

**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA – INPA  
FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE DO AMAZONAS**

**DETERMINAÇÃO DA IDADE E ASPECTOS DA DINÂMICA  
POPULACIONAL DO CURIMATÃ *Prochilodus nigricans*  
(PISCES: PROCHILODONTIDAE)  
DA AMAZÔNIA CENTRAL.**

**MARIA INÊS BRAGA DE OLIVEIRA**

Dissertação apresentada à Coordenação do Programa de Pós-graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais do Convênio INPA/FUA como parte dos requisitos para a obtenção do título de MESTRE em Ciências Biológicas, no curso de Biologia de Água Doce e Pesca Interior.

Manaus – Amazonas

1997

**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA – INPA**

**FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE DO AMAZONAS**

**DETERMINAÇÃO DA IDADE E ASPECTOS DA DINÂMICA POPULACIONAL DO  
CURIMATÃ *Prochilodus nigricans* (PISCES: PROCHILODONTIDAE) DA AMAZÔNIA  
CENTRAL**

**MARIA INÊS BRAGA DE OLIVEIRA**

Dissertação apresentada à Coordenação do Programa de Pós-graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais do Convênio INPA/FUA como parte dos requisitos para obtenção do título de MESTRE em Ciências Biológicas, no curso de Biologia de Água Doce e Pesca Interior.

Orientadora:

**Prof. Dra. Nidia Noemi Fabré**

Financiamento: CAPES e Programa SHIF T- Projeto INPA-MAX/PLANCK

Manaus – Amazonas

1997

## FICHA CATALOGRÁFICA

**OLIVEIRA, MARIA INÊS BRAGA de**

**Determinação da idade e aspectos da dinâmica populacional do curimatã *Prochilodus nigricans* (Pisces: Prochilodontidae) da Amazônia Central.**

Manaus: INPA, 1997

79 p.

Dissertação de mestrado.

1 Peixes 2. Escamas 3. Idade 4. Crescimento 5. Ciclo de vida

6. Parâmetros populacionais 7. Prochilodontidae 8. Amazônia

I. Título

**Sinopse:** A partir da contagem e medida das marcas de crescimento nas escamas, foi determinada a idade e estimados os parâmetros de crescimento de Von Bertalanffy, para o curimatã *P. nigricans* da Amazônia Central; a longevidade, a idade de primeira maturidade sexual e a taxa instantânea de mortalidade natural também foram estimadas. A periodicidade de formação das marcas de crescimento nas escamas foi associada com os índices biológicos e com o ciclo hidrológico.

*Aos meus queridos Pais,*

*Antônio e Terezinha,*

## AGRADECIMENTOS

De coração, quero deixar registrado meu muitíssimo obrigada:

Mais uma vez e sempre aos meus pais, por todo o esforço que fizeram em prol da escolaridade e educação dos filhos.

À Dra. Nídia Noemi Fabr  pela orienta o e encaminhamento profissional, além dos ensinamentos transmitidos durante a realiza o deste trabalho.

  CAPES, pela bolsa concedida.

Aos professores dos cursos do programa PPG -BTRN, que dedicaram tempo e profissionalismo para o nosso ensino.

Ao Projeto INPA-MAX/PLANCK, pela viabiliza o do trabalho, em especial   Dra. Gerc lia, pelo espaço físico, equipamentos e por todo apoio concedido;   amiga L cia, pela colabora o técnica na etapa inicial deste trabalho.

  valiosa colabora o da legião de amigos com os quais pude contar ao longo deste trabalho:

  Maristela, Suzana e Martha pela aten o e companhia nas madrugadas de trabalho, fruto da nossa verdadeira amizade;

  grande amiga Marle, que mesmo sem o convívio diário, continua incentivando às "criaturas" mestrandas, com sua amizade e com o exemplo que nos dá por sua dedica o e esmero   pesquisa.

ao amigo Juan Carlos, pelo extremo profissionalismo com que se dedicou ao trabalho com as ilustra es.

ao meu auxílio-tese, Elisabeth, pela fundamental colaboração ao longo de todo o trabalho, e em especial no apoio para a leitura das escamas.

à Adriana, Ana, Sandrinha, e Gladys, pelo socorro prestado na reta final do trabalho, quando são inúmeros os detalhes a serem considerados; em especial a Auristela e Astrid, pelo apoio com espaço físico e serviços de computação e impressão.

ao colega Vandick, pelas sugestões, confecção do abstract e pela solução “daqueles probleminhas técnicos que sempre acontecem na última hora”.

à colaboração muito especial do Cláudio Decares, a quem considero uma exceção por ser alguém que, sem ser da área, valoriza, apóia e respeita o profissional biólogo.

aos meus irmãos, em especial ao Marquinho, pelo constante transporte INPA -CASA-INPA;

e finalmente, a todos que de uma forma ou de outra, colaboraram para a realização deste trabalho e que estão na expectativa, torcendo pelo final desta jornada.

## ÍNDICE

RESUMO.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	4
2.1 Obtenção de dados.....	4
2.2 Análise dos dados.....	5
2.2.1 Peixes do lago Inácio: distribuição de comprimentos, proporção sexual e estádios de maturação gonadal.....	5
2.2.2 Cálculo dos índices biológicos.....	5
2.2.3 Relação peso x comprimento e comprimento da 1ª maturação gonadal.....	6
2.3 Obtenção das escamas.....	7
2.3.1 Escolha da região com melhores escamas para determinação da idade.....	7
2.4 Caracterização das marcas nas escamas do curimatã.....	8
2.4.1 Análise qualitativa.....	8
2.4.2 Análise quantitativa.....	9
2.5 Retrocálculo dos comprimentos a partir das marcas de crescimento.....	10
2.6 Estimativa dos parâmetros populacionais.....	11
2.7 Periodicidade de formação das marcas escolhidas para determinação da idade.....	13
3. RESULTADOS.....	14
3.1 Aspectos biológico-pesqueiros do curimatã no lago Inácio, em diferentes fases do ciclo hidrológico.....	14

3.2 Índices biológicos do curimatã relacionados ao ciclo hidrológico.....	15
3.3 Relação peso x comprimento.....	16
3.4 Comprimento da 1ª maturação sexual.....	17
3.5 Caracterização das escamas de diferentes regiões do corpo.....	17
3.6 Ângulo de medida das escamas da região C.....	18
3.7 Tipos de marcas nas escamas do curimatã.....	19
3.8 Retrocálculo dos comprimentos a partir de cada marca principal.....	22
3.9 Formação das marcas principais.....	25
3.10 Parâmetros populacionais.....	26
4. DISCUSSÃO.....	28
4.1 Validação.....	32
4.2 Ciclo de vida em relação ao ciclo hidrológico.....	35
4.3 Crescimento.....	39
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Total de exemplares de curimatã <i>P. nigricans</i> , por ano e local de procedência.....	50
Tabela 2 -	Proporção sexual por classe de comprimento do curimatã <i>P. nigricans</i> , coletados no lago Inácio de 1989 a 1991.....	51
Tabela 3 -	Média, desvio padrão e coeficiente de variação das medidas dos raios direito (D) e esquerdo (E) das escamas do curimatã <i>P. nigricans</i> ,; percentagem de escamas regeneradas e de nitidez das marcas, por região de coleta (A, B, C e D).....	52
Tabela 4 -	Frequência de ocorrência absoluta das marcas principais nas escamas do curimatã <i>P. nigricans</i> (a); frequência de ocorrência relativa das marcas acessórias, intercaladas a cada marca principal (b) e frequência de ocorrência relativa das marcas acessórias iniciais, antes da primeira marca principal (c).....	53
Tabela 5 -	Média, desvio padrão e incremento ( $d = d_n - d_{n-1}$ ) das distâncias do foco da escama, até cada um dos tipos de marcas observadas (u.m.).....	54
Tabela 6 -	Parâmetros da relação entre o raio total da escama (u.m.) e o comprimento padrão (mm) do curimatã <i>P. nigricans</i> , obtidos pelo ajuste aos modelos linear, exponencial e multiplicativo.....	55
Tabela 7 -	Comprimentos médios retrocalculados para cada marca principal nas escamas do curimatã <i>P. nigricans</i> , a partir da fórmula de Hile (a) e de Lee (b); os números sublinhados indicam as médias dos valores ajustados a curva de crescimento de Von Bertalanffy	
	(a).....	56
	(b).....	57

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Regiões de coleta das escamas no flanco esquerdo do curimatã *Prochilodus nigricans*: entre o início da nadadeira dorsal e a linha lateral (região A); acima do início da linha lateral (região B); em baixo da nadadeira peitoral (região C) e acima do início da nadadeira ventral (região D)..... 58
- Figura 2 - Esquema da escama do curimatã *P. nigricans* indicando: os ângulos de medidas testados ( $0^\circ$  e  $45^\circ$ ) e as medidas tomadas do foco até cada marca (R1; R2) e até a borda (Rt)..... 58
- Figura 3 – Distribuição das freqüências relativas dos comprimentos do curimatã *P. nigricans*, coletados em cada estação hidrológica no lago Inácio. 59
- Figura 4 – Proporção sexual do curimatã *P. nigricans*, total (a); por classe de comprimento padrão (b), coletados no lago Inácio, de 1989 a 1991..... 60
- Figura 5 – Freqüência de ocorrência relativa dos estádios de maturação gonadal do curimatã *P. nigricans* no lago Inácio, de novembro de 1989 a novembro de 1991..... 61
- Figura 6 – Variação média mensal dos índices biológicos e os intervalos LSD ( $0,05$ ) em relação ao nível da água, calculados para o curimatã *P. nigricans*, de maio de 1992 a maio de 1993..... 62
- Figura 7 – Comprimentos da primeira maturação sexual ( $L_{50}$ ) do curimatã *P. nigricans*, estimados para o total e por sexo..... 63
- Figura 8 – Variação na forma e no tamanho das escamas coletadas em quatro regiões do flanco esquerdo do curimatã *P. nigricans*..... 64
- Figura 9 – Regressão linear e distribuição dos resíduos entre o raio total das escamas (mm) e o comprimento dos peixes (mm) medidos em ângulo

0° e 45°.....	65
Figura 10 – Esquema da escama do curimatã <i>P. nigricans</i> : MA: margem anterior; MP: margem posterior; F: foco; B: borda; R: raios; EC: esclerito contínuo; Ecr: esclerito cortado e Ct: ctenídios.....	66
Figura 11 – Tipos de marcas nas escamas do curimatã <i>P. nigricans</i> : marcas principais (MP), marca acessória intercalada (Maa) e marca acessória inicial (Mai).....	66
Figura 12 – Freqüência relativa da quantidade de corte, de reabsorção, do grau de escurecimento e da ocorrência de bifurcação e duplicação nos três tipos de macas nas escamas do curimatã <i>P. nigricans</i> .....	66
Figura 13 – Escama do curimatã com marcas bifurcadas e (Bf) e duplicadas (Dp) (a). Bifurcação no campo superior da marca (b).....	68
Figura 14 – Freqüência de ocorrência relativa das características que diferenciam os tipos de marcas nas escamas do curimatã <i>P. nigricans</i> : quantidade de corte e grau de escurecimento da marca.....	69
Figura 15 – Freqüência de ocorrência relativa do tamanho das marcas (distância do foco até cada marca) nas escamas do curimatã <i>P. nigricans</i> .....	70
Figura 16 – Relação entre o número de marcas nas escamas e o comprimento padrão do curimatã <i>P. nigricans</i> .....	71
Figura 17 – Regressão linear e distribuição dos resíduos entre o raio total das escamas (u.m.) e o comprimento padrão (mm) dos exemplares de curimatã <i>P. nigricans</i> . Ajuste feito para o total de peixes (a), somente para imaturos (b) e para os maduros (c).....	72
Figura 18 – Regressão ponderada e distribuição dos resíduos entre o raio total das escamas e o comprimento padrão dos exemplares de curimatã <i>P.</i>	

<i>nigricans</i> .....	73
Figura 19 – Comparação entre os pesos médios retrocalculados a partir da 1ª e 2ª marca principal, utilizando o modelo dos imaturos, dos maduros e do total com os pesos de curimatãs juvenis observados na natureza por Bayley (1980).....	74
Figura 20 – Valores médios mensais do incremento marginal relativo, com os correspondentes intervalos LSD ( $\alpha=0,05$ ) e a variação no nível da água, de maio de 1992 a maio de 1993.....	75
Figura 21 – Comparação entre os pesos médios retrocalculados (g) para as duas primeiras marcas principais nas escamas do curimatã <i>P. nigricans</i> , com os pesos (g) de exemplares juvenis observados na natureza por Bayley (1983), em relação ao tempo.....	76
Figura 22 – Curvas de crescimento de Von Bertalanffy estimadas para o curimatã <i>P. nigricans</i> e distribuição dos resíduos para o total de peixes.....	77
Figura 23 – Curvas de crescimento de von Bertalanffy estimadas por sexo para o curimatã <i>P. nigricans</i> e distribuição dos resíduos.....	78
Figura 24 – Relação entre o grau de ajuste ( $R^2$ ) dos comprimentos retrocalculados por idade (modelo de Von Bertalanffy modificados por Pauly) e os diferentes valores do comprimento máximo esperado ( $C_p$ ).....	79

## RESUMO

Os estudos de idade e de aspectos da dinâmica populacional do curimatã *P. nigricans* da Amazônia Central foram realizados, utilizando-se 769 exemplares obtidos da pesca experimental e comercial. A idade foi determinada utilizando-se as marcas de crescimento nas escamas de 270 exemplares obtidos da pesca comercial ao longo de um ciclo hidrológico (maio/92 a maio/93). A periodicidade de formação das marcas principais foi determinada pela variação do incremento marginal (IM) ao longo do ano, confirmada pela comparação com dados observados na natureza, por Bayley (1983) e relacionada com a variação do nível da água e com eventos sazonais do ciclo de vida. Duas quedas nos valores mensais do IM, indicativas do período de formação das marcas foram observadas ao longo do ano. Uma entre setembro e outubro, no final da vazante e outra entre dezembro e janeiro, no início da enchente. A migração durante a vazante e enchente, às custas da gordura acumulada na cheia, explicaria a diminuição no ritmo de crescimento e a conseqüente formação das marcas nas escamas. Na cheia, as condições ambientais propiciam a alimentação e a melhoria da condição fisiológica, além de não ocorrer migração, favorecendo o crescimento rápido da espécie. O crescimento do curimatã é muito rápido no primeiro ano de vida, quando a espécie atinge 19 cm em média, de comprimento padrão. Após o segundo ano, a taxa de crescimento diminui, quando os indivíduos, com 27 cm em média, já atingiram a maturidade sexual. Trata-se de uma espécie de vida curto ( $A_{95} = 6$  anos), crescimento rápido ( $K = 0,465/\text{ano}$ ) e taxa de mortalidade natural alta ( $M = 0,51$ ).

## 1. INTRODUÇÃO

Nos sistemas de rios e áreas inundáveis tropicais, as variações no regime hidrológico promovem modificações físicas e químicas no ambiente aquático. Os peixes, por viverem permanentemente na água, têm seu ciclo de vida diretamente afetado por estas mudanças, que resultam ao longo do ano, em diferentes oportunidades de habitats, na sazonalidade alimentar e reprodutiva. O crescimento dos peixes que habitam estas áreas também é bastante sensível às mudanças ambientais. Trabalhos feitos em regiões de planícies alagáveis tropicais, relacionaram variações anuais no crescimento dos peixes com o regime hidrológico. Powers (1984), detectou um aumento na taxa de crescimento de alguns Loricarídeos neotropicais, durante o período de aumento do nível da água. Nas áreas inundáveis do rio Amazonas, o incremento médio em peso de juvenis de espécies onívoras foi 60% maior no período da enchente, o mesmo não sendo observado para as espécies detritívoras (Bayley, 1988).

Uma forma de avaliar as mudanças sazonais na taxa de crescimento dos peixes é a partir da interpretação das marcas nas estruturas calcificadas (escamas, espinhos, otólitos, etc.). Isto porque a formação destas marcas está relacionada com a diminuição parcial ou completa do crescimento durante um ou mais períodos do ano (Welcomme, 1992). Diversos fatores ambientais parecem influenciar no crescimento dos peixes e na conseqüente formação de marcas nas estruturas ósseas. Durante o seu ciclo de vida, os peixes interagem com uma combinação de fatores hidrológicos, físicos e químicos, que determinam suas respostas biológicas. Portanto, as marcas de crescimento podem ser produzidas por qualquer fator que influencie o suficiente na vida dos peixes tais como

mudanças bruscas na temperatura, migrações, desova, variações no ritmo de alimentação, etc. (Cordiviola, 1974).

Além da avaliação do crescimento, outros parâmetros devem ser considerados para o conhecimento da dinâmica de populações de peixes, como as taxas de mortalidade, longevidade e da abundância numérica de cada uma das classes que compõe a população (Gulland, 1955).

Os prochilodontídeos das bacias do Prata, Paraná-Paraguai e Mogi-Guaçu, têm sido bastante estudados quanto a determinação de idade e crescimento, a partir da leitura de anéis nas estruturas calcificadas. Este fato provavelmente está relacionado com a ampla distribuição geográfica desta família no continente sul-americano. Além disto, os prochilodontídeos estão incluídos entre os peixes de maior importância comercial nas pescarias continentais.

Na Amazônia Central, *Prochilodus nigricans*, conhecido como curimatã, aparece de forma constante entre as três espécies mais capturadas na região (Merona & Bittencourt, 1988). Como muitos dos peixes comercialmente importantes da região, trata-se de uma espécie detritívora, com ciclo de vida adaptado às variações anuais no nível da água, realizando migrações tróficas, reprodutivas e de dispersão ao longo do ano.

Apesar da importância comercial do curimatã na região amazônica, não existem antecedentes sobre a determinação de idade e são poucas as informações sobre crescimento ou outros aspectos da dinâmica populacional deste importante recurso.

Com base nestas considerações, este trabalho pretende responder as seguintes questões:

- 1) Existe relação entre as flutuações no nível da água, o período de desova, o ritmo alimentar, a quantidade de gordura cavitária e a formação das marcas de crescimento nas escamas do curimatã?
  
- 2) O curimatã é uma espécie de ciclo de vida curto? Quanto tempo leva para madurar pela primeira vez? Quais são as taxas de crescimento ou mortalidade natural da espécie?

Para responder estas questões os objetivos deste trabalho são:

Identificar e caracterizar as marcas nas escamas de *P. nigricans* e estabelecer critérios para interpretá-las;

Determinar a periodicidade de formação das marcas de crescimento e associá-la com o período de desova, ritmo alimentar, condição fisiológica e flutuações do nível da água;

Estimar parâmetros populacionais importantes para o manejo deste recurso e contribuir para a definição do tipo de estratégia de vida da espécie.



## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Os exemplares de curimatã *P. nigricans* foram obtidos a partir de:

- a) coletas trimestrais, uma em cada estação hidrológica (enchente, cheia, vazante e seca), feitas no lago Inácio (município de Manacapuru – Amazonas), de dezembro de 1989 a novembro de 1991; os peixes foram coletados, utilizando-se uma bateria de malhadeiras, com tamanho de malha variando entre 64 a 240 mm entre nós opostos;
- b) coleta mensal de peixes provenientes da pesca comercial, ao longo de um ciclo hidrológico, entre maio de 1992 a maio de 1993;
- c) uma coleta para captura de juvenis, na ilha da Marchantaria (município de Iranduba – Amazonas), em abril de 1993 (Tabela 1).

### 2.1 Obtenção de dados

De todos os exemplares foram registrados: o comprimento padrão (mm) e o peso total (g); o sexo e o desenvolvimento gonadal, determinado por meio de uma escala macroscópica de cinco estádios de maturidade: I: imaturos; II: em maturação; III maduros; IV: esvaziados e V: em repouso (Vazzoler, 1996).

Para os peixes provenientes da pesca comercial também foram registrados: o peso eviscerado, o peso do estômago e do conteúdo estomacal e o peso da gônada, todos expressos em gramas. A quantidade de gordura cavitária foi visualmente determinada, segundo a escala: 0: sem acúmulo de gordura visível; I: pequena quantidade de gordura entre as vísceras; II: depósitos de gordura cobrindo parcialmente as vísceras e a cavidade abdominal e III: depósitos de gordura cobrindo completamente as vísceras e a cavidade abdominal.

## 2.2 Análise dos dados

### 2.2.1 Peixes do lago Inácio: distribuição de comprimentos, proporção sexual e estádios de maturação gonadal

A frequência de ocorrência dos peixes coletados no lago Inácio foi calculada por classe de 2 cm de comprimento padrão, para cada mês de coleta. As modas da distribuição e a amplitude de comprimento foram observadas nas diferentes fases do ciclo hidrológico.

Para detectar diferenças significativas na proporção de machos e fêmeas, tanto para o total quanto por classe de comprimento, foi utilizado o teste do  $\chi^2$ .

A frequência de ocorrência relativa de indivíduos com estádios de maturação gonadal de I a V (tópico 2.1) foi calculada para cada mês de coleta.

### 2.2.2 Cálculo dos índices biológicos

Utilizando os dados dos peixes obtidos mensalmente da pesca comercial os seguintes índices foram calculados, para verificar o ciclo reprodutivo, o ritmo alimentar e o estado nutricional do curimatã em relação ao nível da água:

Índice gonadossomático  $\Rightarrow$  (peso da gônada\*100)/peso eviscerado;

Índice alimentar  $\Rightarrow$  (peso do estômago\*100)/peso eviscerado;

Índice de condição  $\Rightarrow$  peso eviscerado/peso estimado; este último foi calculado a partir da relação  $P_t = a.C_p^b$  onde:

$P_t$  = peso total;  $C_p$  = comprimento padrão (mm) e  $a$  e  $b$  = constantes.

