

## ESTIMATIVA DOS PARÂMETROS DE CRESCIMENTO, RECRUTAMENTO E MORTALIDADE DE *Prochilodus lineatus* DA PLANÍCIE DE INUNDAÇÃO DO ALTO RIO PARANÁ, BRASIL

[Estimates of the growth parameters, recruitment and mortality of *Prochilodus lineatus* of the floodplain of the high Paraná river]

Maria de los Angeles Perez LIZAMA<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Curso de Pós-Graduação PEA/Nupélia/UEM

<sup>2</sup> Endereço/Address: Av. Colombo, 5790, Bloco G-90, Nupélia, Maringá, PR, Brasil, CEP: 87020-900  
E-mail: takemotorm@nupelia.uem.br

### RESUMO

Foi realizado estudo sobre o crescimento, recrutamento e mortalidade de *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1836), espécie dominante da planície de inundação do alto rio Paraná (22°40' - 22°50' S e 53°15' - 53°40' W). Os peixes foram coletados mensalmente entre março de 1992 e fevereiro de 1993, usando-se redes de espera simples e tresmalho, instaladas em diferentes ambientes da planície. O método do retrocálculo foi utilizado nas análises da leitura em escamas, para estimar os parâmetros de crescimento. O programa FISAT foi utilizado para a estimativa dos parâmetros de crescimento, recrutamento e mortalidade através da distribuição de frequência de comprimento. Os resultados evidenciam que *P. lineatus* apresentou comprimento assintótico de 60,14 cm, obtido através do método não linear (valor altamente significativo tanto para os valores retrocalculados como para os comprimentos por idade), taxa de crescimento de 0,17 e mortalidade total de 1,39. O padrão de recrutamento evidenciou um pulso anual para *P. lineatus*, com frequências mais altas nos meses de março e abril.

**Palavras-chave:** *Prochilodus lineatus*, crescimento, recrutamento, mortalidade, Brasil

### ABSTRACT

A study about the growth, recruitment and mortality of *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1836), dominant species in the floodplain of the high Paraná river (22°40' - 22°50' S and 53°15' - 53°40' W) was performed. Fishes were collected monthly from March 1992 through February 1993. Simple stationary nets and trammel nets were installed in different ambient of the floodplain. The analysis were realized by retrocalculation methods, for the estimate growth parameters. The program FISAT was used to estimate the growth parameters, recruitment and mortality by the length frequency distribution. The results show that *P. lineatus* the assintotic length was 60.14 cm, by non linear method (highly significative by retrocalculation for length and age), the growth velocity was 0.17 and the total mortality was 1.39. The recruitment pattern evidenced an annual peak for *P. lineatus*, with the higher frequencies occurring in March and April.

**Key words:** *Prochilodus lineatus*, growth, recruitment, mortality, Brazil

### Introdução

Estudos sobre crescimento em peixes surgiram como uma necessidade de se conhecer a dinâmica de populações e avaliar os estoques pesqueiros, visando à exploração racional dos mesmos. Várias metodologias foram então estabelecidas para a obtenção desses parâmetros. Dentre elas, a leitura das estruturas de aposição foi a mais utilizada. A partir de algumas limitações, foram desenvolvidos inúmeros métodos computacionais baseados nas distribui-

ções de frequência de comprimento, como o programa FISAT (GAYANILO; SPARRE; PAULY, 1996), os quais, além de permitirem a realização de estimativas do crescimento, possibilitam a estimativa de outros parâmetros relativos à dinâmica de populações, como mortalidade e recrutamento, entre outros.

A planície de inundação do alto rio Paraná, objeto do presente estudo, é um ecossistema caracterizado por pulsos de inundação (THOMAZ, 1991) que determinam os padrões de variação temporal e espacial de vários parâmetros ecológicos, entre os distintos

ambientes desse sistema (JUNK; BAYLEY; SPARKS 1989), sendo que as comunidades presentes, especialmente as de peixes, estão expostas a essas variações, adaptando-se de maneira a maximizar sua sobrevivência.

Estudos sobre o crescimento de peixes e suas relações com a planície de inundação são escassos, destacando-se: AGOSTINHO e MARQUES (1994), LIZAMA (1994), AMBRÓSIO e HAYASHI (1997), LIZAMA e AMBRÓSIO (no prelo), AMBRÓSIO e LIZAMA (no prelo). Muitas espécies ainda necessitam ser estudadas por constituírem importante elo na cadeia trófica desses ambientes.

Amplamente distribuído, *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1836) é importante economicamente, constituindo a maior biomassa na planície (AGOSTINHO *et al.*, 1997a). Considerada iliófaga, pois se alimenta de detritos e sedimentos (AGOSTINHO *et al.*, 1997b), é uma espécie de grande porte (mais de 40 cm de comprimento padrão), que realiza extensas migrações alimentares e reprodutivas (AGOSTINHO *et al.*, 1993), não tem cuidado com a prole e alta fecundidade. Sua desova é total no período compreendido entre setembro e março, principalmente em

lagoas, e seus jovens aí permanecem até completarem aproximadamente dois anos (VAZZOLER *et al.*, 1997).

