

REVISTA CERES

Julho e Agosto de 2005

VOL. LII | Nº 302

Viçosa – Minas Gerais

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

MORFOMETRIA COMO INSTRUMENTO DA ESTIMAÇÃO DA FECUNDIDADE DE FÊMEAS DE PIAU-VERMELHO (*LEPORINUS COPELANDII*), NA BACIA DO BAIXO RIO PARAÍBA DO SUL¹

Dálcio Ricardo de Andrade^{2,4}

Glaucia Angélica Praxedes de Souza³

Manuel Vazquez Vidal Júnior²

Ana Paula Ribeiro Costa³

George Shigueki Yasui³

RESUMO

Foram analisadas características reprodutivas de fêmeas de *Leporinus copelandii* em ambiente natural. Para tanto, foram coletados ovários de 57 fêmeas da referida espécie, com peso médio de $410,27 \pm 109,84$ g, em estágio gonadal 2C (maturação/maturo), e então mensurados os seguintes parâmetros: comprimento total (CT); peso total (PT); peso das gônadas (PG); diâmetro ovocitário (DO); relação gonadossomática (RGS); e relação entre fecundidade e fator de condição (k). Também foram estimados o índice de fecundidade (IF) relativo ao comprimento total, peso total e peso das gônadas. Foi observada uma correlação significativa ($p < 0,05$) entre fecundidade e as variáveis CT, PT, IGS e PG.

Palavras-chave: fecundidade; ciclo reprodutivo, *Leporinus*.

¹ Aceito para publicação em 15.02.2005.

² Professores da Universidade Estadual do Norte Fluminense/CCTA/LZNA. Av. Alberto Lamego, 2000, Horto. 28013-620 Campos dos Goytacazes-RJ.

³ Estudante de Pós-Graduação. Universidade Estadual do Norte Fluminense/CCTA/LZNA.

⁴ Autor para correspondência. E-mail: dalcio@uenf.br

ABSTRACT

MORPHOMETRY AS AN INSTRUMENT FOR ESTIMATING FEMALE FECUNDITY OF PIAU-VERMELHO (*LEPORINUS COPELANDII*) FISH IN BASIN OF LOW PARAÍBA DO SUL RIVER

The reproductive characteristics of *Leporinus copelandii* were evaluated using biotic parameters. Measurements were carried out on 57 females (410.27 ± 109.84 g; 2C stage), including total length (TL); total weight (TW); gonad weight (GW); and ovocitary diameter (OD). The relation among fecundity and condition factor (k) and gonado-somatic index (GSI) was also analyzed. Fecundity index (FI) relative to total length (FI/TL), total weight (FI/TW) and gonad weight (FI/GW), was also determined. A significant correlation was found among fecundity and the variables TL, TW, GSI and GW.

Key words: fecundity, reproductive cycle, *Leporinus*.

INTRODUÇÃO

Leporinus copelandii Steindachner, 1875, vulgarmente conhecido como piau-vermelho, é um peixe pertencente à família Anostomidae, e está amplamente distribuído pelas bacias dos rios Jequitinhonha, Doce, Ribeira de Iguape, São Mateus, e Paraíba do Sul. Dentre as espécies da família Anostomidae, o gênero *Leporinus* representa o maior número, tanto em espécies como em indivíduos.

São animais migradores, e apresentam desova total no período de agosto a fevereiro (9). Dentre as características positivas atribuídas a esta espécie, destaca-se a sua esportividade para a pesca, e sua elevada qualidade de carne (4). Entretanto, seu estoque natural, refletido no rendimento da pesca artesanal, vem diminuindo nos últimos anos, fato este que tem sido atribuído principalmente à degradação do ambiente onde essa espécie ocorre, somada à intensa pesca predatória.

No estudo de populações de peixes, como o piau-vermelho, características tais como tipo de desova, fecundidade, época e locais de reprodução, idade e tamanho na primeira maturação auxiliam no diagnóstico de populações e de seu comportamento em relação ao ambiente em que vivem (28).

A sobrevivência das espécies está evidentemente relacionada com a sua fecundidade. A determinação deste parâmetro em peixes é um elemento básico para a orientação de programas de pesca (intensidade de captura) e para a produção de alevinos (proporção de reprodutores).

Dentro do estudo de fecundidade, o diâmetro dos ovócitos tem sido utilizado como critério de identificação de ovócitos viáveis. Esta metodologia é utilizada no estudo da reprodução de peixes, e através deste

parâmetro pode-se conhecer o número de ovócitos que possivelmente será liberado para a reprodução, o qual constitui a fecundidade individual.

Assim, o conhecimento dessas características reprodutivas se torna um instrumento importante para a obtenção de diagnóstico da dinâmica populacional dos peixes e sua relação com o ambiente, podendo ser útil na implementação de programas de preservação da ictiofauna, e na obtenção de um melhor domínio das técnicas reprodutivas em aquicultura.

OBJETIVOS

Estimar a fecundidade de piaus-vermelhos coletados em ambiente natural, e estabelecer a correlação desta variável com parâmetros morfométricos, verificando, entre as relações estudadas, qual se mostra como o melhor indicador da fecundidade neste peixe.

MATERIAL E MÉTODOS

Os peixes utilizados neste trabalho foram coletados no período de agosto a dezembro de 1999, na parte mediana do trecho do Rio Paraíba do Sul, no município de Itaocara, RJ ($21^{\circ}41'15''\text{S}$ - $42^{\circ}03'45''$) (Figura 1).

