

## ESTUDO POPULACIONAL DO GOETE,

*Cynoscion petranus* (RIBEIRO, 1915) \*

(Recebido em 8/7/1968)

E. P. DOS SANTOS

Departamento de Biologia Geral da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da USP  
e Instituto Oceanográfico da USP

### SYNOPSIS

The population of goete, *Cynoscion petranus* (Ribeiro, 1915), commercial marine fish caught along the southern coast of Brazil (24°S — 26°S) presented from 1959 to 1962:

- 1) One main spawning per year.
- 2) Absence of morphometric polymorphism according to the relationship "maximum-girth/total length".
- 3) Aggregated distribution.
- 4) Absence of migration parallel to the coast.
- 5) Recruitment rate ..... 42% per year  
Natural mortality ..... 57% per year  
Total mortality ..... 44% per year
- 6) Mean size of the population ..... 5.10<sup>6</sup> individuals.
- 7) Overfishing.

### INTRODUÇÃO

O mar é freqüentemente imaginado como um manancial inesgotável de peixes, crustáceos, moluscos e outras fontes de alimento, e que para aumentar a produção de pescado, basta aumentar o tamanho das frotas de pesca ou o poder de captura dos barcos.

Infelizmente, como a realidade é outra, esta crença levou muitas indústrias de pesca à falência e, o que é mais grave ainda, muitas espécies marinhas foram dizimadas.

Antes de iniciar a exploração de uma determinada população natural, devemos ter em mente o seguinte raciocínio, embora simplista:

1) O tamanho de uma população (em número de indivíduos, biomassa etc.) depende das taxas de natalidade e de mortalidade (p. 29).

2) A exploração da população aumenta a taxa de mortalidade.

3) Se a taxa de mortalidade for maior que a de natalidade, o tamanho da população diminui com o tempo.

4) Essa diminuição pode acabar com a população ou, pelo menos, torná-la economicamente desinteressante.

Surge assim um dos grandes problemas, que a biologia populacional procura resolver.

"Qual a quantidade de indivíduos, que pode ser retirada de uma população, durante um certo espaço de tempo, sem que a taxa de mortalidade supere a de natalidade".

Como já havia observado MALTHUS, a maioria das populações naturais, dentro de espaço de tempo relativamente pequeno, encontra-se em equilíbrio (ou pelo menos tendendo para o equilíbrio), isto é, com a taxa de mortalidade igual à de natalidade, e conseqüentemente, qualquer aumento na taxa de mortalidade torna-a maior que a de natalidade. Esse aumento na mortalidade, entretanto, *pode* provocar um aumento na natalidade, de acordo com o seguinte raciocínio, também simplista:

1) A fecundidade de certas espécies é inversamente proporcional à densidade da população.

2) O aumento da taxa de mortalidade diminui a densidade da população, aumentando a fecundidade.

\* Tese de doutoramento apresentada à Cadeira de Biologia Geral da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo.

3) A taxa de natalidade depende do número de fêmeas desovando e da fecundidade de cada fêmea.

4) Se o aumento da fecundidade superar a diminuição do número de fêmeas, a taxa de natalidade aumentará. Se isto não acontecer, a exploração deprestará a população, "que poderá ou não voltar à situação inicial", se for protegida.

Portanto, é fundamental para a exploração racional de uma população natural, a determinação:

- 1) da taxa de natalidade;
- 2) da taxa de mortalidade;
- 3) do comportamento da população sob um aumento na taxa de mortalidade;
- 4) da dependência entre o tempo (esforço), em que o aparelho de captura (ou sistema de coleta) agiu sobre a população e a taxa de mortalidade imposta por esse aparelho, durante esse tempo; e
- 5) da dependência entre a quantidade capturada e o esforço aplicado.

A primeira dependência citada acima (4), permite-nos estabelecer o tempo necessário da ação do aparelho, para produzir uma determinada taxa de mortalidade, e a segunda dependência (5), permite-nos prever, qual será a captura para um determinado tempo de ação do aparelho.

O presente trabalho teve por finalidade fazer os estudos acima mencionados, na população (ou populações) de goete, *Cynoscion petranus* (RIBEIRO, 1915), peixe marinho comestível capturado na costa sul do Brasil. É um cieniídeo de cor cinza-prateada, atingindo comprimento total máximo de, aproximadamente, 30 cm (SANTOS, 1963), que recebe algumas vezes as denominações populares "pescada" e "pescadinha".

É capturado principalmente pelos barcos de pesca da frota de Santos, denominados "trawlers de parelha médios". Cada parelha é constituída de dois barcos, que arrastam uma rede no fundo do mar.

Para que tenhamos uma idéia da importância comercial do goete, podemos dizer que ocupa o quarto lugar entre as espécies de peixes mais capturadas pela frota:

	captura média anual em ton (1959-66)
sardinha, <i>Sardinella allecia</i> (RAFINESQUE,	
1810) .....	7.500
pescada-foguete, <i>Macrodon ancylodon</i> (BLOCH,	
1801) .....	3.500
corvina, <i>Micropogon furnieri</i> (DESMAREST,	
1822) .....	1.200
goete, <i>Cynoscion petranus</i> (RIBEIRO, 1915) ..	800

e que a cotação máxima de venda pelos atacadistas no CEASA (Centro Estadual do Abastecimento S. A.), segundo o jornal "O Estado de São Paulo" de 13 de

fevereiro de 1968, foi de: para a pescada-foguete, NCr\$ 1,50 (o kg); corvina e goete, NCr\$ 0,60; e sardinha, NCr\$ 0,12.

## MATERIAL E MÉTODO

No Entreposto de Pesca de Santos, em colaboração com o Instituto de Pesca Marítima da Secretaria da Agricultura e com o Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, obtivemos no período 1959-62, as seguintes informações:

1) Cada parelha da frota de pesca de Santos saía do Entreposto e passava alguns dias pescando num local qualquer, dentro da região 24°S a 26°S (da Ilha de São Sebastião até o Estado de Paraná), até uma distância máxima de 6 milhas da costa. Ao voltar para o Entreposto, o responsável pela pesca fornecia as seguintes informações: a quantidade total (em kg) capturada de goete, o local em que foi feita a captura e durante quantas horas a rede foi arrastada (esforço).

2) Periódicamente conseguíamos de uma desas parelhas, uma amostra casual, contendo cerca de 300 indivíduos, os quais foram medidos, do focinho à extremidade da nadadeira caudal (comprimento total), em unidades de meio centímetro.

3) Dêses 300 peixes, retirávamos uma sub-amostra retangular (mesmo número de indivíduos por classe de comprimento), com cerca de 30 peixes. Medíamos o comprimento total e o perímetro maior, também em unidades de meio centímetro, pesávamos (em g) e reconhecíamos o sexo, através de uma análise macroscópica das gônadas, de cada espécime.

O número de indivíduos amostrado dependeu da boa vontade dos pescadores e não de um delineamento experimental prévio, como é de se desejar, pois não contávamos com verbas para a compra dos mesmos, mas apesar disto, o número foi suficiente para as conclusões apresentadas, como mostram as aderências entre os modelos matemáticos e os dados empíricos.

Este trabalho está dividido em etapas. Essas etapas foram dispostas em uma determinada ordem, segundo uma sistematização nossa. Cada etapa é pré-requisito para a que segue, dando a seqüência do "delineamento experimental". Nós acreditamos que essa disposição das etapas facilita a exposição do assunto e o raciocínio.

Cada etapa apresenta o objeto de estudo, o método, os resultados, uma discussão, e recebe um nome, que nem sempre é o mais comum na literatura, mas é o que melhor indica as relações entre os vários estudos efetuados, segundo nossa opinião.

Os métodos (alguns já tradicionais, outros elaborados por nós) basicamente consistem de análises quantitativas, utilizando modelos matemáticos analíticos e simulados com o computador eletrônico digital IBM-1620, do Centro de Computação Eletrônica do Instituto de Pesquisas Matemáticas da Universidade de São Paulo.

Como estes estudos são pouco conhecidos no Brasil, apesar da grande importância teórica e aplicada, preocupamo-nos em tornar a redação deste trabalho, a mais didática possível, e evitamos em muitos casos, o rigorismo formal matemático, visando facilitar a leitura, para não-matemáticos.

Foi dada atenção especial à metodologia.

### ESTÁTICA DA POPULAÇÃO

Os "estudos populacionais" devem ser feitos em duas etapas. A primeira, denominada "estática da população", procura determinar, num dado instante, os diferentes tipos de indivíduos existentes na população, como estão distribuídos e qual a quantidade. A segunda, denominada "dinâmica da população", procura determinar as variações, em função do tempo, na quantidade e distribuição desses indivíduos.

#### A) Caracterização da População

O primeiro grande problema que surge, ao iniciarmos um estudo populacional, é saber se um conjunto de indivíduos, de um determinado local, constitui uma população, isto é, se há ou não barreira ao fluxo gênico, ou ainda, se os indivíduos estão relacionados por laços reprodutivos e limitados no espaço por fatores extrínsecos.

