

CURVA DE CRESCIMENTO E PRIMEIRA MATURAÇÃO SEXUAL DO MANDI,  
*Pimelodus maculatus* Lac. 1803 (Pisces, Siluroidei)\*

N. A. FENERICH \*\*  
M. Y. NARAHARA \*\*  
H. M. GODINHO \*\*

ABSTRACT

The purpose of this paper is to establish a correlation between the next parameters, age and length, in order to attain the growth curve and to determine the length and age at the first sexual maturation of "mandi", *Pimelodus maculatus*.

The age was determined by the translucent rings present in the lapilli otoliths and it was observed that its formation is annual.

By fitting mean total lengths of age-groups defined by otolith analyses with the von Bertalanffy equation, it was found:

$$L_{\infty} = 56,5 \text{ cm; } k = 0,1938 \text{ to females}$$

$$L_{\infty} = 45,4 \text{ cm; } k = 0,2104 \text{ to males}$$

The first sexual maturation is attained at 18 and 19 cm in males and females, respectively, at the age of 1,5 and 2 years.

RESUMO

O objetivo do presente trabalho é estabelecer uma correlação entre os parâmetros idade e comprimento para obter a curva de crescimento e determinar o comprimento e a idade em que se inicia a maturação sexual do mandi, *Pimelodus maculatus*.

A idade foi determinada a partir de anéis translúcidos encontrados nos otolitos lapilli, sendo constatado que sua formação é anual.

Ajustando-se os comprimentos totais médios aos grupos de idade definidos pelo exame dos otolitos através da equação de von Bertalanffy, encontraram-se:

$$L_{\infty} = 56,5 \text{ cm; } k = 0,1938 \text{ para fêmeas}$$

$$L_{\infty} = 45,4 \text{ cm; } k = 0,2104 \text{ para machos}$$

A primeira maturação sexual se dá aos 18 e 19 cm, para machos e fêmeas, respectivamente, entre 1 ano e meio e 2 anos de idade.

\* — Trabalho financiado em parte pelo Convênio SUDEPE.

\*\* — Divisão de Pesca Interior — Instituto de Pesca.

## INTRODUÇÃO

Após estabelecer quatro estádios de maturação dos ovários da espécie e a curva de maturação dos mesmos (Godinho et alii 1974 a, b), procurou-se conhecer a idade e em que comprimento se inicia a maturação sexual do mandí, *Pimelodus maculatus*, para melhor definir seu ciclo reprodutivo.

Procurou-se constatar a existência de correlação entre os parâmetros comprimento total e idade, com a finalidade de se obter a curva de crescimento da espécie. O conhecimento adequado da idade de uma espécie é indispensável para solucionar certos problemas de biologia, tais como: longevidade, taxa de crescimento e idade da primeira maturação sexual.

O método frequentemente usado para a determinação de idade é a interpretação e contagem de zonas de crescimento que aparecem nas partes duras dos peixes (Tesch, 1968).

Segundo Nikolsky (1969), o início da primeira maturação sexual está relacionado, geralmente, com o alcance de um determinado comprimento do peixe.

Vazzoler (1962) estabeleceu o comprimento de primeira maturação sexual para quatro espécies marinhas, e salienta a importância deste estudo para preservação dos estoques.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Para o presente estudo foram utilizados exemplares coletados dos rios Jaguarí e Piracicaba, Estado de São Paulo, durante o período de maio de 1971 a abril de 1973.

Para obtenção de dados sobre comprimento total, foram medidos 1.375 indivíduos, da ponta do focinho à extremidade do lobo superior da nadadeira caudal, e agrupados em classes de 5 mm, sendo os de comprimentos intermediários incluídos na classe imediatamente inferior.

### a) Idade:

Os otolitos de 741 machos e 634 fêmeas, imersos em xilol, foram examinados sob um microscópio estereoscópico, usando-se foco de luz incidente. Um exame preliminar mostrou que entre os 3 pares de otolitos, lapillus, sagitta e asteriscus, descritos por Adams (1940), os primeiros apresentavam anéis translúcidos mais visíveis, portanto, a determinação de idade foi confiada a esta estrutura.

Para a leitura do número de anéis de crescimento seguiu-se o método utilizado por Jones e Hynes (1950).

A partir dos dados de comprimento total e número de anéis de crescimento, calcularam-se as médias bimestrais de comprimento, por classe de número de anéis (Tab. 1), que lançados em gráfico, forneceram indicações sobre a

época de formação dos mesmos (Fig. 1).