A quantidade de gordura cavitária média também foi calculada, ponderada pela frequência de ocorrência dos diferentes graus de gordura registrados para cada mês.

Para cada índice foi comprovada a hipótese de heterogeneidade das variâncias, tomando como fator o tempo em meses; para verificar diferenças significativas entre as variâncias, os intervalos LSD associados aos valores médios mensais foram calculados (Steel & Torrie, 1985).

### 2.2.3 Relação peso x comprimento e comprimento da 1ª maturação gonadal

Utilizando-se todos os peixes coletados, a relação entre o peso total (g) e o comprimento padrão (cm) foi estimada para o total e por sexo (298 machos e 357 fêmeas). As constantes desta relação foram obtidas pela equação potencial a seguir:

$$Pt = a.Cp^b$$

Cp= comprimento padrão (cm); Pt= peso total (g) e  $a$  e  $b$ = as constantes.

Um teste  $t$  de student foi utilizado para detectar alometria no crescimento, considerando:  $H_0: b = 3$  e  $H_1: b \neq 3$ .

O comprimento da 1ª maturação gonadal foi estimado para o total e por sexo; o comprimento no qual 50% dos indivíduos estão aptos a se reproduzirem, foi estimado, calculando-se a percentagem de indivíduos adultos – estádios gonadais III, IV e V (tópico 2.1) – por classe de 1 cm de comprimento. Em seguida os dados obtidos foram ajustados à curva logística a partir da equação:

$$100/[1 + e^{(-4*b)*(Cpi-(-alb)}] \quad (\text{Ricker, 1979})$$

O comprimento médio de 1ª maturação ( $C_{p50}$ ) corresponde a constante  $b$  da equação acima. O ajuste foi feito pelo método não linear no programa Systat.

### 2.3 Obtenção das escamas

Escamas de 451 exemplares foram coletadas de quatro regiões do flanco esquerdo (Fig. 1):

região A: entre a base da nadadeira dorsal e a linha lateral, na terceira e quarta linha de escamas, contando-se após as escamas da linha lateral;

região B: acima do início da linha lateral, na terceira, quarta e quinta linha de escamas;

região C: em baixo da nadadeira peitoral, na terceira, quarta e quinta linha de escamas à altura do final do opérculo;

região D: acima da nadadeira pélvica, na segunda e terceira linha de escamas.

Duas escamas de cada região de coleta no corpo do peixe foram selecionadas, sendo eliminadas aquelas deformadas ou regeneradas. As escamas foram limpas e fixadas entre duas lâminas de vidro (Vazzoler, 1981). As escamas foram observadas por dois leitores, em lupa Wild M3C, acoplada a um visor de discussão, utilizando-se luz transmitida.

#### 2.3.1 Escolha da região com melhores escamas para determinação da idade

Uma subamostra das escamas de 76 exemplares foi observada, totalizando 304 escamas, para selecionar a região do corpo do peixe com as escamas mais apropriadas para a determinação da idade. Para tanto, os critérios observados foram:

a) a percentagem de escamas regeneradas;

b) a nitidez das marcas: a região do corpo cujas escamas tinham marcas de crescimento mais nítidas, portanto mais fáceis de visualizar foi registrada; assim, a frequência com que cada região teve escamas com marcas mais nítidas, chamada de % de nitidez foi calculada;

c) a morfometria: as distâncias do foco à margem direita e esquerda das escamas de cada região, chamadas de raios direito e esquerdo, foram medidos para verificar em qual região há maior simetria, estabilidade na forma e homogeneidade no tamanho das escamas; o ajuste linear entre o raio total das escamas ( $R_t$ ) de cada região do corpo, medido no ângulo  $45^\circ$  e o comprimento do peixe ( $C_p$ ) foi testado; o coeficiente de correlação ( $r$ ) e a distribuição dos resíduos foram analisados (Kleinbaum *et al.*, 1988).

## **2.4 Caracterização das marcas nas escamas do curimatã**

Uma subamostra das escamas escolhidas para a determinação da idade, de cinco exemplares por classe de 10 mm de comprimento padrão ( $n= 110$ ) foi utilizada, para identificar e caracterizar os tipos de marcas. A amplitude de comprimento foi de 40 a 396 mm.

### **2.4.1 Análise qualitativa**

As marcas indicativas de crescimento presentes em cada escama foram qualificadas, registrando-se:

a) a quantidade de cortes dos escleritos, numa escala de 0 a 3, sendo: 0= sem; 1= poucos e 2= muitos cortes;

b) a quantidade de reabsorção dos escleritos, numa escala de 0 a 3, sendo 0= sem; 1= pouca e 2= muita reabsorção;

- c) o grau de escurecimento da marca, numa escala de 0 a 3, sendo: 0= claros; 1= escuros e 2= muito escuros;
- d) a ocorrência de duplicação da marca, sendo: 0= simples; 1= duplicada;
- e) a ocorrência de bifurcação da marca, sendo: 0= simples; 1= bifurcada no campo lateral e 2= bifurcada no campo superior.

A frequência de ocorrência destas características foi calculada para os diferentes tipos de marcas observadas.

#### 2.4.2 Análise quantitativa

Para a análise quantitativa das marcas, primeiro foi definido o melhor ângulo para as medidas das escamas. Para tanto, o ajuste linear entre o raio total das escamas nos ângulos:  $0^\circ$  e  $45^\circ$  e o comprimento padrão dos peixes foi analisado (Fig. 2). O melhor ajuste ao modelo foi verificado pelo coeficiente de correlação ( $r$ ) e pela distribuição dos resíduos.

Em cada escama da subamostra, as medidas do foco até cada uma das marcas foram tomadas, utilizando-se uma ocular micrométrica, a um aumento de 10 vezes (Fig. 2). Com estas medidas, a distribuição de tamanhos de cada marca foi observada. Estes dados foram utilizados para: identificar as modas de tamanho de cada marca e verificar o espaçamento entre as marcas, do foco para a borda da escama. A relação entre o número de cada tipo de marca e o comprimento do peixe também foi verificada.

## 2.5 Retrocálculo dos comprimentos a partir das marcas de crescimento

### 2.5.1 Análise da relação entre o comprimento do peixe e o raio da escama

O comprimento padrão ( $C_p$ ), em mm e o raio total das escamas ( $R_t$ ) em unidades micrométricas (u.m), de 256 exemplares foram ajustados aos seguintes modelos:

a) linear  $C_p = a + b.R_t$

b) exponencial  $C_p = a^{b.R_t}$

c) multiplicativo  $C_p = a.R_t^b$

Para verificar o ajuste das variáveis a cada modelo, os valores de  $r$  e  $R^2$  foram calculados e a distribuição dos resíduos foi analisada. Para a utilização de diferentes fórmulas de retrocálculo, as constantes  $a$  e  $b$ , obtidas da relação corpo-escama, foram calculadas de duas formas: considerando o raio total como variável independente, como nas fórmulas acima descritas e depois como dependente.

### 2.5.2 Fórmulas de retrocálculo

Para estimar o comprimento dos peixes no momento da formação de cada marca, duas fórmulas de retrocálculo foram utilizadas:

a de Fraser-Lee (**apud** Francis, 1990), que, quanto a relação corpo-escama, considera o raio da escama como variável independente:

$$C_{p_i} = a + (R_i/R_t) * (C_{p_c} - a)$$

e a de Hile (**apud** Francis **op. cit.**), que considera o comprimento como variável independente:

$$C_{p_i} = -(a/b) + C_{p_c} + (a/b) * (R_i/R_t)$$

sendo:

$Cp_i \Rightarrow$  comprimento retrocalculado do peixe, no momento de formação da marca  $i$ .

$Cp_c \Rightarrow$  comprimento do peixe no momento da captura

$R_i \Rightarrow$  distância do foco até a marca  $i$

$R_t \Rightarrow$  distância do foco até a borda da escama (Fig. 2)

## 2.6 Estimativa dos parâmetros populacionais

### 2.6.1 Parâmetros de crescimento e idade de 1ª maturação sexual

Os parâmetros de crescimento  $k$  e  $t_0$ , foram estimados ajustando-se aos dados de comprimento e idade:

a) o modelo de crescimento de Von Bertalanffy:

$$Cp_t = Cp_{\infty} * [1 - e^{-k(t-t_0)}] \quad \text{sendo:}$$

$Cp_t \Rightarrow$  comprimento do peixe na idade  $t$ ;  $Cp_{\infty} \Rightarrow$  comprimento infinito teórico;  $k \Rightarrow$  taxa de crescimento e  $t_0 \Rightarrow$  comprimento teórico do peixe na idade zero.

Os parâmetros  $k$  e  $t_0$  foram estimados pelo ajuste não linear das variáveis no Programa Systat, utilizando o método iterativo SIMPLEX, sem fixar o número de iterações nem o valor semente.

b) ao modelo de crescimento modificado por Pauly (1981); para este método foi calculado:

$$D = 3 * (1 - (0,6742 + 0,03574) * \log(P_{\infty})) \quad \text{onde:}$$

$P_{\infty} \Rightarrow$  peso infinito, estimado pela equação  $P_{\infty} = a * Cp_{\infty}^b$

Utilizando a relação:  $\ln(1 - (Cp_t/Cp_{\infty})) = -k.D.t_0 + k.D.t$

que tem a forma de uma regressão linear  $y = a + b * x$ , onde:  $y = \ln(1 - (Cp_t/Cp_{\infty}))$  e  $x = t$

Com as constantes desta regressão, foram estimados:



$$K = -b/D \text{ e } t_0 = a/b$$

Para os dois modelos, o  $C_p$  foi estimado por sexo e para o total de peixes, de acordo com Pauly (1984) sendo:

$$C_p = \text{comprimento máximo observado}/0,95.$$

Em ambos os modelos, os parâmetros de crescimento foram estimados para o total e por sexo. Para as curvas de crescimento de Von Bertalanffy, a percentagem da variância explicada pelo modelo ( $R^2$ ) e a distribuição dos resíduos foram analisados. Com os parâmetros estimados pelo primeiro modelo, a idade de 1ª maturação sexual ( $t_{50}$ ) foi estimada para o total e por sexo, calculando -se:

$$t_{50} = -\ln(1 - C_{p_t}/C_p) + t_0 \text{ sendo:}$$

$C_{p_t} \Rightarrow$  comprimento de 1ª maturação sexual estimado pela curva logística.

## 2.6.2 Estimativa da mortalidade

A mortalidade natural foi estimada pelo método de Taylor ( **apud Sparre et al., 1995**). Primeiro, a idade máxima ou longevidade foi calculada, a partir dos parâmetros de crescimento, sendo:

$$A_{0,95} = t_0 + (2,996/k)$$

Em seguida a mortalidade natural (M) foi calculada, sendo:

$$M = -\ln(1-0,95) / A_{0,95}$$

## 2.7 Periodicidade de formação das marcas escolhidas para determinação da idade

Para determinar os períodos de formação das marcas escolhidas para determinação da idade, foram utilizadas as escalas dos peixes coletados ao longo de um ciclo hidrológico, de maio/1992 a maio/1993 (n= 243).

Com as medidas do raio total das escamas e das distâncias do foco até as duas últimas marcas, aplicou-se o método do incremento marginal (Haimovici, 1984); a fórmula utilizada foi:

$$IM = (R_t - R_n / R_n - R_{n-1}) * 100$$

$R_t \Rightarrow$  é o raio total da escama;

$R_n \Rightarrow$  é a distância do foco da escama até a última marca e

$R_{n-1} \Rightarrow$  é a distância do foco até a penúltima marca.

Para detectar diferenças significativas entre os valores médios mensais do IM ao longo do ano, indicativas do período de formação da marca de crescimento, foi primeiro comprovada a heterogeneidade das variâncias, utilizando-se ANOVA simples; posteriormente, as médias e seus intervalos de confiança LSD ( $\alpha=0,05$ ) foram calculados.

Para relacionar a formação das marcas de crescimento a eventos sazonais do ciclo de vida, os valores médios do IM foram relacionados com os índices biológicos calculados para a espécie (item 2.2.2) e com as variações mensais no nível da água.

Para verificar a periodicidade de formação das marcas no primeiro ano de vida, os comprimentos médios retrocalculados para as duas primeiras marcas foram transformados em peso, utilizando a relação peso x comprimento, e comparados com os pesos observados por Bayley (1983), para curimatãs juvenis de idade conhecida, coletados ao longo de um ano. Assim, o tempo em meses a que corresponde os pesos médios retrocalculados a partir das duas primeiras marcas foi verificado.

### **3. RESULTADOS**

#### **3.1 Aspectos biológico-pesqueiros do curimatã no lago Inácio, em diferentes fases do ciclo hidrológico**

##### **3.1.1 Distribuição de comprimentos**

A distribuição de tamanhos dos curimatãs capturados no lago Inácio varia nas diferentes fases do ciclo hidrológico; maior amplitude de comprimentos foi observada na seca (dez/89/90/91) períodos em que o tamanho dos peixes capturados foram de 16 a 36 cm de comprimento padrão, com valores modais entre 22 – 26 cm (Fig. 3). Na enchente (mar/90/91) os exemplares das classes de tamanho menores que 20 cm e maiores que 32 cm não foram capturados dentro do lago; os exemplares de tamanhos maiores voltaram a ser capturados na cheia (julho/90/91) período em que só foi registrada a ocorrência de peixes nas classes de tamanho entre 24 e 34 cm, com a moda na classe de 28 cm; na vazante (setembro/90/91), os peixes da classe de tamanho menores (16 -20 cm) voltaram a

ser capturados. Neste período do ciclo, a classe modal foi de 26 cm, não sendo registrada a ocorrência de peixes maiores que 28 cm de comprimento.

### 3.1.2 Proporção sexual

Do total de peixes coletados no lago Inácio (n= 395), 51,4% eram machos e 47,8%, fêmeas, não havendo diferença significativa (Fig.4a, Tabela 2). A proporção sexual difere por classe de comprimento (Fig. 4b). Nas classes de tamanho menores, de 18 a 20 cm a proporção sexual é significativamente diferente, havendo predomínio dos machos. Diferença significativa também foi observada para as classes de tamanho maiores, de 30 a 34 cm, porém com predominância das fêmeas (Tabela 2).

### 3.1.3 Estádios de maturação gonadal

Nos períodos de seca (dez/89/90/91), predominaram indivíduos imaturos e em processo de maturação gonadal (Fig. 5); na enchente (mar/90/91), peixes imaturos, em estado de pós desova foram capturados. Na cheia (jul/90/91), os peixes em fase de repouso gonadal predominam nas capturas; Nestas três épocas, a frequência de ocorrência de indivíduos maduros dentro do lago é muito baixa. Na vazante (set/90/91), peixes em fase de repouso gonadal continuaram sendo capturados com maior frequência.

## **3.2 Índices biológicos do curimatã relacionados ao ciclo hidrológico**

Eventos sazonais do ciclo de vida foram verificados pela análise dos índices biológicos calculados para peixes coletados ao longo de um ciclo hidrológico.

Valores médios máximos de índice gonadossomático foram obtidos de dezembro a março (Fig. 6a); uma diminuição significativa ( $\alpha = 0,05$ ) deste índice foi observada em abril. Assim, o período reprodutivo do curimatã começa em dezembro, no início da enchente, com a maturação das gônadas ocorrendo até março e a desova em abril, no final da enchente.

Quanto ao índice alimentar (Fig. 6b), valores médios mais baixos foram obtidos na seca, de setembro a dezembro; na enchente, não foi obtido um padrão definido para este índice, mas a tendência é de se obter valores médios mais altos; na cheia, valores médios mensais significativamente altos ( $\alpha = 0,05$ ) foram obtidos, indicando período de intensa atividade alimentar; estes valores tendem a diminuir na vazante.

Valores médios mensais do índice de condição significativamente altos ( $\alpha = 0,05$ ) foram obtidos de agosto a outubro, na vazante (Fig. 6c). No início da enchente, entre novembro e dezembro, ocorreu uma diminuição significativa deste índice e os valores continuaram baixos até março. Valores mais altos do índice de condição voltaram a ser obtidos no final da enchente e início da cheia.

Maior quantidade de gordura cavitária foi observada na cheia e na vazante. A reserva de gordura diminuiu no início da enchente (Fig. 6d).

### 3.3 Relação peso x comprimento

Os parâmetros da relação peso total (g) x comprimento padrão (cm) estimados para o curimatã foram:

	total (n=777;t <sub>obs</sub> =17,4)	machos (n=328;t <sub>obs</sub> =-3,23)	fêmeas (n=393;t <sub>obs</sub> =-3,93)
<i>a</i>	0,0141	0,0376	0,0464
<i>b</i>	3,206	2,901	2,850
<i>Sb</i>	0,0119	0,0273	0,0358
<i>r</i>	0,99	0,98	0,97

Tanto para o total de peixes quanto por sexo, o coeficiente  $b$  difere significativamente do coeficiente de isometria ( $t_{0,05;296} = 1.96 < t_{obs}$ ). Para machos e fêmeas, observou-se alometria negativa ( $b < 3$ ), enquanto que para o total, onde estão incluídos os peixes juvenis e imaturos, de sexo indeterminado, a alometria foi positiva ( $b > 3$ ).

### **3.4 Comprimento da 1ª maturação sexual**

O tamanho da 1ª maturação sexual do curimatã, em que 50% dos exemplares estão aptos a se reproduzirem, foi estimado em 26,2 cm de comprimento padrão; as fêmeas maduram com um comprimento de 25,58 cm enquanto que os machos, com 26,96 cm (Fig. 7).

### **3.5 Caracterização das escamas de diferentes regiões do corpo**

As escamas das quatro diferentes regiões do flanco esquerdo do curimatã possuem forma e tamanho diferentes (Fig. 8). Pelos valores médios dos raios das escamas, aquelas localizadas entre a linha lateral e o início da nadadeira dorsal (região A) e acima do início da linha lateral (região B) são menores, enquanto que as maiores localizam-se abaixo da linha lateral (região C, em baixo da nadadeira peitoral e D, acima da nadadeira ventral). As escamas com tamanho mais homogêneo, verificado pelo menor coeficiente de variação, foram as coletadas nas regiões B e D (Tabela 3). Menor diferença numérica entre os valores médios dos raios direito e esquerdo foi obtida para as escamas da região C, indicando que estas são mais simétricas (Tabela 3).

Aplicando-se um modelo linear para relação entre o tamanho da escama e o tamanho do peixe, o melhor ajuste foi obtido para as escamas da região C ( $R^2 = 89\%$  raio direito;  $88\%$  raio esquerdo) (Tabela 3).

Alta frequência de escamas regeneradas (43%) foi obtida somente para as escamas da região D. Marcas mais nítidas foram observadas nas escamas das regiões C e D (Tabela 3).

Alta frequência de ocorrência de escamas regeneradas na região D, torna -a não recomendável para a determinação da idade. Nas escamas da região A, a baixa nitidez dificulta a contagem e medição das marcas de crescimento. As escamas da região B apesar do tamanho mais homogêneo e da baixa percentagem de escamas regeneradas, são assimétricas e o menor ajuste linear para a relação corpo-escama foi obtido para esta região.

As escamas localizadas em baixo da nadadeira peitoral (região C), apesar da menor homogeneidade no tamanho são as mais simétricas; são escamas com marcas de crescimento bem nítidas e com baixa frequência de ocorrência de escamas regeneradas. Estas características mais o melhor ajuste linear para a relação corpo -escama, indicaram as escamas desta região como as mais apropriadas para a determinação da idade.

### **3.6 Ângulo de medida das escamas da região C**

Ajustando-se um modelo linear entre o raio total das escamas, medido no ângulo  $0^\circ$  e  $45^\circ$  (Fig. 9) e o comprimento do peixe foi observado que, em ambos os casos, não houve diferença entre a percentagem da variância explicada pelo modelo (ângulo  $0^\circ$ :  $R^2 = 93\%$ ; ângulo  $45^\circ$ :  $R^2 = 93\%$ ,  $n = 109$ ). Porém, a variância do coeficiente  $b$  dos raios medidos

a 45° ( $S_b= 0,467$ ) foi maior que a 0° ( $S_b= 0,355$ ). Analisando-se os resíduos, uma dispersão maior dos pontos em torno de zero, foi observada para a relação entre o raio total medi do no ângulo de 45° e o comprimento do corpo, indicando maior variabilidade (Fig. 9). Portanto, o ângulo 0° foi escolhido para a medida do raio total das escamas (Rt) e da distância do foco a cada marca principal (Ri).

### **3.7 Tipos de marcas nas escamas do curimatã**

#### **3.7.1 Análise qualitativa**

As escamas do curimatã possuem raios bem pronunciados que convergem para a parte central, chamada foco (Fig. 10). A parte anterior da escama, que fica inserida na derme, é formada por círculos ou escleritos. Estes, quando contínuos, refletem os períodos de crescimento rápido. As marcas de crescimento indicam os períodos nos quais houve uma diminuição ou parada no ritmo de crescimento. Elas são formadas por descontinuidades ou irregularidades nos escleritos, que mostram -se interrompidos devido a ocorrência de cortes, reabsorção ou ficam mais escuros. Uma marca pode ser identificada por uma destas características ou por uma combinação destas.

Dois tipos de marcas foram identificados nas escamas do curimatã (Fig. 11). Seguindo a nomenclatura descrita por Loubens & Panfili (1992), os tipos foram denominados de:

a) marcas principais: caracterizam-se pela freqüência de ocorrência de escleritos muito escuros (60%, n= 110) e com cortes (66%, n= 110) (Fig. 11 e 12a).