Este trabalho objetiva estimar os parâmetros de crescimento e mortalidade e estabelecer os padrões de recrutamento de *Prochilodus lineatus*, devido à sua importância ecológica e comercial, fornecendo subsídios para o melhor entendimento do funcionamento do complexo ecossistema da planície de inundação do alto rio Paraná.

## Material e Métodos

### Coleta dos dados

Para este estudo, foram analisados 2.318 exemplares de *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1836) (curimba), capturados em diversos ambientes da planície de inundação do alto rio Paraná (22°40' - 22°50' S e 53°15' - 53°40' W) (Figura 1).

As amostragens foram realizadas mensalmente entre março de 1992 e fevereiro de 1993, com redes de espera simples de 3; 4; 5; 6; 7; 8; 10; 12; 14 e 16 cm entre nós opostos, além de redes do tipo tresmalho de 6 e 8 cm entre nós opostos.

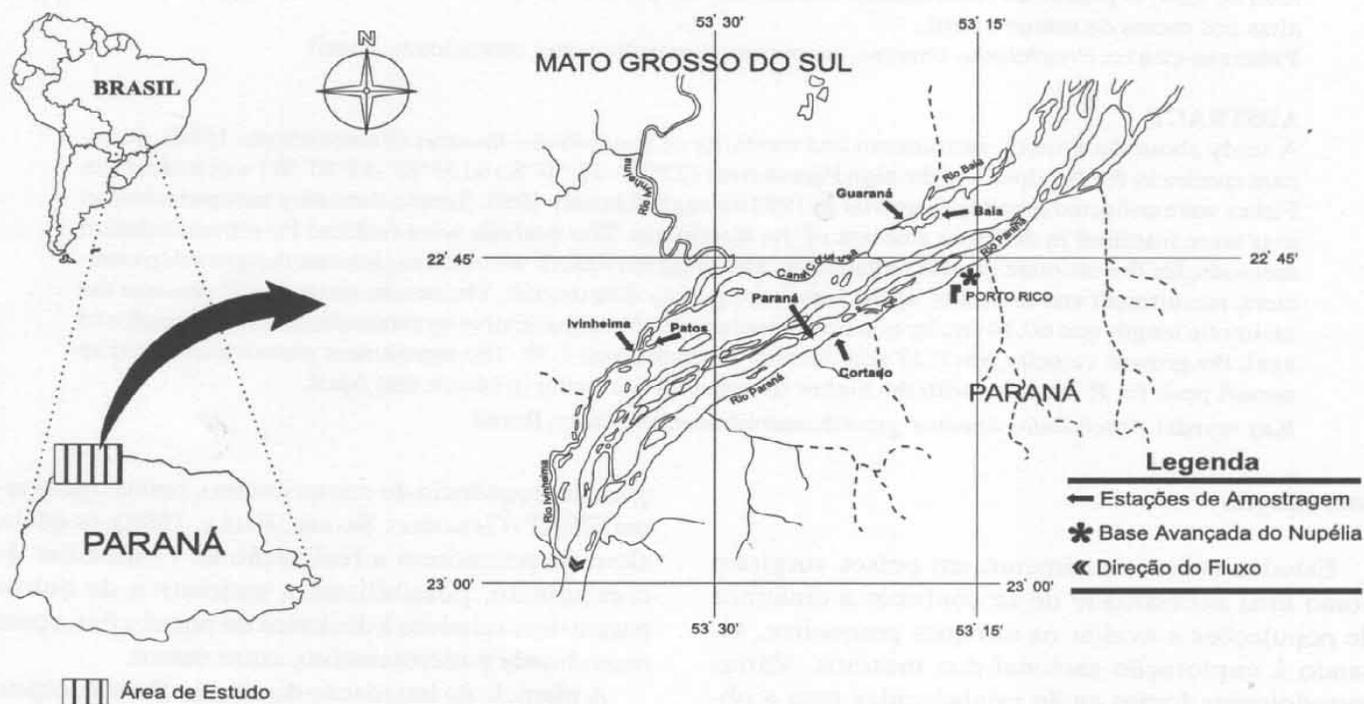


Figura 1. Mapa da região de estudo

Para cada exemplar capturado, após a respectiva identificação específica, registraram-se os valores de comprimento total - Lt (cm), comprimento

padrão -Ls (cm), peso total -Wt (g), sexo e estágio de maturidade gonadal, além da data e local de amostragem.

