ( $\ln L_t$ ) de *S. brasiliensis*, para sexos grupados, por estação do ano, para cada sub-área

Estação	N	Ax (mm)	b	$\ln a$	$r^2$
Sub-área A					
Primavera	120	169,0 - 245,0	$3,2836 \pm 0,0605$	$-13,2107 \pm 0,3255$	0,96
Verão	060	171,0 - 203,0	$2,7116 \pm 0,1721$	$-10,2940 \pm 0,8978$	0,81
Outono	117	167,0 - 228,0	$2,0072 \pm 0,0801$	$-11,7883 \pm 0,4242$	0,92
Inverno	118	173,0 - 232,0	$3,3152 \pm 0,0966$	$-13,4496 \pm 0,5123$	0,90
Sub-área B					
Primavera	203	166,0 - 230,0	$3,2376 \pm 0,0512$	$-12,9629 \pm 0,2675$	0,94
Verão	89	178,0 - 212,0	$3,3352 \pm 0,1269$	$-13,4447 \pm 0,6697$	0,88
Outono	116	166,0 - 212,0	$3,1588 \pm 0,0663$	$-12,6012 \pm 0,3485$	0,95
Inverno	87	167,0 - 227,0	$2,9840 \pm 0,0588$	$-11,6435 \pm 0,3087$	0,96
Sub-área C					
Primavera	17	166,0 - 255,0	$3,4099 \pm 0,1700$	$-13,9024 \pm 0,8890$	0,96
Verão			SEM AMOSTRAS		
Outono	89	137,0 - 165,0			
Inverno	106	167,0 - 191,5	$2,6897 \pm 0,1429$	$-10,0963 \pm 0,7445$	0,77
Sub-área D					
Primavera	111	195,0 - 227,0	$2,3315 \pm 0,1734$	$-8,0638 \pm 0,9221$	0,62
Verão	117	168,0 - 210,0	$3,0596 \pm 0,0815$	$-12,0040 \pm 0,4268$	0,92
Outono	118	175,0 - 211,0	$2,8558 \pm 0,1520$	$-10,9826 \pm 0,8011$	0,75
Inverno	118	176,5 - 217,0	$2,4968 \pm 0,1371$	$-9,1502 \pm 0,7249$	0,74
Sub-área E					
Primavera	117	117,0 - 245,0	$3,0831 \pm 0,0919$	$-12,1883 \pm 0,4881$	0,90
Verão	118	184,0 - 225,0	$2,4965 \pm 0,1174$	$-9,0807 \pm 0,6230$	0,79
Outono	117	185,0 - 240,0	$2,2773 \pm 0,0720$	$-7,9080 \pm 0,3864$	0,88
Inverno	112	178,0 - 236,0	$2,2607 \pm 0,1066$	$-7,7742 \pm 0,5644$	0,89
<p>N = número de exemplares  Ax = amplitude da variável x (menor - maior)  b = valor do coeficiente de regressão <math>\pm</math> seu desvio padrão  <math>\ln a</math> = valor, em logarítmo natural, da constante de regressão <math>\pm</math> seu desvio padrão  <math>r^2</math> = coeficiente de determinação</p>					



Foi feita análise comparativa da relação peso total/comprimento total, entre cardumes, por sub-área entre estações do ano e por estação do ano entre sub-áreas.

Os resultados foram testados quanto a sua homogeneidade, como segue:

a) cardumes: o teste constituiu na inspeção visual das retas representativas

de relação  $W_t/L_t$  para os cardumes amostrados dentro de uma mesma sub-área e estação do ano. Observou-se que cada cardume é parte da curva geral representativa da relação  $W_t/L_t$ ; em vista disso, os mesmos foram agrupados por estação do ano, dentro de cada sub-área;

- b) por sub-área, entre estações do ano: aos dados de cardumes pertencentes a uma mesma sub-área e estação do ano, foi ajustada equação do tipo  $y = ax^b$  pelo método dos mínimos quadrados, após transformação logarítmica. Os resultados foram testados quanto a sua homogeneidade através de análise de variância e teste de comparação múltipla dos coeficientes e constantes de regressão, pelo método de Kramer (1956) (Figs 6-10);
- c) por estação do ano, entre sub-áreas: a metodologia aplicada foi semelhante a descrita no item anterior (Figs 11-14).

Para interpretar uma das possíveis causas das variações observadas foram determinadas as épocas e locais de desova da espécie.

Assim, os dados relativos à ocorrência de fêmeas nos quatro estádios de maturidade foram distribuídos por estação do ano, para cada uma das cinco sub-áreas consideradas, e calculadas suas freqüências relativas dentro de cada sub-área, para cada estação e para o período global (Tab. V).

Os resultados foram lançados em gráfico para se obter indicações quanto às épocas de desova (Fig. 15) e possíveis movimentos dos indivíduos de uma sub-área para outra (Fig. 16).

Para se ter indicações dos locais de desova foi calculada a freqüência relativa das fêmeas com gônadas em estádio C e D, ao longo de toda a região durante as estações do ano (Tab. VI). Os resultados foram lançados em mapa, obtendo-se assim uma visão da distribuição espacial e temporal desses indivíduos (Fig. 17).

Para se ter uma indicação dos padrões de variação dos pesos totais médios durante as estações do ano, dentro de cada sub-área, e entre as sub-áreas durante as estações do ano, para indivíduos que "estão iniciando pela primeira vez o processo de maturação sexual", para "adultos pequenos" e para "adultos grandes" (Vazzoler & Vazzoler, 1965), estimou-se tais pesos para as classes de comprimento de 170, 200 e 240 mm que representam respectivamente, tais grupos de indivíduos (Figs 6C-14C).

TABELA V - Distribuição de freqüências dos estádios de maturidade de fêmeas por sub-área durante as estações do ano e para o período total

Sub-área	Estádio de maturidade	Primavera		Verão		Outono		Inverno		Total	
		Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
A	A	0	0,0	2	1,0	12	5,9	9	4,4	23	11,4
	B	10	5,0	5	2,5	34	16,8	55	27,2	104	51,5
	C	46	22,8	13	6,4	9	4,4	0	0,0	68	33,7
	D	0	0,0	7	3,5	0	0,0	0	0,0	7	3,5
B	A	62	22,2	5	1,8	2	0,7	18	6,5	87	31,2
	B	37	13,3	24	8,6	52	18,7	34	12,2	147	52,8
	C	18	6,5	16	5,7	0	0,0	1	0,4	35	12,6
	D	0	0,0	9	3,2	0	0,0	0	0,0	9	3,2
C	A	54	31,4	SEM AMOSTRA		62	36,0	0	0,0	116	67,4
	B	0	0,0			0	0,0	56	32,5	56	32,5
	C	0	0,0			0	0,0	0	0,0	0	0,0
	D	0	0,0			0	0,0	0	0,0	0	0,0
D	A	0	0,0	3	1,5	7	3,5	0	0,0	10	5,1
	B	19	9,5	41	20,8	34	17,2	53	26,9	147	74,5
	C	39	19,8	0	0,0	0	0,0	0	0,0	39	19,8
	D	1	0,5	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,5
E	A	4	1,8	6	2,7	1	0,4	0	0,0	11	4,9
	B	52	23,2	30	13,4	57	25,4	59	26,3	198	88,3
	C	4	1,8	5	2,2	0	0,0	0	0,0	9	4,0
	D	0	0,0	5	2,2	1	0,4	0	0,0	6	2,7

O processamento dos dados foi efetuado utilizando-se computador-de-mesa Olivetti Programa 101, computador B-3500 do Centro de Computação Eletrônica do Instituto de Matemática e Estatística da Universidade de São Paulo e computador IBM/360 do Instituto de Física da Universidade de São Paulo.

Estudos em andamento sobre a estrutura da espécie, mostraram a existência conjunta de indivíduos com elevado (> 150) e com baixo (< 150) número de rastros no ramo inferior do primeiro arco branquial, na área estudada. Como tal caráter é utilizado para detectar ocorrência de populações, raças ou espécies distintas, achou-se por bem testar a relação em estudo para os dois



grupos. Foram calculadas e testadas quanto sua homogeneidade as regressões  $W_t/L_t$ : 1) entre sexos; 2) por cardume e 3) por estação do ano, para os dois grupos acima citados; não tendo sido encontradas variações significativas foram os mesmos grupados para análise.

TABELA VI - Frequência relativa de ocorrência de fêmeas nos estádios C (maduro) e D (esvaziado), durante as estações do ano, dentro das cinco sub-áreas consideradas

Sub-área	Primavera		Verão		Outono		Inverno	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Estádio C								
A	46	30,4	13	8,6	9	6,0	0	0,0
B	18	12,0	16	10,6	0	0,0	1	0,7
C	0	0,0	-	-	0	0,0	0	0,0
D	39	25,8	0	0,0	0	0,0	0	0,0
E	4	2,6	5	3,3	0	0,0	0	0,0
Estádio D								
A	0	0,0	7	30,4	0	0,0	0	0,0
B	0	0,0	9	39,2	0	0,0	0	0,0
C	0	0,0	-	-	0	0,0	0	0,0
D	1	4,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0
E	0	0,0	5	21,8	1	4,4	0	0,0

## RESULTADOS

A análise dos resultados obtidos para as relações entre peso total (g) e comprimento total (mm) de amostras de cardumes individuais, mostra que para cada cardume a relação é expressa por uma equação do tipo  $y = a + bx$ ; o fato de ser esta a equação que melhor se ajusta aos dados, provavelmente, se deve

ã pequena amplitude de classes de comprimento que ocorre em cada cardume. O constatado acima está exemplificado na Figura 2 onde são apresentados exemplos de regressões para cardumes das várias sub-áreas, em diferentes estações do ano. Assim, na amostra P12 (sub-área A) o comprimento dos indivíduos variou entre 175-190 mm; na P45 (sub-área C) há maior amplitude de classes de comprimento, mas ainda ao redor de 170-190 mm. Já na P28 (sub-área A) e P16 (sub-área B) os indivíduos pertencem a classes de comprimento entre 200 e 230 mm na primeira e 190 a 210 mm na segunda. Nas amostras P50 (sub-área D) e P35 (sub-área E), os comprimentos que ocorreram foram entre 180-210 mm e 190-240 mm, respectivamente.

A análise dos dados relativos a todos os indivíduos de uma sub-área mostra que, para *Sardinella brasiliensis*, a relação entre peso total (g) e comprimento total (mm) é do tipo  $y = ax^b$  (Fig. 3), sendo que a reta representativa da relação para cada cardume é parte desta curva global.

Do estudo da relação entre peso total/comprimento total, entre sexos, resultou não haver dimorfismo sexual para a espécie, na área considerada (Tab. II; Figs 2 e 4).

Para *Sardinella brasiliensis* o valor do comprimento médio do início da primeira maturação sexual não apresentou variações consideráveis nas cinco sub-áreas, sendo que o valor médio encontrado foi de 164,8 mm (Tab. III). Considerou-se o valor de 165 mm como representativo do comprimento médio em que 50% dos indivíduos da espécie iniciam o processo de maturação sexual. Para o comprimento estimado em que 100% dos indivíduos atinge a maturidade sexual encontrou-se valores distintos para cada uma das sub-áreas estudadas. Este valor na sub-área A foi de 200 mm; na sub-área B de 230 mm; na sub-área C de 190 mm; na sub-área D de 220 mm e na sub-área E de 225 mm. A inclinação das curvas representativas das distribuições de frequência de indivíduos adultos (Fig. 5) mostrou-se diferente em cada uma das cinco sub-áreas, a partir do ponto de 50% (primeira maturação sexual). Poder-se-ia conjecturar que após a primeira maturação, os indivíduos de cada área têm seu processo de maturação completado ou em tempos diferentes ou, então, os indivíduos passam a apresentar taxas de crescimento diferentes.

Deve-se salientar que o valor registrado para a sub-área C é de validade relativa, uma vez que nesta sub-área, durante todo o período estudado (20

meses) s $\tilde{o}$  foram registrados exemplares jovens (est $\tilde{a}$ dio A) e adultos no est $\tilde{a}$ dio B (Tab. V), n $\tilde{a}$ o ocorrendo indiv $\tilde{d}$ uos com g $\tilde{o}$ nadas maduras ou esvaziadas (est $\tilde{a}$ dio C e D).

O teste de Kramer aplicado  $\tilde{a}$ s regress $\tilde{o}$ es representativas da rela $\tilde{c}$ ao entre peso total (g) e comprimento total (mm), entre esta $\tilde{c}$ oes do ano, para cada uma das cinco sub- $\tilde{a}$ reas, resultou:

- I) para o coeficiente de regress $\tilde{o}$  (b) que expressa a taxa de incremento em peso: na sub- $\tilde{a}$ rea A, homogeneidade entre primavera e ver $\tilde{a}$ o, e outono e inverno (Fig. 6B); na sub- $\tilde{a}$ rea B, homogeneidade entre primavera, ver $\tilde{a}$ o e outono, e outono e inverno (Fig. 7B); na sub- $\tilde{a}$ rea C, heterogeneidade entre primavera e inverno (Fig. 8B); na sub- $\tilde{a}$ rea D, homogeneidade entre ver $\tilde{a}$ o e outono, outono e inverno, inverno e primavera (Fig. 9B), e na sub- $\tilde{a}$ rea E, homogeneidade entre ver $\tilde{a}$ o, outono e inverno e primavera isolada (Fig. 10B).
- II) para a constante de regress $\tilde{o}$  (a) das retas representativas da rela $\tilde{c}$ ao, nas sub- $\tilde{a}$ reas, heterogeneidade entre todas as esta $\tilde{c}$ oes do ano (Figs 6B-10B).

Os resultados obtidos n $\tilde{a}$ o nos permitiram grupar os dados relativos  $\tilde{a}$ s distintas esta $\tilde{c}$ oes do ano em nenhuma das cinco sub- $\tilde{a}$ reas.