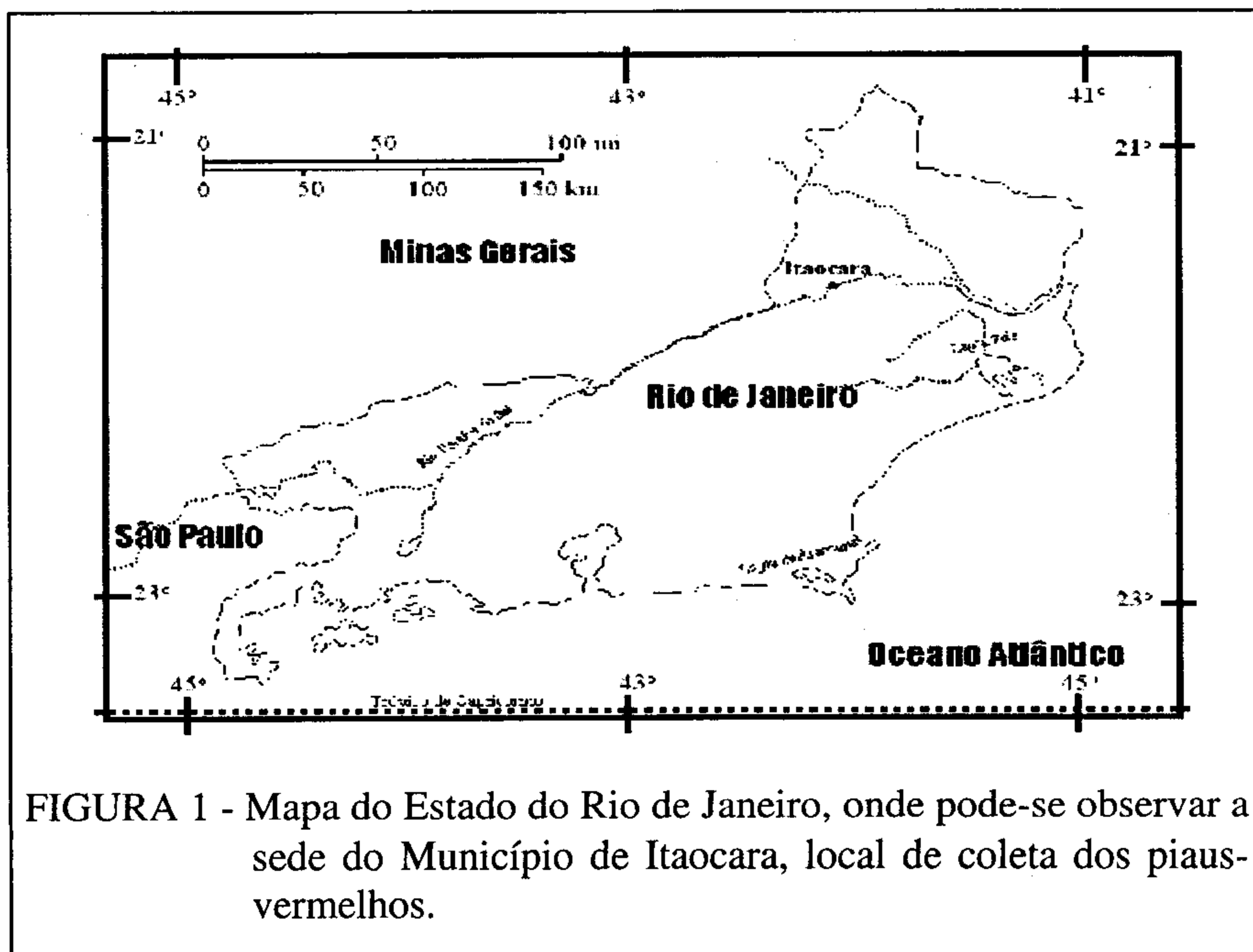


FIGURA 1 - Mapa do Estado do Rio de Janeiro, onde pode-se observar a sede do Município de Itaocara, local de coleta dos piaus-vermelhos.

O local de coleta é conhecido como um “corredor migratório” para peixes de piracema. Com o auxílio de redes de espera e tarrafas de diferentes aberturas de malha, foram coletados 106 peixes fêmeas em diferentes estádios de maturação, os quais foram imediatamente insensibilizados com o uso de gelo, e encaminhados em caixas isotérmicas até o Laboratório de Zootecnia e Nutrição Animal da Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF). Os animais foram sacrificados e separados por sexo, e dentre as fêmeas encontradas foram mensurados o comprimento total (CT), em cm; peso total (PT) em gramas; e peso das gônadas (PG), em gramas. As gônadas foram analisadas macroscopicamente em função de sua coloração, volume e conformação e, após o processamento histológico, foram analisadas microscopicamente para identificação e estabelecimento da proporção de células da linhagem ovocitária existentes em cada lâmina histológica. Este procedimento permitiu a identificação dos peixes com ovários no estágio 2C de maturação gonadal (3), pois somente fêmeas com ovários neste estágio foram utilizados para os estudos de fecundidade.

A partir dos dados encontrados, foram estimados a relação gonadossomática (RGS) e o fator de condição (k), através das seguintes equações:

$$RGS = (PG/PT) \times 100$$

Onde,

RGS = relação gonadossomática

PG = peso das gônadas

PT = peso total

$$k = (PT/CP^b) \times 100$$

Onde,

CP = comprimento padrão

b = coeficiente de regressão entre PT e CP

3.1 Determinação dos estádios gonadais

Para a determinação dos estádios gonadais e medição dos ovócitos vitelogênicos, as gônadas foram retiradas, sendo a gônada direita de cada exemplar fixada em solução de Bouin por um período máximo de 12 horas, e posteriormente fixada em álcool 70%, desidratada em concentrações crescentes de álcool etílico, diafanizada e incluída em parafina. Desse material, foram obtidos cortes histológicos de 5 a 7 μ m de espessura, os quais foram então corados em solução de hematoxilina-eosina para a confecção de lâminas histológicas e identificação segura dos estádios de desenvolvimento ovocitário e gonadal, e também para medição dos ovócitos em processo de vitelogênese. Foi feita a mensuração dos ovócitos nos estádios III e IV de desenvolvimento ovocitário e também foi identificado o estágio de desenvolvimento gonadal (3). A mensuração dos ovócitos foi feita com a utilização de ocular e lâmina micrométrica.