Considerando-se a época de reprodução, a de formação de anéis, o número de anéis de crescimento observados nos lapilli, e que (L-) representa o núcleo do otolito, (L) um anel translúcido e o sinal (+) uma zona opaca, tem-se:

- L- e L menos de 1 ano
- L+ e 2L ao redor de 1 ano
- 2L+ e 3L ao redor de 2 anos
- 3L+ e 4L ao redor de 3 anos
- 4L+ e 5L ao redor de 4 anos
- 5L+ e 6L ao redor de 5 anos

Para o cálculo da curva de crescimento, ajustou-se aos dados de comprimento total médio ( $\bar{L}_t$ ) e idade (t) (Tabs. II A, B), a expressão de von Bertalanffy, pelo método de Ford-Walford (Beverton & Holt, 1957) (Fig. 2, Tab. III A e Fig. 3).

Nessa expressão,

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

tem-se que:

- $\bar{L}_t$  = comprimento total na idade t;
- $L_{\infty}$  = comprimento assintótico;
- e = base do logarítmo neperiano;
- k = taxa de crescimento;
- $t_0$  = idade inicial.

Através do teste "t", testou-se os valores de b (Tab. III B) para machos e fêmeas a fim de verificar se existe ou não diferença significativa entre os sexos.

#### b) Início da primeira maturação sexual.

A determinação dos estádios gonadais foi feita segundo Nikolsky (1963) e Godinho et alii (1974a) para machos e fêmeas, respectivamente.

Com os dados de comprimento total e estágio gonadal, foram calculadas as frequências relativas de imaturos e maduros, por classes de comprimento.

Após serem lançados os comprimentos médios na abcissa e a frequência relativa de indivíduos maduros na ordenada, estabeleceu-se o ponto de intersecção de 50% (mediana) que representa o comprimento médio de início da primeira maturação sexual ( $\bar{L}_m$ ) (Tab. 4, Figs. 4 A, B), como descrito em Vazzoler (1962, 1971).

### RESULTADOS

#### a) Curva de crescimento:

Pela observação da distribuição bimestral de comprimento total médio ( $\bar{L}_t$ ) por classe de n.º de anéis de crescimento (Fig. 1), constatou-se que o anel forma-se anualmente, entre os bimestres maio-junho e julho-agosto.

Os resultados obtidos nas regressões  $\bar{L}_{t+1}$  e  $\bar{L}_t$  são apresentados na tabela III e figura 2. O fato de  $P > 0,05$  (Tab. III) para machos deve ser devido a não ocorrência, nas amostragens, de indivíduos com idade superior a 4 anos.

Os resultados obtidos foram:

$$L_t = 45,4 [1 - e^{-0,2104(t+0,61)}]$$

$$L_t = 56,5 [1 - e^{-0,1938(t+0,36)}]$$

respectivamente para machos e fêmeas.

As curvas de crescimento estão representadas na figura 3.

Não se constatou diferença significativa entre as taxas de crescimento de fêmeas e machos (Tab. III B).

#### b) Início da primeira maturação sexual:

Nas figuras 4 A e B, pode-se observar os comprimentos médios em que 50% dos machos e das fêmeas atingem a primeira maturação sexual.

As fêmeas maturam aos 19,0 cm de comprimento e os machos aos 18,0 cm, correspondendo a idades entre 1 ano e meio a 2 anos (Fig. 3).

### DISCUSSÃO

Nomura et al. (1972) estudaram o crescimento de *Pimelodus clarias* do rio Mogi-Guaçu utilizando 22 machos e 39 fêmeas e encontraram valores de  $L_{\infty}$  igual a 52,0 cm para ambos os sexos. Tais valores foram calculados com base em dois tipos de dados, considerados conjuntamente, leitura de n.º de anéis presentes nas vértebras e retro cálculo.

Comparando os dados obtidos para machos e fêmeas de *Pimelodus maculatus*, as fêmeas apresentaram longevidade e crescimento assintótico ( $L_{\infty}$ ) maiores, concordando com o observado para várias espécies de peixes e discutido em Vazzoler (1971). O teste de "t" não mostrou diferença significativa entre os valores de  $k$  para ambos os sexos, embora haja a considerar o fato já citado, da não ocorrência de machos acima de 4 anos que pode ter sido a causa de tal resultado. Mesmo não sendo significativamente diferente, o valor de  $k$  para os machos é mais elevado. Assim, verifica-se para esta espécie o constatado como regra geral, ou seja, organismos com taxa de crescimento mais elevada atingem comprimentos assintóticos menores e têm período de vida mais curto (Barlow, 1961; Ketchen, 1961, 1964; Quast, 1966; Vazzoler, 1971).