O teste de homogeneidade das regress $\tilde{o}$ es entre peso total (g) e comprimento total (mm), por esta $\tilde{c}$ ao do ano, entre as sub- $\tilde{a}$ reas estudadas, resultou:

- I) para o coeficiente de regress $\tilde{o}$  (b): na primavera,  $\tilde{a}$ reas A, B, C, e E homog $\tilde{e}$ neas, com  $\tilde{a}$ rea D isolada (Fig. 11B); no ver $\tilde{a}$ o,  $\tilde{a}$ reas A e E, A e D e D e B homog $\tilde{e}$ neas (Fig. 12B); no outono,  $\tilde{a}$ reas A, B e D homog $\tilde{e}$ neas, e  $\tilde{a}$ rea E isolada (Fig. 13B); no inverno,  $\tilde{a}$ reas B e C, C e D e E homog $\tilde{e}$ neas e  $\tilde{a}$ rea A isolada (Fig. 14B).
- II) para a constante de regress $\tilde{o}$  (a) durante cada esta $\tilde{c}$ ao do ano, entre as sub- $\tilde{a}$ reas, o padr $\tilde{a}$ o obtido pelo teste de Kramer foi: na primavera, sub- $\tilde{a}$ reas A e B, C e E homog $\tilde{e}$ neas e D isolada (Fig. 11B); no ver $\tilde{a}$ o, sub- $\tilde{a}$ reas A, B, D e E isoladas (Fig. 12B); no outono, sub- $\tilde{a}$ reas A e D homog $\tilde{e}$ neas, B e E isoladas (Fig. 13B); no inverno, sub- $\tilde{a}$ reas B e C homog $\tilde{e}$ neas, A, D e E isoladas (Fig. 14B). N $\tilde{a}$ o foram coletados indiv $\tilde{d}$ uos maiores que 165 mm, na sub- $\tilde{a}$ rea C, no ver $\tilde{a}$ o e outono.

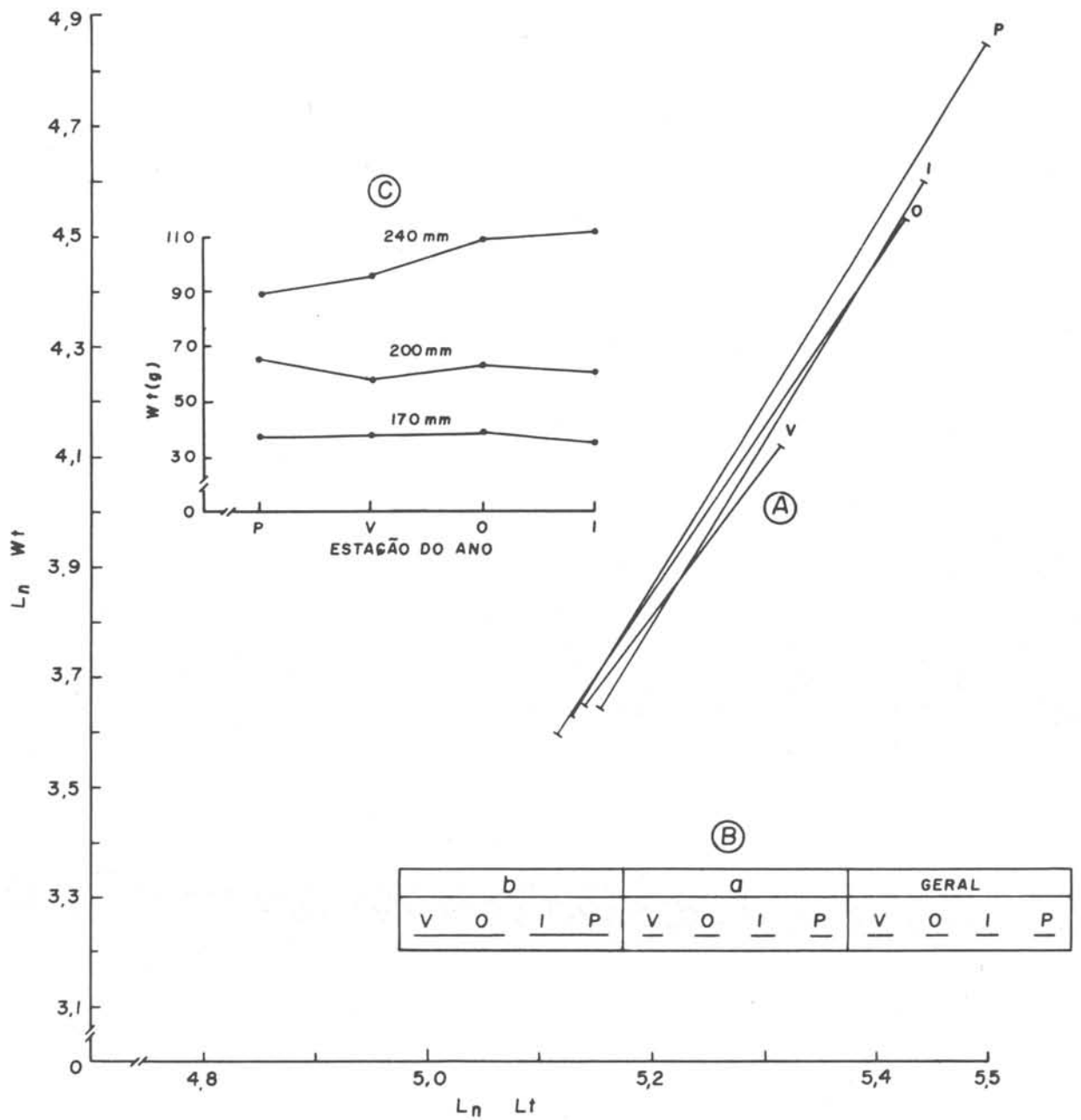


Fig. 6-A - Representação gráfica das retas de regressão entre logaritmo do peso total ( $\ln W_t$ ) e logaritmo do comprimento total ( $\ln L_t$ ), para cada estação do ano dentro da sub-área A.

B - Representação dos resultados do teste de Kramer aplicado aos coeficientes (b) e constantes (a) das regressões acima citadas, e do padrão geral obtido para a sub-área A.

C - Variação dos pesos totais médios estimados para as classes de comprimento de 170 mm, 200 mm e 240 mm, durante as estações do ano, para a sub-área A.

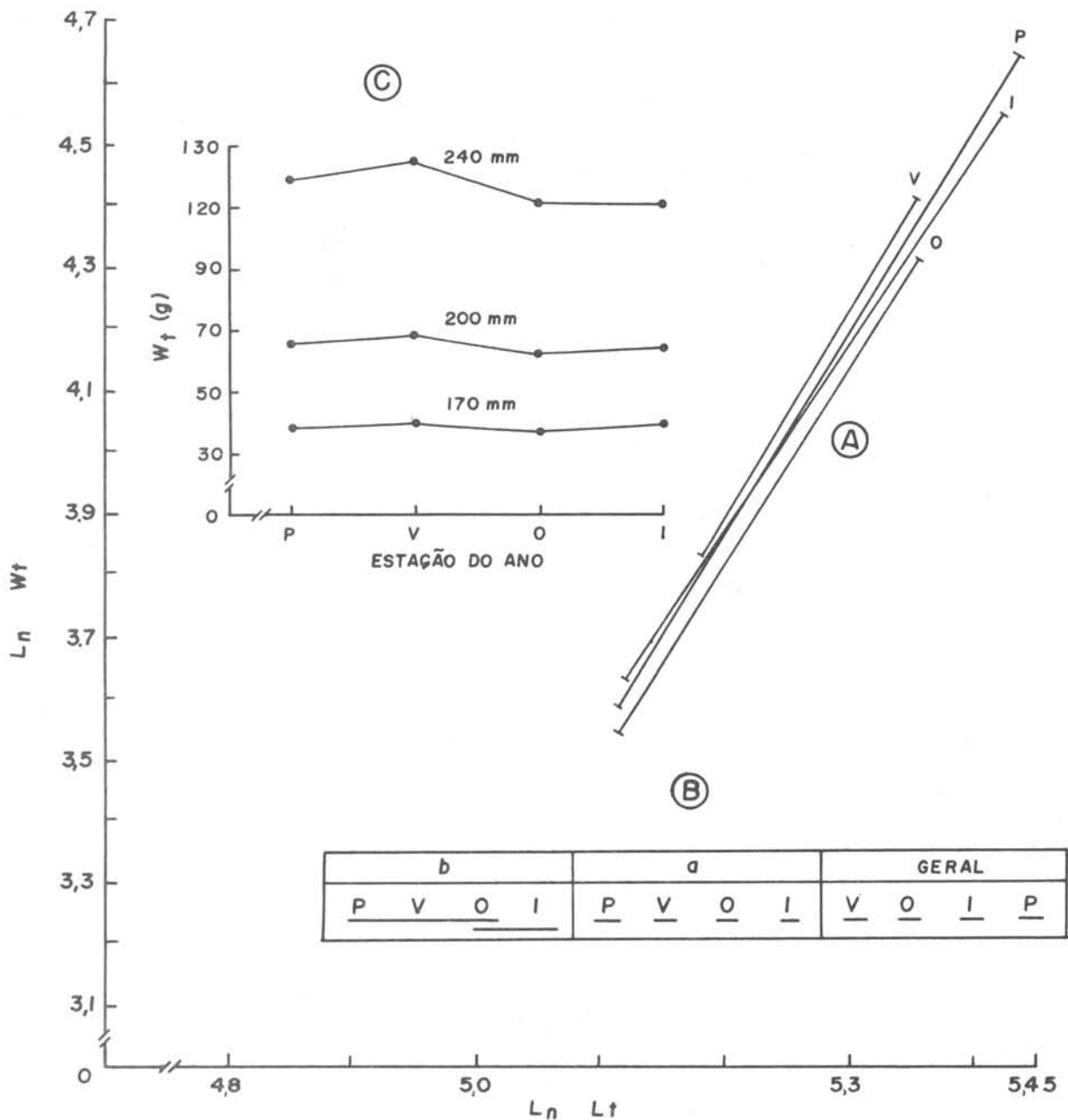


Fig. 7-A - Representação grãfica das retas de regressão entre logarítmo do peso total ( $L_n W_t$ ) e logarítmo do comprimento total ( $L_n L_t$ ), para cada estação do ano dentro da sub-área B.

B - Representação dos resultados do teste de Kramer aplicado aos coeficientes ( $b$ ) e constantes ( $a$ ) das regressões acima citadas, e do padrão geral obtido para a sub-área B.

C - Variação dos pesos totais médios estimados para as classes de comprimento de 170 mm, 200 mm e 240 mm, durante as estações do ano, para a sub-área B.

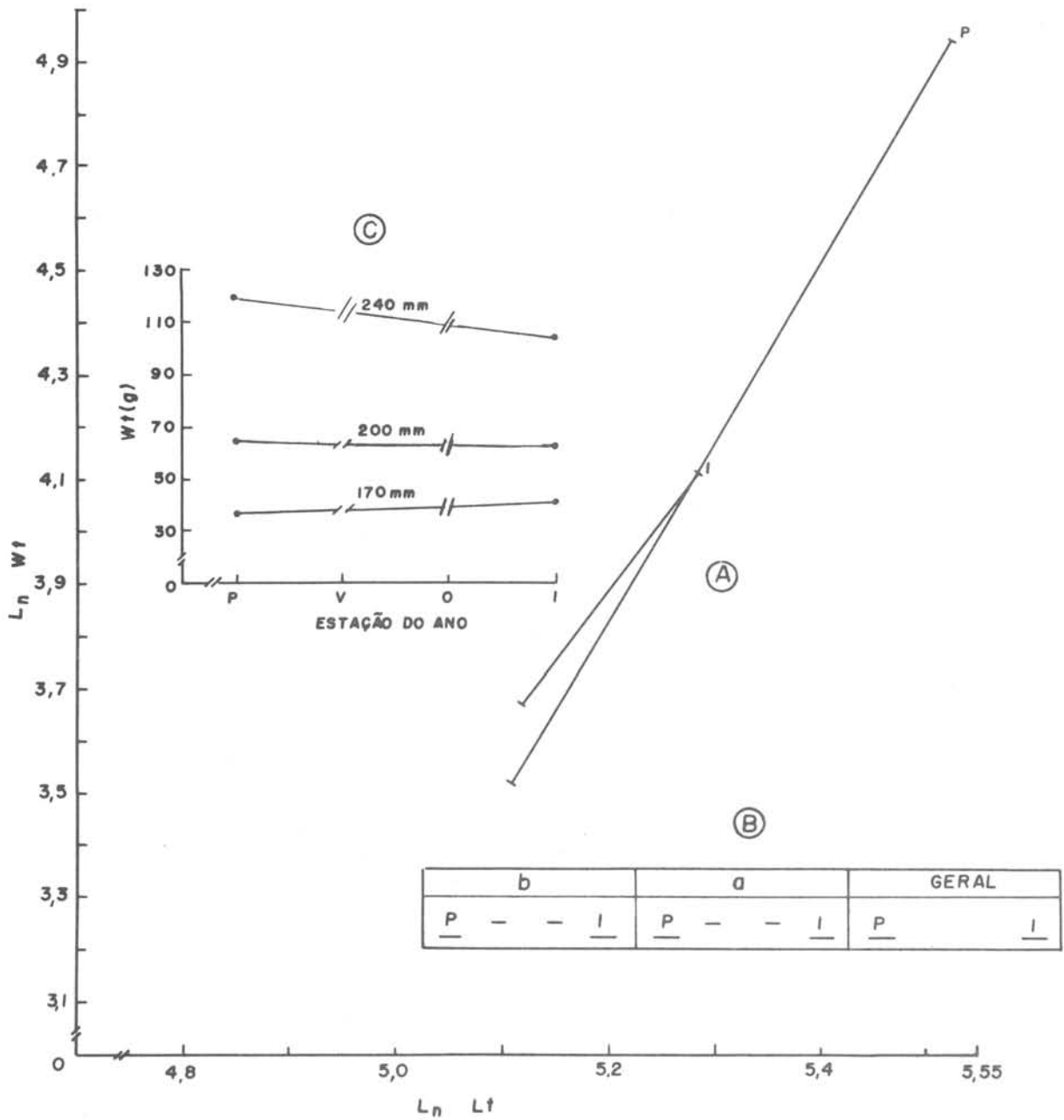


Fig. 8-A - Representação gráfica das retas de regressão entre logaritmo do peso total ( $\ln W_t$ ) e logaritmo do comprimento total ( $\ln L_t$ ), para cada estação do ano dentro da sub-área C.

B - Representação dos resultados do teste de Kramer aplicado aos coeficientes (b) e constantes (a) das regressões acima citadas, e do padrão geral obtido para a sub-área C.

C - Variação dos pesos totais médios estimados para as classes de comprimento de 170 mm, 200 mm e 240 mm, durante as estações do ano, para a sub-área C.