Infelizmente, neste trabalho, não temos meios para estudar o fluxo gênico, mas as semelhanças morfológicas entre os indivíduos e a continuidade dos locais de captura sugerem a existência de uma única população, na área amostrada.

*Nota:* A hipótese de população única será refutada posteriormente.

#### B) Estrutura da População

Uma vez caracterizada a população, embora hipoteticamente, o passo seguinte, visando ainda a estática da população, é o estudo da estrutura da população, compreendendo: o estudo da estrutura qualitativa (composição qualitativa), da espacial (distribuição) e da quantitativa (composição quantitativa), nesta ordem, pois não podemos determinar como os indivíduos se distribuem, sem antes determinarmos os tipos de indivíduos existentes na população e qual a quantidade, sem saber como estão distribuídos.

##### "Estrutura Qualitativa"

Nesta etapa, procuramos determinar a *composição* da população, isto é, a existência de grupos (classes) de indivíduos com características diferentes.

A primeira característica analisada foi a idade, fundamental para a continuação destes estudos.

*Composição etária* — A reprodução de uma população pode ser classificada em:

I — Homogeneamente contínua — quando a quantidade de indivíduos, que nasce, é constante no tempo.

II — Heterogeneamente contínua — quando a quantidade varia aleatoriamente, ou segundo uma lei de formação (matemática), mas nunca é nula.

III — Descontínua — quando o nascimento se dá apenas em certas épocas, periódicas ou aleatórias do ano.

TABELA I — Distribuição de freqüência de comprimento para sexos separados, nas amostras reunidas trimestralmente ( $\bar{L}_i$  = valor médio da classe *i* de comprimento, em cm).

Trimestre	I		II		III		IV		I		II		I		II		I	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
16,25	0	0	3	2	1	1	8	4	1	1	0	0	21	7	5	22	0	0
17,25	3	3	12	6	3	3	56	34	23	8	8	8	32	39	6	50	4	4
18,25	21	11	20	27	17	4	102	65	31	63	10	20	48	96	51	59	11	22
19,25	99	49	130	86	38	8	150	164	76	97	29	29	138	138	90	108	59	20
20,25	134	100	260	202	44	17	257	214	154	154	97	49	219	170	133	133	79	57
21,25	33	133	286	229	87	58	359	314	42	426	106	53	119	186	167	167	111	89
22,25	58	58	114	170	193	64	518	288	226	426	111	147	99	114	133	266	151	50
23,25	103	78	93	93	109	72	327	283	393	164	112	196	62	100	208	152	131	56
24,25	56	111	89	89	35	35	259	173	119	176	177	50	40	120	258	59	84	50
25,25	95	71	35	70	20	30	131	101	158	58	46	68	63	28	125	50	65	37
26,25	65	65	33	22	27	21	89	48	67	29	47	23	33	11	164	24	46	23
27,25	24	48	10	20	25	8	36	30	16	16	21	11	7	7	26	66	7	20
28,25	31	15	6	6	10	21	5	26	3	7	5	5	2	2	3	3	3	8
29,25	7	14	3	3	8	8	3	7	3	3	2	2	0	0	1	1	1	1
30,25	2	2	0	0	3	3	1	1	2	2	0	0	0	0	0	0	1	1

Em uma reprodução do tipo III, os indivíduos que nascem numa mesma época, constituem uma classe "natural" de idade (ou etária).

Se uma reprodução do tipo II fôr mais intensa em determinadas épocas do ano, podemos dizer que os indivíduos, que nascem nessas épocas, também constituem classes naturais de idade.

Para determinar o tipo de reprodução do goete, com os dados que possuíamos, elaboramos a seguinte análise:

1) Como foi dito na p. 18 (2), durante o período de estudo, obtivemos o comprimento total dos indivíduos, de sexos desconhecidos, de várias amostras. Reunimos êsses dados trimestralmente e, em cada trimestre, determinamos a distribuição de frequência (absoluta) de comprimento (machos mais fêmeas), isto é, o número total de indivíduos por classe (1 cm) de comprimento, existentes nas amostras.

2) Entretanto, estávamos interessado na distribuição de frequência de comprimento para "sexos separados", e para isto, utilizamos as sub-amostras mencionadas na p. 18 (3), fazendo o seguinte raciocínio:

Seja  $c_i$  o número de indivíduos (machos mais fêmeas), da classe  $i$  de comprimento, obtido anteriormente.

Seja  $n_{i\sigma}$  e  $n_{i\varphi}$  o número de machos e de fêmeas, da classe  $i$  de comprimento, nas sub-amostras também reunidas trimestralmente.

Embora a sub-amostra não fôsse casual para o comprimento, ela o era para o sexo, permitindo-nos escrever:

$$c_{i\sigma} = \frac{n_{i\sigma}}{n_{i\sigma} + n_{i\varphi}} c_i \quad c_{i\varphi} = \frac{n_{i\varphi}}{n_{i\sigma} + n_{i\varphi}} c_i$$

onde:  $c_{i\sigma}$  e  $c_{i\varphi}$  = número de machos e de fêmeas, da classe  $i$  de comprimento, nas amostras (casuais) reunidas trimestralmente.

O conjunto dos  $c_{i\sigma}$  e dos  $c_{i\varphi}$  constituem a distribuição de frequência de comprimento dos machos e das fêmeas (Tab. I).

3) Lançando essas distribuições de frequência de comprimento (Tab. I) em gráfico (um exemplo na Fig. 1), podemos notar a existência de modas, as quais podem ter origem casual, ou serem resultantes da existência de classes naturais de idade.

Lançando essas modas em gráfico (Fig. 2), notamos um crescimento (uma dependência) em função do tempo, o que sugere tratar-se de classes naturais de idade, pois se a origem fôsse casual, teríamos um conjunto de pontos distribuídos ao acaso no gráfico.

Nota: Decompuzemos a distribuição de comprimento (machos mais fêmeas) em distribuição para machos e para fêmeas, separadamente, para evitar as complicações que surgem, quando os dois sexos têm crescimento diferente, como acontece com o goete (SANTOS, 1963).

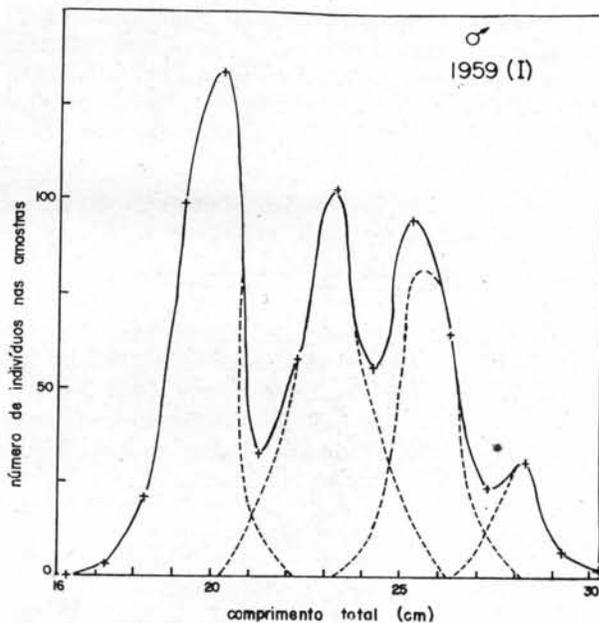


Fig. 1 — Distribuição de frequência de comprimento, para machos, nas amostras coletadas no primeiro trimestre de 1959, e a decomposição segundo PETERSEN (PARRISH, 1956).

4) Em seguida, elaboramos um método, que permite determinar a periodicidade do aparecimento das classes naturais de idade, isto é, da época de reprodução, ou pelo menos, da época em que a reprodução é mais intensa.

Segundo von BERTALANFFY (BEVERTON & HOLT, 1957), os indivíduos de uma classe de idade, em média, crescem (SANTOS *et al.*, 1964; SANTOS & FRANTZEN, 1965; YAMAGUTI & SANTOS, 1966) segundo a expressão:

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

onde:  $L_t$  = comprimento médio dos indivíduos, com idade  $t$ .

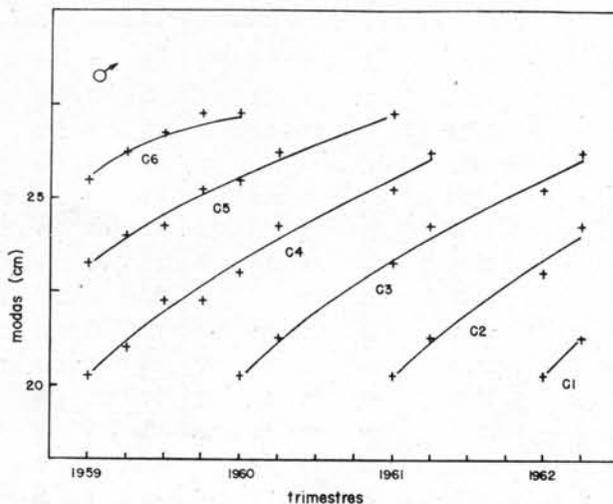


Fig. 2 — Modas nas amostras trimestrais, para machos, e a curva de von BERTALANFFY "generalizada" ajustada (C1 = classe 1 de idade, etc.)