3.2 Estimativa da fecundidade

Para a estimativa da fecundidade foram selecionadas 57 fêmeas no estágio de desenvolvimento 2C (maturação avançada). Foram identificados e selecionados para estudo todos os ovócitos em estágio III (ovócito em vitelogênese) e IV (ovócito maduro e em vitelogênese completa), que apresentaram diâmetro mínimo igual ou superior a 406,10µm. De cada fêmea adequada ao estudo de fecundidade foi retirado o ovário esquerdo, o qual foi imerso em solução de Gilson modificada (28), permanecendo nestas condições até a constatação de que os ovócitos estivessem desagregados da parede ovariana e do tecido conjuntivo. Este processo estendeu-se por 90 dias, após o qual a massa formada por ovócitos em diferentes diâmetros e tecido conjuntivo foi colocada em placas de Petri, quando então se procedeu a retirada de membranas conjuntivas e outros resíduos com o auxílio de uma pinça. A massa de ovócitos foi lavada com álcool 70% e transferida para um balão volumétrico de 250mL, completado até este volume com álcool 70%. Essa solução foi homogeneizada, e então foram retiradas 3 subamostras de 2 mL com o auxílio de uma pipeta de Stempel. Essa alíquota foi inserida em uma placa de Petri quadriculada para a contagem e medições em um microscópio estereoscópico com ocular micrométrica. Após a determinação do número médio de ovócitos vitelogênicos nas subamostras, estimou-se a fecundidade extrapolando-se os valores encontrados para o peso total das gônadas de cada exemplar.

A fecundidade foi estimada pela seguinte equação (17):

$$Fa = (nxV)/v$$

Onde,

Fa = número estimado de ovócitos

n = números de ovócitos com diâmetro igual ou superior a 406,10µm

V = volume total

v = volume amostral

Os dados coletados foram inseridos em tabelas e, então processados utilizando-se o programa SAEG 7.0 (Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas) para obtenção das relações entre a fecundidade e comprimento total, peso total, peso dos ovários, diâmetro ovocitário e fator de condição. Para estas análises foram observadas as correlações existentes entre a fecundidade e os parâmetros estudados e, posteriormente, foram realizadas curvas de dispersão para as relações existentes, com ajuste dos dados a modelos matemáticos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As fêmeas de piau-vermelho consideradas em estágio gonadal 2C (maturação avançada) apresentaram os ovócitos em estágio III e IV e o diâmetro dos mesmos igual ou superior a 406,1 μ m. Histologicamente, os ovócitos encontravam-se vitelogênicos. Considerou-se nesse trabalho que todos os ovócitos que iniciaram o processo vitelogênico seriam potencialmente capazes de chegar à fase madura e de serem desovados [5].

O Quadro 1 apresenta os dados relativos às médias de comprimento, peso corporal e peso das gônadas de *L. copelandii* utilizados para o estudo da fecundidade.

QUADRO 1 – Média \pm desvio padrão, coeficiente de variação (C.V.) e amplitude dos valores (máximo e mínimo) de comprimento padrão (CP, em cm), peso total (PT, em g) e peso das gônadas (PG, em g) de 57 fêmeas de <i>Leporinus copelandii</i>				
	MÉDIA \pm D.P.	C. V.(%)	Amplitude	
			MÍN.	MÁX.
CT (cm)	33,86 \pm 2,81	8,30	27,90	40,40
PT (g)	410,27 \pm 9,84	26,77	255,74	776,22
PG (g)	14,76 \pm 7,50	50,81	5,24	47,22

QUADRO 2 – Dados das regressões entre fecundidade (Fa, em milhares de ovócitos) e comprimento total (CT, em cm), peso total (PT, em g), peso das gônadas (PG) e relação gonadossomática (RGS)						
Modelo Linear	N	Ax	a	b	r ²	r
Fa x CT	57	27,9cm - 40,40cm	40516,0	1736,77	0,36	0,60
Fa x PT	57	255,74g - 776,22g	726,38	42,80	0,33	0,57
Fa x PG	57	5,24g - 47,22g	5944,42	836,00	0,59	0,77
Fa x RGS	57	242,82 - 750,62	5379,18	3611,51	0,35	0,59
Modelo Potencial						
Fa x CT	57	27,9cm - 40,40cm	0,2881	2,9473	0,24	0,49
Fa x PT	57	255,74g - 776,22g	1,788	0,9338	0,22	0,47
Fa x PG	57	5,24g - 47,22g	3,2039	0,9009	0,72	0,84
Fa x RGS	57	242,82 - 750,62	3,7392	0,9107	0,51	0,71

N = número de indivíduos; Ax = amplitude variável; a = intercept; b = coeficiente de regressão; r² = coeficiente de determinação; r = coeficiente de correlação

Os resultados expressos no Quadro 2 permitem inferir que os maiores valores do coeficiente de correlação (r) ocorreram entre a fecundidade e peso do ovário, tanto no modelo linear ($r = 0,77$) como no potencial ($r = 0,84$). Portanto, considerou-se que a fecundidade correlaciona-se melhor com o peso das gônadas, conforme observado por outros autores (18, 2).

A ocorrência das correlações apresentadas no Quadro 2 sugere que as variáveis estudadas para *Leporinus copelandii* podem ser utilizadas na estimativa deste peixe.

Para a relação entre fecundidade e comprimento total e peso total, o modelo linear obtido foi o que melhor explicou a variação da fecundidade, contrastando com a observação de outros autores, os quais preconizaram uma relação do tipo potencial para algumas espécies (24, 14).