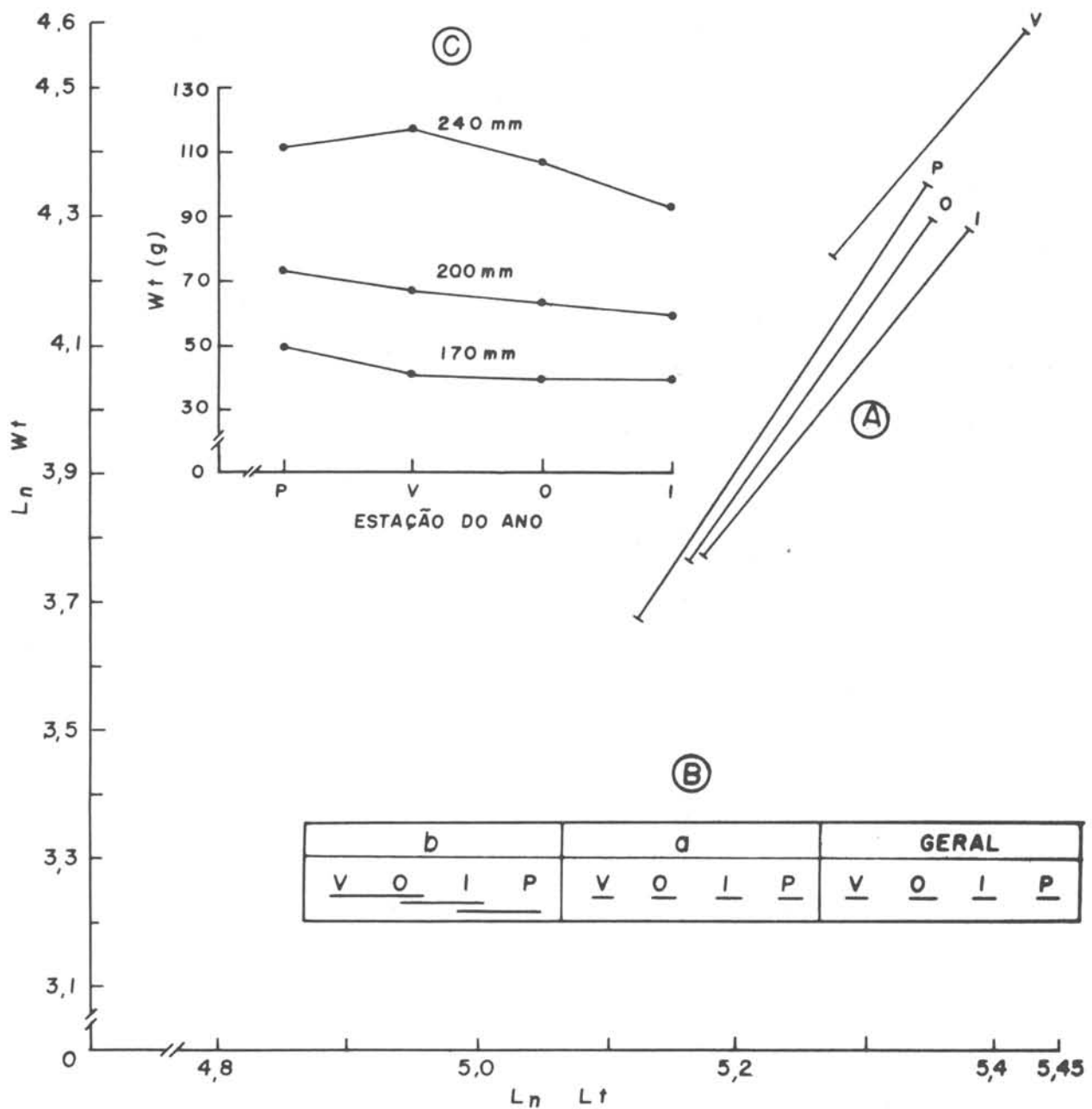


Fig. 9-A - Representação gráfica das retas de regressão entre logaritmo do peso total ( $\ln W_t$ ) e logaritmo do comprimento total ( $\ln L_t$ ), para cada estação do ano dentro da sub-área D.

B - Representação dos resultados do teste de Kramer aplicado aos coeficientes (b) e constantes (a) das regressões acima citadas, e do padrão geral obtido para a sub-área D.

C - Variação dos pesos totais médios estimados para as classes de comprimento de 170 mm, 200 mm e 240 mm, durante as estações do ano, para a sub-área D.



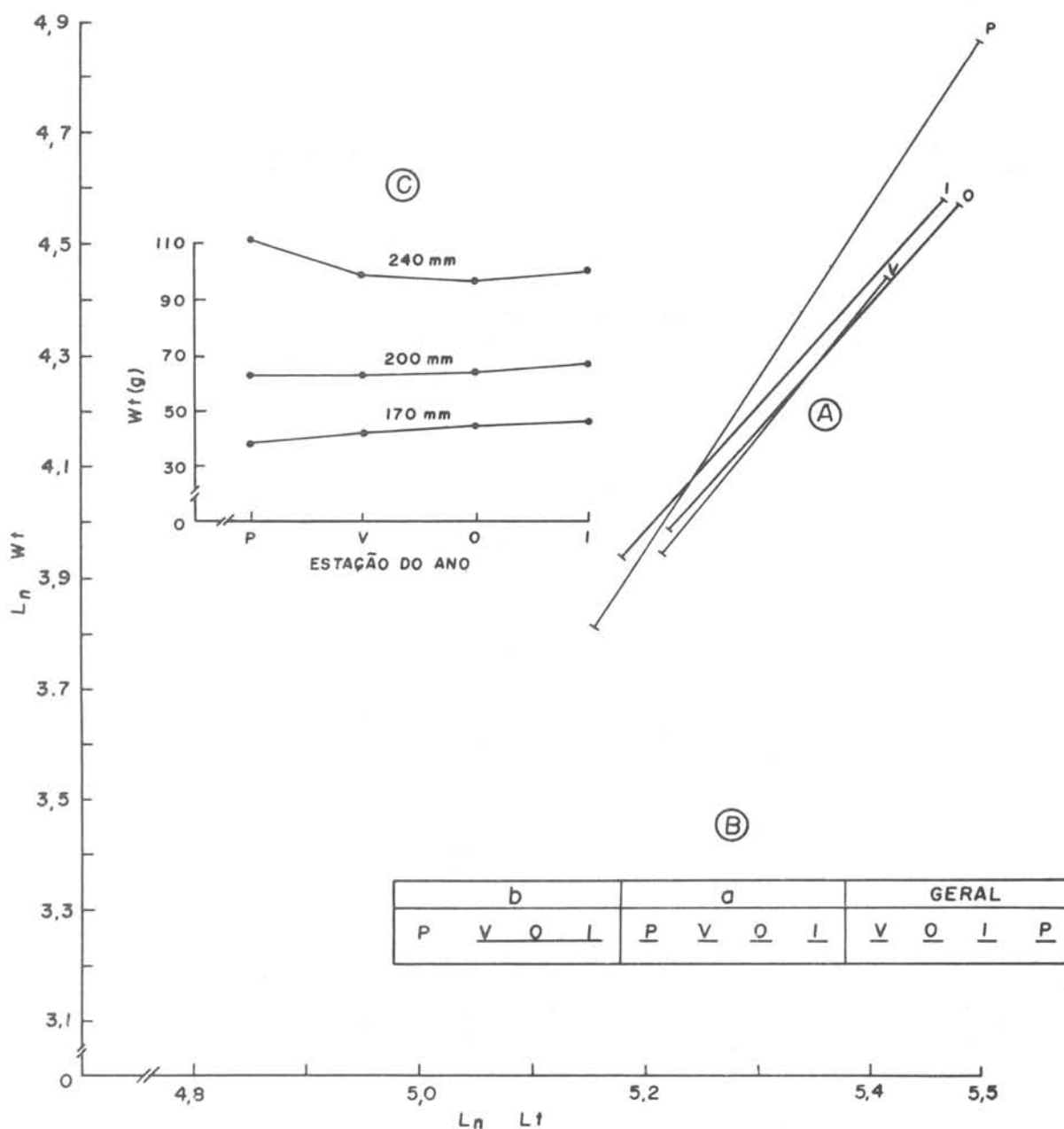


Fig. 10-A - Representação gráfica das retas de regressão entre logarítmo do peso total ( $\ln Wt$ ) e logarítmo do comprimento total ( $\ln Lt$ ), para cada estação do ano dentro da sub-área E.

B - Representação dos resultados do teste de Kramer aplicado aos coeficientes (b) e constantes (a) das regressões acima citadas, e do padrão geral obtido para a sub-área E.

C - Variação dos pesos totais médios estimados para as classes de comprimento de 170 mm, 200 mm e 240 mm, durante as estações do ano, para a sub-área E.

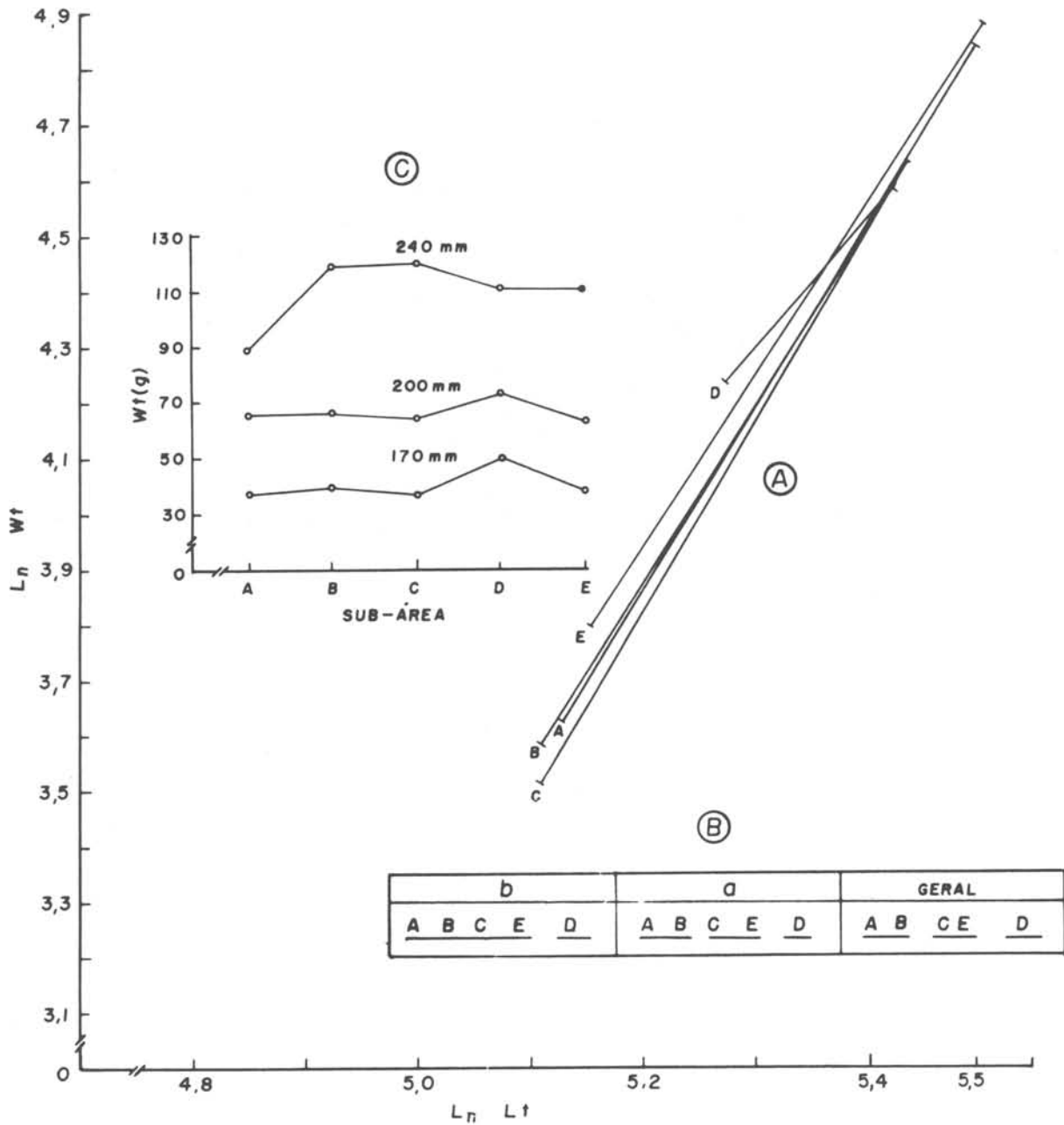


Fig. 11-A - Representação gráfica das retas de regressão entre logaritmo do peso total ( $L_n W_t$ ) e logaritmo do comprimento total ( $L_n L_t$ ), para cada uma das cinco sub-áreas consideradas, durante a primavera.

B - Representação dos resultados do teste de Kramer aplicado aos coeficientes (b) e constantes (a) das regressões acima citadas, e do padrão geral obtido para a primavera.

C - Variação dos pesos totais médios estimados para as classes de comprimento de 170 mm, 200 mm e 240 mm, nas cinco sub-áreas, durante a primavera.