A fim de verificar se a referida expressão é válida para o goete, utilizamos a transformação de FORD-WALFORD (RICKER, 1958), isto é, para a idade  $t + 1$  teremos:

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

de (1) e (2) resulta  $L_{t+1} = f(L_t)$

$$L_{t+1} = L_{\infty} (1 - e^{-k}) + e^{-k} L_t \quad (3)$$

Há, portanto, uma dependência linear entre  $L_{t+1}$  e  $L_t$ , isto é, se lançarmos em um gráfico o comprimento de um indivíduo com idade  $t$ , contra o comprimento do mesmo indivíduo ou de um outro da mesma população, com idade  $t + 1$ , para diferentes  $t$ , teremos uma linha reta.

Na Figura 3, lançamos cada moda de um trimestre ( $t$ ), contra a moda maior, mais próxima do trimestre seguinte ( $t + 1$ ), resultando uma dependência estatística linear, como em (3), o que sugere ser a expressão válida para o goete.

Em seguida, generalizamos (1) para todas as classes de idade da população, resultando:

$$L_{tI} = L_{\infty} [1 - e^{-k(t + I\Delta t - t_0)}] \quad (4)$$

onde:  $L_{tI}$  = comprimento médio dos indivíduos no tempo  $t$ , pertencentes à classe  $I$  de idade.  $\Delta t$  = intervalo de tempo entre duas classes de idade.

De (4) teremos:

$$\ln \left( \frac{L_{\infty} - L_{tI}}{L_{\infty}} \right) = -k(t + I\Delta t - t_0)$$

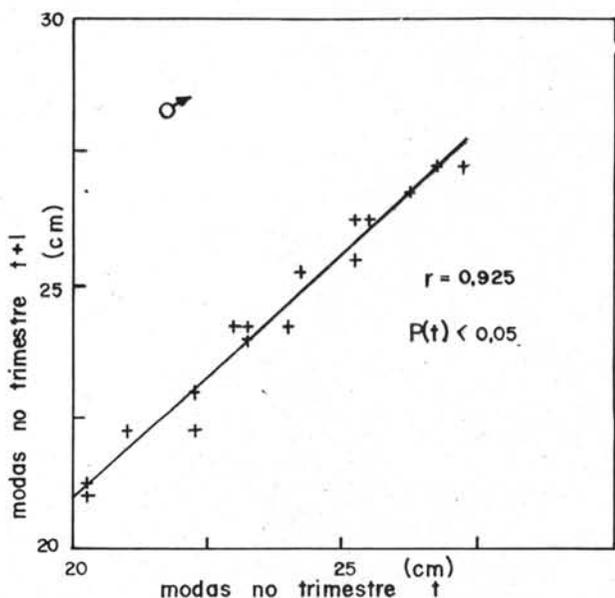


Fig. 3 — Modas, para machos, de um trimestre, contra a moda mais próxima no trimestre seguinte ( $r$  = estimativa do coeficiente de correlação linear de PEARSON e o teste  $t$  de STUDENT para  $H_0: \rho = 0$ ).

onde, estimando  $L_{\infty}$  a partir de (3) e dos dados da Figura 3 (regressão linear), e fazendo a unidade de tempo ( $t$ ) igual a 1 ano, pelo método dos mínimos quadrados, resulta:

$$\text{macho } \Delta t = -1,002 \cong 1 \text{ ano}$$

$$\text{fêmea } = -0,928 \cong 1 \text{ ano}$$

isto é, as classes naturais de idade surgem uma vez por ano.

Concluindo, a população de goete desova, pelo menos com maior intensidade, uma vez por ano, o que é muito importante, pois u'a maneira de proteger um pouco uma população de peixes, de uma pesca predatória, é proibir a pesca, durante a época de desova, pelo menos nos locais onde se dá essa desova.

Cada desova dá origem a uma classe natural de idade, o que simplifica, consideravelmente, a continuação destes estudos, como veremos nas etapas seguintes.

*Composição polimórfica* — Em uma população os indivíduos podem apresentar diferentes características morfológicas e fisiológicas, devido à existência de polimorfismo genético, assim como do sexual e o devido às fases de desenvolvimento.

Nêste trabalho, preocupamo-nos apenas em detectar polimorfismo (genético) morfométrico, e uma única análise foi feita.

Lançamos em gráfico (Fig. 4), os dados de perímetro maior e comprimento total de cada indivíduo, de todas as sub-amostras (p. 18). Como podemos observar, existe "dependência" entre as duas variáveis, isto é, os pontos não se distribuem caoticamente no gráfico.

Uma dependência será "simples" (Fig. 5A), se existir um único conjunto de pontos, e "múltipla" (Fig. 5B), se existirem vários.

A dependência múltipla sugere a existência de polimorfismo, relacionado com os caracteres analisados, enquanto que a simples, não.

Quando os conjunto estão muito próximos (Fig. 5c), uma simples análise visual do gráfico não nos permite determinar o tipo de dependência, e nêste caso, podemos usar o seguinte método:

- 1) Tomamos os valôres da ordenada, pertencentes a um pequeno intervalo da abscissa (condicionamento de variável).
- 2) Agrupamos êsses valôres em classes, resultando uma distribuição de freqüência.
- 3) Se a distribuição fôr unimodal, a dependência será simples, e se polimodal, será múltipla.

Êste método, entretanto, só pode ser usado, quando a quantidade de pontos fôr grande, pois só utiliza uma pequena parcela do total. O aumento do tamanho do intervalo da abscissa, dificulta a observação das modas. Por isso, elaboramos um procedimento (método do rebatimento), que faz a determinação do tipo de dependência, usando todos os pontos.

*Método do Rebatimento*

1) Inicialmente, determinamos a expressão matemática (especificação de funções) da curva, que passa (ajusta) por entre os pontos da Figura 4.

Sendo válida para o goete (p. 21) a expressão de von BERTALANFFY, podemos escrever:

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

$$L = L'_\infty \left[ 1 - e^{-k'(t-t_0)} \right]$$

onde:  $L_t$  = comprimento total;  $L'_t$  = perímetro maior;  $t$  = idade.

Pondo  $L'_t$  em função de  $L_t$  resulta:

$$L'_t = L'_\infty \left[ 1 - \left( 1 - \frac{L_t}{L_\infty} \right)^{\frac{k'}{k}} \right] \quad (5)$$

Estimando  $L_\infty$  e  $k$ , a partir de (3), e os demais parâmetros, através de várias tentativas, com o computador eletrônico citado, até tornar mínima a variância ( $s^2$ ) sobre a curva, resultou a Figura 4B com  $s^2 = 0,338$ .

Entretanto, na literatura, a expressão alométrica  $y = ax^b$  (6), é a mais usada em estudos morfométricos,

em nosso caso:  $y$  = perímetro maior;  $x$  = comprimento total.

Com os dados da Figura 4, estimamos  $a$  e  $b$  de (6), pelo método dos mínimos quadrados, após uma transformação logarítmica. A fim de verificar se essa transformação alterou em demasia as estimativas, empregamos um segundo método de estimação, que consistiu em determinar, também através de várias tentativas com o computador, o valor de  $a$  e  $b$ , que torna mínima a variância ( $s^2$ ) sobre a curva, resultando a Figura 4A e:

	transformação logarítmica	variância mínima
$a$	0,391	0,392
$b$	1,10	1,10
$s^2$	0,338	0,338

Os métodos da transformação logarítmica e da variância mínima, como podemos notar pelos resultados são equivalentes, assim como as expressões (5) e (6), como mostra a Figura 4 e a igualdade de  $s^2$ .

Continuamos o estudo usando a expressão (6) e o método da transformação logarítmica, devido à maior simplicidade. 2) Fazendo  $a = xy^{-b}$ , para um determinado valor de  $b$ , cada ponto da Figura 4 dá um valor de  $a$ , e com os diferentes valores de  $a$ , obtidos com todos os pontos da Figura 4, agrupados em classes, resulta a "Distribuição de Frequência de  $a$  - DFa" (Fig. 4c).