### Crescimento

Uma subamostra de cinco espécimes por classe de comprimento foi utilizada para a estimativa dos parâmetros de crescimento, através da leitura dos anéis de crescimento em escamas. As escamas foram retiradas da região do corpo coberta pela nadadeira peitoral direita, por ser uma área protegida, portanto, estando menos sujeita à ação de predadores e ao desgaste por atrito, o que pode provocar a perda e, conseqüentemente, reposição de escama não adequada à determinação da idade pelos anéis de crescimento. As escamas foram montadas segundo metodologia descrita em VAZZOLER (1981). Duas leituras foram realizadas em todas as escamas e, em caso de disparidade, uma terceira leitura para confirmação. O número de escamas utilizadas para a estimativa de crescimento através do retrocálculo foi 191. Dados retrocalculados foram utilizados para verificar a ocorrência do fenômeno de "Lee" (KING, 1995), isto é, se os comprimentos padrão estimados pelo retrocálculo são inferiores aos estimados pelo método direto, pois, às vezes, esse fenômeno é verificado nas classes etárias mais elevadas.

Foram obtidas as distâncias entre o núcleo e a borda da escama (D) e entre o núcleo e cada anel ( $D_i$ ) com auxílio de ocular micrométrica, sendo os valores transformados em milímetros. A validação dessas distâncias foi efetuada através do padrão de formação dos anéis nas escamas, segundo metodologia descrita por Matsuura, *apud* CADWALLADER (1978).

Devido ao pequeno número de exemplares por classe etária, foi aplicado o método do retrocálculo, cuja metodologia consta em VAZZOLER (1981), para obtenção de maior número de dados sobre comprimento-idade. A partir dos valores retrocalculados para cada indivíduo, obteve-se o comprimento médio por classe etária. A validação dos resultados foi realizada através do método de Ford-Walford, sendo os parâmetros ajustados à expressão de crescimento de von Bertalanffy (BEVERTON e HOLT, 1957).

Por não terem sido amostrados mensalmente exemplares de todas as amplitudes de comprimento, não foi possível a aplicação de métodos para determinar a periodicidade dos anéis e, então, transformá-la em idade. Com base em estudos realizados com a espécie (GODOY, 1959, CAROZZA e CORDIVIOLA-DE-YUAN, 1991 e HAYASHI *et al.*, 1989), foi assumido que cada anel de crescimento significa um ano de idade.

Para o ajuste de von Bertalanffy dos dados retrocalculados e de comprimento/idade, foi utilizado o modelo não-linear (KING, 1995) utilizando o proce-

dimento não-linear do SAS (Proc NLIN; SAS Institute Inc., 1996).

O estudo das distribuições de frequência de comprimento para todos os exemplares capturados foi realizado através do programa FISAT (FAO-ICLARM Stock Assessment Tools) (GAYANILO; SPARRE; PAULY, 1996), o qual além de todas as rotinas do ELEFAN (GAYANILO; SORIANO; PAULY, 1989), apresenta outras que possibilitam a manipulação de diversas metodologias para a comparação dos parâmetros de crescimento, recrutamento e mortalidade.

Os parâmetros de crescimento ( $L_\infty$  e K) foram obtidos através da rotina ELEFAN I (PAULY e DAVID, 1981). Esta rotina foi utilizada para a estimativa dos parâmetros de crescimento da equação de von Bertalanffy modificada para oscilações sazonais no crescimento (PAULY e GASCHÜTZ, 1979). Como a rotina não permite a estimativa de  $t_0$ , este foi considerado igual a zero, valor amplamente utilizado por diversos autores.

Uma análise conjunta do comprimento médio por grupo de idade obtido através do retrocálculo e da estimativa dos parâmetros de crescimento obtida no FISAT, foi utilizada para obter nova estimativa de  $L_\infty$  e K.

### Recrutamento

O padrão de recrutamento foi derivado da distribuição de frequência de comprimento dentro do programa FISAT, usando os parâmetros de crescimento e o valor de  $t_0$  correspondente.

### Mortalidade

O coeficiente da mortalidade total instantânea (Z) foi estimado através da curva de captura de comprimentos convertidos, bem como através do modelo de Hoenig (HOENIG, 1982), ambas, metodologias incorporadas ao FISAT. Foi utilizada também metodologia descrita em KING (1995) para os dados retrocalculados.

## Resultados e Discussão

### Crescimento

A amplitude de comprimentos padrão da população amostrada de *Prochilodus lineatus* foi 8,0 - 42,3 cm. Observou-se a ocorrência de uma considerável variação no comprimento de indivíduos com o mesmo número de anéis nas escamas e também no tamanho da escama de um mesmo indivíduo.

A variação encontrada no comprimento dos exem-

plares e nas escamas dentro da mesma classe de comprimento foi observada por PAPAGEORGIOU (1979), o qual afirmou que pode ser devida à competição entre os exemplares por alimento ou ser inerente ao crescimento individual. O período prolongado de desova, comum em espécies da planície de inundação, pode também ser responsável por essa variação (AGOSTINHO, 1985). DOMINGUES e HAYASHI (1998) observaram acentuada variação no tamanho de indivíduos de *P. lineatus* em tanques, devido principalmente à amplitude numérica dos cromossomos, e em ambientes naturais, devido às pressões naturais.

