

ESTUDO EXPERIMENTAL SOBRE ANÉIS DIÁRIOS EM
ESCAMAS NAS FASES INICIAIS DO DESENVOLVIMENTO
DO CURIMBA, *Prochilodus lineatus* (VALENCIENNES, 1836)
(Characiformes, Prochilodontidae)

DOMINGUES, W. M. e HAYASHI, C.

Departamento de Biologia, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790,
Campus Universitário, CEP 87020-900, Maringá, PR

Correspondência para: Wladimir Marques Domingues, Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aqüicultura, Universidade
Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, Campus Universitário, CEP 87020-900, Maringá, PR

Recebido em 18/03/97 – Aceito em 02/07/98 – Distribuído em 30/11/98

(Com 4 figuras)

ABSTRACT

**Daily rings in scales during the initial phases of the development of the curimba,
Prochilodus lineatus (Valenciennes, 1836) (Characiforms, Prochilodontidae)**

Growth in the early stages of the curimba, *Prochilodus lineatus* through the analysis of scales and body size is provided. The emergence of the first scales and the formation of daily rings are related to the size and age of individuals. Scales were observed from the 20th day in individuals over 11.2 mm. An equation was obtained relating the number of daily rings of the scales, age of the individuals reared in captivity and the day of the year in which the fish was captured, leading to its approximate day of birth/hatching. Two phases of development with different growth rates were determined: the first comprising the period between the 1st and 18th day; the second between the 19th and the 70th day.

Key words: *Prochilodus lineatus*, daily rings growth, fish growth, rings in scales.

RESUMO

Neste trabalho, estuda-se experimentalmente o crescimento nas primeiras fases de vida do curimba, *Prochilodus lineatus* (VALENCIENNES, 1836), pela análise das escamas e tamanho dos peixes. Acompanha-se o surgimento das primeiras escamas e a formação dos anéis “diários”, relacionando-os com o tamanho e a idade dos indivíduos. Os resultados mostram que as escamas foram observadas a partir do vigésimo dia em indivíduos que apresentaram tamanhos superiores a 11,2 mm. Isto permitiu a elaboração de uma equação, relacionando o número de escleritos das escamas, a idade dos indivíduos criados em condições experimentais e o dia do ano em que o exemplar (selvagem) foi capturado, resultando no seu dia aproximado de nascimento/eclosão. Outro resultado foi a identificação de duas fases de desenvolvimento, com taxas distintas de crescimento, sendo a primeira compreendida entre o 1º até o 18º dia e a segunda do 19º até o 70º dia.

Palavras-chave: *Prochilodus lineatus*, anéis de crescimento diário, crescimento em peixes, anéis em escamas.

INTRODUÇÃO

Estruturas de aposição como escamas, ossos e otólitos têm sido utilizadas desde o início do século para estudos de idade e crescimento. A ocorrência de incremento diário nessas estru-

ras foi discutida primeiramente por Pannella (1971), em *Merluccius bilinearis*, *Urophycis chuss* e *Gadus morhua*. Posteriormente, outros autores (Werder & Soares, 1984; Szedlmayer *et al.*, 1991) confirmaram a ocorrência de incremento diário para outras espécies utilizando principalmente

otólitos e, em menor escala, escamas. Barlow & Gregg (1991) utilizaram modelos de formação de anéis diários para a diferenciação de indivíduos selvagens daqueles criados em cativeiro e, posteriormente, liberados no ambiente.

Uma unidade de incremento diário no crescimento ("growth increment") ou zona de crescimento é uma estrutura que geralmente se forma a cada 24 horas, sendo constituída por duas partes: uma zona de incremento (faixa larga e translúcida) e outra de descontinuidade (relativamente mais estreita e opaca) (Yoneda, 1987). Segundo Mugiya *et al.* (1981), a zona de incremento é constituída por carbonato de cálcio, geralmente na configuração mais estável de cristais de aragonita. A zona de descontinuidade é constituída principalmente de uma matriz protéica de otolina (Degens, Deuser & Haedrich, 1969; Dunkelberger, Dean & Watabe, 1980; Yoneda, 1987).

As variações no crescimento de um peixe têm reflexo nas taxas de crescimento de estruturas de aposição. Ottaway (1978) mostra que elas apresentam pelo menos dois ritmos, ou seja, um sazonal para incorporação do aminoácido glicina, sobreposto por outro, que é determinado por fatores relacionados à fisiologia, sendo ambos controlados, provavelmente, pelo ritmo circadiano, porém influenciados por estímulos externos. Taubert & Coble (1977) sugerem que a formação diária de anéis no otólito *sagitta* é iniciada por flutuações na intensidade da luz e influenciada pela temperatura.