Os valores observados de comprimento e idade da primeira maturação sexual para *Pimelodus maculatus* foram aproximados para ambos os sexos. Silva (1973) encontrou comprimentos idênticos para o início da primeira maturação em machos e fêmeas de *Sprattus sprattus*. Godoy (1959) observou que os machos de curimatá, *Prochilodus scrofa*, alcançam a primeira maturação sexual aos 2 anos de idade com 24 cm de comprimento, e as fêmeas aos 3 anos com

31 cm. Vazzoler (1971), estudando *Micropogon furnieri*, observou que os machos e fêmeas atingem a maturação sexual em idades e comprimentos diferentes.

Beverton e Holt (1957) sugerem ainda que o  $L_{\infty}$  seja afetado por fatores ambientais, tais como suprimento alimentar e densidade populacional, enquanto  $k$  é genética e/ou fisiologicamente determinado.

Alm (1959) encontrou que longevidade e comprimento máximo atingido estão relacionados com tamanho e idade da primeira maturação. Entretanto Nikolsky (1969) mostrou que o início da maturação sexual está relacionado ao alcance de um comprimento definido e, também, que esta maturação independe da idade.

### CONCLUSÕES

1 — A formação do anel translúcido é anual, entre os bimestres maio-junho e julho-agosto;

2 — Não existe diferença significativa entre as taxas de crescimento de fêmeas e machos, apesar dos últimos apresentarem taxa um pouco mais elevada;

3 — O período de vida e o comprimento assintótico são maiores para as fêmeas;

4 — Machos e fêmeas atingem a primeira maturação sexual, respectivamente, aos 18,0 cm e 19,0 cm de comprimento, aproximadamente entre 1 ano e meio e 2 anos de idade.

### AGRADECIMENTOS

Somos gratas à Dra. Anna Emília A. de M. Vazzoler por sua colaboração. Agradecemos também ao Dr. José Maria Bramley Barker pela sua orientação.

### BIBLIOGRAFIA

- ADAMS, L. A. (1940) — Some characteristic otoliths of American Ostariophysi. *J. Morph.*, **66**(3): 497-527.
- ALM, G. (1959) — Connection between maturity, size and age in fishes. *Rep. Inst. Freshwater Res. Drottningholm*, **40**:1-145.
- BARLOW, G. W. (1961) — Causes and significance of morphological variation in fishes. *Syst. Zool.*, **10**(3): 105-117.
- BEVERTON, R. J. H. & HOLT, S. J. (1957) — On the dynamics of exploited fish populations. *Fishery Invest., Lond.* (2), 533p.
- GODINHO, H. M., BARKER J. M. B., FERRI S., MEDEIROS, L. O. (1974a) — Morphological changes in the ovary of *Pimelodus maculatus* Lac. 1803 (Pisces, Siluroidei) related to the reproductive cycle. *Rev. Bras. Biol.*, **34**(4).
- GODINHO, H. M., FENERICH, N. A., MARTINS, M. A. B., BARKER, J. M. B. (1974b) — Maturation curve of the ovary of *Pimelodus maculatus*. *Bol. Inst. Pesca*, **3**(1): 1-20.