Por não ter sido evidenciado o fenômeno de "Lee", todos os dados retrocalculados foram utilizados para a estimativa do crescimento. Diversos autores têm discutido este fenômeno, e todos afirmam que é mais fácil ser encontrado em peixes que apresentam crescimento mais rápido. A mortalidade seletiva, persistindo por vários anos, a seletividade de pesca e o próprio processo de recrutamento da espécie também podem facilitar a ocorrência desse fenômeno (SMALE e TAYLOR, 1987; WITHEREL e BURNETT, 1993 e KING, 1995).

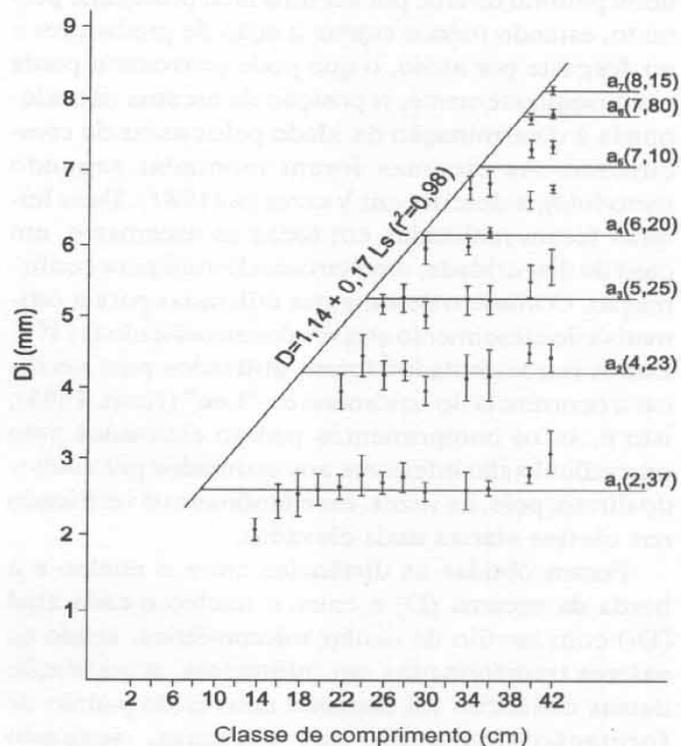
Os resultados da validação dos anéis de crescimento são observados na Figura 2, bem como suas relações com a distância núcleo-bordo (D) e o comprimento padrão (Ls). Os valores médios da distância entre o núcleo e cada anel (Di), por classe etária e classe de comprimento padrão, apresentam tendência linear, paralela à abscissa, indicando que os anéis são formados com regularidade, e que a distância entre eles se reduz gradativamente do primeiro ao último, refletindo diminuição da velocidade de crescimento à medida em que o peixe fica mais velho. Por causa da variação no tamanho entre as escamas, os valores flutuam em torno da distância média por anel de crescimento.

Esse padrão foi observado para *Sardinella brasiliensis* (VAZZOLER; ROSSI-WONGTSHOWSKI; BRAGA, 1982) e *Rhaphiodon vulpinus* (LIZAMA, 1994). PANELLA (1974) e NEKRASOV (1980) defendem a utilização das diversas metodologias na validação e consideram o processo reprodutivo como fator responsável pela formação dos anéis de crescimento.

O resultado do comprimento médio por idade, utilizados para a validação do retrocálculo, e os comprimentos médios retrocalculados estão na Tabela 1.

A estimativa dos parâmetros de crescimento obtidos pelo retrocálculo, pelo programa FISAT, e as novas estimativas dos parâmetros de crescimento pela análise do comprimento/idade através do FISAT, bem como o resultado da análise com o modelo não-

linear encontram-se na Tabela 2. As distribuições de frequência de comprimento com sobreposição das curvas de crescimento estão representadas na Figura 3.



**Figura 2.** Retra representativa da relação entre a distância média núcleo-bordo (D) e a classe de comprimento padrão (Ls), e distâncias médias núcleo-anel (Di) por classe etária e classe de comprimento (os pontos representam as médias, e as barras verticais, os intervalos de confiança). As linhas horizontais representam as médias das distâncias núcleo-anel para cada classe etária de *P. lineatus* da planície de inundação do alto rio Paraná, Brasil