Também é freqüente a ocorrência, de reabsorção dos escleritos (35%, n= 110), formando zonas esbranquiçadas em torno da marca, destacando -a ainda mais. Estas características permitem a identificação da marca por toda escama. Duas a sete marcas principais foram observadas nas escamas, sendo mais freqüente a ocorrência de escamas com três e quatro marcas (Tabela 4a).

b) marcas acessórias: se distinguem das marcas principais, pela ausência de corte dos escleritos (83%) e por serem menos escuras, o que torna mais difícil o acompanhamento da marca por toda escama. Dois tipos de marcas acessórias foram identificadas:

- acessórias intercaladas: Ocorrem entre as marcas principais em número que varia de um a três (Fig. 11 e 12b). Dentre as marcas acessórias, só tem ocorrência constante aquela localizada após a primeira marca principal; as demais são bastante instáveis, havendo uma diminuição progressiva na freqüência de ocorrência das mesmas (Tabela 4b). O número máximo de marcas intercaladas observado foi cinco, sendo mais freqüente a ocorrência de escamas com duas ou três marcas.

- Acessórias iniciais: ocorrem próximo ao foco da escama, antes da primeira marca principal (Fig. 11 e 12c), em número que varia de uma a três (Tabela 4c). Distintas das marcas principais e das acessórias intercaladas, são fracamente marcadas, com baixo grau de escurecimento, sem cortes ou reabsorção dos escleritos, o que torna difícil a visualização.

Nas escamas do curimatã, também foi registrada a ocorrência de marcas bifurcadas nos campos laterais e anterior, e de marcas duplicadas (Fig, 12a, b e c; Fig. 13a e b). A

freqüência de ocorrência de marcas duplas ou bifurcadas foi baixa para os três tipos de marcas, não sendo uma característica que contribua para a diferenciação dos tipos.

Das características acima descritas, duas diferenciam as marcas principais das acessórias: a ocorrência de cortes nos escleritos e o grau de escurecimento da marca (Fig. 14).

### 3.7.2 Análise quantitativa

#### 3.7.2.1 Distribuição das modas de tamanho das marcas

a) Marcas principais – Para todas as marcas principais, da primeira a sétima, obteve-se uma distribuição unimodal das freqüências de tamanho, indicando que cada marca tem uma posição constante. Este fato e o deslocamento progressivo das modas de tamanho, indica que não houve mistura entre as marcas, pelo menos até o quinto anel (Fig. 15a).

A diferença entre as distâncias médias de cada marca principal, indica que o espaçamento entre as marcas diminui do foco para a borda da escama (Tabela 5). Este fato, além da progressão modal das freqüências de tamanho é importante, pois estas marcas podem ser relacionadas com o padrão esperado de diminuição na taxa de crescimento dos peixes a medida que aumenta a idade.

b) Marcas acessórias intercaladas – uma distribuição unimodal para cada marca acessória, assim como o deslocamento das modas também foi observado (Fig. 15b). Porém, a diminuição progressiva no espaçamento entre as marcas não foi observado (Tabela 5).

c) Marcas acessórias iniciais – nestas, o deslocamento progressivo das modas de tamanho não foi observado (Fig. 15c), provavelmente porque elas, por estarem muito próximas, se sobrepõem, não sendo mantido um critério de leitura (Tabela 5).

### 3.7.2.2 Relação entre o número de marcas e o comprimento do peixe

Para as marcas principais, a tendência de aumento do número de marcas conforme o aumento do comprimento do peixe foi observada. Esta tendência não existiu para as marcas acessórias (Fig. 16), com o número de marcas se mantendo constante ao longo da amplitude de comprimento observados.

Três características fundamentais para a determinação da idade e das taxas de crescimento foram observadas somente para as marcas principais: a diminuição progressiva no espaçamento das marcas, do foco para a borda da escama; a tendência de aumento do número de marcas com o aumento do comprimento e a ocorrência estável destas, quando comparadas com as marcas acessórias. Devido a estas características, as marcas principais foram escolhidas para a determinação da idade do curimatã.

## 3.8 Retrocálculo dos comprimentos a partir de cada marca principal

### 3.8.1 Relação entre o comprimento do peixe e o raio da escama

Considerando o total de escamas medidas ( $n = 464$ ), altos valores para o coeficiente de correlação foram obtidos para a relação linear comprimento do peixe/raio da escama ( $r = 0.9$ ) (Fig.17a). Porém, pela análise da distribuição dos resíduos, uma dispersão maior dos pontos a partir dos peixes com 26 cm de comprimento padrão, indicando a

ocorrência de aumento na variabilidade do tamanho das escamas a medida que aumenta o comprimento do peixe. Este fato tornou-se mais evidente, ajustando-se um modelo linear para os peixes jovens (<26,6 cm) e outro para os adultos (≥ 26,6 cm) (ver comprimento de 1ª maturidade sexual). Valores altos do coeficiente de correlação continuaram sendo obtidos para os jovens ( $r= 0.94$ ), mas para os adultos a correlação entre as variáveis foi baixa ( $r= 0.62$ ) (Fig. 17b e c).

Para resolver o problema da heterocedasticidade detectada na relação corpo - escama, outros modelos foram testados (Tabela 6), sendo observado que com qualquer que seja o modelo utilizado, a correlação continuou sendo alta somente para os peixes jovens.

O melhor ajuste na relação corpo/escama foi obtido, utilizando-se a regressão ponderada, recomendada nos casos de heterocedasticidade por Stell & Torrie, 1988; Kleinbaum *et al.* 1988) e por Francis (1990). O ajuste foi feito, ponderando -se a medida do raio total de cada escama pela variância calculada para os raios por classe de comprimento de 1 cm. Com esta ponderação obteve -se altos valores para os coeficientes de correlação, tanto para os peixes jovens quanto para os adultos, ainda que permaneça um padrão heterocedástico (Tabela 6, Fig. 18 a e b).

Desta forma o modelo linear foi ajustado para os seguintes grupos:

<b>grupo</b>	<b>comprimento padrão (cm)</b>	<b>n</b>
total (machos e fêmeas, maduros e imaturos)	4 - 39,6	458
total de machos (imaturos e maduros)	16 - 36,8	204
total de fêmeas (imaturas e maduras)	16 - 39,6	254
machos imaturos	< 26,6	91
fêmeas imaturas	< 26,6	71
machos maduros	26,6	113
fêmeas maduras	26,6	183

As diferenças nos comprimentos retrocalculados a partir das fórmulas de Fraser - Lee e de Hile, para os sete diferentes grupos, foram mínimas, observadas somente a partir da segunda casa decimal (Tabela 7a e b).

Os comprimentos retrocalculados utilizando-se as constantes *a* e *b* estimadas para o grupo dos imaturos (< 26,6 cm) foram significativamente diferentes dos obtidos para os demais grupos, segundo teste t aplicado às médias dos comprimentos retrocalculados ( $\alpha=0,01$ ) (Tabela 7a e b). Em função disto, uma forma de validar estes valores e determinar quais seriam utilizados para a estimativa dos parâmetros de crescimento foi feita comparando-se os comprimentos retrocalculados com os observados na natureza.

Transformando os comprimentos médios retrocalculados em peso, a partir da relação peso x comprimento, pode-se comparar os pesos médios retrocalculados obtidos para as duas primeiras marcas, com o peso médio observado por Bayley (1988) para espécimens juvenis coletadas durante um período de treze meses na ilha da Marchantaria e no Lago Janauacá (Fig. 19). Assim pode ser verificado que o peso médio retrocalculado a partir do grupo dos imaturos, para a primeira marca, é o que mais se aproxima do peso médio observado pelo autor. Já para a segunda marca, valores retrocalculados mais próximos ao observado por Bayley foram obtidos a partir do grupo total. Assim, para a estimativa dos parâmetros e da curva de crescimento do curimatã, os comprimentos utilizados foram: para os peixes com seis meses (uma marca principal), aqueles retrocalculados a partir do grupo dos imaturos e para o restante dos peixes (com duas a sete marcas principais), os comprimentos retrocalculados a partir do grupo total (Tabela 7a).

### 3.9 Formação das marcas principais

#### 3.9.1 Períodos de formação pela análise do incremento marginal

A análise de variância dos valores do IMR de 0 a 100, considerando os meses como fator, indicou variâncias heterogêneas do IMR calculado para os meses de maio/92 a maio/93 ( $F_{0,01} [11,231] = 2,34 < F_{obs} = 5,94$ ).

Três diminuições nos valores do IMR foram observadas ao longo do ano: uma em julho, outra em outubro e uma terceira em janeiro (Fig. 20), porém somente as médias obtidas para os meses de outubro e janeiro são significativamente diferentes ( $\alpha = 0,05$ ). Estas quedas significativas nos valores do IMR indicam os períodos de formação das marcas principais.

#### 3.9.2 Periodicidade de formação das marcas principais pela comparação com dados da natureza

Comparando-se os pesos observados por Bayley (1983) para curimatãs juvenis com os pesos médios retrocalculados para as duas primeiras marcas foi observado que, o peso médio retrocalculado para a primeira marca principal corresponde aos pesos observados por Bayley para espécimens juvenis com seis a seis meses e meio de vida (Fig. 21). Esta correspondência também foi observada entre os pesos médios retrocalculados para a segunda marca principal, que correspondem aos exemplares observados com doze a doze meses e meio de vida. Assim, a cada marca principal foi atribuído um tempo de seis meses. Desta forma, os comprimentos retrocalculados a partir da primeira até a sétima

marca principal foram agrupados, em grupos de idade de seis meses (0.5 anos) a três anos e meio de vida.

### 3.9.3 Relação entre os períodos de formação das marcas principais, os índices biológicos e o nível da água

As diferenças significativas nos valores do IMR, indicativas do período de formação das marcas, ocorrem em duas etapas distintas do ciclo hidrológico: em outubro, na vazante e em janeiro, na enchente. Em outubro, os índices biológicos indicaram baixa atividade alimentar; porém os peixes estavam em bom estado nutricional, sendo observada uma grande quantidade de gordura cavitária. Em janeiro, a diminuição significativa no valor do IMR coincide com o período reprodutivo; neste mês foi obtido o menor valor do índice de condição, sendo observada pouca quantidade de gordura cavitária.

## 3.10 Parâmetros populacionais

### 3.10.1 Crescimento em comprimento

O ajuste dos comprimentos retrocalculados por idade ao modelo de crescimento de Von Bertalanffy, forneceu os seguintes parâmetros de crescimento (Fig. 22):

	Total	Machos	Fêmeas
k	0,465	0,556	0,457
Cp	41,68	38,7	41,68
t0	-0,244	-0,146	-0,286
R <sup>2</sup>	75,9	77,9	73,9
n	1416	632	784

Os comprimentos estimados para as fêmeas são maiores que dos machos no primeiro ano de vida. Até os dois anos, os comprimentos estimados de ambos os sexos se igualam. Após esta idade, as fêmeas tem maior incremento em comprimento (Fig. 23).

O modelo de crescimento de Von Bertalanffy modificado por Pauly (1984) foi testado tendo em vista a alometria no crescimento determinada pela relação peso x comprimento (item 3.3). Este modelo forneceu valores bem maiores para a taxa de crescimento e a percentagem da variância explicada pelo modelo ( $R^2$ ) foi menor.

	Total	Machos	Fêmeas
k	0,73	0,89	0,69
Cp	41,7	38,7	41,7
t0	-0,322	-0,191	-0,396
R <sup>2</sup>	0,702	0,678	0,707
n	7	7	7

Valores maiores do comprimento máximo esperado ( $C_p$ ) foram testados para verificar o grau de ajuste dos dados ao modelo. Porém, mesmo com valores extremamente altos ( $C_p = 80$  cm) não foi observado aumento nos valores do  $R^2$  (Fig. 24).

### 3.10.2 Idade de primeira maturação sexual, idade máxima e mortalidade natural

A idade estimada para a primeira maturação sexual ( $t_{50}$ ) indica que a espécie madura pela primeira vez aproximadamente aos dois anos de idade. Para o total de observações, o valor estimado para  $t_{50}$  foi de 1,9 anos enquanto que para machos e fêmeas foi de 1.7 e 2.1 anos, respectivamente.

A idade máxima ou longevidade estimada para o total foi de 6 anos ( $A_{0,95} = 6.2$ ). A idade máxima estimada para os machos foi de 5 anos ( $A_{0,95} = 5.1$ ) enquanto que para fêmeas em um ano a mais ( $A_{0,95} = 6.3$ ).



A mortalidade natural estimada pelo método de Taylor para os machos foi maior do que para as fêmeas ( $M= 0.59$  e  $0.48$ , respectivamente). Para o total de observações, o  $M$  estimado foi  $0.47$ .

O cálculo destes parâmetros populacionais foram baseados nas estimativas de  $k$  e  $t_0$  obtidas a partir do ajuste dos dados ao modelo de Von Bertalanffy, já que as estimativas obtidas a partir do modelo modificado por Pauly foram muito altas, tomando-se como referência o  $k$  obtido para *P. nigricans* do Baixo Amazonas, por Ruffino & Isaac (1995) ( $k_{1992}= 0,50$  e  $k_{1993}= 0,45$ ).

#### **4. DISCUSSÃO**

A pequena variação térmica durante o ano nas regiões tropicais levaram muitos autores a concluir que marcas de crescimento sujeitas a interpretação não ocorreriam nas estruturas calcificadas dos peixes e conseqüentemente a idade não poderia ser determinada por este método (e. g, Worthman, 1983; Sparre & Venema, 1995). No entanto, a presença de círculos concêntricos ou anéis bem definidos têm sido observada nas estruturas calcificadas dos peixes destas regiões (Welcomme, 1992). A determinação da idade do curimatã da Amazônia Central feita no presente trabalho, assim como os vários estudos sobre a idade e crescimento feitos com as demais espécies do gênero *Prochilodus*, confirmam que as marcas nas estruturas calcificadas podem ser utilizadas como indicadoras da idade e do ritmo de crescimento dos peixes tropicais e subtropicais.

Dentre os vários estudos sobre determinação da idade e crescimento feitos no gênero *Prochilodus*, a utilização do método de interpretação das marcas nas estruturas

calcificadas têm sido muito mais freqüente do que outros e dentre as estruturas, as escamas têm sido preferidas, provavelmente por serem mais fáceis de coletar e não requerem o sacrifício do peixe para a sua coleta (Pannellia, 1974); além disso, ao contrário das demais estruturas ósseas, as escamas não exigem um tratamento sofisticado para permitir a visualização das marcas de crescimento.

A etapa preliminar deste trabalho foi analisar a variabilidade morfométrica e morfológica nas escamas de diferentes regiões do corpo do curimatã. Segundo Monastuirsky (**apud** Werder e Soares, 1985) o método para determinação da idade utilizando as marcas de crescimento em escamas não pode ser aplicado, sem que antes seja definida a área do corpo mais apropriada para a coleta das mesmas. No entanto, dos trabalhos analisados sobre idade e crescimento em *Prochilodus*, somente em Werder e Soares (1985), a variabilidade nas escamas de diferentes regiões do corpo foi analisada. Na maioria deles, foram utilizadas as escamas localizadas entre a linha lateral e a nadadeira dorsal. Nossos resultados indicaram que as escamas desta região foram uma das que tiveram menor nitidez das marcas de crescimento e maior variabilidade na forma e no tamanho, critérios fundamentais para a determinação da idade. Com o estabelecimento de critérios para a comparação, uma nítida variabilidade nas escamas de diferentes regiões do corpo do curimatã foi detectada, sendo as melhores escamas aquelas localizadas embaixo na nadadeira peitoral. Na análise feita por Werder e Soares (**op. cit.**), para espécimens juvenis, as escamas desta região foram uma das mais apropriadas para a determinação da idade.

Além do presente trabalho, a determinação da idade de *P. nigricans* foi feita para duas populações geograficamente distintas: uma do rio Beni (Loubens & Panfili, 1992) e

outra do Peru (Montreuil & Tello, 1988). Na primeira, a ocorrência de variabilidade nas escamas de diferentes regiões não foi verificada; na segunda, também foram utilizadas as escamas situadas em baixo da nadadeira peitoral (região C) mas os autores não justificaram a escolha. Uma área de coleta comum das escamas, permitiria a padronização da metodologia e conseqüentemente uma comparação mais adequada dos resultados sobre idade e crescimento obtidos para populações distintas da mesma espécie.

Escamas de diferentes regiões do corpo do peixe fornecem diferentes valores do parâmetro  $a$ , obtido a partir da relação entre o tamanho da escama e o tamanho do peixe (Carlander, 1982). Este é um dos principais motivos pelos quais a variabilidade nas escamas deve ser avaliada e a padronização do local de coleta das mesmas para cada nova espécie estudada deve ser buscada; isto porque valores “padrão” do parâmetro  $a$  poderiam ser estabelecidos e utilizados, no caso da falta de representatividade na amostra, conforme sugerido por Carlander (**op. cit.**).

Esta relação entre o comprimento do peixe e o raio da escama, abreviadamente relação corpo-escama, é a parte central do retrocálculo (Francis, 1990). Este método tem sido utilizado com uma série de objetivos; especificamente neste trabalho, o retrocálculo, além de aumentar o número de dados de comprimentos para cada idade, aumentando a amplitude de tamanhos a serem ajustados à curva de crescimento de Von Bertalanffy, permitiu a estimativa dos comprimentos dos peixes mais jovens, com uma ou duas marcas principais, que geralmente estão pouco representados na amostra e que são importantes para o ajuste da curva de crescimento.

Muitos autores têm utilizado fórmulas de retrocálculo sem fazer nenhuma menção do procedimento usado para determinar a relação corpo-escama (Francis, **op. cit.**). No caso

dos *Prochilodus*, a definição do modelo que melhor descreve esta relação nem sempre tem sido obtida. Para *Prochilodus platensis*, Payne & Harvey (1989), ajustando os dados ao modelo linear, não conseguiram obter um coeficiente de correlação significativo para esta relação; o mesmo problema foi descrito por Carozza & Cordiviola (1991), estudando a mesma espécie. As autoras calcularam os parâmetros desta relação, mas os coeficientes de correlação obtidos para o ajuste linear entre as variáveis foram baixos (0,57 para machos e 0,65 para fêmeas).

Em ambos os casos, a falta de um bom ajuste foi relacionada com a amplitude de tamanho limitada dos peixes amostrados, mais especificamente com a falta dos peixes mais jovens. Segundo Carlander (1982) este tipo de limitação afeta a declividade da reta, podendo causar um desvio significativo do intercepto ( $a$ ) e conseqüentemente nos comprimentos retrocalculados para os primeiros anos de vida. Portanto, o sucesso do ajuste da relação corpo-escama a um determinado modelo depende, em grande parte, de que se tenha uma amostra representativa dos tamanhos da população estudada.

Segundo Francis (1992), toda hipótese de retrocálculo prevê heterocedasticidade na relação entre o comprimento do peixe e o raio da escama. Os resultados obtidos no presente trabalho, comprovam esta afirmação pois, apesar da amplitude de tamanhos (4 - 39 cm), houve um aumento da variância com o incremento no tamanho dos peixes. A regressão ponderada sugerida pelo autor, para minimizar esta variabilidade foi utilizada, uma vez que a transformação logarítmica das variáveis, adotada por muitos autores para estabilizar a variância não forneceu resultado satisfatório.

As duas fórmulas de retrocálculo testadas neste trabalho têm como principal diferença a regressão utilizada para descrever a relação corpo-escama. A fórmula de

Fraser-Lee pertence ao grupo das fórmulas SPH “scale proportional hypothesis”, por considerar o raio da escama como variável independente. Nesta fórmula, somente a constante  $a$ , obtida da relação escala x corpo é considerada. A fórmula de Hile do grupo BPH “body proportional hypothesis”, considera o comprimento como variável independente e utiliza as constantes  $a$  e  $b$  da relação corpo x escama (Francis, 1990).

Mesmo com estas diferenças, os comprimentos retrocalculados obtidos a partir das duas fórmulas foram muito semelhantes; a diferença esperada provavelmente não ocorreu por causa da forte estabilização da variância da relação corpo -escama ocorrida, após os dados de comprimento dos peixes e do raio das escamas terem sido ajustados pela regressão ponderada.

#### 4.1 Validação

Nos trabalhos sobre determinação da idade utilizando estruturas calcificadas, a validação tem sido a etapa mais crítica. Segundo Beamish & McFarlane (1983), no período compreendido entre 1907 e 1980, apenas 3% dos 500 trabalhos consultados tinham algum estudo de validação. Esta negligência também é constatada nos estudos feitos com *Prochilodus*; dos onze trabalhos consultados, somente três utilizaram algum método para determinar a periodicidade de formação das marcas nas escamas (Bayley, 1973; Loubens e Panfili, 1992 e Resende **et al.**, 1996).

Neste trabalho, a análise do crescimento sazonal pelo método do incremento marginal, indicou a formação de duas marcas principais por ano nas escamas do curimatã da Amazônia Central. Esta periodicidade de marcação difere do que se tem encontrado

para os demais *Prochilodus* estudados, para os quais a formação das marcas indicativas da idade foi anual.

A primeira hipótese para explicar esta diferença seria que, a dificuldade de interpretação das marcas nas escamas, inerente aos peixes tropicais, estaria refletida no resultado da validação. Welcomme (1992) relata que, nas estruturas calcificadas dos peixes tropicais, mais marcas tem sido registradas do que seria esperado se sua formação dependesse de um único evento regular sazonal. De fato, a ocorrência de diferentes tipos de marcas tem sido freqüentemente mencionadas nas estruturas ósseas dos *Prochilodus* (Godoy, 1959; Bayley, 1973; Cordivola, 1971; Loubens & Panfili, 1992), assim, como o relato de que a identificação dos anéis de crescimento nas escamas é algumas vezes difícil por causa da presença de marcas falsas ou acessórias (Harden Jones, 1970).