- GODOY, M. P. (1959) — The age, growth, sexual maturity, behavior, migration, tagging and transplanted of the Curimbatá (*Prochilodus scrofa* Steindachner, 1881) of the Mogi-Guaçu River, São Paulo State, Brazil. **An. Acad. Brasil Cienc.**, **31**(3): 447-477.
- JONES, J. W. & HYNES, H. B. N. (1950) — The age and growth of *Gasterosteus aculeatus*, *Pygosteus pungitius* and *Spinachia vulgaris*, as shown by otoliths. **J. An. Ecol.**, **19**: 59-73.
- KETCHEN, K. S. (1961) — Observations on the ecology of the Pacific cod (*Gadus macrocephalus*) in Canadian Waters. **J. Fish. Res. Bd. Can.**, **18**(4): 513-558.
- KETCHEN, K. S. (1964) — Preliminary results of studies on growth and mortality of Pacific cod (*Gadus macrocephalus*) in Hecate Strait, British Columbia. **J. Fish. Res. Bd. Can.**, **21**(5): 1051-1067.
- NIKOLSKY, G. V. (1963) — **The ecology of fishes**. Ac. Press, London. 352 p.
- NIKOLSKY, G. V. (1969) — **Theory of fish population dynamics**. Ed. R. Jones Marine Lab. Dep. Agric. and Fishery for Scotland: 320 p.
- NOMURA, H.; POZZI, R. e MANREZA, F. A. (1972) — Caracteres merísticos e dados biológicos sobre o mandi-amarelo, *Pimelodus clarias* (Bloch, 1782) do rio Mogi-Guaçu (Pisces, Pimelodidae). **Rev. Brasil. Biol.**, **32**(1): 1-14.
- QUAST, J. C. (1966) — The Pacific cod Systematic relationships, biology and fisheries. **Bibl. Arctique et Antartique**, III. Premier Congress Inter. de l'Industrie Morutiédans l'Atlantique Nord, Rapport n.º 13.
- SILVA, S. S. de (1973) — Aspects of the reproductive biology of the sprat, *Sprattus sprattus* (L.) in inshore waters of the west coast of Scotland. **J. Fish Biol.**, **5**(6): 689-705.
- TESCH, F. W. (1968) — Age and growth in: **Methods for assessment of fish production in fresh waters**. Ed. W. E. RICKER, Oxford, Blackwell: 93-123.
- VAZZOLER, A. E. A. de M. (1962) — Sobre a primeira maturação sexual e destruição de peixes imaturos. **Bolm. Inst. oceanogr.**, **12**(2): 5-38.
- VAZZOLER, A. E. A. de M. (1971) — Diversificação fisiológica e morfológica de *Micropogon furnieri* (Desmarests, 1822) ao sul de Cabo Frio, Brasil. **Bolm. Inst. oceanogr.**, **20**(2): 1-70.

TABELA I — DADOS DE COMPRIMENTOS TOTAIS MÉDIOS ( $L_t$ , cm) BIMESTRAIS POR CLASSE DE N° DE ANÉIS, PARA *Pimelodus maculatus*.

N° de anéis	BIMESTRES											
	I—II		III—IV		V—VI		VII—VIII		IX—X		XI—XII	
	n	$\bar{L}_t$	n	$\bar{L}_t$	n	$\bar{L}_t$	n	$\bar{L}_t$	n	$\bar{L}_t$	n	$\bar{L}_t$
1	16	13,59	13	13,58	13	13,04	8	11,75	13	13,54	25	11,78
2	111	18,56	81	18,75	42	16,89	47	17,07	53	17,64	56	16,61
3	149	23,48	116	23,21	60	24,69	62	23,40	73	23,49	99	22,82
4	44	27,95	42	26,64	53	28,18	42	28,06	35	28,60	54	27,27
5	4	35,50	3	33,16	10	34,15	5	33,70	2	36,0	7	30,71
6	—	—	—	—	2	39,0	—	—	1	37,0	—	—
7	—	—	—	—	—	—	—	—	1	40,0	—	—

n = n° de indivíduos

CN

TABELA II — DADOS DE COMPRIMENTOS TOTAIS MÉDIOS ( $\bar{L}_t$ , cm) BIMESTRAIS POR CLASSE DE IDADE, PARA FÊMEAS (A) E MACHOS (B) DE *Pimelodus maculatus*.

A	BIMESTRES												TOTAL	
	I — II		III — IV		V — VI		VII — VIII		IX — X		XI — XII			I — XII
	$\bar{L}_t$	n												
1	13,4	21	14,7	9	14,0	16	13,2	11	14,8	9	12,6	26	13,8	
2	21,5	82	21,2	42	23,4	16	19,4	23	20,0	22	19,5	31	20,8	
3	25,0	70	25,0	41	27,1	35	27,1	30	25,3	27	26,1	33	25,9	
4	32,5	13	30,7	5	31,6	18	32,6	12	31,5	14	30,7	15	31,6	
5	41,0	1	—	—	36,5	4	41,5	1	36,3	3	34,5	1	38,0	
6	—	—	—	—	39,0	2	—	—	40,0	1	—	—	39,5	