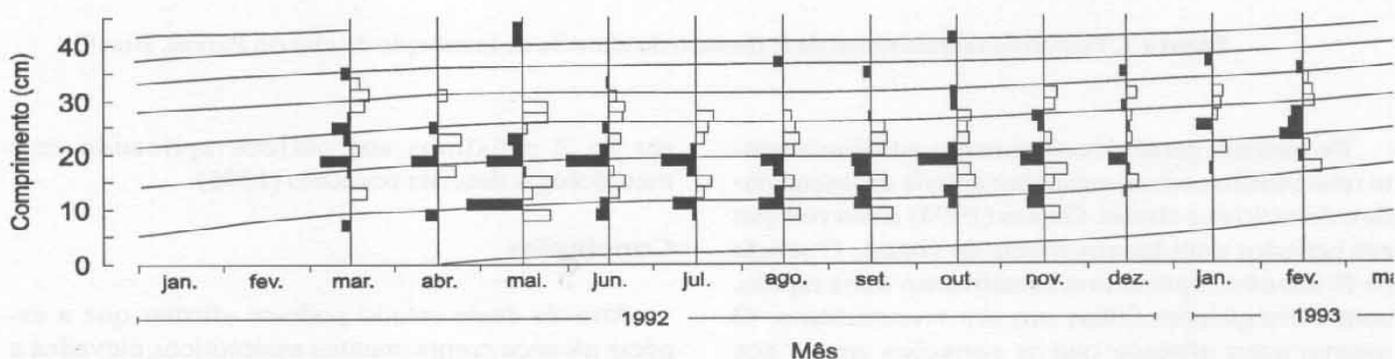
**Tabela 1.** Dados de comprimentos médios observados (Lobs.), retrocalculados (Lretro.) e o obtido pelo ELEFAN, por classe etária de *P. lineatus* da planície de inundação do alto rio Paraná, Brasil

Anéis	Lobs.	Lretro.	ELEFAN
1	9,24	9,08	9,38
2	17,95	17,04	17,30
3	23,98	23,76	23,97
4	28,76	29,43	29,61
5	34,85	34,20	34,36
6	38,83	38,24	38,37
7	41,64	41,64	41,75

**Tabela 2.** Resultados da estimativa dos parâmetros de crescimento de *P. lineatus* da planície de inundação do alto rio Paraná, Brasil

Metodologia	Parâmetros de Crescimento	
	$L_{\infty}$	K
Retrocálculo (R)	60,14	0,17*
FISAT (F)	62,00	0,17
Valores Médios R + F	59,49	0,18
Comprimento/idade	60,14	0,17*

$L_{\infty}$  = comprimento assintótico; K = taxa de crescimento  
\* valor significativo de  $P < 0,0001$

**Figura 3.** Distribuição de frequência de comprimento, com sobreposição das curvas de crescimento de *P. lineatus* da planície de inundação do alto rio Paraná, Brasil

O resultado da análise dos dados de comprimento por idade mostra que os valores obtidos pelo método não-linear foram mais precisos, visto que o teste foi altamente significativo ( $P < 0,0001$ ) e a soma dos quadrados foi baixa ( $SSR = 0,319$ ). Estes resultados vêm corroborar os encontrados através da análise conjunta dos comprimentos médios por idade e a estimativa dos parâmetros obtida através do FISAT.

Diversos autores estudaram o crescimento em *Prochilodus*. GODOY (1959) estudou *P. scrofa* do rio Mogi Guaçu e afirmou que as fêmeas da espécie podem alcançar até 13 anos (65 cm de comprimento total) e os machos, 9 anos (51 cm). CASTAGNOLLI (1971), em estudo realizado no mesmo rio, encontrou exemplares com até 6 anos de idade e 48 cm de comprimento padrão, em média. CAROZZA e CORDIVIOLA-DE-YUAN (1991) encontraram na lagoa "La Cuarentena", Argentina, grupos de *P. lineatus* de 2 a 7 anos de idade, sendo os comprimentos assintóticos de machos e fêmeas muito próximos. HAYASHI *et al.* (1989), estudando os curimbas do reservatório de Itaipu, estimaram o comprimento padrão máximo das fêmeas em 71,4 cm e dos machos, em 62,6 centíme-

Os resultados do retrocálculo e as curvas de crescimento mostram a presença de sete coortes completas (da primeira não foi capturado nenhum exemplar e uma foi registrada por poucos meses), indicando que a espécie vive mais que sete anos. Analisando as distribuições de frequência de comprimento e a época de reprodução de cada espécie descrita em VAZZOLER *et al.* (1997), observa-se que *P. lineatus* apresenta o início da primeira coorte após o período de reprodução (outubro a fevereiro), estratégia provavelmente relacionada às extensas migrações que a espécie realiza.

tros. No presente estudo, a espécie alcançou comprimento assintótico inferior (60,14 cm) àquele encontrado por HAYASHI *et al.* (1989). Estes resultados vêm corroborar o observado por TOLEDO; GODOY; SANTOS (1986), os quais afirmaram que o crescimento de uma espécie é dependente do ambiente em que se encontra, pois este pode levar a espécie a apresentar diferentes padrões de migração, resultando em diferentes padrões de crescimento.

#### Padrão de recrutamento

*Prochilodus lineatus* apresenta um único pulso de recrutamento, que ocorre no período de março-abril (Figura 4). Estes resultados levam a crer que os indivíduos estão sendo recrutados para a pesca com pouco mais de um ano de idade, o que está de acordo com o observado nas distribuições de frequência de comprimento citadas anteriormente. AGOSTINHO *et al.* (1993) observaram para um pico de recrutamento de *P. scrofa* (= *P. lineatus*) nos meses de maio e junho, no reservatório de Itaipu. Segundo VAZZOLER *et al.* (1993), este padrão está relacionado com a sazonalidade da reprodução, sendo acentuado em espécies da planície de inundação.