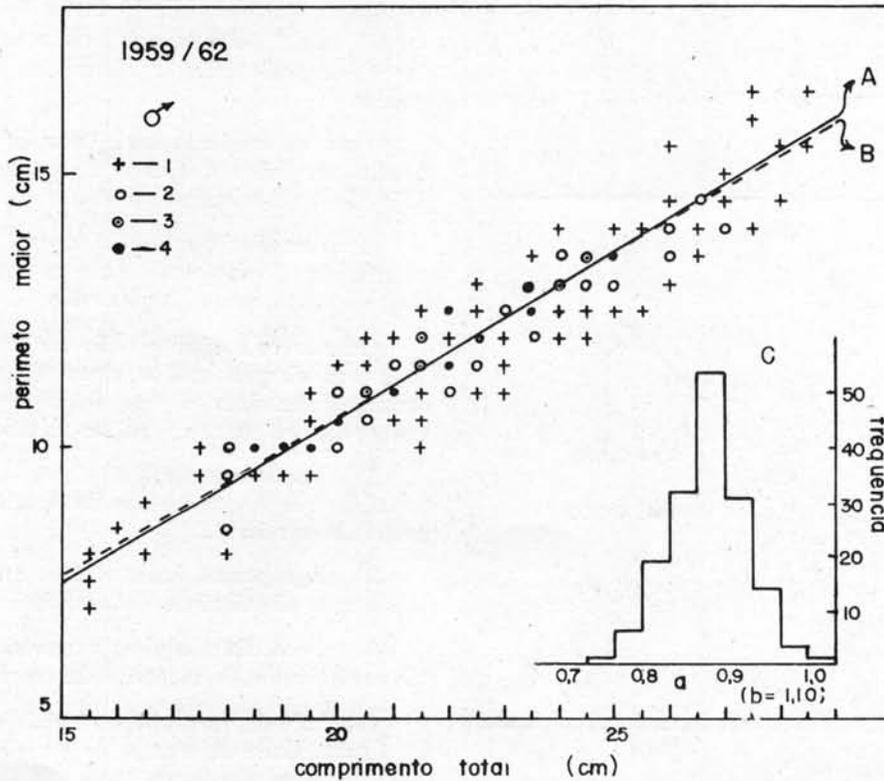


Fig. 4 — Dependência entre perímetro maior e comprimento total, as curvas (A)  $y = ax^b$  e (B)  $y = c [ 1 - ( 1 - \frac{x}{d} )^k ]$  ajustadas, e o histograma (C) "Distribuição de Frequência de  $a$ ".

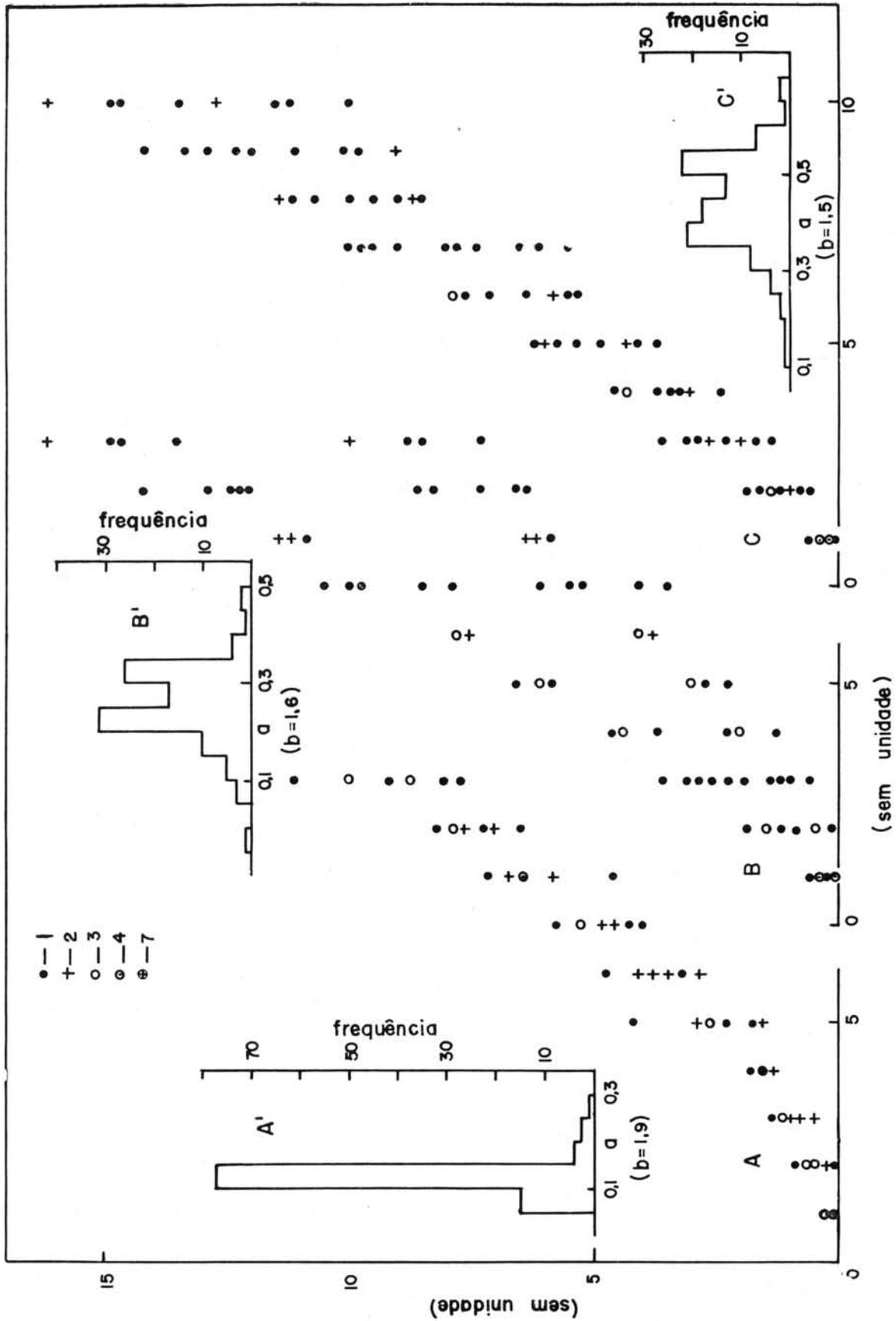


Fig. 5 — Pontos gerados com um computador eletrônico, usando a expressão  $Y = ax^b + xz - \frac{1}{2}$ , onde  $z$  é uma variável aleatória normal, e as respectivas distribuições de frequência de  $a$  (DFa).

Para determinarmos as características da DFa, em caso de dependência simples e múltipla, geramos os pontos da Figura 5, como o computador, usando a expressão:

$$y = ax^b + xz - \frac{x}{2}$$

onde:  $z$  = variável aleatória normaliforme (Apêndice).

A Figura 5A (dependência simples) foi determinada fazendo  $a=0,124$  e  $b=1,872$ , resultando uma DFa unimodal (Fig. 5A'). A Figura 5B (dependência múltipla observável graficamente) foi determinada fazendo  $a_1=0,124$ ,  $b_1=1,872$ ,  $a_2=0,534$  e  $b_2=1,460$ , resultando uma DFa bimodal (Fig. 5B'). A Figura 5c (dependência múltipla não observável graficamente) foi determinada fazendo  $a_1=0,543$ ,  $b_1=1,460$ ,  $a_2=0,300$  e  $b_2=1,600$ , resultando uma DFa bimodal (Fig. 5c').

Portanto, DFa unimodal é característica de dependência simples e polimodal, de múltipla, observável ou não graficamente.

"A Figura 4c, sendo unimodal, sugere a inexistência de polimorfismo morfométrico, nos dados analisados de perímetro maior e comprimento total".

Concluindo, a inexistência de polimorfismo corrobora a hipótese da possível existência de uma única população na área, embora a existência não a refute.

Quanto ao dimorfismo sexual, temos a dizer, que a morfologia externa do goete não permite o reconhecimento do sexo, embora a fêmea seja maior que o macho, para uma mesma idade (SANTOS, 1963). Em relação ao polimorfismo de desenvolvimento, resultante de metamorfose, nada foi feito.

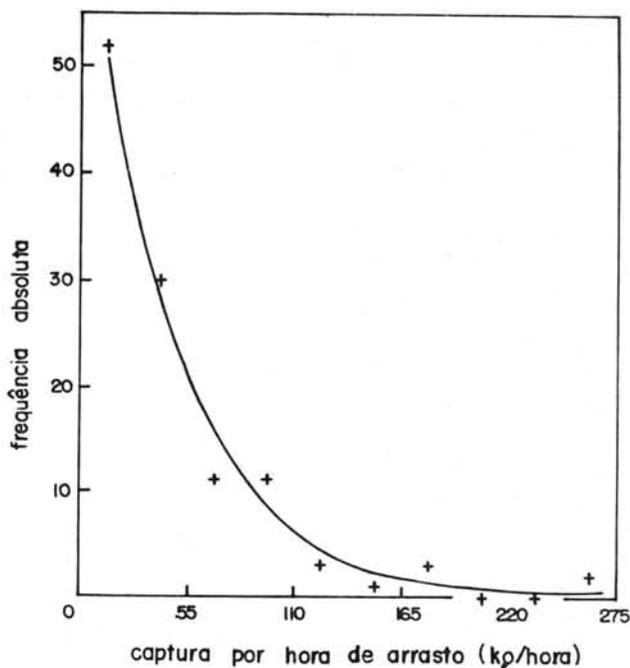


Fig. 6 — Distribuição de frequência (DF) da captura (em kg) por hora de arrasto, dos trawls de parelha médios, durante o primeiro trimestre de 1959.

## "Estrutura Espacial"

Nesta etapa procuramos determinar como a população se distribui, na região em que vive (MORISITA, 1959).

O goete é capturado desde a Ilha de São Sebastião (24°S), até o Estado do Paraná (26°S). Como a captura é feita com rêdes, que operam no fundo do mar, em profundidades de até 50 m, não é possível determinar a região total, nem a profundidade real, em que vive a população.