Os dados em relação ao comprimento total, fecundidade e peso total (Figuras 2 e 3), ajustaram-se às curvas do tipo $y=a+bx$, calculada segundo o modelo $Fa=a+bCT$ e $Fa=a+bPT$. As equações obtidas foram:

$$Fa = -40516 + 1736,77CT \quad (r^2 = 0,36; r = 0,60)$$

$$Fa = 726,38 + 42,80PT \quad (r^2 = 0,33; r = 0,57)$$

Onde:

Fa = fecundidade

CT = comprimento total

PT = peso total

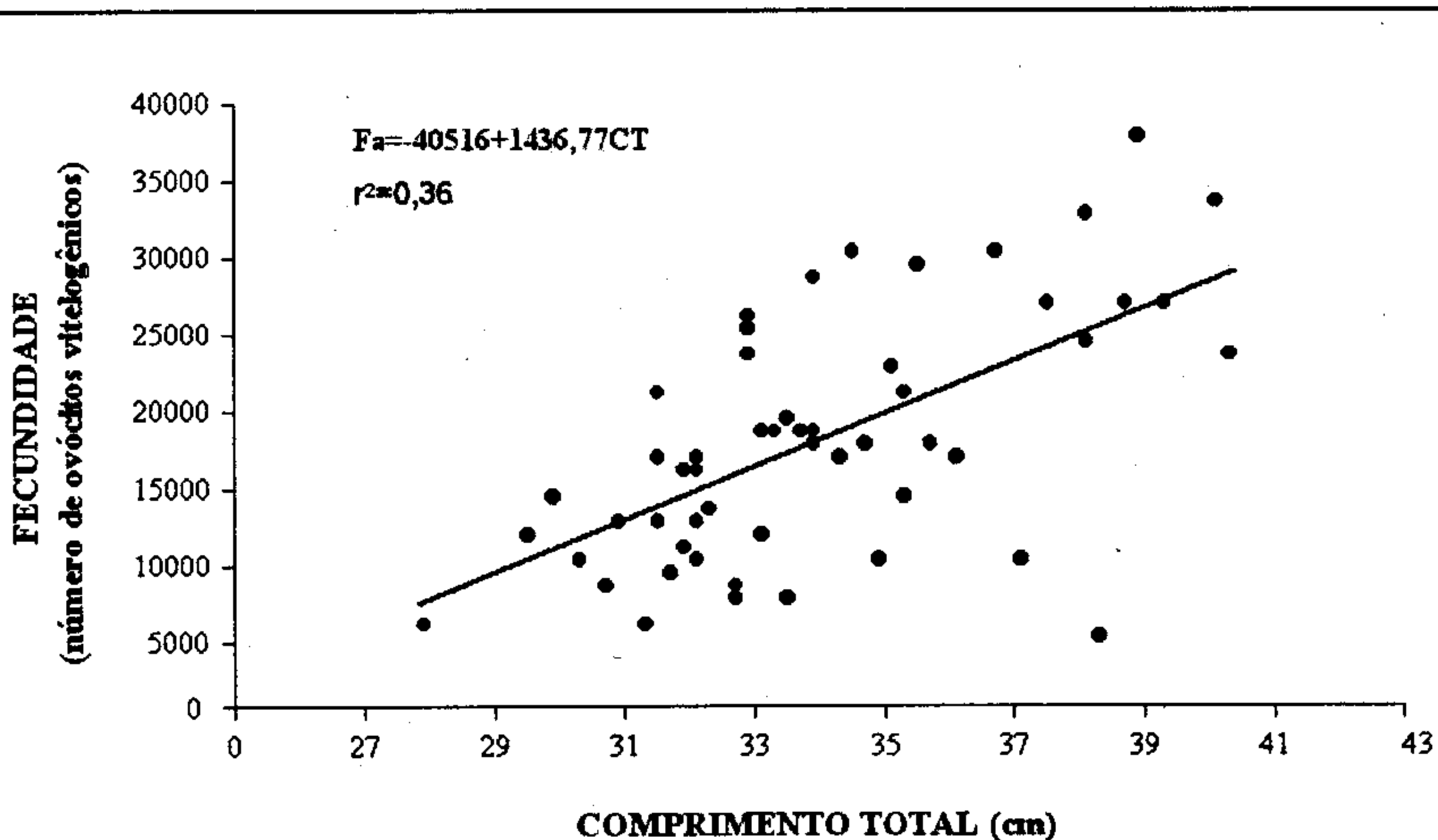
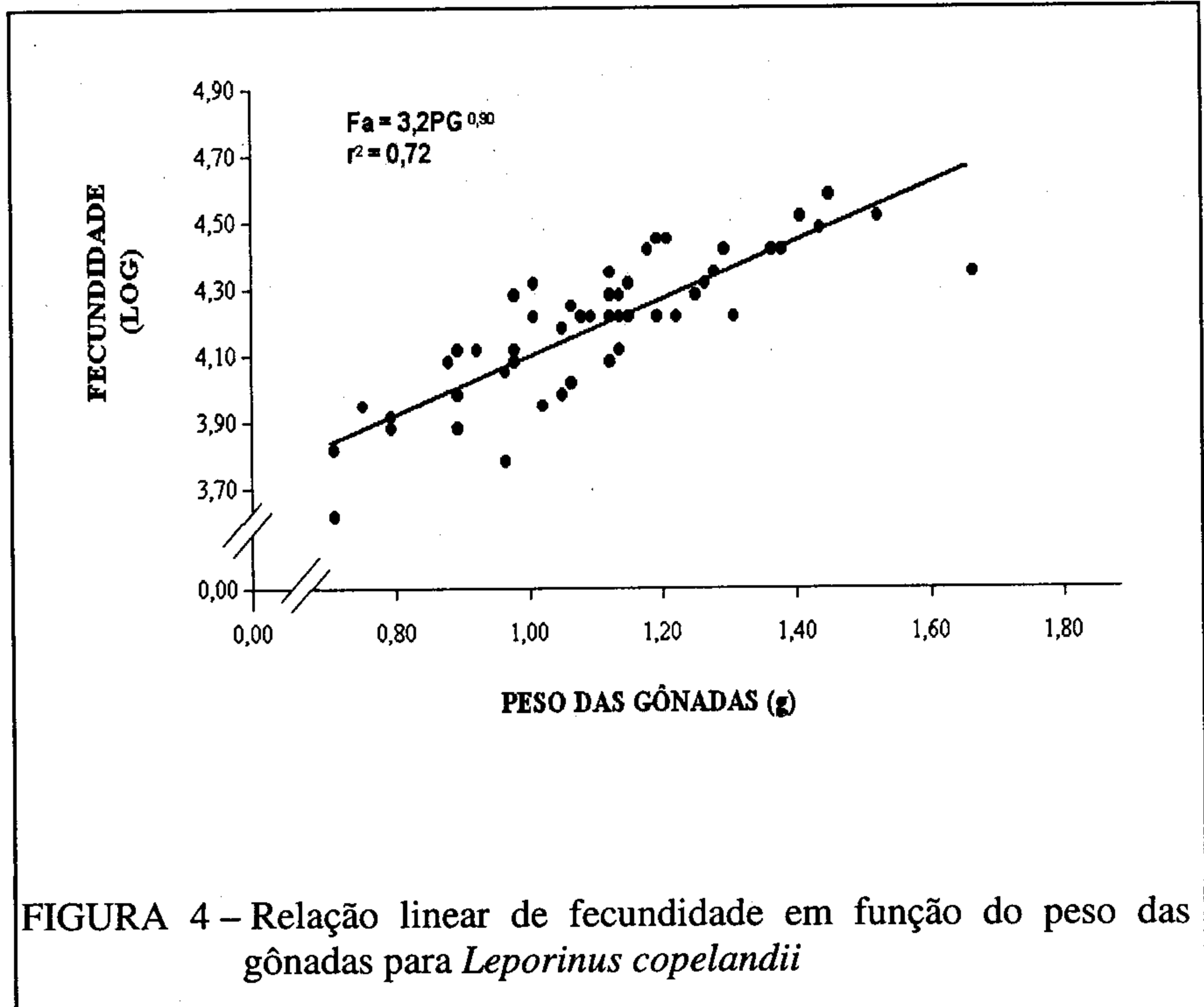
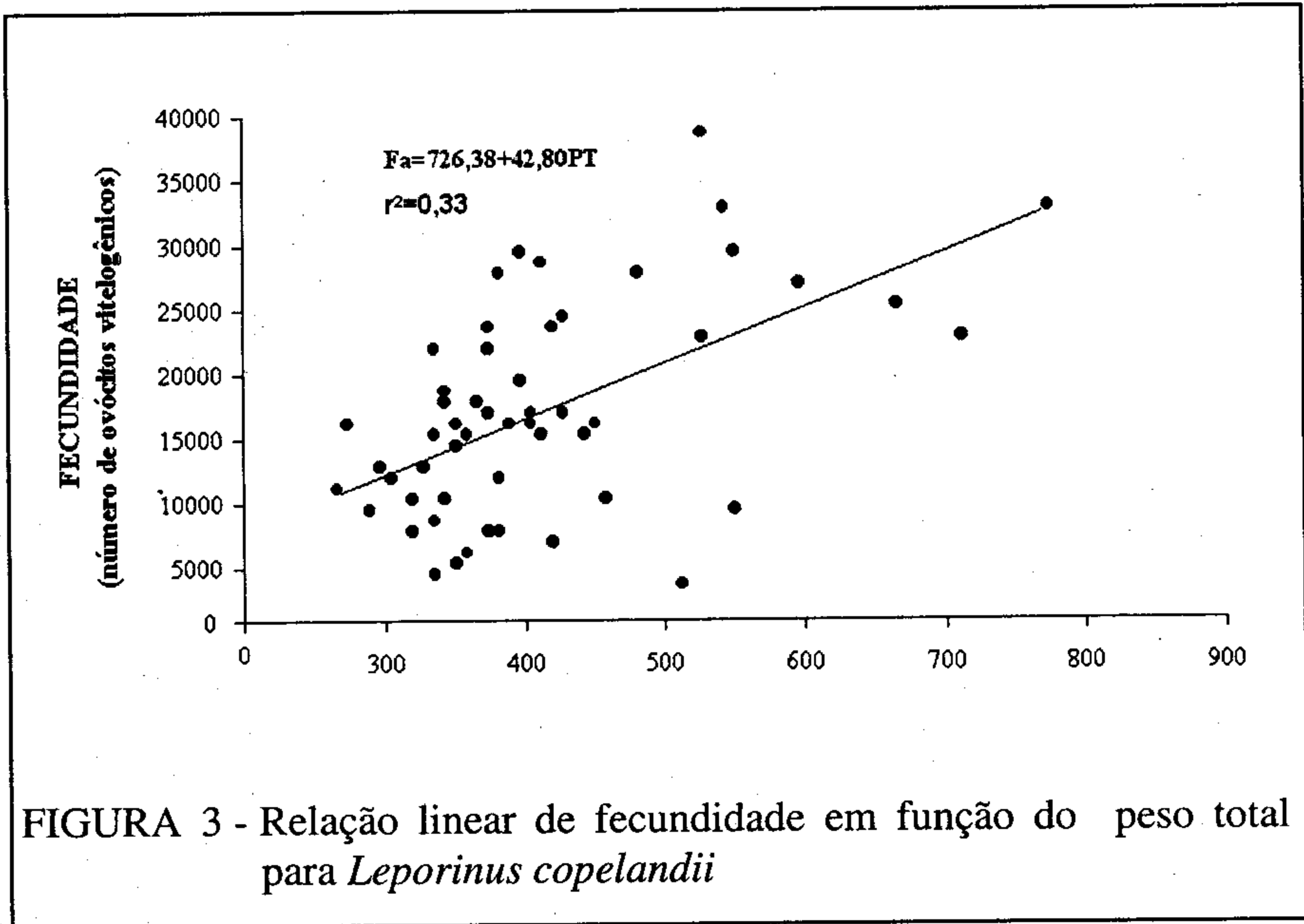
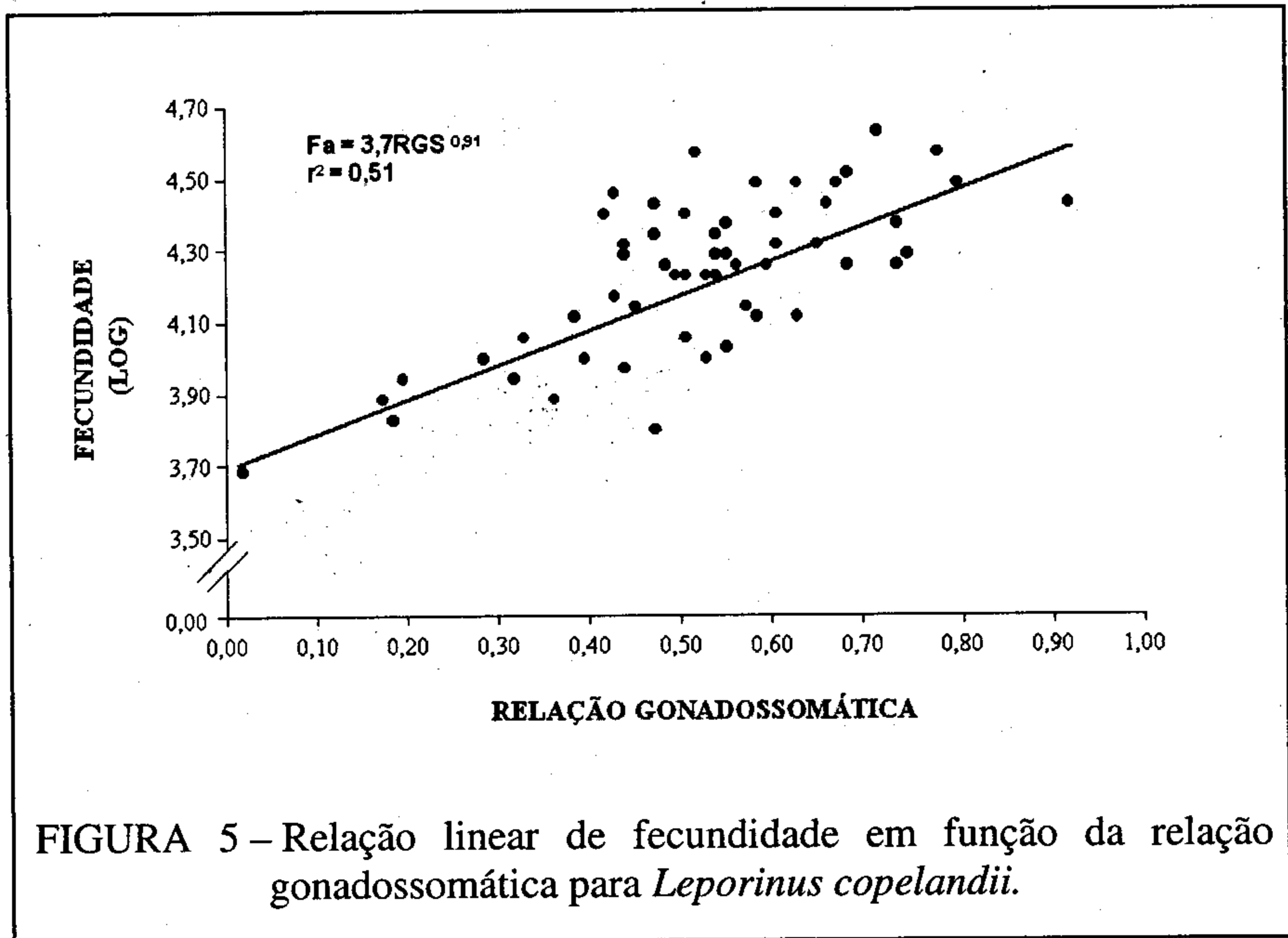


