

**MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE  
INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE  
CENTRO NACIONAL DE PESQUISA E CONSERVAÇÃO DE PEIXES  
CONTINENTAIS - CEPTA  
PROGRAMA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA-PIBIC/ICMBio**

**ESTRUTURA ETÁRIA E IDADE DE PRIMEIRA MATURAÇÃO EM POPULAÇÕES  
DE *Prochilodus lineatus* (VALENCIENNES, 1837) NO RIO MOGI-GUAÇU,  
CACHOEIRA DE EMAS, PIRASSUNUNGA/ SP**

**Alessandra Maria Simões**

**Orientador: Izabel C. Boock de Garcia**

**Co- Orientadores: José Augusto Senhorini**

**Rita de Cássia G. Alcântara Rocha**

**PIRASSUNUNGA**

**JULHO / 2011**

## **RESUMO**

Estudos sobre a determinação da idade e crescimento em peixes são considerados essenciais para o correto gerenciamento dos estoques pesqueiros. Na dinâmica de populações naturais, a fase mais interessante corresponde àquela em que os indivíduos se encontram vulneráveis à pesca. A espécie curimatá (*Prochilodus lineatus*) é reofílica, se reproduz no canal dos rios, tendo seu desenvolvimento inicial em lagoas marginais junto às planícies de inundação. O trabalho foi desenvolvido nas dependências do Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Peixes Continentais – CEPTA/ICMBio. As escamas analisadas foram coletadas mensalmente na região da Cachoeira de Emas, Rio Mogi-Guaçu, Pirassununga/SP no período de fevereiro de 2007 a junho de 2008. Dos 246 exemplares de curimatá coletados, 115 eram machos e 131 fêmeas. As idades dos machos e fêmeas variou entre 1 e 6 anos, com a maior parte dos indivíduos entre 2 e 3 anos. Predominou o comprimento total médio entre 36,2 e 42,4cm, maior que a média observada no período de 2008-2009. Houve um aumento das classes etárias quando comparados os períodos de 2007-2008 e 2008-2009, onde foram encontrados indivíduos de até 7 anos, o que pode indicar um envelhecimento da população. Não foi possível estimar a idade média de primeira maturação. Através deste trabalho com ampla série histórica, está sendo possível verificar alterações anuais no tamanho médio e idade das populações de curimatá na Cachoeira de Emas ampliando o conhecimento sobre a dinâmica local destas populações e possibilitando a verificação dos efeitos de possíveis perturbações sobre as mesmas.

**Palavras chave:** escamas, anéis etários, *Prochilodus lineatus*, idade de primeira maturação.

## **ABSTRACT**

Studies on age determination and growth in fish are considered essential for proper management of fish stocks. On the dynamics of wild populations, the stage that matters most corresponds to that in which individuals are vulnerable to fishing. The species curimbatá (*Prochilodus lineatus*) is migratory, reproduces in the river channel, with its initial development in marginal lagoons along the floodplains. This work was developed in the National Center for Research and Conservation of Continental Fish - CEPTA / ICMBio. The scales analyzed were collected monthly in the region of Cachoeira de Emas, Rio Mogi-Guaçu, Pirassununga/SP from February 2007 to June 2008. Of the 246 specimens of *P. lineatus* collected, 115 were males and 131 females. The ages of males and females ranged between 1 and 6 years, and most individuals were between 2 and 3 years. The predominant total length ranged between 36.2 and 42.4 cm, higher than the average observed in 2008-2009. There was an increase in the age groups when comparing the periods of 2007-2008 and 2008-2009, where individuals had up to 7 years, which may indicate an aging of the population. It was not possible to estimate the average age of first maturity. Through this work with a wide historical series, it is possible to determine annual changes in average size and age of populations of *P. lineatus* in Cachoeira de Emas, expanding knowledge of the local dynamics of these populations and allowing the verification of the effects of possible disturbances on them.

**Key words:** scales, growth rings, *Prochilodus lineatus*, age at first maturity

## Lista de Figuras

- Figura 1** - Distribuição e importância econômica do *Prochilodus lineatus* e Espécies simpátricas (*P. vimboides*) e sinonímias (*P. scrofa* e *P. platensis*) fonte: (ANA, 2010). **13**
- Figura 2** - *Prochilodus lineatus* Valenciennes, 1837 (GARCIA, 2006). **14**
- Figura 3** – Localização da bacia do rio Mogi-Guaçu no Estado de São Paulo, em destaque esquema de migração trófica e reprodutiva de *P. lineatus* (modificado de CAPELETI e PRETERE JR., 2006). **17**
- Figura 4** – Desenvolvimento anual dos ovários do Curimbatá (*P. lineatus*) Fonte: Godoy (1975b) com exemplos de ovário de fêmea madura (à esquerda) e imatura (à direita) (B e C). e arquivos CEPTA. **22**
- Figura 5** - Desenvolvimento anual dos testículos do Curimbatá (*P. lineatus*) Fonte: Godoy (1975b), e testículos de macho maduro (à esquerda) e em maturação (à direita) (B e C) arquivos do CEPTA. **23**
- Figura 6** - Desenho esquemático de uma escama mostrando suas principais regiões. Fonte: Ximenes-Carvalho, 2006. **29**

## Lista de Figuras (cont.)

- Figura 7** - Localização da Cachoeira de Emas no rio Mogi-Guaçu (A) e imagem de satélite (Digital Globe) do local de coleta (B). Fonte: Google Earth. **34**
- Figura 8** - Retirada da escama para análise **37**
- Figura 9** - Escamas sendo acondicionadas em envelopes de papel **37**
- Figura 10** - Escamas sendo selecionadas para limpeza e coloração **37**
- Figura 11** - Montagem das escamas em lâminas **38**
- Figura 12** - Escama ampliada pronta para leitura **38**
- Figura 13** - Estrutura etária dos machos de *P. lineatus* coletados no Rio Mogi-Guaçu, no período de fevereiro de 2007 a junho de 2008. **40**
- Figura 14** - Estrutura etária das fêmeas de *P. lineatus* coletados no Rio Mogi-Guaçu, no período de fevereiro de 2007 a junho de 2008 **41**
- Figura 15** - Estrutura etária da população de *P. lineatus* coletadas no Rio Mogi-Guaçu, no período de fevereiro de 2007 a junho de 2008. **42**

### Lista de Figuras (cont.)

- Figura 16** - Frequência relativa de machos e fêmeas adultos de *P. lineatus*, em sete classes etárias, no período de fevereiro de 2007 a junho de 2008, no Rio Mogi-Guaçu. Os parâmetros da função estimada (linha) são apresentados na Tabela 2. **44**
- Figura 17** - - Comprimento total médio por idade para machos e fêmeas de *P. lineatus* no Rio Mogi Guaçu, Cachoeira de Emas, Pirassununga/SP, no período de fevereiro de 2007 a junho de 2008. **45**

## Lista de Tabelas

- Tabela 1** – Composição das Unidades Hidrográficas de Gerenciamento de Recursos Hídricos que compreendem as bacias dos rios Mogi-Guaçu, Pardo e Grande. **09**
- Tabela 2** – Parâmetros estimados para a função  $y = a/(1+e^{-(x-c)/b})$ , onde  $y$  = frequência de ocorrência (%) e  $x$  = idade (anos); e a idade estimada à maturação ( $I_{50}$ , q.v. métodos) para machos e fêmeas de *P.lineatus* no rio Mogi-Guaçu, Cachoeira de Emas, Pirassununga/SP, no período de fevereiro de 2007 a junho de 2008. **43**

## **Siglas**

**ANA** – Agência Nacional da Águas

**CETESB** – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental

**FUEM** – Fundação Universidade Estadual de Maringá

**UGRHI** – Unidade de Hidrográfica de Gerenciamento de Recursos Hídricos

**VBGF** – Von Bertalanffy Growth Function



## Sumário

<b>1. Introdução.....</b>	<b>09</b>
<b>1.1. Caracterização das bacias hidrográficas dos rios Pardo, Mogi-Guaçu e Grande.....</b>	<b>09</b>
<b>1.2. Características da Família Prochilodontidae.....</b>	<b>11</b>
<b>1.2.1 A espécie <i>Prochilodus Lineatus</i>.....</b>	<b>12</b>
<b>1.3 Migração do curimatá (<i>Prochilodus lineatus</i>) na bacia hidrográfica dos rios Mogi-Guaçu/Pardo/Grande.....</b>	<b>14</b>
<b>1.4 Aspectos Reprodutivos do curimatá (<i>Prochilodus lineatus</i>).....</b>	<b>19</b>
<b>1.5 Determinação de idade em peixes.....</b>	<b>24</b>
<b>1.6 Tamanho e idade de primeira maturação.....</b>	<b>31</b>
<b>2. Material e Métodos.....</b>	<b>33</b>
<b>3. Resultados .....</b>	<b>39</b>
<b>4. Discussão.....</b>	<b>46</b>
<b>5. Agradecimento.....</b>	<b>48</b>
<b>6. Referências Bibliográficas.....</b>	<b>49</b>

## 1. Introdução

### 1.1 - Caracterização das bacias hidrográficas dos rios Pardo, Mogi-Guaçu e Grande

A Lei Estadual N° 9.034, de 27 de dezembro de 1994, aprovou a divisão do Estado de São Paulo em 22 (vinte e duas) Unidades Hidrográficas de Gerenciamento de Recursos Hídricos - UGRHI.

As bacias hidrográficas dos rios Pardo e Mogi-Guaçu correspondem às UGRHI 4 (Pardo), 9 (Mogi-Guaçu), 12 (Baixo Pardo/Grande), e as Vertentes Parciais do rio Grande, contidos nas UGRHI 8 (Sapucaí/Grande), 12 (Baixo Pardo/Grande) e 15 (Turvo/Grande).

A composição de cada UGRHI quanto ao número de municípios, população urbana, rural e respectiva porcentagem de participação sobre a demografia do Estado encontra-se indicada na tabela a seguir:

**Tabela 1** – Composição das Unidades Hidrográficas de Gerenciamento de Recursos Hídricos que compreendem as bacias dos rios Mogi-Guaçu, Pardo e Grande.

N° UGRHI	CLASSIFICAÇÃO LEI N° 9.034/94	N° MUNICÍPIOS	POPULAÇÃO (HAB.) <sup>1</sup>		
			Urbana	Rural	Total
(4) Pardo	Em Industrialização	23	901.038	69.973	771.011
(9) Mogi-Guaçu	Em Industrialização	38	1.178.493	134.502	1.312.995
(12) Baixo Pardo/Grande	Em Industrialização	12	289.528	22.368	311.896
(8) Sapucaí/Grande	Em Industrialização	22	571.604	38.031	609.635
(15) Turvo/Grande	Em Industrialização	64	1.014.178	101.814	1.115.992

Fonte: Cetesb (2001)

O Estado de São Paulo foi recortado em quinze bacias hidrográficas, incluindo as vertentes parciais dos rios Grande e Paraná; seguem, abaixo, as áreas de drenagem das bacias hidrográficas deste estudo.

O rio Grande nasce na Serra da Mantiqueira, entre os municípios de Bias Fortes e de Pedro Teixeira, Estado de Minas Gerais, a uma altitude de 1.250 m. Sua extensão é de 1.301 km até se encontrar com o rio Paranaíba, onde formam o rio Paraná; o seu desnível é de 960 m. A bacia hidrográfica do rio Grande possui uma área total de drenagem de 161.000 km<sup>2</sup>. Seus maiores afluentes são os rios Pardo e Mogi-Guaçu (GODOY, op. cit.).