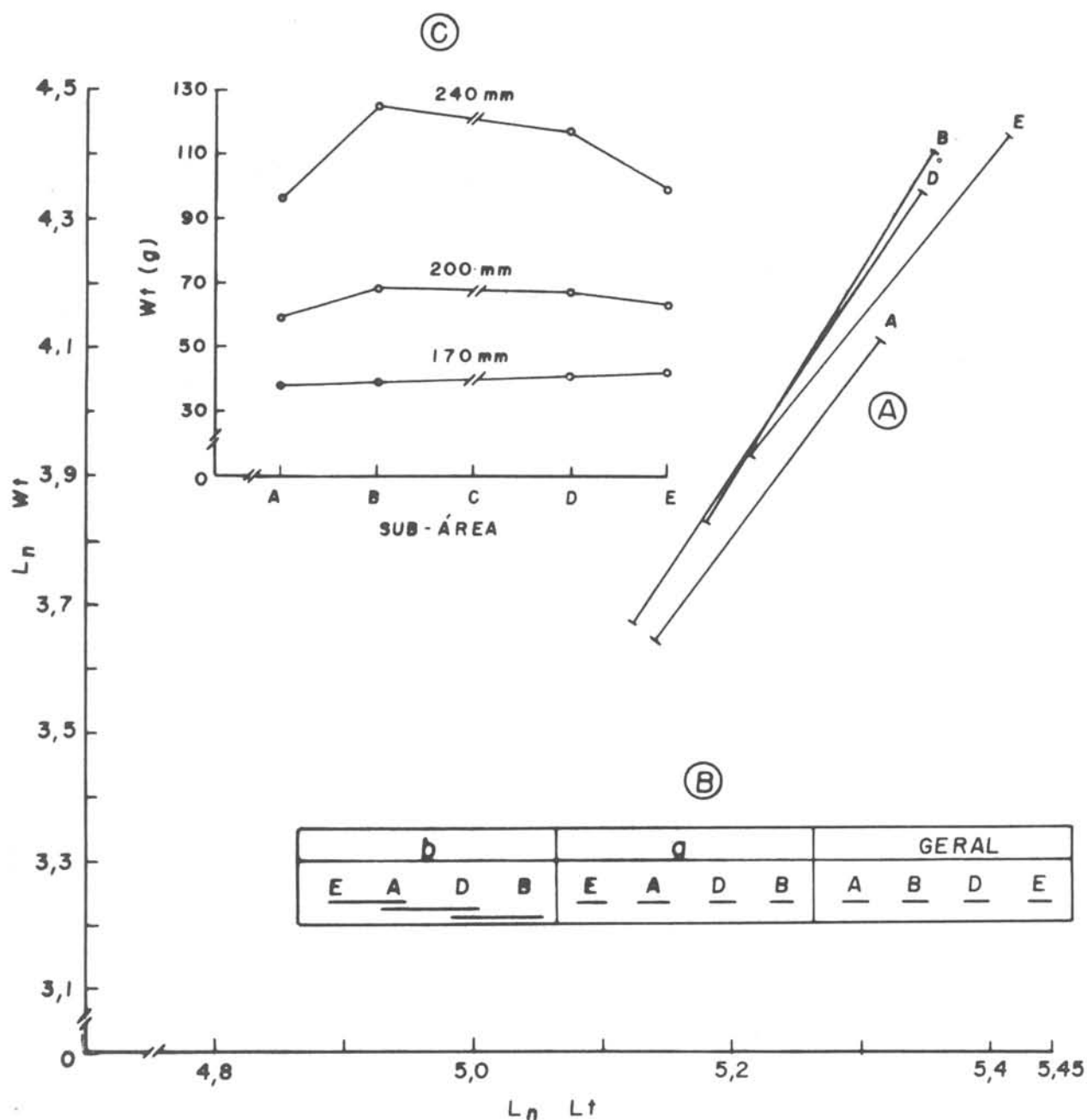


Fig. 12-A - Representação gráfica das retas de regressão entre logaritmo do peso total ( $\ln W_t$ ) e logaritmo do comprimento total ( $\ln L_t$ ), para cada uma das cinco sub-áreas consideradas, durante o verão.

B - Representação dos resultados do teste de Kramer aplicado aos coeficientes (b) e constantes (a) das regressões acima citadas, e do padrão geral obtido para o verão.

C - Variação dos pesos totais médios estimados para as classes de comprimento de 170 mm, 200 mm e 240 mm, nas cinco sub-áreas, durante o verão.

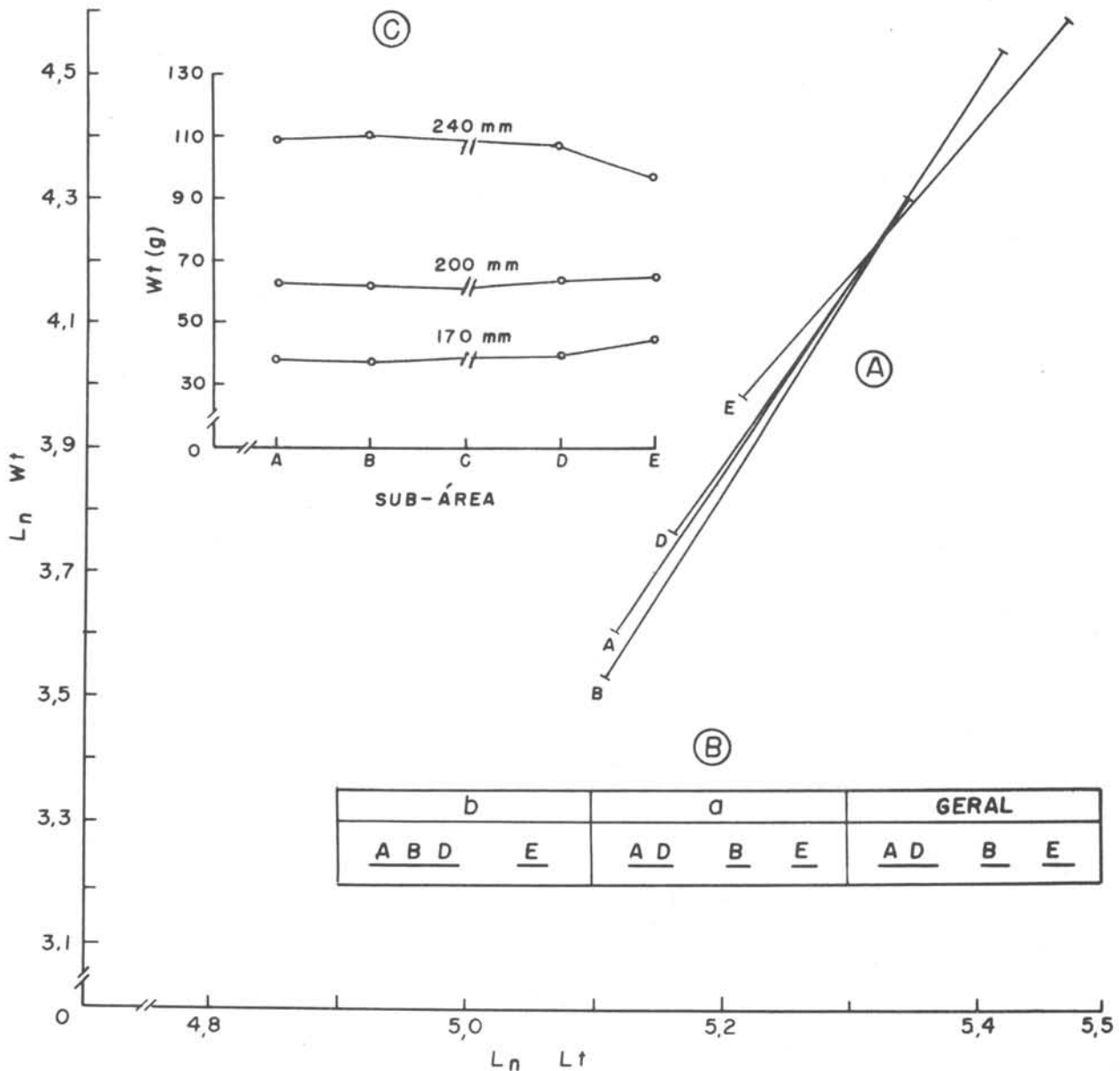


Fig. 13-A - Representação gráfica das retas de regressão entre logaritmo do peso total ( $\ln W_t$ ) e logaritmo do comprimento total ( $\ln L_t$ ), para cada uma das cinco sub-áreas consideradas, durante o outono.

B - Representação dos resultados do teste de Kramer aplicado aos coeficientes (b) e constantes (a) das regressões acima citadas, e do padrão geral obtido para o outono.

C - Variação dos pesos totais médios estimados para as classes de comprimento de 170 mm, 200 mm e 240 mm, nas cinco sub-áreas, durante o outono.

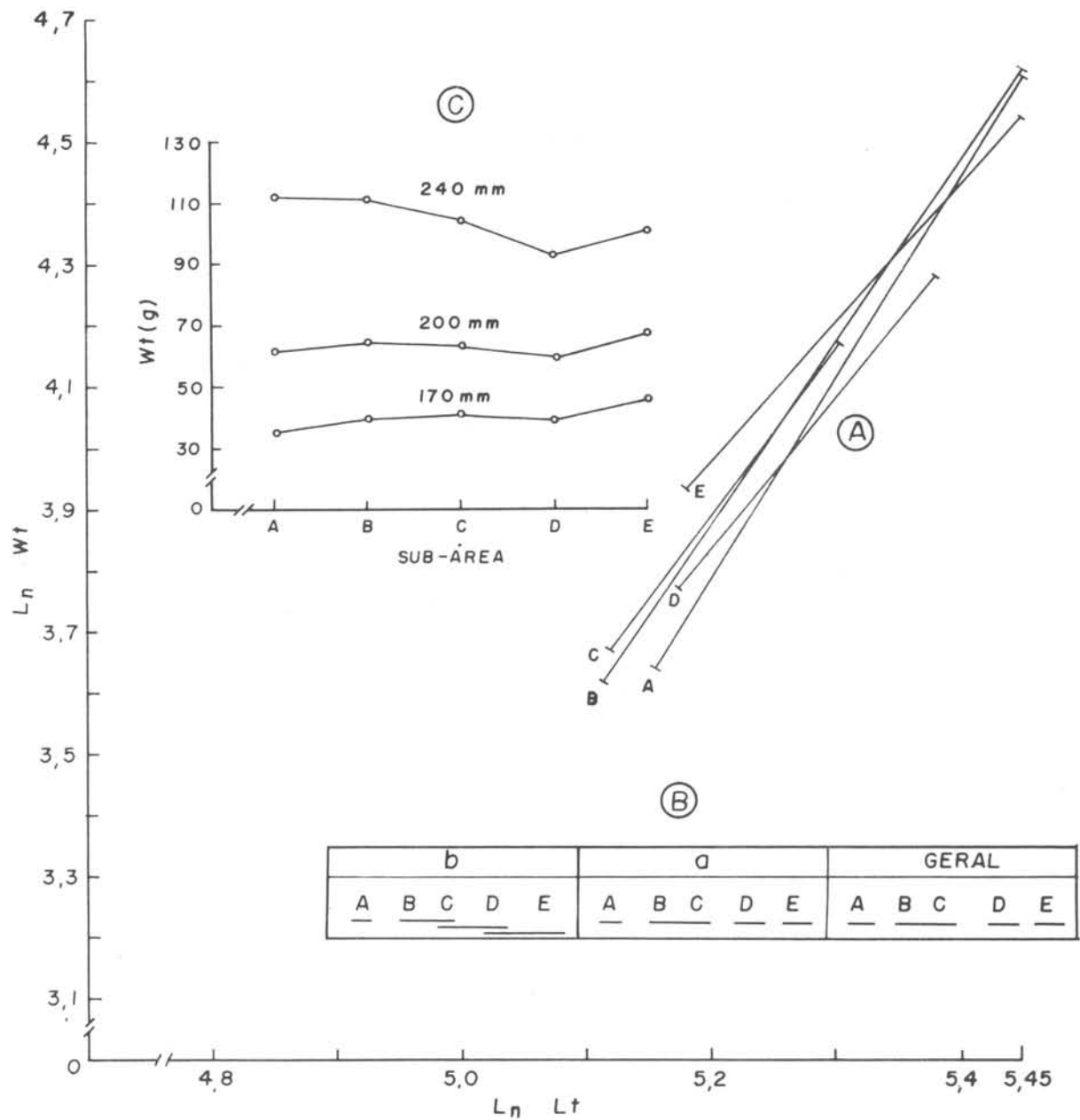


Fig. 14-A - Representação gráfica das retas de regressão entre logaritmo do peso total ( $\ln W_t$ ) e logaritmo do comprimento total ( $\ln L_t$ ), para cada uma das cinco sub-áreas consideradas, durante o inverno.

B - Representação dos resultados do teste de Kramer aplicado aos coeficientes (b) e constantes (a) das regressões acima citadas, e do padrão geral obtido para o inverno.

C - Variação dos pesos totais médios estimados para as classes de comprimento de 170 mm, 200 mm e 240 mm, nas cinco sub-áreas, durante o inverno.

Sabendo que o peso é um parâmetro altamente influenciado por fatores intrínsecos (fisiológicos) e extrínsecos (ambientais), procurou-se estudar o processo de reprodução da espécie, que constitui um dos fatores que poderia estar agindo sobre a relação entre peso e comprimento dos indivíduos, determinando as variações observadas.

Da análise das distribuições de frequência dos estádios de maturidade de fêmeas, por sub-área, durante as estações do ano, e para o período total (Tab. V) chegou-se aos seguintes resultados:

- 1) o aparecimento de maior número de fêmeas no estágio C (maduro) ocorre na primavera e verão nas sub-áreas A e B, e na primavera, na sub-área D (Fig. 15);
- 2) as épocas de desova da espécie correspondem, portanto, às estações de primavera e verão nas sub-áreas A e B (de outubro a março), e de primavera na sub-área D, (de outubro a dezembro).

Os resultados fornecem também indicações quanto aos locais de desova da espécie, sendo um ao norte e outro ao sul da sub-área C (Fig. 15). Tal indicação é confirmada pelas frequências de fêmeas C e D ao longo da área estudada; pode-se constatar, pela ocorrência de grande número de fêmeas C (maturas) e logo a seguir D (desovadas) (Fig. 17), que a primeira área está localizada entre  $23^{\circ}\text{S}$  e  $25^{\circ}\text{S}$ , já registrada através de estudos de distribuição e abundância de ovos e larvas (Matsuura, 1971) e a segunda área localizada entre  $26^{\circ}\text{S}$  e  $28^{\circ}\text{S}$ .

A Figura 15 evidencia alta concentração de indivíduos jovens na sub-área C durante a primavera, outono e inverno. Tais indivíduos, na primavera e outono estão imaturos (A), entrando no inverno, no processo de maturação (B).

Durante dois verões seguidos (1971-1972), apesar de inúmeras tentativas, não se conseguiu coletar nem indivíduos jovens nem adultos nesta sub-área, pelo menos até a isóbata de 50 m, profundidade máxima de captura por barcos de pesca.

Os resultados mostrados na Figura 16, forneceram indicações de movimentos de indivíduos de uma sub-área para outra. A ocorrência de indivíduos no estágio A em elevada frequência na sub-área C, e de indivíduos no estágio B nas sub-áreas A, B, D e E, sugere uma migração dos jovens para a sub-área C e dos indivíduos em maturação desta sub-área para as demais.