FIGURA 2 - Relação linear de fecundidade em função do comprimento total para *Leporinus copelandii*





As relações entre fecundidade e peso das gônadas, e fecundidade e relação gonadossomática, observadas nas Figuras 4 e 5, revelam que aos dados ajustam-se curvas do tipo $y=ax+b$, calculadas segundo o modelo $Fa=aPG^b$ e $Fa=aRGS^b$:

As equações obtidas foram:

$$Fa=3,2PG^{0,90} \quad (r^2=0,72; \quad r=0,84)$$

$$Fa=3,7IGS^{0,91} \quad (r^2=0,51; \quad r=0,71)$$

Onde:

Fa=Fecundidade

RGS=Relação gonadossomática

PG=Peso gonadal

Apesar de serem consideradas médias as correlações entre fecundidade e comprimento total ($r=0,60$) e fecundidade e peso total ($r=0,57$), observou-se neste experimento que o número de ovócitos aumenta tanto com o aumento do comprimento do animal quanto com o aumento de seu peso, conforme observado em outro trabalho referente à mesma espécie (9).

Outros autores, trabalhando com espécies diferentes (8, 15, 23), afirmam que existe uma alta variabilidade nos valores de fecundidade em peixes com o mesmo tamanho e peso. Isto pode explicar os valores encontrados para as correlações no experimento ora descrito (Quadro 2).