B	BIMESTRES												TOTAL	
	I — II		III — IV		V — VI		VII — VIII		IX — X		XI — XII			I — XII
	$\bar{L}_t$	n												
1	12,3	24	13,3	22	13,6	23	13,2	13	13,6	18	12,3	23	13,0	
2	20,5	51	20,2	58	20,5	15	17,0	26	19,6	35	20,0	49	19,6	
3	23,1	67	23,7	63	24,0	44	23,3	39	24,0	44	23,2	58	23,6	
4	27,7	7	28,3	14	28,8	17	28,2	10	29,1	6	28,4	15	28,4	

n = nº de indivíduos

CN

TABELA III - A) DADOS DAS REGRESSÕES ENTRE  $L_{t+1}$  E  $L_t$ .  
 B) RESULTADO DO TESTE DE "t" APLICADO ÀS REGRESSÕES ENTRE SEXOS

A						
Sexo	N	$\Delta x$ (cm)	b	a	$r^2$	P
♀	5	13,8 — 38,0	$0,8315 \pm 0,0906$	$9,5244 \pm 2,4768$	0,97	< 0,05
♂	3	13,0 — 23,6	$0,8078 \pm 0,1580$	$8,7339 \pm 3,0393$	0,96	> 0,05

N = nº de classes de comprimento  
 $\Delta x$  = amplitude da variável x  
 b = valor do coeficiente de regressão  $\pm$  desvio padrão  
 a = valor da constante de regressão  $\pm$  desvio padrão  
 $r^2$  = coeficiente de determinação

B		
Teste entre:	n	t ( b )
♀ x ♂	10	0,071

CN n = nº total de classes de comprimento

TABELA IV — DISTRIBUIÇÃO DE FREQUÊNCIA RELATIVA DE IMATUROS E MADUROS (MACHOS E FÊMEAS) POR CLASSES DE COMPRIMENTO ( $\bar{L}_t$ , cm) DE *Pimelodus maculatus*.

$\bar{L}_t$ (cm)	FÊMEAS		MACHOS	
	% IMATUROS	% MADUROS	% IMATUROS	% MADUROS
10,0	100	—	100	—
11,0	100	—	100	—
12,0	100	—	100	—
13,0	100	—	100	—
14,0	100	—	100	—
15,0	100	—	91	9
16,0	100	—	91	9
17,0	100	—	87	13
18,0	60	40	50	50
19,0	58	42	21,5	78,5
20,0	20	80	18	82
21,0	19	81	12,5	87,5
22,0	15	85	6	94
23,0	—	100	6	94
24,0	—	100	—	100
25,0	—	100	—	100
26,0	—	100	—	100
27,0	—	100	—	100
28,0	—	100	—	100
29,0	—	100	—	100
30,0	—	100	—	100
31,0	—	100	—	—
32,0	—	100	—	—
33,0	—	100	—	—
34,0	—	100	—	—
35,0	—	100	—	—
36,0	—	100	—	—
37,0	—	100	—	—
38,0	—	100	—	—
39,0	—	100	—	—
40,0	—	100	—	—

