



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA AQUÁTICA E PESCA**

**ANA PAULA OLIVEIRA ROMAN**

**BIOLOGIA REPRODUTIVA E DINÂMICA POPULACIONAL DE *Hypancistrus zebra* ISBRÜCKER & NIJSSEN, 1991 (SILURIFORMES, LORICARIIDAE),  
NO RIO XINGU, AMAZÔNIA BRASILEIRA.**

**BELÉM – PA  
2011**

ANA PAULA OLIVEIRA ROMAN

**BIOLOGIA REPRODUTIVA E DINÂMICA POPULACIONAL DE *Hypancistrus zebra* ISBRÜCKER & NIJSSEN, 1991 (SILURIFORMES, LORICARIIDAE) NO RIO XINGU, AMAZÔNIA BRASILEIRA.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ecologia Aquática e Pesca da Universidade Federal do Pará, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ecologia Aquática e Pesca.

Orientadora: Dra. Victoria Isaac

Co-orientadora: Dra. Rossineide Rocha

BELÉM – PA

2011

Dados Internacionais da Catalogação-na-Publicação  
(CIP)  
Biblioteca de Pós-Graduação do ICB-UFPA – Belém  
(PA)

---

Ana Paula Oliveira Roman

Biologia reprodutiva e dinâmica populacional de *Hypancistrus zebra* Isbrücker & Nijssen, 1991 (Siluriformes, loricariidae) no rio Xingu, amazônia brasileira / Ana Paula Oliveira Roman; orientadora, Victoria Isaac; co-orientadora, Rossineide Rocha. – 2011.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará, Instituto de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aquática e Pesca, Belém, 2011.

1. Loricarideo – Xingu, Rio (PA). 2. Loricarideo – Reprodução. 3. Loricarideo – População. 4. Acari-zebra (Peixe). I. Título.

---

CDD – 22. ed. 597.49098115

---

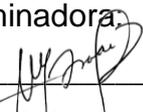
**ANA PAULA OLIVEIRA ROMAN**  
**BIOLOGIA REPRODUTIVA E DINÂMICA POPULACIONAL DE *Hypancistrus***  
***zebra* ISBRÜCKER & NIJSSEN, 1991 (SILURIFORMES, LORICARIIDAE) NO**  
**RIO XINGU, AMAZÔNIA BRASILEIRA.**

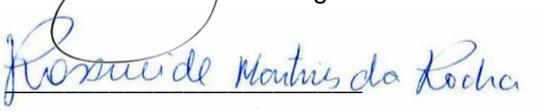
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ecologia Aquática e Pesca da Universidade Federal do Pará, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ecologia Aquática e Pesca.

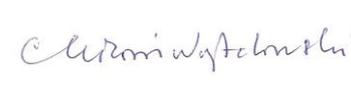
Conceito: BOM

Data da aprovação: 25 de fevereiro de 2011

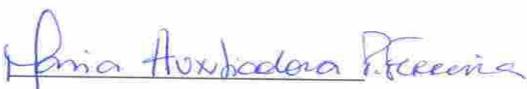
Banca examinadora

  
\_\_\_\_\_  
Prof<sup>a</sup>. Dra. Victoria Isaac – Orientadora  
Instituto de Ciências Biológicas – UFPA

  
\_\_\_\_\_  
Prof<sup>a</sup>. Dra. Rossineide Rocha – Co-Orientadora  
Instituto de Ciências Biológicas – UFPA

  
\_\_\_\_\_  
Prof<sup>a</sup>. Dra. Carmen Lucia Del Bianco Rossi Wongtschowski  
Instituto Oceanográfico – USP

  
\_\_\_\_\_  
Prof<sup>a</sup>. Dra. Flávia Lucena Frêdou  
Departamento de Pesca – UFRPE

  
\_\_\_\_\_  
Prof<sup>a</sup>. Dra. Maria Auxiliadora Pantoja Ferreira  
Instituto de Ciências Biológicas – UFPA

Dedico a mais “nova” criança da  
minha vida, vovó Cândida, que  
embora, viva no ontem, faz parte  
do meu passado, presente e  
(espero que continue no) futuro.

## AGRADECIMENTOS

Eu tenho dúvidas quanto à existência de Deus, mas acredito que tive uma ajudinha divina no fim das contas e foi muito necessária.

Meus sinceros agradecimentos à prof.<sup>a</sup> **Victoria** por ter investido em mim, acreditado no meu potencial e me permitir participar do projeto que originou esta dissertação. Obrigada Professora pelo terrorismo de ter que entregar sempre nos prazos e por me acalmar nos momentos de desespero, obrigada por todos os puxões de orelha, e por explicar mil vezes a mesma coisa, muitas vezes desenhando pra ver se facilitava o entendimento.

À Professora **Rossineide**, agradeço por ter me aceitado como estagiária no meu primeiro semestre da graduação e ter me preparado para a vida acadêmica, agradeço também pela compreensão quando deixei a histologia para trabalhar no Laboratório de Biologia Pesqueira. No mestrado agradeço pela paciência de ter acompanhado todo meu trabalho de perto, agradeço pelas conversas e pelo repasse da sua experiência.

Eu consegui unir na minha dissertação, duas das pessoas que eu mais admiro, e tê-las como orientadoras. Quando eu crescer, quero ser uma mistura das duas! (risos!)

Seguindo a lógica, agradeço aqueles que participaram do projeto ou me ajudaram diretamente nesse trabalho:

À **Alany** por ceder sua casa em Altamira, por me permitir conhecer sua maravilhosa família e por tornar a estadia mais confortável. Agradeço por toda a troca de experiências e pelo repasse do conhecimento sobre a região. Agradeço imensamente a **Dona Laura**, mamis da Alany, pelas comidinhas deliciosas, pela conversa gostosa, por todas as panelas cedidas, panos de prato e tudo mais que sempre pedíamos emprestado pra levar nas coletas. Em verdade sem o apoio da família da Alany, nossas coletas teriam sido bem mais dureza.

Ao **Álvaro**, por ter ajudado muitas vezes na logística das coletas e pelo seu bom humor, mesmo quando nada estava tão bem. Pela alegria que ele

sempre trazia nas coletas tornando o peso da responsabilidade um pouco mais fácil de carregar.

Ao **Alfredo** e ao **Lúcio**, por terem sido bons ajudantes e bons aprendizes, pelas conversas e descontração em todas as coletas, que participaram.

Ao nosso piloto de Altamira, **Seu Chiquinho Cabeludo**, por ter um ultra - mega Power GPS no cérebro e conhecer cada caminho e cada ribeirão como a palma de sua mão. Agradeço também por expandir meus horizontes musicais, torturando meus ouvidos com sertanejo ao longo das rotas até os pesqueiros. E Agradeço pela parceria no dominó, que nos rendeu boas vitórias e boas risadas.

Aos nossos mergulhadores de Altamira: **Dani, Nelson, Daildo, Edson, Marizan, Fábio, Mário**. Por muitas vezes arriscar suas vidas em uma atividade tão perigosa e pela paciência de sempre tentar fazer as coisas mais mirabolantes que pedíamos. Mas principalmente, ao **Daildo** pelas piadas mais infames e ao **Edson** por ser alvo da maioria delas.

Ao nosso piloto de Vitória do Xingu, **Romildo**, pela super-ajuda, pelas conversas engraçadas, pela amizade, por toda a gentileza e por me deixar pilotar a voadeira.

Aos pescadores de Belo Monte: **Pezão, Bem-te-vi, Alemão, Jailson, Naldos e Valdos**, por repassarem seus conhecimentos, pelo esforço de fazer uma coleta 24h, pelos conselhos e por compartilhar suas insatisfações sobre o IBAMA conosco.

Agradeço ao povo do laboratório de Biologia Pesqueira:

Ao **Allan**, por ser O cara. Obrigada, por todas as vezes que deu bug no meu PC e ele resolveu. Obrigada pelo incentivo, obrigada pelo mapa e obrigada por sempre estar disposto a me ajudar e na maioria das vezes ter a solução para os meu problemas.

Obrigada às GPECAS: **Dalila, Leila, Danyzinha, Danona e Andréia**, por compartilharem suas experiências durante e depois do mestrado.

Ao Prof. Dr. **Tommaso Giarrizzo**, por aceitar compor a banca de qualificação e por todos os questionamentos, observações e contribuições a esse trabalho.

Ao Prof. Dr. **James Lee** pela paciência, pelos livros emprestados, pelos conselhos e por me deixar em pânico na maioria das vezes.

À galera do GEMPA: **Ivan, Gil, Renata, Síbila, Thais, Walter, Bianca, Roberto, Júlio** que sempre me deram apoio, mas principalmente a **Bianca**, que além do suporte era sempre quem me socorria nos momentos de dúvidas cruéis.

A grande amiga **Morgana**, por tudo! Pelo apoio incondicional, pela amizade, pela ajuda, pelas conversas, pelas frustrações compartilhadas, por ser uma grande companheira!

A **Maíra**, minha primeira estagiária e que meu deu uma grande ajuda na reta final.

Agradeço também ao pessoal do laboratório de Ultraestrutura Celular: **Lia, Fabrícia, Yanne, Melina, Sirlene**, com certeza histologia sem vocês não teria a mesma graça!!!

Sem esquecer a minha melhor amiga **Carol**, que está comigo desde a graduação e indubitavelmente com quem pretendo compartilhar todos os louros de uma vida acadêmica!

A Prof<sup>a</sup>. **Flávia**, que aceitou participar da banca de qualificação e fez grandes sugestões. Agradeço também o aceite de participar da banca de defesa.

A Prof<sup>a</sup>. **Carmen** e a Prof.<sup>a</sup> **Auxiliadora**, que também aceitaram compor a banca da minha defesa. Também agradeço a Prof<sup>a</sup> **Auxiliadora**, por muitas vezes me tirar algumas dúvidas de histologia, com toda a paciência do mundo.

Agradeço ao Programa de Pós-graduação em Ecologia Aquática e Pesca, pela bolsa concedida pela CAPES e todo suporte nas viagens de congresso e cursos.

Agradeço à todos do Recife que se empenharam em me ensinar técnicas de leitura de anéis em estruturas rígidas, principalmente, à professora Rosângela Lessa, que abriu as portas de seu laboratório para que eu pudesse fazer minhas análises, que no final nem entraram nesta dissertação.

Agradeço aos amigos da graduação que seguiram por outros mestrados da vida, mas que vez por outra trocavam umas idéias e trocavam suas experiências de outros orientadores e outros cursos de pós-graduação: **Lorena (Tika), Derik, Alinne, Luiz Carlos (Conci), Tiago e Ramon**.

Agradeço aos meus amigos de toda vida: **Helô, Ademar, Célio e Débora**, por nunca me abandonarem, mesmo com toda a minha ausência.

Agradeço ao **James** pela paciência do estresse dos últimos momentos, por ser tão compreensível e engraçado. Pelas conversas antes de dormir e por ser sempre meu porto seguro.

Por fim agradeço a minha família pelo apoio e suporte, não seria nada sem vocês! Vocês são a peça mais importante da minha vida e é por vocês que hoje eu estou aqui. **Papai, Mamãe e Titia** pelo financiamento dos estudos e pelo apoio incondicional nas minhas decisões.

Agradeço a todos que contribuíram direta ou indiretamente para este trabalho.

## Resumo

*Hypancistrus zebra* é uma espécie ornamental, endêmica e rara da região do Médio – Baixo Rio Xingu, a qual apresenta forte demanda do mercado de peixes ornamentais internacional, que criou uma forte pressão de exploração associada a esta espécie. Atualmente, *H.zebra* encontra-se na lista brasileira de fauna ameaçada de extinção e sua captura está proibida. Sabe-se que mesmo proibida, a mesma continua sendo capturada e exportada ilegalmente, aliada a isso a construção da Hidrelétrica de Belo Monte em seu trecho de distribuição, que ameaça a sua área de distribuição geográfica e a falta de informações sobre sua biologia e ecologia dificultam ações de ordenamento para esta espécie. De modo que, se objetivou neste trabalho estudar aspectos da biologia reprodutiva e dinâmica populacional para contribuir com medidas de conservação para esta espécie. Exemplares de *H. zebra* foram capturados mensalmente de março de 2009 a fevereiro de 2010, através de mergulho com compressor, no Rio Xingu, entre a localidade de Gorgulho da Rita e a Vila de Belo Monte. Os indivíduos capturados foram pesados e medidos (peso e comprimento total). As gônadas foram retiradas e imediatamente fixadas em Solução Bouin. Seguiram-se as técnicas histológicas de rotina. Os estágios de maturação gonadal foram descritos com base na presença de células germinativas em diferentes estádios de desenvolvimento. Através dos dados de frequência dos comprimentos foram feitas estimativas dos parâmetros populacionais tais como: modelos de crescimento, recrutamento, mortalidade, rendimento por recruta e tamanho de primeira maturidade gonadal. A espécie apresentou uma desova sazonal com dois picos entre as estações de transição entre seca e cheia (e vice-versa) do rio, e dois períodos de recrutamento, com taxas de crescimento diferenciadas. Estimou-se que a espécie possui uma longevidade de cinco anos, e que está no limite do rendimento máximo sustentável, o que se caracteriza como uma situação perigosa para a espécie, pois qualquer aumento do esforço irá comprometer o estoque e ainda não se sabe que impactos ocorrerão em decorrência das modificações provocadas em seu habitat pela construção da hidrelétrica.

**Palavras – chave:** Loricariidae, Xingu, reprodução, dinâmica populacional

**Abstract**

*Hypancistrus zebra* is a species used with ornamental purposes, endemic and rare in the Middle - Lower Rio Xingu, which has strong demand from the international ornamental fish market, which created a strong pressure of exploitation associated with this species. *H.zebra* is included on the list of Brazilian fauna threatened with extinction and their capture is prohibited. It is known that even prohibited, it continues to be captured and exported illegally, together with the construction of this hydroelectric Belo Monte in his patch of distribution, which threatens their geographical distribution and lack of information on its biology and ecology make it difficult planning actions for this species. So, if this work aimed to study aspects of reproductive biology and population dynamics to contribute to conservation measures for this species. Specimens of *H. zebra* were taken monthly from March 2009 to February 2010, by diving with a compressor, on the Xingu River, between the location of the weevil and Rita village of Belo Monte. The captured individuals were weighed and measured (total weight and total length). The gonads were removed and immediately fixed in Bouin solution. This was followed by routine histological techniques and the slides were stained with hematoxylin-eosin (HE). The stages of gonadal maturation were described based on the presence of germ cells at different stages of development. Through the length frequency data, estimates of population parameters such as growth models, recruitment, mortality, yield per recruit and size of first gonadal maturity. The species showed a seasonal spawning peaks between the two transition seasons of drought and flood (and vice versa) of the river, and two periods of recruitment, with different growth rates. It was estimated that the species has a lifespan of five years, and is at the limit of maximum sustainable yield, which is characterized as a dangerous situation for the species, because any increase in effort will compromise the stock and it is not known impacts that occur as a result of changes in their habitat caused by dam construction.

**Key-words:** Loricariidae, Xingu River, reproduction, population dynamic

## Lista de Figuras

- Figura 1: Exemplos de *Hypancistrus zebra* coletados na região da Volta Grande no Rio Xingu, Pará. Destaque para o “E” padrão próximo as narinas, encontrado em todos os exemplares. .... 20
- Figura 2: Mapa da área de distribuição da espécie de *Hypancistrus zebra* no Rio Xingu, Amazônia brasileira. Em detalhe as quatro áreas de coleta: Gorgulho da Rita, Ilha da Fazenda, Jericoá e Belo Monte. Mapa por Allan Jamesson Jesus..... 28
- Figura 3: Mapa da área de distribuição da espécie de *Hypancistrus zebra* no Rio Xingu, Amazônia brasileira. Em detalhe as quatro áreas de coleta: Gorgulho da Rita, Ilha da Fazenda, Jericoá e Belo Monte. Mapa por Allan Jamesson Jesus..... 46
- Figura 4: Distribuição de frequência absoluta por classe de comprimento total de machos, fêmeas e sexos agrupados para *H. zebra*, capturados no período de dezembro de 2008 a fevereiro de 2010, no Rio Xingu, Amazônia Brasileira. .... 49
- Figura 5: Fotomicrografia testicular de *H. zebra* em diferentes de estádios de maturação. A) Imaturo, HE, 200x. B) Em maturação, HE, 200x. C) Maduro, HE, 200x. D) Espermiado, HE, 200x. SG. espermatogônias; círculo= cistos; SC. espermatócitos; ST. espermátides; L. lúmem; SZ. espermatozóides..... 52
- Figura 6: Fotomicrografia oocitária de *H. zebra* em diferentes de estádios de maturação. A) Imatura, HE, 200x. B) Em maturação, HE, 200x. C) Madura, HE, 400x. D) Desovada, HE, 200x. I. ovócito tipo I; II. Ovócito tipo II; III. Ovócito tipo III; IV. Ovócito tipo IV. N. núcleo; CR. Coroa radiata; CG. Células foliculares; GV. Gotícula de vitelo; AtrF. Atresia celular; FPo. Folículo pós-ovulatório..... 54
- Figura 7: Frequência relativa de estádios gonadais de fêmeas de *H. zebra* capturados no Rio Xingu. (A) Imatura; (B) Em maturação; (C) Madura; (D) Desovadas. .... 55
- Figura 8: Frequência relativa dos estágios gonadais por local de coleta para sexos agrupados de *H. zebra* capturados no Rio Xingu, Amazônia brasileira. 56
- Figura 9: Tamanho de primeira maturidade sexual para indivíduos de *H. zebra* capturados no Rio Xingu, Amazonia Brasileira, no período de março de 2009 a fevereiro de 2010. (A) Sexos agrupados; (B) Machos; (C) Fêmeas..... 57

Figura 10: Mapa da área de distribuição da espécie de <i>Hypancistrus zebra</i> no Rio Xingu, Amazônia brasileira. Em detalhe as quatro áreas de coleta: Gorgulho da Rita, Ilha da Fazenda, Jericoá e Belo Monte. ....	70
Figura 11: Relação entre o peso total (PT) em gramas, e o comprimento total (CT) em centímetros, e da curva ajustada, de machos (A), fêmeas (B) e sexos agrupados (C) de <i>H. zebra</i> , capturados no período de dezembro de 2008 a fevereiro de 2010, no Rio Xingu-PA. ....	76
Figura 12: Distribuição bimensal de frequência, pelo método de Batthacharya, por classe de comprimento total de sexos agrupados para <i>H. zebra</i> , capturados no período de dezembro de 2008 a fevereiro de 2010, no Rio Xingu-PA. ....	78
Figura 13: Médias das curvas normais obtidas pelo método de Batthacharya, apresentando quatro modas para a espécie <i>H. zebra</i> . ....	79
Figura 14: Representação gráfica das rotinas Munros (A) e Appeldorn (B) para dados de comprimento total (cm) de <i>Hypancistrus zebra</i> , coletado entre dezembro de 2008 e fevereiro de 2010, no Rio Xingu, Amazônia brasileira. ...	79
Figura 15: Representação gráfica da metodologia do ELEFAN I para dados de comprimento total (cm) <i>Hypancistrus zebra</i> coletado entre dezembro de 2008 e fevereiro de 2010, no Rio Xingu, Amazônia brasileira. ....	80
Figura 16: Curva de captura extrapolada e estimativa da taxa de exploração para a espécie <i>H. zebra</i> capturada no Rio Xingu, Amazônia brasileira. ....	81
Figura 17: Desvios da média dos comprimentos totais (cm) obtidos para <i>H. zebra</i> no Rio Xingu, Amazônia brasileira. ....	82
Figura 18: Curva de Captura relativa por recruta (Y/R) de Beverton e Holt para <i>H. zebra</i> capturado no Rio Xingu, Amazônia brasileira. ....	83

## Lista de Tabelas

Tabela 1: Proporção sexual bimensal para <i>H. zebra</i> coletados entre março de 2009 e fevereiro de 2010, no Rio Xingu, Amazônia Brasileira. Em negrito o valor significativo para o nível de 5%. ....	49
Tabela 2: Comprimentos totais mínimos, máximos, médias e desvio padrão, por mês, de indivíduos de <i>Hypancistrus zebra</i> coletados no Rio Xingu – PA entre 2008 e 2010. ....	75

Tabela 3: Número de indivíduos, comprimentos máximos e mínimos, parâmetros da relação peso-comprimento, valor de $R^2$ para <i>H. zebra</i> , capturados no período de dezembro de 2008 a fevereiro de 2010, no Rio Xingu-PA. ....	76
Tabela 4: Estimativa dos parâmetros $K$ e $L^\infty$ do modelo de crescimento de Von Bertalanffy estimativa de longevidade $A_{0,95}$ e taxas de mortalidade total ( $Z$ ), natural ( $M$ ) e por pesca ( $F$ ) de acordo com a aplicação da curva de captura (Ricker, 1975) e do método de Pauly (1980), gerados através das rotinas contidas no programa FISAT II.....	81

## Sumário

AGRADECIMENTOS .....	vi
Resumo .....	x
Abstract .....	x
Lista de Figuras .....	xi
Lista de Tabelas .....	xiii
Sumário .....	xv
Estrutura da Dissertação .....	17
INTRODUÇÃO .....	18
ESTADO ATUAL DO CONHECIMENTO .....	24
OBJETIVOS .....	26
Objetivo Geral .....	26
Objetivos específicos .....	26
MATERIAL E MÉTODOS .....	27
Área de estudo .....	27
Desenho Experimental .....	29
Coleta dos peixes .....	29
Coleta de material biológico .....	30
Análise dos dados .....	30
Biologia Reprodutiva .....	30
Estrutura da População .....	31
Crescimento .....	32
Mortalidade .....	33
Recrutamento .....	33
Rendimento por recruta .....	33
REFERÊNCIAS .....	34
Artigo 1 – Biologia reprodutiva do imperial pleco <i>Hypancistrus zebra</i> Isbrücker & Nijssen, 1991 no Rio Xingu, Amazônia brasileira .....	43
Resumo .....	43
Introdução .....	44
Material e métodos .....	45
Área de Estudo .....	45
Amostragem .....	46
Análises .....	47
Resultados .....	48
Proporção sexual .....	48
Características Reprodutivas .....	50
Frequência relativa dos estádios de maturação .....	55
Tamanho de primeira maturidade sexual .....	56
Discussão .....	58
Referências .....	63
CAPÍTULO 2: Dinâmica Populacional do imperial pleco <i>Hypancistris zebra</i> Isbrücker & Nijssen, 1991 no Rio Xingu, Amazônia Brasileira .....	66
Artigo 2 – Dinâmica Populacional de <i>Hypancistrus zebra</i> Isbrücker & Nijssen, 1991 no Rio Xingu, Amazônia brasileira .....	67
Resumo .....	67
Introdução .....	68
Material e Métodos .....	69

Área de Estudo .....	69
Amostragem .....	71
Análise de dados .....	71
Resultados .....	73
Estrutura populacional .....	73
Relação peso-comprimento .....	75
Modelo de crescimento .....	77
Longevidade .....	80
Mortalidade .....	80
Período de Recrutamento .....	82
Rendimento por recruta .....	83
Discussão .....	84
Referencias .....	88
CONCLUSÕES GERAIS .....	92
LISTA DE REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS COMPLETA .....	94

## Estrutura da Dissertação

Esta dissertação foi elaborada no formato de artigos, separados em três capítulos, conforme formatação do Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aquática e Pesca da Universidade Federal do Pará.