Segundo SANTOS (1968 b) podemos determinar o tipo de distribuição de uma população, com o seguinte método:

- 1) Delimitamos, por um processo qualquer, sub-regiões, com um determinado formato, dispostas ao acaso, dentro da região em que a população vive.
- 2) Determinamos o número de indivíduos, existentes dentro dessas sub-regiões.
- 3) Agrupando êsses números em classes, observados em diferentes sub-regiões, resulta uma distribuição de frequência (DF).

Como podemos observar na Figura 3 de SANTOS (1968 b), tipos diferentes de distribuições de população apresentam DF diferentes. Assim, se a DF (empírica) de uma população e uma DF simulada tiverem o mesmo padrão, a população deverá apresentar distribuição equivalente à que deu origem à DF simulada.

Para aplicar êste método na população de goete, inicialmente precisamos mostrar, que a quantidade capturada de indivíduos (em número ou pêso total), durante um certo tempo de arrasto, é um dado equivalente ao número de indivíduos existentes em sub-regiões, dispostas ao acaso, dentro da região em que a população vive.

Para uma rêde de arrasto:

$$V = al \quad e \quad l = jt$$

onde:  $V$  = volume de água filtrada pela rêde,

$a$  = área da bôca da rêde,

$l$  = distância percorrida pela rêde,

$j$  = velocidade de arrasto,

$t$  = tempo de arrasto.

Para nós, um indivíduo, que se encontra em  $V$ , está efetivamente disponível à rêde, quando fora de  $V$ , porém em uma região, que pode ser atingida pela rêde, está potencialmente disponível, e quando em uma região, que não pode ser atingida, não está disponível.

Seja  $n$ , o número de indivíduos efetivamente disponível e  $n'$ , o número capturado.

Se  $n' \neq n$ , alguns indivíduos podem ter evitado (evitação) a captura ou, uma vez capturados, podem ter escapado (escape) da rêde.

Para peixes, cujo perímetro maior é maior que o perímetro da malha da rede (sem escape), supondo a evitação inexistente, ou pelo menos não diferencial, para os vários tamanhos de indivíduos efetivamente disponíveis, podemos escrever:

$$n' \propto n \quad (\propto = \text{proporcional})$$

$$d = \frac{n}{V} \propto \frac{n'}{V} = \frac{n'}{ajt} = \frac{1}{aj} \frac{n'}{t}$$

onde: d = número de indivíduos por unidade de volume (densidade).

E para a e j constantes temos:

$$d \propto \frac{n'}{t}$$

isto é, a densidade é proporcional ao número (n') de indivíduos capturado durante um certo tempo (t) de arrasto.

Fazendo  $\bar{p}$  = peso médio individual, podemos escrever:

$$d \propto \frac{\bar{p} n'}{t}$$

isto é, a densidade é proporcional à quantidade, em peso ( $\bar{p}n'$ ), capturada durante um certo tempo (t) de arrasto.

Para  $n' = en$  temos  $e =$  eficiência da captura.

Podemos agora aplicar o método citado, na população de goete, lembrando que a pesca no Brasil deve ser feita ao acaso.

Sendo de 16 cm, o menor comprimento observado nos nossos dados (Tab. I), correspondendo a um perímetro maior médio de 8 cm (Fig. 4), e 7 cm o perímetro médio das malhas das redes utilizadas pela frota de pesca em estudo (RICHARDSON & SANTOS, 1962), podemos desprezar o efeito do escape em nossas amostras.

Segundo foi dito na p. 18 (1), obtivemos, de cada parelha, a quantidade total (em kg) capturada ( $\bar{p}n'$ ) e o tempo (t), em que a rede foi arrastada. Dividindo  $\bar{p}n'/t$  ( $\propto d$ ), agrupando em classes e lançando em gráfico, resultou uma DF (Fig. 6), a qual tem o mesmo padrão da Figura 3BII de SANTOS (1968 b), sugerindo ter a população de goete, distribuição agregada (com cardumes), e o tamanho dos agregados deve ser menor, que a distância percorrida pela rede, durante o arrasto ( $\cong 10$  milhas náuticas).

Segundo o Dr. P. E. VANZOLINI, a existência de cardumes serve de barreira ao fluxo gênico, refutando a hipótese da existência de uma única população.

A técnica de simulação apresentada anteriormente (p. 24) impõe a condição: "Todas as sub-regiões devem encontrar-se dentro da região". Este fato produz erros como mostra a Figura 7. A curva B deveria coincidir com a A.

A Figura 7 foi obtida com os diagramas de bloco FC III e IV da Figura 1 de SANTOS (1968 b), a partir de um conjunto de N pontos e da eliminação sucessiva dos pontos abrangidos em cada coleta.

#### "Estrutura Quantitativa"

No estudo da estrutura qualitativa, determinamos a existência de classes naturais de idade. Aqui, procuramos determinar o número de indivíduos, pertencentes a estas classes, existente, ou pelo menos proporcional ao existente na população.

Inicialmente, na impossibilidade de determinar o tamanho da população, nesta etapa do estudo, procuramos determinar um valor proporcional a esse tamanho.

TABELA II — Quantidade (em kg) média mensal capturada por hora de arrasto, em duas sub-regiões. A primeira linha corresponde ao mês de janeiro e assim sucessivamente.

1959		1960		1961	
24-25°S	25-26°S	24-25°S	25-26°S	24-25°S	25-26°S
79,32	36,11	33,05	16,53	30,55	19,20
34,66	34,61	10,85	19,41	9,58	13,67
32,49	34,44	14,40	20,67	12,95	13,45
28,16	20,99	11,97	17,61	8,24	7,58
14,10	16,94	6,12	9,10	5,70	5,69
8,21	7,48	3,38	4,65	6,84	8,00
6,64	5,58	2,98	1,98	4,54	2,33
0,94	2,82	1,29	2,24	4,24	4,56
3,55	1,12	0,90	1,80	11,72	10,35
14,13	0,94	9,27	1,66	12,46	6,52
18,77	12,18	14,99	14,13	27,95	22,69
17,22	19,36	29,64	17,40	13,56	17,16

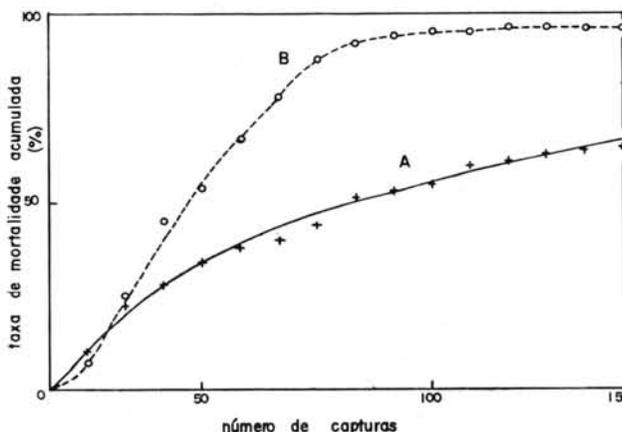


Fig. 7 — O número de capturas e a taxa de mortalidade acumulada, que essas capturas impuseram em duas populações simuladas, com distribuições diferentes (A = casual e B = agregada).

U'a modificação no número de indivíduos de uma população pode variar:

I — o tamanho da região ocupada, permanecendo constante a densidade média da população;

II — a densidade média, permanecendo constante o tamanho da região;

III — a densidade média e o tamanho da região.

Para uma população do tipo II ou III, podemos ter:

$$\bar{D} \propto N$$

onde:  $\bar{D}$  = densidade média da população;

$N$  = número de indivíduos da população.

Em minha tese de mestrado (SANTOS, 1968 a), mostramos simuladamente, com os diagramas de bloco (FC) da Figura 1 de SANTOS (1968 b), que:

$$\bar{d} \propto \bar{D}$$

onde:  $\bar{d}$  = média da DF (p. 24).

Como:

$$d \propto \bar{p} \frac{n^2}{t} = H \text{ (p. 25)}$$

teremos:

$$\bar{d} \propto \bar{H} \quad \bar{H} \propto N$$

isto é, a quantidade "média" (em pêso) capturada durante um certo tempo de arrasto, numa época do ano, é proporcional ao tamanho médio da população, nessa época (Tab. II).

Em seguida, procuramos determinar nas amostras reunidas trimestralmente (p. 11), quantos indivíduos existiam (sexos separados), por classe de idade.

Como as modas das "Distribuições de Freqüência de Comprimento" (Tab. I), indicam classes naturais de idade, podemos aplicar o método de PETERSEN (PARRISH, 1956), isto é:

1) Lançamos em gráfico os dados da Tabela I (Fig. 1).