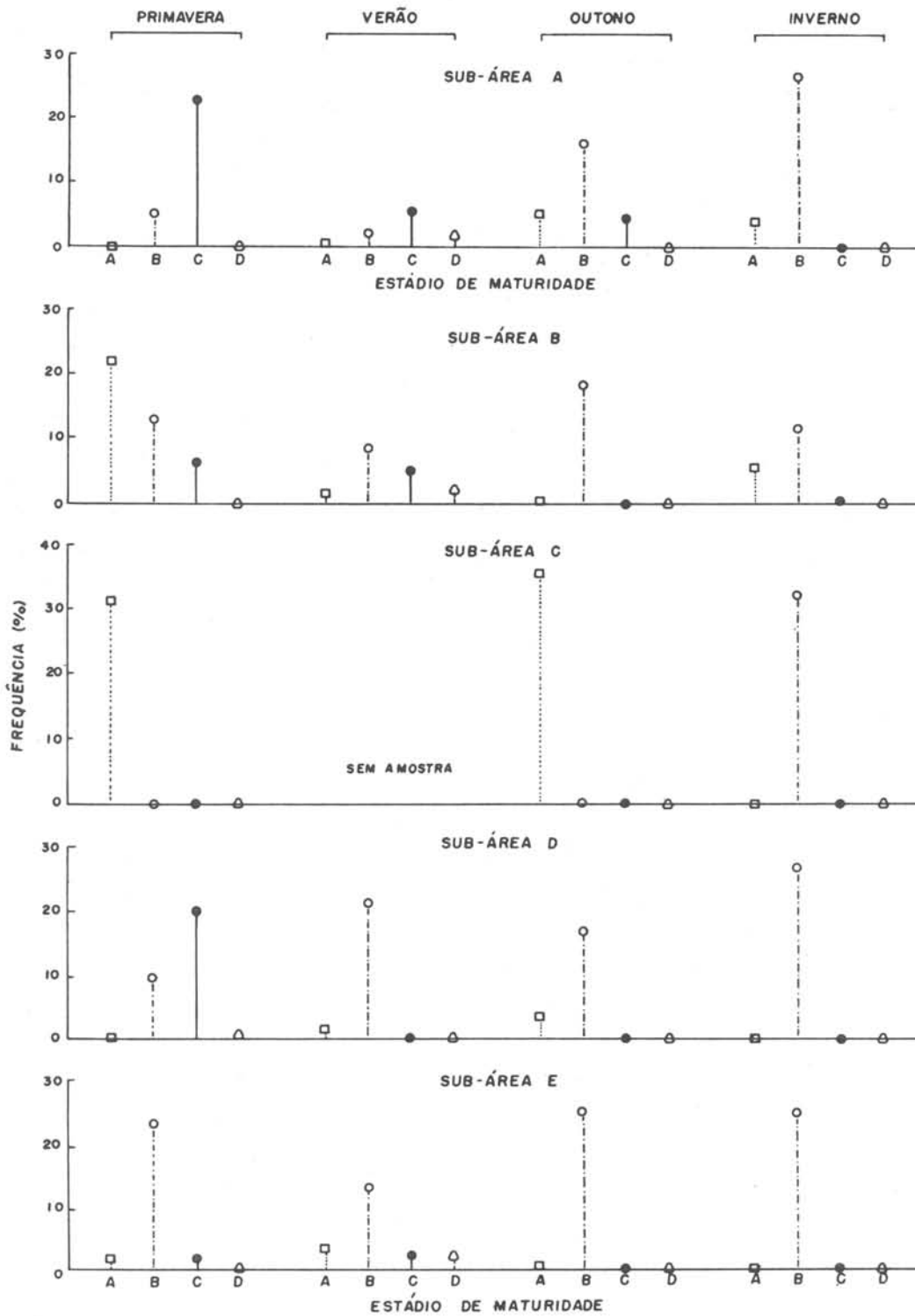


Fig. 15 - Representação gráfica das distribuições de freqüência relativa de ocorrência de fêmeas nos quatro estádios de maturidade, durante as estações do ano, em cada sub-área.



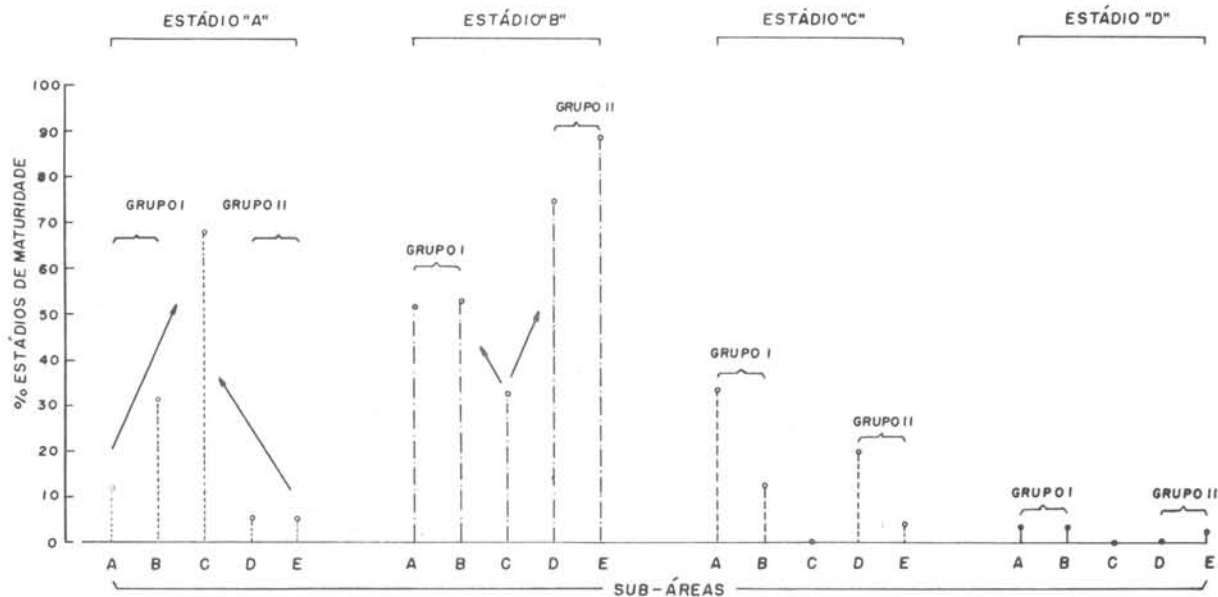


Fig. 16 - Representação gráfica das freqüências relativas de ocorrência de fêmeas nos quatro estádios de maturidade durante todo o período estudado, em cada sub-área considerada.

Indivíduos nos estádios C e D só foram encontrados nas sub-áreas A, B, D e E, provando ser aí os locais de reprodução da espécie, com deslocamento dos jovens, no estádio A para a sub-área C.

A inexistência de um padrão de variação na relação entre peso total e comprimento total para a espécie, entre as diversas sub-áreas e estações do ano, estaria então relacionada com a entrada e saída de indivíduos nos diferentes estádios de maturidade, das e para as várias sub-áreas estudadas.

Sabendo que o estádio de maturidade influi na relação peso total/comprimento total, procurou-se estabelecer uma relação entre a variação dos pesos totais médios, durante as estações do ano, dentro de cada sub-área, e as fases de desenvolvimento dos indivíduos. Analisadas as variações dos pesos para as classes de comprimento de 170 mm (iniciando o processo de maturação), 200 mm (adultos pequenos) e 240 mm (adultos grandes), resultou para 170 mm um peso de aproximadamente 40 g; para 200 mm, 60 g e para 240 mm uma grande variação, mostrando que as diferenças encontradas para peso entre estações do ano são devidas principalmente aos indivíduos grandes (240 mm), correspondentes à parcela da população que participa ativamente do ciclo reprodutivo (Figs 6C-10C).

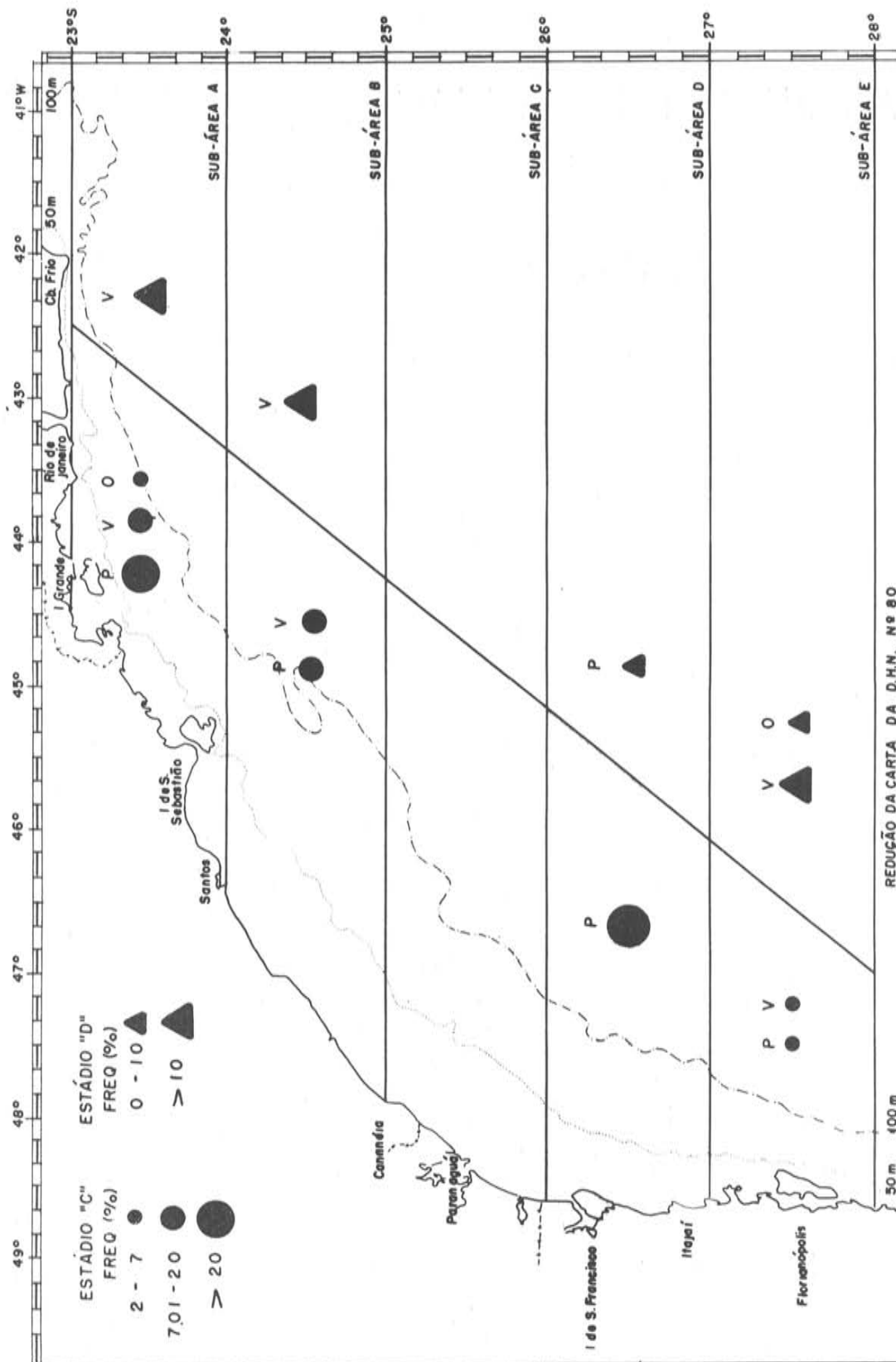


Fig. 17 - Mapa mostrando a distribuição espacial e temporal das fêmeas com gônadas maduras (estádio C) e esvaziadas (estádio D) na região estudada.

Entre sub-áreas (Figs 11C-14C) pode-se dizer que as oscilações em peso estão associadas à frequência de aparecimento de indivíduos nos diversos estádios de maturidade.

Na primavera e verão, para a sub-área A, o peso dos adultos grandes foi mais baixo que nos meses de outono e inverno; estes indivíduos constituem a parcela da população que participa ativamente do ciclo reprodutivo. Para os que, estão iniciando o processo de maturação (170 mm) e adultos pequenos (200 mm), que ainda não participam ativamente do ciclo reprodutivo, os pesos mantiveram-se semelhantes durante o ano.

Para a sub-área B, ocorreram pesos mais elevados na primavera e verão, caindo durante o outono e inverno para os adultos grandes; os indivíduos em início de maturação e adultos pequenos quase não apresentaram variações sazonais em peso.

Na sub-área C, não houve praticamente variação em peso durante as estações para os que estão iniciando a maturação e adultos pequenos; para os adultos grandes (240 mm), o peso foi mais alto na primavera que no inverno.

Na sub-área D, o peso dos indivíduos com 170 e 200 mm é alto na primavera, diminui no verão, permanecendo praticamente o mesmo durante o outono e inverno. Já para os indivíduos de 240 mm, o peso cresce da primavera para o verão, decrescendo a seguir no outono e inverno.

Na sub-área E, para aqueles que estão iniciando a maturação e adultos pequenos, não houve variações acentuadas em peso durante todo o ano, enquanto que para adultos grandes, o peso é máximo na primavera, decrescendo no verão e aumentando ligeiramente do outono para o inverno.

## DISCUSSÃO

Constatou-se que *Sardinella brasiliensis* se agrupa em cardumes compostos por indivíduos com comprimentos totais abrangendo pequenas amplitudes de variação, o que ocorre comumente com os clupeídeos (Blaxter & Holliday, 1963). Essa agregação uniforme quanto a classes de comprimento é provavelmente determinada pela ocorrência de desovas consecutivas. Sabemos que a espécie tem

desova total (Vazzoler & Rossi-Wongtschowski, 1976), mas que cardumes diferentes desovam em períodos distintos, dentro da época de desova (Besnard, 1950; Matsuura, 1971). Assim, cada cardume seria composto por indivíduos provindos de um grupo de desova.

Para peixes, a relação peso/comprimento pode apresentar ou não dimorfismo sexual. Hagerman (1952) encontrou em *Microstomus pacificus* fêmeas relativamente mais pesadas que os machos; Baxter (1960) não encontrou diferença significativa para a relação entre os sexos, em *Seriola dorsalis*; Talwar (1962) estudando a biologia de *Hyporhamphus georgii* encontrou para fêmeas  $\log W = 2,800 \log L - 4,8156$  e para machos  $\log W = 1,667 \log L - 2,2437$ . Para *Sebastolobus altivelis*, Best (1964) não encontrou diferenças significativas entre machos e fêmeas, quanto à relação W/L. Angelescu *et al.* (1958) não encontraram diferenças, na relação, entre machos e fêmeas da merluza argentina (*Merluccius merluccius hubbsi*). Thomas (1968) calculou as curvas de peso/comprimento de *Cynoscium nobilis* em águas californianas e não encontrou diferenças entre sexos. Para *Micropogon furnieri* e *Macrodon ancylodon* de nossas águas, foi encontrada homogeneidade entre sexos para a primeira (Vazzoler, 1971) e diferenças na relação entre machos e fêmeas para a segunda, em algumas épocas do ano (Yamaguti, comunicação pessoal\*).