A determinação da idade e crescimento de peixes é um dos elementos centrais na avaliação dos estoques e recursos pesqueiros, normalmente realizada através de modelos de produção que permitem diagnosticar mudanças e fazer projeções sobre o estoque. A este propósito, Cousseau & Cotrina (1975) ressaltam que a determinação da idade e crescimento é um dos aspectos biológicos mais importantes, por ser um quesito indispensável aos cálculos de mortalidade e avaliação de recursos pesqueiros. Tais estudos também podem fornecer informações básicas sobre a estratégia de vida, estrutura de populações e mudanças no crescimento destas, devido a perturbações ambientais ou pela pesca, o que aumenta a compreensão da biologia dos peixes e forma a base dos modelos de dinâmica de populações (Radtke & Hourigan, 1990). *Prochilodus lineatus*, objeto deste estudo, é uma espécie reofílica que se

reproduz no canal dos rios e tem seu desenvolvimento inicial em lagoas marginais na planície de inundação, até alcançar a maturação com 2 anos de idade, medindo 18,9 cm de comprimento padrão (Agostinho *et al.*, 1993). Iliófago, o curimba consome quase exclusivamente finas partículas do lodo, onde estão contidos sedimentos inorgânicos, que é a parcela mais considerável da dieta, além de detritos orgânicos e diatomáceas (Fugi, Hahn & Agostinho, 1996).

No que diz respeito a sua frequência de captura, *P. lineatus* é uma das espécies mais capturadas no rio Paraná (Cordiviola & Campana, 1993; Agostinho, Julio & Petrere, 1994), tanto em número quanto em biomassa. Estudos realizados entre 1987 e 1990 por esses autores, indicaram também ser esta espécie uma das 4 mais capturadas pela pesca profissional no reservatório de Itaipu.

Dessa forma, o presente trabalho teve por objetivo a análise da idade e crescimento do curimba, *Prochilodus lineatus* (Valenciennes, 1836), em cativeiro durante seus estágios iniciais de vida, ou seja, desde a eclosão até a fase juvenil, fase na qual os conhecimentos sobre crescimento são escassos.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Aqüicultura do Departamento de Biologia da Universidade Estadual de Maringá, utilizando-se oito tanques de cimento amianto com capacidade de 1.000 litros cada, em ambiente a céu aberto.

Os tanques foram lavados e secos sob o sol direto. Isto feito, foram cobertos com tela industrial, permitindo a entrada dos canos de alimentação de água e aeração. Em seguida, os tanques foram cheios e a adubação foi feita utilizando-se 25 gramas de esterco de aves por tanque, com duas aplicações mensais. A inoculação foi feita aproveitando os organismos alimentares, desenvolvidos em outros tanques.

A indução e desova de *Prochilodus lineatus*, para a obtenção das larvas, foram realizadas no Centro de Piscicultura do Instituto Ambiental do Paraná, Toledo, PR. Após 48 horas da eclosão, as larvas foram transportadas até o laboratório, onde se processou a contagem, separação e instalação de 400 larvas em cada tanque. O sistema

de cultivo foi do tipo semifechado, ou seja, com renovação constante de água.

Diariamente foram monitorados a temperatura e o comportamento das larvas e/ou alevinos. Os valores de pH foram obtidos semanalmente até o final do experimento. A alimentação foi feita inicialmente com fermento complementando o alimento oriundo das comunidades fito e zooplânctônicas dos tanques como suplemento alimentar até o 25º dia e ração comercial (Guabi), à vontade, a partir do 13º dia, quando foram observados indivíduos sem o saco vitelínico e que se alimentavam ativamente nas paredes e fundo dos tanques.

No decorrer do primeiro mês do experimento, as larvas foram amostradas diariamente. No mês seguinte, com 3 dias de intervalo e, finalmente, nas últimas amostragens, com 10 dias, até completar 70 dias. As amostragens para obtenção das larvas foram aleatórias. O objetivo foi o de coletar 10 larvas/alevinos por amostragem. As larvas coletadas foram fixadas em formol 4% neutralizado com carbonato de cálcio (CaCO₃), durante 24 horas, e, em seguida, transferidas para nova solução de formol 4% também neutralizada.

Foram tomadas as medidas de comprimento total, que é a distância da extremidade anterior da cabeça até a extremidade posterior da membrana/nadadeira caudal, bem como a do comprimento padrão, distância da extremidade anterior da cabeça ao final da notocorda, na larva, e ao final do osso hipural, em pré-jovens e jovens.

As escamas foram extraídas, após análise de outras áreas, da região coberta pela nadadeira peitoral.

Foram coletadas em média 10 escamas por indivíduo. A extração, preparação e montagem das escamas foram realizadas segundo o método descrito por Vazzoler (1981).

Em virtude do pequeno tamanho de algumas escamas, optou-se pela adição, além da cola, do meio de montagem histológico (Permount-Fisher Scientific Company).

As contagens dos incrementos nas escamas foram feitas sob microscópio óptico, em aumentos de 100 e 400 X. Quando observada sob o microscópio, a zona de incremento se mostrou como uma faixa larga e translúcida, enquanto a zona de descontinuidade, como uma faixa relativamente mais estreita e opaca.