O **Capítulo Geral** contém uma breve contextualização da situação da pesca ornamental de água doce no Brasil, com um maior enfoque na Região Amazônica, particularmente no Médio – Baixo Rio Xingu. Foi salientada a importância da família Loricariidae nas exportações de ornamentais no Estado do Pará, destacando a espécie *Hypancistrus zebra*. Foi enfatizado o conhecimento escasso sobre sua biologia e ecologia, além de chamar atenção para os fatos que tem ameaçado a sua área de distribuição no Rio Xingu. Em seguida, foram apresentados os objetivos e metodologia geral utilizada para a obtenção dos resultados que culminaram com a elaboração dos dois capítulos restantes da dissertação, que serão submetidos à publicação.

O **Capítulo 1** foi específico para a investigação da biologia reprodutiva de *H. zebra*, utilizando a histologia como ferramenta para a elaboração da escala de maturação desta espécie e o tipo de desova. A partir deste conhecimento foi determinada a periodicidade do processo reprodutivo, bem como uma possível área preferencial de desova e o tamanho de primeira maturação.

O **Capítulo 2** apresenta seu enfoque na dinâmica populacional de *Hypancistrus zebra*, principalmente no que concerne a parâmetros de crescimento, taxas de mortalidade, longevidade, recrutamento. Em posse destes dados ainda foi feita uma análise do rendimento por recruta, investigando o atual estado de exploração em que a espécie se encontra.

Por fim foram apresentadas as conclusões gerais e as perspectivas de continuidade dos estudos com enfoque nas espécies de importância ornamental, pois as informações geradas por este trabalho podem servir de base para pesquisas futuras na região.

## INTRODUÇÃO

O extrativismo de peixes ornamentais no Brasil pode ser dividido em: àquele voltado para espécies marinhas, e àquele voltado para espécies de água doce. O extrativismo de espécies marinhas é mais forte em seis Estados localizados ao longo da costa, são eles: Ceará, o maior exportador marinho do Brasil; Rio Grande do Norte, que se inseriu recentemente no mercado; Pernambuco, que atualmente está sofrendo uma super-exploração dos organismos recifais; além de Bahia, Espírito Santo e São Paulo (GASPARINI et al., 2005). Quanto à pesca ornamental de água doce, embora o maior volume dessas espécies comercializadas seja criado em fazendas de pisciculturas, a maior diversidade de espécies é coletada em ambientes naturais, principalmente da bacia Amazônica (JUNK; SOARES; BAYLEY, 2007).

A pesca ornamental é uma atividade econômica de extrema relevância para a Amazônia (ANJOS et al., 2009). Esta atividade surgiu como uma alternativa econômica para as comunidades ribeirinhas, que subsistiam do extrativismo vegetal, da caça e da pesca para consumo. Atualmente, a atividade vem intensificando-se cada vez mais, tornando-se, em algumas áreas desta região, a principal fonte de renda e emprego para milhares de pessoas. Entre 1994 e 2003, a média do valor de exportação dos peixes ornamentais amazônicos foi cerca de US\$ 11,5 milhões por ano (PRANG, 2007).

Embora não se tenha conhecimento do número preciso de espécies capturadas, o mercado de peixes ornamentais amazônicos ainda é considerado o mais diverso, em relação a países como Colômbia e Peru (MOREAU; COOMES, 2007). O extrativismo de ornamentais é mais forte no Rio Negro, região de Barcelos/AM e municípios vizinhos, e bem como no Rio Xingu, região de Altamira/PA (PELICICE; AGOSTINHO, 2005).

O Estado do Amazonas tem uma contribuição de aproximadamente 60% para o volume das exportações brasileiras, enquanto que o Pará é responsável por 32% das exportações de peixes ornamentais, os 8% restantes são divididos entre Rio de Janeiro, São Paulo, Ceará, Pernambuco, Goiás e Mato Grosso, que são apresentados nas estatísticas do Instituto Brasileiro do Meio

Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) como estados exportadores de espécies ornamentais de água doce (PRANG, 2007).

O potencial da Amazônia para a exportação de espécies de uso ornamental deve ser muito maior do que é explorado atualmente, pois existem muitas medidas restritivas quanto ao número de espécies liberadas para o comércio (PRANG, 2007).

A ictiofauna do rio Xingu é rica em espécies e apresenta peculiaridades, pois as características geográficas e hidrológicas da bacia favorecem a diversidade de microambientes, que levam ao isolamento das populações, através de barreiras geográficas e climáticas, o que induz a altos níveis de endemismo. Essa alta variedade de habitats favoreceu evolutivamente a diferenciação de pequenos peixes em uma variedade de formas e cores, o qual se refletiu no seu valor como ornamentais, os tornando intensamente explorados (IBAMA, 2008a).

O Pará é o principal exportador de espécies da família Loricariidae, localmente conhecidos como “acaris” e mundialmente conhecidos pelo “código L”, cuja popularidade e valores de mercado vem aumentando entre os aquarofilistas desde a década de 1980, quando as primeiras espécies foram encontradas nos Rios Xingu e Tocantins (PRANG, 2007).

Com cerca de 80 gêneros e mais de 700 espécies, Loricariidae, é a maior família da ordem Siluriforme, também conhecida como “catfishes”. É uma família endêmica da América do Sul (exceto no Chile), Panamá e Costa Rica (ARMBRUSTER; PAGE, 2006).

Os loricarídeos diferentemente dos outros membros da ordem, possuem o corpo envolvido por placas ósseas, em forma de armadura, e possuem a boca modificada como um disco de sucção, por isso também são denominados “suckermouth armored catfishes” (ARMBRUSTER, 2004; ARMBRUSTER; PAGE, 2006).

Cerca de 60 espécies de loricarídeos são exportadas pelo mercado de espécies ornamentais brasileiro, sem contar as espécies que são comercializadas clandestinamente, ou que não possuem classificação taxonômica ainda definida (PRANG, 2007).

Dentro da família Loricariidae, encontra-se o gênero *Hypancistrus*. Este se diferencia dos outros gêneros da tribo Ancistrini, principalmente, pela

morfologia óssea do focinho (completamente coberto por ossificações dérmicas) e pela diferenciação dos dentes, que são filiformes, além disso, os dentes premaxilares são menos numerosos do que os dentes mandibulares (ISBRÜCKER; NIJSSEN, 1991).

Deve-se salientar que tal é a importância desta espécie para o mercado ornamental, que o gênero *Hypancistrus* foi criado para prover um nome científico para o já internacionalmente conhecido “zebra pleco” (ISBRÜCKER, NIJSSEN, 1991).

A espécie *Hypancistrus zebra*, (nome popular acari-zebra), tem como característica mais marcante, inclusive evidenciada na sua descrição taxonômica, o padrão de listras oblíquas pretas e brancas por todo o corpo, inclusive nas nadadeiras e pela presença de listras em forma de “E” na região do focinho (uma linha preta conectando as duas narinas, que se estende para baixo, com outra linha preta passando entre as narinas) (ISBRÜCKER; NIJSSEN, 1991; ARMBRUSTER, 2002; ARMBRUSTER; LUJAN; TAPHORN, 2007) (Figura 1).



**Figura 1: Exemplos de *Hypancistrus zebra* coletados na região da Volta Grande no Rio Xingu, Pará. Destaque para o “E” padrão próximo as narinas, encontrado em todos os exemplares.**

A espécie *H. zebra* apresenta distribuição geográfica restrita ao setor do Médio - Baixo Xingu. Segundo pescadores da região, esta espécie pode ser encontrada entre a Região de Gorgulho da Rita, pouco à montante de Altamira

até a Vila de Belo Monte, ocorrendo principalmente sob blocos rochosos em regiões de corredeiras. Diversos autores enfatizam este endemismo como resultado da diferenciação em nível de família antes da atual formação da bacia Amazônica seguida por processos posteriores de isolamento dos indivíduos dentro do mesmo grupo (ISBRÜCKER; NIJSSEN, 1991; CAMARGO, 2004; CAMARGO; GIARRIZO; ISAAC, 2004; GONÇALVES et al., 2009).

*H. zebra* é uma espécie-problema, por ser uma das espécies de peixes usadas com finalidade ornamental, que apresentam forte demanda do setor de aquicultura para uso em cultivo, o que, em tese, reduziria a pressão de coleta e, também, o tráfico. Contudo, o pacote tecnológico para cultivo desses animais ainda não é dominado (IBAMA, 2008b).

O que de fato acontece é que algumas espécies de peixes ornamentais constantes na Instrução Normativa do Ministério do Meio Ambiente (MMA) nº05/2004 por estar ameaçada de extinção, dentre elas *H. zebra*, vem sendo coletadas e comercializadas ilegalmente, dentro e fora do país.

O modismo da aquariofilia, entretanto, gera constantes demandas para o uso de novas espécies. Isso torna defasada a lista da Instrução Normativa MMA nº13/2005, já que antes mesmo da sua elaboração e publicação já havia uma lista com outras 438 espécies solicitadas pelo setor produtivo. Estimativas do IBAMA apontam para mais de 600 espécies não permitidas, que já foram ou vem sendo comercializadas ilegalmente (IBAMA, 2008b).

Essa defasagem em relação às espécies demandadas e às espécies permitidas sem que se apresentem justificativas plausíveis para a permissão ou proibição das mesmas, somadas às dificuldades vividas pela fiscalização dos órgãos responsáveis, são um convite ao comércio ilegal de uma grande quantidade de espécies, entre elas *H. zebra* (IBAMA, 2008b).

Assim, sabe-se que mesmo se tratando de uma espécie proibida, *H. zebra* continua sendo capturada e vendida no mercado clandestino (observações pessoais). Em São Paulo em agosto de 2007, onde foram apreendidos 760 peixes de espécies não permitidas, 357 eram cascudos, a maioria de espécies não-descritas dos gêneros *Hypancistrus* e *Pseudacanthicus*. Outras cinco grandes apreensões ocorreram no primeiro semestre de 2008, nas cidades de Santarém, Itaituba e Altamira, todas no PA. Ao todo, foram apreendidos mais de 6.000 peixes nessas operações

(ANATOLE et al., 2008). Segundo Gonçalves (2009) só em julho de 2008 ocorreram três apreensões de peixes do Rio Xingu, dentre eles constavam exemplares de *Hypancistrus zebra*. Em 2009, também foram registradas apreensões reportadas por jornais de circulação nacional.

Estudos sobre *H. zebra* são muito escassos, constando apenas de sua descrição taxonômica (ISBRÜCKER; NIJSSEN, 1991), e algumas informações sobre a pesca, que constam no diagnóstico e estudos de impacto ambiental, realizados para o licenciamento de um grande empreendimento hidrelétrico na região (ELETRONORTE, 2002) (IBAMA, 2008a). Esta espécie além de endêmica é considerada rara e foi adicionada, recentemente, ao Livro Vermelho da Fauna Brasileira ameaçada de Extinção (ROSA; LIMA, 2008).

Um agravante é a previsão de construção do complexo de aproveitamento hidrelétrico no trecho de distribuição da espécie. A construção de uma usina hidrelétrica na região compreendida entre Altamira e Belo Monte, no Rio Xingu, é uma das obras de engenharia mais questionadas da região. Isto porque os impactos do empreendimento sobre o meio ambiente, a biota e os moradores da região não são totalmente desprezíveis e devem ser corretamente descritos e compreendidos, com base em informações científicas confiáveis, para avaliar corretamente a viabilidade da obra (ELETRONORTE, 2002).

A construção de uma represa e o desvio do rio pelo canal de derivação deixará a região, conhecida como Volta Grande, com uma vazão extremamente reduzida. Esta região será a área do rio com a maior perda de habitats de toda a área afetada. Apesar das diversas propostas de mitigar este impacto com a chamada “vazão ecológica”, qualquer diminuição do ritmo atual do ciclo hidrológico terá impactos bastante sérios para a ictiofauna (IBAMA, 2008a).

Nessa área foi encontrada a maior riqueza de habitats diferentes, a maior frequência de pedrais, além de uma grande quantidade de corredeiras e cachoeiras. Dentre as espécies endêmicas que ocorrem em trechos que também irão sofrer grande impacto está *Hypancistrus zebra*, que no reservatório do Xingu irá perder habitat devido à inundação a montante da cidade de Altamira e na Volta Grande por falta de água, pela redução da vazão (IBAMA, 2008a).

A investigação do ciclo de vida e outras características biológicas e ecológicas de espécies endêmicas e raras, como *H. zebra*, é difícil pela baixa abundância de exemplares na natureza, contudo o detalhamento da biologia dessa espécie visando à compreensão do seu ciclo de vida, reprodução, autoecologia e dinâmica populacional (crescimento, recrutamento, mortalidade, etc.), é extremamente necessário para o ordenamento de sua população. Já que alterações na densidade de espécies pouco conhecidas poderão ocorrer, por conta da instalação do empreendimento hidroelétrico na região e este impacto deve ser conseqüentemente avaliado, considerando a falta de informações como um agravante da sua magnitude. Estudos minuciosos sobre a biologia e ecologia do acari zebra foram recomendados pelo diagnóstico ambiental do projeto de Aproveitamento Hidrelétrico (AHE) de Belo Monte e deverão ser incorporados aos condicionamentos do licenciamento ambiental (IBAMA, 2008a).

Sabe-se que para se tomar decisões sensatas na preservação dos estoques naturais de peixes, principalmente àquelas espécies que possuem uma alta pressão de exploração como o *H. zebra*, são necessários conhecimentos específicos de sua biologia e dinâmica populacional.

Toda a cadeia de decisões sobre a interdição de áreas ou períodos de pesca, bem como a aplicação de técnicas de manejo, ou o próprio planejamento de empreendimentos de grande magnitude que provoquem alterações no meio aquático, como o projeto de AHE de Belo Monte, exigem informações biológicas básicas. Essas informações são, também, úteis no desenvolvimento de técnicas de cultivo dessa espécie, o que permitirá aliviar a pressão de exploração sobre ela (AGOSTINHO et al., 1986).

## ESTADO ATUAL DO CONHECIMENTO

Grande parte das informações relacionadas à situação da pesca ornamental no Brasil está concentrada nas espécies marinhas (KOSSOWSKI, 1996; NOTTINGHAM; CUNHA; MONTEIRO-NETO, 2000; MONTEIRO-NETO et al., 2003; GASPARINI et al., 2005). Enquanto que as informações sobre a pesca ornamental de água doce se concentram na região amazônica, especialmente no Estado do Amazonas (SANTOS; SANTOS, 2005; PRANG, 2007; ANJOS et al., 2009) e no Estado do Pará especificamente no Rio Xingu (CAMARGO, 2004; ANATOLE et al., 2008; IBAMA, 2008a; GONÇALVES et al., 2009).

Apesar da grande importância do comércio de peixes ornamentais para a Região Amazônica, as informações existentes são superficiais e generalizadas. Não existem trabalhos específicos sobre as principais espécies exploradas, sobretudo da família Loricariidae, na Amazônia. A maioria dos trabalhos se concentra em espécies da região Sul do Brasil, onde essas espécies não são alvo de exportações para o mercado de ornamentais.

Grande parte desses trabalhos são sobre biologia reprodutiva e crescimento de espécies de loricarídeos abundantes na ictiofauna da região Sul do Brasil (JENKINS, 1981; TAYLOR, 1983; NOMURA, 1988; BARBIERI, 1994; AGOSTINHO et al., 1995; BARBIERI, 1995; MAZZONI; CARAMASCHI, 1995; KOSSOWSKI, 1996; BRUSCHI et al., 1997; MAZZONI; CARAMASCHI, 1997; SATO et al., 1998; DE MENEZES; CARAMASCHI, 2000; DE OLIVEIRA et al., 2001; LASSO, 2001; TRAJANO, 2001; DUARTE; ARAUJO, 2002; QUEROL; QUEROL; GOMES, 2002; CASATTI; ROCHA; PEREIRA, 2005; MARCUCCI; ORSI; SHIBATTA, 2005; DUARTE et al., 2007; TRAJANO; BICHUETTE, 2007; BRAGA; GOMIERO; SOUZA, 2008; VIANA et al., 2008; BRAGA; GOMIERO. SOUZA, 2009; SALVADOR; SALVADOR; SANTOS, 2009; SECUTTI; TRAJANO, 2009).

Considerando o gênero *Hypancistrus*, além do trabalho de descrição do gênero, somente mais dois trabalhos foram publicados, também de descrição de outras espécies (ISBRÜCKER; NIJSSEN, 1991; ARMBRUSTER, 2002;

ARMBRUSTER et al., 2007). Não foi feito nenhum trabalho sobre a biologia de qualquer uma delas.

Estudos sobre a espécie *H. zebra* são muito escassos, constando apenas de sua descrição taxonômica (ISBRÜCKER; NIJSSEN, 1991) e algumas informações sobre a pesca, que constam no diagnóstico e estudos de impacto ambiental, realizados para o licenciamento de um grande empreendimento hidrelétrico na região (ELETRONORTE, 2002; IBAMA, 2008a). Esta espécie além de endêmica é considerada rara e foi adicionada recentemente ao Livro Vermelho da Fauna Brasileira ameaçada de Extinção (ROSA; LIMA, 2008).

Algumas informações sobre o comportamento social, alimentar e reprodutivo da espécie são encontradas em revistas de aquarismo, nas quais amadores relatam observações de indivíduos mantidos em ambientes não naturais (SCHLIEWEN; STAWIKOWSKI, 1989; STAWIKOWSKI, 1992; PAHNKE, 1993). Alguns trabalhos ainda registram menções a esta espécie, como nos estudos sobre a ecologia da região de corredeiras do médio e baixo Xingu feitos por Zuanon (1999) e Camargo (2004).

Ainda assim, não se tem registros de qualquer estudo científico, que comprove o atual estado de exploração deste estoque e que quantifique as ameaças a conservação desta espécie.

Rosa e Lima (2008) sugeriram como uma medida de conservação para esta espécie um monitoramento populacional, e ainda a tentativa de reprodução em cativeiro como uma alternativa mais segura para a manutenção da espécie. Parece evidente a necessidade de estudos sobre reprodução e taxas individuais de crescimento desta espécie, pois estes dados representariam a base dos parâmetros mensais para aplicação de modelos, tais como o modelo de rendimento por recruta de Beverton e Holt, que estima qual esforço ótimo para permitir a melhor forma de exploração da espécie sem por em risco a sua capacidade de se reproduzir e crescer.

## OBJETIVOS

### Objetivo Geral

O presente trabalho pretende estudar aspectos da biologia reprodutiva e dinâmica populacional de *Hypancistrus zebra* para contribuir com medidas de conservação para esta espécie no Baixo Rio Xingu.

### Objetivos específicos

- Descrever os estádios de maturidade sexual de *H. zebra* e estabelecer uma escala de maturação;
- Estimar o período e o tipo de desova da espécie;
- Estabelecer o tamanho de primeira maturidade sexual;
- Determinar a estrutura populacional em sexo e comprimento;
- Determinar taxas de crescimento individual e os parâmetros da curva de crescimento;
- Estimar períodos de recrutamento
- Estimar taxas de mortalidade natural, por pesca e total
- Estimar o tamanho médio de primeira captura
- Estimar o rendimento por recruta e diagnosticar o estado de exploração da espécie.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Área de estudo

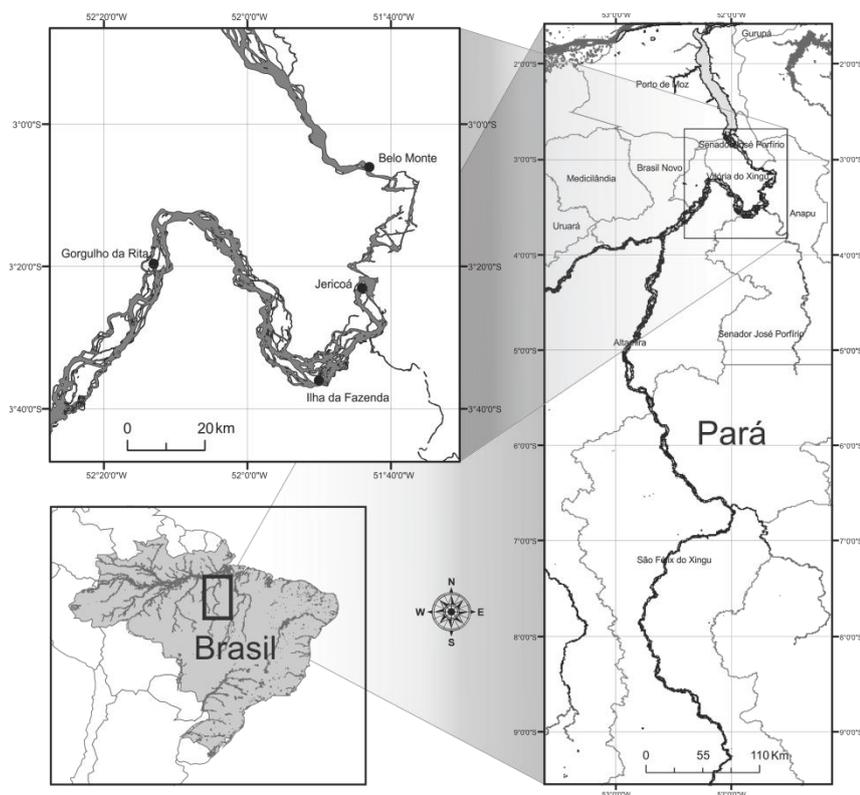
A bacia do rio Xingu possui mais de 500.000km<sup>2</sup> e ocupa 24,5% do território do estado do Pará. O Rio Xingu é um dos tributários da margem direita do Rio Amazonas. Nasce na altura do paralelo 15° S, no estado do Mato Grosso, na área da Serra do Roncador, a uns 200 km de Cuiabá, e desemboca logo após de Porto de Moz e Gurupá, no estuário do Rio Amazonas, pouco ao Norte do paralelo 2° S. Possui mais de 1.600km de comprimento e corre, na maior parte do seu curso, no sentido S-N. Possui como seu maior afluente o Rio Iriri, que nasce a aproximadamente 100km ao SW de Altamira e posteriormente o Bacajá, na Volta Grande, à jusante de Altamira (IBAMA, 2008a).