CN

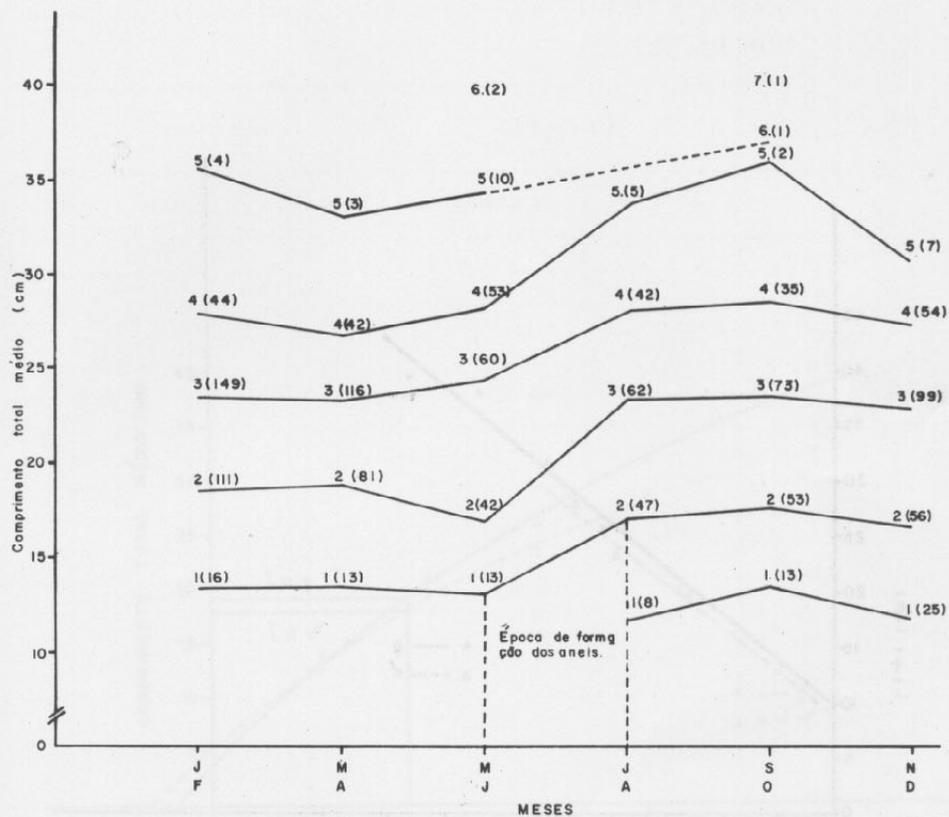


FIGURA 1—DISTRIBUIÇÃO BIMESTRAL DAS MÉDIAS DE COMPRIMENTO TOTAL ( $\bar{L}_t$ ) POR CLASSE DE Nº DE ANEIS, PARA *Pimelodus maculatus* (1, 2, 3, 4..... = Nº DE ANEIS; O Nº ENTRE PARÊNTESES INDICA O DE EXEMPLARES ANALISADOS).

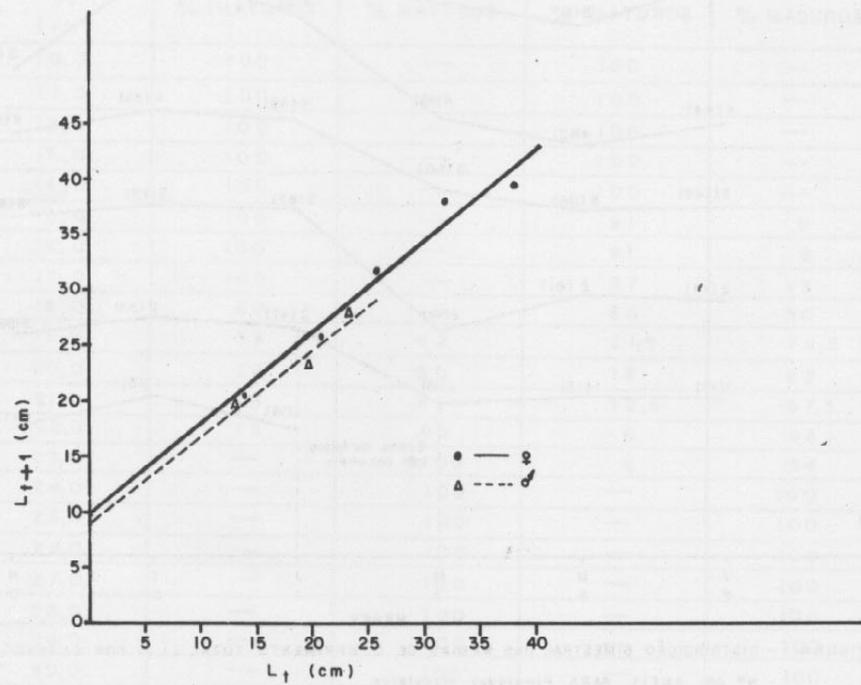


FIGURA 2 — REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA DEPENDÊNCIA LINEAR ENTRE  $L_{t+1}$  E  $L_t$ .