Os incrementos de cada escama foram contados no mínimo 3 vezes. As escamas escolhidas

foram aquelas que apresentaram o maior número de incrementos (Werder, 1983).

As fases de crescimento foram determinadas através dos menores valores das somas dos quadrados dos resíduos, como descrito em Gallant & Fuller (1973); Hudson (1966); Quandt (1958), Leite (1982).

Indivíduos selvagens foram coletados na planície de inundação do Rio Paraná (imediações de Porto Rico, PR) para o teste do modelo elaborado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A grande maioria dos autores que têm por objetivo a análise de incrementos diários em estruturas datadoras vem também determinando a taxa de formação de tais estruturas para várias espécies, tanto marinhas como de águas continentais (Pannella, 1971). Normalmente as estruturas preferidas são os otólitos e freqüentemente os denominados de *sagitta* (Taubert & Coble, 1977; Campana & Neilson, 1982; Yoneda, 1987; Moksness & Weststad, 1989). Para estas estruturas, entretanto, a técnica exigida é, até certo ponto, complicada e trabalhosa, além do fato de que, na maioria das vezes, o equipamento exigido é de acesso restrito a poucos pesquisadores.

Recentemente, Werder (1983); Werder & Soares (1984); Barlow & Gregg (1991); Szeldmayer *et al.* (1991), trabalhando com escamas, determinaram um alto grau de relação entre o número de incrementos e a idade das espécies estudadas.

Além disso, há possibilidade de distinção dos indivíduos criados em condições experimentais daqueles selvagens, através da diferença do modelo de deposição dos anéis em escamas entre estes dois grupos (Barlow & Gregg, 1991), podendo auxiliar nas técnicas de manejo e biologia pesqueira.

As escamas, entretanto, são formadas muito depois dos otólitos. Nas espécies estudadas por Werder & Soares (1984), o tempo necessário para o início da formação das escamas variou de 14 a 24 dias. Na espécie objeto deste trabalho isto foi observado apenas no vigésimo dia ($L_s = 11,20$ mm) e, mesmo assim, em apenas um dos indivíduos amostrados. Indivíduos sem escamas foram observados até o trigésimo dia. O desenvolvimento das escamas se deu da mesma forma que descrito em Cordivola & Campana (1993), ou seja,

iniciou-se na região humeral e depois estendeu-se para o restante do corpo.

A leitura dos incrementos diários nas escamas de *Prochilodus lineatus* foi relativamente simples. A comparação entre as escamas dos indivíduos criados em cativeiro com as dos exemplares coletados em ambiente natural mostrou algumas diferenças quanto à disposição ou padrão de deposição dos incrementos. Nos indivíduos selvagens, os anéis se apresentaram mais uniformemente dispostos sem muitas ondulações ou ramificações, principalmente nos indivíduos menores. A visualização do núcleo também foi mais fácil nos indivíduos selvagens. Este fato deve decorrer das condições artificiais sob as quais os indivíduos foram mantidos no laboratório.

A relação entre o número de incrementos e o comprimento padrão é expressa por $Y = -1,08 + 0,61X$, em que Y = número médio de anéis e X = comprimento padrão (gl = 68; $r = 0,97$) (Fig. 1). A relação entre o número de incrementos e a idade é expressa por $Y = -6,28 + 0,53X$ (gl = 68; $r = 0,91$), em que Y = número médio de anéis e X = idade (Fig. 2).

É sabido que esta espécie, em cultivos extensivos e semi-extensivos, tem acentuada variabilidade individual no tamanho para uma mesma idade, o mesmo acontecendo neste experimento (Tabela 1), o que pode explicar as eventuais fa-

lhas da equação para predição da idade. Neste experimento, a idade em que o primeiro anel se formou não foi determinada com precisão. Sabe-se que se inicia ao redor do vigésimo dia. Observou-se que no primeiro dia em que foram detectadas escamas (20 dias), o exemplar, com 14,67 mm de comprimento padrão já apresentava 5 incrementos. Um exemplar de 25 dias (11,83 mm) apresentava apenas 2. Entretanto, indivíduos com 26 dias (11,17 mm) e 28 dias (11,17 mm) apresentaram 6 e 4 anéis, respectivamente. Estes foram alguns dos extremos identificados nas amostragens. Assim, o tamanho provavelmente deve ter influenciado com alguma intensidade a formação dos incrementos, pois, analisando-se os indivíduos em conjunto, nota-se um padrão na sua deposição.