O clima da região é tropical, quente e úmido, com temperaturas médias entre 25°C e 27°C. A umidade relativa média oscila entre 78% e 88%. A precipitação média anual é de 1.885mm, havendo um pulso de pluviosidade, que caracteriza o ciclo hidrológico, com um período mais chuvoso e outro de estiagem. A vazão média oscila entre 14000 e 26000 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>. As vazões mínimas e máximas registradas ocorreram no ano de 1969 e 1980, e foram de 444 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> e 30.129 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>, respectivamente (ELETRONORTE, 2002).

A área de estudo compreende a região denominada de Volta Grande no Rio Xingu (Figura 2), onde segundo Camargo e colaboradores (2004), a espécie *H. zebra* se destaca como uma espécie endêmica. Esta região localiza-se próximo à cidade de Altamira, onde o rio Xingu sofre uma acentuada mudança na direção do canal principal, por este motivo a denominação “Volta Grande”. Nessa região, localiza-se as maiores cachoeiras do rio, como Tapaiúna, Jericoá, Parati Grande, além de outras menores (CAMARGO; GHILARDI, 2009).

A região da Volta Grande apresenta corredeiras e um desnível de 85 m em 160 km (RODRIGUES, 1993). No fim desse trecho, à altura da localidade de Belo Monte, o rio se alarga consideravelmente, apresentando baixa

declividade até a sua foz e sofrendo, inclusive, efeitos do regime de maré provocado pelo rio Amazonas (CAMARGO, 2004).



**Figura 2:** Mapa da área de distribuição da espécie de *Hypancistrus zebra* no Rio Xingu, Amazônia brasileira. Em detalhe as quatro áreas de coleta: Gorgulho da Rita, Ilha da Fazenda, Jericoá e Belo Monte. Mapa por Allan Jamesson Jesus.

Exemplares de *Hypancistrus zebra* foram capturados na região do rio Xingu, na área de distribuição da espécie, entre a localidade de Gorgulho da Rita e a vila de Belo Monte (Figura 2).

Foram escolhidas quatro áreas de amostragem ao longo do rio, considerando a distribuição da espécie e a influência que o Aproveitamento Hidrelétrico de Belo Monte poderá ter sobre estas regiões:

- Gorgulho da Rita: localizado a montante da cidade de Altamira, é considerada pelos pescadores a localidade limite à montante de ocorrência da espécie; área onde será formado o lago da represa;
- Ilha da Fazenda: localizada a jusante da cidade Altamira, esta área apresenta um vilarejo próximo de mesmo nome, onde ainda se concentram muitos pescadores especializados na captura de acaris; esta região localiza-se próxima a barragem a ser construída, na região da Volta Grande;

- Jericoá: localizado a jusante da cidade de Altamira e Ilha da Fazenda, região próxima das cachoeiras, onde ocorrerá a diminuição da vazão da água do Rio por localizar-se após a barragem;
- Belo Monte: localizado no baixo rio Xingu, área situada à jusante das grandes cachoeiras da “Volta Grande”, apresenta um vilarejo próximo de mesmo nome, onde ainda se concentram muitos pescadores especializados na captura de acaris e que, teoricamente, não sofrerá alterações na hidrologia com a construção da hidrelétrica.

## **Desenho Experimental**

Para delimitar a forma de coleta dos dados foi feita uma coleta piloto para observar as características da região em dezembro de 2008. Optou-se pelo seguinte formato de desenho experimental: 12 meses de coleta x 4 regiões de amostragem x 2 procedimentos por coleta x 2 réplicas por procedimento. Totalizando 192 amostras.

## **Coleta dos peixes**

As coletas foram feitas com frequência mensal, no período de março (2009) até fevereiro (2010).

Para a captura foram previamente contratados pescadores profissionais de peixes ornamentais para esta finalidade. A técnica de captura utilizada é a coleta manual, através de mergulho, utilizando compressor.

Assim em cada área de amostragem por mês foram realizadas duas coletas, utilizando dois procedimentos, cada um com uma réplica:

- Transecto: uma área de 20 m x 2m, na qual os pescadores fazem um percurso linear na busca de indivíduos de *H. zebraf* e o tempo gasto na procura foi cronometrado.
- Inspeção: Cada pescador teve 1h de mergulho livre para capturar quantos indivíduos fossem possíveis.

## **Coleta de material biológico**

Ainda em campo, todos os indivíduos capturados foram medidos (comprimento total) e pesados, com balança de precisão de 0,01 g. A partir da coleta no mês de abril todos os indivíduos capturados foram sacrificados. Estes indivíduos foram previamente anestesiados com eugenol e, somente após ação do anestésico, foi feita uma incisão a partir do orifício urogenital até a região da boca para a retirada das gônadas, as quais foram fixadas em solução Bouin.

Após a fixação, as gônadas foram desidratadas em série crescentes de álcool (70%, 80%, 90%, 95%, e dois banhos em álcool P.A), diafanizadas em xilol e incluídas em parafina para obtenção de cortes histológicos com espessura de 5µm. Para coloração, utilizou-se o método de hematoxilina-eosina (H.E).

## **Análise dos dados**

### **Biologia Reprodutiva**

As gônadas foram observadas a olho nu no momento da abertura da cavidade abdominal. Indivíduos imaturos possuem gônadas de difícil visualização, que macroscopicamente não puderam ser classificadas quanto ao sexo. Indivíduos nos estádios “em maturação” e “maduro” não apresentaram grandes modificações na cor das gônadas ao longo do ciclo reprodutivo. De modo que foi necessário o uso da microscopia para o estabelecimento de uma escala de maturação mais precisa e uma classificação dos indivíduos quanto ao ciclo reprodutivo.

A análise microscópica permitiu a confirmação dos estágios macroscopicamente definidos, quando foi possível e/ou descrição dos estágios maturacionais, bem como a determinação do tipo de desova.

Para determinar a periodicidade do processo reprodutivo e o local de desova da espécie analisou-se a frequência bimestral dos estádios de maturidade através do método da frequência dos estádios de maturidade, considerando-se os indivíduos coletados em cada estágio de maturação por bimestre como 100%.

Para a análise do tamanho da primeira maturação (L50), os estádios maturacionais foram agrupados em juvenis (estádio imaturo) e adultos (estádios em maturação + maduro+ desovado/espermiado). O percentual de maduros por classe de comprimento será calculado e considerando como variável dependente (Y) e o comprimento total como variável independente (X). Posteriormente, estes valores serão ajustados a uma curva logística, segundo a fórmula abaixo:

$$P = 1 / (1 + \exp [- r (L - L 50)]), \text{onde,}$$

P = proporção de indivíduos maduros

r = declive da curva

L = Comprimento total

L 50 = comprimento médio de maturidade sexual

### **Estrutura da População**

Para os estudos de crescimento relativo, foi estabelecida a relação peso-comprimento, para sexos grupados e separados, representada pelo modelo exponencial,  $PT=aCT^b$  e ajustado pelo método dos mínimos quadrados, considerando um nível de confiança de 95% ( $p<0,05$ ), onde “a” e “b” são os parâmetros da equação. O coeficiente angular “b” da relação peso/comprimento foi comparado entre machos e fêmeas através do teste t de Student (ZAR, 1999).

A estrutura da população foi analisada através das distribuições de freqüência de comprimento total, plotadas com todos os indivíduos coletados, então, foram agrupados bimestralmente, com um intervalo de classe de 0.5 cm, bem como pela análise dos comprimentos médios de cada amostra.

A proporção sexual foi obtida para todo o período de coleta e bimestralmente, bem como por classes de comprimento total. O teste de  $\chi^2$  (Chi-quadrado) foi aplicado a fim de estimar possíveis diferenças entre sexos, adotando-se um intervalo de confiança de 95%.

## Crescimento

Para o ajuste do modelo de crescimento, foram plotadas as distribuições de frequência de comprimento total com todos os indivíduos coletados em cada bimestre.

Nesses gráficos foram identificadas modas que foram interpretadas como grupos etários. O comprimento médio de cada coorte será obtido pela separação das curvas normais superpostas (BHATTACHARYA, 1967).

Estes valores serão ajustados para o cálculo dos parâmetros de crescimento do modelo de Von Bertalanffy (1938):  $L_t = L_\infty \cdot [1 - e^{-k \cdot (t - t_0)}]$  onde,  $L_t$  é o comprimento na idade  $t$  (anos),  $L_\infty$  é o comprimento assintótico,  $K$  é o coeficiente de crescimento e  $t_0$  é a idade teórica quando o comprimento é 0.

Neste caso, para estimar os parâmetros de crescimento de Von Bertalanffy ( $L_\infty$  e  $K$ ) foram utilizados os incrementos em crescimento, através do programa FISAT (GAYANILO; SPARRE; PAULY, 1994) segundo três métodos:

(1) Appeldorn: O método minimiza a soma dos quadrados dos erros encontrados entre os comprimentos observados e os esperados;

(2) Munro: método que utilize dados de incremento no crescimento para estimar  $K$  e  $L_\infty$ , ou  $K$  em separado quando se conhece o valor de  $L_\infty$ ;

Ainda será utilizada a metodologia ELEFAN I (Pauly; David, 1980, 1981) (busca automática e ajuste manual): metodologia empírica, que através da identificação de picos, traça curvas de crescimento com base nas amostras de frequências de comprimento, buscando o melhor ajuste do modelo para os valores dos parâmetros  $L_\infty$  e  $k$ .

A longevidade, ou seja, o tempo que um indivíduo leva para alcançar 95% do comprimento assintótico ( $A_{0.95}$ ), foi estimada com base na fórmula proposta por Taylor (1960):  $A_{0.95} = t_0 + 2.996/k$ .

## **Mortalidade**

Para o cálculo da taxa de mortalidade total ( $Z$ ) foi utilizado o programa FISAT II a partir da curva de captura convertida em comprimento estimada com base nas freqüências mensais de comprimento, todas agrupadas em uma única curva e os valores de  $K$  e  $L^\infty$  obtidos com a rotina ELEFAN I. A equação empírica de Pauly (PAULY, 1980) foi utilizada para o cálculo da taxa de mortalidade natural ( $M$ ). Deste modo, a mortalidade por pesca ( $F$ ) foi obtida através da diferença entre  $Z$  e  $M$ . A partir das taxas de mortalidade natural e total foi calculado a taxa de exploração ( $E$ ) segundo a equação  $E=F/Z$ .

## **Recrutamento**

Para estimar o período de recrutamento foram utilizadas as diferenças entre as médias de comprimento por bimestre e a média de comprimento total. Os desvios negativos foram interpretados como a entrada dos recrutas na população.

## **Rendimento por recruta**

A estimativa do rendimento por recruta foi realizada através do modelo de Beverton e Holt (1957), supondo a seletividade em “fio de navalha” e usando esta sub-rotina do programa FISAT II. Para a utilização deste método foi necessário conhecer as razões dos parâmetros  $L_c/L^\infty$  e  $M/k$ . Este modelo implica que a captura máxima sustentável depende do tamanho de primeira captura ( $L_c$ ) que necessariamente está relacionada à intensidade da mortalidade por pesca.

## REFERÊNCIAS

AGOSTINHO, A. A., BARBIERI, G., VERANI, J. R. e AGOSTINHO, C. S. 1986. Ciclo reprodutivo e primeira maturação de *Rhinelepis aspera* (Agassiz, 1829) (Teleostei - Loricariidae) no Rio Paranapanema. **Revista Unimar**, v.8, n.11, p.17-27.

AGOSTINHO, A. A., MATSUURA, Y., OKADA, E. K. e NAKATANI, K. 1995. The Catfish, *Rhinelepis aspera* (Teleostei Loricariidae), in the Guaira Region of the Parana River - an Example of Population Estimation from Catch-Effort and Tagging Data When Emigration and Immigration Are High. **Fisheries Research**, v.23, n.3-4, p.333-344.

ANATOLE, H., BESSA, J., PY-DANIEL, L. R. e OLIVEIRA, R. **Expedição para Identificação e Avaliação de espécies não-descritas de Loricarideos explotados com finalidade ornamental no Rio Xingu**. IBAMA. Altamira. 2008

ANJOS, H. D. B. D., AMORIM, R. M. D. S., SIQUEIRA, J. A. e ANJOS, C. R. 2009. Exportação de peixes ornamentais do Estado do Amazonas, Bacia Amazônica, Brasil. . **Boletim do Instituto de Pesca de São Paulo**, v.35, n.2, p.259-274.

ARMBRUSTER, J. W. 2002. *Hypancistrus inspector*. A new species of suckermouth armored catfish (Loricariidae: Ancistrinae). **Copeia**, n.1, p.86-92.

\_\_\_\_\_. 2004. Phylogenetic relationships of the suckermouth armoured catfishes (Loricariidae) with emphasis on the Hypostominae and the Ancistrinae. **Zoological Journal of the Linnean Society**, v.141, p.1-80.

ARMBRUSTER, J. W., LUJAN, N. K. e TAPHORN, D. C. 2007. Four new *Hypancistrus* (Siluriformes : Loricariidae) from Amazonas, Venezuela. **Copeia**, n.1, p.62-79.

ARMBRUSTER, J. W. e PAGE, L. M. 2006. Redescription of *Pterygoplichthys punctatus* and description of a new species of *Pterygoplichthys* (Siluriformes: Loricariidae). **Neotropical Ichthyology**, v.4, n.4, p.401-409.

BARBIERI, G. 1994. Dinâmica da Reprodução do Cascudo, *Rineloricaria latirostris* Boulenger (Siluriformes, Loricariidae) do Rio Passa Cinco, Ipeúna, São Paulo. **Revista Brasileira De Zoologia**, v.11, n.4, p.605-615.

\_\_\_\_\_. 1995. Estrutura Populacional do cascudo, *Rineloricaria latirostris* Boulenger, 1899 (Siluriformes, Loricariidae) do Rio Passa cinco, Ipeúna, Estado de São Paulo. **Revista Ceres**, v.42, n.240, p.167-176.

BERTALANFFY, L. V. 1938. A Quantitative Theory of organic Growth. **Human Biol.**, v.10, n.2, p.18-213.

BEVERTON, R.J.H. e HOLT, S.J. 1957. On the dynamics of exploited fish populations. **Fish.Invest.Minist.Agric.Fish.Food G.B.** (2 Sea Fish.), 19: 533 p.

BHATTACHARYA, C. G. 1967. A simple method of resolution of a distribution into Gaussian Components. **Biometrics**, v.23, p.115-135.

BRAGA, F. M. D. S., GOMIERO, L. M. e SOUZA, U. P. 2008. Aspectos da reprodução e alimentação de *Neoplecostomus microps* (Loricariidae, Neoplecostominae) na microbacia do Ribeirão Grande, serra da Mantiqueira oriental (Estado de São Paulo). **Acta Scientiarum Biological Sciences**, v.30, n.4, p.455-463.

\_\_\_\_\_. 2009. Biologia populacional de *Pareiorhina rudolphi* (Loricariidae, Loricariidae, Hypostominae) na microbacia do Ribeirão Grande, serra da Estado de São Paulo **Acta Scientiarum Biological Sciences**, v.31, n.1, p.79-88.

BRUSCHI, W. JR, PERET, A. C., VERANI, J. R. e FIALHO, C. B. 1997. Crescimento de *Loricariichthys anus* (Valenciennes, 1840) na Lagoa Emboaba, Osório, RS. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.24, n.(único), 14/11/1997, p.65-71.

CAMARGO, M. 2004. **A comunidade ictica e suas interrelações tróficas como indicadores de integridade biológica na área de influência do projeto hidrelétrico Belo Monte, Rio Xingu.** (Tese). Museu Paraense Emílio Goeldi, Universidade federal do Pará, Belém, 184 p.

CAMARGO, M., GIARRIZO, T. e ISAAC, V. 2004. Review of the Geographic Distribution of Fish Fauna of the Xingu River Basin, Brazil. **Ecotropica**, v.10, p.123-147.

CAMARGO, M. O. e GHILARDI, R., JR. (ORG.). 2009. **Entre a Terra, as águas e os pescadores do Médio Rio Xingu: Uma abordagem Ecológica.** Belém. 329 p.

CASATTI, L., ROCHA, F. C. e PEREIRA, D. C. 2005. Habitat use by Two Species of *Hypostomus* (Pisces, Loricariidae) in Southeastern Brazilian Streams. **Biota Neotropica**, v.5, n.2, p.1-9.

DE MENEZES, M. S. e CARAMASCHI, E. P. 2000. Longitudinal distribution of *Hypostomus punctatus* (Osteichthyes, Loricariidae) in a coastal stream from Rio de Janeiro, Southeastern Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.43, n.2, p.229-233.

DE OLIVEIRA, C., TABOGA, S. R., SMARRA, A. L. S. e BONILLA-RODRIGUEZ, G. O. 2001. Microscopical aspects of accessory air breathing through a modified stomach in the armoured catfish *Liposarcus anisitsi* (Siluriformes, Loricariidae). **Cytobios**, v.105, n.410, p.153-162.

DUARTE, S. e ARAUJO, F. G. 2002. Fecundity of the *Hypostomus affinis* (Siluriformes, Loricariidae) in the Lajes Reservoir, Rio de Janeiro, Brazil.

**Revista De Biologia Tropical**, v.50, n.1, p.193-197.

DUARTE, S., ARAUJO, F. G., SALES, A. e BAZZOLI, N. 2007. Morphology of gonads, maturity and spawning season of *Loricarfishthys spixii* (Siluriformes, Loricariidae) in a Suptropical Reservoir. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.50, n.6, p.1019-1032.

ELETRONORTE. **Estudo e Relatório de impacto ambiental CHE.**

**Belomonte.** Convênio – Fundação do Amparo ao desenvolvimento da pesquisa - FADESP- ELETRONORTE. Brasília. 2002

GASPARINI, J. L., FLOETER, S. R., FERREIRA, C. E. L. e SAZIMA, I. 2005. Marine ornamental trade in Brazil. **Biodiversity and Conservation**, v.14, n.12, p.2883-2899.

GAYANILO, F. C., JR., SPARRE, P. e PAULY, D. **The FAO-ICLARM Stock Assessment Tools (FISAT) User's Guide.** Fisheries. F. C. I. Series 1994.

GONÇALVES, A. P., CAMARGO, M., CARNEIRO, C. C., CAMARGO, A. T. D., PAULA, G. J. X. D. e GIARRIZO, T. 2009. A Pesca de Peixes Ornamentais. In: M. Camargo e R. Ghilardi, Jr. **Entre a Terra, as Águas e os Pescadores do Médio Rio Xingu.** Belém, p.329.

IBAMA. **Diagnóstico Ambiental da AHE - Belo Monte - Médio e Baixo Xingu - Ictiofauna e Pesca.** Universidade Federal do Pará / Museu Paraense Emílio Goeldi. Belém, p.434. 2008a

\_\_\_\_\_. **Diagnóstico Geral das Práticas de Controle Ligadas a Exploração, Captura, Comercialização, Exportação e Uso de Peixes para Fins Ornamentais e de Aquariorfilia** Versão Revisada: 217 p. 2008b.

ISBRÜCKER, I. J. H. e NIJSSEN, H. 1991. *Hypancistrus zebra*, a new genus and species of uniquely pigmented ancistrine loricariidae fish from the Rio Xingu, Brazil. **Ichthyological Exploration of Freshwaters**, v.1, n.4, p.345-350.

JENKINS, D. B. 1981. Comparative Anatomy of the Saccule in Selected Species of Callichthyidae and Loricariidae. **Anatomical Record**, v.199, n.3, p.A127-A127.

JUNK, W. J., SOARES, M. G. M. e BAYLEY, P. B. 2007. Freshwater fishes of the Amazon River basin: their biodiversity, fisheries, and habitats. **Aquatic Ecosystem Health & Management** v.10, n.2, p.153–173.

KOSSOWSKI, C. 1996. Prospects for catfish culture (Siluroidei) in South America. **Aquatic Living Resources**, v.9, p.189-195.

LASSO, C. A. 2001. Fishes of the upper Rio Negro, Bolivian Amazon: Community composition and ecological and biogeographical considerations. **Interciencia**, v.26, n.6, p.236-+.

MARCUCCI, K. M. I., ORSI, M. L. e SHIBATTA, O. A. 2005. Abundância e aspectos reprodutivos de *Loricariichthys platymetopon* (Siluriformes, Loricariidae) em quatro trechos da represa Capivara, médio rio Paranapanema. **Iheringia - Série Zoológica**, v.95, n.2, p.197-203.