A bacia do rio Grande é formada por solos arenosos, do período permo-carbonífero, com datação de 280 - 300 milhões de anos. Tais solos permitiram a formação de uma flora típica, constituindo-os “campos cerrados”.

Ao longo do rio Grande, existem 12 barragens e, em apenas uma, na barragem de UHE Igarapava, existe uma passagem de peixes, inaugurada em 07/04/2000. No rio Mogi-Guaçu há duas passagens de peixes: uma localizada na barragem de Cachoeira de Emas, em Pirassununga-SP e outra na barragem de Cachoeira de cima, na cidade de Mogi-Guaçu/SP (GODOY, 2002).

A bacia hidrográfica do rio Mogi-Guaçu pertence à Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos – 09 (UGRHI 09) e é composta por 38 municípios. Possui uma área de drenagem total de 17.460 km<sup>2</sup>, sendo 2.650 km<sup>2</sup> localizados no Estado de Minas Gerais e 14.653 km<sup>2</sup>, no Estado de São Paulo (BRIGANTE *et al.*, 2003) e uma extensão de 320 km, estando localizada na região sudoeste do Estado de Minas Gerais e nordeste do Estado de São Paulo, compreendida entre os paralelos 20°55’ e 22°43’ e entre os meridianos 46°10’ e 48°26’ (IBGE, 1982).

Com relação aos usos do solo, possuem atividades agrícolas, pastoris, granjeiras, urbanas e industriais. A atividade agrícola caracteriza-se pelo predomínio das culturas de cana-de-

açúcar, café, citros, milho e algodão. Ocorrem, também, áreas de pastagens. Os usos da água envolvem abastecimento público e industrial; afastamento de efluentes domésticos e industriais e irrigação de plantações (CETESB, 2001).

A bacia hidrográfica do rio Pardo pertence à Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos-04, situa-se na porção norte do Estado de São Paulo. Possui uma área de drenagem de 8.818 km<sup>2</sup>. O rio Pardo, desde a sua nascente até a foz do rio Mogi-Guaçu, apresenta 240 km de extensão. Seus usos do solo são: atividades agrícolas, pastoris, avícolas, industriais e urbanas e, os da água são: abastecimentos público e industrial; afastamento de efluentes domésticos e industriais e irrigação de plantações.

A unidade de gerenciamento baixo Pardo/Grande, pertence a UGRHI-12 e apresenta uma área de drenagem de 7.030 km<sup>2</sup>, compreendendo desde a foz do rio Mogi-Guaçu até a foz do rio Grande (120 km) e Rio Grande desde a Usina Porto Colômbia até a Usina Marimbondo (140 km).

De acordo com o Sistema Internacional de Köeppen, o clima da região em estudo é predominantemente quente, com inverno seco e temperatura média de 22°C na estação quente e 18°C no inverno. A média anual de chuvas é entre 1.100 a 1.200 mm. Dois períodos são predominantes na região: um úmido (Chuvoso) entre os meses de outubro a março, com chuvas intensas e, seco e frio, nos meses de abril a setembro (GODOY, 1975).

## **1.2 Características da Família Prochilodontidae**

A sistemática da família Prochilodontidae é um tanto complexa devido à extraordinária estabilidade dos caracteres morfológicos e merísticos adotados para a distinção das diferentes espécies (MAGO-LECCIA, 1972). Esta homogeneidade e conservação dos caracteres taxonômicos podem ser explicada devido ao fato dessas espécies estarem

amplamente distribuídas ao longo das grandes bacias hidrográficas da América do Sul, talvez por sua capacidade de efetuar grandes migrações com propósito reprodutivo, dispersando, dessa maneira, populações em grande área (MAGO-LECCIA, 1972).

Apresentam tolerância ao ambiente em que vivem, tais como mudanças de pH, estratificação de temperatura elevada e baixas concentrações de oxigênio (MAGO-LECCIA, 1972). Além disso a família Prochilodontidae compreende espécies de tamanho variável alcançando mais de 50 centímetros de comprimento (BRITSKI *et al.*, 1988). Castro & Vari (2004) mostraram que a família Prochilodontidae compreende 21 espécies distribuídas em três gêneros: *Ichthyoelephas* (2 espécies), *Prochilodus* (13 espécies) e *semaprochilodus* (6 espécies).

O gênero *Prochilodus* é composto por espécies amplamente distribuídas em águas sul-americanas, sendo considerados peixes de relevante importância para o comércio e a pesca de subsistência (MAGO-LECCIA, 1972). Dentre todas as espécies deste gênero, *Prochilodus lineatus*, popularmente conhecida como curimatá é, certamente a mais estudada. Considerado um animal endêmico da bacia Platina, apresenta uma alta capacidade migratória, sendo denominado peixe de piracema (GODOY, 1975).

### **1.2.1 A espécie *Prochilodus Lineatus***

A espécie *Prochilodus lineatus* (VALENCIENNES, 1836) (Figura 2), é reofílica e se reproduz no canal dos rios, tendo seu desenvolvimento inicial em lagoas marginais junto a planícies de inundação. Apta a desenvolver amplos deslocamentos migratórios, é uma espécie de grande importância comercial na bacia do rio Paraná, e sub dos rios Grande, Pardo e Mogi-Guaçu.(figura 1).



**Figura 1** - Distribuição e importância econômica do *Prochilodus lineatus* e Espécies simpátricas (*P. vimboides*) e sinônimas (*P. scrofa* e *P. platensis*) fonte: (ANA, 2010).

Segundo SANTOS et al. (1995), é a terceira espécie comercial mais capturada nos rios do Estado de São Paulo e é a segunda espécie mais importante da pesca profissional no reservatório de Itaipu/Paraná (FUEM – Itaipu, Binacional, 1987). A bacia do rio Paraná, conhecida como habitat natural do curimatá, encontra-se seccionada por diversas barragens e represas, o que modifica os ciclos reprodutivos naturais dessas populações.

Iliófago, consome quase que exclusivamente finas partículas de lodo onde estão contidos sedimentos inorgânicos, além de detritos orgânicos e diatomáceas (FUGI et al., 1996).



**Figura 2** – *Prochilodus lineatus* Valenciennes, 1837 (GARCIA, 2006).

A classificação taxonômica dessa espécie é a seguinte:

**Nomes populares:** Corimba, corimbatá, Curimbatá, Curimatã, Curimatá, Curimba, Papaterra.

**Espécie:** *Prochilodus lineatus*

**Descritor:** Valenciennes, 1837

**Classe:** Osteichthyes

**Ordem:** Characiformes

**Família:** Prochilodontidae

**Gênero:** *Prochilodus*

### **1.3 Migração do curimatá (*Prochilodus lineatus*) na bacia hidrográfica dos rios Mogi-Guaçu/Pardo/Grande**

A palavra migração pode ser definida como “movimentos resultantes de uma alteração entre dois ou mais habitats separados (...) ocorrendo com periodicidade regular (...) e envolvendo grande parte da população” (NORTHCOTE, 1984 apud FLOOD ACTION PLAN 17, 1992).

O início da migração para muitas espécies de peixes coincide com o início das inundações, seguido de mudanças na velocidade de corrente, turbidez, nível da água, etc. Entretanto as migrações não são dependentes de um único estímulo e estão muito correlacionadas com alterações de temperatura, concentração de CO<sub>2</sub>, ritmos lunares, entre outros (FAP 17, 1992). Variações no padrão da migração ocorrem mais devido à diferenças ambientais do que taxonômicas. Em quase todas as bacias hidrográficas da América Latina existem espécies de peixes que realizam extensas migrações com fins reprodutivos e tróficos (PETRERE, 1985; QUIROS, 1988).

Na bacia do rio Paraná, o gênero *Prochilodus* realiza migrações rio acima, precedidas da cheia anual e seguida pela desova. As áreas de alimentação são geralmente habitat lênticos. (GODOY, 1954, 1959, 1967; BAYLEY, 1973; BONETTO; PIGNALBERI, 1964).

Os peixes do rio Mogi-guaçu realizam migrações reprodutivas a montante e trófica a jusante envolvendo três rios da bacia do Paraná: Mogi-Guaçu, Pardo e Grande, sendo percorridos um total de 1200 à 1400 km, num ciclo migratório completo. Essa distância revela que possivelmente o metabolismo destes peixes está ligado a necessidade biológica da natação, sendo um dos fatores que condiciona o desenvolvimento das gônadas, sua maturação e o próprio ato reprodutivo (GODOY, 1975a).

A migração ascendente aos chamados “lares reprodutivos” inicia-se em agosto-setembro, coincidindo com o início das chuvas e a elevação da temperatura. Após a desova os peixes realizam migrações tróficas rio abaixo chegando aos “lares de alimentação” (GODOY, 1954, 1957, 1962, 1972).

Bonetto e Pignalberi (1964) discutem que em um mesmo cardume agrupam-se em vários estágios fisiológicos relativos aos mecanismos que determinam seu comportamento migratório. A migração ascendente dos cardumes ocorre tanto de dia como a noite, em grupos heterogêneos de classe de idade, incluindo peixes ainda não maduros (GODOY, 1959).



O rio Mogi-Guaçu foi considerado como um dos mais piscosos do Estado de São Paulo, tendo assistido gradativo e cada vez mais acentuado ritmo de deteriorização das características físicas da sua bacia e químicas de suas águas, provavelmente refletindo nas condições biológicas que resultam na sensível redução da biomassa e diversidade da ictiofauna (GODOY, 1972).

Segundo Godoy (1987), são vários os fatores que contribuíram para a diminuição da pesca do rio Mogi-Guaçu, entre esses: poluição geral, redução do “lar de alimentação” no rio Grande devido à construção de barragens, devastação florestal das margens, destruição das lagoas marginais e sobrepesca.

As pesquisas sobre migração de peixes realizadas pelo biólogo Manuel Pereira de Godoy tiveram início em 1954 no rio Mogi-Guaçu, em Cachoeira de Emas, Pirassununga (SP), sendo a primeira experiência de marcação de peixes realizadas na América do Sul. Entre 1954 e 1971 foram marcados e recapturados exemplares de curimatá (*P. lineatus*) numa área de 32.467km<sup>2</sup> na bacia hidrográfica dos rios Mogi-Guaçu/Pardo/Grande, que representa cerca de 1,16% do total da área da bacia do rio Paraná.

Os resultados desse estudo foram suficientes para o autor estabelecer duas regiões de fundamental importância neste ecossistema, denominados como “lar de reprodução”, situado no rio Mogi-Guaçu entre Cachoeira de Emas e Salto do Pinhal, ocupado pela espécie durante o período de novembro a fevereiro (piracema) e “lar de alimentação”, situado na parte média do rio Grande, entre a Cachoeira do Marimbondo e a barragem da Usina de Porto Colômbia, ocupado de janeiro a agosto (período de crescimento e engorda) (GODOY, 1975a).

Ainda segundo o autor (op cit.), de agosto a setembro os peixes desta espécie cessariam a alimentação, formariam cardumes e iniciariam a migração em direção ao rio Pardo e deste em direção ao rio Mogi-Guaçu, para efetuar a reprodução. No “lar de reprodução” vários cardumes se encontram, a reprodução ocorre e estes retornam, para o “lar



Guaçu/Pardo/Grande. A redução do estoque de curimatá neste ecossistema pôde ser confirmada por Toledo-Filho (1981), num estudo da biologia populacional desta espécie, onde destacou a redução da disponibilidade alimentar como principal causa deste decréscimo. Contudo, embora possa ser constatado que desde a década de 70 o estoque natural de curimatá venha sofrendo drásticas alterações populacionais, ainda assim representa atualmente a principal fonte de recurso pesqueiro neste ecossistema (TOLEDO-FILHO, 1981).