Relacionada a essa variação nos tamanhos desta espécie, Cavallaro (1992), estudando cromossomos supranumerários (Bs) em *Prochilodus scrofa*, verificou uma acentuada variação numérica destes (0-5), tanto inter como intra-individual. Além disso, esta autora descreve que há uma relação entre o número de cromossomos supranumerários, a idade e o comprimento. Ainda, a esse respeito, Foresti *et al.* (1994) mostram que há uma estreita correlação com o número de Bs dos indivíduos, sugerindo que os animais com menor número (2 e 3) apresentam valores de comprimento total e peso total mais elevados do que aqueles com

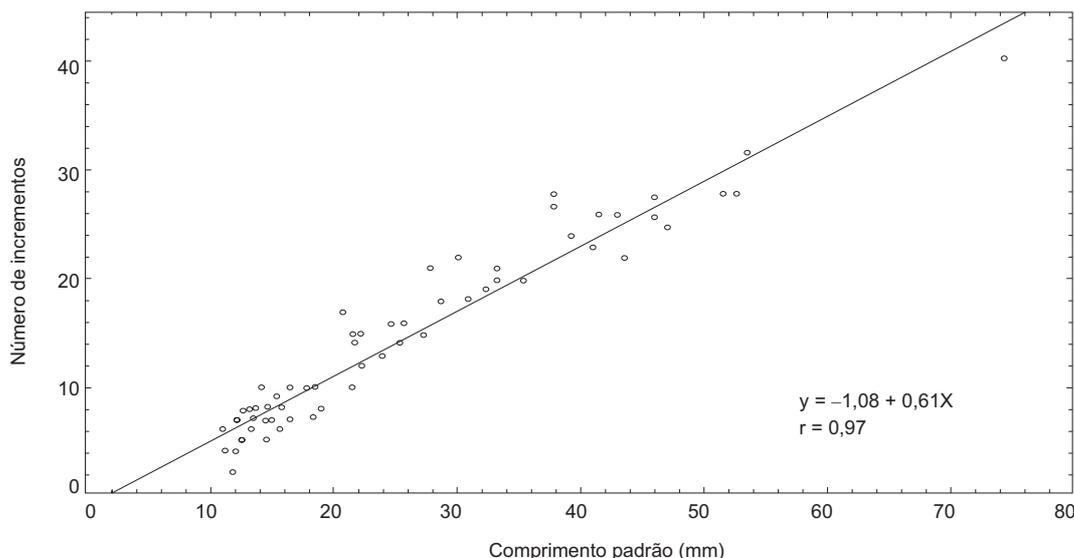


Fig. 1 — Relação entre comprimento padrão (mm) e número de incrementos.

maior número destes cromossomos. Cavallaro & Bertollo (1988) sugerem, a partir dos dados obtidos em estudo comparativo dos cromossomos supra-numerários em *Prochilodus scrofa* de três localidades distintas, um possível efeito adaptativo dos cromossomos no ambiente em estudo.

Em ambientes naturais, a variação acentuada de tamanho entre indivíduos de *P. lineatus* de mesma coorte também foi observada nas lagoas marginais da planície de inundação do rio Paraná (Okada e Veríssimo, com. pes.).¹ Neste caso, deve-se levar em consideração que embora, haja uma mistura de proles de pais diferentes, as pressões naturais, como competição, predação, disponibilidade alimentar e condições abióticas, são mais intensas, fazendo com que os indivíduos que têm o crescimento mais lento ou apresentam alguma anomalia estejam mais sujeitos à predação e morte. Todo este processo acentua a diferença entre os indivíduos.

Werder (1983) discute em seu trabalho com *Brycon cf melanopterus* que, no final de seu experimento, a variação no tamanho dos indivíduos foi mínima, sugerindo que as condições foram iguais para todos. No caso dos espécimes de *P. lineatus* criados em cativeiro, os parâmetros físicos e químicos não sofreram variação significativa e a alimentação, como dito anteriormente, foi à vontade. As diferenças devem refletir, portanto, influências genótípicas.

A equação de Werder (1983), para o retrocálculo na data de nascimento e/ou desova, requer a determinação do dia em que se formou o primeiro esclerito. Neste estudo, a imprecisão desta data, aliada ao fato de ter ocorrido considerável variação tanto no número de escleritos como no tamanho dos indivíduos de mesma idade, impossibilitou o uso da mesma, optando-se, assim, pelo método dos mínimos quadrados. Para estimar a idade de indivíduos de ambientes naturais, o resultado desta equação foi subtraído do número de dias do ano em que ocorreu a coleta, o que resultou em:

$$X = \left(\frac{-6,28 + Y}{0,53} \right) - c$$

em que:

- X = provável data do nascimento
- 6,28 = constante (a)
- 0,53 = constante (b)
- Y = número de escleritos
- C = número de dias do ano em que o exemplar foi capturado

O retrocálculo feito para os indivíduos selvagens para estimar a época de reprodução e a data de nascimento coincidiu com o período de reprodução (Tabela 2).