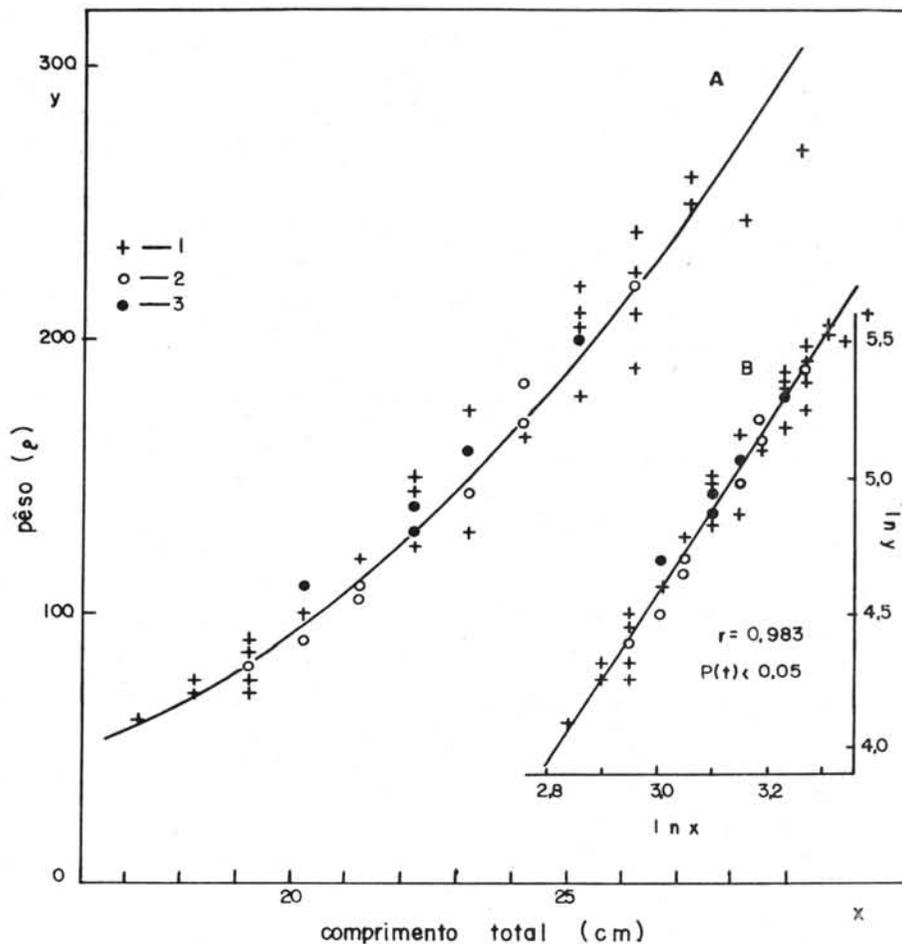


Fig. 8 — A: Dependência pêso/comprimento total, para machos, em sub-amostras do primeiro trimestre de 1962, B: transformação logaritmica ( $r$  = estimativa do coeficiente de correlação linear de PEARSON e o teste  $t$  de STUDENT para  $H_0: \rho = 0$ ).

2) Traçamos curvas "normaliformes" (com aspecto de curva normal), tendo por moda, as modas observadas (como mostra a figura), e cuja soma deve ser igual à distribuição de freqüência. Cada curva corresponde a uma classe de idade. 3) Somando as freqüências delimitadas pelas curvas normaliformes, separadamente, resulta o número aproximado de indivíduos pertencentes a cada classe de idade, nas amostras.

Em terceiro lugar, procuramos determinar o pêso total das amostras reunidas trimestralmente.

Como foi dito na p. 18 (3), obtivemos o pêso e o comprimento total de cada indivíduo das sub-amostras, e lançamos em gráfico (Fig. 8A).

A expressão:

$$W = aL^b$$

onde: W = pêso médio individual para o comprimento total L, tem sido usada para estabelecer dependência entre essas duas variáveis, e é válida para o goete, como mostra a Figura 8B, pois:

$$\log W = \log a + b \log L$$

isto é, a dependência entre logW e logL é linear.

Em cada trimestre (Tab. III), estimamos os valores de a e b, pelo método dos mínimos quadrados, após a transformação logarítmica acima, pois este método e o (p. 22) da variância mínima ( $s^2$ ), apresentaram para os dados da Figura 8, praticamente os mesmos resultados:

	transformação logarítmica	variância mínima
a	0,00794	0,00790
b	3,13	3,13
$s^2$	159,8	159,5

O pêso total (P) das amostras reunidas trimestralmente é dada pela expressão:

$$P = \sum_{i=1}^{15} c_i a \bar{L}_i^b$$

onde:  $c_i$  = freqüência da Tabela I, machos mais fêmeas, pois não há dimorfismo sexual (SANTOS, 1963), neste caso;

$\bar{L}_i$  = valor médio da classe i de comprimento (Tab. I).

Finalmente, podemos escrever:

$$G_i = \frac{\bar{H}}{P} g_i$$

onde:  $G_i$  = número de indivíduos, pertencente à classe i de idade, proporcional ao existente na população;

$g_i$  = número de indivíduos, pertencente à classe i de idade, nas amostras reunidas trimestralmente;

H = (p. 26).

A Tabela IV, apresenta o número médio de indivíduos (machos mais fêmeas), por classe de idade, capturado em 10 horas de arrasto, trimestralmente. Estes números devem ser proporcionais (mesma proporção para todos), aos números médios, trimestrais, existentes na população.

Com estas informações, podemos fazer o estudo da dinâmica da população, em nosso caso, o principal.

#### DINÂMICA DA POPULAÇÃO

Como foi visto na p. 19, este estudo consiste na determinação das variações em função do tempo, na distribuição (dinâmica espacial) e na quantidade (dinâmica quantitativa) dos indivíduos de uma população.

TABELA III — Estimativas trimestrais de a e b da expressão  $W = aL^b$ , onde W = pêso médio individual para o comprimento total L, e do coeficiente (r) de correlação linear de PEARSON (para a transformação logarítmica). Em todos os casos  $P < 0,05$  para o teste t de STUDENT, com  $H_0: \rho = 0$ .

Trimestre	a		b		r		
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	
1959	I	0,0189	0,00820	2,86	3,09	0,946	0,973
	II	0,0114	0,00829	3,02	3,12	0,979	0,981
	III	0,00746	0,00936	3,15	3,08	0,967	0,985
	IV	0,0127	0,00400	2,96	3,32	0,966	0,971
1960	I	0,00873	0,0117	3,09	3,00	0,960	0,954
	II	0,00885	0,0129	3,09	2,98	0,979	0,972
1961	I	0,00922	0,00726	3,08	3,14	0,952	0,929
	II	0,00525	0,00798	3,27	3,12	0,966	0,973
1962	I	0,00794	0,0217	3,13	2,81	0,978	0,991

### A) Dinâmica Espacial

Este é o primeiro estudo, que deve ser feito nesta etapa, pois se iniciássemos pela "dinâmica quantitativa", confundiríamos mortalidade com emigração e natalidade com imigração.

Para nós, o estudo da variação da distribuição, em função do tempo (aspecto dinâmico da estrutura espacial), é sinônimo de estudo das migrações.

Classificamos as migrações em:

I — Migração direcional, quando os indivíduos de uma população se deslocam de uma região para outra.

II — Migração dispersiva, quando se espalham em uma região, aumentando ou diminuindo o tamanho da região ocupada.

III — Migração caótica, quando se deslocam ao acaso, dentro da região ocupada pela população.

A fim de determinar possível existência de migração direcional, ao longo da costa, dividimos a região estudada em duas sub-regiões: de 24°S a 25°S e de 25°S a 26°S.

Determinamos em cada sub-região, a quantidade (em pêso) média mensal capturada por hora de arrasto (Tab. II), que é proporcional à densidade média mensal da população, nas sub-regiões (p. 26).

Lançamos em gráfico (Fig. 9), os dados da Tabela II. Se houvesse migração de uma sub-região para a outra, deveríamos observar, numa determinada época do ano, densidade maior em uma das sub-regiões. Essa densidade iria diminuindo e conseqüentemente aumentando a da outra sub-região e de-

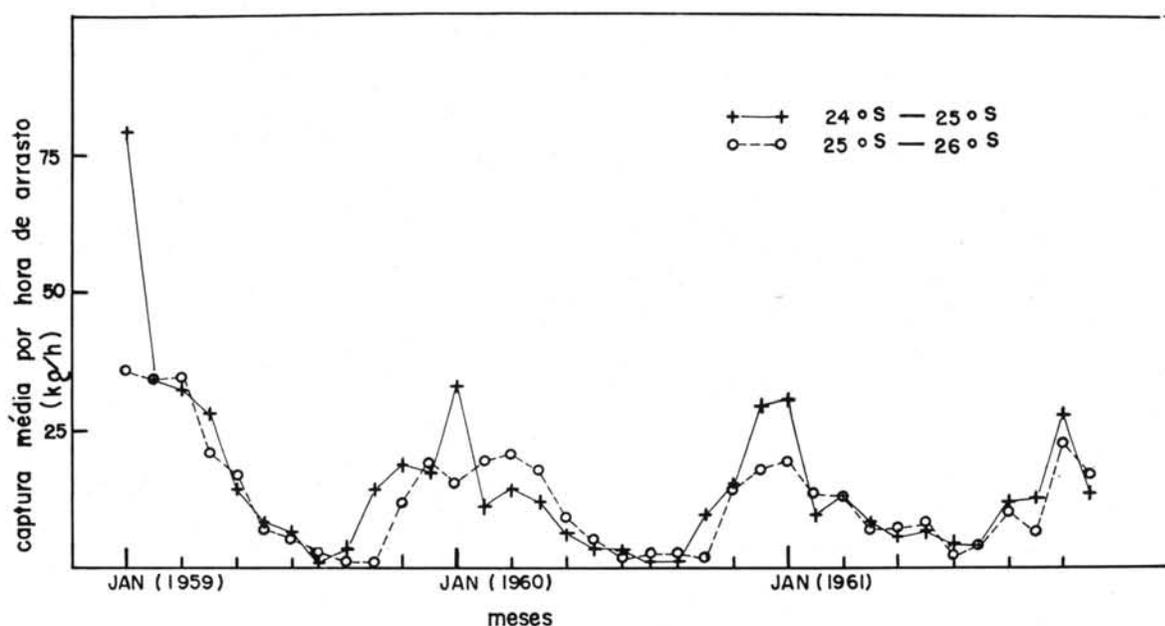


Fig. 9 — Médias mensais da captura (em kg) por hora de arrasto, nas duas sub-regiões em que foi dividida a região estudada.