Além disso, as espécies de hábito migratório são as que mais sofrem os impactos da poluição, perda de hábitat e alterações nos regimes pluviais, fatores que são os principais responsáveis pela diminuição dos estoques pesqueiros nos sistemas hidrográficos da América do Sul (CAROLSFELD et al., 2003). As barragens, por exemplo, bloqueiam o acesso entre as áreas de alimentação e reprodução, além de atingir diretamente as espécies migradoras em seus deslocamentos ascendentes para a reprodução. Além disso, a área represada oferece restrições aos deslocamentos passivos de ovos e larvas produzidos pelo fragmento populacional localizado a montante, para jusante (AGOSTINHO et al., 2007).

O estudo das populações do curimatá, com base nas divergências dos parâmetros mensurados por Toledo-Filho (1981), sugere a ocorrência de estruturação populacional definida nesta espécie, indicando a possível existência de estoques geneticamente diferentes, embora a periodicidade migratória verificada por Godoy (1975a) pudesse indicar uniformidade populacional.

Segundo Toledo-Filho (1981) observou a ocorrência de cardumes precoces e tardios, com relação a migração na cachoeira de Emas durante o período reprodutivo, além da presença de cardumes residentes, com permanência neste local durante todo o ano.

#### **1.4 Aspectos Reprodutivos do curimbatá (*Prochilodus lineatus*)**

De acordo com Vazzoler (1996), o curimbatá, peixe de ambiente tropical, apresenta desenvolvimento ovocitário do tipo sincrônico em dois grupos e que desova periodicamente durante a sua vida, sendo que em cada período apenas um lote de ovócitos é eliminado; nestes casos, tem-se a desova total, que em geral é realizada por espécies que realizam longas migrações reprodutivas. O desenvolvimento ovariano é um pouco contínuo e cíclico, descrito em estágios de maturidade, sendo que o número desses estágios de acordo com o tipo de desova e o grau de conhecimento sobre o processo reprodutivo de cada espécie.

Quanto a fecundidade, Godoy (1975a) relatou que fêmeas acima de 60,0 cm de comprimento apresentam até 27,7% de seu peso correspondente aos dois ovários e que em igualdade de condição, um macho com semelhante desenvolvimento sexual (estágio VI) apresentava apenas 1,5% do peso total do peixe como o peso dos testículos. Dessa forma, uma fêmea no estágio VI poderá obter cerca de 1.400 óvulos, em média, por 1g de ovário.

Quanto ao tamanho da primeira maturação, o mesmo autor relatou ainda que as fêmeas no ambiente natural se reproduziam a partir do terceiro ano, medindo entre 27,0cm e 29,0cm e os machos a partir do segundo ano, medindo entre 22,0cm e 23,0cm.

De acordo com Barbieri et al. (2000), que também trabalhou com o curimbatá na barragem de Cachoeira de Emas, essa espécie apresenta crescimento isométrico. Os autores sugerem que a população de curimbatá do rio Mogi-Guaçu está iniciando o processo reprodutivo com tamanho e idade inferiores (precocidade reprodutiva) quando comparados aos dados de Toledo-Filho (1981).

Agostinho et al. (2003), os curimbatás podem atingir 78cm de comprimento, sendo que o comprimento de primeira maturação gonadal é, em média, 28cm.

Quanto aos estádios de maturação gonadal desta espécie, Godoy (1975b) formulou uma escala que permite a identificação dos seguintes estádios (Figuras 4 e 5):

### **Ovários (fêmeas):**

**0 – Imaturo:** ovários são muito pequenos, contém uma faixa fina, delicada e quase hialina ocupando menos de 1/3 da cavidade celomática; são filamentosos, translúcidos, sem sinais de vascularização.

**I e II – Repouso:** ovários com coloração avermelhada com uma faixa larga e compacta.

**III e IV – Em Maturação:** ovários com coloração cinzento rosado ou pardacento, faixa bem larga e grossa, cheio de óvulos desiguais, com vãos.

**V- Parcialmente Maduro:** ovários cinzento esverdeado maior, de consistência firme, muitos vasos sanguíneos cheio de óvulos uniformes.

**VI e VII – Maduro:** ovários com coloração esverdeado pardacento escuro enchendo o ventre do peixe, cheio de óvulos de aspectos hialinos.

**VIII, IX e X – Esgotado:** ovários em parte roxo sanguíneo, esverdeado vazio e flácido ainda com óvulos.

### **Testículos (machos):**

**0 – Imaturo:** testículos com coloração cinzento esbranquiçado com um fio fino delgados e íntegros, predominantemente hialinos.

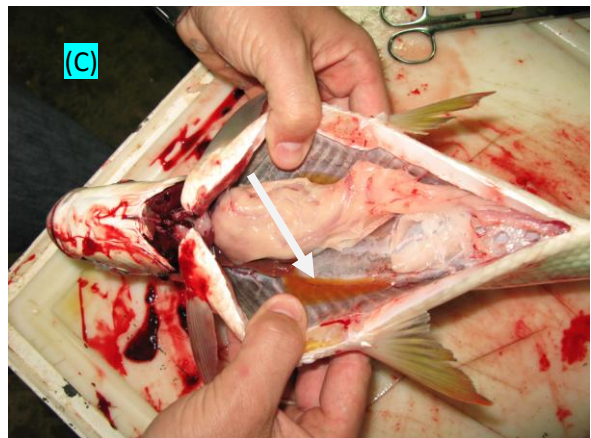
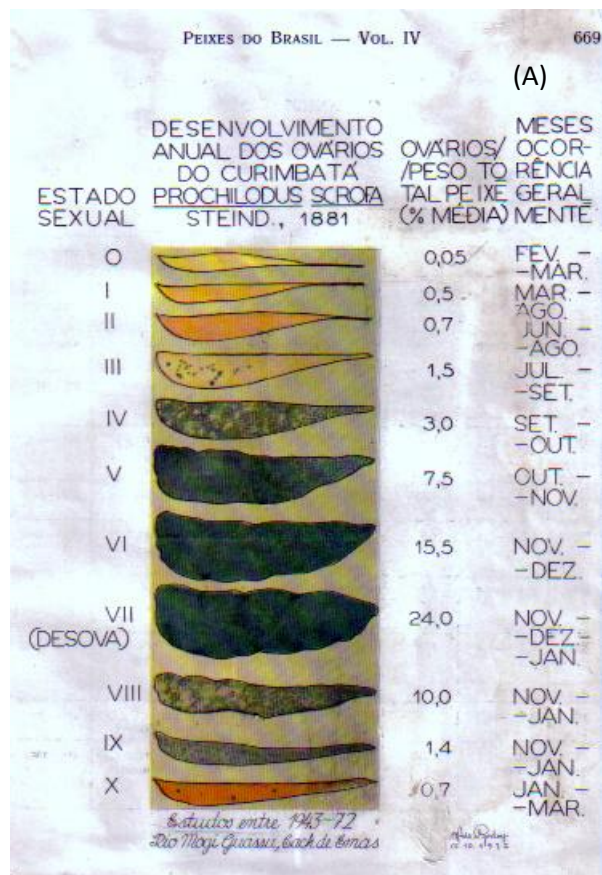
**I e II – Repouso:** testículos com uma coloração avermelhada fio bem mais grosso e sem fluido.

**III e IV – Em Maturação:** testículos com uma coloração rosado creme cordão mais forte com uma forte pressão fluindo.

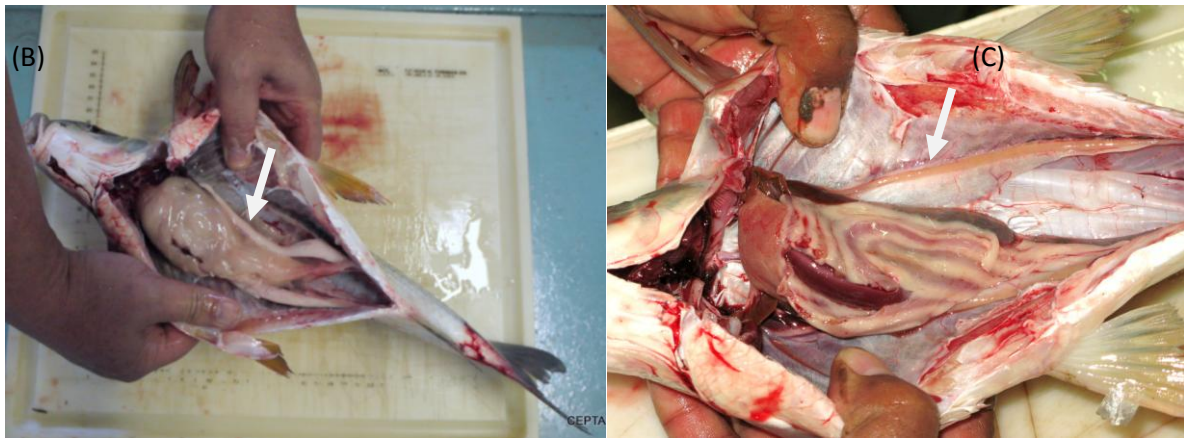
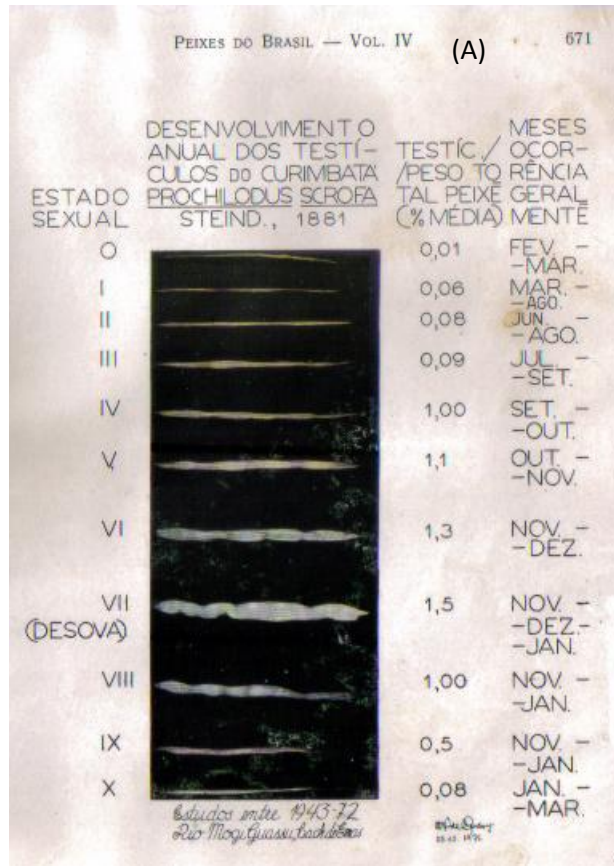
**V – Parcialmente Maduro:** testículos com coloração creme, com um cordão mais forte e grosso fluindo com pressão.

**VI e VII – Maduro:** - testículos com coloração branco cordão mais forte e bem mais grosso fluindo facilmente.

**VIII, IX e X – Esgotado:** testículos esbranquiçado, com manchas hialinas com uma faixa estreita, sem esperma geralmente.