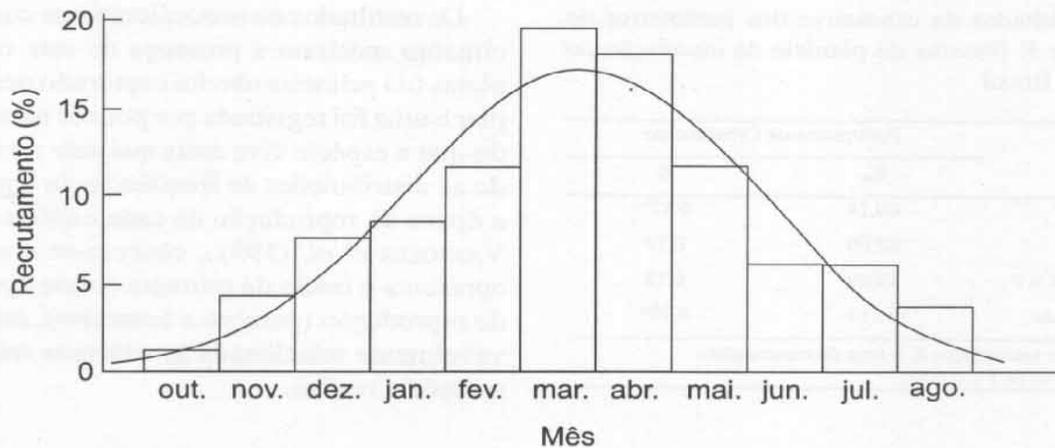


Figura 4. Padrão de recrutamento de *P. lineatus* da planície de inundação do alto rio Paraná, Brasil

De maneira geral, o recrutamento está diretamente relacionado com as variações anuais da intensidade e duração das cheias. GOMES (1994) observou que em períodos com baixos níveis de cheias, *P. scrofa* (= *P. lineatus*) apresentou crescimento mais rápido, com conseqüentes falhas em seu recrutamento. O mesmo autor afirmou que as variações anuais nos níveis d'água são os responsáveis pela instabilidade das comunidades de peixes registrada nos últimos anos na planície de inundação.

### Mortalidade

A estimativa dos coeficientes instantâneos de mortalidade total ( $Z$ ), utilizando diversas metodologias para a população amostrada, pode ser observado na Tabela 3.

Tabela 3. Resultados da mortalidade total ( $Z$ ) de *P. lineatus* da planície de inundação do alto rio Paraná, Brasil

Z			
Curva Captura	Hoenig (1982)	King (1995)	Valor Médio
1,62	1,44	1,11	1,39

De forma geral, os valores de  $Z$  foram baixos. Trabalhos realizados por LIZAMA (1994), com *Raphiodon vulpinus*, LIZAMA e AMBRÓSIO (no prelo), com *Astyanax bimaculatus*, e Ambrósio & Lizama (no prelo), com *Astyanax schubarti*, permitem constatar que esse padrão é característico das espécies da planície de inundação. Estudos realizados por MIRANDA; AGOSTINHO; GOMES (2000) no reservatório de Itaipu para *P. lineatus*, mostram valo-

res de  $Z$  próximos aos obtidos aplicando-se a metodologia descrita por KING (1995).

### Conclusões

Através deste estudo pode-se afirmar que a espécie alcança comprimentos assintóticos elevados e a taxa de crescimento baixa. O recrutamento ocorre durante todo o ano, principalmente nos meses de março e abril, meses em que, em outros estudos, foram encontrados indivíduos jovens habitando as lagoas. Foi possível observar que *P. lineatus* apresenta taxa de mortalidade baixa, estando em concordância com o fato de ser K-estrategista e seus jovens não estarem disponíveis para a pesca nas lagoas onde habitam. Pode-se ainda concluir que os diversos métodos utilizados são adequados para o estudo da espécie, estando de acordo com as características do ciclo de vida do curimba.

### Agradecimentos

Meus sinceros agradecimentos ao programa PADCT/CIAMB/UEM e ao Nupélia (Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aqüicultura) da Universidade Estadual de Maringá, através do qual foi possível a realização deste trabalho e ao Dr. Luis Carlos Gomes e Dr. Carmino Hayashi (DBI/UEM), pela leitura e grande colaboração neste manuscrito.

### Referências Bibliográficas

- AGOSTINHO, A.A. 1985 *Estrutura da população, idade, crescimento e reprodução de Rhinelepis aspera (Agassiz, 1829) (Osteichthyes, Loricariidae) do rio Paranapanema, PR.* São Carlos, SP. 229p. Universidade Federal de São Carlos. (Tese de Doutorado, UFSCar).