TABELA IV — Números médios de indivíduos (machos mais fêmeas), por classe de idade (C1, C2, ...) capturados em 10 horas de arrasto, por trimestre.

Ano	1959				1960		1961		1962
	I	II	III	IV	I	II	I	II	I
C1									206
C2							1097	329	198
C3			14	365	637	386	272	125	81
C4	1311	1092	194	739	419	219	106	79	
C5	1122	171	27	124	97	40			
C6	693	43	26	14					

pois haveria o movimento contrário. Isto produziria uma variação periódica na densidade, defasadamente nas duas sub-regiões (SANTOS & YAMAGUTI, 1965; VAZZOLER & SANTOS, 1965).

Como não observamos êsse defasamento na Figura 9, podemos concluir a inexistência dêsse tipo de migração.

Podemos notar, entretanto, uma variação periódica na densidade (em fase, nas duas sub-regiões), a qual ocorre mesmo nas classes isoladas de idade (Fig. 10) C4 e C5 (com mais de três anos de idade — SANTOS, 1963), e que só pode ser explicada pela existência de migração direcional para fora da costa, ou/e dispersiva, as quais poderiam ter as seguintes explicações:

Examinando macroscopicamente as gônadas, para o reconhecimento do sexo, verificamos, que elas se encontram “maduras” (em, ou prontas para a desova), aproximadamente, de novembro a fevereiro, época em que observamos (Fig. 9) maior densidade. Poderia, portanto, haver migração para perto da costa (onde muitos peixes desovam) para a reprodução, e para fora da costa, para a nutrição.

Observamos nas amostras analisadas, embora sem dados suficientes para uma conclusão definitiva, uma certa estratificação na distribuição da população, isto é, os jovens vivendo mais próximos da costa, que os adultos.

Concluindo, se fôsse necessária uma proteção da população, a maneira mais eficaz seria a proibição da pesca, de novembro a fevereiro, aproximadamente, devido à desova e à maior aproximação da costa, tornando-se mais disponível (p. 24). Durante o resto do ano, a pesca deveria ser restrita, somente aos locais onde os adultos vivem.

### B) Dinâmica Quantitativa

A variação do tamanho da população (aspecto dinâmico da estrutura quantitativa), pode ser descrita através de dois parâmetros, constantes ou variáveis em função do tempo: a taxa de natalidade e a de mortalidade.

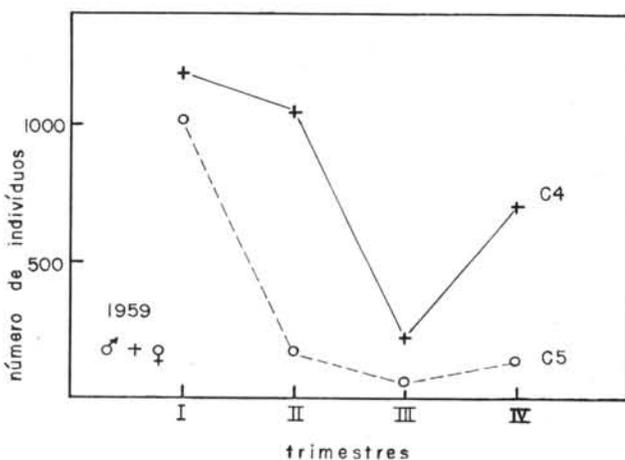


Fig. 10 — Médias trimestrais, em 1959, do número de indivíduos (machos mais fêmeas), das classes de idade C4 e C5, capturado em 10 horas de arrasto.

Taxa de “natalidade” é o número de indivíduos que nasce, de “mortalidade”, que morre na população e de “recrutamento”, que entra para a população disponível (p. 24), em todos os casos, dividido pelo número de indivíduos existente na população.

Em muitas situações, taxa de recrutamento é sinônimo de taxa de natalidade, em nosso caso, entretanto, são completamente distintas, pois os alevinos são planctônicos, só mais tarde, quando “jovens”, é que passam a ser nectônicos, e se tornam disponíveis aos aparelhos de captura.

A taxa de natalidade, além de ser de difícil estimação, não apresenta interesse imediato aos nossos estudos, basta a taxa de recrutamento.

Se a taxa de recrutamento fôr maior que a de mortalidade, a população estará aumentando de tamanho, se igual, em equilíbrio, se menor, em declínio.

Analisando a Tabela IV, podemos observar, no primeiro e segundo trimestre de cada ano, a existência de três classes naturais de idade. À primeira dessas classes, com maior número de indivíduos, denominamos “classe recruta”, pois é constituída de indivíduos (com mais de três anos de idade), que estão entrando para a população disponível aos aparelhos de captura; ela dará a segunda classe do ano seguinte, a terceira do outro, e assim sucessivamente. A soma das três classes será proporcional ao tamanho médio da população no trimestre (p. 30). A diferença (Tab. V) entre a soma das três classes de um ano, em um trimestre e a soma das duas últimas classes, no mesmo trimestre do ano seguinte, é proporcional ao número total anual de indivíduos, que morre devido a causas naturais (mortalidade natural) e à pesca (mortalidade por pesca).

“A Tabela 5 mostra haver uma taxa de recrutamento anual, em média de 42%, que não compensou a taxa de mortalidade total (natural mais pesca) de 76%, resultando uma diminuição no tamanho da população, de 34% ao ano (Fig. 11)”.

Segundo BEVERTON & HOLT (1959):

$$M_n = 1 - e^{-2,5k}$$

onde:  $M_n$  = taxa de mortalidade natural;

$k$  = 0,343 (média para machos e fêmeas) parâmetro da expressão de von BERTALANFFY (p. 21), estimado por SANTOS (1963).

TABELA V — Número de indivíduos (machos mais fêmeas), agrupados em classe recruta e demais, capturado em 10 horas de arrasto, no primeiro e segundo trimestre de cada ano e as taxas de recrutamento, mortalidade e decréscimo da população (\* indicação das operações).

trimestre	I				II		
ano	1959	1960	1961	1962	1959	1960	1961
classe recruta	1311	637	1097	206	1092	386	329
demais classes	1815	516	378	279	214	259	204
total	3126	1153	1475	485	1306	645	533
taxa de:							média
recrutamento		*	0,95	0,14	0,30	0,51	0,42
mortalidade	-0,20						
total	-0,83		0,67	0,81	0,80	0,68	0,76
decréscimo da população	-0,63		-0,28	0,67	0,51	0,17	0,34

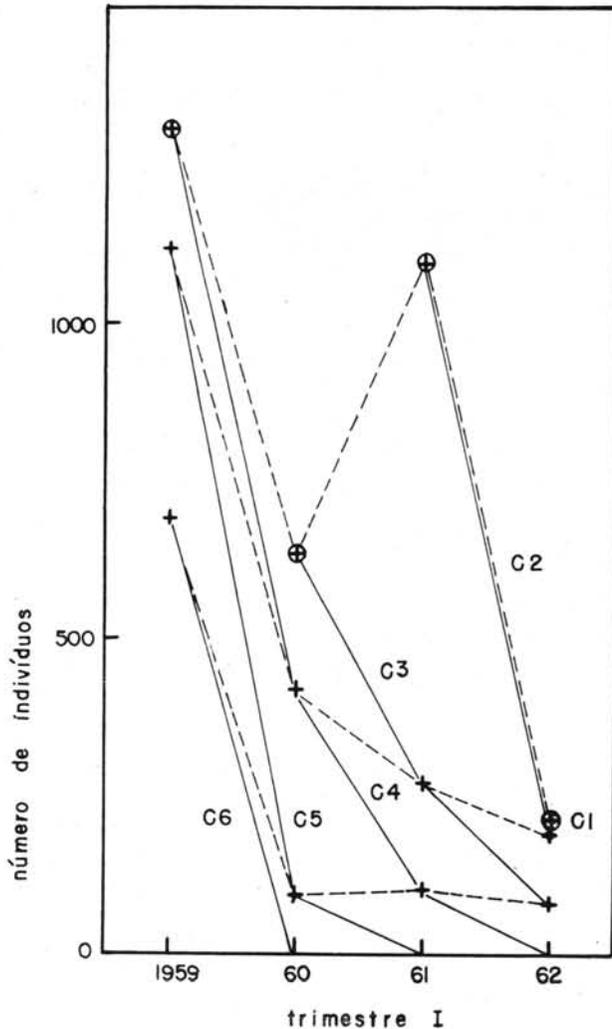


Fig. 11 — Número de indivíduos (machos mais fêmeas), por classe de idade, capturado em 10 horas de arrasto, no primeiro trimestre de cada ano (\* classes recrutas).