**Figura 4** – Desenvolvimento anual dos ovários do Curimbatá (*P. lineatus*) Fonte: Godoy (1975b) com exemplos de ovário de fêmea madura (à esquerda) e imatura (à direita) (B e C). e arquivos CEPTA.



**Figura 5** - Desenvolvimento anual dos testículos do Curimbatá (*P. lineatus*) Fonte: Godoy (1975b), e testículos de macho maduro (à esquerda) e em maturação (à direita) (B e C) arquivos do CEPTA



## 1.5 Determinação de idade em peixes

Atualmente, muito se discute acerca da importância dos estudos sobre a determinação da idade e crescimento em peixes, considerados essenciais para o correto gerenciamento dos estoques pesqueiros. A incorporação dos parâmetros nos modelos analíticos para avaliação de estoques permite determinar os níveis de exploração e desta forma proporcionar pautas de administração e controle para um aproveitamento sustentável (MENON, 1953; BALLAN, 1964; WERTHERLEY e GILL, 1987; BROTHERS, 1987; FERREIRA; RUSS, 1994 apud XIMENES-CARVALHO, 2006).

O crescimento dos peixes não é uniforme, apresentando caráter cíclico durante a vida animal, podendo ser mais acelerado em determinadas épocas do ano e lento ou até ausente em outras. Essas flutuações são refletidas nas escamas, otólitos e outras partes duras do corpo, através de anéis concêntricos que representam os períodos de crescimento lento ou nulo (MENON, 1953).

Hartz (1991, apud SANTOS; BARBIERI, 1993) observa que nas épocas de crescimento mais lento ocorre uma diferença na deposição de cálcio nas estruturas ósseas dos peixes, formando marcas concêntricas conhecidas como anéis etários. Estas marcas de crescimento refletem tanto influências ambientais como internas (DOMANICO et al., 1993).

Campana (2001) e Fernandes et al. (2002) (apud SANTOS; BARBIERI, 1993) concordam que essas estruturas calcificadas produzem incrementos periódicos de crescimento utilizados para determinação de anéis anuais ou diários úteis que é realizada através da contagem e interpretação destes anéis.

Cutrim e Batista (2005) concordam que a estrutura eleita e seu método de tratamento devem propiciar a melhor visualização do padrão de marcação. Por outro lado, a estrutura deve ser de fácil coleta e manuseio, facilitando o trabalho em larga escala. Ressaltam também que o número de anéis de crescimento apenas pode ser relacionado com a idade se há

identificação das marcas verdadeiras e se a cronologia do aparecimento das marcas é estabelecida.

Os indivíduos de uma espécie apresentam diferentes taxas de crescimento nas diversas fases do ciclo vital, mas para o estudo da dinâmica de populações naturais, a fase que realmente interessa e para a qual é possível obter os dados necessários, corresponde àquela em que os indivíduos se encontram vulneráveis à pesca. Portanto, a taxa de crescimento é determinada em termos médios para a fase exploratória do estoque, comportando variações estacionais devidas aos crescimentos somático e genético, e a variações densidade-dependentes em função de modificações no tamanho da população, estrutura etária e suprimento alimentar (FONTELES-FILHO, 1989 apud XIMENES-CARVALHO, 2006).

Apesar de algumas limitações na ocorrência de ciclicidade em vários aspectos do ciclo vital, a metodologia baseada na identificação e medição dos anéis e zonas de crescimento, indicativos da idade, tem sido aplicada com sucesso a várias espécies das regiões tropical e subtropical do Brasil. A ocorrência de chuvas, que determina variações importantes no ciclo de reposição do alimento na plataforma continental pode explicar a formação de anéis etários em espécies da Zona Tropical (regiões Norte e Nordeste). Na Zona Subtropical (regiões Sudeste e Sul), o principal fator parece ter sido a temperatura, como observado por Vazzoler et al. (1982), Haimovici e Reis (1984), Krug e Haimovici (1989), Ximenes-Carvalho et al. (1997, 1998 e 1999) e Bernardes (2002) (apud XIMENES-CARVALHO, 2006).

Modificações estruturais na população são avaliadas através de métodos que utilizam a observação direta do crescimento individual, e de métodos que inferem o aumento de tamanho pelas variações observadas na composição de comprimento a intervalos de tempo (FONTELES-FILHO, 1989 apud XIMENES-CARVALHO, 2006). Os dados para investigação científica são obtidos através de dois tipos de métodos; (1) indireto ou estatístico, baseado no fato de que a distribuição multimodal do comprimento propicia a identificação da

idade relativa das diversas coortes que compõem o estoque capturável, e medição de sua taxa de crescimento através do deslocamento dos respectivos valores modais; (2) direto ou anatômico, baseado na identificação e medição das zonas de crescimento delimitadas por anéis etários em estruturas rígidas do corpo do peixe (BAGENAL; TESCH, 1978 apud XIMENES-CARVALHO, 2006). O método direto é mais preciso, mas sujeito a erros ocasionados, principalmente pela identificação subjetiva das marcas de crescimento nessas estruturas, bem como pela formação de falsos anéis e/ou sua superposição nos indivíduos mais velhos (CAMPANA, 2001 apud XIMENES-CARVALHO, 2006).

Sendo os métodos anatômicos os que apresentam melhores resultados no estudo da idade e crescimento, a seguir é apresentado um resumo descritivo das estruturas mais importantes para esse tipo de investigação científica:

- **Otólitos** (*oto* = ouvido; *lithos* = pedra) são pequenas concreções calcárias contidas nas cápsulas auditivas dos peixes, que contribuem para a percepção dos sons e para o equilíbrio corporal. O órgão da audição dos peixes está colocado do lado da cabeça atrás dos olhos, e não apresenta abertura externa e pavilhão, portanto apenas ouvido interno. Os otólitos apresentam zonas de crescimento concêntricas e bem marcadas, as quais possibilitam a determinação da idade pela formação do *annulus*. O otólito *sagitta* é o mais utilizado para a determinação da idade de quase todas as espécies de peixe, estando situado no sáculo da parte anterior do ouvido. Na identificação dos anéis, pode-se usar o otólito inteiro quando for fino e translúcido, ou apenas uma secção do mesmo, quando for tão espesso que não permita a observação das zonas internas. A periodicidade do crescimento se traduz na diferença da densidade de camadas que se justapõem e assumem a aparência de zonas alternadamente opacas, como decorrência do aumento da quantidade de

material calcário e aumento dos cristais de carbonato. Na observação dos otólitos finos utiliza-se iluminação direta, com as zonas opacas aparecendo como anéis brancos e as zonas hialinas como anéis escuros; no caso de otólitos espessos, utiliza-se iluminação transmitida, com as zonas opacas aparecendo como anéis escuros e as zonas hialinas como anéis brilhantes.

- **Vértebras** - As vértebras são preparadas lixando-as em ambos os lados até que seu centro seja quase atingido, obtendo-se uma secção suficientemente fina para exame microscópico, e para deixar passar luminosidade que evidencie os detalhes de variação na densidade óssea.
- **Ossos opercular** - também mostra linhas de crescimento, localizando-se abaixo dos olhos do peixe.
- **Raios de nadadeiras** - os cortes obtidos por secção transversal, onde se distinguem anéis de crescimento, são montados entre lâminas.
- **Escamas** - Após a invenção do microscópio, segundo Godoy (1958) Fabricius D'aquapendente (1618, 1621, 1625) Borellus (1656) e Hooke (1667) (apud XIMENES-CARVALHO, 2006) escreveram sobre a aparência microscópica das escamas, e o primeiro registro referente ao seu crescimento é encontrado numa das cartas de Leeuwenhoek, datada de 25 de julho de 1684. Nos peixes, as escamas têm origem na derme, ou seja, na camada profunda da pele e são formadas por tecido ósseo.

**Lepidologia** é a ciência que trata da estimativa da idade em peixes através de escamas de dois tipos; (a) *ciclóide*, característico dos salmonídeos, sendo a escama flexível e de forma aproximadamente circular, constituída por uma camada superior clara de material semelhante ao esmalte e uma camada inferior fibrosa, disposta numa série de placas com tamanho decrescente em direção ao foco; (b) *ctenóide*, semelhante ao tipo ciclóide, mas a escama

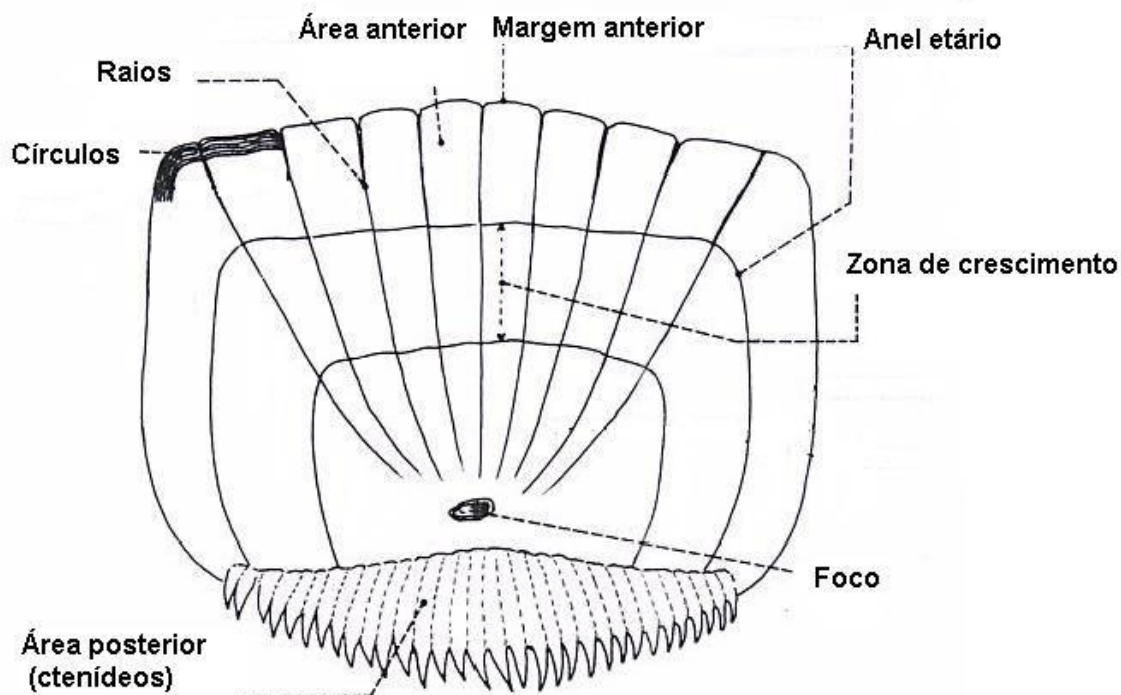
apresenta a margem externa denteada em espinhos ou lobos, onde estão marcados os anéis etários e as zonas de crescimento, sendo encontrada na maioria dos peixes teleósteos. Outros tipos, como o *ganóide*, em forma de placa rombóide, encontrado em esturjões, e o *placóide*, característico dos Elasmobrânquios (tubarões e raias), não podem ser utilizados no estudo do crescimento por não apresentarem anéis etários (GODOY, 1958).

O emprego de escamas para determinar a idade e crescimento em peixes demersais e pelágicos se baseia nos conceitos fundamentais estabelecidos por Hoffbauer (1898 apud GODOY, 1958), segundo os quais estas apresentam anéis ou marcas periódicas que são indicativas da idade do peixe e cujas espessuras são diretamente proporcionais aos incrementos no comprimento do peixe ocorridas entre idades consecutivas. Nas escamas, as zonas de crescimento rápido são representadas por escleritos mais longos, e as zonas de crescimento lento por escleritos estreitos, arranjos bem juntos, na forma de faixas ou anéis.