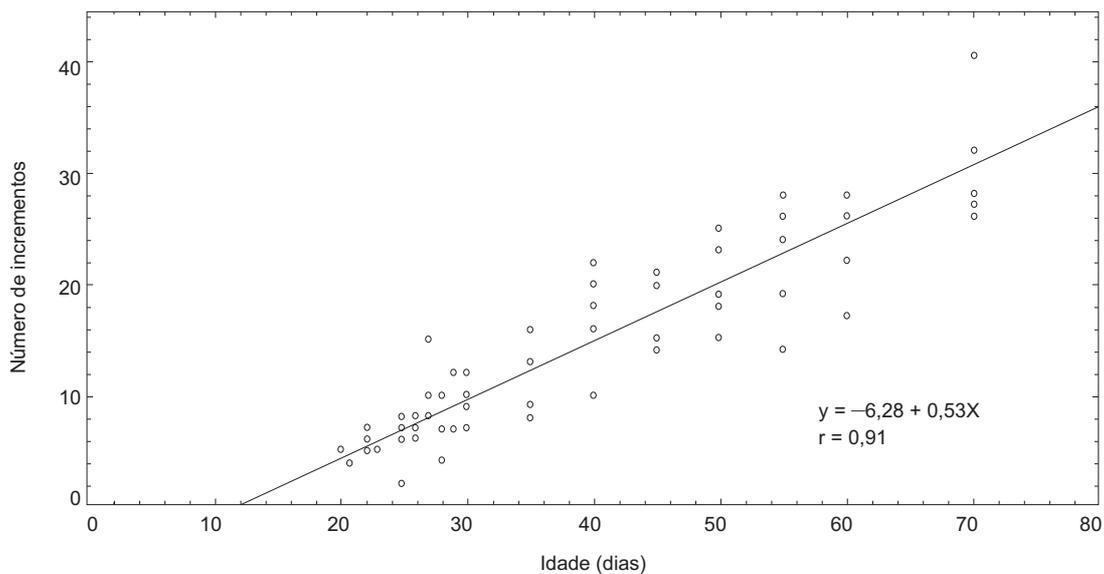


Fig. 2 — Relação entre idade (dias) e número de incrementos.

TABELA 1
Resultados finais sobre os indivíduos sobreviventes do
experimento para determinação de anéis diários com idade de 70 dias.

	Densidade inicial	Ls inicial (mm)	Densidade final	Ls final (mm)	Sobrevivência (%)
Tanque 1	400	5,03	44	46,30 (30-74)	11
Tanque 2	400	5,03	23	61,00 (37-94)	5,75
Tanque 3	400	5,03	38	58,10 (33-100)	9,5
Tanque 4	400	5,03	29	58,20 (36-81)	7,25
Tanque 5	400	5,03	20	66,10 (42-87)	5
Tanque 6	400	5,03	–	–	–
Tanque 7	400	5,03	68	47,20 (25-77)	17
Tanque 8	400	5,03	–	–	–

Densidade inicial e final = indivíduos/1.000 litros.

Ls final = médias finais em mm. Os valores entre parênteses são os menores e maiores tamanhos alcançados.

TABELA 2
Retrocálculo da data de nascimento individual de *Prochilodus lineatus*
capturado na ilha de Porto Rico, rio Paraná, Porto Rico, Paraná, Brasil.

Ls (mm)	Número de escleritos (Y)	Data da captura	Número de dias do ano (c)	Idade estimada em dias (X)	Data de nascimento estimada
34,30	25	8, março, 1994	67	60	8, março, 1994
45,20	29	8, março, 1994	67	68	1, janeiro, 1994
30,60	23	8, março, 1994	67	56	12, janeiro, 1994
48,10	32	8, março, 1994	67	73	26, dezembro, 1993

Esta ocorre, segundo Agostinho *et al.* (1993), no período compreendido entre novembro e março em ambientes lóticos a montante do reservatório da Usina Hidroelétrica de Itaipu, sob condições de altas temperaturas e níveis fluviométricos crescentes.

De acordo com FUEM/NUPELIA/FINEP (1989), os indivíduos de grande porte têm ocorrência altamente sazonal na planície de inundação do rio Paraná nas imediações do município de Porto Rico, PR, a aproximadamente 185 Km a montante do reservatório de Itaipu. Entretanto, a análise da frequência mensal dos estádios de maturação gonadal revela que exemplares em reprodução foram registrados de novembro a março no período estudado.

Segundo Agostinho *et al.* (1993), logo após a reprodução ocorre o ingresso das larvas em áreas alagadas onde se alimentam e crescem até a maturação.

Houve tentativas para determinar os parâmetros de crescimento (K , L_{∞} e t_0) através da metodologia de von Bertalanffy e Gompertz. Entretanto, tais métodos não se ajustaram aos dados disponíveis (Fig. 3), subestimando ou superestimando os parâmetros, o que resultou em equações distorcidas, sendo assim abandonadas.

O fato e provável motivo do não ajuste dos métodos de von Bertalanffy e Gompertz é que o crescimento inicial apresenta fases distintas. Segundo Ricker apud Hoar *et al.* (1979), tais fases podem representar períodos naturais de crescimento exponencial a diferentes taxas. Assim, foram determinadas duas fases, sendo a primeira compreendida do início do experimento até o 18º dia e, a segunda do 19º até o 70º (Fig. 4). A equação para a primeira fase é expressa por $Y_1 = 4,97 + 0,20X$ (gl. = 16; $r = 0,95$) e a segunda, $Y_2 = -5,90 + 0,79X$ (gl. = 17; $r = 0,99$), em que Y = comprimento padrão médio e X = idade.