MAZZONI, R. e CARAMASCHI, E. P. 1995. Length and Weight Relationship and Condition Factor of 2 Species of *Hypostomus* Lacepede, 1803 (Siluroidei, Loricariidae) in the Lower Paraíba-Do-Sul River, Rio-De-Janeiro, Brazil. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, v.38, n.1, p.135-140.

\_\_\_\_\_. 1997. Observations on the reproductive biology of female *Hypostomus luetkeni* Lacepede 1803. **Ecology of Freshwater Fish**, v.6, n.1, p.53-56.

MONTEIRO-NETO, C., CUNHA, F. E. D., NOTTINGHAM, M. C., ARAUJO, M. E., ROSA, I. L. e BARROS, G. M. L. 2003. Analysis of the marine ornamental

fish trade at Ceara State, northeast Brazil. **Biodiversity and Conservation**, v.12, n.6, p.1287-1295.

MOREAU, M. A. e COOMES, O. T. 2007. Aquarium fish exploitation in western Amazonia: conservation issues in Peru. **Environmental Conservation**, v.34, n.1, p.12-22.

NOMURA, H. 1988. Caracteres Merísticos e Biologia do Cascudo, *Hypostomus fluviatilis* (Schubart, 1964) (Osteichthyes, Loricariidae) do Rio Mogi-Guaçu, São Paulo, Brasil. . **Revista Brasileira De Zoologia**, v.5, n.1, 31/07/1988, p.75-88.

NOTTINGHAM, M. C., CUNHA, F. E. D. A. e MONTEIRO-NETO, C. 2000. Captura de peixes ornamentais marinhos no Estado do Ceará. **Arquivos de Ciências do Mar**, v.33, p.113-118.

PAHNKE, H. **Seit zwei Jahren regelmässig gezuchtet: *Hypancistrus zebra***. *Datz*. 42: 227-231 p. 1993.

PAULY, D. 1980. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters and mean environmental temperature in 175 fish stocks. **Journal Conservation CIEM**, v.39, n.3, p.175-192.

PAULY, D. e DAVID, N. 1981. ELEFAN I, a BASIC program for the objective extraction of growth parameters from length-frequency data. **Meeresforschung**, v.28, n.4, p.205–211

PELICICE, F. M. e AGOSTINHO, A. A. 2005. Perspectives on ornamental fisheries in the upper Parana River floodplain, Brazil. **Fisheries Research**, v.72, n.1, p.109-119.

PRANG, G. 2007. An Industry Analysis of the Freshwater Ornamental Fishery with Particular Reference to the Supply of Brazilian Freshwater Ornamentals to the UK Market. **UAKARI**, v.3, n.1, p.7 - 51.

QUEROL, M. V. M., QUEROL, E. e GOMES, N. N. A. 2002. Fator de Condição Gonadal, Índice Hepatosomático e Recrutamento como Indicadores do Período de Reprodução de *Loricariichthys platymetopon* (Osteichthyes, Loricariidae), Bacia do Rio Uruguai Médio, Sul do Brasil. **Iheringia - Série Zoológica**, v.92, n.3, p.79-84.

RODRIGUES, S. K. 1993. **Neotectônica e sedimentação quaternária da região da “Volta Grande” do rio Xingu, Altamira, PA.** . (Dissertação). Universidade de São Paulo, São Paulo, 106 p.

ROSA, R. S. e LIMA, F. C. T. 2008. Peixes. In: A. B. M. Machado, G. M. Drummond, et al. **Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção.** Brasília, DF: MMA, v.2, p.1420.

SALVADOR, L. F., SALVADOR, G. N. e SANTOS, G. B. 2009. Morphology of the digestive tract and feeding habits of *Loricaria lentiginosa* Isbrucker, 1979 in a Brazilian reservoir. **Acta Zoologica**, v.90, n.2, p.101-109.

SANTOS, G. M. D. e SANTOS, A. C. M. D. 2005. Sustentabilidade da pesca na Amazônia. **ESTUDOS AVANÇADOS** v.19, n.54, p.165-182.

SATO, Y., FENERICH-VERANI, N., VERANI, J. R., GODINHO, H. P. e SAMPAIO, E. V. 1998. Induced reproduction and reproductive characteristics of *Rhinelepis aspera* Agassiz, 1829 (Osteichthyes : Siluriformes, Loricariidae). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.41, n.3, p.309-314.

SCHLIEWEN, U. e STAWIKOWSKI, R. **Zebras aus Brasilien.** Datz. 42: 521 p. 1989.

SECUTTI, S. e TRAJANO, E. 2009. Reproductive behavior, development and eye regression in the cave armored catfish, *Ancistrus cryptophthalmus* Reis, 1987 (Siluriformes: Loricariidae), breed in laboratory. **Neotropical Ichthyology**, v.7, n.3, p.479-490.

STAWIKOWSKI, R. “Kaktusse,” “Russelzahn,” und ein merkwürdiges “Zebra.” *Datz.* 45: 348-349 p. 1992.

TAYLOR, C. C. 1960. Temperature, growth, and mortality – the pacific cockle. **J. Cons. Int. Explor.**, v.26, p.117-124.

TAYLOR, J. N. 1983. Field Observations on the Reproductive Ecology of 3 Species of Armored Catfishes (Loricariidae, Loricariinae) in Paraguay. **Copeia**, n.1, p.257-259.

TRAJANO, E. 2001. Habitat and population data of troglobitic armored cave catfish, *Ancistrus cryptophthalmus* Reis, 1987, from central Brazil (Siluriformes : Loricariidae). **Environmental Biology of Fishes**, v.62, n.1-3, p.195-200.

TRAJANO, E. e BICHUETTE, M. E. 2007. Population ecology of cave armoured catfish, *Ancistrus cryptophthalmus* Reis 1987, from central Brazil (Siluriformes : Loricariidae). **Ecology of Freshwater Fish**, v.16, n.2, p.105-115.

VIANA, D., WOLFF, L. L., ZALESKI, T., ROMAO, S., BERTOLDI, G. e DONATTI, L. 2008. Population structure and somatic indexes of *Hypostomus cf. ancistroides* (Siluriformes, Loricariidae) collected from the Bonito River, Ivai river basin, Turvo, Parana. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.51, n.3, p.493-502.

ZAR, J. H. 1999.**Biostatistical Analysis**. New Jersey: Prentice Hall. 663 p.

ZUANON, J. A. S. 1999.**História Natural da Ictiofauna de corredeiras do Rio Xingu, na Região de Altamira, Pará**. Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 214 p.

**CAPÍTULO 1: Biologia Reprodutiva do imperial pleco  
*Hypancistrus zebra* Isbrücker & Nijssen, 1991 no Rio  
Xingu, Amazônia Brasileira**

## **Artigo 1 – Biologia reprodutiva do imperial pleco *Hypancistrus zebra* Isbrücker & Nijssen, 1991 no Rio Xingu, Amazônia brasileira.**

Ana Paula Oliveira Roman, Victoria Isaac e Rossineide Martins da Rocha

### **Resumo**

Apesar dos poucos conhecimentos existentes, a espécie *Hypancistrus zebra* apesar de proibida para captura e comercialização, continua sendo explorada ilegalmente, e ainda está ameaçada pela iminente construção de um complexo de aproveitamento hidroelétrico no seu trecho de distribuição no Rio Xingu. Este trabalho tem com objetivo estudar a biologia reprodutiva da espécie, visando contribuir com conhecimentos para subsidiar medidas para sua conservação. Exemplares de *H. zebra* foram capturados mensalmente, através de mergulho com compressor, na área de distribuição da espécie, no Rio Xingu, entre a localidade de Gorgulho da Rita e a Vila de Belo Monte. Os indivíduos capturados foram pesados e medidos (peso e comprimento total). As gônadas foram retiradas e imediatamente fixadas em Solução Bouin. Seguiram-se as técnicas histológicas de rotina e as lâminas foram coradas com hematoxilina-eosina (H.E). Os estágios de maturação gonadal foram descritos com base na presença de células germinativas em diferentes estádios de desenvolvimento. Foram caracterizados quatro estádios de maturidade gonadal para machos e fêmeas: imaturo, em maturação, maduro e espermiado/desovado. A frequência relativa dos estádios por bimestre apresentou dois picos de desova, um mais evidente entre novembro-dezembro e outro entre maio e junho, ambos nas transições entre estações seca e cheia. A desova em dois períodos representa uma vantagem para a espécie, pois aumenta as suas chances de sobrevivência. Um monitoramento da biologia reprodutiva é recomendado para verificar possíveis alterações neste padrão após a construção da hidrelétrica.

**Palavras-chave:** Loricariidae, *Hypancistrus zebra*, biologia reprodutiva, desova.

## Introdução

A família Loricariidae é a maior do grupo dos “catfishes” e uma das maiores famílias de peixes do mundo, com cerca de 80 gêneros e mais de 700 espécies descritas. Por seu pequeno porte e beleza muitas espécies dessa família tem um alto valor no mercado internacional de peixes ornamentais, inclusive maior do que quando comparadas com espécies populares, como o cardinal tetra ou o neon tetra (ARMBRUSTER, PAGE, 2006; PRANG, 2007).

O gênero *Hypancistrus* foi criado para prover um nome científico para a espécie *Hypancistrus zebra* já internacionalmente conhecida por seus nomes comerciais, dentre eles o código L046 (ISBRÜCKER, NIJSSEN, 1991).

Trata-se de uma espécie endêmica e rara, considerada em risco de extinção, motivo pelo qual atualmente encontra-se proibida através da Instrução Normativa MMA nº05/2004, embora continue sendo coletada e vendida ilegalmente. Além da ameaça de sobre – exploração pela pressão de pesca, seu habitat está ameaçado pela construção de um complexo de aproveitamento hidrelétrico de um trecho do Rio Xingu, que coincide com sua área de distribuição.

Não existem na literatura trabalhos científicos sobre a biologia ou ciclo de vida desta espécie, somente algumas informações sobre a pesca direcionada para o mercado de peixes ornamentais, que constam no relatório de impacto ambiental, realizado para o licenciamento do grande empreendimento hidrelétrico na região (ELETRONORTE, 2002; IBAMA, 2008a). Além disso, existem alguns trabalhos que apenas mencionam esta espécie nos estudos sobre a ecologia da região de corredeiras do médio e baixo Xingu feitos por Zuanon (1999), Camargo (2004) e Camargo e Ghilardi (2009).

A descrição da história de vida e a coleta de dados para elucidar a biologia reprodutiva são fundamentais para se tomar decisões adequadas que permitam a preservação dos estoques naturais de espécies-problema, como o *H. zebra*. Além disso, esse tipo de informação pode ser de utilidade no desenvolvimento de técnicas de cultivo para esta espécie no futuro (AGOSTINHO et al., 1986; TAKAHASHI, GOITEIN, NAKAGHI, 2008), já que

esta foi uma das medidas sugeridas como forma de mitigação dos impactos da futura hidroelétrica (IBAMA, 2008) .

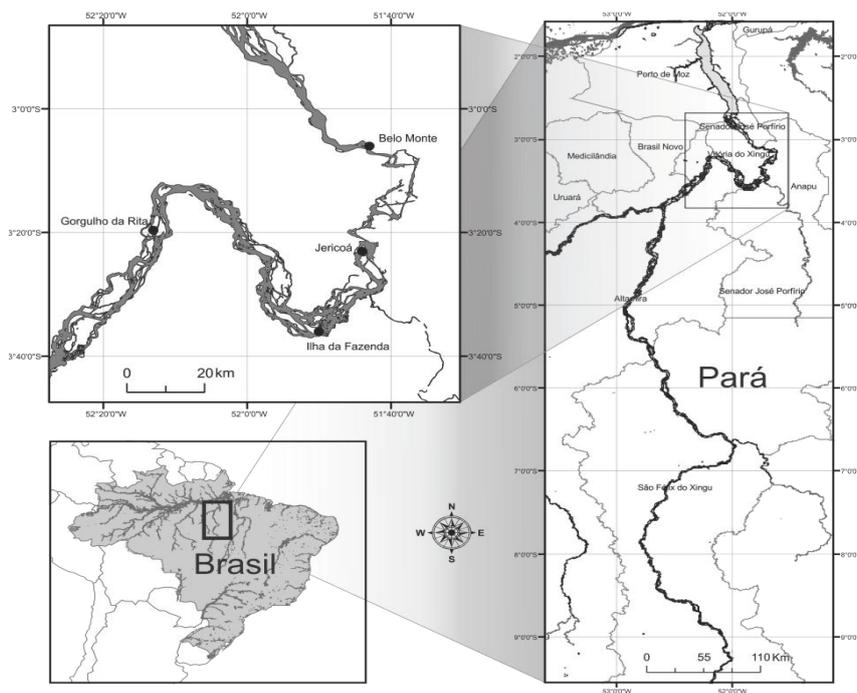
A determinação das freqüências de estágios de maturidade gonadal, período reprodutivo e tamanho de primeira maturidade sexual são resultantes da combinação entre estudos histológicos precisos e extensivas observações no campo (NUÑES, DUPONCHELE, 2009).

Assim, o presente trabalho teve como objetivo estudar aspectos da sua biologia reprodutiva, visando contribuir com conhecimentos sobre a reprodução da espécie para subsidiar medidas de conservação da mesma.

## **Material e métodos**

### **Área de Estudo**

O Rio Xingu é um dos tributários da margem direita do Rio Amazonas (IBAMA, 2008); a sua bacia possui mais de 500.000 km<sup>2</sup> e ocupa 24,5% do território do estado do Pará. A área de estudo compreendeu a região de ocorrência de *Hypancistrus zebra*, no Médio - baixo rio Xingu, entre a localidade de Gorgulho da Rita e a vila de Belo Monte (Figura 3). Esta é uma área conhecida por seus grandes afloramentos rochosos, que ficam quase completamente submersos no período de cheia do rio (dezembro a maio) e expostos durante o período de seca (julho a outubro), o que acarreta uma grande diversidade de microambientes para as espécies de Loricariidae como *H. zebra*.



**Figura 3: Mapa da área de distribuição da espécie de *Hypancistrus zebra* no Rio Xingu, Amazônia brasileira. Em detalhe as quatro áreas de coleta: Gorgulho da Rita, Ilha da Fazenda, Jericoá e Belo Monte. Mapa por Allan Jamesson Jesus.**

## Amostragem

Coletas mensais foram realizadas em quatro sítios ao longo da região de distribuição da espécie, no período de março (2009) até fevereiro (2010). A captura foi feita através da coleta manual por mergulho, utilizando compressor, com tempo padronizado em uma hora, além de amostragens adicionais utilizando um transecto de 20x2 m. Em campo, todos os indivíduos capturados foram medidos em comprimento total (precisão de 0,01 centímetros) e pesados (com balança de precisão de 0,01 g).

Macroscopicamente as gônadas são de difícil caracterização. Indivíduos imaturos apresentaram gônadas muito pequenas, que não puderam ser classificadas quanto ao sexo e/ou estágio de maturação. Indivíduos maduros ou em maturação não apresentam grandes modificações na cor das gônadas ao longo do ciclo reprodutivo anual. Por isso, foi necessário o uso da microscopia para o estabelecimento de uma escala de maturação mais precisa e uma classificação dos indivíduos quanto ao estágio do ciclo reprodutivo.

Os indivíduos coletados foram anestesiados e sacrificados por uma secção da medula cervical, posteriormente, foi feita uma incisão a partir do orifício urogenital até a região da boca para a retirada das gônadas, as quais foram fixadas em solução Bouin. Após a fixação, as gônadas foram desidratadas em série crescentes de álcool (70%, 80%, 90%, 95%, 100%), diafanizadas em xilol e incluídas em parafina. Foram obtidos cortes com espessura de 5µm e corados em hematoxilina-eosina (H.E). A classificação dos estádios de maturação foi feita após observação das lâminas e segundo classificação sugerida por Nuñez e Duponchele (2009).

### **Análises**

A proporção sexual foi obtida para todo o período de coleta e bimestralmente, bem como por classes de comprimento total. O teste de  $\chi^2$  (Chi-quadrado) foi aplicado a fim de estimar possíveis diferenças entre sexos, adotando-se um intervalo de confiança de 95%.

Para determinar a periodicidade do processo reprodutivo analisou-se a freqüência relativa bimestral dos diferentes estádios de maturidade, considerando-se o número de indivíduos por estágio de maturação e bimestre como 100%. Para estabelecer o (s) local (is) preferenciais de desova da espécie analisou-se a freqüência relativa dos diferentes estádios de maturidade por cada local, considerando-se os indivíduos coletados em cada estágio de maturação por bimestre como 100%.

Para a análise do tamanho da primeira maturação (L50), os estádios de maturação foram agrupados em duas categorias: imaturos ou repouso e demais estádios ("em maturação" + "maduro" + "desovado/espermiado"). O percentual de adultos por classe de comprimento foi calculado e considerando como variável dependente (P) e o comprimento total como variável independente (L) (KING, 1995). Posteriormente, estes valores foram ajustados a uma curva logística, segundo a fórmula abaixo:

$$P = 1 / (1 + \exp [- r (L - L 50)])$$

onde,

P = proporção de indivíduos maduros

r = inclinação da curva

L = Comprimento total

L 50 = comprimento médio de maturidade sexual

## Resultados

### Proporção sexual

Foram capturados 131 indivíduos, sendo 67 fêmeas e 64 machos. Estes variaram 2,5 a 8,97 cm em comprimento total (CT) e o comprimento total médio ( $\pm$ desvio padrão) de todos os indivíduos coletados foi 5,35 cm ( $\pm$  1,25 cm). A maior frequência de indivíduos entre a classe de comprimento de 5,5 a 6 cm (Figura 4).

Nas maiores classes de comprimento observou-se apenas a presença de machos; ainda assim a diferença entre classes não foi significativa, exceto pela classe 7-7,5 cm, ( $\chi^2$  calculado = 9,42 >  $\chi^2$  tabelado = 3,84 ; gl = 1). O comprimento médio de machos foi de 5,74 ( $\pm$  1,27) e fêmeas foi de 5,12 ( $\pm$  1,26), os quais não foram considerados significativamente diferentes (T teste  $p > 0,05$ ).

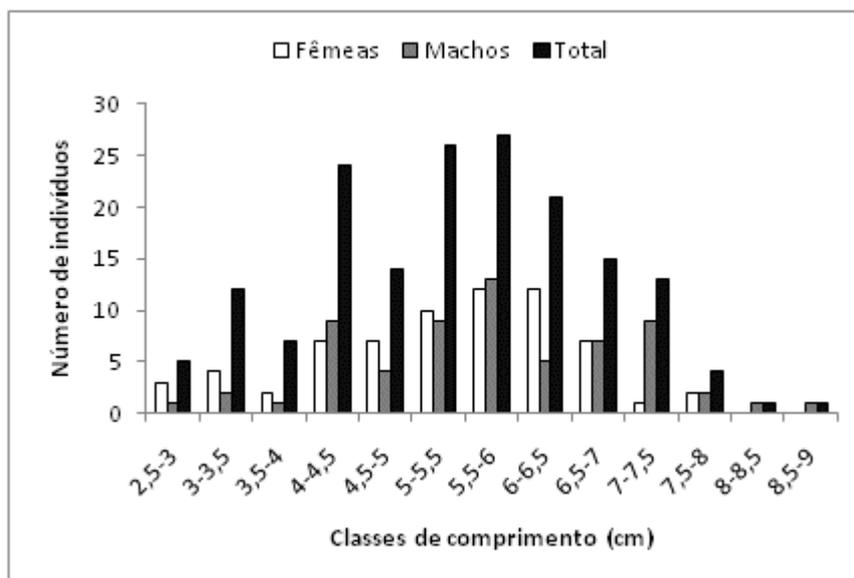


Figura 4: Distribuição de freqüência absoluta por classe de comprimento total de machos, fêmeas e sexos agrupados para *H. zebra*, capturados no período de dezembro de 2008 a fevereiro de 2010, no Rio Xingu, Amazônia Brasileira.

Com relação à proporção sexual por bimestre não houve diferenças significativas, exceto por novembro – dezembro, em que nenhum macho foi capturado ( $\chi^2$  calculado = 7,64 >  $\chi^2$  tabelado = 3,84 ; gl = 1) (Tabela 1).

Tabela 1: Proporção sexual bimensal para *H. zebra* coletados entre março de 2009 e fevereiro de 2010, no Rio Xingu, Amazônia Brasileira. Em negrito o valor significativo para o nível de 5%.

Bimestre	Freqüência Absoluta (Valores observados)		Valores esperados		$\chi^2$
	Fêmeas	Machos	Fêmeas	Machos	
mar-abr/2009	4	9	6.65	6.35	2.16
mai-jun/2009	12	9	10.74	10.26	0.30
jul-ago/2009	25	25	25.57	24.43	0.03
set-out/2009	14	13	13.81	13.19	0.01
Nov-dez/2009	8	0	4.09	3.91	<b>7.64</b>
jan-fev/2010	4	8	6.14	5.86	1.52
Total	67	64	67	64	11.66

## **Características Reprodutivas**

Como na maioria dos teleósteos, *H. zebra* é uma espécie de peixe dióica, com fecundação externa e não apresenta dimorfismos e/ou dicromatismo sexual evidentes.

## **Testículos**

São órgãos pares, achatados dorso-ventralmente. Localizam-se entre o rim posterior e a porção final do tubo digestivo. Ambos aparecem como uma estrutura lobular constituída pelos túbulos seminíferos que se unem na porção terminal próximo ao poro urogenital.

## **Células da linhagem espermatogênica**

Através da observação microscópica dos testículos foi possível identificar os seguintes tipos celulares (Figura 5):

Espermatogônias: células arredondadas, são as maiores da linhagem espermatogênica, apresenta núcleo bem definido, sendo encontradas durante todo o ciclo reprodutivo.

Espermatócitos: células menores que as espermatogônias, com um grande núcleo. Nos indivíduos em maturação, estas células estão inseridas nos cistos de espermatócitos.

Espermátides: são as menores células, semelhantes aos espermatócitos e que também estão nos cistos.