Entre clupeídeos, Clark (1928) estudando a relação peso/comprimento de *Sardina caerulea* da California não encontrou diferenças entre sexos. Heldt (1956), para *Clupea pilchardus* do Mediterrâneo, encontrou teores maiores de gordura, implicando em pesos mais elevados, para machos. Leim (1957) analisando *Clupea harengus* das águas do Atlântico canadense não encontrou diferença entre sexos.

Para *Sardinella brasiliensis* não foi constatada diferença significativa na relação peso/comprimento entre machos e fêmeas.

Como já citado na Introdução, o valor de b na expressão  $W = aL^b$ , varia em torno de 3,0 para diferentes espécies. Lozano (1948) obteve para *Sardina pilchardus* de Vigo um valor de b igual a 3,0124; Larraneta & Lopez (1957) constataram que para *Sardina pilchardus* da costa de Castelon, b é igual

---

\* Yamaguti, N. - São Paulo, Instituto Oceanográfico, 1974.

3,124; Andreu & Fuster de Plaza (1962) verificaram que para *S. pilchardus* da Espanha, o valor de  $b$  era de 3,1972; Humphreys (1966) obteve um valor de  $b$  igual a 2,71 para *Clupea harengus* de Newfoundland; Heald & Griffiths (1967) verificaram que para *Sardinella anchovia* da Venezuela oriental, o valor de  $b$  era 2,91. Para *Sardinella* da costa centro-sul do Brasil, Nomura (1962) encontrou um valor de  $b$  igual a 3,211.

Além de diferir entre espécies, o valor de  $b$  apresenta variação para uma mesma espécie, quando estimado em épocas diferentes. Assim, Ramalho (*cit. in*: Navaz & Ramalho, 1952) encontrou para a sardinha portuguesa, em épocas distintas, valores de  $b$  de 3,3459 e 3,2782.

Vanstone & Market (1968), para *Oncorhynchus kisutchi*, verificaram que o parâmetro  $b$ , na equação  $W = aL^b$ , apresenta geralmente valor de 3,2, mas que durante o desenvolvimento, o parâmetro  $a$  decresce de 7,5 para 6,2.

No presente estudo constatou-se que *Sardinella brasiliensis* na região estudada apresentou, para indivíduos maiores que 165 mm de comprimento total, variação no valor de  $b$  entre estações do ano, numa mesma sub-área; ocorreram também variações de  $a$ .

Navarro (1927), para jovens de *Sardinella aurita* de Baleares, encontrou diferenças no crescimento em peso durante o ano; durante os meses de verão e outono essa espécie se desenvolve com grande rapidez, favorecida pela temperatura da água (20°C no outono) e alimentação abundante. Oliver (1951) encontrou para *S. pilchardus* no noroeste da Espanha, pesos mais elevados na segunda metade do ano. Fernandez & Navarro (1952) para *S. pilchardus* de Santander encontraram peso mínimo em abril, crescendo notavelmente ao longo da primavera e verão. Para *S. pilchardus* de Vigo, Oliver & Navarro (1952a) constataram um peso mínimo no inverno, aumentando na primavera e verão, e mantendo-se alto e estacionário no outono. Oliver & Navarro (1952b) encontraram variações estacionais e anuais de peso, para essa espécie em Baleares. Ben-Tuvia (1960), estudando a relação peso/comprimento para *S. aurita* da costa de Israel, verificou que o peixe está na sua melhor condição nos meses de outono. Egglisshaw (1970) estudando *Salmo salar* no estreito da Escócia constatou mudanças sazonais na relação peso/comprimento: durante a estação de crescimento (maio-setembro) a média de peso para peixes com 50 mm foi 1,42 g, em novembro 1,26 g e em janeiro caiu para 1,13 g. Em março os peixes começaram a aumentar de peso sendo que a média deste foi de 1,30 g.

Além das variações sazonais constatadas para *S. brasiliensis* de nossa costa, verificou-se que durante uma mesma estação do ano ocorreu variação na relação peso/comprimento entre as várias sub-áreas.

Analisando tais variações verifica-se que ocorre homogeneidade para os valores de  $b$  entre algumas estações dentro de cada sub-área, e entre sub-áreas em uma mesma estação do ano, sugerindo que  $b$  (a taxa de incremento em peso) é um parâmetro específico (genético) que não varia acentuadamente em função de processos metabólicos e fatores ambientais. Já, analisando as variações da constante  $a$ , verifica-se que os seus valores são altamente variáveis, diferindo de estação para estação do ano, dentro de cada sub-área e entre sub-áreas durante cada estação. Este fato permite supor que as influências de fatores intrínsecos e extrínsecos são mais acentuadas sobre essa constante, a qual refletiria variações fisiológicas dos indivíduos em função do meio ambiente. Da interação entre os valores de  $b$  e  $a$  resultaram variações em peso para indivíduos das diferentes sub-áreas durante as estações do ano, não permitindo o estabelecimento de um padrão de variação para a relação  $W/L$ .

Navarro (1927), para *S. aurita* adulta, encontrou variações individuais em peso muito acentuadas em exemplares de mesmo tamanho; quanto maior era o comprimento, maiores diferenças ocorriam nos pesos; correlacionou estas diferenças com a fase de desenvolvimento sexual e quantidade de gordura visceral. Muzinic (1954), em exemplares pequenos de *S. pilchardus* que não tinham completado um ano de existência, quase não encontrou gordura, relacionando este fato ao intensivo crescimento dos jovens nessa época.

Para *S. brasiliensis* também constatou-se que ocorre maior dispersão dos valores de peso para as classes de comprimento mais elevadas.

O estágio de desenvolvimento, na maioria dos peixes, parece ser causa importante na variação do peso. Le Cren (1951) encontrou para *Perca fluviatilis* relações diferentes entre peso e comprimento para os sucessivos estágios de desenvolvimento. Ananiades (1951), para *S. aurita* das águas gregas, observou um aumento do peso em função do crescimento em comprimento; entre 126-234 mm, o peso aumenta numa potência de 2,8 do comprimento, enquanto que entre 243-275 mm o peso aumenta numa potência de 3,4 do comprimento. Para Laskarides (1948) a relação peso/comprimento da sardinha grega não é a mesma

em todos os estágios de desenvolvimento: nos jovens, entre 100-110 mm, o ganho relativo em peso é rápido, seguindo-se um decréscimo; a relação aumenta novamente em espécimes maiores de 160 mm. Este fenômeno, segundo o autor, estaria relacionado à maturidade sexual e acúmulo de gordura nos estágios mais velhos. Para *Gadus merlangus*, das águas de Manx, Nagabhushanam (1964) encontrou claramente duas relações: para peixes imaturos, da área de criação, a relação foi  $W = 0,0074 L^{3,002}$  e para adultos de mar aberto  $W = 0,0024 L^{3,346}$ , sendo os b estatisticamente diferentes para as duas fases e áreas.

As relações peso/comprimento, no presente estudo, foram calculadas considerando-se apenas indivíduos que já estavam iniciando a primeira maturação sexual, não permitindo assim discutir as variações em peso durante todas as fases de desenvolvimento.

Segundo Blaxter & Holliday (1963) a primeira maturação só se inicia quando os indivíduos atingem um comprimento crítico, sendo que as distintas fases de maturação requerem um dado conteúdo em gordura para se processar; este comprimento crítico tem base genética e varia entre diferentes raças (por exemplo, arenques atlanto-escandinavos desovam com um comprimento maior que o de outras raças e também atingem um comprimento máximo mais elevado). Para *M. furnieri* da região entre 23°S e 33°S, Vazzoler (1971) encontrou resultados semelhantes: as duas populações que aí ocorrem apresentam comprimentos médios de início da primeira maturação sexual, velocidades de maturação, taxas de crescimento e  $L_{\infty}$  distintos.

Para *S. brasiliensis* da região estudada encontrou-se um mesmo valor para o comprimento médio em que se inicia a primeira maturação sexual para todas as sub-áreas; entretanto, o comprimento no qual 100% dos indivíduos atingiram a maturação sexual, em cada sub-área não foi o mesmo. Após o início da primeira maturação, a velocidade com que o processo se completa, em cada sub-área, foi diferente, sendo de modo geral, mais elevada nas sub-áreas D e E.

O fator de condição do peixe varia em completa conformidade com seu peso (Rudakova, 1959). Vazzoler & Vazzoler (1965), estudando o fator de condição da sardinha desembarcada em Santos, mostraram existir uma variação distinta dos valores desse fator para peixes imaturos (até 180 mm), maduros pequenos



(180-200 mm) e maduros grandes (maiores de 200 mm), durante o ano. No presente estudo constatou-se pequena variação em peso para indivíduos iniciando a maturação e adultos pequenos durante o ano, enquanto que essas variações são bem nítidas e acentuadas para os adultos grandes.

Mudanças no conteúdo em gordura, relacionadas ao estágio de maturidade têm sido intensamente estudadas. Le Cren (1951) mostrou que para *Perca fluviatilis*, a condição varia muito mais nas fêmeas maduras que nas imaturas, devido ao desenvolvimento dos produtos gonadais que levam a uma perda em peso. Botha (1971), para duas espécies de *Merluccius*, mostrou que a condição dos indivíduos é pobre durante o período de desova.

Para os clupeídeos é extensa a bibliografia que trata das mudanças no conteúdo em gordura relacionadas ao estágio de maturidade. Clark (1928) constatou que o conteúdo em óleo, em *Sardinops caerulea*, depende do tamanho e da condição sexual do peixe: peixes pequenos e imaturos e peixes grandes próximos da maturidade sexual, tem pouco óleo quando comparados com peixes grandes entre estações de desova. Andreu & Rodrigues-Roda (1951) verificaram em *S. aurita* um antagonismo entre a curva representativa de atividade sexual e a de acúmulo de matérias graxas. O mesmo foi constatado para *Sardinella* da área aqui considerada, por Vazzoler & Vazzoler (1965). Muzinic (1954), em *Sardina pilchardus* do Adriático oriental, verificou que a quantidade de gordura peri-intestinal na sardinha adulta variava no decorrer do ano: é pequena no fim da desova, aumentando depois, no curso da estação de pesca, sendo que o decréscimo na quantidade dessas reservas coincide com o desenvolvimento sexual. Este autor cita Fage (1920) que encontrou, para a sardinha da costa mediterrânea francesa, coincidências na queda do teor em graxas com o início da evolução gonadal. Fage (*op. cit.*) verificou também que a diminuição sensível das reservas em graxas, no início da evolução sexual, se manifesta somente nos indivíduos que apresentam um estágio de maturidade mais evoluído e como tal tomarão parte ativa na próxima postura. Bas & Morales (1951) para *Sardina pilchardus* presumiram a existência de uma relação entre a ausência de qualquer depósito de gordura visceral e o apogeu da atividade gonadal. Heldt (1956), para *Clupea pilchardus*, assinala que a proporção de graxa é mais elevada nos indivíduos maiores; os valores mais baixos aparecem no fim da atividade sexual.

Assim, tanto o teor de gordura, como as variações em peso podem fornecer indicação da época da desova. Fairbridge (1951) estudando a condição de *Neoplatycephalus macrodon* encontrou, para fêmeas, os valores mais altos no fim do inverno e começo da primavera, quando as gônadas estão em recuperação; quando elas crescem rapidamente durante o verão, a condição cai e atinge um mínimo depois que a desova terminou, individualmente. Este mínimo coincide com os mínimos de pesos totais. Fernandez & Navarro (1952), para a sardinha de Santander, encontraram para cada comprimento, peso mínimo em abril, aumentando notavelmente ao longo da primavera e verão; o aumento em peso e abundância de gordura visceral variaram inversamente ao estado de maturação sexual; no verão (repouso gonadal) ocorreram os valores máximos de gordura. Planas & Vives (1952) não encontraram uma relação muito precisa entre a perda de reservas e desova em *Sardina pilchardus*, pois, no mês de postura, ao lado de indivíduos com baixo teor de gordura, foram encontrados exemplares com conteúdo graxo elevado. Leim (1957) mostrou que *Clupea harengus* da costa atlântico-canadense, tem um conteúdo mínimo de gordura em abril-maio (verão) e um máximo em julho-agosto (outono); os desovantes outonais mostram um rápido decréscimo no conteúdo de gorduras. Rudakova (1959) estudando *Clupea harengus* do Atlântico Norte europeu e mares adjacentes observou um evidente acúmulo de gordura nos órgãos internos a partir de maio, aumentando nos meses seguintes; observação visual mostrou uma redução lenta na gordura visceral em setembro-outubro e uma queda abrupta no período de desova (fevereiro-março) em todos os grupos de tamanho. Val *et al.* (1962) estudando variações estacionais na composição química de *Sardina pilchardus* mediterrânea e atlântica, encontraram, para o Atlântico, um mínimo de graxa coincidindo com a época de desova. Segundo Rudakova (*op. cit.*) o coeficiente de gordura é consideravelmente mais alto no período de pré-desova que no de pós-desova, explicando a mudança em peso como consequência dos gastos em função do desenvolvimento dos produtos sexuais.

Para *S. brasiliensis*, constatou-se que nas áreas que constituem locais de desova, os indivíduos que integram a parcela da população adulta, que participa ativamente da reprodução (os adultos grandes), apresentam variações sazonais no peso relacionadas à fase do processo de maturação em que se encontra a maior parte dos indivíduos da população; isso ocorre tanto para os indivíduos que desovam no norte (23°S-25°S) durante a primavera-verão,

como para os que desovam no sul ( $26^{\circ}\text{S}$ - $28^{\circ}\text{S}$ ), durante a primavera. Dentro da área de desova norte, Matsuura (1971) constatou que o maior volume de desova ocorre na região da Ilha Grande; essa região localiza-se na sub-área A, onde as variações em peso são bem estabelecidas: o peso é mais elevado durante os meses de inverno (pré-desova), cai durante a primavera-verão (desova), elevando-se novamente durante os meses de outono (pós-desova).