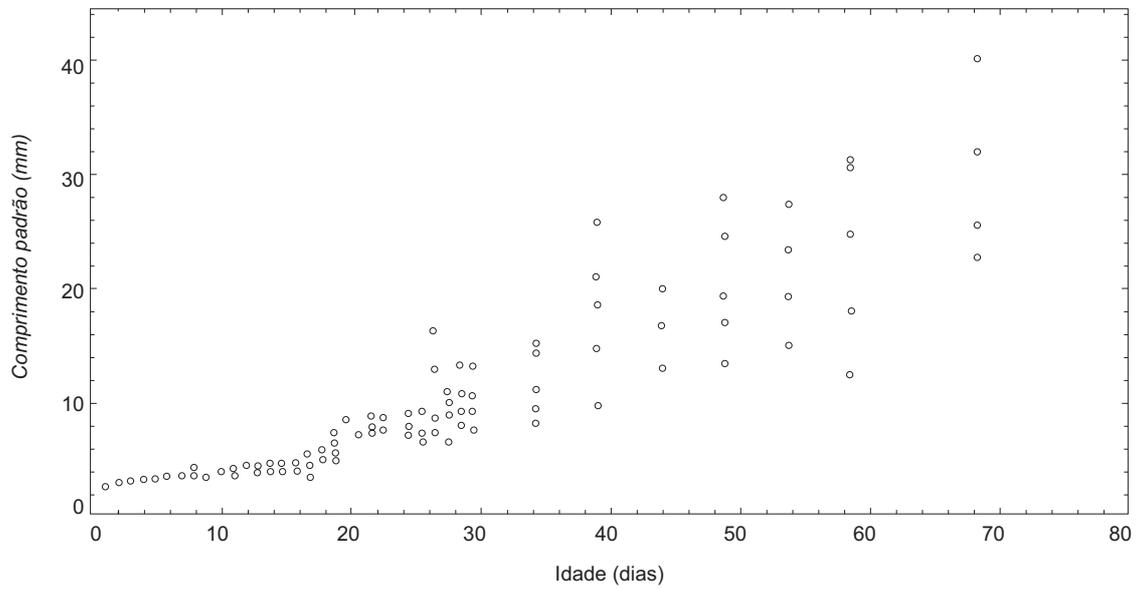


Fig. 3 — Gráfico de dispersão dos dados referentes à idade (dias) e comprimento padrão (mm) de *Prochilodus lineatus*. Os pontos representam os valores individuais do comprimento padrão.

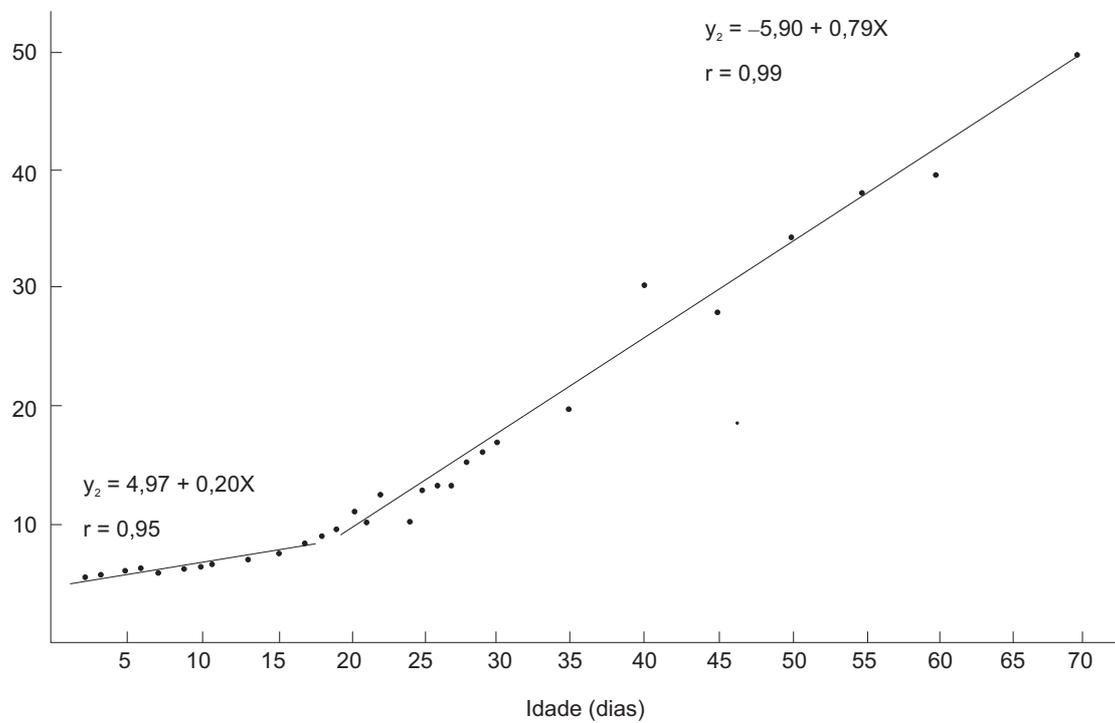


Fig. 4 — Relação entre comprimento padrão e idade (dias), de *Prochilodus lineatus*, mostrando as duas fases de crescimento.