Espermatozóides: são as menores células, com núcleo altamente condensado, estão, geralmente, no lúmen do túbulo espermático onde é possível visualizar a cauda dos espermatozóides.

Células de Sertoli ou células císticas: formam o cisto espermático. São células de formato prismático com nucléolo bem evidente.

### **Estádios do desenvolvimento testicular**

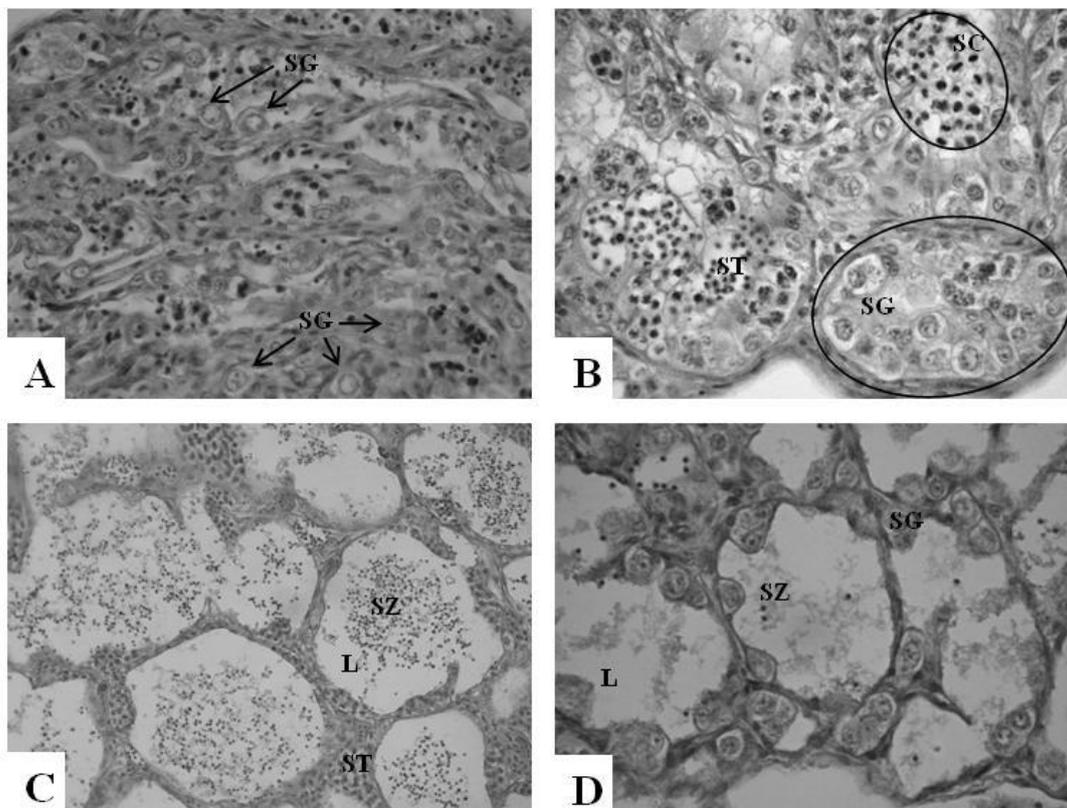
Foram caracterizados quatro estádios de desenvolvimento testicular para a espécie *H. zebra*:

Estádio I – imaturo: caracterizam-se por conter muitas espermatogônias ocupando todo o parênquima testicular, com início de formação dos cistos espermáticos (Figura 5A).

Estádio II – em maturação: apresentam todos os tipos celulares, mas principalmente um alto número de espermatogônias, muitos grupos de espermatócitos e espermatídes formando os cistos no lúmen e poucos espermatozóides (Figura 5B).

Estádio III – maduro: as gônadas apresentaram o lúmen completamente ocupado por espermatozóides, e nas regiões periféricas dos túbulos foi possível observar a presença de cistos de espermatídes (Figura 5C).

Estádio IV – esgotado: caracterizado por apresentar o lúmen totalmente vazio com alguns espermatozóides remanescentes e poucas espermatogônias nas paredes dos túbulos seminíferos (Figura 5D).



**Figura 5: Fotomicrografia testicular de *H. zebra* em diferentes de estádios de maturação. A) Imaturo, HE, 200x. B) Em maturação, HE, 200x. C) Maduro, HE, 200x. D) Espermiado, HE, 200x. SG. espermatogônias; círculo= cistos; SC. espermatócitos; ST. espermátides; L. lúmem; SZ. espermatozóides.**

## Ovários

O ovário é revestido externamente por uma lâmina delgada de peritônio abaixo da qual se observa a túnica albugínea, constituída por tecido conjuntivo denso, fibras musculares lisas e vasos sangüíneos. Esta túnica dirige-se para o interior do ovário formando estruturas denominadas lamelas ovulíferas, nas quais se encontram os ovócitos nas diferentes fases de desenvolvimento.

## Células da linhagem ovogênica

Através da observação microscópica dos ovários foi possível identificar os seguintes tipos celulares (Figura 6):

Ovogônias: células arredondadas, indiferenciadas, é o menor tipo celular observado.

Ovócitos fase I: Correspondem aos ovócitos previtelogênicos e são caracterizados por um tamanho pequeno, um citoplasma homogêneo basofílico, um ou mais nucléolos centrais ou sub-centrais.

Ovócitos fase II: indicam o início da vitelogênese e são facilmente distinguidos dos ovócitos fase I pela presença, no citoplasma periférico, de gotículas lipídicas (Vitelogênese endógena), os alvéolos corticais.

Ovócitos fase III: São ovócitos maiores, nos quais é possível observar duas estruturas de membrana: o córion (zona radiata ou zona pelúcida), e a teca ou camada granulosa. Alvéolos corticais são geralmente localizados apenas na periferia do citoplasma, que está quase todo preenchido com gotículas de vitelo. O núcleo ainda é visível e localizado em uma posição central.

Ovócitos fase IV: o citoplasma está completamente cheio de vitelo. Os alvéolos corticais ainda são visíveis em uma camada quase contínua na periferia do ovócito.

Células em atresia: aqueles ovócitos do tipo III ou IV que não foram desovados e permanecem nos ovários, ficando com aspecto irregular, perdendo a configuração arredondada.

Folículo pós-ovulatório: é uma estrutura visível somente após a desova, esta estrutura é a lamela ovulígera que circundava os ovócitos.

## **Estádios do desenvolvimento ovariano**

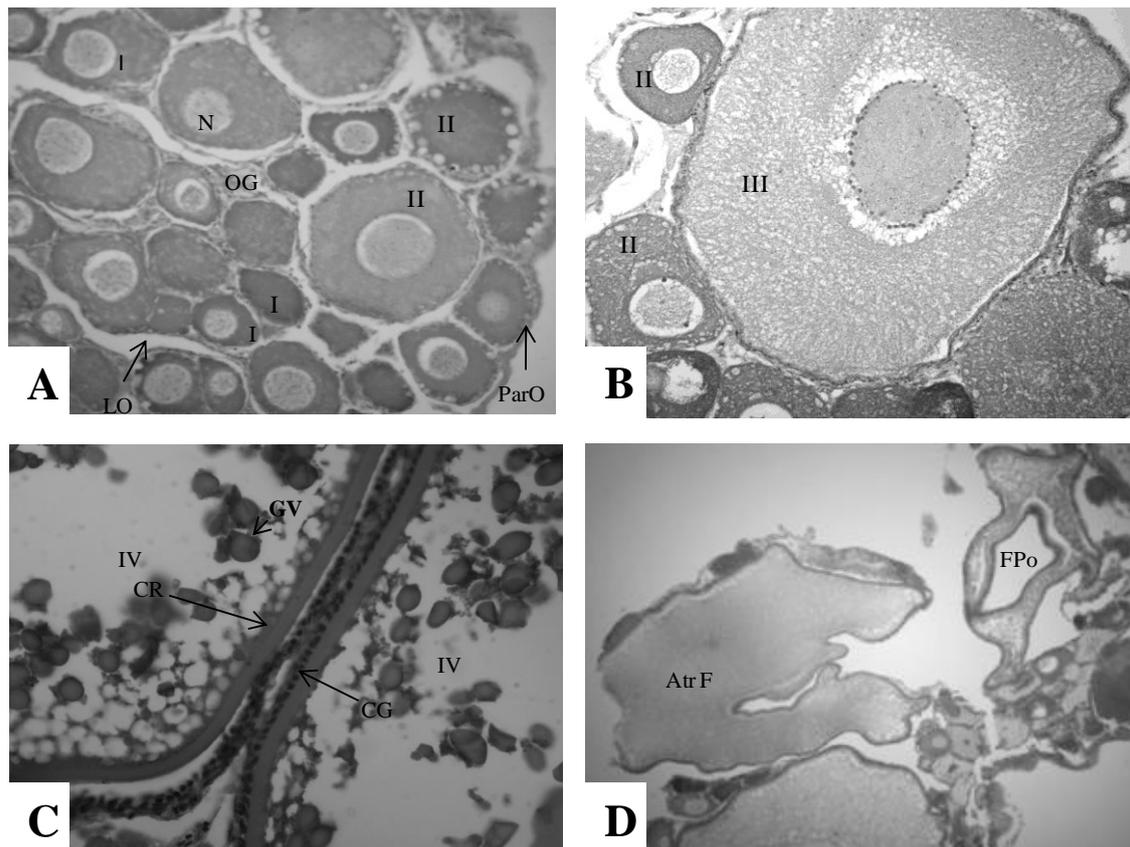
A escala de maturidade das fêmeas com base na caracterização histológica foi estabelecida levando-se em consideração o número e a presença de células de cada tipo:

Imaturo: A gônada apresenta células de estágio I e II basófilas, além da presença de inúmeras ovogônias (Figura 6 A).

Em maturação: indivíduos neste estágio apresentam todos os tipos ovocitários, com predominância de ovócitos em fase III e uma coloração mais acidófila (Figura 6B).

Maduro: fêmeas maduras, apresentaram suas gônadas repletas de ovócitos do tipo IV. Apresenta uma espessa zona radiata, em relação a camada granulosa. Apresentam pequenas quantidades de ovócitos fase I e II (Figura 6C).

Desovado: Ovos não fertilizados continuam presentes no lúmen, principalmente na fase IV. É possível identificar alguns folículos pós-ovulatórios e células em atresia (Figura 6D).



**Figura 6: Fotomicrografia oocitária de *H. zebra* em diferentes de estádios de maturação. A) Imatura, HE, 200x. B) Em maturação, HE, 200x. C) Madura, HE, 400x. D) Desovada, HE, 200x. I. ovócito tipo I; II. Ovócito tipo II; III. Ovócito tipo III; IV. Ovócito tipo IV. N. núcleo; CR. Coroa radiata; CG. Células foliculares; GV. Gotícula de vitelo; AtrF. Atresia celular; FPo. Folículo pós-ovulatório.**

## Freqüência relativa dos estádios de maturação

A freqüência relativa dos estádios de maturação ao longo do período de coleta mostra um ciclo mais facilmente identificável para as fêmeas. Os estágios maduros e desovado ocorrem ao longo de um extenso período desde maio até dezembro, o que indicaria um longo período de reprodução para esta espécie. Contudo, em uma observação mais detalhada, é possível observar dois picos de indivíduos maduros, sendo um entre maio e junho e outro maior entre novembro e dezembro (Figura 7), o que indicaria dois períodos de maior intensidade de desovas. Para os machos este ciclo não foi tão evidente, já que ao longo de todo o ano foram capturados indivíduos no estágio “espermiado” e, nos meses de novembro e dezembro, somente fêmeas foram capturadas.

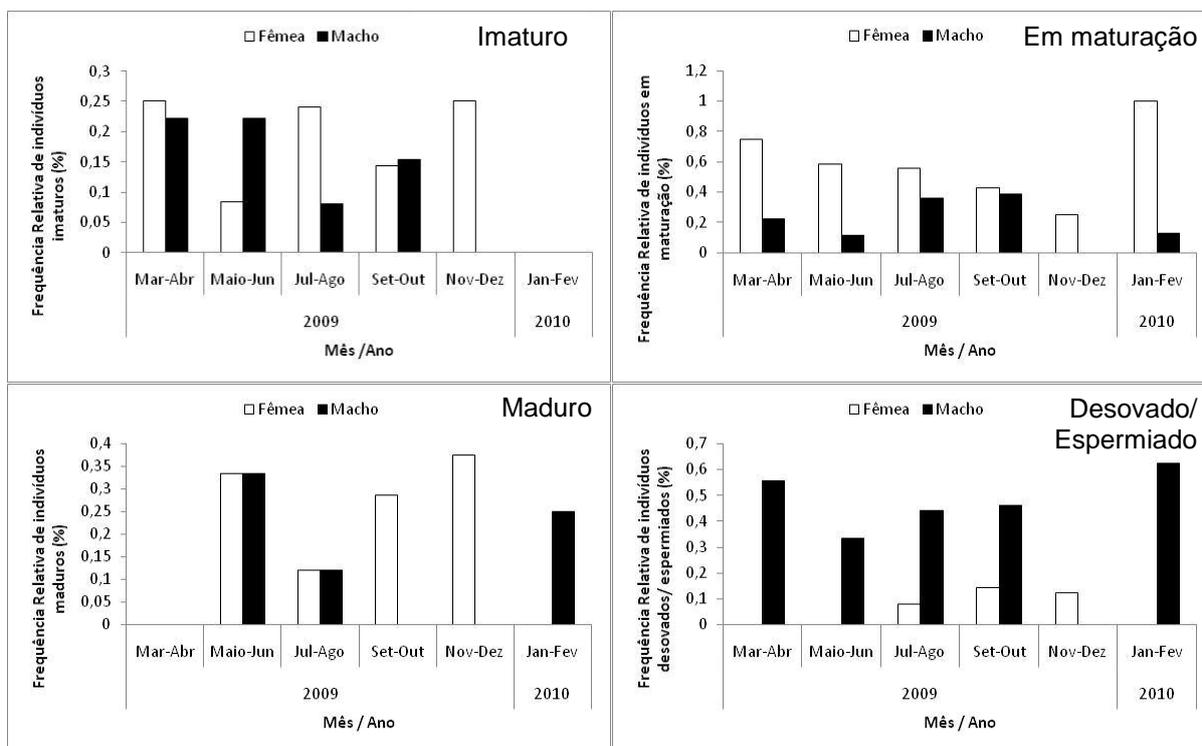


Figura 7: Freqüência relativa de estádios gonadais de fêmeas de *H. zebra* capturados no Rio Xingu. (A) Imatura; (B) Em maturação; (C) Madura; (D) Desovadas.

Com relação ao local de desova da espécie, notou-se que para ambos os sexos, a localidade de Gorgulho da Rita foi a que apresentou mais indivíduos imaturos, e as áreas de Jericoá e Belo Monte apresentaram mais indivíduos maduros (Figura 8), indicando que nestas duas localidades ocorreria preferencialmente a desova da espécie.

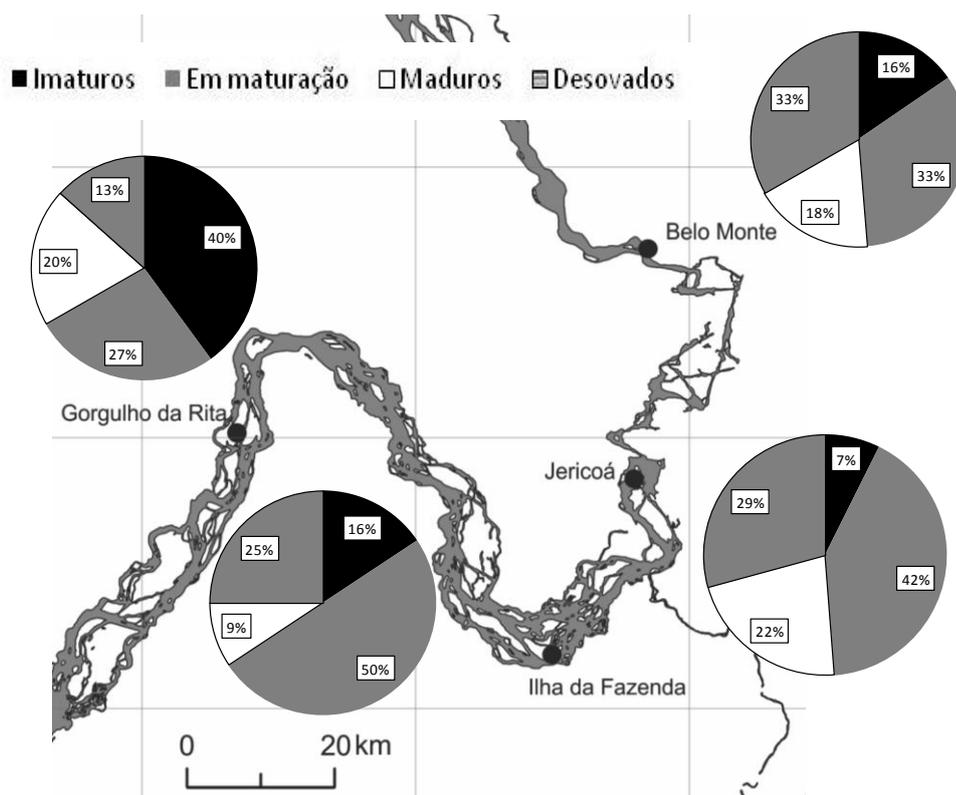
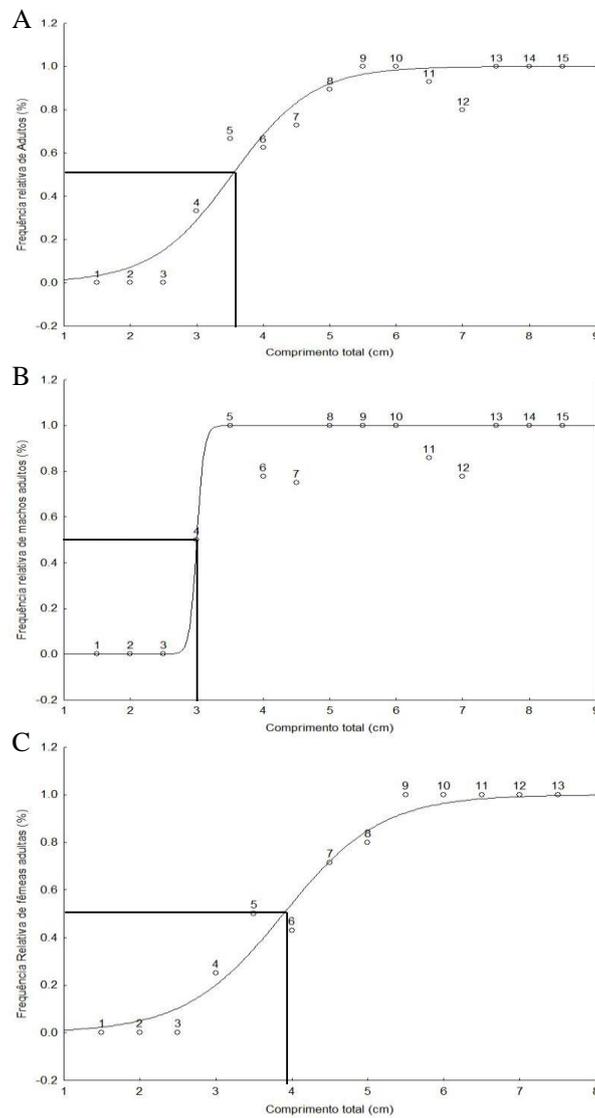


Figura 8: Frequência relativa dos estágios gonadais por local de coleta para sexos agrupados de *H. zebra* capturados no Rio Xingu, Amazônia brasileira.

### Tamanho de primeira maturidade sexual

O comprimento de primeira maturação ( $L_{50}$ ) para sexos agrupados foi estimado em 3,53 cm e o comprimento, no qual 100% da população encontra-se apta a reprodução foi estimado em 5,5 cm (Figura 9A). Para machos os esses valores mudam bastante sendo 3 cm e 3,2 cm, respectivamente (Figura 9B). Enquanto que para fêmeas os valores estimados foram, respectivamente,

3,88 cm e 5,5 cm (Figura 9C). O que indica que machos pouco mais cedo que as fêmeas.



**Figura 9: Tamanho de primeira maturidade sexual para indivíduos de *H. zebra* capturados no Rio Xingu, Amazônia Brasileira, no período de março de 2009 a fevereiro de 2010. (A) Sexos agrupados; (B) Machos; (C) Fêmeas.**

## Discussão

Diferenças na proporção sexual para *Hypancistrus zebra* só foram observadas no bimestre novembro-dezembro, no qual não houve captura de machos. Considerando que nestes meses houve um pico de reprodução, isto poderia indicar que há alguma diferença comportamental entre sexos, como um possível cuidado parental efetuado pelos machos, de modo que estes ficariam mais tempos nas fendas cuidando dos ovos, enquanto que as fêmeas ficariam livres e mais suscetíveis a captura. Sabe-se que na família Loricariidae o cuidado parental por parte dos machos é bem conhecido (TOS, AGOSTINHO, SUZUKI, 1997; SUZUKI, AGOSTINHO, WINEMILLER, 2000), contudo é importante salientar que este comportamento não foi observado em campo.

A proporção sexual de uma espécie pode ser influenciada por diversos fatores como, por exemplo, taxas de crescimento como descrito para *Plecostomus albopunctatus* (Antoniutti, 1985), embora este mesmo autor cite que diferenças comportamentais entre os sexos, seletividade na captura e mortalidade também podem causar diferenças na proporção sexual de loricarídeos.

Em função do tamanho reduzido das gônadas dos indivíduos juvenis não foi possível estabelecer uma escala macroscópica para esta espécie, a mesma dificuldade foi relatada para *Pseudotothyris obtusa*, uma espécie de pequeno porte, no trabalho de Menezes (2000).

Assim, o pequeno porte e a ausência de modificações acentuadas na coloração das gônadas para *Hypancistrus zebra*, principalmente para machos, é um fator que deve dificultar e encarecer os estudos de monitoramento, haja vista a dependência de uma análise histológica para o acompanhamento do ciclo reprodutivo desta espécie.