Porém, diante deste problema, nos estudos de idade feitos com *Prochilodus*, tem sido procedimento comum a escolha das marcas mais bem definidas e de ocorrência mais estável para a determinação da idade, o que minimiza o erro de outras marcas estarem sendo utilizadas para a validação, além das aquelas indicadoras da idade.

Neste trabalho, os tipos de marcas nas escamas, não só foram caracterizadas mas também as diferenças entre as mesmas foram quantificadas. Recomendamos esta quantificação, pois ela permite a definição das características exclusivas das marcas selecionadas para a determinação da idade; isto possibilita o estabelecimento de critérios objetivos para discriminação das mesmas, reduzindo a subjetividade na leitura das escamas de modo a obter maior segurança na validação.

A periodicidade de formação das marcas de crescimento pode ser determinada analisando-se as características da borda da estrutura calcificada; este método é

rotineiramente aplicado aos otólitos (Fabr , 1988 e 1992; Haimovici & Reis, 1984), por causa da diferencia o  tica entre as zonas opacas e hialinas. (Holden & Raitt, 1974). No entanto, com as escamas, a análise da borda implica em observar as mudanças nas características dos escleritos, s  visíveis após a retomada do ritmo de crescimento rápido. Este fato poderia explicar as baixíssimas porcentagens de anel na borda observadas por Resende **et al.**, (1996), nas escamas do *P. platensis*, inclusive durante o período de forma o do anel (16%). Por outro lado, estes autores utilizaram peixes provenientes de coletas bimestrais para a valida o, o que poderia mascarar mais de um período de diminui o do ritmo de crescimento com a conseqüente forma o de anéis, já que o período de forma o do anel determinado pelos autores foi muito longo (de dezembro a abril).

Loubens & Panfini (1992) utilizaram para valida o pelo método do incremento marginal, amostras que, além de não seqüenciais, foram coletadas em diferentes anos. Deve-se ressaltar que varia o interanual nas taxas de crescimento são freqüentemente relatadas para os peixes, inclusive para espécies de clima tropical (Dudley, 1974; Kapestky, 1974), o que indica que peixes de diferentes anos podem exibir varia es nos padrões de crescimento. Especificamente para o g nero *Prochilodus*, Valderrama & Petreire (1994) descrevem varia o interanual nas taxas de crescimento para *P. magdalenae* da Col mbia.

A varia o no tempo de forma o das marcas de crescimento, de ano para ano,   um aspecto que deve ser considerado no momento de se coletar dados para a valida o (Holden & Raitt, 1974). Da mesma forma, amostras não consistentes quanto a estrutura de tamanhos ou de idades ao longo do ano podem trazer vícios significativos na análise do incremento marginal, quando medidas absolutas são usadas (Brothers, 1983).

No presente trabalho, além da precisão na identificação das marcas de crescimento e da representatividade da amostra em tamanho, idade e sexo, seqüenciais ao longo do ano, outros fatores que conferem confiabilidade quanto a formação de duas marcas principais nas escamas do curimatã são:

1) a constatação de que duas marcas principais por ano também são formadas nas escamas dos peixes juvenis, como corroborado pela comparação entre o tamanho retrocalculado para a primeira e a segunda marca principal e a idade dos espécimens juvenis capturados na Amazônia Central por Bayley (1983);

2) nos peixes adultos, com três a sete marcas principais, foi possível correlacionar a formação das mesmas com ciclo hidrológico e eventos sazonais relacionados ao ciclo de vida, como migração, reprodução e estado nutricional, assegurando, como relatado por Brothers (**op. cit.**) a existência de uma base biológica ou ambiental para interpretar a formação destas marcas.

#### **4.2 Ciclo de vida em relação ao ciclo hidrológico**

Eventos sazonais do ciclo de vida da espécie estão estreitamente relacionados com etapas definidas do ciclo hidrológico. Os resultados indicam que, no início da enchente, em dezembro, começa o período reprodutivo, que leva em torno de quatro meses, desde a maturação gonadal até a desova, no final da enchente. A desova dos Prochilodontídeos no início do ciclo anual da enchente, foi observada por Goulding (1979), nas regiões onde as águas claras dos tributários encontram as águas túrbidas do rio Madeira, na Amazônia. Desta forma, de acordo com a classificação de Winemiller (1989),



*P. nigricans* pertence ao grupo de peixes com estratégia reprodutiva sazonal, assim como a maioria dos peixes comercialmente importantes na Amazônia.

Na enchente, a alocação de energia para a maturação gonadal e o estresse causado pela migração reprodutiva, explicaria a diminuição do ritmo de crescimento e a conseqüente formação de uma marca principal nas escamas, como foi detectado pelo método de incremento marginal. Segundo Godoy (1959) e Mago Leccia (1970), o sentido contra-correnteza dos movimentos ascendentes, leva os peixes à exaustão, provocando a metabolização das reservas de gorduras e proteínas acumuladas durante a época de alimentação. Bayley (1973), também relacionou a formação do anel de crescimento nas escamas de *P. platensis* com a migração rio acima.

Na cheia, época de intensa atividade alimentar do curimatã, como indicado pelo índice alimentar, a gordura começa novamente a ser acumulada. Um suprimento alimentar abundante promoveria um crescimento rápido, no período de inundação (Daget & Ecoutin, 1976). Junk (1985), relatou que o crescimento é especialmente alto durante o período de inundação, quando os peixes acumulam grande reserva de gordura.

De fato, valores mais altos do incremento marginal foram obtidos durante os dois períodos de cheia observados, indicando o período de crescimento rápido da espécie, o que pode ser explicado pelo fato da espécie não estar, neste tempo, sob o estresse da migração ou falta de alimento. Desta forma, o curimatã apresentaria o mesmo padrão descrito por Ribeiro (1983) para os jaraquis; segundo o autor, com a sazonalidade da alimentação dos jovens e adultos de *Semaprochilodus*, o crescimento também é sazonal e os incrementos em comprimento ocorrem durante a cheia.

Com a retração das águas, no período da vazante, os peixes estariam submetidos a condições desfavoráveis para o crescimento. Lowe-McConnell (1964) assumiu que a taxa de crescimento diminui com a diminuição do nível da água. Apesar dos peixes coletados neste período estarem em boa condição fisiológica, diminuições nos valores do incremento marginal, indicativas de crescimento lento foram observadas; Porém, esta diminuição só foi significativa no final da vazante e provavelmente está relacionada com a fuga das espécies para ambientes mais favoráveis por meio das migrações de dispersão. Na região amazônica, a arribação de *P. nigricans* pelo rio Solimões-Amazonas durante a seca é bastante conhecida pelos pescadores profissionais e foi primeiramente relatada por Veríssimo (1985). Smith (1979) também confirmou a ocorrência desses movimentos ascendentes que, na região de Itacoatiara acontecem de maio a setembro, durante a vazante.

Estas duas diminuição no ritmo de crescimento ao longo de um ciclo hidrológico, também foi observado para o matrinxã (*Brycon cephalus*) da Amazônia Central, na enchente e na vazante (Villacorta-Correa, 1987).

Mesmo que não se possa afirmar com precisão os fatores ambientais ou biológicos que influenciam na taxa de crescimento e conseqüente formação das marcas nas estruturas calcificadas dos peixes amazônicos, um padrão de crescimento sazonal relacionado ao ciclo hidrológico pode ser reconhecido. Tanto no início da enchente quanto no final da vazante, as condições seriam desfavoráveis ao crescimento, com conseqüente formação de uma marca principal, enquanto que a cheia seria o período de crescimento mais rápido, provavelmente relacionado a oferta alimentar.

Estes resultados diferem do padrão de crescimento sazonal dos *Prochilodus* das outras bacias da América do Sul, para os quais a diminuição do ritmo de crescimento, determinada indiretamente pela periodicidade de formação dos anéis de crescimento, é anual. Esta diferença, se não for o resultado de problemas no método de validação, como já discutido, podem indicar para os Prochilodontídeos da Amazônia Central, um padrão de crescimento sazonal diferente daqueles das demais bacias da América do Sul.

Segundo Petrere **et al.**, (1992) as variações nos padrões migratórios dos *Prochilodus* estão provavelmente relacionadas com diferenças ambientais e podem resultar em diferentes padrões de crescimento. Ribeiro (1983), relata que as migrações dos curimatãs e jaraquis, no sistema do rio Madeira são bem mais complexas e portanto bastante diversas daqueles comuns às espécies potamodromicas tropicais e temperadas.

Segundo Menezes & Vazzoller (1992), as migrações descritas por Ribeiro (1983) e por Goulding **et al.**, (1988) seguem o padrão geral descrito por Goulding (1979 e 1981) para os Characiformes do rio Madeira, onde se evidencia que nos rios amazônicos, os processos são mais complexos pois não existem áreas fixas de reprodução e alimentação, como no caso das espécies estudadas na bacia do Paraná -Paraguai. Além disto, durante a vazante os peixes amazônicos realizam migração de dispersão no intuito de escapar às condições adversas decorrentes da vazante, situação a que Lowe-McConnell (1987) denominou de “inverno fisiológico”.

Este quadro sugere a necessidade de estudos mais detalhados sobre a biologia e padrões de comportamento das espécies amazônicas. Por outro lado, maior atenção é absolutamente necessária para a validação, pois segundo Brothers (1979), padrões gerais

podem ser evidenciados somente quando a falta de informações e as conclusões pouco subsidiadas na literatura sejam eliminadas.

### 4.3 Crescimento

Pelos resultados obtidos pode-se sugerir para o curimatã da Amazônia Central o seguinte padrão de crescimento: cerca de seis a sete meses após a desova, na vazante, ocorre a formação da primeira marca principal, quando o curimatã atinge em torno de 12 cm. O motivo para a formação das marcas de crescimento em peixes dessas idades não está claro, mas poderia estar relacionado com as condições desfavoráveis durante a vazante, na várzea. Existem relatos de deslocamentos de juvenis na vazante, para fora dos lagos (Fernandes, 1988).

Com um ano de vida, na enchente, quando ocorre a formação da segunda marca principal, a espécie alcança cerca de 18 cm. A formação desta marca pode estar relacionada com a migração dos curimatãs juvenis, que mesmo imaturos, acompanhariam os peixes adultos para as áreas de reprodução. Curimatãs deste tamanho são capturados, apesar de ser em baixa frequência, pela pesca comercial que atua em Manaus (Batista, com. Pess.).

Novamente na vazante, a espécie, com cerca de um ano e meio de vida, atinge 23 cm em média. Nesta idade, a formação da terceira marca principal pode ser atribuída a migração de dispersão. Isaac **et al.**, (1993) relatam que os Characiformes, no início da vazante tanto indivíduos jovens quanto adultos abandonam as várzeas, subindo o canal principal até o tributário mais próximo.

Aos dois anos de vida, na enchente, ocorre a formação da quarta marca principal, quando as espécies alcançam 27 cm, em média. Como nesta idade, os peixes já estão sexualmente maduros, a formação da marca pode ser atribuída a maturação das gônadas e a migração reprodutiva. A partir desta idade, a formação das marcas, na vazante e na enchente, estaria relacionada com as migrações de dispersão e reprodutivas respectivamente.

Um crescimento muito rápido foi observado nos dois primeiros anos de vida do curimatã. Entre o primeiro e o segundo ano, o incremento em comprimento foi três vezes superior ao que foi observado entre o segundo e o terceiro ano de vida. Segundo Nikolsky (1969), o crescimento rápido nos primeiros anos de vida, é uma estratégia para escapar dos predadores potenciais. A mudança na taxa de crescimento, ocorre após o segundo ano de vida, quando machos e fêmeas atingem a idade de primeira maturação sexual, com aproximadamente 28 e 26 cm de comprimento padrão, respectivamente, sendo semelhante ao estimado por Isaac **et al.**, (no prelo) para *P. nigricans* do Baixo Amazonas. Dryagin (**apud** Nikolsky, 1969), relata que o tamanho de primeira maturidade é cerca da metade do tamanho máximo que a espécie atinge. Neste caso, seria esperado que os curimatãs machos e fêmeas atingissem tamanhos máximos bastante superiores aos que foram observados.

Uma premissa básica para viabilizar propostas de aproveitamento racional e de planejamento do manejo dos recursos pesqueiros, é o conhecimento das estratégias do ciclo de vidas das espécies exploradas (Bayley & Petrere, 1989).

Para aplicar os conceitos de espécies *r* e *k* estrategistas nas espécies de peixes marinhos, Adams (1980) considerou, além da estratégia reprodutiva, outras informações

relacionadas à dinâmica do crescimento e mortalidade, tais como o tamanho de maturidade sexual, a taxa de crescimento, o comprimento máximo estimado e o coeficiente de mortalidade. Para o curimatã da Amazônia Central estas informações podem ser assim sintetizadas:

Idade de 1ª maturação ( $t_{50}$ )	1.9 anos
Taxa de crescimento (k)	0.465/ano
Comprimento assintótico ( $C_p$ )	42 cm
Esperança de vida ( $A_{95}$ )	6 anos
Taxa de mortalidade natural (M)	0.47

Estas características, associadas ao ciclo de vida curto, tática reprodutiva sazonal (Mota, 1985), com desova total (Shwassmann, **apud** Isaac & Ruffino, 1995) e a alta fecundidade ( $3 \cdot 10^5$  ovos, de acordo com Ruffino e Isaac, **op. cit.**), permitem classifica o curimatã da Amazônia Central com uma espécie *r* estrategista.

O baixo número de classes de idade identificadas para a população de curimatãs analisada é também uma característica típica dos *r* estrategistas. Uma falha no recrutamento (maior mortalidade na fase inicial) em um ano ou, no pior dos casos, em dois anos seguidos, levaria a uma redução no recrutamento, o que, se estiver associado ao intenso esforço de pesca, pode diminuir o número de indivíduos a um nível em que os reprodutores tenham dificuldade em repor o próprio estoque parental, fenômeno chamado de sobrepesca de recrutamento. O curimatã sofre uma intensa pressão pesqueira devido a grande aceitação no mercado, figurando em terceiro lugar na composição relativa dos desembarques no mercado de Municipal de Manaus (Merona e Bittencourt, 1988).

As conclusões deste trabalho, associadas a um maior conhecimento do ciclo de vida do curimatã, viabilizarão a implementação de medidas de manejo para este importante recurso da Amazônia Central, visto que características como o tempo que a

espécie leva para maturar pela primeira vez, a estreita relação do ritmo de crescimento com o ciclo hidrológico, as características do crescimento populacional, a taxa de mortalidade, entre outros fatores, são aspectos da dinâmica populacional que permitem prever qual seria a resposta do recurso explorado frente às variações da mortalidade por pesca.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAYLEY, P. B. 1973. Studies on the migratory characin, *Prochilodus platensis* Holmberg 1989, (Pisces, Characoidei) in the river Pilcomayo, South America. *J. Fish Biol.*, 5: 25-40.
- BAYLEY, P.B. 1983. *Central Amazon fish populations: biomass, productions and some dynamics characteristics*. Doctor Thesis. Dalhousie University. U.S.A. 330 p.
- BAYLEY, P.B. 1988. Factors affecting growth rates of young tropical floodplains fishes: seasonality and density-dependence. *Environmental Biology of Fishes*. 21(2):127-142.
- BAYLEY, P.B. & PETRERE JR, M. 1989. Amazon Fisheries: Assessment Methods, Current Status, and management Options. *In*: D. P. Dodge (ed.) Proceedings of the International Large River Symposium. *Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.*, 106, 385-398.
- BEAMISH, R. J. & McFARLANE, G. A. 1983. The forgotten requirement for age validation in fisheries biology. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 112(6): 735-743.

- BROTHERS, E. B. 1979. Age and growth studies on tropical fishes. *In: Stock Assessment for Tropical Small-scale Fisheries*. S. B. Saila & P. M. Roedel (eds), Rhode Island. 118 - 136 pp.
- CARLANDER, K. D. 1982. Standard intercepts for calculating lengths from scale measurements for some centrarchid and percid fish. *Transactions of the American Fisheries Society* 111:332-336.
- CARROZZA, C. & CORDIVIOLA, E. 1991. Estudios ictiológicos en la laguna La Cuarentena (Isla Carabajal), río Paraná, Argentina: Edad y crecimiento del "sábalo" *Prochilodus lineatus* (Val.), período 1984-1985 (Pisces, Curimatidae). *Rev. Hydrobiol trop.* 24(2): 119-129.
- CORDIVIOLA, E. 1971. Crecimiento de peces del Parana a médio, I: "Sábalo" (*Prochilodus platensis* Holmberg) (Pisces, Tetragonopteridae). *Physis*, 30: 483-504.
- CORDIVIOLA, E. 1974. La Edad en los Peces: Su Determinacion en especies del Parana Medio. *Rev. Asoc. Cienc. Nat. Lit.*, (5): 53-69.
- DAGET, J. & ECOUTIN, J.M. 1976. Modeles mathematiques de production applicables aux poissons subissant un arrêt annuel prolongé de croissance. *Cah. ORSTOM (Hydrobiol.)*, 10(2):59-70.
- DANNEVIG, A. & HOST, P. 1931: Sources of error in computing L1-L2, etc. from scales taking from different parts of the fish. I. CONCEIL, Copenhagen 6: 64-93.
- DAVIS, T. L. D. & KIRKWOOD, G. P. 1984. Age and growth studies on barramundi, *Lates calcalifer* (Block), in northern Australia. **Aust. J. Mar. Freshwat. Res.**, 35:673-689.
- DUDLEY, R. G. 1974. Growth of Tilapia of the Kafue floodplain, Zambia: predicted effects of the Kafue George Dam. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 103: 281-291.



- FABRÉ, N.N. 1988. Estudio morfológico y morfométrico de los otolitos de dos especies de lenguados, *Xystreurvs rasile* y *Paralichthys isosceles* (Pisces, Bothidae). Physis, (Buenos Aires), A, 46 (110): 73-81.
- FABRÉ, N.N. 1992. *Análisis de la distribución y dinámica poblacional de lenguados de la Provincia de Buenos Aires (Pisces, Bothidae)*. Tese de Doutorado. Mar del Plata - Argentina. 266 p.
- FERNANDES, C. C. 1988. *Estudos de migrações laterais de peixes no sistema lago do Rei (ilha do Careiro) – AM, Br.* Dissertação de Mestrado-INPA/FUA. Manaus - AM. 170 p.
- FRANCIS R. E. C. C. 1990. Back-calculation of fish length: a critical review. *J. Fish Biol.*, 36:883–902.
- GODOY, M.P. 1959. Age, growth, sexual maturity, behavior, migration, tagging and transplantation of the Curimatá (*Prochilodus scrofa* Steindachner, 1881) of Mogi Guassú river, São Paulo State, Brasil. Anais da Academia Brasileira de Ciências, São Paulo, 31: 447-477.
- GOULDING, M. 1979. *A ecologia da pesca no rio Madeira*. CNPq/INPA. Manaus. 172p.
- GOULDING, M., 1981. *Man and Fisheries on an Amazon Frontier*. Dr. W. Junk Publishers, The Hage. 132 p.
- GOULDING, M. CARVALHO, L. M.; FERREIRA, E. G. 1988. *Rio Negro, rich life in poor water*-SPB Academic Publishing, The Hague, 200p.
- GULLAND, J.A. 1955. On the estimation of growth and mortality in comercial fish population. *Fishery Invest., Lond.* (2), 18(9): 1-46.
- HAIMOVICI, M. & REIS, E. G. 1984. Determinação da idade e crescimento da castanha *Umbrina canosaj*, (Pisces, sciaenidae) do Sul do Brasil. *Atlântica*, Rio Grande 7:25-46
- HARDEN JONES, F. R. 1970. *Fish migration*. Edward Arnold (Publ.). London. 325 p.

- HOLDEN, M. J. & D. F. S. RAIT. 1974. *Manual of Fisheries Science*. FAO. Fisheries Technical Paper No. 115, 214 p.
- RUFFINO, M. L. & ISAAC, V. J. 1985. Life cycle and biological parameters of several brasilian amazon fish species. *NAGA, The ICLARM Quartely*, 18(4): 41 -45.
- ISAAC, V. J.; ROCHA, V. L. C. & MOTA, S. 1993. Considerações sobre a legislação da “Piracema” e outras restrições da pesca da região do Médio Amazonas. *In: Povos das Águas Realidade e Perspectivas na Amazônia*. Furtado, L. G.; Leitão, W. e Mello, A. F. Eds. MPEG. Belém-PA. 292 p.
- JUNK, W. J. 1985. Temporary fat storage and adaptation of some fish species to the waterlevel fluctuations and related environmental changes of the Amazon river. *Amazoniana* 3: 315-351.
- KAPESTKY, J. M. 1974. *Growth, mortality and production in Five fish species of the kafue River floodplain, Zambia*. PhD. Dissertation, University of Michigan, 194 p.
- KLEINBAUM, D. G.; KUPPER, L. L. & MULLER, K. E. 1988. *Applied Regression Analysis and Other Multivariable Methods*. PWS-KENT Publishing Company, 2a. De. Boston - USA. 718 p.
- LOUBENS, G. & J. PANFILI. 1992. Estimation de l'âge individuel de *Prochilodus nigricans* (Teleostei, Prochilodontidae) dans Le Béni (Bolívie): protocole d'étude et application. *Aquat. Living Resour.*, 5:41-56.
- LOWE-McCONNELL, R. H. 1964. The fishes of the Rupununi savanna district of British Guiana, Pt 1. Grouping of fish species and effects of the seasonal cycles on the fish. *Journal of the Linnean Society (Zoology)* 45: 103-114.