O ponto de inflexão pode estar relacionado a mudanças no aparelho digestivo. De acordo com Cavicchioli & Leonhardt (1993), *P. scrofa* (= *P. lineatus*), com 456 horas, ou seja, do momento do nascimento até o 19º dia, este se apresenta em processo de diferenciação, quando estruturas internas e externas, como cecos pilóricos, estômago mecânico, intestinos e nadadeiras, estão em formação. Grande parte da energia disponível nesta fase é, então, utilizada para a diferenciação da larva, sendo a taxa de crescimento baixa. Na segunda fase, a taxa de crescimento atinge valores mais elevados, quando os indivíduos estão com praticamente todas as estruturas formadas, estando então em condições de efetivamente tomar o alimento disponível no ambiente.

Como discutido anteriormente, sabe-se que as variações de tamanho ocorridas neste experimento também ocorrem em ambientes naturais, visto que os exemplares disponíveis para amostragem naqueles ambientes são resultados de presões seletivas naturais.

Os resultados deste experimento, em que as condições experimentais não sofreram variações, aliados aos de Cavallaro (1992), Cavallaro & Bertollo (1988), Foresti *et al.* (1994), indicam que fatores genéticos associados aos ambientais permitem a alta variabilidade em tamanho nesta espécie, tanto em ambientes naturais como em cativeiro.

1. Edson Kioshi Okada e Samuel Veríssimo: biólogos do Núcleo de Pesquisas em Limnologia Ictiologia e Aqüicultura. Universidade Estadual de Maringá, Paraná. Av. Colombo 5790, Maringá, PR, CEP 87020-900.

Agradecimentos — Sou muito grato ao Núcleo de Pesquisas em Limnologia Ictiologia e Aqüicultura (NUPELIA – UEM) que investiu em minha formação profissional e de muitos colegas nos últimos 12 anos, com todo o suporte pessoal, técnico e científico disponível.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGOSTINHO, A. A., JULIO JR, H. F. & PETRERE JR., M., 1994, Itaipu reservoir (Brazil): impacts of the impoundment on the fish fauna and fisheries. *In*: I. G. Cowx (ed.), *Rehabilitation of Freshwater Fisheries*, Hull, U.K.: Blackwell Scientific. Fishing News Books, pp. 171-184.
- 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 río Paraná y embalse de Itaipu, Paraná, Brasil. *Revista Hydrobiol. Trop.*, 26(1): 79-90.
- BARLOW, C. G. & GREGG, B. A., 1991, Use of circuli spacing on scales to discriminate hatchery and wild barramundi, *Lates calcarifer* (BLOCH). *Aquac. and Fish. Manage.*, 22: 491-498.
- CAMPANA, S. E. & NEILSON, J. D., 1982, Daily growth increments in otoliths of starry flounder (*Platichthys stellatus*) and the influence of some environmental variables in the production. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 39: 937-942.
- CAVALLARO, Z. I., 1992, *Estudos sobre os cromossomos B de Prochilodus scrofa Steindachner, 1881 (PISCES, PROCHILODONTIDAE) de diferentes localidades*. São Carlos, SP: Universidade Federal de São Carlos (Dissertação de Mestrado em Ecologia de Recursos Naturais – UFSCar), 96p.
- CAVALLARO, Z. I. & BERTOLLO, L. A. C., 1988, Estudo comparativo dos cromossomos supranumerários de *Prochilodus scrofa* (Teleostei, Characiformes, Prochilodontidae) de três localidades diferentes. *In*: 2º Simpósio de Citogenética Evolutiva e Aplicada de Peixes Neotropicais, 14-16 set., Maringá, PR, 1988, Anais, Universidade Estadual de Maringá, p. 09.
- CAVICCHIOLI, M. & LEONHARDT, J. H., 1993, Estudo do desenvolvimento morfológico de larvas de curimatá, *Prochilodus scrofa* (STEINDACHNER, 1882), obtidas de reprodução induzida. *Revista Unimar*, 15 (suplemento): 109-124.
- CORDIVIOLA, E. DE Y. & CAMPANA, M., 1993, Scale development of *Prochilodus lineatus* (Val.) (Pisces, Curimatidae) juveniles from the Paraná River. *Rev. Hydrobiol. Trop.*, 26(4): 327-332.
- COSSEAU, M. B. & COTRINA, C. P., 1975, Observaciones sobre la época de marcación del anillo de los otolitos de la merluza (MERLUCCIIDAE, *Merluccius merluccius hubbsi*) *Physis*, Buenos Aires, 34(89): 327-334.
- DEGENS, E. T., DEUSER, W. G. & HAEDRICH, R. L., 1969, Molecular structure and composition of fish otoliths. *Mar. Biol.*, 2: 105-113.
- DUNKELBERGER, D. G., DEAN, J. M. & WATABE, N., 1980, The ultrastructure of the otolithic membrane and otolith in the juvenile mummichog *Fundulus heteroclitus*. *J. Morph.*, 163: 367-377.
- FORESTI, F., OLIVEIRA, C., CARVALHO, E. D., BERNARDINO, G. & SENHORINI, J. A., 1994, Estudo do crescimento de curimatá, *Prochilodus lineatus* (Pisces, Prochilodontidae), com diferentes números de cromossomos Bs. *In*: 5º Simpósio de Citogenética Evolutiva e Aplicada de Peixes Neotropicais, 25-27 out., 1994, UNESP, Botucatu, SP. Anais, Instituto de Biociências - Universidade Estadual de São Paulo, 71p.
- FUEM/NUPELIA/FINEP, 1989, *Estudos limnológicos e ictiológicos na planície de inundação do rio Paraná nas imediações do município de Porto Rico, Paraná*. Maringá, v.3, pp. 471-510. (Relatório Técnico – Núcleo de Pesquisas em Limnologia Ictiologia e Aqüicultura, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR.)
- FUGI, R., HAHN, N. S. & AGOSTINHO, A. A., 1996, Feeding of five species of bottom feeding fish of the Paraná River (PR, MS, Brasil). *Environ. Biol. Fishes*, 46(3) : 297-307.