De modo que se optou por uma análise histológica adotando-se critérios que simplificassem a identificação dos estádios de maturidade, critérios similares foram adotados para fêmeas de *Plecostomus commersonii* e *Hypostomus strigiceps* por Agostinho e colaboradores (1982) e Takahashi (2008), respectivamente

Nuñes e Duponchele (2009) em seu trabalho de revisão constataram a existência de diversas publicações com escalas muito díspares de maturação gonadal: desde escalas muito simples com três estádios, e até escalas muito detalhadas e complexas com nove estádios. Para espécies da família Loricariidae a maioria das escalas são elaboradas com mais de quatro estádios de maturação, embora alguns trabalhos ainda estabeleçam números diferentes de estádios para machos e fêmeas (AGOSTINHO et al., 1986; AGOSTINHO et al., 1987; BARBIERI, 1994; MENEZES, ARANHA, CARAMASCHI, 1998)

Apesar das diferenças nos critérios de classificação, a maioria dos trabalhos que apresentam uma escala de maturidade baseada em dados histológicos concorda que, para fêmeas, existem pelo menos seis tipos de ovócitos: tipo I (cromatina nucleolar); tipo II (perinucleolar inicial); tipo III (perinucleolar avançada); tipo IV (vesícula vitelínica); tipo V (vitelogênese); tipo VI (maduro) (AGOSTINHO et al., 1982) e outros acrescentam como outro tipo celular o folículo pós-ovulatório (TOS et al., 1997).

Para a espécie *H. zebra*, neste trabalho, optou-se por uma classificação mais simples seguindo Nuñes e Duponchele (2009) assumindo apenas quatro tipos ovocitários, de modo que cada tipo seja característico de um estádio de maturidade gonadal. Nesta escala os tipos ovocitários cromatina nucleolar e perinucleolar inicial, foram agrupados em um só, conhecido por célula do tipo I, e os tipos ovocitários perinucleolar avançada e vesícula vitelínica, foram agrupados em células do tipo II, o restante das fases apresentou-se de maneira igual.

Para machos também a maioria dos trabalhos aponta a existência de quatro a seis tipos espermatogênicos distintos: espermatogônia primária, espermatogônia secundária, espermatócitos, espermatídes e espermatozóides (AGOSTINHO et al., 1987; MENEZES et al., 2000). Contudo, novamente para simplificar, com *H. zebra* optou-se por uma classificação de quatro tipos celulares: espermatogônia, espermatócito, espermatíde e espermatozóide. Estes critérios buscam simplificar os trabalhos de monitoramento que serão obrigatórios na região sob influência do Empreendimento Hidroelétrico.

Os resultados deste trabalho indicaram que *H. zebra* apresenta um período longo de desova, contudo com dois picos de maior intensidade durante o ciclo anual. Winemiller (1989) estudando padrões de história de vida em

peixes de água doce na Venezuela apresentou três tipos de estratégias reprodutivas: estratégia de equilíbrio, na qual ocorre uma alta sobrevivência de juvenis decorrentes do cuidado parental; estratégia oportunista, a qual na maioria são espécies pequenas com uma alta mortalidade entre juvenis e adultos decorrente de altas taxas de predação e estratégia sazonal, que agrupa as espécies com ciclo reprodutivo bem marcado pelo aumento na precipitação, ou pela subida dos níveis dos rios.

Considerando esta classificação, *H. zebra* seria incluída nas espécies oportunistas, por combinar múltiplos eventos reprodutivos com rápido recrutamento de indivíduos adultos com altas taxas de maturação.

Segundo os resultados da proporção entre indivíduos em diferentes estádios de maturação sexual por bimestre, *H. zebra* não pode ser classificada como uma espécie de desova parcelada, pois foram encontradas fêmeas maduras em quase todo o período seco, e machos maduros nos bimestres de maio – junho, julho – agosto e janeiro – fevereiro, de forma que se sugere que esta espécie apresenta um longo ciclo reprodutivo com a ocorrência de picos de indivíduos maduros, que ocorreram um na transição entre seca e cheia (novembro-dezembro, para fêmeas e janeiro e fevereiro para machos) e outro na transição do período seco para o período cheio (maio e junho para ambos os sexos).

A desova em parcelas é um padrão conhecido para a família Loricariidae (Vazzoler 1996). Contudo Vazzoler (1996) e Ramos (1999) registram exceções deste padrão para *Rhinelepis aspera*, *Megalancistrus aculeatus* e *Hemiancistrus* sp. que apresentaram desova total. Godinho (2010) reportou que peixes de ambientes lóticos têm sua desova associada aos períodos de maior precipitação, e conseqüentemente, subida dos níveis de água dos rios, sendo esta uma adaptação para aumentar o sucesso reprodutivo.

A estratégia de um ciclo longo com picos de desova pode apresentar vantagens para esta espécie que está tendo seu habitat ameaçado por um grande empreendimento hidroelétrico na sua área de distribuição, já que a cada ano esta possui pelo menos duas chances de sucesso reprodutivo, além de que picos reprodutivos com intervalo de tempo entre si reduziriam a competição entre a prole (GODINHO et al., 2010).

Apesar, da sazonalidade na reprodução, é importante salientar que os picos de desova ocorreram em períodos em que o rio encontrava-se em transição entre cheia e seca. Considerando que no projeto do empreendimento hidrelétrico, o rio ficará com uma vazão menor na região de distribuição desta espécie e com uma profundidade intermediária, estes resultados deixam uma esperança que a espécie possa se adaptar as modificações no nível do rio e continue se reproduzindo mesmo depois do funcionamento da hidroelétrica. Contudo, somente o monitoramento da reprodução após a instalação do empreendimento poderá elucidar definitivamente este assunto.

Com relação à distribuição dos estádios de maturação por localidade de coleta, Gorgulho da Rita apresentou maior número de indivíduos imaturos para ambos os sexos. Este resultado pode estar relacionado com o fato de esta localidade ser o mais próximo da cidade de Altamira, onde se concentram grande parte dos pescadores de ornamentais. As pescarias de *H. zebra* nesta localidade ocorrem há tempos, retirando da população os indivíduos adultos, o que pode estar afetando as taxas de reprodução nesta região. As localidades de Ilha da Fazenda, Jericoá e Belo Monte localizadas a jusante de Altamira e mais distantes da cidade, apresentaram entre si uma distribuição semelhante de indivíduos adultos e juvenis, com predominância de indivíduos adultos. Isto pode ser considerado um efeito da distância dessas localidades da cidade centro da pressão pesqueira. Embora as localidades de Ilha da Fazenda e Belo Monte possuem pescadores de ornamentais moradores dessas áreas, estes são em menor número e aparentam ser mais conscientes de que uma alta pressão de exploração poderia acabar resultando no desaparecimento desta espécie. Jericoá, por ser o local bastante distante de Altamira, como pouca densidade demográfica e de difícil acesso, pelas barreiras geográficas impostas pelas inúmeras corredeiras e cachoeiras, parece justificar o grande número de indivíduos adultos. Pelo fato que nas maiores classes de comprimento observadas só terem sido capturados indivíduos machos, não houve uma diferença significativa que permitisse a afirmação de nesta espécie os machos são maiores que as fêmeas.

O conhecimento do início da primeira maturação com base no comprimento médio dos indivíduos da população é importante principalmente quando se estuda populações sujeitas à exploração (VAZZOLER, 1981).

De posse, destes resultados deve-se salientar que ambientes aquáticos, principalmente os grandes rios do Brasil, devem ser levados em consideração na proteção e conservação dos recursos pesqueiros. Godinho e colaboradores (2010) relataram que a construção de usinas hidroelétricas tem gerado profundas alterações nestes ambientes, e ainda que, muitas espécies possam se adaptar ao novo ambiente produzido por estes empreendimentos, muitas espécies, que, muitas vezes, são conhecidas por serem importantes recursos pesqueiros não conseguem se adaptar e conseqüentemente não completam seu ciclo de vida nestes novos habitat.

## Referências

AGOSTINHO, A. A., BARBIERI, G., VERANI, J. R. e AGOSTINHO, C. S. 1986. Ciclo reprodutivo e primeira maturação de *Rhineleps aspera* (Agassiz, 1829) (Teleostei - Loricariidae) no Rio Paranapanema. **Revista Unimar**, v.8, n.11, p.17-27.

AGOSTINHO, A. A., BARBIERI, M. C., AGOSTINHO, C. S. e BARBIERI, G. 1987. Biologia Reprodutiva de *Rhineleps aspera* (Agassiz, 1829) (Teleostei, Loricariidae) no Rio Paranapanema. I. Estrutura dos testículos e escala de maturidade. **Revista Brasileira de Biologia**, v.47, n.3, p.309-317.

AGOSTINHO, A. A., NARAHARA, M. Y. e GODINHO, H. M. 1982. Morfologia dos ovários de *Plecostomus commersonii* (Valenciennes, 1840) Osteichthyes Loricariidae: Desenvolvimento dos ovócitos e Escala de Maturidade. **Revista Brasileira de Biologia**, v.42, n.1, p.71-77.

ARMBRUSTER, J. W. e PAGE, L. M. 2006. Redescription of *Pterygoplichthys punctatus* and description of a new species of *Pterygoplichthys* (Siluriformes: Loricariidae). **Neotropical Ichthyology**, v.4, n.4, p.401-409.

BARBIERI, G. 1994. Dinâmica da Reprodução do Cascudo, *Rineloricaria latirostris* Boulenger (Siluriformes, Loricariidae) do Rio Passa Cinco , Ipeúna, São Paulo. **Revista Brasileira De Zoologia**, v.11, n.4, p.605-615.

CAMARGO, M. O. e GHILARDI, R., JR. (ORG.). 2009. **Entre a Terra, as águas e os pescadores do Médio Rio Xingu: Uma abordagem Ecológica**. Belém. 329 p.

GODINHO, A. L., LAMAS, I. R. e GODINHO, H. P. 2010. Reproductive Ecology of Brazilian freshwater fishes. **Environmental Biology of fish**, v.87, p.143-162.

IBAMA. **Diagnóstico Ambiental da AHE - Belo Monte - Médio e Baixo Xingu - Ictiofauna e Pesca**. Universidade Federal do Pará / Museu Paraense Emílio Goeldi. Belém, p.434. 2008

ISBRÜCKER, I. J. H. e NIJSSEN, H. 1991. *Hypancistrus zebra*, a new genus and species of uniquely pigmented ancistrine loricariidae fish from the Rio Xingu, Brazil. **Ichthyological Exploration of Freshwaters**, v.1, n.4, p.345-350.

KING, M. 1995. **Fisheries Biology: assessment and management**. UK: Fishing news books (Oxford)

LE CREN, E. D. 1951. The Length-Weight Relationship and Seasonal Cycle in gonad Weight and Condition in the Perch (*Perca fluviatilis*). **Journal of Animal Ecology**, v.20, n.2, p.201-219.

MENEZES, M. S., ARANHA, J. M. R. e CARAMASCHI, E. P. 1998. Ocorrência e Aspectos da Biologia Reprodutiva de *Harttia loricariformis* (Loricariinae) no trecho inferior do Rio Paraíba do Sul (Rio de Janeiro, Brasil). **Acta Biológica Paranaense**, v.27, p.15-26.

MENEZES, M. S., TAKEUTI, D. F., ARANHA, J. M. R. e VERANI, J. R. 2000. Desenvolvimento gonadal de machos e fêmeas de *Pseudotothyris obtusa* (Ribeiro, 1911) (Loricariidae, Hypoptopomatinae). **Acta Biológica Paranaense**, v.29, p.89-100.

NUÑES, J. e DUPONCHELE, F. 2009. Towards a universal scale to assess sexual maturation and related life history traits in oviparous teleost fishes. **Fish Physiology and Biochemistry** v.35, p.167-180.

PRANG, G. 2007. An Industry Analysis of the Freshwater Ornamental Fishery with Particular Reference to the Supply of Brazilian Freshwater Ornamentals to the UK Market. **UAKARI**, v.3, n.1, p.7 - 51.

SUZUKI, H. I., AGOSTINHO, A. A. e WINEMILLER, K. O. 2000. Relationship between oocyte morphology and reproductive strategy in Loricariid catfishes of the Paraná River, Brazil. **Journal of Fish Biology**, v.57, p.791-807.

TAKAHASHI, E. L. H., GOITEIN, R. e NAKAGHI, L. S. O. 2008. Maturidade do ovário no cascudo *Hypostomus strigaticeps* (Siluriformes, Loricariidae). **Acta Scientiarum Biological Sciences**, v.30, n.1, p.107-112.

TOS, C. D., AGOSTINHO, A. A. e SUZUKI, H. I. 1997. Population Structure and Reproductive Biology of *Loricariichthys platymetopon* (Siluriformes, Pisces) in the Upper River Paraná. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.40, n.4, p.793-807.

VAZZOLER, A. E. A. D. M. 1981. **Manual de métodos para estudos biológicos em populações de peixes: Reprodução e Crescimento**. Brasília: CNPq. 106 p.

WINEMILLER, K. O. 1989. Patterns of variation in life history among South American fishes in seasonal environments. **Oecologia**, v.81, p.225-241.

**CAPÍTULO 2: Dinâmica Populacional do imperial pleco  
*Hypancistrus zebra* Isbrücker & Nijssen, 1991 no Rio  
Xingu, Amazônia Brasileira**

## **Artigo 2 – Dinâmica Populacional de *Hypancistrus zebra* Isbrücker & Nijssen, 1991 no Rio Xingu, Amazônia Brasileira.**

Ana Paula Oliveira Roman, Rossineide Martins da Rocha e Victoria Isaac

### **Resumo**

A espécie *Hypancistrus zebra* apesar de proibida para captura e comercialização, continua sendo explorada ilegalmente, e ainda está ameaçada pela iminente construção de um complexo de aproveitamento hidroelétrico no seu trecho de distribuição. De modo que, objetivou-se determinar a estrutura populacional em sexo e comprimento, além de determinar taxas de crescimento individual, os parâmetros da curva de crescimento, mortalidade, recrutamento e tamanho médio de primeira captura para esta espécie. A coleta de indivíduos de *H. zebra* feita durante 13 meses, sendo uma no mês de dezembro de 2008 e depois mensalmente a partir de março (2009) e até fevereiro (2010). Todos os parâmetros foram estimados com auxílio do Programa FISAT II. Os parâmetros populacionais médios estimados foram:  $L_{\infty} = 9,93$  cm;  $k = 0,64$ ;  $Z = 2,31$ ;  $M = 1,87$ ;  $F = 0,44$  e o  $L_{c50} = 3$  cm. A Análise de rendimento por recruta mostra que o estoque está em condições razoáveis de exportação.

## Introdução

A pesca ornamental é uma atividade econômica de extrema relevância para a Amazônia Legal brasileira (ANJOS et al., 2009). Nesta região, o mercado do aquarismo ainda é o mais diverso com centenas de variedades de espécies exportadas a cada ano, embora ainda seja uma atividade essencialmente extrativista e centralizada em apenas duas sub-bacias: no rio Negro, região de Barcelos – Estado do Amazonas e no Rio Xingu, região de Altamira – Estado do Pará (PELICICE, AGOSTINHO, 2005; JUNK, SOARES, BAYLEY, 2007; MOREAU, COOMES, 2007).

O Estado do Pará é reconhecidamente o maior exportador de espécies da família Loricariidae, mundialmente conhecidos pelo “código L”, sendo a espécie *Hypancistrus zebra*, conhecido como acari-zebra, àquela de maior potencial de exportação pelo seu alto valor no mercado internacional (IBAMA, 2008b).

A espécie *H. zebra* tem como característica mais marcante, inclusive evidenciada na sua descrição taxonômica, um padrão de listras oblíquas pretas e brancas por todo o corpo, inclusive nas nadadeiras (ISBRÜCKER, NIJSSEN, 1991). Possui uma distribuição geográfica restrita ao setor Médio e Baixo Rio Xingu, caracterizando-se como espécie endêmica da região; esta espécie é também rara, pela sua baixa abundância, o que dificulta a investigação de seu ciclo de vida e outras características biológicas e ecológicas (IBAMA, 2008a).

Além disso, pela sua extrema exploração pesqueira foi caracterizada como espécie-problema, motivo pelo qual foi incluída na Instrução Normativa MMA nº05/2004, que destaca espécies ameaçadas de extinção, proibindo sua captura. Contudo sabe-se que, *H. zebra*, continua sendo capturado e exportado ilegalmente. Além da pressão de pesca, seu habitat ainda está ameaçado pela construção de um complexo de aproveitamento hidrelétrico no seu trecho de distribuição.

Sem nenhuma informação sobre sua biologia e ecologia, além do trabalho de descrição desta espécie realizado em 1991 por Isbrücker e Nijssen, parece evidente que estudos sobre este loricarídeo, visando à compreensão do seu ciclo de vida, reprodução e dinâmica populacional (crescimento, recrutamento, mortalidade, etc.), são extremamente necessários para a

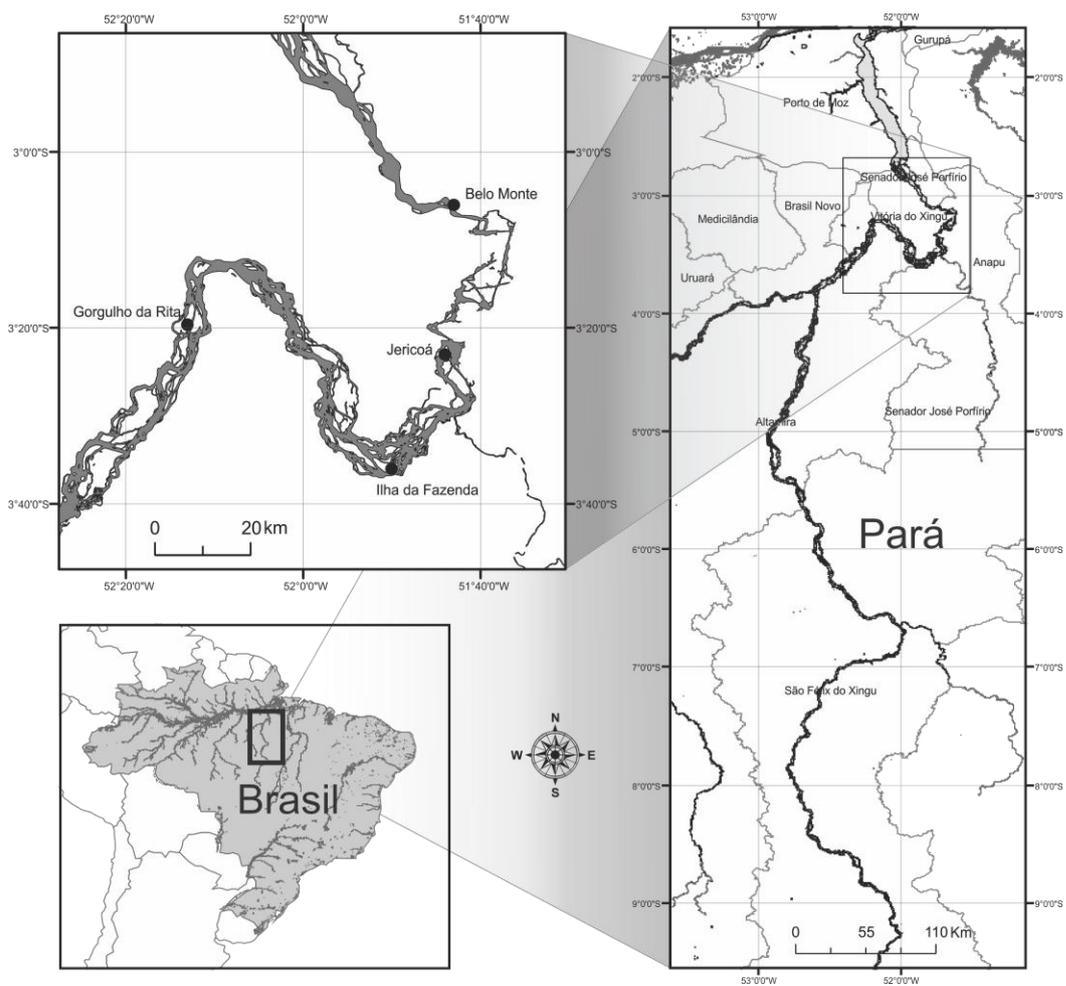
conservação desta espécie. As alterações na sua densidade poderão ocorrer devido à construção da Usina de Aproveitamento Hidrelétrico de Belo Monte, sem que se conheça antes suas características populacionais e história de vida. Desta forma, a falta de informações sobre esta espécie é considerada como mais um agravante da magnitude dos impactos esperados pelo seu uso desordenado e as alterações na hidrologia regional (IBAMA, 2008a; ROSA, LIMA, 2008).

Por este motivo, o presente estudo teve como objetivo determinar a estrutura populacional em sexo e comprimento, determinar taxas de crescimento individual, os parâmetros da curva de crescimento, mortalidade, recrutamento e tamanho médio de primeira captura, além de diagnosticar o estado de exploração desta espécie.

## **Material e Métodos**

### **Área de Estudo**

O Rio Xingu é um dos principais tributários da margem direita do Rio Amazonas e sua bacia possui mais de 500.000 km<sup>2</sup>, ocupando 24,5% do território do estado do Pará, no Brasil. Possui mais de 1.600 km de comprimento e corre, na maior parte do seu curso, no sentido S-N (IBAMA, 2008a). Este estudo foi realizado na região de ocorrência de *Hypancistrus zebra*, na porção média do Baixo rio Xingu, entre as localidades de Gorgulho da Rita e Belo Monte (Figura 10). Esta região se caracteriza pela grande declividade e é conhecida pelos grandes afloramentos de rochas cristalinas do complexo pré-cambriano do Brasil Central, que ficam quase completamente submersas no período de cheia do rio (dezembro a maio) e expostas durante o período de seca (julho a outubro). Esta configuração resulta em uma grande diversidade de microambientes que é utilizada por uma grande quantidade de espécies, a maior parte de pequeno porte, como é o caso do acari zebra, *H. zebra*, objeto deste trabalho, que habita fendas e pequenos espaços entre os blocos rochosos.