- AGOSTINHO, A.A.; HAHN, N.S.; GOMES, L.C.; BINI, L.M.. 1997b Estrutura trófica. In: VAZZOLER, A.E.A. DE M.; AGOSTINHO, A.A.; HAHN, N.S., eds. *A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos*. Maringá: EDUEM, p. 229-248.
- AGOSTINHO, A.A., JÚLIO Jr., H.F.; GOMES, L.C.; BINI, L.M.; AGOSTINHO, C.S. 1997a Composição, abundância e distribuição espaço-temporal da ictiofauna. In VAZZOLER, A.E.A. DE M.; AGOSTINHO, A.A.; HAHN, N.S., eds. *A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos*. Maringá: EDUEM, p. 179-208.
- AGOSTINHO, C.S. e MARQUES, E.E. 1994 Idade e crescimento das piranhas *Serrasalmus spilopleura* e *Serrasalmus marginatus* (Osteichthyes, Serrasalminae) do alto rio Paraná. *Revista UNIMAR*, 16(3):175-187.
- AGOSTINHO, A.A.; VAZZOLER, A.E.A. de M., GOMES, L.C.; OKADA, E.K. 1993 Estratificación espacial y comportamiento de *Prochilodus scrofa* en distintas fases del ciclo de vida, en la planicie de inundación del alto rio Paraná y embalse de Itaipu, Paraná, Brasil. *Rev. Hydrobiol. trop.*, 26(1):79-90.
- AMBROSIO, A.M. e HAYASHI, C. 1997 Idade e crescimento de *Steindachnerina insculpta* (Fernandes-Yepes, 1948), (Characiformes, Curimatidae) da planície de inundação do alto rio Paraná, Brasil. *Rev. Bras. Biol.*, 57(4):687-698.
- \_\_\_\_\_ e LIZAMA, M. de los A. P. (no prelo) Growth, recruitment and mortality parameters of *Astyanax schubarti* Britski, 1964 (Pisces, Characidae) in the high Paraná River floodplain, Brazil. *Revista Naga*.
- BEVERTON, R.J.H. e HOLT, S.J. 1957 On the dynamics of exploited fish populations. *Min. Agric. Fish and Food, Fish. Invest.*, 2(19):1-533.
- CADWALLADER, P.L. 1978 Age, growth and condition of the Common River Galaxias, *Galaxias vulgaris* Stokell, in the Glentús River, Canterbury, New Zeland. *Fish Res. Bull.*, (17), 15-20.
- CAROZZA, C. e CORDIVIOLA-DE-YUAN, E. 1991 Estudios ictiológicos en la Laguna la Cuarentena (Isla Carabajal), rio Parana, Argentina: Edad y crecimiento del "sabalo" *Prochilodus lineatus* (Val.), periodo 1984-1985 (Pisces, Curimatidae). *Rev. Hydrobiol. Trop.*, 24(2):119-129.
- CASTAGNOLLI, N. 1971 Idade e crescimento de três espécies de peixes da família Characidae do Mogi Guassu. *Rev. Bras. Biol.*, 31(4):519-524.
- DOMINGUES, W.M. e HAYASHI, C. 1998 Estudo experimental sobre anéis diários em escamas nas fases iniciais do desenvolvimento do curimba, *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1836) (Characiformes, Prochilodontidae). *Rev. Bras. Biol.*, 58(4):609-617.
- GAYANILO, F.C.; SORIANO, M.; PAULY, D. 1989 A draft guide to the Compleat ELEFAN ICLARM Contribution, 435: 71p.
- \_\_\_\_\_; SPARRE, P.; PAULY, D. 1996 *The FAO-ICLARM Stock Assessment Tools (FISAT) User's Guide*. FAO Computerized Information Series (Fisheries), 8, Rome: FAO. 126p.
- GODOY, M.P. de 1959 Age, growth, sexual maturity, behaviour, migration, tagging and transplantation of the curimatá (*Prochilodus scrofa* Steindachner, 1881) of the Mogi Guassu River, São Paulo State, Brasil. *An. Acad. Brasil. Cienc.*, 31(3):447-477.
- GOMES, L.C. 1994 *Influência no regime de cheias sobre o estado nutricional e recrutamento de jovens de Prochilodus scrofa Steindachner, 1881 no alto rio Paraná, Brasil*. Maringá, PR. 18p. Universidade Estadual de Maringá. (Dissertação de Mestrado. UEM).
- HAYASHI, C.; GOULART, E.; VERISSIMO, S.; FEDATTO Jr., Z. 1989 Idade e crescimento do curimba *Prochilodus scrofa* (Osteichthyes: Prochilodontidae) no reservatório de Itaipu. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGIA, 16, João Pessoa, 1989. *Resumos...* João Pessoa. p.49.
- HOENIG, J.M. 1982 Estimating mortality rate from the maximum observed age. *ICES.C.M./1982/D*. 510p. (mimeo).
- JUNK, W.J., BAYLEY, P.B.; SPARKS, R.E. 1989 The flood pulse concept in river-floodplain systems. *Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.*, 106:110-127.
- KING, M. 1995 *Fisheries biology, assessment and management*. Oxford: Fishing News Books. 341p.
- LIZAMA, M. DE LOS A.P. 1994 *Estimativas das taxas de crescimento, recrutamento e mortalidade de espécies de peixes dominantes na planície de inundação do alto rio Paraná (22°40'-22°50' S e 53°10'-53°40' W), Brasil. I. Rhamphodon vulpinus (Agassiz, 1829), (Characiformes, Cynodontidae)*. Maringá, PR. 24p. (Dissertação de Mestrado. UEM).
- \_\_\_\_\_ e AMBRÓSIO, A.M. (no prelo) Growth, recruitment and mortality parameters of *Astyanax bimaculatus* (Linnaeus, 1758) (Pisces, Characidae) in the high Paraná River floodplain, Brazil. *Revista Naga*.