- LOWE-McCONNELL, R. H. 1987. *Ecological studies in tropical fish communities*. London: Cambridge University Press. 382 pp.
- MAGO LECCIA, F. 1970. Consideraciones sobre la sistemática de la familia Prochilodontidae (Osteichthyes, Cypriniformes), com uma sinop sis de lãs espécies de Venezuela. *Acta Biol. Venez.* 8: 35-96.
- MENEZES, N. A. & VAZZOLER, A. E. A. M. 1992. Reproductive characteristics of Characiformes. *In: W. C. HAMLETT (ed). Reproductive biology of South American Vertebrates*. Springer – Verlag. New York, p60-70.
- MERONA, B. & BITTENCOURT, M. M. 1988. A pesca na Amazônia através dos desembaques no mercado de Manaus : Resultados Preliminares. *Memoria. Sociedade de Ciencias Naturales La Salle*. Suplemento 1988. P 433-453.
- MONTREUIL, V. & J. S. TELLO. 1988. Determinacion de edad en “Boquichico” (*Prochilodus nigricans* Agassiz, Teleostei: Characoidei) mediante lectura de escleritos en escamas. *Folia Amazonica* 1(1):25-45.
- MOTA, S. Q. C. 1995. *Biologia e pesca do curimatá (**Prochilodus nigricans** Agassiz, 1829) (Prochilodontidae) no Médio Amazonas*. Dissertação de Licenciatura Plena. Santarém, Pará. 39 p.
- NIKOLSKY, G. V. 1969. *Theory of fish population dynamics as the biological background for rational exploration and management of fishery resources*. Edinburg, Oliver & Boyd. 323 p.
- PANNELLA, G. 1974. Otolits growth patterns: an aid age determination in temperate and tropical fishes. *In: The ageing of fish*. Bagenal T. B. (ed), Unwin Broyher's Ltd., London 28-39 p.

- PAULY, D. 1981. The relationship between gill surface area and growth performance in fish: a generalization of von Bertalanffy's theory of growth. *Meeresforsch.* 28(4):251-282.
- PAULY, D. 1984. *Fish Population Dynamics in Tropical Waters: A Manual for Use with Programmable Calculators*. ICLARM Living Aquatic Resources Management, Manila, Philippines. 325 p.
- PAYNE, A. I. & HARVEY, M. J. 1989. An assessment of the *Prochilodus platensis* Holmberg population in the Pilcomayo River fishery, Bolivia, using scale -based and computer-assisted methods. *Aquaculture and Fisheries Management*, 20:233-248.
- PETRERE, M.; P. B. BAYLEY & G. A. PAULA. 1992. Influential analysis of individual growth rates from five populations of *Prochilodus* spp. (Characoidei, Osteichthyes) in South America. *Bol. Mus. Para. Emilio Goeldi, ser. Zool.*, 7(2): 125-142.
- RESENDE, E. K.; CATELLA, A. C.; NASCIMENTO, F. L.; PALMEIRA, S. S.; PEREIRA, R. A. C.; LIMA, M. S.; ALMEIDA, V. L. L. 1996. Biologia do curimatá (*Prochilodus lineatus*), pintado (*Pseusoplatystoma corruscans*) e cachara (*Pseudoplatystoma fasciatum*) na Bacia Hidrográfica do rio Miranda, Pantanal do Mato Grosso do Sul, Brasil. *EMBRAPA-CPAP. Boletim de Pesquisa.* 2:72p.
- RIBEIRO, M. C. L. B. 1983. *As migrações dos jaraquis (Pisces, Prochilodontidae) no rio Negro, Amazonas, Brasil*. Dissertação de mestrado-INPA/FUA. Manaus-AM. 192 p.
- RICKER, W. E. 1979. Growth rates and models. In: *Fish Physiology*. Hoar, W. S.; Randall, D. J. and Brett, J. J. R. (Eds). Academic Press, London. 786 p.
- RUFFINO, M. L. & ISAAC V. J. 1995. Life cycle and biological parameter of several Brazilian Amazon fish species. *NAGA. The ICLARM. Quartely.* 4: 41-45.
- SMITH, N. J. H. 1979. *A pesca no rio Amazonas*. CNPq – INPA, Manaus-AM. 154 p.

- SPARRE, P. & S. C. VENEMA. 1995. *Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Parte 1 – Manual*. FAO, Documento Técnico de Pesca 306/1. Ver. 1. Rome, 420 p.
- SPARRE, P.; E. URSIN & S. C. VENEMA. 1989. *Introduction to tropical fish stock assessment*. Part 1 – annual. FAO Fish. Tec. Pap. N° 306. 1.337p.
- STEEL, R. G. D. & J. H. TORRIE. 1985. *Bioestadística: Principios y Procedimientos*. McGraw-Hill, Interamericana de Mexico, S. A.
- VALDERRAMA, B. M. & M. J. PETRERE. 1994. Crecimiento Del Bocachio *Prochilodus magdalenae* Steindachner 1878 (Prochilodontidae) y su relación com El regime hidrológico en la parte baja de la cuenca del rio Magdalena (Colombia). *Boletín Científico Inpa* No. 2: 136-148.
- 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. 108 p.
- VAZZOLER, A. E. A. M. 1996. *Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática*. Maringá: EDUEM; São Paulo: SBI. 169 p.
- VERÍSSIMO, J. 1895. *A Pesca na Amazônia*. Rio de Janeiro, Liv. Clássica de Alves & C. 206 p.
- VILLACORTA-CORREA, M. A. 1987. *Crescimento do Matrinxã, **Brycon cephalus** (Günter, 1869) (Teleostei, Characidae) no baixo rio Negro, seus afluentes e no baixo Solimões*. Dissertação de Mestrado-INPA/FUA. Manaus-AM. 124 p.
- WELCOMME, R. L. 1992. *Pesca fluvial*. FAO Documento Técnico de Pesca 262. Roma. 303 p.

- WERDER, U. & SOARES, G. M. 1985. Age determination by sclerite numbers, and scale variations in six fish species from the Central Amazon (Osteichthyes, Characoidei). *Amazoniana*, 8:395-420.
- WINEMILLER, K. O. 1989. Patterns of variation in life history among South American fishes in seasonal environments. *Oecologia*, 81:225-241.
- WORTHMANN, H. O. 1983. A comparative study of the growth of the postlaryal and juvenile Pescadas *Plagioscion squamosissimus* (HECKEL) and *Plagioscion monti* (SOARES) in a white water lake of the Central Amazon. *Amazoniana*. 4:465-477.

Tabela 1 – Total de exemplares de curimatã *P. nigricans*, por ano e local de procedência.

Tipo de coleta	Data	Local de procedência	Número de exemplares	Número de peixes com escamas lidas
Experimentais	12/89	lago Inácio	105	83
	03/90	lago Inácio	16	12
	07/90	lago Inácio	8	4
	09/90	lago Inácio	49	8
	11/90	lago Inácio	49	22
	03/91	lago Inácio	16	40
	07/91	lago Inácio	8	-
	09/91	lago Inácio	32	-
	11/91	lago Inácio	114	-
	04/93	Ilha da Marchantaria	26	6
Comerciais	05/92	Lago do Rei	19	14
	06/92	Careiro	30	22
	07/92	Água Branca	24	20
	08/92	Rio Solimões	30	23
	09/92	Badajós	31	24
	10/92	Careiro	25	19
	11/92	Purus	40	29
	12/92	Água Branca	24	23
	01/93	Badajós	31	30
	03/93	Curari	30	25
	04/93	Janauacá	30	29
	05/93	Janauacá	32	18
	TOTAL			769

Tabela 2 – Proporção sexual por classe de comprimento do curimatã *P. nigricans*, coletados no lago Inácio de 1989 a 1991.

Classe de comprimento (mm)	Machos	Fêmeas				X <sup>2</sup>
			soma	% machos	% fêmeas	
16	1	1	2	50	50	0
18	13	3	16	81,25	18,75	39,06*
20	26	12	38	68,42	31,58	13,57
22	41	26	67	61,20	38,8	5,01*
24	34	42	76	44,74	55,26	1,11
26	43	49	92	46,73	53,26	0,42
28	23	33	56	41,07	58,93	3,19
30	6	25	31	19,35	80,64	37,56*
32	2	8	10	20	80	36*
34	1	3	4	25	75	25*
Total	190	202	392	48,47	51,53	0,09

<sup>2</sup><sub>0,05</sub> = 3,84

\* diferenças significativas



Tabela 3 – Média, desvio padrão e coeficiente de variação das medidas dos raios direito (D) e esquerdo (E) das escamas do curimatã *P. nigricans*, por região de coleta (A, B, C e D); percentagem de escamas regeneradas e de nitidez das marcas, por região de coleta.

Região de coleta	A		B		C		D	
Raio da escama	D	E	D	E	D	E	D	E
Média	28,2	29,1	25,9	26,9	36,3	36,1	30,5	29,1
Desvio	6,4	6,2	4,5	4,5	6,7	7,2	4,0	4,4
coeficiente de variação (%)	22,7	21,3	17,4	16,6	18,5	19,9	16,2	15,3
coeficiente de correlação*	0,78	0,84	0,74	0,79	0,94	0,94	0,85	0,87
Total de escamas analisadas	1011		980		769		892	
% de nitidez das marcas	18,2		29,7		33,3		37,8	
% de escamas regeneradas	19,5		29,2		27,2		43	

\* Obtido para a relação entre o raio total da escama e o comprimento padrão do peixe

Tabela 4a- Frequência de ocorrência absoluta das marcas principais nas escamas do curimatã *P. nigricans*.

número de marcas principais	N
2	41
3	148
4	169
5	79
6	19
7	2

Tabela 4b- Frequência de ocorrência relativa das marcas acessórias, intercaladas a cada marca principal.

	Número de marcas acessórias intercaladas			
	0	1	2	3
após a 1 <sup>a</sup> marca principal	18,5	62,9	17,5	1,03
após a 2 <sup>a</sup> marca principal	59,8	34	6,18	0
após a 3 <sup>a</sup> marca principal	80	20	0	0
após a 4 <sup>a</sup> marca principal	84,6	15,4	0	0
após a 5 <sup>a</sup> marca principal	94,6	5,4	0	0
após a 6 <sup>a</sup> marca principal	100	0	0	0
após a 7 <sup>a</sup> marca principal	100	0	0	0

Tabela 4c- Frequência de ocorrência relativa das marcas acessórias iniciais, antes da primeira marca principal.

Marcas iniciais	Porcentagem	n
1	39,2	31
2	51,8	41
3	8,9	7

Tabela 5- Média, desvio padrão e incremento (  $d = d_n - d_{n-1}$ ) nas distâncias medidas do foco da escama até cada um dos tipos de marcas observadas.

Marcas principais	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	6 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>
Média	2,20	3,47	4,34	5,09	5,48	5,77	6
Desvio padrão	0,45	0,63	0,79	0,74	0,65	0,56	
d (u.m.)		1,27	0,87	0,75	0,39	0,29	0,23
n	98	101	78	50	18	6	1
Marcas acessórias intercaladas	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>		
Média	2,87	3,93	4,95	5,19	6,45		
Desvio padrão	0,68	1,04	0,97	1,01			
d (u.m.)		1,06	1,02	0,24	1,26		
n	92	62	20	5	1		
Marcas acessórias iniciais	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>				
Média	1,2	1,7	2,0				
Desvio padrão		0,37	0,38	0,31			
d (u.m.)	0,5	0,3					
n	77	48	9				

Tabela 6- Parâmetros da relação entre o raio total (u.m.) da escama e o comprimento padrão (mm) do curimatã *P. nigricans*, obtidos pelo ajuste das variáveis ao modelo linear, exponencial e multiplicativo.

Modelo	Parâmetros	Total	imaturos	maduros
Linear	a	6,86	2,32	9,76
	b	0,17	0,192	0,16
	r	0,90	0,94	0,62
	R(%)	<b>82</b>	<b>88</b>	38
	n	464	168	295
Exponencial	a	2,78	2,26	3,24
	b	0,004	0,006	0,002
	r	0,87	0,92	0,61
	R(%)	<b>76</b>	<b>85</b>	38
	n	464	168	295
Multiplicativo	a	-1,11	-1,45	-0,69
	b	0,91	0,97	0,83
	r	0,95	0,97	0,61
	R(%)	<b>91</b>	<b>95</b>	38
	n	464	168	295
Ponderada	a	0,10	-0,115	0,30
	b	1,94	2,096	1,746
	r	0,99	0,99	0,99
	R(%)	<b>98</b>	<b>99</b>	<b>99</b>
	n	460	171	289

Tabela 7a- Comprimentos retrocalculados para cada marca principal nas escamas do curimatã *P. nigricans*, a partir da fórmula de Hile (1940). Os números sublinhados indicam as médias dos valores utilizados para o ajuste da curva de crescimento de Von Bertalanffy.

		Marcas Principais						
		1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	6 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>
total de machos e fêmeas maduros e imaturos	média	12,18	18,74	23,29	26,98	29,23	31,16	32,46
	desvio	1,84	2,69	3,26	2,93	2,59	2,05	3,46
	n	455	454	417	269	100	21	2
total de machos maduros e imaturos	média	12,05	<u>18,57</u>	<u>22,95</u>	<u>27,06</u>	<u>29,58</u>	<u>31,32</u>	<u>32,70</u>
	desvio	1,9	2,66	3,34	3,07	2,67	2,17	-
	n	186	203	177	113	44	7	1
total de fêmeas maduras e imaturas	média	12,29	<u>18,89</u>	<u>23,54</u>	<u>26,92</u>	<u>28,96</u>	<u>31,08</u>	<u>32,21</u>
	desvio	1,79	2,71	3,19	2,82	2,52	2,06	-
	n	225	251	240	156	56	14	1
machos imaturos	média	<u>11,34</u>	17,12	20,2	22,84	25		
	desvio	1,88	2,11	2,30	2,34	1,73		
	n	87	90	69	20	3		
fêmeas imaturas	média	<u>11,47</u>	17,13	20,52	22,71	23		
	desvio	1,59	2,11	2,29	1,87	-		
	n	66	69	61	22	1		
machos maduros	média	12,69	19,72	24,71	27,97	29,91	31,32	32,70
	desvio	1,67	2,48	2,62	2,37	2,41	2,17	-
	n	99	113	108	93	41	7	1
fêmeas maduras	média	12,63	19,55	24,56	27,61	29,10	31,10	32,21
	desvio	1,76	2,61	2,78	2,31	2,40	2,06	-
	n	159	182	179	134	55	14	1

Tabela 7b- Comprimentos retrocalculados para cada marca principal nas escamas do curimatã *P. nigricans*, a partir da fórmula de Fraser-Lee (1920).

		Marcas Principais						
		1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	6 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>
total de machos e fêmeas maduros e imaturos	média	12,18	18,75	23,29	26,98	29,23	31,16	32,46
	desvio	1,84	2,69	3,26	2,93	2,59	2,05	3,46
	n	411	454	417	269	100	21	2
total de machos maduros e imaturos	média	12,05	<u>18,57</u>	<u>22,95</u>	<u>27,06</u>	<u>29,58</u>	<u>31,32</u>	<u>32,70</u>
	desvio	1,9	2,66	3,34	3,07	2,67	2,17	-
	n	186	203	177	113	44	7	1
total de fêmeas maduras e imaturas	média	12,3	<u>18,89</u>	<u>23,54</u>	<u>26,92</u>	<u>28,96</u>	<u>31,08</u>	<u>32,21</u>
	desvio	1,79	2,71	3,19	2,82	2,52	2,06	-
	n	225	251	240	156	56	14	1
machos imaturos	média	<u>11,34</u>	17,12	20,20	22,84	25,00		
	desvio	1,88	2,12	2,32	2,34	1,73		
	n	87	90	69	20	3		
fêmeas imaturas	média	<u>11,47</u>	17,13	20,52	22,71	23,00		
	desvio	1,59	2,12	2,29	1,86	-		
	n	66	69	61	22	1		
machos maduros	média	12,69	19,72	24,71	27,97	29,91	31,32	32,70
	desvio	1,67	2,48	2,62	2,37	2,41	2,17	-
	n	99	113	108	93	41	7	1
fêmeas maduras	média	12,64	19,56	24,57	27,61	29,07	31,08	32,21
	desvio	1,76	2,61	2,78	2,31	2,40	2,06	-
	n	159	182	179	134	55	14	1

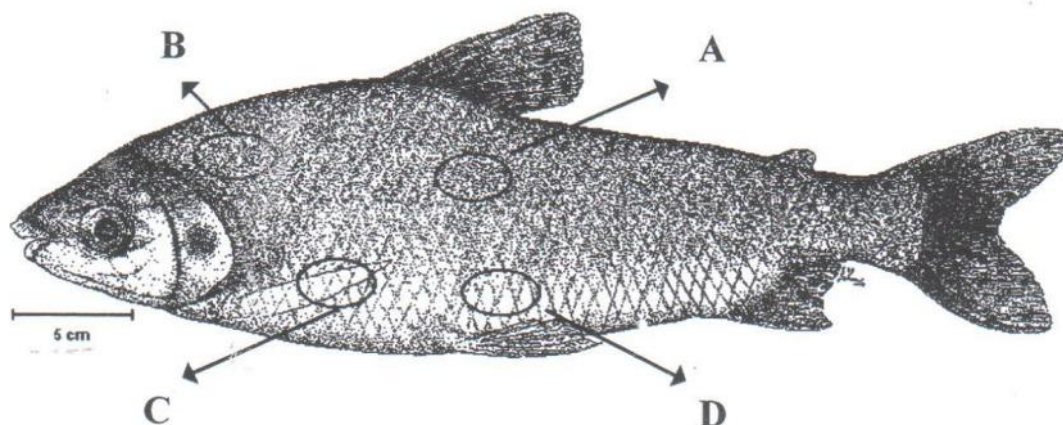


Figura 1 – Regiões de coleta das escamas no flanco esquerdo do curimatã *P. nigricans*: entre a linha lateral e o início da nadadeira dorsal (região A); acima do início da linha lateral (região B); embaixo da nadadeira peitoral (região C) e acima do início da nadadeira ventral (região D).

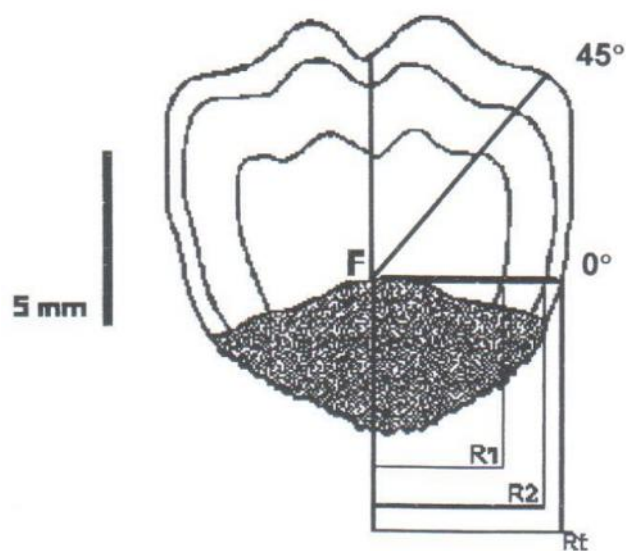


Figura 2 – Esquema da escama do curimatã *P. nigricans* indicando: os ângulos de medidas testados ( $0^\circ$  e  $45^\circ$ ) e as medidas tomadas do foco (F) até cada marca (R1; R2) e até a borda (Rt).

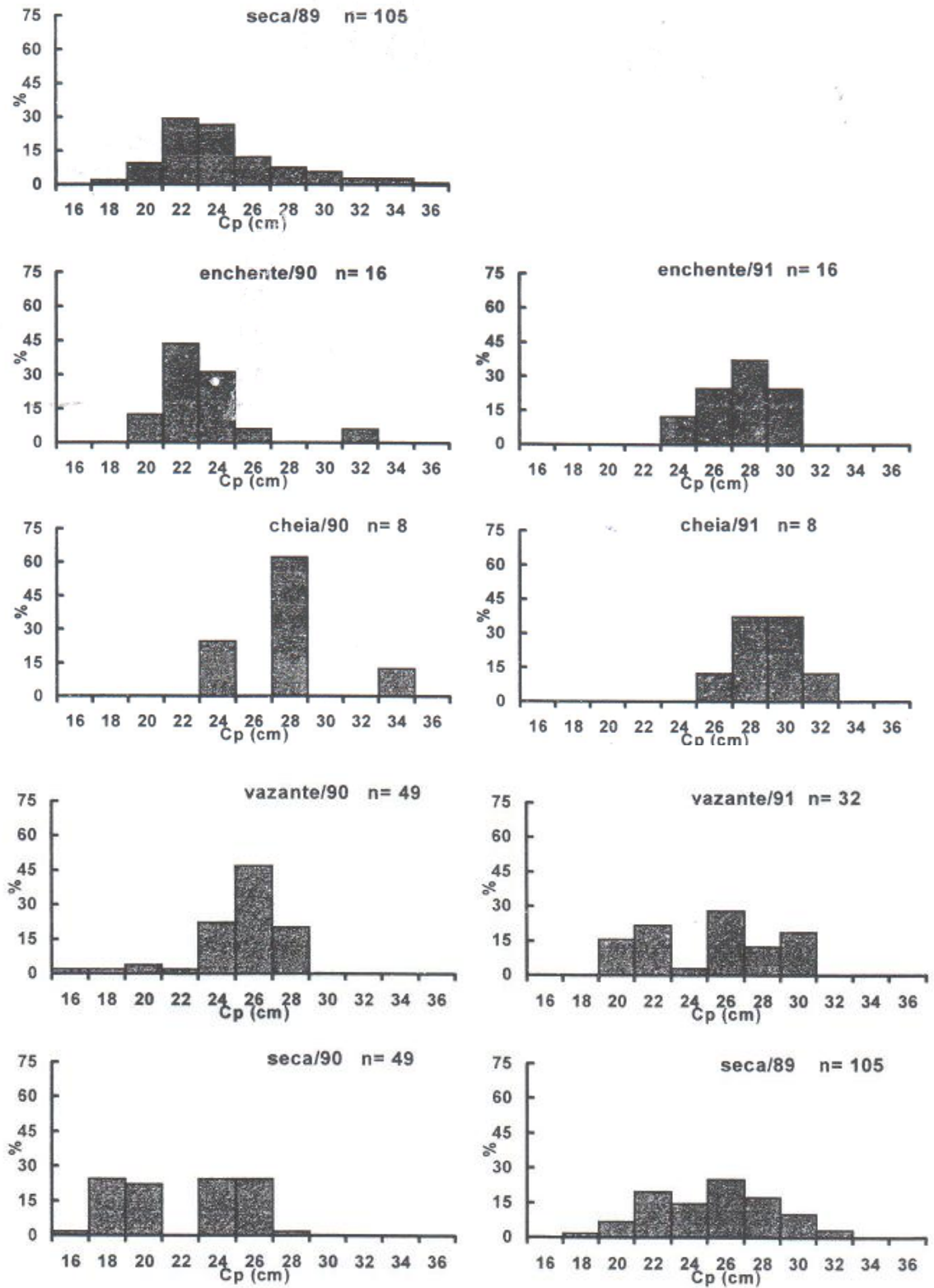


Figura 3 – Distribuição das frequências relativas dos comprimentos do curimatã *P. nigricans*, coletados em cada estação hidrológica no lago Inácio.