Assim, foram considerados satisfatórios os valores de correlação entre fecundidade e peso, e fecundidade e comprimento total.

Através dos coeficientes de correlação para as diferentes relações, conforme observa-se no Quadro 2, verifica-se que no modelo potencial 84% na variação da fecundidade é devida à variação do peso gonadal de *Leporinus copelandii*. Resultados semelhantes foram encontrados por outros pesquisadores (20), que obtiveram uma correlação de até 0,93 entre os referidos parâmetros.

No presente trabalho, as melhores relações entre as variáveis fecundidade e peso dos ovários foram do tipo potencial, o mesmo modelo encontrado por outros autores (30). Entretanto, esta observação discorda de outros trabalhos que apresentaram, para esta relação, um modelo do tipo linear (6, 11, 17). Essa discrepância pode estar relacionada à grande variação do tamanho ovocitário entre espécies, já que ovócitos de menor diâmetro tendem a apresentar maior número, em um dado volume fixo, em comparação com ovócitos de maior diâmetro (11).

Para *Leporinus copelandii*, o melhor coeficiente de correlação entre a fecundidade e a RGS ocorreu no modelo potencial ($r=0,71$), ou seja, os resultados indicam que este parâmetro é um bom indicador para prever a fecundidade (22).

O valor de fator de condição "k" encontrado para a espécie foi de $0,022 \pm 0,002$. No presente trabalho a correlação entre a fecundidade e o "k" apresentou um coeficiente de correlação não significativo ($r=0,03$; $\rho=0,4111$), indicando que não existe influência deste fator na estimativa da fecundidade. Alguns pesquisadores, entretanto, afirmam que existe correlação entre estes dois parâmetros (12, 19), porém os coeficientes de correlação obtidos por estes autores também foram baixos, indicando que a fecundidade foi também pouco afetada pelo fator de condição.

O diâmetro médio dos ovócitos vitelogênicos encontrados foi de $1094,56 \pm 149,46 \mu\text{m}$, variando entre 791,31 a $1477,56 \mu\text{m}$. Não foi observada influência do diâmetro ovocitário sobre a fecundidade para *Leporinus copelandii*.

Pode-se encontrar na literatura a afirmativa que existe, nos peixes, uma tendência de diminuição dos ovócitos em diâmetro e a maximização da fecundidade, já que o volume da cavidade peritoneal que acomoda os ovócitos maduros é limitado (29).

Neste trabalho, os índices de fecundidade (IF) de *Leporinus copelandii* com relação ao comprimento total dos peixes (IF/CT) variou de 284,58 a 733,90 ovócitos/cm, com um valor médio de $532,28 \pm 96,79$. O IF relativo ao peso total dos peixes (IF/PT) variou entre 43,74 a 45,64 ovócitos/g, com uma média de $44,68 \pm 0,42$. O IF relativo ao peso do ovário (IF/PG) foi, em média, 1278,10 ovócitos/g, variando entre 527,7 a 1931,2.

CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos nesse experimento, ao se relacionar os dados da fecundidade com outros parâmetros analisados da amostra (comprimento, peso total, peso gonadal), obteve-se relações e índices úteis para quantificar um processo durante um determinado período.

A correlação existente entre fecundidade e RGS, CT, PT e PG foi significativa, sendo estes parâmetros, desse modo, bons indicadores da fecundidade para *Leporinus copelandii*.

Não foi encontrada uma correlação positiva entre a fecundidade, fator de condição e a produção de ovócitos.

A correlação encontrada entre o número de ovócitos e diâmetro ovocitário não foi significativa ($r=0,04$; $p=0,36$).

Para fêmeas de *Leporinus copelandii* a fecundidade foi de 44,68 ovócitos por grama de peso vivo, e 532,28 ovócitos por centímetro de comprimento total.

AGRADECIMENTOS

FAPERJ e CNPq.

REFERÊNCIAS

1. ADEBISI, A.A. A mathematical expression for the estimation of relative fish fecundity using oocyte size. *Revista de Biologia Tropical*, 38:323-32, 1990.
2. AGOSTINHO, A.A. Estrutura da população, idade, crescimento e reprodução de *Rhinelepis aspera* (AGASSIZ, 1829) (Osteichthyes, Loricariidae) do rio Paranapanema, PR. (São Carlos-SP). São Carlos, Universidade Federal de São Carlos, 1985. 231p. (Tese de doutorado).
3. ANDRADE, D.R. Biologia reprodutiva da manjuba *Curimetella lepidura* Eigenmann & Eigenmann, 1889 (Pisces, Curimatidae) da represa de Três Marias, no São Francisco, MG. Belo Horizonte, Universidade Federal de Minas Gerais, 1990. 217p. (Tese de doutorado).
4. ANDRADE, D.R. & VIDAL JR, M.V. Novas observações sobre a desova induzida do piau-vermelho (*Leporinus copelandii*, STEINDACHNER, 1875). In: Encontro da Associação Mineira de Aqüicultura, 9, Belo Horizonte, Anais, 1991, p.31.
5. BAGENAL, T.B. Aspects of fish fecundity. In GERKING, S.D. (ed.) *The biological basis of freshwater fish production*. Oxford, Blackwell, 1978. p. 89-111.
6. BARBIERI, G. & BARBIERI, M.C. Fecundidade e tipo de desova de *Gymnotus carapo* (Linnaeus, 1758) na represa do Lobo, Estado de São Paulo (Pisces, Gymnotidae). *Jornal Brasileiro de Ciências*, 2(7):25-9, 1982.
7. CAMBRAY, J.A. & BRUTON, M.N. Evolutionary trade-off between egg size and egg number in a sister species pair of redfin minnows, *Pseudobarbus afer* and *P. asper* (Osteichthyes: Cyprinidae). *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, 5(4):305-20, 1994.
8. CARAMASCHI, E.M.P. Reprodução e alimentação de *Hoplias malabaricus* (BLOCH, 1794) na represa do rio Pardo (Botucatu-SP) (Osteichthyes, Cypriniformes,