O grau de correlação entre esses dois indicadores do ritmo de crescimento permite calcular o comprimento individual em idades passadas, aplicando-se as fórmulas de cálculo sobre tamanhos intermediários. Van Oosten (1929) estabeleceu que o comprimento do peixe e da escama mantêm uma correlação direta, e qualquer fator que afete a proporção do crescimento do corpo pode ser de uma significância relevante na formação do anel etário.

As melhores escamas para determinar a idade e o ritmo de crescimento se encontram na região subjacente à nadadeira peitoral. Em certas ocasiões os peixes perdem as escamas, ocorrendo um processo de auto-reposição de uma nova escama, a qual passa a apresentar um foco regenerado, fato que a inutiliza para determinação da idade. As escamas regeneradas são reconhecidas facilmente pela irregularidade das estrias e ausência de anéis concêntricos ao redor do foco.

A escama é formada de três regiões: foco, área anterior e área posterior (Figura 6).



**Figura 6** - Desenho esquemático de uma escama mostrando suas principais regiões. Fonte: Ximenes-Carvalho, 2006.

**Foco** - a zona inicial ou nuclear por ser a primeira parte que se origina na escama, a partir da qual se inicia o crescimento concêntrico ósseo. Nas escamas ciclóides e ctenóides se apresenta bem distinto, com forma circular ou oval, numa posição central.

**Área anterior** - é a zona compreendida desde o foco até a borda anterior, em contato direto com a derme, e se caracteriza pela presença de raios, que são fissuras, canalículos ou vales calcificados que se originam na borda anterior e geralmente convergem para o foco. Sua periferia é constituída por uma escleroproteína denominada nos peixes ósseos de hialodentina (LAGLER, 1956 apud XIMENES-CARVALHO, 2006) que, por adição ou impregnação de sais inorgânicos de cálcio, faz com que a escama aumente de tamanho. Do ponto de vista estrutural, a escama é formada por uma infinidade de *circulli*, pequenas cristas ou eixos

circulares bem definidos que avançam desde a borda anterior em seqüências progressivas de crescimento e se manifestam até a superfície exposta da escama, em forma de linhas concêntricas. Estes aparecem como o resultado do processo de calcificação da escama, e são moldados pela pressão que produz a borda anterior, originando-se a partir de uma substância matriz, a escleroproteína, impregnada de sais inorgânicos.

**Área posterior** - É a zona livre ou exposta da escama, limitada na sua porção anterior pelo foco e a nível distal pela borda posterior. Sua morfologia e estrutura determinam a forma de convergência do *circulli* e, portanto, o grau de crescimento que essa região experimenta. Nas escamas ctenóides, a área posterior está formada pela disposição seriada de placas estratificadas, que geralmente terminam em denticulações denominadas de ctenídeos.

Na área anterior, existem duas formações básicas para o estudo da idade e crescimento: os anéis etários e as zonas de crescimento. Os anéis etários verdadeiros são marcas que correspondem a paradas periódicas no processo de desenvolvimento da escama, como resultado de fatores biológicos e ambientais. Devido a variações pontuais que afetem o ritmo de crescimento, por exemplo, parasitas, enfermidades ou migrações prolongadas, pode ocorrer o aparecimento de anéis falsos, os quais mantêm distâncias irregulares em relação ao foco e não constituem *circulli* completos. As zonas de crescimento correspondem aos espaços entre anéis etários consecutivos que se formam como resultado do metabolismo do cálcio durante um período anual. Qualquer fenômeno que afete a velocidade do crescimento durante um certo período de tempo alterará o incremento normal desta zona.

Na interpretação de escamas, os incrementos anuais se obtêm medindo os espaços de separação resultantes, desde o foco até cada um dos anéis etários. Na região Sul do Brasil (Zona Subtropical), a periodicidade anual no crescimento da castanha, *Umbrina canosai*, foi evidenciada pela posição das modas de comprimento e grande proporção de escamas com baixos valores do incremento marginal, indicativos da formação recente do último anel etário

(HAIMOVICI; REIS, 1984 apud XIMENES-CARVALHO, 2006). O mecanismo de formação das marcas anuais está relacionado com variações na temperatura, durante períodos alternados de crescimento relativamente rápido (primavera e verão) e lento (outono e inverno), nas regiões temperadas (CASSELMAN, 1983; CAMPANA, 2001 apud XIMENES-CARVALHO, 2006). Em geral, quanto maiores forem as diferenças de temperatura entre estações do ano, mais marcadas são as zonas periódicas de crescimento. Nas latitudes tropicais, torna-se bem mais difícil utilizar estes métodos de determinação da idade para as espécies residentes devido ao fato de que o contraste entre estações do ano é bem menos pronunciado do que nas regiões temperadas. HEALD; GRAFFITHS (1967, apud XIMENES-CARVALHO, 2006) determinaram que a sardinha, *Sardinella anchovia*, na Venezuela, muda de idade em janeiro–fevereiro, provavelmente devido à redução da temperatura e ocorrência de desova, com base nos valores modais da distribuição de frequência dos incrementos marginais da escama. A margem hialina em otólitos da serra, *Scomberomorus brasiliensis*, atinge seu mais baixo valor em março, mas aumenta rapidamente em seguida, indício de mudança da idade entre o primeiro e segundo trimestres (XIMENES, 1981 apud XIMENES-CARVALHO, 2006), provavelmente condicionada à época de desova no primeiro trimestre (GESTEIRA; MESQUITA, 1976 apud XIMENES-CARVALHO, 2006).

## **1.6 Tamanho e idade de primeira maturação**

A alometria positiva das reservas e condições corporais dos peixes indica que exemplares maiores podem ter melhores contribuições reprodutivas do que peixes menores, e que também podem ser capazes de sobreviver à reprodução sob maior variação de condições ambientais (BERKELEY et al., 2004 apud GARCIA, 2006). Uma variedade de estudos indica que o tamanho dos ovos e larvas e sua viabilidade aumentam com o tamanho e idade da



fêmea (BERKELEY et al., 2004 apud GARCIA, 2006). Nikolski (1969) e Cushing (1981) (apud VAZZOLER et al., 1996), afirmam que o tamanho, mais que a idade, determina o início da maturação de peixes, e que o tamanho e a idade de maturidade estariam ligados com a longevidade e com o tamanho máximo alcançado pela espécie.

No nível populacional, a longevidade oferece um efeito de estocagem similar ao do banco de semente de plantas, de tal modo que a sobrevivência prolongada dos adultos garante a reposição populacional quando as condições favoráveis de recrutamento estiverem presentes (WARNER e CHESSON, 1985 apud GARCIA, 2006). Segundo Stearns (1992 apud GARCIA, 2006), longos períodos de vida estão necessariamente associados com baixas taxas de mortalidade durante o estágio adulto. Variações intraespecíficas na relação idade / maturação podem ser induzidas por alterações ambientais. Normalmente, sob condições favoráveis, quando as fontes de recursos são abundantes, a idade da primeira maturação diminui, mas o comprimento à maturação permanece inalterado (WOOTTON, 1990 apud GARCIA, 2006).

Por outro lado, em algumas espécies, o comprimento à maturação diminui em resposta à pesca intensiva (LOWE-MCCONNELL, 1987 apud GARCIA, 2006). Esta, normalmente seleciona peixes maiores e mais velhos, impondo uma pressão de seleção que trabalha em oposição àquela da maioria dos agentes naturais. Um dos efeitos mais previsíveis da pesca é a redução ou remoção das classes de idade mais velhas, ou seja, o truncamento da idade (BERKELEY et al., 2004 apud GARCIA, 2006).

Vários são os fatores que influenciam no momento da primeira maturação sexual dos peixes, entre os quais se podem citar as diferenças entre as espécies, idade e tamanho, e as características individuais. Quanto a esse aspecto, entende-se a migração como o espaço vital requerido pelas espécies durante seu ciclo de vida, especificamente, as espécies tidas como grandes migradoras (AGOSTINHO et al., 2007)

As informações sobre época de reprodução, tamanho e idade da primeira maturação gonadal, taxa de crescimento, comprimento assintótico, peso assintótico e tipo de crescimento em peixes são requisitos importantes para o conhecimento da dinâmica de população e são considerados parâmetros básicos para se planejar a exploração racional e implantar medidas de repovoamento e a preservação de estoques pesqueiros (LOWE MC-CONNELL, 1987).

O objetivo do presente trabalho é determinar a estrutura etária e a idade de primeira maturação dos exemplares coletados e marcados de curimbatá no período de fevereiro de 2007 a janeiro de 2011 no rio Mogi-Guaçu, na localidade de Cachoeira de Emas, município de Pirassununga, SP.

## **2. Material e Métodos**

O trabalho foi desenvolvido nas dependências do Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Peixes Continentais – CEPTA, vinculado ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade –ICMBio.

Os exemplares de *P. lineatus* analisados foram coletados mensalmente na região da Cachoeira de Emas, rio Mogi-Guaçu, município de Pirassununga/SP, nas coordenadas 21° 55' 34" S e 47° 21' 58" W, cuja altitude é de 560m (GODOY, 1975a) (Figura 7). Este relatório parcial apresentará os resultados referente ao período de fevereiro de 2007 à junho de 2008. As coletas foram realizadas pela equipe do CEPTA, e fazem parte do Projeto Científico do CEPTA/ICMBio intitulado “Estudos Científicos para Diagnóstico Atual dos Recursos Hídricos e Ictiofauna da Bacia do Rio Mogi Guaçu”, que vem sendo desenvolvido desde 2007. (Autorização SISBIO nº15225-1).



Posteriormente, as mesmas foram emersas em solução de azul de metileno na concentração de 1,5ml/50ml H<sub>2</sub>O e colocadas para secar naturalmente sobre toalhas de papel. Depois de secas, as três melhores escamas foram separadas e montadas entre duas lâminas de vidro devidamente etiquetadas (Figura 11). As lâminas montadas foram digitalizadas por meio de scanner, em alta resolução, com a tampa do aparelho aberta. A leitura das imagens foi feita através de sua ampliação por meio de um projetor multimídia (Figura 12).

As idades dos exemplares serão estimadas pelo método de anéis etários nas escamas. Aqueles exemplares, cujo número de anéis nas escamas varia 0 a 1 anel, serão considerados como pertencentes á classe etária I; com 1 anel mais crescimento marginal, á classe II, e assim sucessivamente, conforme Barbieri e Santos (1978 apud BARBIERI et al., 2000). A estrutura etária da população de curimatá foi obtida graficamente, plotando-se o número de indivíduos capturados em cada classe de idade. O cálculo da idade de primeira maturação será realizado de duas formas. O primeiro método consistirá do ajuste de uma curva logística à relação entre a proporção de indivíduos maduros e suas idades. Para tanto, serão utilizadas as estimativas de idade em conjunto com informações sobre o estágio de maturação de cada exemplar, separados por sexo, além da análise para ambos os sexos, de forma conjunta. Os indivíduos serão separados entre jovens (gônadas imaturas) e adultos (gônadas em repouso, em maturação, parcialmente maduras, maduras ou esgotadas) e lançada em gráfico a frequência de ocorrências de indivíduos adultos por idade estimada. Ao gráfico será ajustada uma curva do tipo sigmóide, de fórmula:

$$\text{Frequência de Ocorrência} = \frac{a}{1 + e^{-(x-c)/b}}$$

Onde:

$x$ : idade (classe etária)

$a$ ,  $b$  e  $c$ : parâmetros da equação

A idade média da primeira maturação será definida como aquela em que 50% dos indivíduos da população amostrada estão maduros ou aptos a se reproduzir.