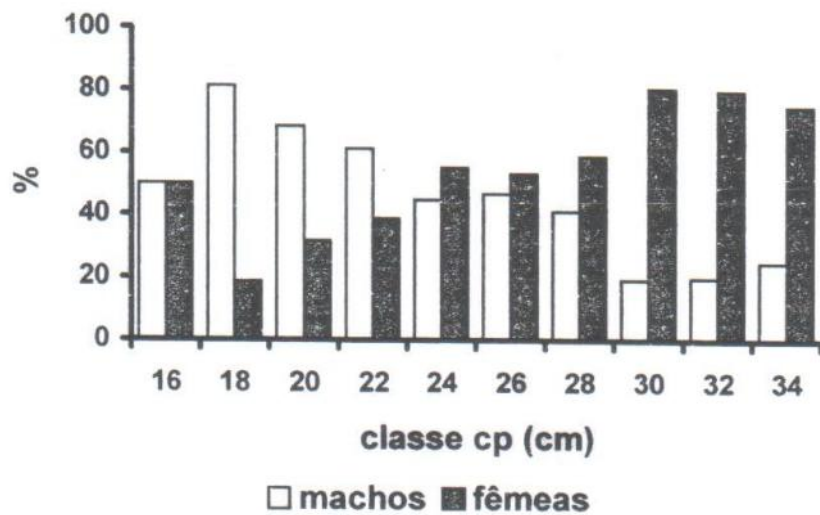
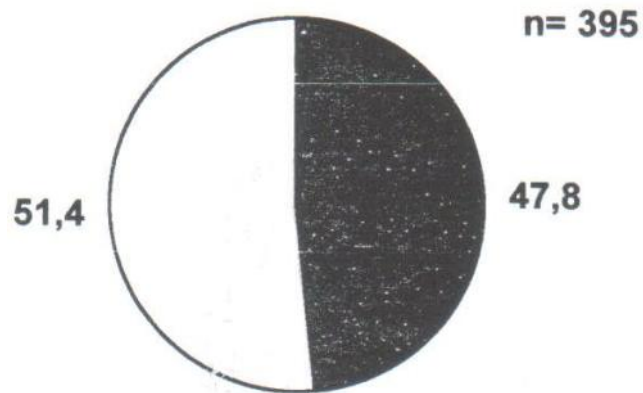


Figura 4 – Proporção sexual do curimatã *Prochilodus nigricans*, total (a); e por classe de comprimento padrão (b), coletados trimestralmente no lago Inácio, de 1989 a 1991.

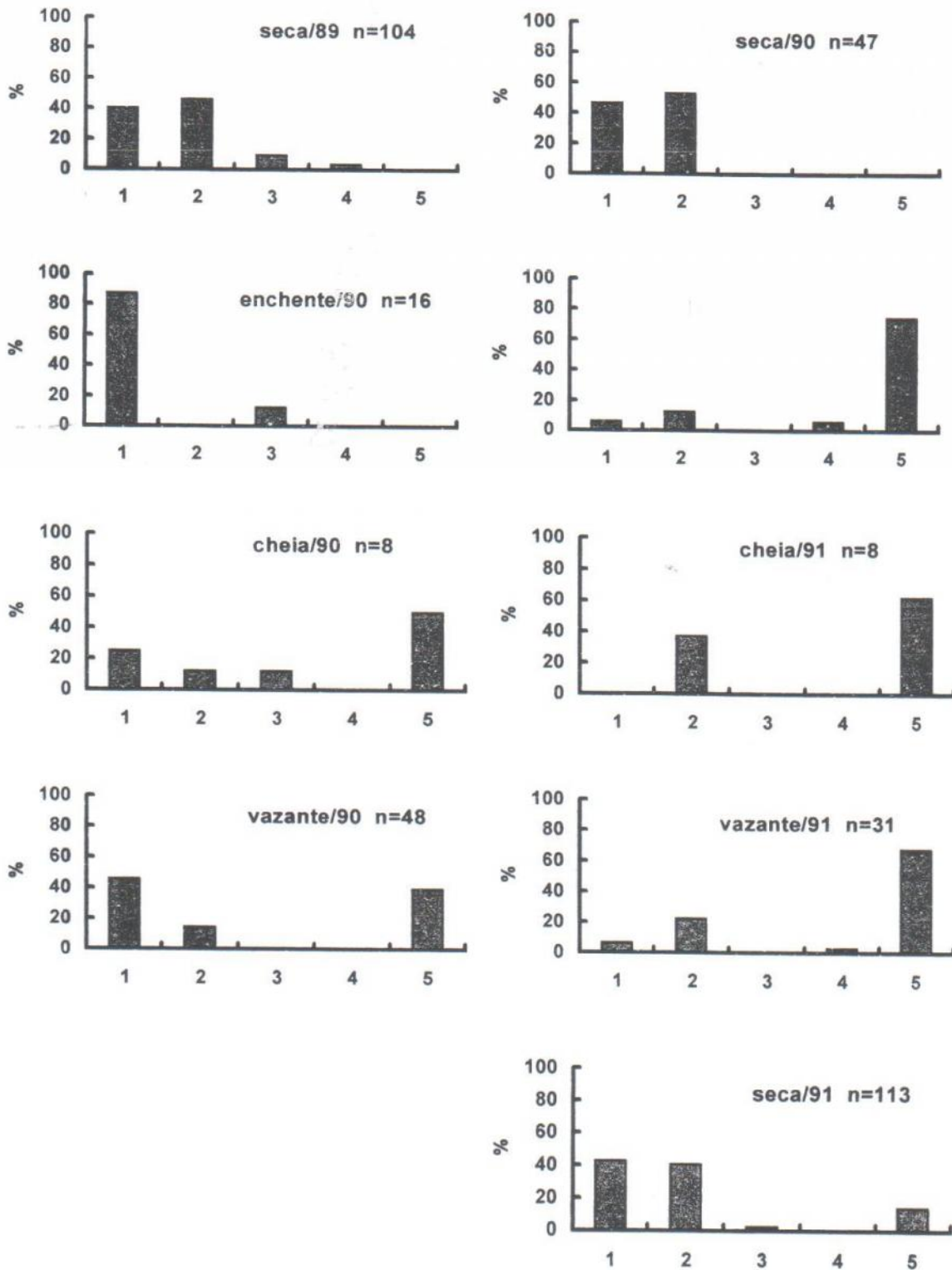


Figura 5 – Freqüências de ocorrência relativa dos estádios de maturação gonadal do curimatã *P. nigricans* no lago Inácio, de novembro de 1989 a novembro de 1991. 1 - imaturos; 2- em maturação; 3- em desova; 4- pós desova e 5- repouso.

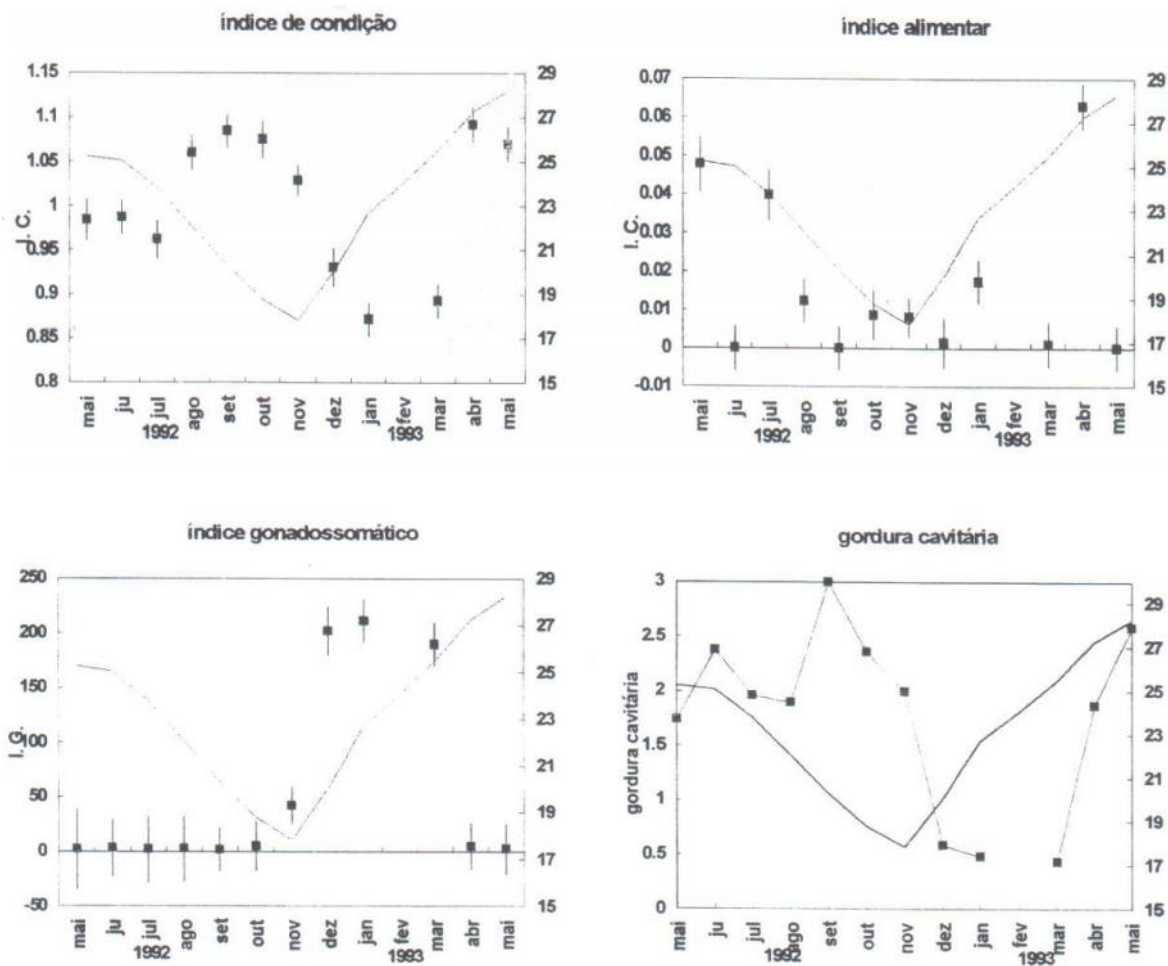


Figura 6 – Variação média mensal dos índices biológicos e os intervalos LSD ( $\alpha=0,05$ ) em relação ao nível da água, calculados para o curimatã *P. nigricans*, de maio de 1992 a maio de 1993.

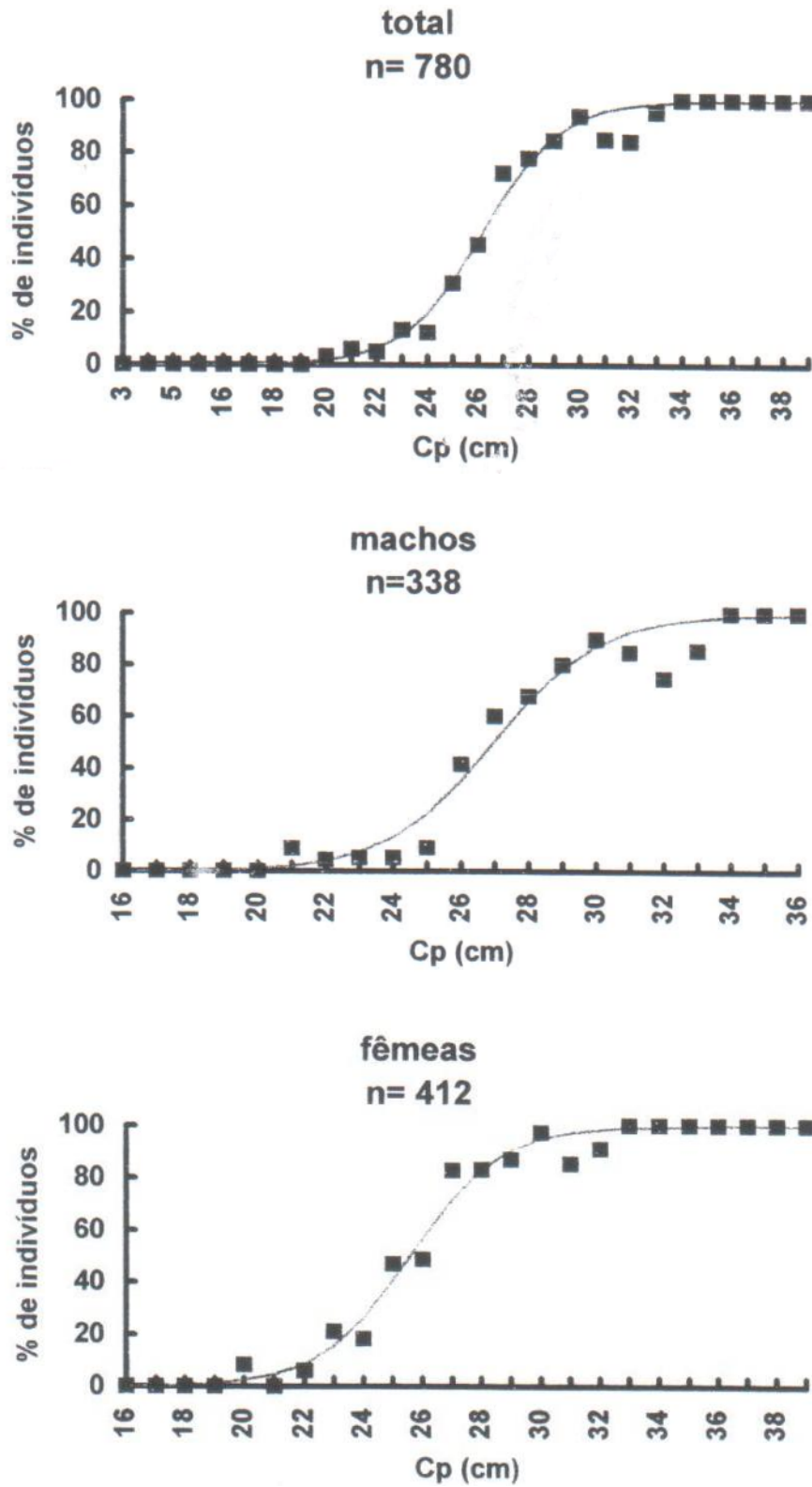


Figura 7 – Comprimento de 1ª maturação sexual ( $L_{50}$ ) do curimatã *P. nigricans*, estimados para o total e por sexo.

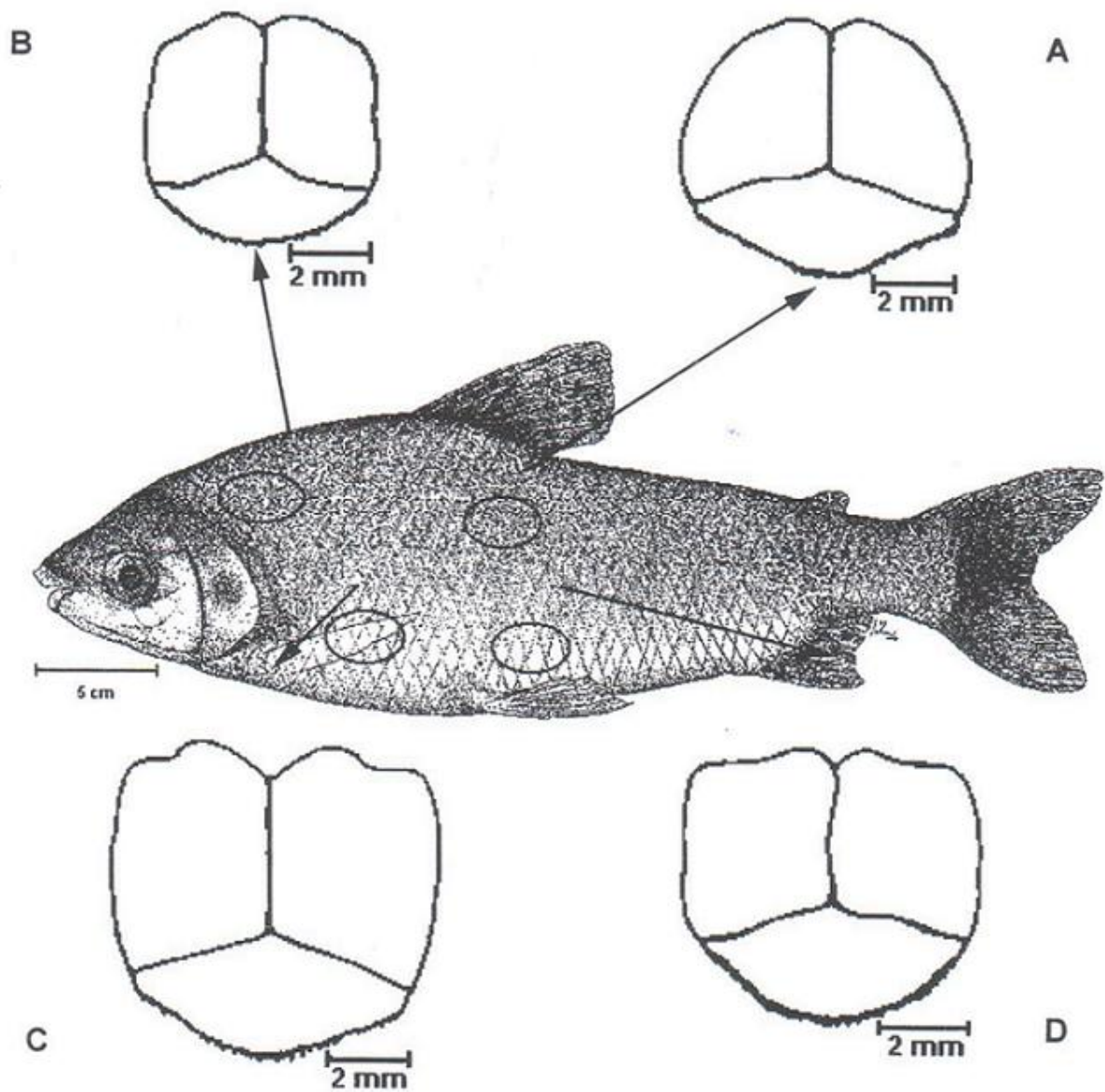


Figura 8 – Variação na forma e no tamanho das escamas coletadas em quatro regiões do flanco esquerdo do curimatã *P. nigricans*.