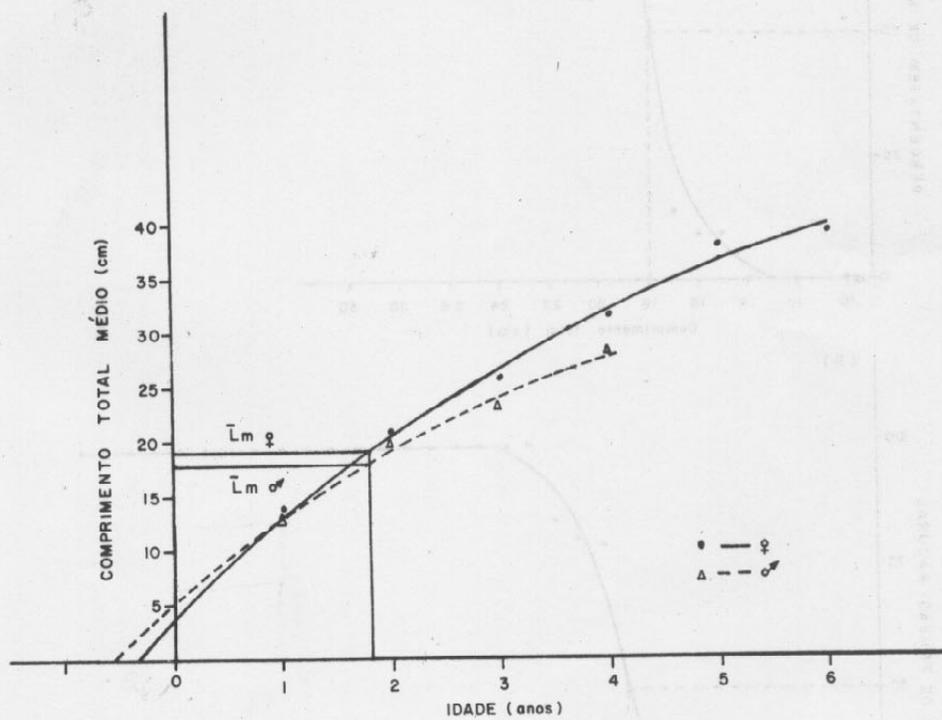


FIGURA 3— CURVAS DE CRESCIMENTO PARA MACHOS E FÊMEAS DE *Pimelodus maculatus* E INDICAÇÃO DOS COMPRIMENTOS TOTAIS MÉDIOS ( $\bar{L}_m$ ) DO INÍCIO DO PROCESSO DE MATURAÇÃO SEXUAL.