**Figura 10: Mapa da área de distribuição da espécie de *Hypancistrus zebra* no Rio Xingu, Amazônia brasileira. Em detalhe as quatro áreas de coleta: Gorgulho da Rita, Ilha da Fazenda, Jericoá e Belo Monte.**

## Amostragem

A coleta de indivíduos de *H. zebra* foram realizadas durante 13 meses, sendo uma coleta piloto no mês de dezembro de 2008 e depois mensalmente a partir de março (2009) e até fevereiro (2010). Foram delimitados quatro sítios ao longo da região de distribuição da espécie, a saber: Belo Monte, Jericoá, Ilha da Fazenda e Gorgulho da Rita (Figura 10). A captura foi feita através da coleta manual por mergulho, utilizando compressor, realizado por pescadores especializados. O tempo de mergulho foi padronizado em uma hora, totalizando 275 indivíduos capturados. Em campo, todos os indivíduos capturados foram medidos em comprimento total (precisão de 0,01 centímetros) e pesados (com balança de precisão de 0,01 g).

## Análise de dados

Para os estudos de crescimento relativo, foi estabelecida a relação peso-comprimento, para sexos grupados e separados, representada pelo modelo exponencial,  $PT=aCT^b$  e ajustada pelo método dos mínimos quadrados, após transformação logarítmica dos dados para obter linearidade e onde “a” e “b” são os parâmetros da equação. O coeficiente angular “b” da relação peso/comprimento foi comparado entre machos e fêmeas através do teste t de Student (ZAR, 1999). Para todos os casos foi utilizado  $p = 0,05$ .

A estrutura da população foi analisada através das distribuições de frequência de comprimento total, plotadas com todos os indivíduos coletados, então, foram agrupadas bimestralmente, com um intervalo de classe de 0.5 cm, bem como pelos comprimentos médios de cada amostra.

Para o estudo do crescimento somático foi utilizado o modelo de Von Bertalanffy (1938):  $L_t = L_\infty [1 - e^{-k \cdot (t - t_0)}]$

Onde,  $L_t$  é o comprimento na idade  $t$  (anos),  $L_\infty$  é o comprimento assintótico (cm),  $k$  é o coeficiente de crescimento ( $\text{ano}^{-1}$ ) e  $t_0$  (anos) é a idade teórica quando o comprimento é 0. Para estimar os parâmetros de crescimento, foram utilizadas várias metodologias disponíveis no pacote computacional FISAT II (GAYANILO, SPARRE, PAULY, 1994).

Inicialmente, foram identificadas modas (ou grupos etários) a partir das frequências de tamanho agrupadas bimestralmente, segundo o método de Bhattacharya (1967), onde o comprimento médio de cada coorte foi obtido pela separação das curvas normais superpostas e transformações logarítmicas. A seguir, supondo que os comprimentos de cada coorte podem ser seguidos em cada amostra, foi possível fazer a ligação dos pontos médios ao longo do ano. Desta forma, a curva de crescimento pode ser traçada e os parâmetros ( $L^\infty$  e  $K$ ) estimados, com ajuda de dois métodos:

(1) Appeldorn (1987): testa inúmeras curvas de crescimento, estimando séries de  $K$  e  $L^\infty$ , a fim de minimizar os quadrados dos desvios entre os valores de  $L_t$  observados e calculados por cada combinação;

(2) Munro (1982): método que utiliza dados de incremento no crescimento para estimar  $K$  e  $L^\infty$ , ou  $K$  em separado quando se conhece o valor de  $L^\infty$ ;

Ainda foi utilizado o método de ajuste do ELEFAN I (PAULY, DAVID, 1981) (busca automática e ajuste manual) que utiliza as médias corridas das distribuições de frequência de comprimento para encontrar picos, que representam os comprimentos médios das coortes, após o qual as curvas de crescimento são calculadas buscando o melhor ajuste do modelo, sendo esta a curva que passa pelo maior número de picos possíveis, evitando o maior número possível de vales (valores intermodais).

A longevidade, ou seja, o tempo que um indivíduo leva para alcançar 95% do comprimento assintótico ( $A_{0.95}$ ), foi estimada com base na fórmula proposta por Taylor (1960):  $A_{0.95} = t_0 + 2.996/k$ .

Para o cálculo das taxas de mortalidade total (Z) foi utilizado o programa FISAT II, a partir da curva de captura convertida em comprimento, segundo Ricker (1975) para a espécie e os valores de K e  $L_{\infty}$  obtidos com a rotina ELEFAN I, Munro e Appeldorn, bem como pela média desses parâmetros para esses métodos. A equação empírica de Pauly (PAULY, 1980) foi utilizada para o cálculo da taxa de mortalidade natural (M), considerando a temperatura como 28°C. Deste modo, a mortalidade por pesca (F) foi obtida através da diferença entre Z e M. A partir das taxas de mortalidade natural e total foi calculada a taxa de exploração (E) segundo a equação  $E=F/Z$ .

Para estimar o período de recrutamento foram utilizadas as diferenças entre as médias de comprimento por bimestre e a média de comprimento total. Os desvios negativos significam que há predominância de indivíduos de pequeno porte e foram interpretados como indicadores da entrada dos recrutas na população.

O modelo de rendimento por recruta foi realizado a partir da equação de Beverton e Holt (1987), que estabelece que, uma vez conhecidos K,  $L_{\infty}$  e M, o rendimento relativo por recruta (s) é uma função da mortalidade por pesca (F) e da idade ou tamanho de 1ª captura ( $t_c$  ou  $L_c$ , respectivamente). Na aplicação do modelo contido no pacote estatístico FISAT II, foi suposta uma seleção de tamanhos do tipo “fio de navalha”. Este programa estima o  $E_{m\acute{a}x}$ , que é a taxa de exploração máxima que otimiza os rendimentos, e o  $E_{0,10}$ , o qual representa a taxa de exploração quando o modelo tem inclinação no valor de 10% do máximo sustentável. Para as aplicações práticas e para estimar o tamanho e idade média dos indivíduos na população foi utilizado um macro no programa Excel.

## **Resultados**

### **Estrutura populacional**

Os indivíduos coletados variaram de 1,96 cm a 8,97 cm de comprimento total (CT) e o comprimento total médio ( $\pm$  desvio padrão) de todos os indivíduos coletados foi 5,36 centímetros ( $\pm$  1,25 centímetros).

A distribuição mensal de indivíduos capturados indica como meses de maior captura, àqueles que correspondem à estação seca (julho, agosto, setembro e outubro) (Tabela 2).

Os comprimentos médios por mês variaram de 4,59 cm a 6,84 cm, sendo menores nos meses de dezembro de 2008 e outubro de 2009 e maiores em maio de 2009 e janeiro de 2010. Entre maio e junho foram capturados os maiores indivíduos, enquanto que entre setembro e outubro foram os meses, os quais foram capturados indivíduos menores, caracterizando um provável período de recrutamento.

**Tabela 2: Comprimentos totais mínimos, máximos, médias e desvio padrão, por mês, de indivíduos de *Hypancistrus zebra* coletados no Rio Xingu – PA entre 2008 e 2010.**

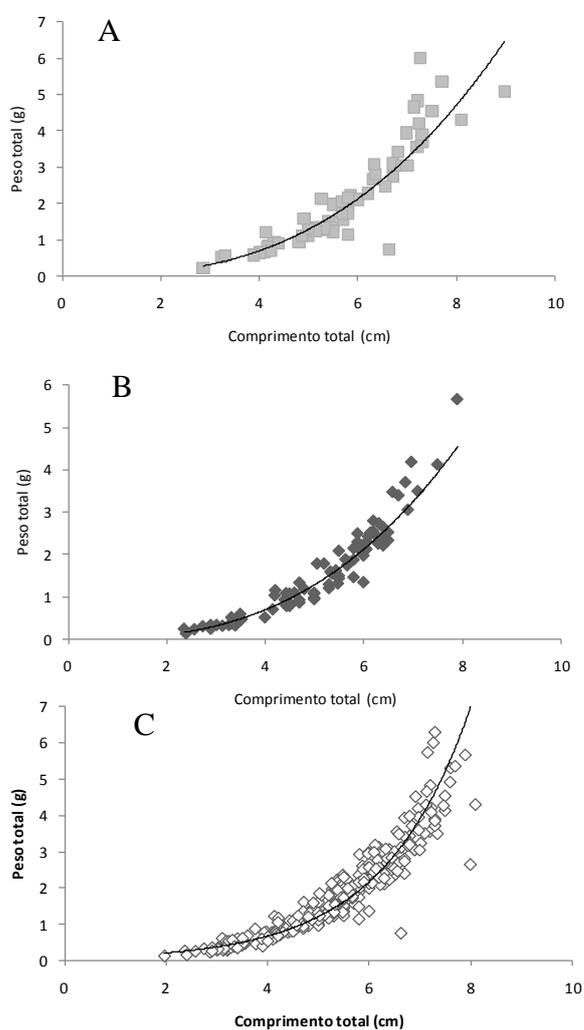
Ano	Bimestre	Máx (cm)	Mín (cm)	Média (cm)	DP (cm)	Nº de indiv.
2008	Nov-dez	7,61	3,1	4,87	1,55	20
2009	Mar-abr	7,35	3,18	5,22	1,07	51
	maio-jun	8,97	3,23	6,05	1,26	29
	jul-ago	7,50	3,32	5,54	0,93	69
	set-out	8,00	1,96	4,92	1,43	60
	Nov-dez	7,90	3,4	5,51	1,38	31
2010	jan-fev	7,27	3,88	5,95	1,09	15
Total geral		8,97	1,96	5,37	1,27	275

### **Relação peso-comprimento**

A relação peso-comprimento foi significativa para machos, fêmeas e sexos agrupados ( $F= 1208,55$ ;  $p= 0,00$ ;  $GL=1$ ). Alometria negativa foi significativa para machos, fêmeas e sexos agrupados ( $p= 0,07 > p 0,05$ ) (Tabela 3 e Figura 11). Não houve diferença significativa entre o valor de “b” para machos e fêmeas ( $t= -0,00$ ;  $t_{tab}= 2,5$ ;  $GL = -5$ ).

**Tabela 3: Número de indivíduos, comprimentos máximos e mínimos, parâmetros da relação peso-comprimento, valor de  $R^2$  para *H. zebra*, capturados no período de dezembro de 2008 a fevereiro de 2010, no Rio Xingu-PA.**

	n	CT (mín-máx)	a	b	$r^2$
Sexos agrupados	275	1,96-8,9	0,013	2,86	0,81
Machos	64	2,86-8,97	0,015	2,77	0,87
Fêmeas	67	2,36-7,9	0,015	2,77	0,94

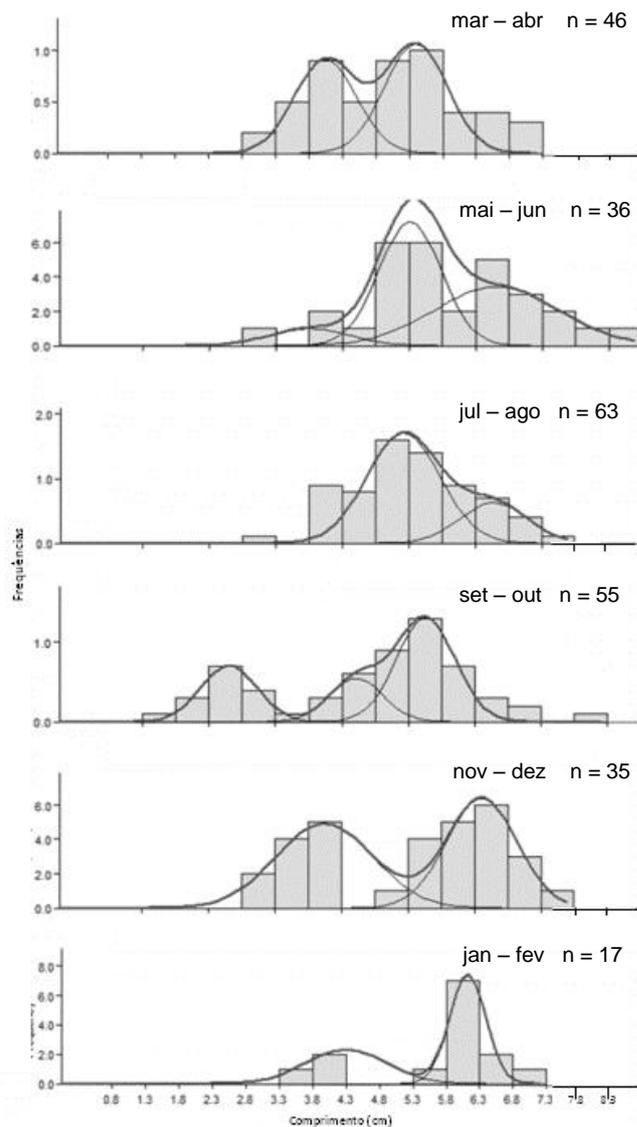


**Figura 11: Relação entre o peso total (PT) em gramas, e o comprimento total (CT) em centímetros, e da curva ajustada, de machos (A), fêmeas (B) e sexos agrupados (C) de *H. zebra*, capturados no período de dezembro de 2008 a fevereiro de 2010, no Rio Xingu-PA.**

## Modelo de crescimento

A decomposição dos dados em curvas normais, a partir do método de Battacharya, mostra que a população encontra-se distribuída em várias classes etárias, o que pode ser concluído pela existência de diversas modas ou picos nos gráficos apresentados. No período de maio a junho podem ser visualizadas três modas de comprimento, porém nos outros bimestres, só podem se visualizadas duas modas, com exceção de setembro-outubro, que poderiam ser postuladas três modas também. Aparentemente, maio-junho e setembro – outubro, por serem os meses de maior captura foram àqueles que apresentaram três modas de comprimento, indicando que quanto maior a amplitude de captura, maior será o número de modas observadas (Figura 12).

As médias das modas obtidas utilizando a rotina Batthacharya quando ligadas mostraram quatro coortes, indicando que embora tenha sido observado um máximo de três modas nos bimestres de maior captura, existem modas escondidas que não são observáveis pela simples decomposição das curvas, por estarem muito superpostas (Figura 13).



**Figura 12: Distribuição bimodal de freqüência, pelo método de Bathacharya, por classe de comprimento total de sexos agrupados para *H. zebra*, capturados no período de dezembro de 2008 a fevereiro de 2010, no Rio Xingu-PA.**

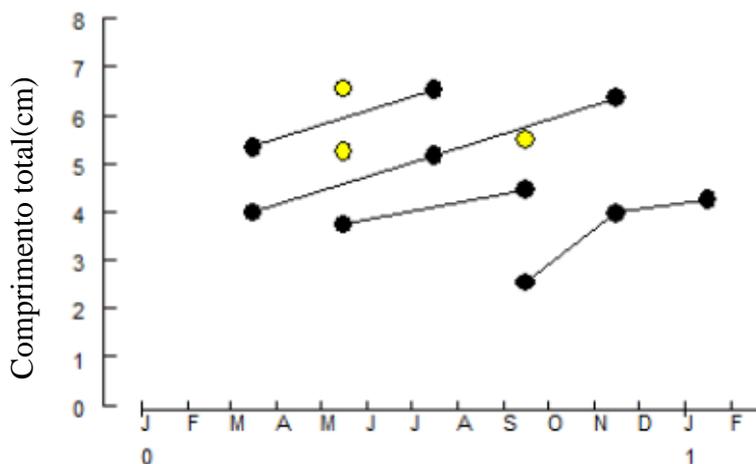


Figura 13: Médias das curvas normais obtidas pelo método de Batthacharya, apresentando quatro modas para a espécie *H. zebra*.

Segundo as rotinas de Appeldorn (1987) e Munro (1982) foram obtidos os valores de  $L_{\infty} = 9,8$ ,  $K = 0,74$  e  $L_{\infty} = 10,23$ ,  $K = 0,644$ , respectivamente. O ajuste com esses valores dos parâmetros na equação de Von Bertalanffy apresenta um crescimento, relativamente rápido para a espécie (Figura 14).

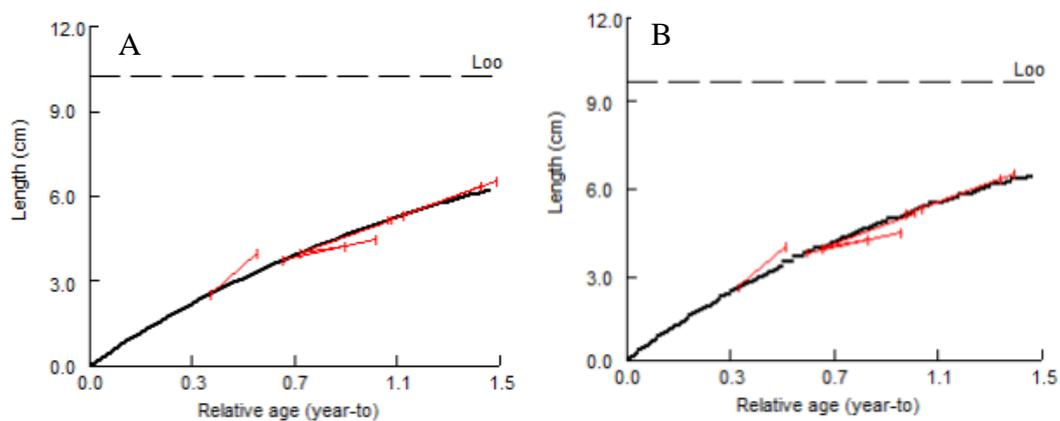


Figura 14: Representação gráfica das rotinas Munro (A) e Appeldorn (B) para dados de comprimento total (cm) de *Hypancistrus zebra*, coletado entre dezembro de 2008 e fevereiro de 2010, no Rio Xingu, Amazônia brasileira.

A partir do uso do ELEFAN I aplicado aos dados de freqüências de comprimento bimestrais, foi possível observar a existência de duas coortes, com dois recrutamentos anuais, de modo que se ajustou duas curvas de crescimento com os seguintes parâmetros:  $L_{\infty}=9,9$  cm;  $K=0,7$  ano<sup>-1</sup> e  $K=0,5$  ano<sup>-1</sup>. Segundo este modelo a espécie apresenta três classes etárias na população capturada, com um primeiro recrutamento entre março e abril e um segundo entre setembro e outubro (Figura 15).

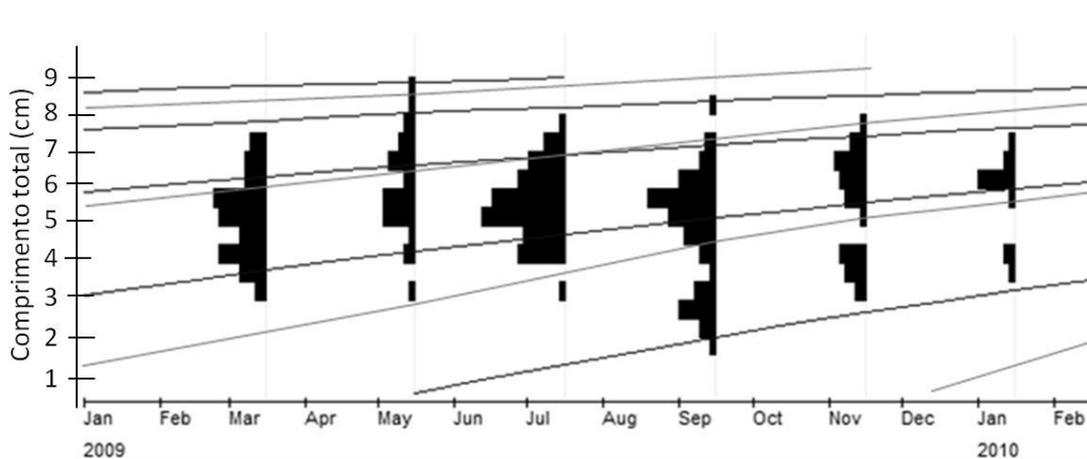


Figura 15: Representação gráfica da metodologia do ELEFAN I para dados de comprimento total (cm) *Hypancistrus zebra* coletado entre dezembro de 2008 e fevereiro de 2010, no Rio Xingu, Amazônia brasileira.

### Longevidade

A longevidade ou  $A_{0,95}$  foi estimada considerando os diferentes valores de  $K$  obtidos a partir dos modelos de crescimento, sendo o menor valor obtido  $A_{0,95}=4,04$  anos e o maior  $A_{0,95}=5,87$  anos, de modo que a longevidade média para *H. zebra* foi de aproximadamente 5 anos.

A média de todos os parâmetros estimados apontou como  $L_{\infty}=9,94$  cm e  $K=0,63$  (Tabela 4).

### Mortalidade

Para o cálculo das taxas de mortalidade foram gerados valores baseados nos diferentes valores de  $L_{\infty}$  e  $K$  obtidos e segundo cada rotina utilizada para o cálculo dos parâmetros de crescimento (Tabela 4). De modo que a mortalidade total ( $Z$ ) foi aproximadamente 3 ano<sup>-1</sup>, enquanto que a

mortalidade natural (M) foi de aproximadamente  $2 \text{ ano}^{-1}$ . Logo, a mortalidade por pesca (F) foi de aproximadamente  $1,5 \text{ ano}^{-1}$ .

A figura é o traçado da curva de captura de Ricker (1975). Onde o valor da taxa de exploração atual (E) foi 0,19 (Figura 16).