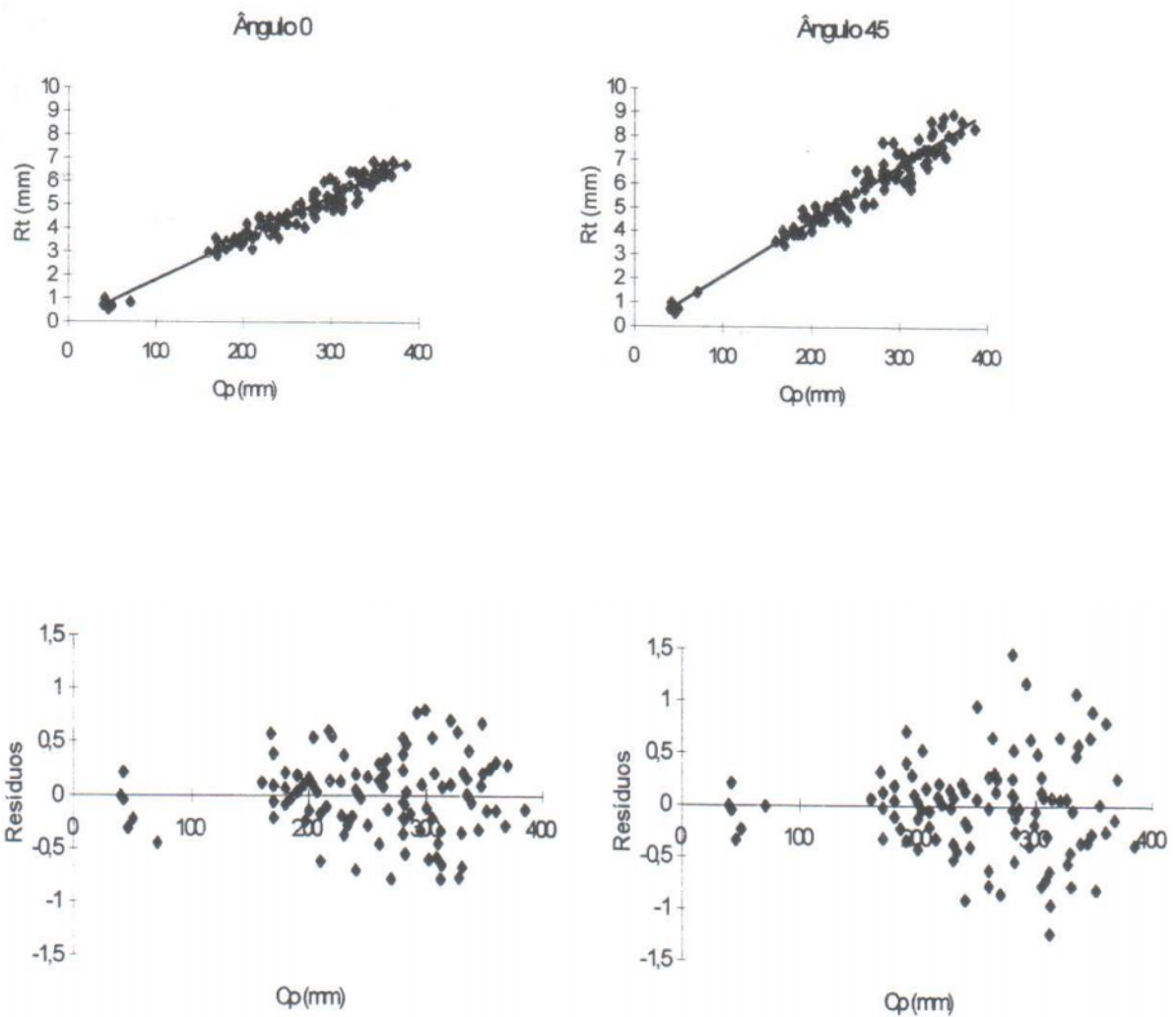


Figura 9 – Regressão linear e distribuição dos resíduos entre o raio total das escamas (mm) e o comprimento dos peixes medidos em ângulo 0° e 45°.

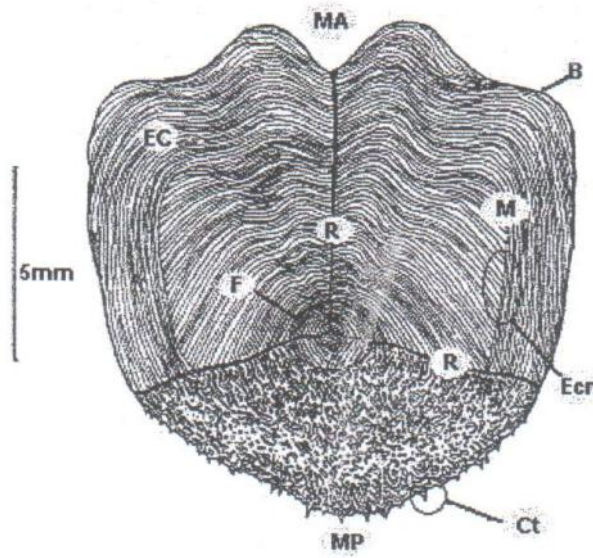


Figura 10 – Esquema da escama do curimatã *P. nigricans*: MA: margem anterior; MP: margem posterior; F: foco; B: borda; R: raios; EC: escleritos contínuos; Ecr: esclerito cortado; M: marca de crescimento e Ct: ctenídeos.

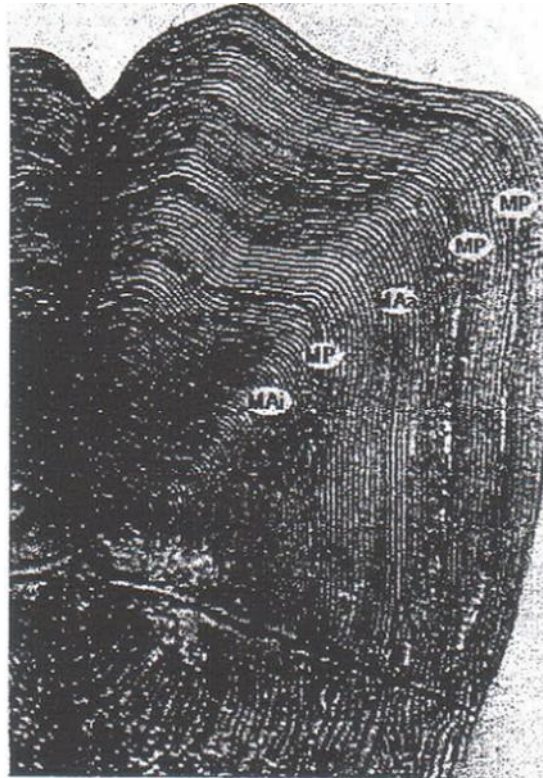


Figura 11 – Tipos de marcas nas escamas de curimatã *P. nigricans*: marcas principais (MP), marca acessória intercalada (Maa) e marca acessória inicial (Mai). Aum. 250x.

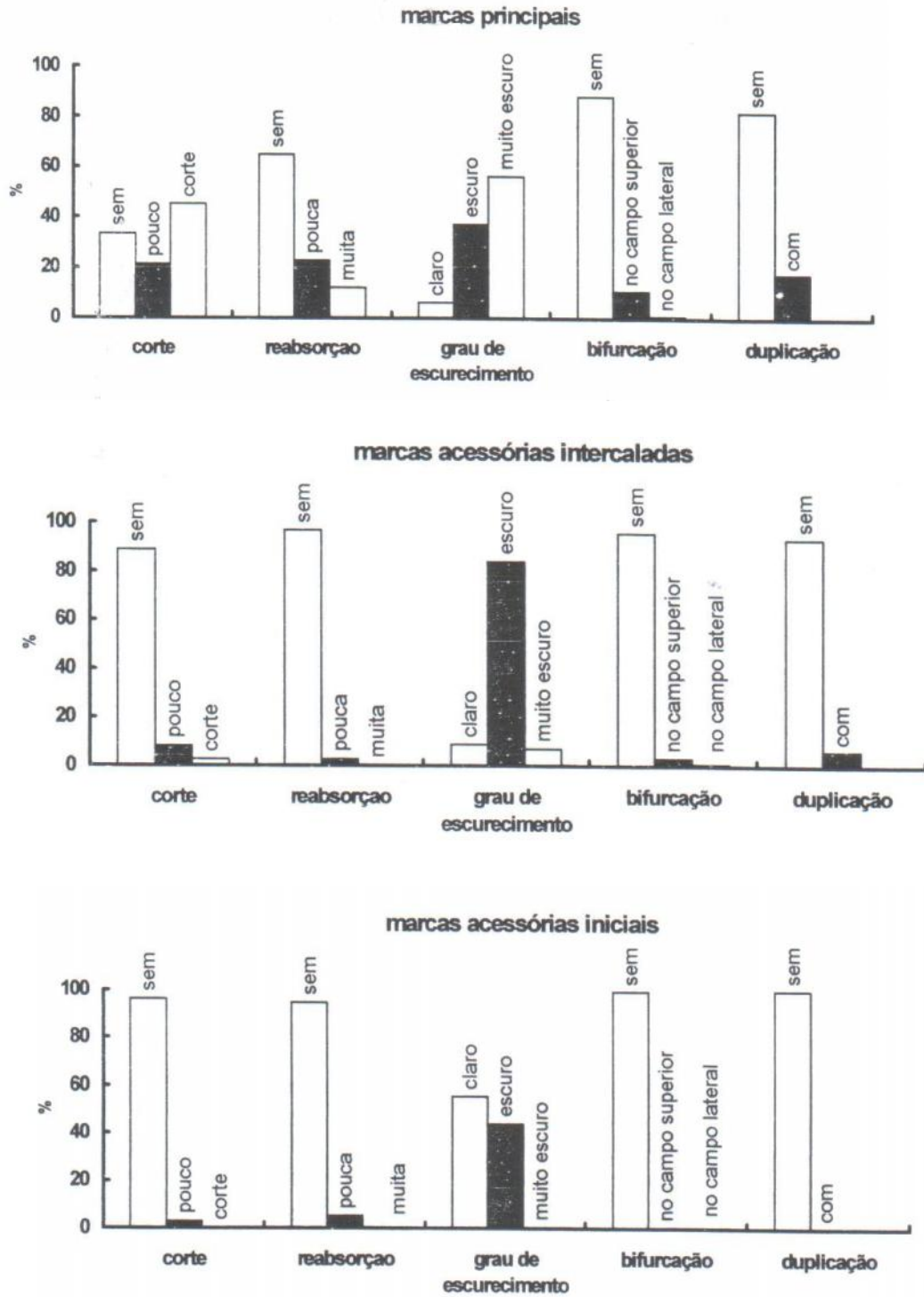


Figura 12 – Frequência relativa da quantidade de corte e de reabsorção dos escleritos, do grau de escurecimento das marcas, da ocorrência de marcas duplas e bifurcadas nas escamas do curimatã *P. nigricans*.



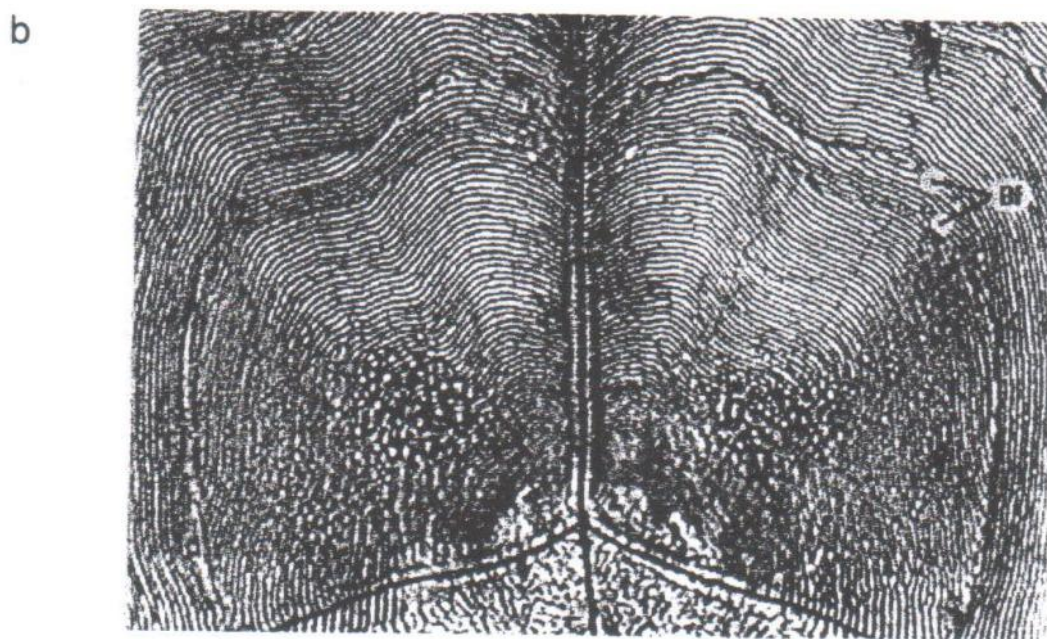
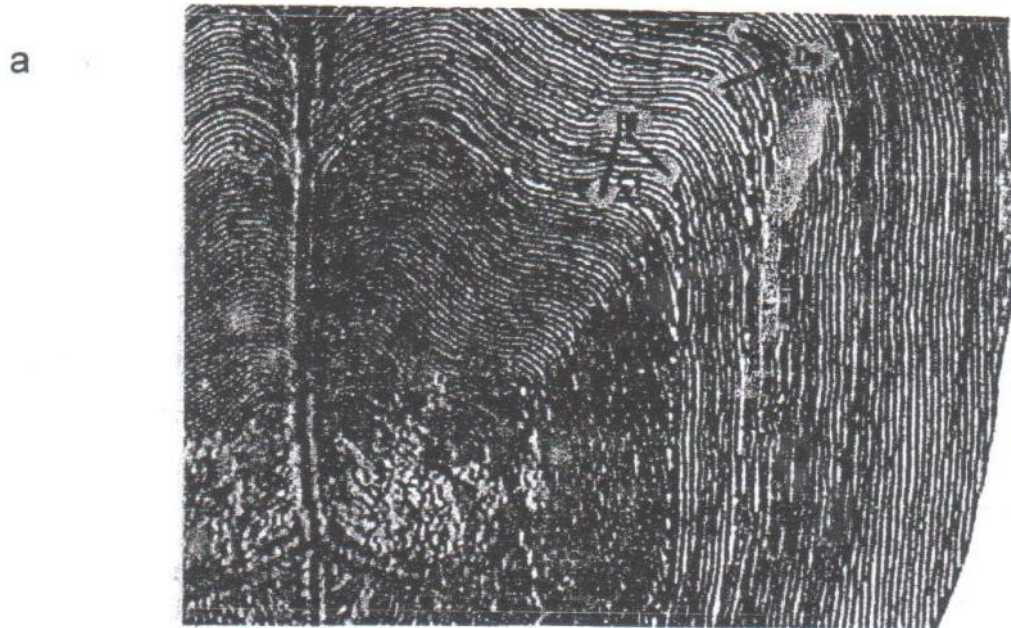


Figura 13 – Escamas do curimatã *P. nigricans* com marcas duplicadas (Dp) (a ) e bifurcadas (B ) a e b. Aum. 250x.

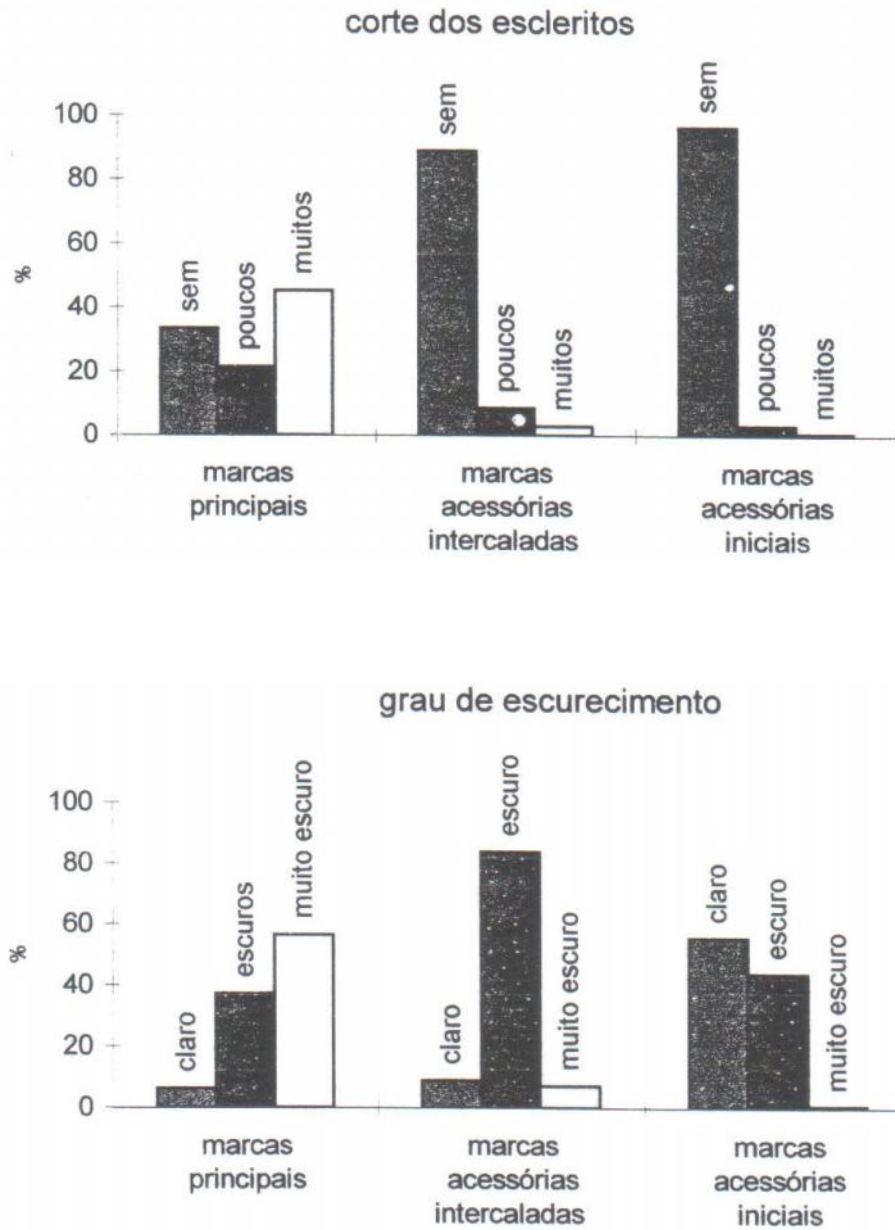


Figura 14 – Frequência de ocorrência relativa das características que diferenciam os tipos de marcas nas escamas do curimatã *P. nigricans*: quantidade de corte e grau de escurecimento da marca.

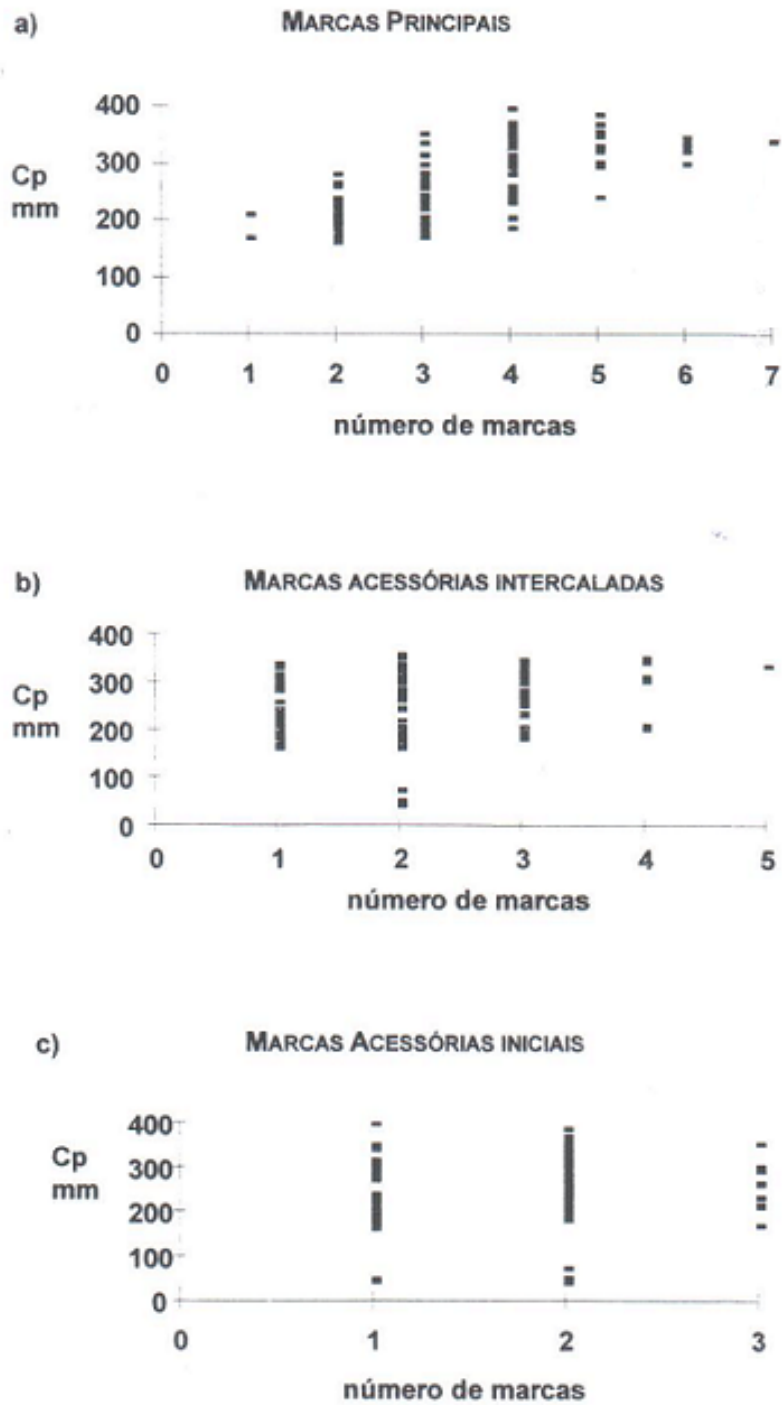


Figura 16 a, b e c – Relação entre o número de marcas nas escamas e o comprimento do curimatã *P. nigricans*.