- MIRANDA, L.E.; AGOSTINHO, A.A.; GOMES, L.C. 2000 Appraisal of the selective properties of gill nets and implications for yield and value of the fisheries at Itaipu reservoir, Brazil-Paraguay. *Fisheries Research*, 45:105-116.
- NEKRASOV, V.V. 1980 The causes of annulus formation in tropical fishes. *Hydrobiol.*, 15(2):35-39.
- PANELLA, G. 1974 Otolith growth patterns: an aid in age determination in temperate and tropical fishes. In: BAGENAL, T.B., ed. *Ageing of fish*. Surrey: Unwin Brothers. p. 28-39.
- PAPAGEORGIOU, N.K. 1979 The length weight relationship, age, growth and reproduction of the roach *Rutilus rutilus* (L.) in lake Volvi. *J. Fish Biol.*, 14(6):529-538.
- PAULY, D. e DAVID, N. 1981 Elefan I, a basic program for the objective extraction of growth parameters from length-frequency data. *Meeresforschung*, 28:205-211.
- \_\_\_\_\_, e GASCHÜTZ, G. 1979 A simple method for fitting oscillating length growth data with a programme for pocket calculators. *Cons. Int. Explor. Mer, C.M.1979/G:24. Demersal Fish Committee*.
- SAS Institute Inc. 1996. SAS Systems for windows, release 6.12. SAS Institute Inc., Cary North Carolina, USA.
- SMALE, M.A. e TAYLOR, W.W. 1987. Sources of back-calculation error in estimating growth of lake whitefish. In: SUMMERFELT, C., R. e HALL, G. E., eds. *Age and growth of fish*. Iowa: Iowa State University Press. p.189-202.
- THOMAZ, S.M. 1991 *Influências do regime hidrológico (pulsos) sobre algumas variáveis limnológicas de diferentes ambientes aquáticos da planície de inundação do alto rio Paraná, MS, Brasil*. São Carlos, SP. 294p. (Dissertação de Mestrado. UFSCar).
- TOLEDO, S.A.; GODOY, M.P. DE; SANTOS, E.P. DOS 1986 Curva de migração do curimatá, *Prochilodus scrofa* (Pisces, Prochilodontidae) na bacia superior do rio Paraná, Brasil. *Rev. Bras. Biol.*, 46(2):447-452.
- VAZZOLER, A.E.A. DE M. 1981 *Manual de métodos para estudos biológicos de populações de peixes*. Brasília, CNPq, Programa Nacional de Zoologia. 108p.
- \_\_\_\_\_, ROSSI-WONGTCHOWSKI, C.L. DEL B.; BRAGA, F.M. S. 1982 Estudos sobre estrutura, ciclo de vida e comportamento de *Sardinella brasiliensis* (Steindachner, 1879) na área entre 22°S e 28°S, Brasil. II. Determinação da idade individual e crescimento dos otólitos. *Bolm Inst. Oceanogr.*, 31(2):77-84.
- VAZZOLER, A.E.A. DE M.; LIZAMA, M. DE LOS A.P.; OTAKE, V. e AGOSTINHO, A.A. 1993 Avaliação da função reprodutiva da comunidade íctica dominante na planície de inundação do alto rio Paraná. In: Encontro Brasileiro de Ictiologia, 10., São Paulo/SP. Resumos... p.209.
- \_\_\_\_\_, SUZUKI, H.I.; MARQUES, E.E.; LIZAMA, M. DE LOS A.P. 1997 Primeira maturação gonadal, períodos e áreas de reprodução. In: VAZZOLER, A.E.A. DE M., AGOSTINHO, A.A.; HAHN, N.S., eds. *A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos*. Maringá: EDUEM, p.249-265.
- WITHEREL, D.B. e BURNETT, J. 1993 Growth and maturation of Winter flounder, *Pleuronectes americanus*, in Massachusetts. *Fish. Bull.*, 91(4):816-820.