Na impossibilidade de verificar se a referida expressão é válida para o goete, nós a aceitamos hipoteticamente resultando:  $Mn = 57\%$ .

Para estimarmos a taxa de mortalidade por pesca ( $Mp$ ), a partir de  $Mn$  e da taxa de mortalidade total ( $Mt$ ), é necessário fazer o seguinte raciocínio:

1) As taxas de mortalidade por pesca, natural e total, medem a probabilidade, que os indivíduos da população têm, de ser capturado, de ter morte natural, e de morrer (pesca mais natural), respectivamente.

2) Como ser capturado ou ter morte natural são eventos independentes, porém mutuamente não exclusivos, teremos:

$$Mt = Mn + Mp - Mn Mp \text{ (RICKER, 1958)}$$

portanto:  $Mp = 44\%$

Tendo sido capturado, em média, cerca de  $2 \cdot 10^6$  indivíduos por ano (quantidade total anual em peso

dividido pelo peso médio individual), segundo a mortalidade por pesca (número de indivíduos capturado, dividido pelo número total de indivíduos existente na população), a população disponível deveria ter, em média,  $5 \cdot 10^6$  indivíduos, durante o período de estudo.

Na Figura 12, tentamos estabelecer dependência entre a taxa de mortalidade total, a quantidade total anual capturada (ton) e o número total anual de horas de arrasto. Infelizmente, o número insuficiente de pontos não permitiu tirar conclusão alguma.

Concluindo, o tamanho da população disponível de goete, segundo as estimativas apresentadas, diminuiu no período estudado, devido à pesca, principalmente. As classes recrutas, em vez de compensarem esse declínio, diminuíram também (Fig. 11), de  $28\%$  ao ano, em média.

#### CONCLUSÕES GERAIS

A população de goete, disponível aos "trawlers de parrelha médios" da frota de pesca de Santos, capturada na costa sul do Brasil ( $24^\circ S$  a  $26^\circ S$ ), durante o período de estudo (1959-62), apresentou as seguintes características:

- 1) Desova, pelo menos com maior intensidade, uma vez por ano, dando origem à classes naturais de idade.
- 2) Inexistência de polimorfismo morfométrico, para a relação perímetro maior/comprimento total.
- 3) Distribuição agregada em cardumes com diâmetros menores que 10 milhas náuticas.
- 4) Migração dispersiva ou direcional para fora da costa, mas não ao longo da costa.

- |                                     |                            |
|-------------------------------------|----------------------------|
|                                     | ao ano                     |
| 5) Taxa de recrutamento .....       | 42%                        |
| Taxa de mortalidade natural .....   | 57%                        |
| Taxa de mortalidade por pesca ..... | 44%                        |
| Diminuição no tamanho da população  | 34%                        |
| Diminuição na classe recruta .....  | 28%                        |
| Tamanho média da população          | $5 \cdot 10^6$ indivíduos. |

Infelizmente, a quantidade insuficiente de dados (Fig. 12) não permitiu determinar as dependências citadas na p. 18.

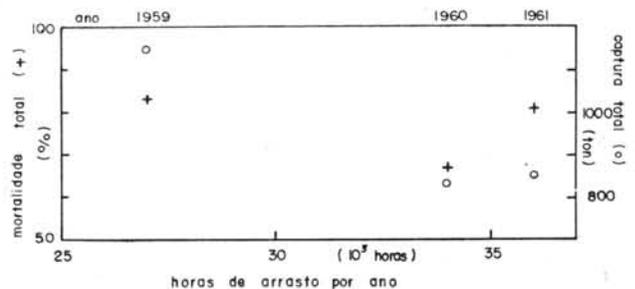


Fig. 12 — Dependência entre a taxa de mortalidade total anual, a captura total anual e o número de horas de arrasto, que a frota aplicou anualmente na população.

A população foi, portanto, depredada pela pesca (durante o período de estudo), e como não apresentou a propriedade (p. 18) de compensar o aumento na mortalidade, com um aumento na natalidade, pois a classe recruta diminuiu também, poderá desaparecer, ou pelo menos tornar-se economicamente desinteressante.

Ela só poderá ser explorada racionalmente, como uma população natural, se ao interditar-mos a pesca, seu tamanho voltar ao normal.

A proibição da pesca, durante a época de desova, diminuirá a taxa de mortalidade por pesca, podendo aumentar a taxa de recrutamento, atenuando a diminuição no tamanho da população.

#### AGRADECIMENTOS

Este trabalho é dedicado à minha esposa. Meus sinceros agradecimentos: ao Prof. Dr. A. B. da Cunha — meu orientador, ao Prof. Dr. C. Pavan — D. Diretor do Dept.º de Biologia Geral da F.F.C.L. da USP, à Prof.ª Dr.ª M. Vannucci — D. Diretora do Instituto Oceanográfico da USP, ao Prof. Dr. V. W. Setzer — D. Diretor do Centro de Computação Eletrônica do IPM da USP, ao Dr. I. D. Richardson — meu primeiro orientador, ao Sr. G. S. Neiva — do Instituto de Pesca Marítima da Secretaria da Agricultura, às Sr.ªs M. Garrido, T. Picard, I. Jorge e H. Bacalá — pelas figuras e datilografia, e aos pescadores santistas.

#### REFERÊNCIAS

BEVERTON, R. J. H. & HOLT, S. J.  
1957. On the dynamics of exploited fish populations. *Fishery Invest.*, Lond., ser. 2, vol. 19.  
1959. A review of the lifespans and mortality rates of fish in nature, and their relation to growth and other physical characteristics. *In*: Wolstenholme, G.E.W. & O'Connor, M., ed. — *The lifespan of animals*. Ciba Found. Colloq. on Ageing, 5, p. 142-177.

MORISITA, M.  
1959. Measuring of the dispersion of individuals and analysis of the distributional patterns. *Mem. Fac. Sci. Kyushu Univ.*, ser. E (Biol.), vol. 2, n.º 4, p. 215-235.  
PARRISH, B. B.  
1956. The cod, haddock, and hake. *In*: Graham, M., ed. — *Sea fisheries, their investigation in the United Kingdom*. London, Arnold, p. 487.  
RICHARDSON, I. D. & SANTOS, E. P. dos  
1962. Note on the selectivity of meshes used by the Santos fishing fleet. *Bolm Inst. oceanogr. S Paulo*, vol. 12, n.º 1, p. 33-52.  
RICKER, W. E.  
1958. Handbook of computations for biological statistics of fish population. *Bull. Fish. Res. Bd Can.*, n.º 119.  
SANTOS, E. P. dos  
1963. Growth of goete: quantitative aspects. *Bolm Inst. oceanogr. S Paulo*, vol. 13, n.º 1, p. 185-190.  
1968a. Distribuições populacionais. *Bolm Inst. oceanogr. S Paulo*, vol. 17, n.º 1, p. 1-15.  
1968b. Populational distribution I: The simulation. *Mar. Biol.*, vol. 1, n.º 4, p. 348-350.  
SANTOS, E. P. dos, COSTA, R. S. da & MOURA, S. J. C. de  
1964. Growth of the spiny lobster, *Panulirus argus* (Latr.): quantitative aspects. *Archos Est. Biol. mar. Univ. Ceará*, vol. 4, n.º 2, p. 41-44.  
SANTOS, E. P. dos & FRANTZEN, F. M.  
1965. Growth of sardines: quantitative aspects. *Anais Acad. bras. Ciênc.*, vol. 37, supl., p. 360-362.  
SANTOS, E. P. dos & YAMAGUTI, N.  
1965. Migração da pescada-foguete, *Macrodon ancylodon*. *Bolm Inst. oceanogr. S Paulo*, vol. 14, n.º 1, p. 129-133.  
VAZZOLER, A. E. A. de M. & SANTOS, E. P. dos  
1965. Migração da corvina, *Micropogon furnieri*, na costa sul do Brasil. *Bolm Inst. oceanogr. S Paulo*, vol. 14, n.º 1, p. 125-128.  
YAMAGUTI, N. & SANTOS, E. P. dos  
1966. Crescimento da pescada-foguete (*Macrodon ancylodon*): aspecto quantitativo. *Bolm Inst. oceanogr. S Paulo*, vol. 15, n.º 1, p. 75-78.