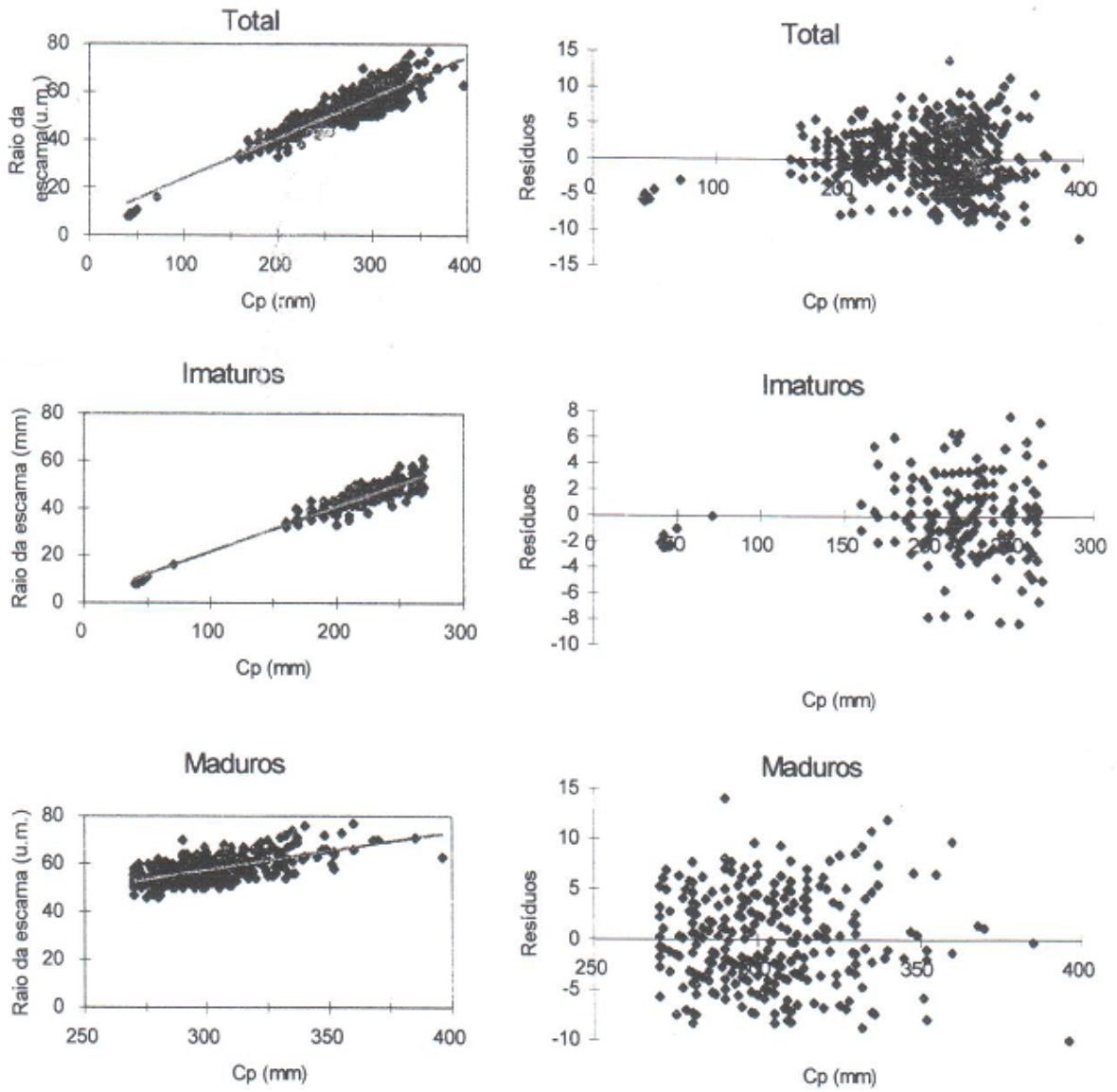


Figura 17 – Regressão linear e distribuição dos resíduos entre o raio total das escamas (u.m.) e o comprimento padrão (mm) dos exemplares de curimatã *P. nigricans*. Ajuste feito para o total de peixes (a), somente para imaturos (b) e para os maduros (c).

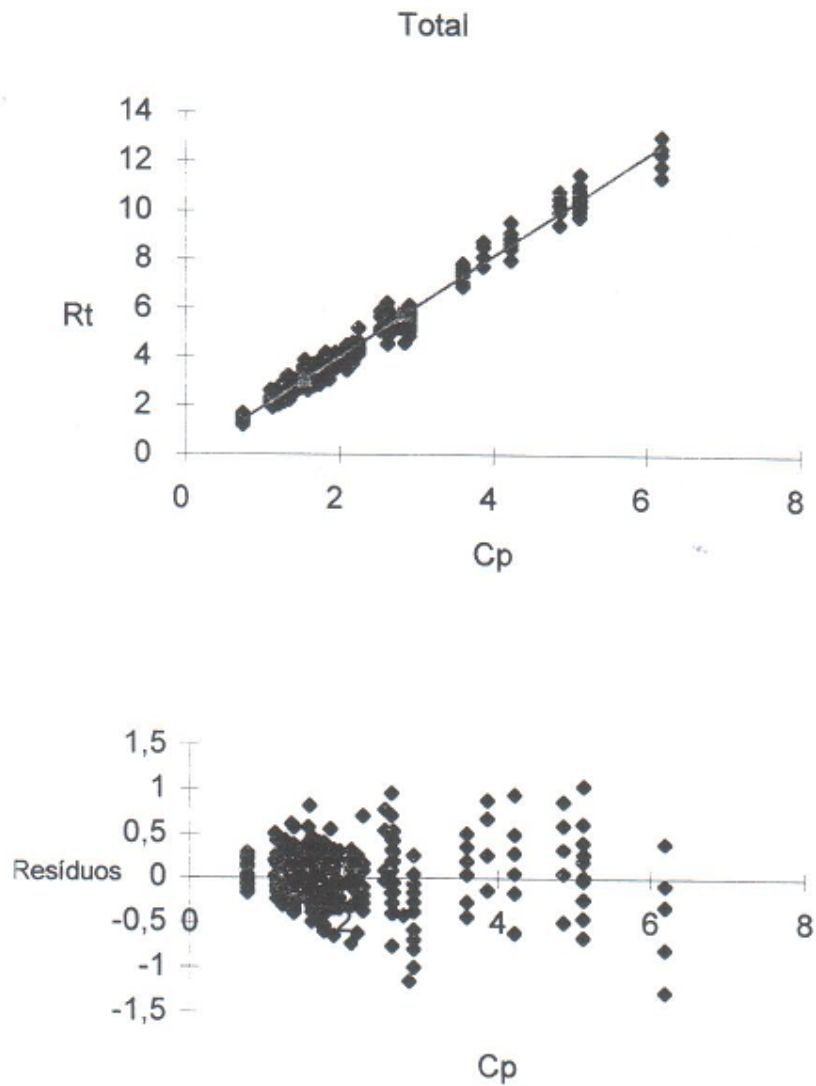


Figura 18 – Regressão ponderada e distribuição dos resíduos entre o raio total (Rt) das escamas e o comprimento padrão (Cp) dos exemplares de curimatã *P. nigricans*.

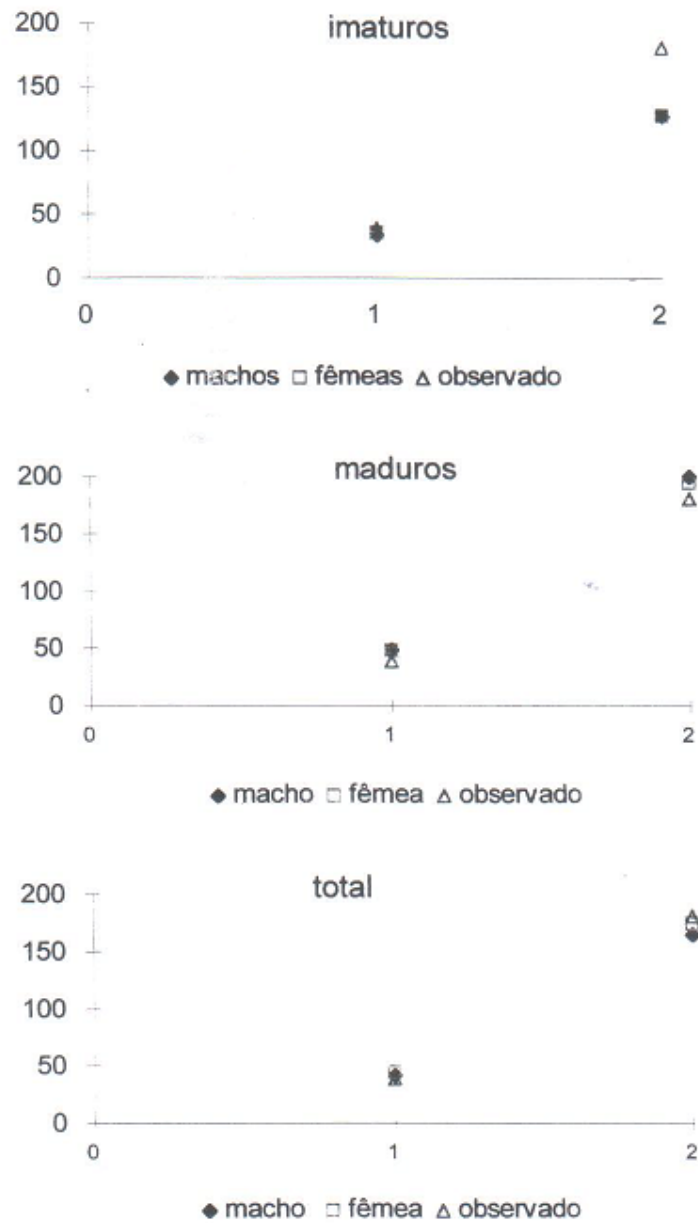


Figura 19 – Comparação entre os pesos médios retrocalculados a partir da 1ª e 2ª marca principal utilizando o modelo dos imaturos, dos maduros e do total com os pesos de curimatãs juvenis observados na natureza por Bayley (1980).

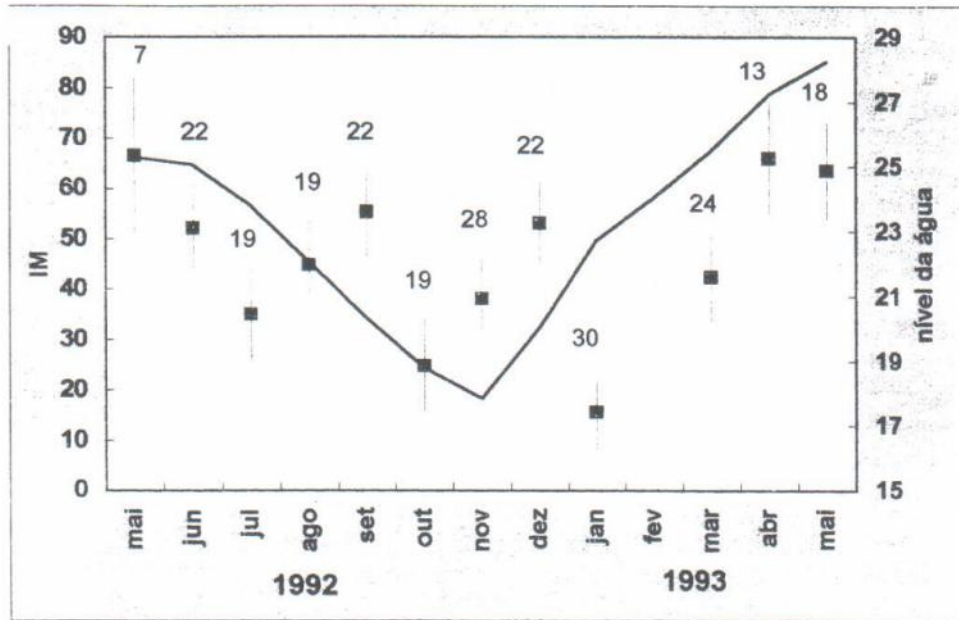


Figura 20 – Valores médios mensais do incremento marginal relativo, com os correspondentes intervalos LSD ( $\alpha=0,05$ ) e a variação no nível da água, de maio de 1992 a maio de 1993.

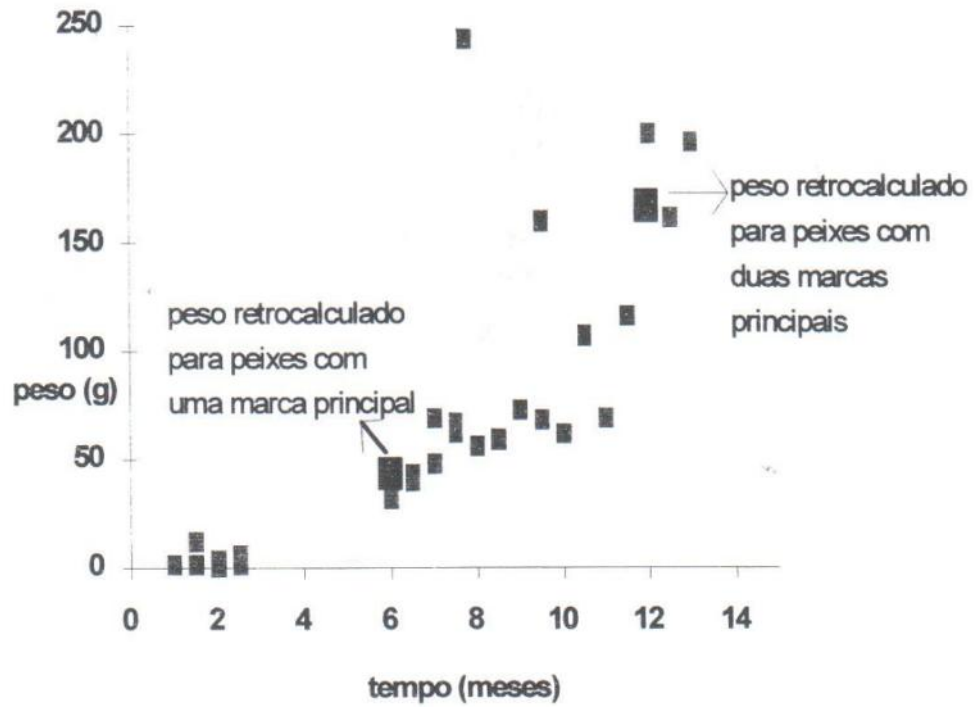


Figura 21 – Comparação entre os pesos médios retrocalculados e os pesos dos curimatás juvenis observados por Bayley (1983), em relação ao tempo.



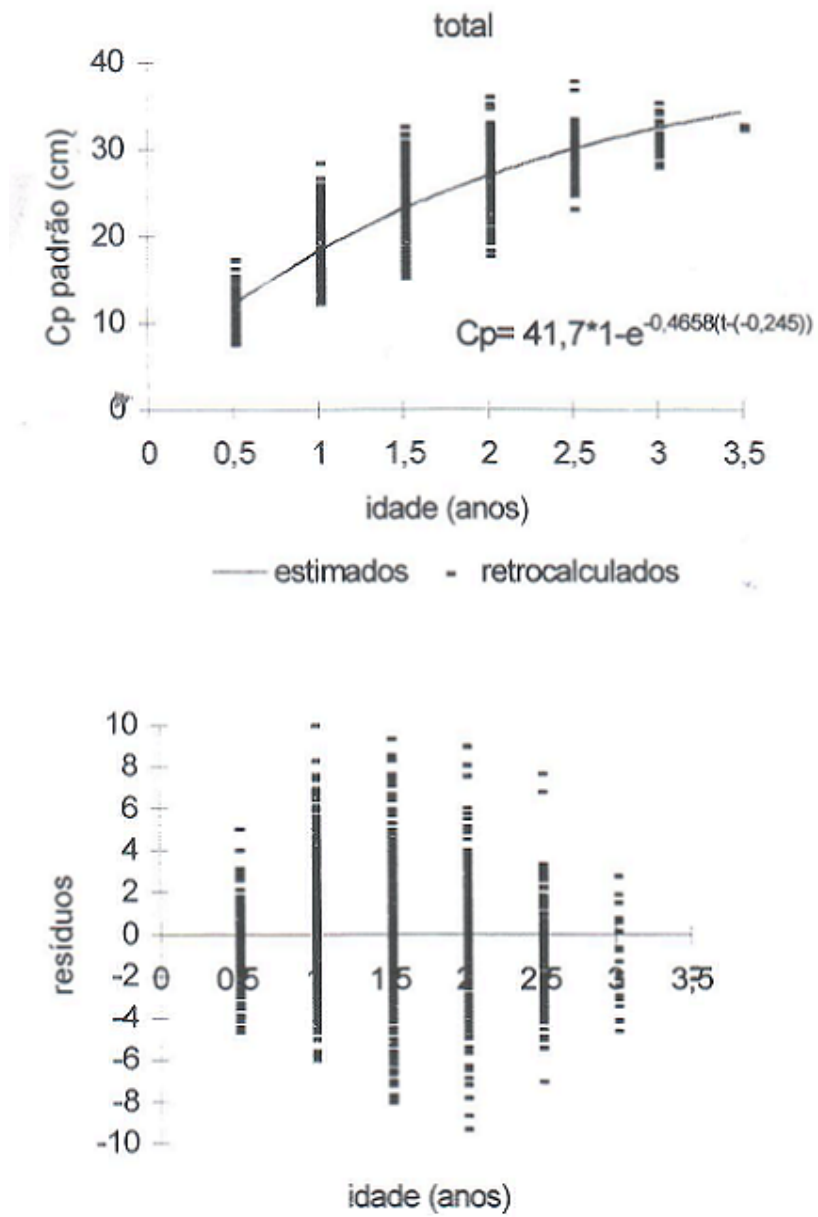


Figura 22 – Curva de crescimento de Von Bertalanffy estimada para o total de exemplares de curimatã *P. nigricans*.

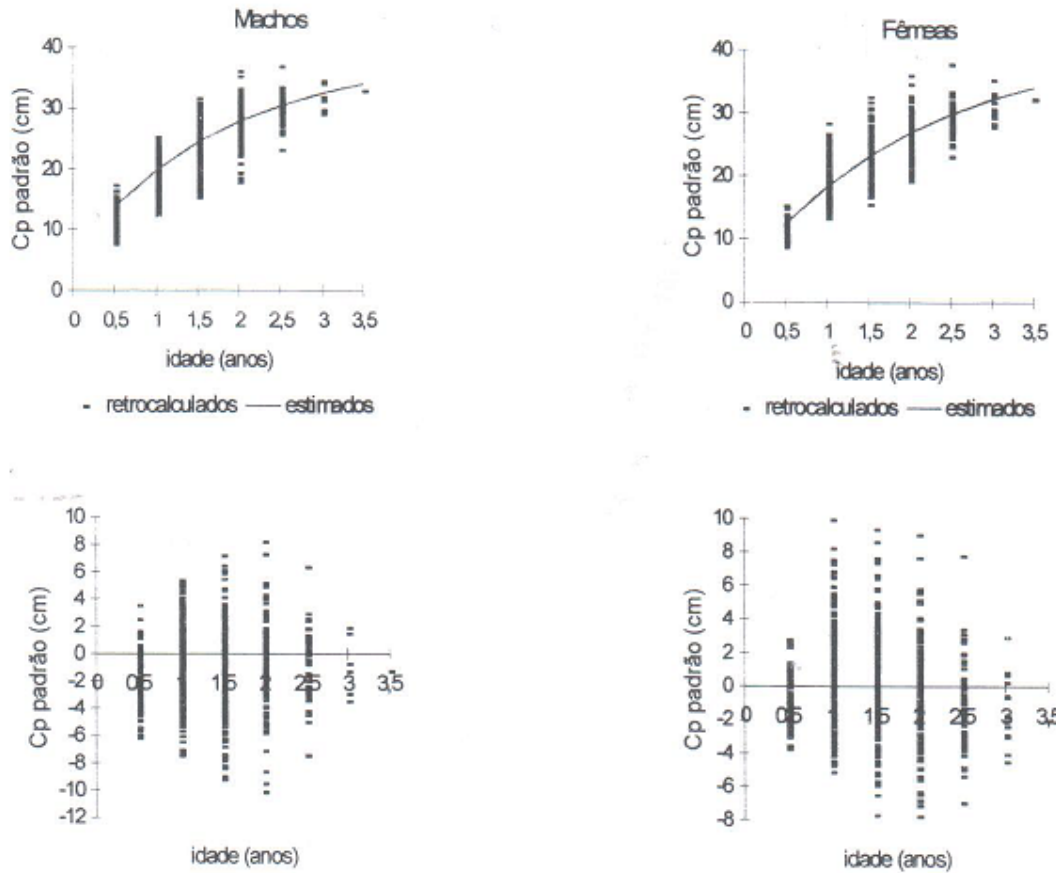


Figura 23 – Curvas de crescimento de Von Bertalanffy estimadas por sexo para o curimatã *P. nigricans* e distribuição dos resíduos.

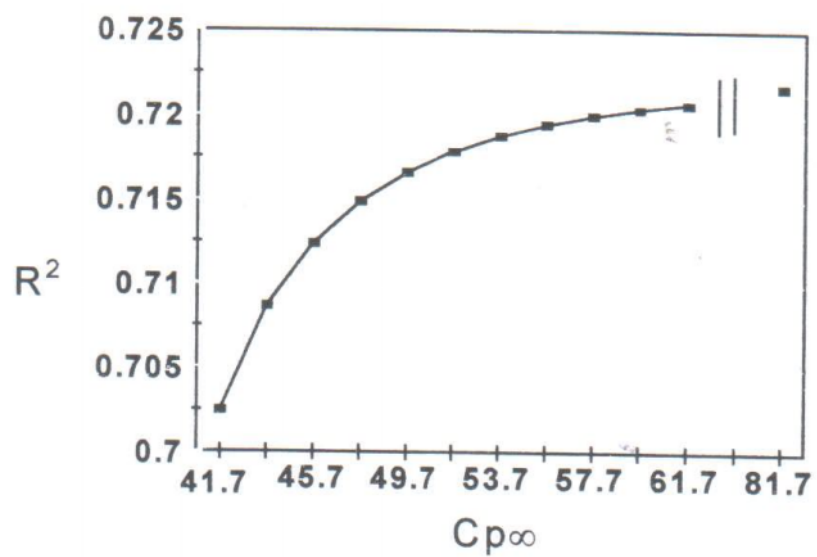


Figura 24 – Relação entre o grau de ajuste ( $R^2$ ) dos comprimentos retrocalculados por idade (modelo de Von Bertalanffy modificados por Pauly) e os diferentes valores do comprimento máximo esperado ( $C_p$ ).