O segundo método utilizado para estimativa da idade média de maturação consistirá no ajuste dos dados disponíveis à equação de crescimento de von Bertalanffy (VBGF):

$$L_{50} = L_{\infty} [1 - e^{-k(t_{50} - t_0)}]$$

Onde:

$L_{50}$  = tamanho médio de primeira maturação gonadal;

$L_{\infty}$  = comprimento assintótico;

$k$  = taxa de crescimento;

$t_{50}$  = idade média de primeira maturação gonadal;

$t_0$  = parâmetro de condição inicial.

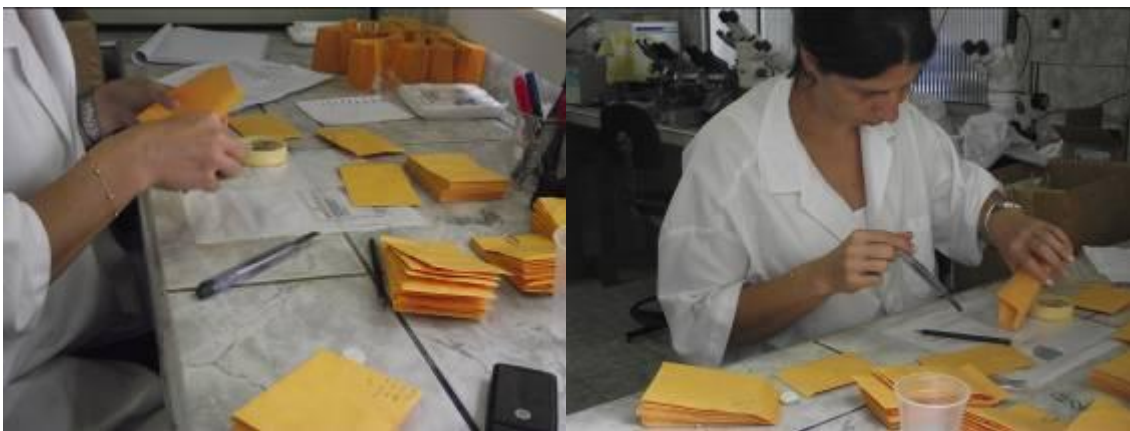
Para tanto, serão utilizadas as estimativas de comprimento médio de primeira maturação do curimatá para o período estudado, fornecidas pela equipe do projeto “Estudos Científicos para Diagnóstico Atual dos Recursos Hídricos e Ictiofauna da Bacia do Rio Mogi Guaçu”, somadas aos dados das leituras dos anéis e do comprimento total dos espécimes capturados. Os valores iniciais dos parâmetros de crescimento para a espécie durante o período de estudo serão obtidos a partir da transformação Ford-Walford para os dados de comprimento total médio por classe etária (Vazzoler, 1981).



**Figura 8** - Retirada da escama para análise



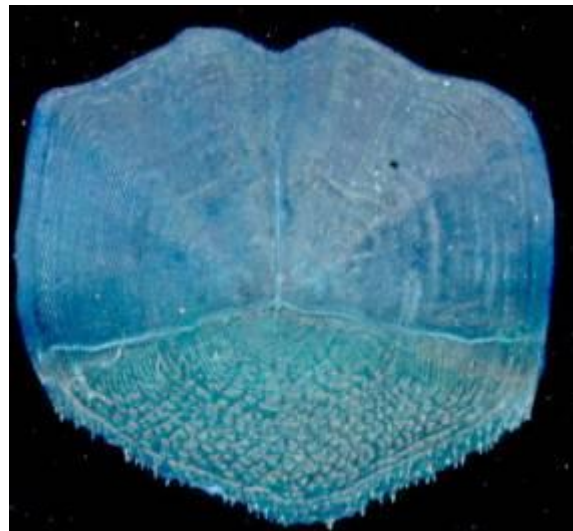
**Figura 9** – Escamas sendo acondicionadas em envelopes de papel



**Figura 10** – Escamas sendo selecionadas para limpeza e coloração



**Figura 11** - Montagem das escamas em lâminas



**Figura 12** – Escama ampliada pronta para leitura

### 3. Resultados

No período de estudo foram coletados 246 exemplares de curimatá (*Prochilodus lineatus*), sendo 115 machos e 131 fêmeas.

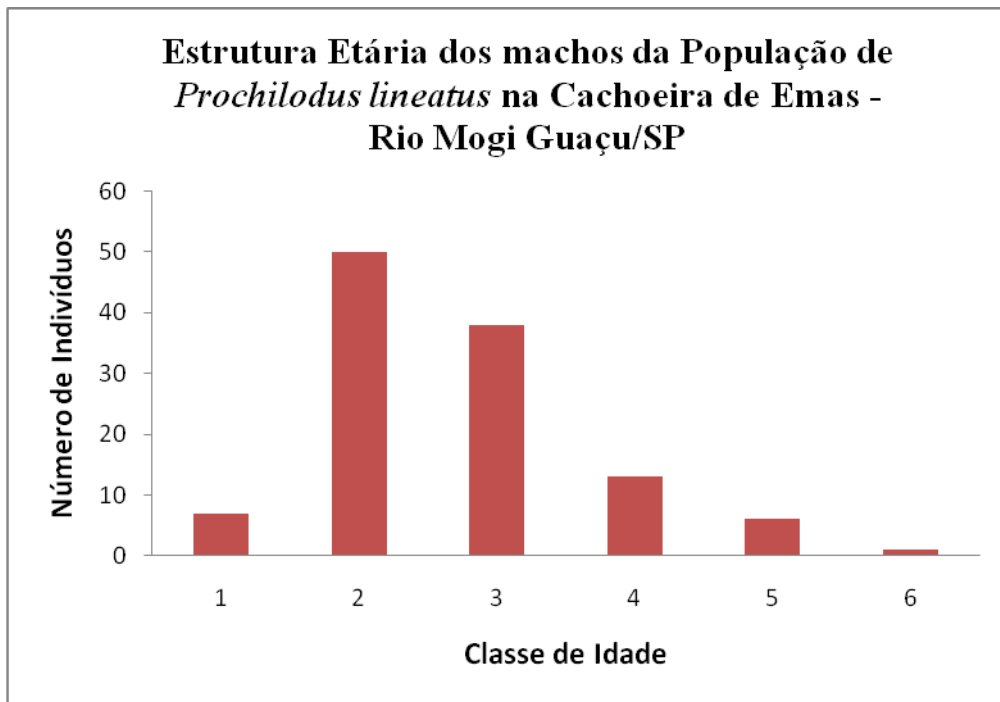
A estrutura etária da população de *P. lineatus* na localidade de Cachoeira de Emas, no Rio Mogi-Guaçu, mostra que a idade mínima encontrada para os machos e fêmeas foi de 1 ano e a máxima de 6 anos, sendo que a maior parte dos indivíduos tinha entre 2 e 3 anos (Figuras 13 e 14).

O comprimento médio de primeira maturação fornecido pela equipe do projeto “Estudos Científicos para Diagnóstico Atual dos Recursos Hídricos e Ictiofauna da Bacia do Rio Mogi Guaçu”, para o período de 2007 a 2009 foi de 30,4 cm para machos e de 32,9 cm para fêmeas.

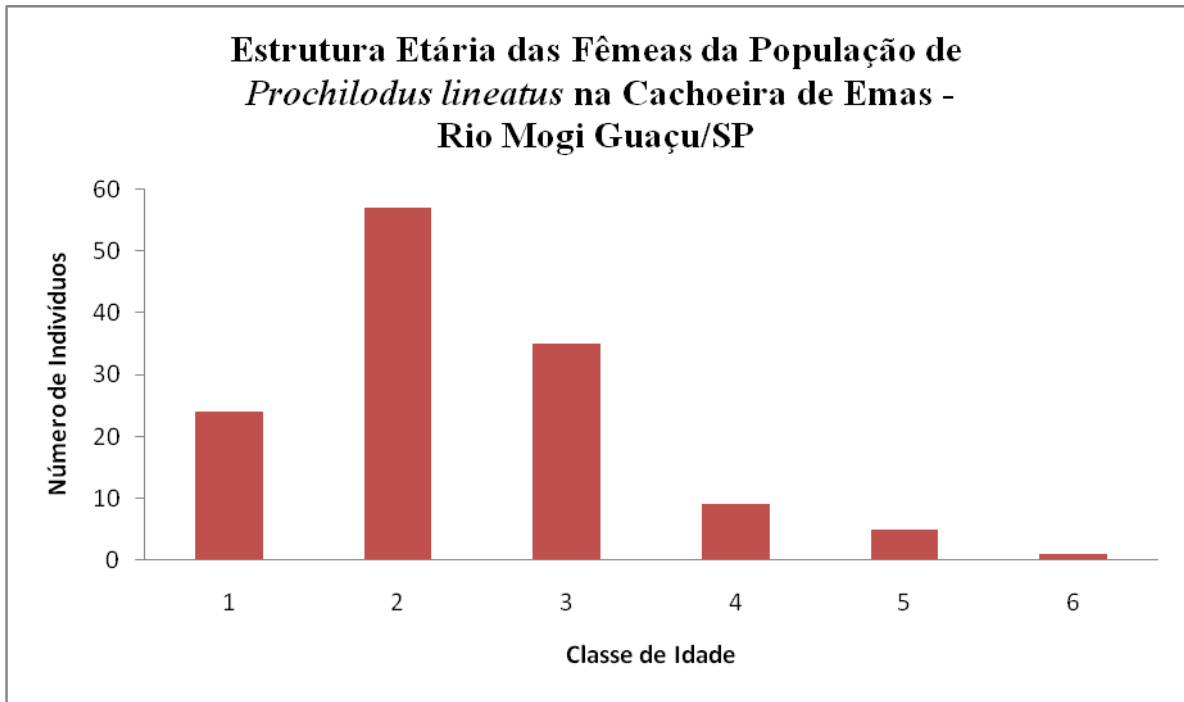
A idade média de primeira maturação calculada para machos e fêmeas foi de 0,62 anos. Levando-se em consideração os parâmetros  $a$ ,  $b$  e  $c$  calculados para o ajuste da curva logística à relação entre a proporção de indivíduos maduros e suas idades, consideramos como insatisfatório os resultados obtidos para fêmeas e machos de *P. lineatus*, portanto não foi possível estimar a idade média de maturação ( $I_{50}$ ) calculada para o período de 2007-2008 (Tabela 2).

Com relação ao tamanho médio dos indivíduos desta população, predominaram indivíduos com comprimento total médio entre 36,2 e 42,4 cm (Figura 16).