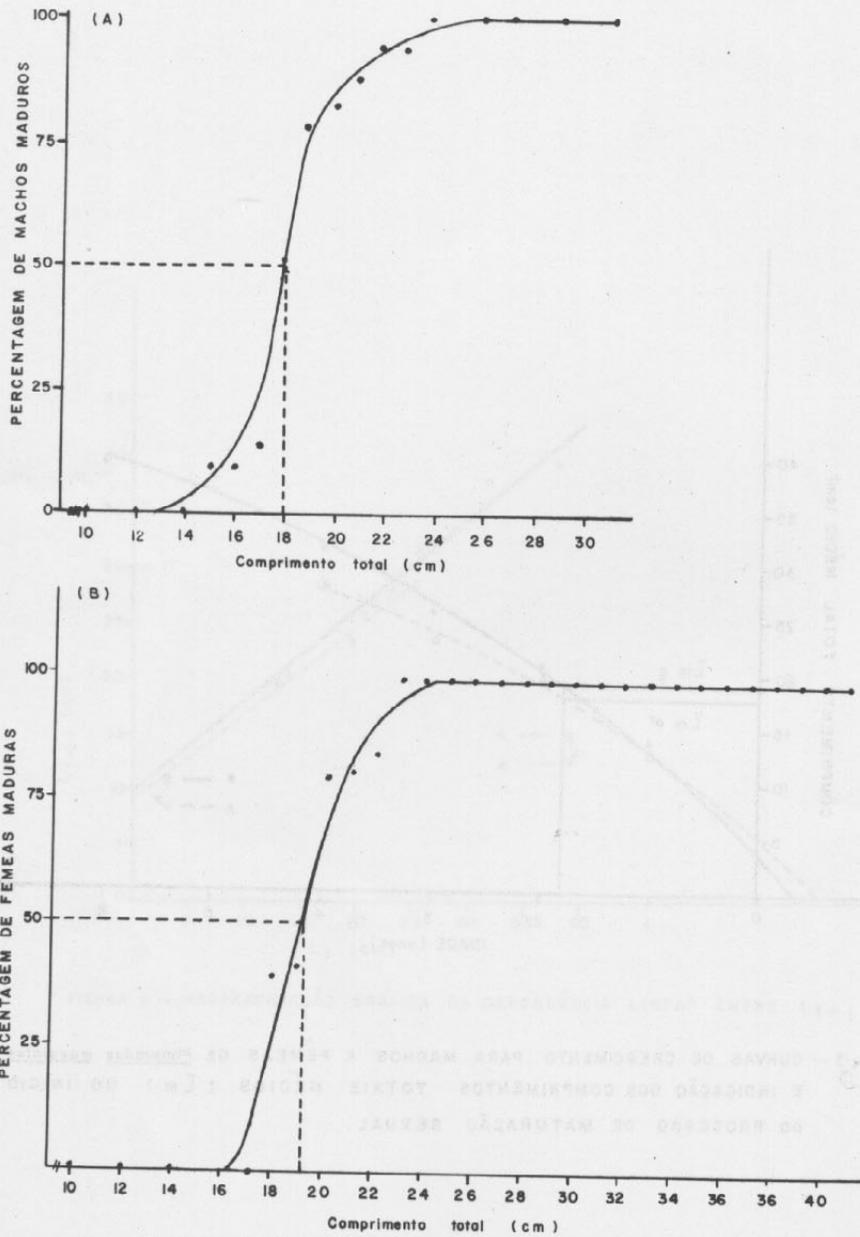


FIGURA 4— DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL DE INDIVÍDUOS DE *Pimeledus maculatus*, POR CLASSES DE COMPRIMENTO. (A = MACHOS, B = FÊMEAS).

## INSTRUÇÕES PARA AUTORES

O **Boletim do Instituto de Pesca** destina-se à publicação:

- a) de trabalhos originais científicos referentes à Pesca, Aqüicultura, Biologia Aquática, Limnologia e Oceanografia;
- b) de trabalhos de divulgação: relatórios, monografias, considerações e comentários sobre pesca e assuntos correlatos.

Os trabalhos relativos ao item a deverão ser inéditos, destinados exclusivamente ao **Boletim** e seguir as seguintes normas:

**Título e redação** — O título deverá ser claro e conciso, seguindo-se o nome do autor ou dos autores. Em rodapé, menção a auxílios ou quaisquer outros dados relativos à produção do artigo e a seus autores.

Os trabalhos deverão ser enviados em três vias, datilografados em espaço duplo, papel formato ofício, deixando de cada lado margem de 3 centímetros.

Os artigos serão publicados em português, ou, a critério do Conselho Editorial, em outro idioma, com resumo em português e inglês. Deverão constar: Introdução, Revisão de Literatura (facultativo), Materiais e Métodos, Resultados, Discussão, Conclusões e Bibliografia.

**Bibliografia** — As referências bibliográficas, no final do artigo, obedecerão à ordem alfabética de autores.

As citações de um mesmo autor serão agrupadas em ordem cronológica, sem repetição do nome do autor. Quando mais de uma citação do mesmo autor corresponder à mesma data, deverão ser usadas as letras a, b, c etc.

A referência no texto, de trabalho com mais de três autores, será feita usando-se o sobrenome do primeiro autor seguido da expressão "et alii"; na bibliografia deverão constar todos os autores.

Cada citação trará o sobrenome do autor ou dos autores e iniciais dos nomes, data, título por extenso, nome da revista grifado, número do volume grifado, número do fascículo entre parêntesis e páginas inicial e final do artigo.

A referência a livros mencionará o nome do autor, data, título da obra grifado, a edição, local de publicação, a editora e número de páginas.

No corpo do artigo, as citações bibliográficas serão feitas através do sobrenome do autor e, entre parêntesis, a data.

**Material ilustrativo** — As tabelas, numeradas em algarismos romanos, e os gráficos e figuras, numerados em algarismos arábicos, deverão ser enviados, com as respectivas legendas, em folhas separadas, em papel vegetal, constando no texto indicação do local da inserção. Os desenhos serão a nanquim preto e as letras, dentro das ilustrações, a nanquim ou letreset. As fotografias deverão ser reproduzidas em papel fosco, fazendo-se constar, em papel colado no verso, número, legenda, nome do autor e título do trabalho. Quando o número de laudas, tabelas e material ilustrativo for julgado excessivo ou de dispêndio fora do comum, os autores deverão custear o excesso ou sujeitar-se a modificações.

**Separata** — O autor ou grupo de autores terá direito a 50 separatas. Maior número poderá ser fornecido mediante prévio ajuste.

A publicação dos trabalhos no **Boletim do Instituto de Pesca** dependerá da observância das normas e do parecer do Conselho Editorial. Será observada a ordem cronológica de recebimento, ressalvados os casos excepcionais, a critério do Conselho Editorial.

A transcrição de trabalhos deste **Boletim**, no todo ou em parte, dependerá de autorização prévia do Editor e da citação obrigatória da origem.