Navaz & Navarro (1952) condicionaram a variação do peso durante o ano com a maturidade sexual, grau de engorda e alimento em *Sardina pilchardus*. Já Furnestin (1943) não admite uma relação entre o teor de graxa e a desova para esta espécie, considerando que o acúmulo de graxa é mais dependente das condições de alimentação que do estado fisiológico do peixe. Fernandez & Navarro (1952), para *S. pilchardus* de Santander, encontraram um mínimo invernal no conteúdo em graxas refletindo condições desfavoráveis de alimento e ambiente. Entretanto, Rudakova (1959) estudando *Clupea harengus* do mar do Norte europeu, encontrou um peso mínimo durante o período de alimentação intensa.

Segundo Blaxter & Holliday (1963) os clupeídeos, de modo geral, são comedores sazonais, fabricando grandes estoques de gordura para sustentar-se quando o suprimento de alimento é pobre. As mudanças no teor de gordura do arenque em relação a alimento, idade, tamanho, raça e estágio de maturidade têm sido muito estudadas (Wood, 1958). Estudos realizados com *S. pilchardus* (Hickling, 1945), mostraram que os picos de plâncton de primavera e outono provêem, potencialmente, alimento rico, mas se o peixe supre-se ou não deste alimento, depende, em larga escala da condição de suas gônadas, sendo que peixes com gônadas desenvolvidas comem muito pouco. O arenque que desova no outono, alimenta-se e acumula reservas em maio e junho, cessando a alimentação e perdendo gordura em junho e agosto (outono). Após desovar volta a alimentar-se e a acumular reservas cada vez mais, sendo que, durante o inverno (com pouco alimento) atinge o conteúdo mais baixo em reservas. Nos arenques desovantes de inverno e primavera, as boas condições alimentares no fim da primavera e começo do verão (após desova) fazem aumentar as reservas de gordura; com o desenvolvimento das gônadas no fim do outono, a alimentação cessa e ocorre desova de dezembro a março (inverno). Val *et al.* (1962) observaram que em *S. pilchardus* atlântica o máximo em gorduras verifica-se exatamente quando também é máxima a quantidade de fitoplâncton (setembro);

para a mesma espécie no Mediterrâneo ocorre um máximo conteúdo graxo no mês de maio, sendo que a postura tem lugar de janeiro a março; existe então notável coincidência da mesma com o máximo de gorduras.

Para a sardinha brasileira, Furuya (1959) encontrou oscilações sazonais do teor de matéria graxa de março a maio (período que corresponde a pós-desova), existindo um mínimo em gordura de novembro a fevereiro (que corresponde ao período de desova); o próprio autor faz uma crítica à curva de flutuação do teor de gordura apresentada, dizendo que não deveria ter sido ignorada a diferença no estado de desenvolvimento dos peixes. Os resultados obtidos por Furuya (*op. cit.*) foram confirmados por Watanabe (1963). Vazzoler & Vazzoler (1965) relacionaram a curva do teor de gordura obtida por Watanabe (*op. cit.*) com a de variação do fator de condição mostrando haver um paralelismo entre ambas, com certa defazagem no tempo.

Na área estudada, segundo Teixeira e Aidar-Aragão\* (comunicações pessoais) a sub-área C é possivelmente a de mais elevada produtividade na costa do Brasil, predominando no plâncton diatomáceas grandes, ricas em óleo. Já as sub-áreas A e B, têm baixa produtividade, sendo que na região de Cabo Frio ela é dez vezes menor que na região de Paranaguá, predominando no plâncton fitoflagelados pobres em óleos.

Os altos pesos encontrados nas sub-áreas D e E e a maior velocidade de maturação total (100%) nestas duas sub-áreas estariam relacionadas então ao nível mais elevado de suprimento de alimento.

Como visto, as variações em peso e teor de gordura estão relacionadas entre si e dependem da interação de processos metabólicos (transformação dos alimentos, reprodução etc) e fatores ambientais, tanto biótico (disponibilidade de alimento) como abióticos (correntes, temperatura, salinidade etc). A variação dos fatores ambientais e as exigências metabólicas determinam os aspectos comportamentais da espécie.

O comportamento dos clupeídeos foi estudado, entre outros, por Blaxter & Holliday (1963), Muzinic (1973), Skrivanic & Zadovinic (1973), principalmente sob o aspecto de migrações, mostrando complexidade em relação a vários fatores como luz, temperatura, alimento e reprodução. Como as migrações são

\* Teixeira, C. e Aidar-Aragão, E. - São Paulo, Instituto Oceanográfico, 1974.

controladas não se sabe; ciclos de atividade hormonal sugerem que há um ciclo de secreção endócrina que faz com que os peixes "tenham urgência" em migrar. A questão está em saber se este ciclo é só endógeno ou sofre influência ambiental (luz, comprimento do dia, correntes etc). A migração se faz em rotas bem estabelecidas. Há evidência de agregação de clupeídeos em áreas bem definidas, parcialmente controladas por massas de água e parcialmente como resultado de processo ativo, orientado pelo peixe. Segundo Blaxter & Holliday (*op. cit.*) para o arenque, parece haver uma deriva com uma corrente residual após desova e um movimento mais direto, em direção às áreas de desova, efetuado por migração contranataante.

Muzinic (*op. cit.*) estudando a migração de *S. pilchardus* adultas no Adriático, através de marcação, mostrou que ocorrem duas migrações (ou pelo menos dois picos de uma migração contínua) do centro do Adriático para áreas costeiras: uma na primavera e outra no fim do verão, começo do outono, sendo que ambas são incompletas, pois a captura em mar aberto continua, e parecem ter causas distintas. A da primavera ocorre com peixes no fim da desova, exaustos, após um longo período de desova e mostrando baixo teor de gorduras - parece ser uma migração trófica; esta hipótese é sustentada por um rápido aumento no conteúdo em gorduras e no fator de condição. A segunda migração coincide com o início da maturação sexual, alto conteúdo em gordura e alto valor do fator de condição. Esta migração dos adultos grandes, verifica-se no fim do outono, coincidindo com o aparecimento de estádios de maturidade avançados e grande número de ovos no plâncton: é obviamente uma migração reprodutiva. Skrivanic & Zadovinic (1973), também estudando migrações das sardinhas do Adriático, verificaram que há migrações de adultos para áreas definidas no centro do Adriático, no final do período de maturação; aí ocorre a desova e após esta, pós-larvas e peixes migram em direção oposta, para áreas de alimentação localizadas na costa. Zijlstra (1961) admite para o arenque do Mar do Norte a existência de um sentido de "volta a casa". A habilidade dos desovantes de retornarem aos lugares onde nasceram faz pensar numa "memória" mais desenvolvida do que nos salmonídeos, ou existe a possibilidade dos mais novos seguirem os mais velhos (Blaxter & Holliday, 1963).

Richardson & Sadowski (1960) levantaram a hipótese de uma possível migração das sardinhas de Cananéia para o Rio de Janeiro. Dentro da região la-



gunar de Cananéia encontraram dois grupos: um que aparecia em outubro (primavera) e deixava a região em maio (outono) ou um pouco mais tarde e um segundo grupo, numericamente mais pobre, que começava aparecer em abril (outono). De acordo com estes autores, os dois grupos seriam separados tanto geograficamente como pelo seu período de desova; o primeiro seria encontrado ao sul e o segundo ao norte de Cananéia. Ao norte existiria ainda um estoque residual composto por grupos mais velhos ou possivelmente outras populações.

Richardson *et al.* (1959) estudando a composição em comprimento e idade de *Sardinella* desembarcadas em Santos e Rio de Janeiro, verificaram que, após fevereiro, no Rio de Janeiro há aumento na média de comprimento por idade, que continua até abril (outono). Para os peixes de três anos de idade, encontraram diferenças em comprimento entre Rio de Janeiro e Santos, com tamanho reduzido para a idade, em Santos; não souberam a que atribuir essa diferença: se à existência de dois estoques ou se à amostragem de uma população migrante na área de Santos.

No presente trabalho confirma-se a existência de dois grupos, com épocas e locais de desova distintos. Associando os grupos aqui identificados aos sugeridos por Richardson & Sadowski (1960) tem-se que o segundo grupo destes autores constitui o grupo das sub-áreas A e B ( $23^{\circ}\text{S}$ - $25^{\circ}\text{S}$ ), e o primeiro grupo o das sub-áreas D e E ( $26^{\circ}\text{S}$ - $28^{\circ}\text{S}$ ). A sub-área C ( $25^{\circ}\text{S}$ - $26^{\circ}\text{S}$ ) constitui-se num criadouro para onde se dirigem os jovens dos dois grupos, em busca de condições alimentares favoráveis a seu crescimento (deslocamento trófico) e que, ao atingirem o estágio de pré-desova (indivíduos no estágio B que aí ocorrem no inverno), retornam para seus locais de origem (deslocamento reprodutivo). Em Santos tem-se uma área de franca migração: os peixes provenientes de Cananéia estariam alcançando esta área no outono, com o comprimento de 18-19 cm (três anos para Richardson *et al.*, *op. cit.*).

Pode-se concluir portanto que, as variações existentes na relação peso/comprimento de *Sardinella brasiliensis* dentro da área estudada, são devidas a movimentos de peixes em diferentes fases de maturidade e condição de uma sub-área para outra.

Apesar de verificar-se desova diferencial (épocas e locais distintos) entre os dois grupos, a ocorrência de jovens de ambos os grupos, na sub-área

C, apesar de aï penetrarem em épocas distintas, deixa em aberto a possibilidade de mistura entre ambos.

A continuidade deste estudo, analisando proporções corporais e caracteres merísticos de *S. brasiliensis* da área considerada, poderá vir a contribuir para a elucidação desta questão.

### CONCLUSÕES

O presente estudo permite concluir que:

1 - *Sardinella brasiliensis* agrega-se em cardumes constituídos por indivíduos apresentando pequena variação em seus comprimentos totais;

2 - a relação entre peso total e comprimento total é expressa por uma equação do tipo  $y = a + bx$  para cardumes isolados, e por uma equação exponencial, do tipo  $y = ax^b$ , para o todo, sendo que as retas representativas da relação para cada cardume integram a curva geral para a espécie;

3 - os parâmetros  $b$  e  $a$  da equação  $W_t = aL_t^b$ , apresentam variações entre estações do ano dentro de cada sub-área estudada, e entre sub-áreas dentro de cada estação do ano, sem mostrar um padrão de variação definido dentro da área total;

4 - a interação entre estágio de maturidade, deslocamentos e condições de suprimento de alimento, determina a ausência de um padrão de variação para a relação peso/comprimento;

5 - não ocorre dimorfismo sexual quanto a relação peso/comprimento para a espécie estudada;

6 - após o início da primeira maturação sexual, a velocidade de maturação, nas diversas sub-áreas, se diferencia, sendo mais elevada entre 26°S e 28°S;

7 - ocorre desova em locais e épocas distintos: entre 23°S e 25°S, durante a primavera e verão, e entre 26°S e 28°S, durante a primavera;

8 - a relação peso/comprimento está inteiramente associada ao estágio

de maturidade dos indivíduos; este relacionamento é mais nítido para os adultos grandes, que participam ativamente do ciclo reprodutivo;

9 - a região entre 25°S e 26°S, constitui-se num criadouro para os jovens que aí chegam na primavera e outono;

10 - a espécie realiza dois tipos de deslocamentos: um trófico, em direção à área de criação, realizado pelos jovens e outro reprodutivo para as áreas de desova, realizado pelos adultos.

### AGRADECIMENTOS

Agradeço aos Drs. Anna Emília A. de M. Vazzoler e Paulo Emílio Vanzolini pela orientação, incentivo e dedicação constantes durante todo este trabalho.

Ao Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo pelo auxílio financeiro nas viagens de coleta, franquias de suas instalações, laboratórios, bases de pesquisa e colaboração de seu pessoal técnico.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pela bolsa concedida.

À Oscar Barbosa e Wilson Ribas pela colaboração na coleta de amostras e nos trabalhos de laboratório.

Aos Drs. Gelso Vazzoler, Noriyoshi Yamaguti e Yasunobo Matsuura pelas sugestões e discussões durante a elaboração deste trabalho.

Ao Serviço de Extensão da Pesca de Santa Catarina (ACARPESC), ao Sr. Maurilio Dal Grande Borges, DD. Delegado da SUDEPE em Itajaí, à Diretoria da INTERPESCA de Itajaí, aos funcionários da Base de Pesquisas Oceanográficas da SUDEPE em Paranaguá, pelo esforço na coleta de amostras e gentileza na acolhida.

À Alfredo Martins Paiva Filho pela elaboração da programação e execução de parte da análise estatística dos dados, efetuada no Computador B-3.500 do Centro de Computação Eletrônica da Universidade de São Paulo.

À Srta. Lucy Teixeira pelo auxílio na padronização das citações bibliográficas.



## BIBLIOGRAFIA

- ANADON, E. 1954. Estudios sobre la sardina del noroeste español. Publnes Inst. Biol. apl., Barcelona, 18:43-106.
- ANANIADES, C. I. 1951. Quelques considerations biometriques sur l'allache (*Sardinella aurita* C. et V.) des eaux grecques. Praktika ell. 'udrobiol. Inst., 5(1):24-26.
- ANDREU, B. & RODRIGUES-RODA, J. 1951. Estudio comparativo del ciclo sexual, engrasamiento y repleción estomacal de la sardina, alacha y anchoa del mar Catalán, acompañado de relación de pescas de huevos planctonicos de estas especies. Publnes Inst. Biol. apl., Barcelona, 9:209-229.
- & FUSTER DE PLAZA, M. L. 1962. Estudio de la edad y crecimiento de la sardina (*Sardina pilchardus* Walb.) del NW de España. Investigación pesq., 21:75-78.
- ANGELESCU, V.; GNERI, F. S. & NANI, A. 1958. La merluza del mar argentino. (Biología e Taxonomía). Argentina, Secr. Mar., Serv. Hidrogr. Nav., H 1004:81-93.
- BAS, C. & MORALES, E. 1951. Nota sobre la talla y la evolución sexual de las sardinas de la Costa Brava (septiembre de 1949 a septiembre de 1950). Publnes Inst. Biol. apl., Barcelona, 8:169-180.
- BAXTER, J. L. 1960. A study of the yellowtail *Seriola dorsalis* (Gill). Fish Bull. Calif., (110):32-35.
- BELL, R. R. 1964. Weight-length relationship for bluefin tuna in the California fishery, 1963. Calif. Fish Game, 50(3):216-218.
- BEN-TUVIA, A. 1960. Synopsis of biological data on *Sardinella aurita* of the Mediterranean Sea and other waters. F.A.O. Fish. Biol. Synopsis, (14):289-311.
- BESNARD, W. 1950. Nota preliminar sobre uma particularidade da biología de *Sardinella aurita* Cuv. & Val., da costa brasileira. Bolm Inst. paul. Oceanogr., 1(1):69-79.
- BEST, E. A. 1964. Spawning of longspine channel rockfish, *Sebastes altivelis* Gilbert. Calif. Fish Game, 50(4):265-267.
- BLACKBURN, M. 1950. Studies on the age, growth and life history of the pilchard, *Sardinops neopilchardus* (Steindachner), in Southern and Western Australia. Aust. J. mar. Freshwat. Res., 1(2):250-251.
- BLAXTER, J. H. S. & HOLLIDAY, F. G. T. 1963. The behaviour and physiology of herring and other clupeids. In: Russell, F. S., ed. - Advances in marine biology. London, Academic Press, 1:261-393.