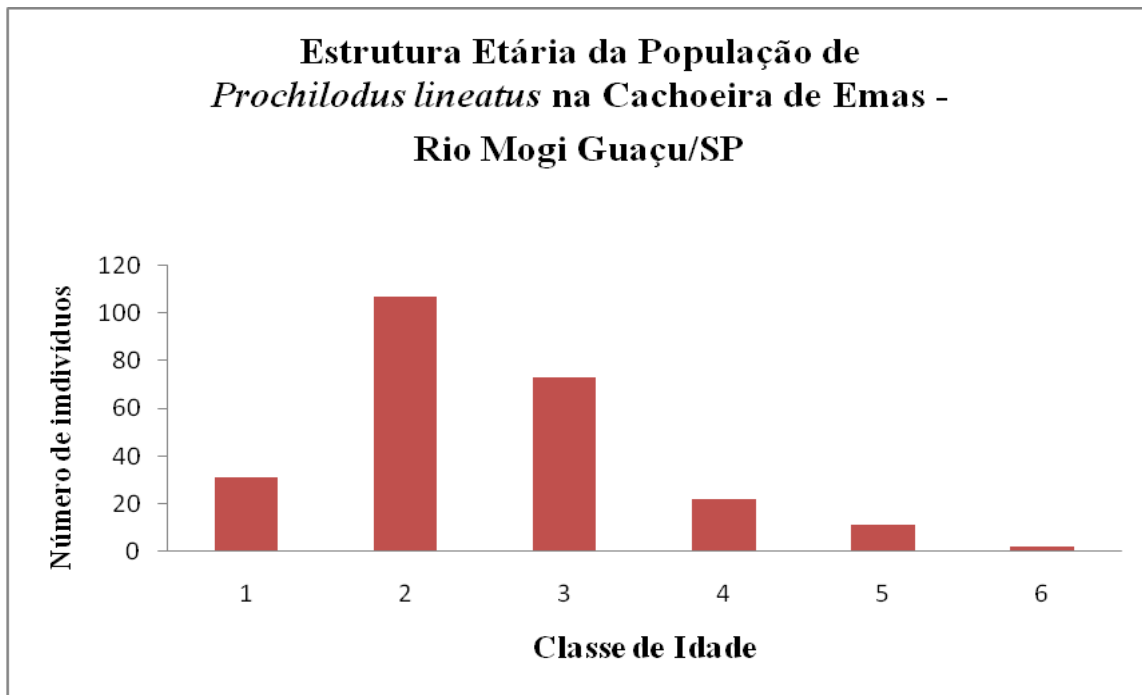




**Figura 13** - Estrutura etária dos machos de *P. lineatus* coletados no Rio Mogi-Guaçu, no período de fevereiro de 2007 a junho de 2008.



**Figura 14** - Estrutura etária das fêmeas de *P. lineatus* coletadas no Rio Mogi-Guaçu, no período de fevereiro de 2007 a junho de 2008.



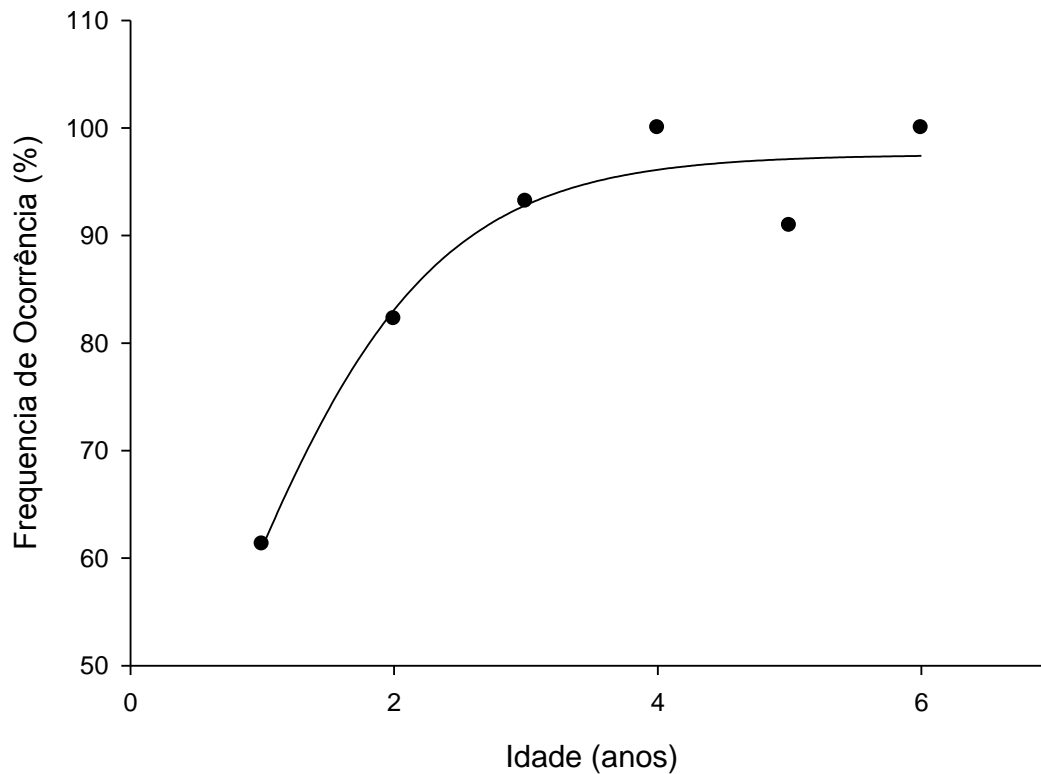
**Figura 15** - Estrutura etária da população de *P. lineatus* coletadas no Rio Mogi-Guaçu, no período de fevereiro de 2007 a junho de 2008.

**Tabela 2** – Parâmetros estimados para a função  $y = a/(1+e^{-(x-c)/b})$ , onde  $y$  = frequência de ocorrência (%) e  $x$  = idade (anos); e a idade estimada à maturação ( $I_{50}$ , q.v. métodos) para machos e fêmeas de *P.lineatus* no rio Mogi-Guaçu, Cachoeira de Emas, Pirassununga/SP, no período de fevereiro de 2007 a junho de 2008.

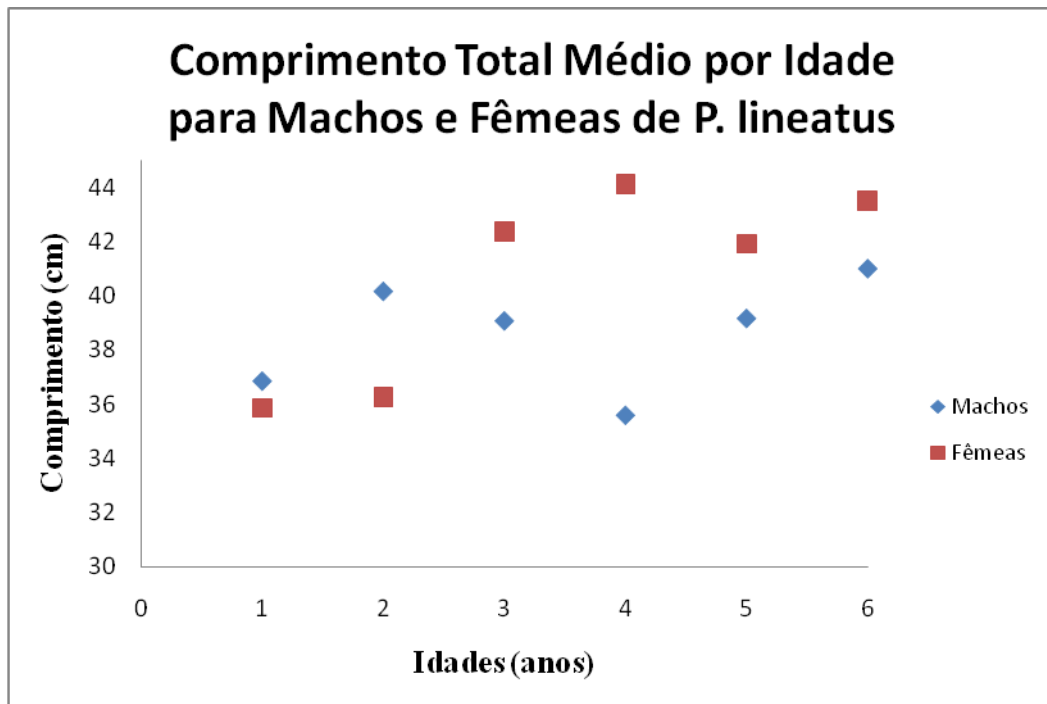
<b>Sexo</b>	<b><i>a</i></b>	<b><i>b</i></b>	<b><i>c</i></b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>N</b>	<b>I<sub>50</sub></b>
Machos e Fêmeas	97,5251*	0,8098	0,5833	0,94	246	0,6244

\* $p < 0,05$

Idade de Primeira Maturação de Machos e  
Fêmeas de *Prochilodus lineatus*  
(fevereiro 2007 a junho 2008)



**Figura 16** - Frequência relativa de machos e fêmeas adultos de *P. lineatus*, em seis classes etárias, no período de fevereiro de 2007 a junho de 2008, no Rio Mogi-Guaçu. Os parâmetros da função estimada (linha) são apresentados na Tabela 2.



**Figura 17** - Comprimento total médio por idade para machos e fêmeas de *P. lineatus* no Rio Mogi Guaçu, Cachoeira de Emas, Pirassununga/SP, no período de fevereiro de 2007 a junho de 2008.

#### 4 – Discussão

A média de tamanho observada na população de *P. lineatus* no período de 2007-2008 foi maior do que no período de 2008-2009. No entanto, as idades médias predominantes em 2007-2008 foram menores (2 e 3 anos) do que em 2008-2009 (3 e 4 anos). Estas variações podem indicar que a densidade populacional no período de 2007-2008 foi menor do que no período subsequente, visto que, segundo Jobling (1996) a redução na densidade populacional de peixes deveria aumentar a disponibilidade de alimento aos membros restantes da população, com conseqüente aumento na taxa individual de crescimento e menor idade à maturação.

Houve um aumento das classes etárias quando comparados os períodos de 2007-2008 e 2008-2009, onde foram encontrados indivíduos de até 7 anos, o que pode indicar uma tendência ao envelhecimento da população. Ainda assim, a população está mais jovem e com menor tamanho corporal do que a observada por Godoy (1959), quando machos viviam até o 9º ano de vida e as fêmeas até o 13º ano e mediam, em média, entre 30,0 e 45,0 cm (machos) e entre 35,0 e 50,0 (fêmeas).

Alguns fatores podem ser os responsáveis pelas variações observadas neste estudo, como (i) a pesca, que remove os indivíduos maiores e mais velhos da população; (ii) a existência de barragens e represas, que bloqueiam o acesso entre as áreas de alimentação e reprodução e atingem principalmente as espécies migradoras em seu deslocamentos ascendentes para a reprodução, além de oferecer restrições aos deslocamentos passivos de ovos e larvas, fragmentando as populações; (iii) os acidentes ambientais ocorridos na região nos anos de 2002 e 2003 e que causaram grande mortandade de peixes, incluindo os desta espécie, com provável diminuição em suas densidades populacionais.

Através deste trabalho, com ampla série histórica de dados que vem sendo coletados mensalmente até o presente, está sendo possível acompanhar alterações anuais no tamanho médio e idade das populações de *P. lineatus* na Cachoeira de Emas, ampliando o conhecimento sobre a dinâmica local destas populações e possibilitando a verificação dos efeitos de possíveis perturbações (naturais ou antrópicas) sobre as mesmas.



## 5. Agradecimentos

A DEUS, por mais essa conquista.

A Analista Ambiental e Pesquisadora do CEPTA Izabel C. Boock de Garcia pela ajuda nas análises estatísticas e na discussão dos resultados deste trabalho

Ao Prof. Dr. José Augusto Senhorini, pela sua confiança em mim depositada, pela sua orientação, por sua amizade e pelo estímulo ao desenvolvimento de meu conhecimento.