- GALLANT, A. R. & FULLER, A. W., 1973, Fitting segmented polynomial models whose join points have to be estimated. *JASA*, 68: 144-147.
- HUDSON, D. J., 1966, Fitting segmented curves join points have to be estimated. *JASA*, 61: 1097-1129.
- LEITE, C. R. C., 1982, *Ajuste dos dados por modelos segmentados*. São Carlos, USP, 1982, 76p. (Dissertação de Mestrado – Universidade de São Paulo, Instituto de Ciências Matemáticas de São Carlos.)
- MOKSNESS, E. & WESPESTAD, V., 1989, Ageing and back-calculating growth rates of pacific herring, *Clupea pallasii*, larvae by reading daily otolith increments. *Fish Bull.*, 87(3): 509-513.
- MUGIYA, Y., WATABE, N., YAMADA, J., DEAN, J. M., DUNKELBERGER, D. G. & SHIMIZU, M., 1981, Diurnal rhythm in otolith formation in the goldfish, *Carassius auratus*. *Comp. Biochem. Physiol.*, 68A:659-662.
- OTTAWAY, E. M., 1978, Rhythmic growth activity in fish scales. *J. Fish Biol.*, 12: 615-623.
- PANNELLA, G., 1971, Fish otoliths: daily growth layers and periodical patterns. *Science*, 173: 1124-1127.
- QUANDT, R., 1958, The estimation of the parameters of linear system obeying two separate regimes. *JASA*, 53: 873-880.
- RADTKE, R. L. & HOURIGAN, T. F., 1990, Age and growth of the Antarctic fish *Nototheniops nudifrons*. *Fish Bull.*, Dublin, 88: 557-571.
- RICKER, W. E., 1979, Growth rates and models. In: W.S. Hoar, D. J. Randall & J. R. Brett (eds.), *Fish Physiology*, San Diego: Academic Press, 1979. 8: 677-743.
- SZELDLMAYER, S. T., ABLE, K. W., MUSIK, J. A. & WEINSTEIN, M. P., 1991, Are scale circuli deposited daily in juvenile weakfish, *Cynoscion regalis*? *Environ. Biol. Fishes*, 31: 87-94.
- TAUBERT, B. & COBLE, D. W., 1977, Daily rings in otoliths of three species of *Lepomis* and *Tilapia mossambica* *J. Fish. Res. Board Can.*, 34: 332-340.
- VAZZOLER, A. E. A. de M., 1981, *Manual de métodos para estudos biológicos de populações de peixes. Reprodução e crescimento*. Brasília, CNPq, Programa Nacional de Zoologia, 108p.
- WERDER, U. & SOARES, G. M., 1984, Age determination by sclerite numbers, and scale variations in six fish species from the Central Amazon (Osteichthyes, Characoidae). *Amazoniana*, 8(3): 395-420.
- WERDER, U., 1983, Age determination by scale analysis in juvenile matrinhã (*Brycon cf. melanopterus*) (MULLER and TROSCHELI Teleostei: Characoidae) a tropical characin from the Central Amazon. *Amazoniana*, 7(4): 445-464.
- YONEDA, N. T., 1987, *Criação em laboratório de larvas da "Sardinha-verdadeira"*, *Sardinella brasiliensis e estudo dos incrementos diários nos otólitos*. São Paulo, IOUSP, 1987, (Dissertação de Mestrado em Oceanografia Biológica – Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo), 144p.