- BOTHA, L. 1971. Growth and otolith morphology of the Cape Hakes *Merluccius capensis* Cast. and *M. paradoxus* Franca. Investl Rep. Div. Sea Fish. Un. S. Afr., (97):6-10.
- BROWN, M. E. 1946. The growth of brown trout (*Salmo trutta* Linn.). II. The growth of two-year-old trout at a constant temperature of 11.5°C. J. exp. Biol., 22:130-144.
- CLARK, F. N. 1928. The weight-length relationship of the California sardine (*Sardina caerulea*) at San Pedro. Fish Bull. Calif., (12):5-59.
- 1934. Maturity of the California sardine (*Sardinops caerulea*) determined by ova diameter measurements. Fish Bull. Calif., (42):1-49.
- DEBROSSES, P. 1933. Etude de la sardine de la côte de Bretagne depuis Concarneau jusqu' à l'embochure de la Loire. Revue Trav. Off. Pêch. marit., 6(1):47-48.
- EGGLISHAW, H. J. 1970. Production of salmon and trout in a stream in Scotland. J. Fish Biol., 2(2):120-121.
- FAGE, L. 1920. Engraulidae, Clupeidae. Rep. Dan. oceanogr. Exped. Mediterr., 2(19):1-140.
- FAIRBRIDGE, W. S. 1951. The new south wales tiger flathead, *Neoplatycephalus macrodon*. Aust. J. mar. Freshwat. Res., 2(2):138-142.
- FERNANDEZ, R. & NAVARRO, F. de P. 1952. La sardina de Santander. Boln Inst. esp. Oceanogr., (55):8-17.
- FURNESTIN, J. 1943. Contribution à l'étude biologique de la sardine atlantique (*Sardina pilchardus* Walb.). Revue Trav. Off. Pêch. marit., 13:221-341.
- FURUYA, M. 1959. Variação sazonal do teor de matéria graxa em sardinha verdadeira (*Sardinella aurita*). Nota preliminar. Bolm Inst. oceanogr., S Paulo, 10(3):21-24.
- FUSTER DE PLAZA, M. L. & BOSCHI, E. E. 1961. Estudio biologico pesquero de la anchoita (*Engraulis anchoita*) de Mar del Plata. Publnes Secr. Agric. Ganad. Repub. Argent., Dep. Investig. Pesq., 17:1-40.
- HAGERMAN, F. B. 1952. The biology of the Dover sole, *Microstomus pacificus* (Lockington). Fish Bull. Calif., (85):20-22.
- HEALD, E. J. & GRIFFITS, R. C. 1967. La determinacion por medio de la lectura de escamas, de la edad de la sardina, *Sardinella anchovia*, del Golfo de Cariaco, Venezuela Oriental. Série Recurs Explor. pesq., 1(10):436-437.
- HELDT, H. 1956. Rapport sur la sardine "*Clupea pilchardus*" (Walb.).

- Rapp. P. -v. Réun. Commn int. Explor. scient. Mer Méditerr., n. s., 13:125-126.
- HICKLING, C. F. 1945. The seasonal cycle in the Cornish pilchard. J. mar. biol. Ass. U. K., 26:115-138.
- HILE, R. 1936. Age and growth of the cisco *Leucichthys artedi* (Le Seur), in the lakes of the north-eastern highlands, Wisconsin. Bull. Bur. Fish., Wash., 48:211-317.
- HUMPHREYS, R. D. 1966. Biological characteristics of a herring population on the South Coast of Newfoundland. J. Fish. Res. Bd Can., 23(6): 797-804.
- ITO, Y.; SANCHES, L. & SILVA, D. R. da 1969. Seasonal variation of the chemical composition of sardine. Contrções Inst. oceanogr. Univ. S Paulo. sér. Tecnol., (6):1-8.
- JONES, A. N. 1970. A study of salmonid populations of the River Teify and tributaires near Tegraron. J. Fish Biol., 2(2):190.
- KRAMER, C. Y. 1956. Extension of multiple range tests to group means with unequal numbers of replications. Biometrics, 12(3):307-310.
- LARRAÑETA, M. G. & LÓPEZ, J. 1957. The growth of the Castelon coast sardine (*Sardina pilchardus* Walb.). Proc. tech. Pap. gen. Fish. Coun. Mediterr., (4):101-108.
- LASKARIDIS, C. 1948. Study of the biology of the sardine (*Clupea pilchardus* Walb.) in greek waters. Praktika ell. 'udrobiol. Inst., 2(1): 83-87.
- LE CREN, E. D. 1951. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). J. Anim. Ecol., 20(2):201-219.
- LE GALL, J. 1930. Contribution à l'étude de la sardine des côtes françaises de la Manche et de l'Atlantique. 29 partie: la sardine des côtes de Bretagne. Revue Trav. Off. Pêch. marit., 3(1):57-58.
- LEIM, A. H. 1957. Fatness of herring in Canadian Atlantic waters. Bull. Fish. Res. Bd Can., (111):177-184.
- LEME, R. A. da S. 1958. Curso de estatística. São Paulo, Escola Politécnica, vol. 2, (mimeo).
- LOZANO, F. 1948. Notas sobre la biologia y biometria de la parrocha o sardina joven de Vigo. Boln Inst. esp. Oceanogr., (6).
- MACGREGOR, J. S. 1957. Fecundity of the Pacific sardine (*Sardinops caerulea*). Fishery Bull. Fish Wildl. Serv. U.S., 57:427-499.

- MACGREGOR, J. S. 1959. Relation between fish condition and population size in the sardine (*Sardinops caerulea*). Fishery Bull. Fish Wildl. Serv. U.S., 60(166):215-230.
- MARTIN, W. R. 1949. The mechanics of environmental control of body form in fishes. Publs Ont. Fish. Res. Lab., 70:1-91.
- MATSUURA, Y. 1971. A study of the life history of Brazilian sardines, *Sardinella aurita*. I. Distribution and abundance of sardine eggs in the region of Ilha Grande, Rio de Janeiro. Bolm Inst. oceanogr., S Paulo, 20(1):33-60.
- MONTES, M. L. A. de 1953. Notas sobre a alimentação de alevinos de sardinha verdadeira - *Sardinella aurita* Cuv. & Val. Bolm Inst. oceanogr., S Paulo, 6(1/2):161-180.
- MORAES, M. N. de 1963. Observações sobre a biologia da sardinha e sua captura ao longo da costa sul do Brasil de 1959-1961. Bolm Ind. anim., n.s., 21(único):3-16.
- MUZINIC, R. 1954. Contribution à l'étude de l'oecologie de la sardine (*Sardina pilchardus* Walb.) dans l'Adriatique orientale. Acta adriat., 5(10):73-79.
- 1973. Migrations of adult sardines in the Central Adriatic. Neth. J. Sea Res., 7:19-30.
- NAGABHUSHANAM, A. K. 1964. On the biology of the whiting, *Gadus merlangus*, in Manx Waters. J. mar. biol. Ass. U. K., 44:192-193.
- NAVARRO, F. de P. 1927. Estudios sobre los clupeideos de Baleares. 2. La alaxta (*Sardinella aurita* C. y V.). Notas Resúm. Inst. esp. Oceanogr., série II, (21):9-14.
- NAVAZ, J. M. & NAVARRO, F. de P. 1952. Nuevas observaciones sobre la sardina del Golfo de Viscaya (1951) y consideraciones sobre la estadística de pesca. Boln Inst. esp. Oceanogr., (54):7-10.
- NIKOLSKII, G. V. 1969. Theory of fish population dynamics as the biological background for rational exploitation and management of fishery resources. Edinburg, Oliver & Boyd, p. 68-86.
- NOMURA, H. 1962. Length-weight tables of some fish species from Southern Brazil. Contrções Inst. oceanogr. Univ. S Paulo, série Oceanogr. biol., (2):1-4.
- OLIVER, M. 1951. La sardina de la costa noroeste española en 1948 y 1949 (Estudo biométrico e biológico). Boln Inst. esp. Oceanogr., (42):1-12.
- & NAVARRO, F. de P. 1952a. Nuevos datos sobre la sardina de Vigo. Boln Inst. esp. Oceanogr., (56):25-39.

- OLIVER, M. & NAVARRO, F. de P. 1952b. La alacha y lasardina de Baleares. Investigaciones en 1950 y 1951. Boln Inst. esp. Oceanogr., (58): 1-49.
- PHILLIPS, J. B. 1964. Life history studies on ten species of rockfish (Genus *Sebastes*). Fish Bull. Calif., (126):5-70.
- PLANAS, A. & VIVES, C. 1952. Contribución al estudio de la sardina (*Sardina pilchardus* Walb.) del levante español (sectores de Vinaroz e Islas Columbretes). Publnes Inst. Biol. apl., Barcelona, 10:36-37.
- RAMALHO, A. 1936. Variation du poids moyen de la sardine. Trav. Stn Biol. marit. Lisb., (36):1-2.
- RICHARDSON, I. D. & SADOWSKI, V. 1960. Note on the sampling of sardine (*Sardinella allecia*) at Cananéia, State of São Paulo, Brazil. Bolm Inst. oceanogr., S Paulo, 6(1):87-97.
- ; VAZZOLER, G.; FARIA, A. de & MORAES, M. N. de 1959. Report on sardine investigations in Brazil. F. A. O. Experience paper, (13):1051-1079.
- RUDAKOVA, V. A. 1959. Data on the food of the Atlantic herring. Spec. scient. Rep. U. S. Fish Wildl. Serv., Fisheries, (327):140-165.
- SANTOS, E. P. dos & FRANTZEN, F. M. 1965. Growth of sardines - quantitative aspects. Anais Acad. bras. Cienc., 37(supl.):360-362.
- SAVITZ, J. 1969. Effects of temperature and body weight on endogenous nitrogen excretion in the bluegill sunfish (*Lepomis macrochirus*). J. Fish. Res. Bd Can., 26(7):1813-1816.
- SCHAEFFER, M. B. 1952. Comparison of yellowfin tuna of Hawaiian waters and of the American west coast. Fish Bull. Calif., (72):358-359.
- SKRIVANIC, A. & ZAVODNIC, D. 1973. Migrations of the sardine (*Sardina pilchardus*) in relation to hydrographical condition of the Adriatic Sea. Neth. J. Sea Res., 7:7-18.
- SKUD, B. E. 1955. Length-weight relationship in migrating fry of pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*) in Saskin Creek, Little Port Walter, Alaska. Copeia, (3):204-207.
- TALWAR, P. K. 1962. A contribution to the biology of the halfbeak, *Hyporhamphus georgii* (Cuv. & Val.) (Hemirhamphidae). Indian J. Fish, sect. A, 9(1):190-192.
- THOMAS, J. C. 1968. Management of the white seabass (*Cynoscion nobilis*) in California waters. Fish Bull. Calif., (142):19-21.
- TREMEL, E. 1967. Relatório das atividades do Centro de Pesquisas de Pesca apresentado ao Acordo de Pesca - 1966. Florianópolis, Centro de Pesquisas de Pesca. 20 p.

- TREMEL, E.; FRANTZEN, F. M. & JONSSON, S. 1965. Relatório sobre o estudo da sardinha em Santa Catarina, durante o ano de 1964. Florianópolis, Centro de Pesquisas de Pesca, 22 p.
- & JONSSON, S. 1965. Relatório à SUDEPE das viagens de estudo da sardinha no Estado de Santa Catarina no período de junho-julho de 1964. Projeto Sardinha SUDEPE 5012/63. Florianópolis, Centro de Pesquisas de Pesca, 20 p.
- VAL, M. J. del; COSTA, R. L.; MOLINS, L. R. & BESADA, R. 1962. Variaciones estacionales en la composición de la sardina mediterranea y atlantica. Boln Inst. esp. Oceanogr., (107):1-12.
- VANSTONE, W. E. & MARKET, J. R. 1968. Some morphological and biochemical changes in coho salmon, *Oncorhynchus kisutch* during parr smolt transformation. J. Fish. Res. Bd Can., 25(11):2403-2418.
- VAZZOLER, A. E. A. de M. 1962. Sobre a primeira maturação sexual e destruição de peixes imaturos. Bolm Inst. oceanogr., S Paulo, 12(2):5-38.
- 1971. Diversificação fisiológica e morfológica de *Micropogon furnieri* (Desmarest, 1822) ao sul de Cabo Frio, Brasil. Bolm Inst. oceanogr., S Paulo, 20(2):1-70.
- & ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. D. B. 1976. *Sardinella brasiliensis*: tipo de desova, fecundidade e potencial reprodutivo relativo. I. Área entre 23°40'S e 24°20'S, Brasil. Bolm Inst. oceanogr., S Paulo, 25(1):131-155.
- & VAZZOLER, G. 1965. Relation between condition factor and several development in *Sardinella aurita* (Cuv. & Val., 1847). Anais Acad. bras. Cienc., 37(supl.):353-359.
- WATANABE, K. 1963. Variations in chemical composition in some commercial fishes from the south of Brazil. Bull. Jap. Soc. scient. Fish., 29(5):469-474.
- WEATHERLEY, A. H. 1972. Growth and ecology of fish population. London, Academic Press, p. 75-80.
- WOOD, R. J. 1958. Fat cycles of North Sea herring. J. Cons. perm. int. Explor. Mer, 23(3):390-398.
- ZIJLSTRA, J. J. 1961. On the recruitment mechanism in the North Sea herring. I. C. E. S. Herring Symposium, Paper nº 29 (mimeo).

(Recebido em 29/julho/1975)