- Erythrinidae). São Carlos, Universidade Federal de São Carlos, 1979. 144p. (Tese de mestrado).
9. COSTA, A.P.R. Aspectos da biologia reprodutiva de fêmeas de piau vermelho *Leporinus copelandii*, STENDACHNER, 1875 (PISCES, ANOSTOMIDAE) na bacia do baixo rio Paraíba do Sul (RJ). Campos dos Goytacazes, Universidade Estadual do Norte Fluminense, 1999. 113p. (Tese de Mestrado).
 10. COWARD, K. & BROMAGE, N.R. Spawning periodicity, fecundity and egg size in laboratory-held stocks of a substrate-spawning tilapiine, *Tilapia zillii* (Gervais). *Aquaculture*, 171:251-67, 1999.
 11. GODINHO, H. M., BASILE-MARTINS, M.A., FENERICH, N.A. & NARAHARA, N.Y. Fecundidade e tipo de desova em mandi, *Pimelodus maculatus* Lacepède, 1803 (Pisces, Siluroidei). *Revista Brasileira de Biologia*, 37(4):737-44, 1977.
 12. KOSLOW, J.A., BELL, J., VIRTUES, P., SMITH, D.C. Fecundity and its variability in orange roughy: effects of population density, condition, egg size, and senescence. *Journal of Fish Biology*, 47:1063-80, 1995.
 13. LAINE, P. & RAJASILTA, M. Changes in the reproductive properties of Baltic herring females during the spawning season. *Fisheries Research*, 36: 67-73, 1998
 14. MANSON, J.C., BEAMISH, R.J. & McFARLANE, G.A. Sexual maturity, fecundity, spawning, and early life history of sablefish (*Anoplopoma fimbria*) of the Pacific Coast of Canada. *Canadian Journal of Fisheries Aquatic Sciences*, 40:2126-34, 1983.
 15. MCGRECOR, J.S. Fecundity of Pacific sardine (*Sardinops caerulea*). *Fishery Bulletin of Fish and Wildlife Service*, 57(121):427-49, 1957.
 16. MORITA, K. & TAKASHIMA, Y. Effect of female size on fecundity and egg size in white-spotted charr: comparison between sea-run and resident forms. *Journal of Fish Biology*, 53:1140-2, 1998.
 17. NARAHARA, M.Y., GODINHO, H.M. & ROMAGOSA, E. Tipo de desova e fecundidade do bagre, *Rhamdia hilerii* (Valenciennes, 1840) (Siluriformes, Pimelodidae). *Boletim do Instituto de Pesca*, 16(1):37-45, 1989.
 18. NIKOLSKY, G.V. *Theory of fish population dynamics*. Edinburg, Oliver & Boyd, 1969. 323p.
 19. PRAVIA, M.A., GARCIA, C., ARES, L. & BEROIS, N. Estimación de la fecundidad y determinación del tipo de desova de la corvina blanca, *Micropogonias alletteratus* (Pisces: scombridae) de los alrededores de la Isla de Picua, Estado Sucre, Venezuela. *Boletim do Instituto Oceanográfico*, 32:69-78, 1995.
 20. RUIZ, L.J., FIGUEROA, M. & PRIETO, A. Ciclo reprodutivo de *Lactophrys quadricornis* (Pisces: Ostraciidae) de la costa nororiental de Venezuela. *Revista de Biología Tropical*. 47(3):561-70, 1999.
 21. SATO, Y., FENERICH VERANI, N., GODINHO, H.P. & VERANI, J.R. Reprodução induzida de matrinhã *Brycon lundii* Reinhardt, 1877, da bacia do rio São Francisco. In: 8º Seminário Regional de Ecologia. Anais, Universidade Federal de São Carlos, 1997, p. 353-69.
 22. SCHULTZ, E.T. & WARNER, R.R. Phenotypic plasticity in life-history traits of female *Thalassoma bifasciatum* (Pisces: Labridae): 2. Correlation of the fecundity and growth rate in comparative studies. *Environmental Biology of Fishes*, (30):333-4, 1991.
 23. SIMPSON, A.C. The fecundity of the plaice. *Fishery Investigations*, 17(5):1-27, 1951.
 24. SMITH, C.E. & WILLIAMS, W.G. Experimental nitrite toxicity in trout and in Chinook salmon. *Transactions of the American Fishery Society*, 103:389-90, 1974.
 25. TOMASINI, J.A.; COLLART, D. & QUIGNARD, J.P. Female reproductive biology of the sand smelt in brackish lagoons of southern France. *Journal of Fish Biology*, 49:594-612, 1996.

26. TVEITEN, H. & JOHNSEN, H.K. Temperature experienced during vitellogenesis influences ovarian maturation and the timing of ovulation in common wolfish. *Journal of Fish Biology*, 55:809-19, 1999.
27. VAN EENENNAAM, J.P. & DOROSHOV, S.I. Effects of age and body size on gonadal development of Atlantic sturgeon. *Journal of Fish Biology*, 53:624-37, 1998.
28. VAZZOLER, A.E.A.M. *Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática*. Maringá, NUPÉLIA, 1996. 169p.
29. WOOTTON, R.J. *Ecology of teleost fishes*. London-New York, Chapman & Hall Pub., 1990. 404p.
30. ZANIBONI-FILHO, E. *Biologia da reprodução de matrinxã *Brycon cephalus* (Gunther, 1869) (Teleostei: Characidae)*. Manaus, Instituto Nacional de Pesquisas do Amazonas, 1985. 134p. (Tese de mestrado).