A Analista Ambiental e Pesquisadora do CEPTA Carla Natacha Marcolino Polaz, pelo auxílio na revisão deste relatório.

Ao PIBIC/CNPq, pela concessão da bolsa.

A equipe de campo do CEPTA/ICMBio, pelo apoio nas coletas .

A Analista Ambiental e Pesquisadora do CEPTA Rita de Cássia G. Alcântara Rocha, por sua amizade e por estar sempre pronta a ajudar, quanto necessitei.

Ao Analista Ambiental e Pesquisador do CEPTA Sandoval dos Santos Junior, pela ajuda no desenvolvimento da parte prática deste trabalho; também por toda a informação que me passou.

A todos os meus amigos e companheiros, pela amizade inestimável e por tudo que fizeram por mim.

Aos meus pais Oscar José Simões e Vera Lúcia U. Simões, pelo apoio em todos os momentos.

## 6. Referências Bibliográficas

AGOSTINHO, A. A. et al. *Ecologia e Manejo de Recursos Pesqueiros em Reservatórios do Brasil*. Maringá: Eduem, 2007. 501p.

ARAYA, P. R.; AGOSTINHO, A. A.; BECHARA, J. A. Population structure, growth and fishery yield of *Leporinus acutidens* (Valenciennes, 1837) (Teleostei: Anostomidae in Yaciretá Reservoir (Argentina). *Neotropical Ichthyology*, v. 6, n. 1, p. 57-66, 2008.

BARBIERI, G.; SALLES, F. S; CESTAROLLI, M. A. Análise populacional do curimbatá (*Prochilodus lineatus*) do rio Mogi-Guaçu, Pirassununga/SP (Characiformes: Prochilodontidae). *Boletim do Instituto de Pesca*, São Paulo, v. 26, n. 2, p. 137-145, 2000.

BARBIERI, G. et al. Estratégias reprodutivas do dourado, *Salminus maxillosus* e do curimbatá, *Prochilodus lineatus* no Rio Mogi Guaçu, Estado de São Paulo, com ênfase nos parâmetros matemáticos da dinâmica populacional. *Acta Scientiarum. Biological Science*, Maringá, v. 26, n. 2, p. 169-174, 2004.

BAYLEY, P. B. Studies on migratory characin, *Prochilodus platensis* Holmberg 1889, (Pisces, Characoidei) in the river Pilcomayo, South America. *J. Fish Biol.*, v. 5, p 25-40, 1973.

BONETTO, A. A.; PIGNALBERI, C. Nuevos aportes al conocimiento de las migraciones de los peces en los rios Mesopotamicos de la republica Argentina. *Instituto Nacional de Limnologia*, Santo Tomé (Santa Fé), v. 1, p. 1-14, 1964.

BRIGANTE, J.; ESPÍNDOLA, E. L. G. A Bacia Hidrográfica: aspectos conceituais e caracterização geral da bacia do Rio Mogi-Guaçu. In: \_\_\_\_\_. (Eds.). *Limnologia fluvial: um estudo no rio Mogi-Guaçu*. São Carlos: RIMA, 2003. p. 1-13.

BRITSKI, H.A.; SATO, Y.; ROSA, A.B.S. (1988) Manual de identificação de peixes da região de três Marias ( com chave de identificação para os peixes da bacia do São Francisco). 3ª Ed. Minas Gerais, Ministério da Irrigação CODEVASF, p. 115.

CAROLSFELD, J. et al. *Migratory fishes of South America: biology, fisheries and conservation status*. Victoria: IDRC & The World Bank, 2003. 380 p.

CAROLSFELD, J. et al. *Migratory fishes of South America: biology, fisheries and conservation status*. Victoria: IDRC & The World Bank, 2003. p. 19-98.

CASTRO, R.C.M.; VARI, P.P. (2004). Detritivores of the South American fish family Prochilodontidae (Teleostei: Ostariophysi Characiforme): a phylogenetic and revisionary study. Smithsonian Books, Washington DC, n.622, p.189.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL - CETESB. *Relatório de qualidade das águas subterrâneas do Estado de São Paulo – 1998-2000*. São Paulo, 2001. 106 p. (Série Relatórios).

CUTRIM, L.; BATISTA, V. da S. Determinação de Idade e Crescimento do mapará (*Hypophthalmus marginatus*) na Amazônia Central. *Acta Amazônica*, v. 5, n. 1, p. 85-92, 2005.

DOMANICO, A.; DELFINO, R.; FREYRE, L. Edad y crecimiento de *Hoplias malabaricus* (BLOCH, 1794) (TELEOSTEI, ERYTHRINIDAE) em La laguna de lobos (Argentina). *Iheringia, Ser. Zool.*, v. 74, p. 141 – 149, 1993.

FLOOD ACTION PLAN 17. *Migration and fish pass study*. Fisheries development Ltd. Londres: ODA, 1992. 67 p.

FUEM-ITAIPU BINACIONAL. Relatório do projeto “*Ictiofauna e Biologia Pesqueira*” – março/85 á fevereiro de 1986. Maringá, v.2, 1987. 638 p.

FUGI, R.; HAHN, N. S.; AGOSTINHO, A. A. Feeding of Five species of bottom feeding fish oh the Paraná River (PR, MS, Brasil). *Environmental Biology of Fishes*, v. 3, n. 46, p. 297-307, 1996.

GARCIA, I. C. B. de. *Influência da Pesca Seletiva sobre o Comprimento Médio de Maturação em Populações de Dourado (Salminus brasiliensis), Piraputanga (Brycon hilarii) e Curimatá (Prochilodus lineatus) no Rio Miranda, Mato Grosso do Sul*. 2006. 46f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação) – Instituto de Biociências, Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2006.

GODOY, M. P. Locais de desovas de peixes num trecho do rio Mogi-Guaçu, Estado de São Paulo, Brasil. *Rev. Bras. Biol.*, v. 14, p. 375-379, 1954.

\_\_\_\_\_. Marcação de peixes no rio Mogi-Guaçu. *Rev. Bras. Biol.*, v. 17, p. 77-87, 1957.

\_\_\_\_\_. Idade, crescimento, e peso de peixe. *Ciência e Cultura*, São Paulo, v. 10, n. 2, p. 77-87, 1958.

\_\_\_\_\_. Age, Growth, Sexual Maturity, Behavior, Migration, Tagging and Transplantation of the curimatá (*Prochilodus scrofa* Steindachner 1881) of the Mogi-Guaçu river, São Paulo state, Brasil. *An. Acad. Bras. Cienc.*, v. 31, p. 447-477, 1959.

\_\_\_\_\_. Marcação, migração e transplantação de peixes marcados na bacia do rio Paraná superior. *Arquivos do Museu Nacional*, v. 52, p. 105-113, 1962.

\_\_\_\_\_. Dez anos de observação sobre a periodicidade migratória de peixes do rio Mogi-guaçu. *Ver. Bras. Biol.*, v. 27, p. 1-12, 1967.

\_\_\_\_\_. Brazilian Tagging experiments, fishes migrations, and upper Paraná river basin eco – system. *Rev. Brasil. Biol.*, v. 32, p. 473-484, 1972.

\_\_\_\_\_. *Peixes do Brasil*, Subordem Characoidei. Bacia do rio Mogi-Guassu. V.2. Piracicaba: Editora Franciscana, v.2, p.219-397, 1975a.

\_\_\_\_\_. *Peixes do Brasil*, Subordem Characoidei. Bacia do rio Mogi-Guaçu. V.4. Piracicaba: Editora Franciscana, v.4, p.629-847, 1975b.

\_\_\_\_\_. A escada de peixes de Cachoeira de Emas, rio Mogi-Guaçu, Estado de São Paulo, Brasil. *Com. Mus. Cienc.*, PUCRS, v. 43, p. 139-151, 1987.

\_\_\_\_\_. *O Vale e a bacia do rio Grande, passado e presente*. Encarte especial da Revista “Destaque IN” Ano 08, n. 46, julho/agosto 2002. 37 p.

JOBLING, M. *Environmental biology of fishes* – Londres: Chapman & Hall, 1996. 455p.

LANGANI, F. et al. Diversidade da ictiofauna do Alto Rio Paraná: composição atual e perspectivas futuras. *Biota Neotrop.*, v. 7, n. 3, p. 1-17, 2007.

LOWE-MCCONNELL, R. H. *Ecological Studies in Tropical Fish Communities*. Cambridge: Cambridge University Press, 1987. 382 p.

LOWE – McCONNEL, R. H. *Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais*. Trad. sob a direção de A. E. A. M. Vazzoler, A. A. Agostinho e P. T. M. Cunningham. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1999. 536 p.

MAGO-LECCIA, F.M. (1972) Consideraciones sobre la sistemática de la familia Prochilodontidae (Osteichthyes, Cypriniformes), com uma sinops de la espécies de Venezuela. *Acta Biol. Venez.*, v.8, p.35-96.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2006. *Caderno da Região Hidrográfica do Paraná*.  
Brasília: MMA, 2006. 240 p.

PETRERE, M. Migraciones de peces de agua dulce en America Latina : Algunos comentarios. *COPESCAL Doc. Ocas.*, v. 1, p. 1-17, 1985.

QUIRÓS, R. Estruturas para assistir a los peces no salmonidos em sus migraciones: América Latina. *COPESCAL Doc. Téc.*, n. 5, 1988. 50 p.

SANTOS, G. B.; BARBIERI, G. Idade e crescimento do “piau gordura”, *Leporinus piau* Fowler, 1941, na represa de Três Maria (Estado de Minas Gerais) (Pisces, Ostariophysis, Anostomidae). *Rev. Brasil. Biol.*, v. 53, n. 4, p. 649-658. 1993.

SANTOS, R. A. dos et al. Considerações sobre pesca profissional e a produção pesqueira em águas continentais do Estado de São Paulo. *Boletim Técnico Instituto Pesca*, São Paulo, v. 19, p. 1-32, 1995.

SPARRE, P.; VENEMA, S. C. *Introdução a avaliação de mananciais de peixes tropicais: Parte 1 – Manual*. Documento Técnico sobre as Pescas 306/1, Rev. 2. Roma: FAO, 1997.404 p.

TOLEDO-FILHO, S. A. *Biologia populacional do curimatá (Prochilodus scrofa) Steindachner, 1881 (Pisces, Prochilodontidae) do rio Mogi-Guaçu: Aspectos quantitativos*. 1981. 171 f. Tese (Livre Docência) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo. 1981.

VAN OOSTEN, J. Life history of the lake herring (*Leucichthys artedi*) of Lake Huron as revealed by scales with a critique of the scale method. *Bull. Bur. Fish.*, Washington, v. 44, p. 265-428, 1929.

VAZZOLER, A. E. A. de M. *Manual de métodos para estudos biológicos de populações de peixes: reprodução e crescimento*. 1.ed. Brasília: CNPq. Programa Nacional de Zoologia, 1981. 108 p.

VAZZOLER, A. E. A. de M. *Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática*. 1.ed. Maringá: EDUEM; São Paulo: SBI, 1996. 169 p.

XIMENES-CARVALHO, M. O. *Idade e Crescimento do Robalo–Flecha, Centropomus undecimalis (BLOCH, 1972) e Robalo-Peva, Centropomus parallelus (POEY, 1860) (OSTEICHTHYES: CENTROPOMIDAE), no sudeste do Brasil*. 2006. 90f. Dissertação (Mestrado em Ciências Marinhas Tropicais) - Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006.



---

Alessandra Maria Simões

Bolsista

---

Izabel C. Boock de Garcia

Orientadora