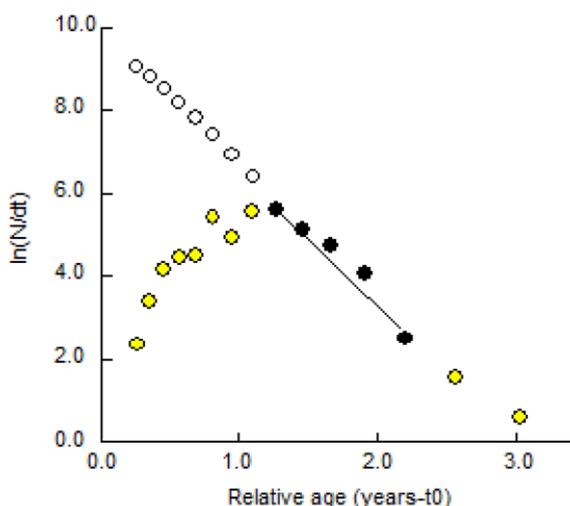


Figura 16: Curva de captura extrapolada e estimativa da taxa de exploração para a espécie *H. zebra* capturada no Rio Xingu, Amazônia brasileira.

Tabela 4: Estimativa dos parâmetros K e  $L_{\infty}$  do modelo de crescimento de Von Bertalanffy estimativa de longevidade  $A_{0,95}$  e taxas de mortalidade total (Z), natural (M) e por pesca (F) de acordo com a aplicação da curva de captura (Ricker, 1975) e do método de Pauly (1980), gerados através das rotinas contidas no programa FISAT II.

Rotina do Programa FISAT II		K ( $\text{ano}^{-1}$ )	$L_{\infty}$ (cm)	$A_{0,95}$ (anos)	Z ( $\text{ano}^{-1}$ )	M ( $\text{ano}^{-1}$ )	F ( $\text{ano}^{-1}$ )
	Appeldorn	0,74	9,80	4,05	3,53	2,00	1,53
	Munro	0,64	10,23	4,68	3,38	1,80	1,58
ELEFAN	coorte 1	0,70	9,90	4,28	3,42	1,92	1,50
I	Coorte 2	0,51	9,90	5,87	2,49	1,56	0,93
	Média dos Parâmetros	0,64	9,94	4,72	3,21	1,82	1,39

## Período de Recrutamento

Foram observados dois períodos de recrutamento, sendo um entre março e abril e o outro entre setembro e outubro, notadamente, os bimestres anteriores aos picos de desova descritos no capítulo anterior (Figura 17).

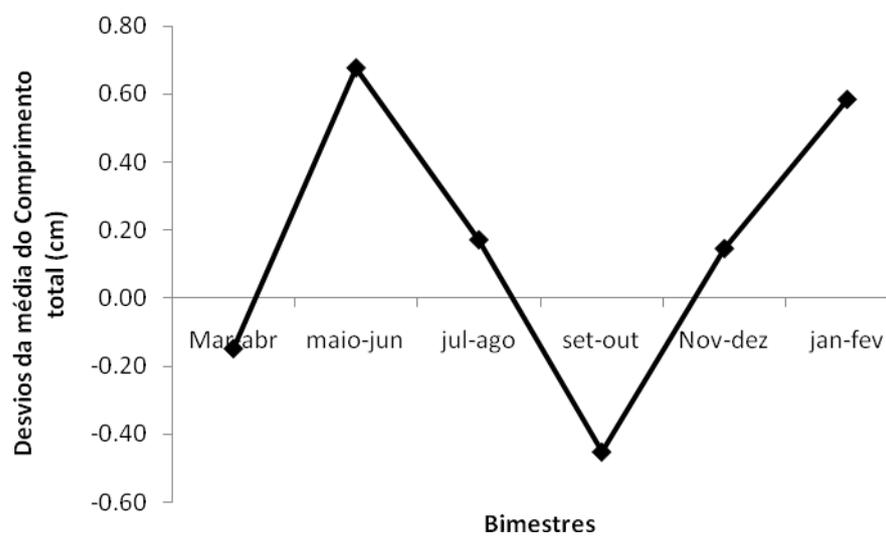


Figura 17: Desvios da média dos comprimentos totais (cm) obtidos para *H. zebra* no Rio Xingu, Amazônia brasileira.

## Rendimento por recruta

Na situação atual, com  $L_c=3$  o que corresponde a 0,56 anos e  $E=0,43$ , a pesca encontra-se no máximo de rendimento possível (aproximadamente 0,20 g por recruta) para um  $E_{Max}$  de 0,574 e um  $E_{0,10} = 0,469$ . Nesta situação a biomassa de peixes na natureza é apenas 37% da biomassa virgem, ou seja pouco mais de 1/3 da biomassa que havia antes que a exploração pesqueira tivesse começado (Figura 18).

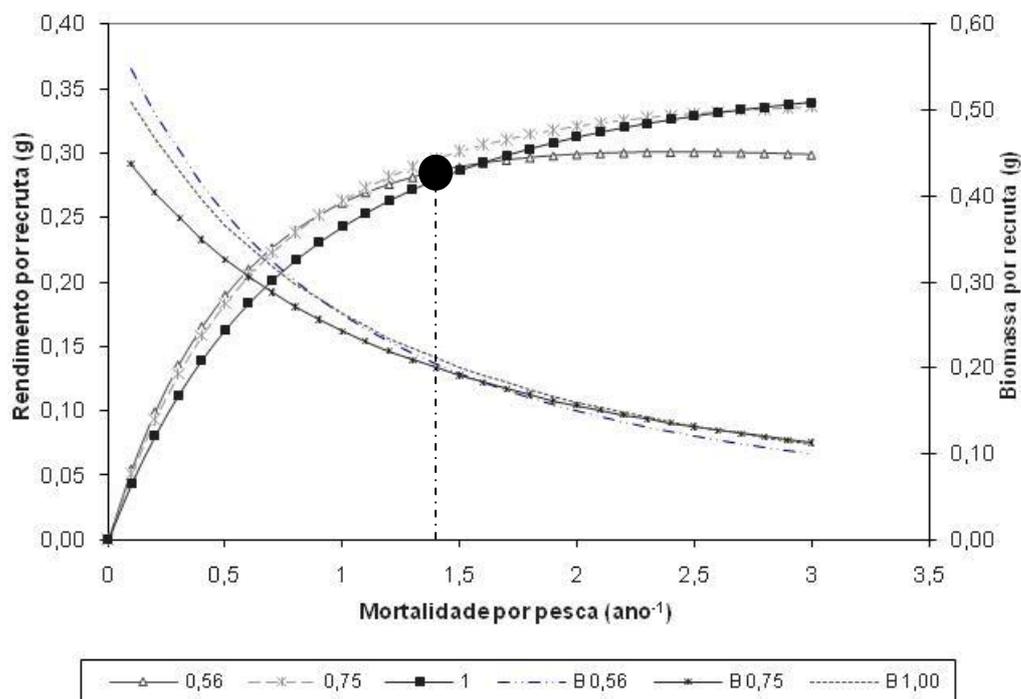


Figura 18: Curva de Captura relativa por recruta ( $Y/R$ ) de Beverton e Holt para *H. zebra* capturado no Rio Xingu, Amazônia brasileira.

## Discussão

O estudo do crescimento é feito com o intuito de encontrar um modelo que permita a determinação do tamanho médio do corpo para cada idade. Embora diversos estudos de idade-crescimento utilizem a leitura de anéis etários em estruturas rígidas para estabelecer esta relação, este método ainda é caro e demorado (SPARRE, VENEMA, 1997). Para espécies de pequeno porte como *H. zebra*, este método se mostra muito difícil de ser aplicado, pelo pequeno tamanho dos otólitos. Por isso, neste trabalho optou-se por uma análise do crescimento através da análise das frequências de comprimento obtidas a partir dos indivíduos capturados. Contudo, maiores esforços devem ser investidos em técnicas para poder realizar esta leitura no futuro, como forma de validar os resultados aqui encontrados através do uso dos comprimentos.

Os resultados do ajuste da curva de Bertalanffy indicam que *H. zebra* é uma espécie de crescimento relativamente rápido. Neste sentido, não se estranha que os valores das taxas de mortalidade sejam bastante altos. A estimativa de uma longevidade de cinco anos de idade, no máximo, pode ser um resultado interessante, considerando que esta espécie é candidata a ser cultivada em cativeiro, para atender ao crescente mercado aquarista, sem afetar mais ainda os estoques naturais.

Os meses de maio, junho, outubro e dezembro foram àqueles em que foram capturados os indivíduos maiores, fato que pode indicar dois prováveis períodos reprodutivos, ambos no período de transição entre a seca e cheia do rio. Nos meses de março, setembro e outubro foram capturados os menores indivíduos, o que também é um indicativo de período de recrutamento, notadamente em períodos seguintes aos meses os quais pode haver reprodução. Assim os jovens recrutados com tamanhos entre 2 e 3 cm de comprimento devem possuir de 3 a 4 meses de idade.

A partir destes dados também é possível inferir que o amadurecimento dos indivíduos é rápido já que, considerando que uma provável reprodução tenha ocorrido entre maio e junho, o recrutamento se deu entre setembro e outubro, sendo o próximo período reprodutivo entre outubro e dezembro.

O crescimento pode ser descrito baseado nas mudanças no comprimento, profundidade ou peso do corpo de um indivíduo (KING, 1995). O conhecimento da relação peso-comprimento, aliado a outros aspectos quantitativos tais como: fator de condição, crescimento, recrutamento e mortalidade de uma espécie de peixe, fornece informações básicas para o estudo da biologia pesqueira, importantes para um manejo racional da pesca (LIZAMA, AMBRÓSIO, 1999).

Para *H. zebra* foi encontrada a condição de alometria negativa sem diferenças entre sexos. Dentro da família Loricariidae, as espécies apresentaram todos os tipos de alometria, sendo *Loricariichthys anus* alometria positiva (BRUSCHI et al., 1997); *Pareiorhina rudolphi* alometria negativa (BRAGA, GOMIERO, SOUZA, 2009); *Hypostomus* cf. *ancistroides* isometria (VIANA et al., 2008). Giarrizzo (2006) reportou que a relação peso-comprimento apresenta similaridade entre espécies da mesma família, contudo o estudo foi focado em habitat estuarino, como os loricarídeos são espécies de água doce e é uma das maiores famílias de peixes a variabilidade é muito alta entre as alometrias já descritas.

A constante de crescimento de Von Bertalanffy ( $k$ ) estimada para *Hypancistrus zebra* é mais alta do que valores já estimados para espécies da mesma família (ANTONIUTTI, GODINHO, RANZANI-PAIVA, 1985; NOMURA, 1988; AGOSTINHO, BARBIERI, VERANI, 1991). Entretanto, o comprimento máximo teórico ( $L^\infty$ ) é inferior às demais espécies da mesma família supracitada, a exceção de *Pareiorhina rudolphi*, na qual foram estimados dados aproximados de  $L^\infty$  ( $L^\infty = 7.2\text{cm}$ ) por Braga (2009) para na bacia do Rio Paraná.

Admite-se que a espécie apresenta um crescimento relativamente mais rápido que as demais espécies da família com longevidade de no máximo 5 anos. Isto pode ser considerado de forma positiva para a espécie, uma vez que sua velocidade de crescimento, com dois possíveis picos de recrutamento por ano, compensariam as perdas pela pressão de exploração pela pesca ornamental.

A dissimilaridades de crescimento observadas entre os dados obtidos por este trabalho e aqueles obtidos para espécies de Loricarídeos da região Sul do Brasil, provavelmente são decorrentes de condições hidrográficas,

fisiográficas e sedimentológicas que possivelmente controlam a distribuição desta fauna íctica. Contudo a lacuna de trabalhos não só para esta espécie, como outras da mesma família na região Amazônica não permite a comparação de dados numa escala temporal.

Não existem outros estudos referentes a crescimento e mortalidade de *H. zebra* anteriores a Instrução Normativa MMA nº05/2004 que proíbe a sua captura, de modo que não se tem como assegurar se o valor das taxas de mortalidades encontradas neste estudo são altas ou baixas ou se já refletem o resultado aparente desta medida de manejo.

Devido à seletividade de sua captura depender de vários fatores como: tamanho da fenda, onde o indivíduo se encontra, profundidade da fenda, tamanho da mão do pescador, o tamanho médio de primeira captura acabou por coincidir com o valor do tamanho de primeira maturidade sexual para a espécie, o que significa que 50% dos indivíduos que estão sendo retirados da população tiveram 50% de chance de já ter se reproduzido pelo menos uma vez na vida, o que também conta como um fator positivo para a conservação desta espécie

Ainda assim, o rendimento máximo sustentável está no limite, o que indica que qualquer esforço maior na pesca pode levar a uma situação de sobre-exploração, e sabe-se que naturalmente a tendência do esforço pesqueiro é aumentar, seja pela demanda do mercado, seja pela disponibilidade do recurso.

A priori, sugere-se a manutenção da Instrução Normativa supracitada, até que sejam realizados novos estudos experimentais de avaliação deste estoque, para efeito de comparação com resultados obtidos neste trabalho, assim será possível a confirmação do real efeito que esta proibição gerou ao longo do tempo.

Deve-se salientar a eminente construção de um grande empreendimento hidrelétrico que possivelmente afetará toda a área de distribuição desta espécie endêmica. Adicionalmente, tendo em vista a manutenção da Instrução Normativa, sugere-se a intensificação da fiscalização por parte dos órgãos competentes, bem como o monitoramento das espécies endêmicas de interesse ornamental por parte da empresa responsável pela execução do empreendimento hidroelétrico.

Caso haja evidência de estabilidade ou diminuição das taxas de exploração uma possível revisão da instrução normativa citada é sugerida, tendo em vista o estabelecimento de cotas, bem como um tamanho mínimo de captura em 5 cm dos indivíduos comercializados.

## Referencias

AGOSTINHO, A. A., BARBIERI, G. e VERANI, J. R. 1991. Idade e crescimento do cascudo preto *Rhineleps aspera* (Siluriformes, Loricariidae) no Rio Paranapanema, Bacia do Rio Paraná. **Revista Unimar**, v.13, n.2, p.249-258.

ANJOS, H. D. B. D., AMORIM, R. M. D. S., SIQUEIRA, J. A. e ANJOS, C. R. 2009. Exportação de peixes ornamentais do Estado do Amazonas, Bacia Amazônica, Brasil. . **Boletim do Instituto de Pesca de São Paulo**, v.35, n.2, p.259-274.

ANTONIUTTI, D. M., GODINHO, H. M. e RANZANI-PAIVA, M. J. T. 1985. Estrutura da população, reprodução e crescimento do cascudo *Plecostomus albopunctatus*, Regan, 1908. (Osteichthyes, Loricariidae) do Rio Jaguarí, São Paulo. Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca de São Paulo**, v.12, p.121-131.

APPELDOORN, R. 1987. Modification of a seasonally oscillating growth function for use with mark-recapture data. **J. Cons. CIEM**, 43: 194-198.

BHATTACHARYA, C. G. 1967. A simple method of resolution of a distribution into Gaussian Components. **Biometrics**, v.23, p.115-135.

BRAGA, F. M. D. S., GOMIERO, L. M. e SOUZA, U. P. 2009. Biologia populacional de *Pareiorhina rudolphi* (Loricariidae, (Loricariidae, Hypostominae) na microbacia do Ribeirão Grande, serra da Estado de São Paulo **Acta Scientiarum Biological Sciences**, v.31, n.1, p.79-88.

BRUSCHI, W., JR, PERET, A. C., VERANI, J. R. e FIALHO, C. B. 1997. Crescimento de *Loricariichthys anus* (Valenciennes, 1840) na Lagoa Emboaba, Osório, RS. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.24, n.(único), 14/11/1997, p.65-71.

GAYANILO, F. C., JR., SPARRE, P. e PAULY, D. **The FAO-ICLARM Stock Assessment Tools (FISAT) User's Guide**. Fisheries. F. C. I. Series 1994.

GIARRIZZO, T., JESUS, A. J. S., ALMEIDA, J. B. A., ISAAC, V. J. e SAINT-PAUL, U. 2006. Weight-length relationships for intertidal fish fauna in a mangrove estuary in Northern Brazil. **Journal Applied Ichthyology**, v.22, p.325-327.

IBAMA. **Diagnóstico Ambiental da AHE - Belo Monte - Médio e Baixo Xingu - Ictiofauna e Pesca**. Universidade Federal do Pará / Museu Paraense Emílio Goeldi. Belém, p.434. 2008a

\_\_\_\_\_. **Diagnóstico Geral das Práticas de Controle Ligadas a Exploração, Captura, Comercialização, Exportação e Uso de Peixes para Fins Ornamentais e de Aquariorfilia** Versão Revisada: 217 p. 2008b.

ISBRÜCKER, I. J. H. e NIJSSEN, H. 1991. *Hypancistrus zebra*, a new genus and species of uniquely pigmented ancistrine loricariidae fish from the Rio Xingu, Brazil. **Ichthyological Exploration of Freshwaters**, v.1, n.4, p.345-350.

JUNK, W. J., SOARES, M. G. M. e BAYLEY, P. B. 2007. Freshwater fishes of the Amazon River basin: their biodiversity, fisheries, and habitats. **Aquatic Ecosystem Health & Management** v.10, n.2, p.153–173.

KING, M. 1995. **Fisheries Biology: assessment and management**. UK: Fishing new books (Oxford)

LIZAMA, M. D. L. A. P. e AMBRÓSIO, A. M. 1999. Relação peso-comprimento e estrutura da população de nove espécies de Characidae na planície de inundação do Alto Rio Paraná, Brasil. **Revista brasileira de Zoologia**, v.16, n.3, p.779-788.

MOREAU, M. A. e COOMES, O. T. 2007. Aquarium fish exploitation in western Amazonia: conservation issues in Peru. **Environmental Conservation**, v.34, n.1, p.12-22.

MUNRO, J.L. 1982. Estimation of the parameters of the von Bertalanffy growth equation from recapture data at variable time intervals. **J.Cons. CIEM**, 40: 199-200.

PAULY, D. 1980. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters and mean environmental temperature in 175 fish stocks. **Journal Conservation CIEM**, v.39, n.3, p.175-192.

PAULY, D. e DAVID, N. 1981. ELEFAN I, a BASIC program for the objective extraction of growth parameters from length-frequency data. **Meeresforschung**, v.28, n.4, p.205–211

PELICICE, F. M. e AGOSTINHO, A. A. 2005. Perspectives on ornamental fisheries in the upper Parana River floodplain, Brazil. **Fisheries Research**, v.72, n.1, p.109-119.

ROSA, R. S. e LIMA, F. C. T. 2008. Peixes. In: A. B. M. Machado, G. M. Drummond, et al. **Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção**. Brasília, DF: MMA, v.2, p.1420.

RUFFINO, M. L. e ISAAC, V. J. 1999. Dinâmica Populacional do surubim-tigre *Pseudoplatystoma tigrinum* (Valenciennes, 1840) no médio Amazonas (Siluriformes, Pimelodidae). **Acta Amazonica**, v.29, n.3, p.463-476.

SPARRE, P. e VENEMA, S. C. 1997. **Introdução à avaliação de estoques de peixes tropicais. Parte 1: Manual. FAO Documento Técnico sobre as Pescas**. Roma: FAO: , v.306. 404 p.

VIANA, D., WOLFF, L. L., ZALESKI, T., ROMAO, S., BERTOLDI, G. e DONATTI, L. 2008. Population structure and somatic indexes of *Hypostomus cf. ancistroides* (Siluriformes, Loricariidae) collected from the Bonito River, Ivaí

river basin, Turvo, Parana. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.51, n.3, p.493-502.

ZAR, J. H. 1999.**Biostatistical Analysis**. New Jersey: Prentice Hall. 663 p.

## CONCLUSÕES GERAIS

O presente trabalho conclui que a espécie *Hypancistrus zebra*, possui uma desova sazonal, com dois picos marcados nos períodos de transição entre estações: um maior entre novembro e dezembro, período de enchente do rio, provavelmente se aproveitando da maior disponibilidade de alimentos e habitats, fato comprovado pelo alto valor de  $k = 0,7$ , sugerindo que os recrutas gerados nesse período crescem mais rapidamente, que aqueles do segundo período entre maio e junho, transição entre seca e cheia, com  $k = 0,5$ .

Estes dados em conjunto com a longevidade estimada de aproximadamente 5 anos, indicam que a espécie tem se mantido com sucesso compensando as perdas pela pressão de pesca. Aliado a isso a estimativa de que o tamanho de médio de captura coincide com o tamanho de primeira maturidade sexual, indicam que se o mínimo de medidas de manejo for bem direcionado para esta espécie, rapidamente ela voltaria a um equilíbrio populacional.

Contudo ainda não se pode afirmar o que acontecerá, depois da instalação e funcionamento do empreendimento de aproveitamento hidroelétrico que causará profundas mudanças ambientais no trecho de distribuição desta espécie.

De modo que se sugere que seja mantida a proibição de captura da mesma através da Instrução Normativa nº5 de 2004, inclusive com a sua inclusão no CITES (Convention on International Trade in Endangered Species), pois se sabe que *H. zebra* continua sendo capturado e comercializado, principalmente fora do Brasil.

Sugere-se ainda que seja feito um acompanhamento para que possa se avaliar possíveis mudanças no padrão de recuperação deste estoque. Além disso, estimula-se que sejam feitos estudos no sentido de viabilizar o cultivo de *Hypancistrus zebra* em cativeiro, tanto como uma forma de garantia de sobrevivência dessa espécie, como para um alívio da pressão de exploração que esta vem sofrendo pela pesca para o mercado internacional de peixes ornamentais.

Assim, sugere-se que seja feito um monitoramento específico para estas espécies de uso ornamental, como o *H. zebra*, endêmicas do trecho que será afetado pela construção do empreendimento hidroelétrico, estimulando esforços de cultivo em cativeiro destas espécies.

## LISTA DE REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS COMPLETA

AGOSTINHO, A. A., BARBIERI, G. e VERANI, J. R. 1991. Idade e crescimento do cascudo preto *Rhineleps aspera* (Siluriformes, Loricariidae) no Rio Paranapanema, Bacia do Rio Paraná. **Revista Unimar**, v.13, n.2, p.249-258.

AGOSTINHO, A. A., BARBIERI, G., VERANI, J. R. e AGOSTINHO, C. S. 1986. Ciclo reprodutivo e primeira maturação de *Rhineleps aspera* (Agassiz, 1829) (Teleostei - Loricariidae) no Rio Paranapanema. **Revista Unimar**, v.8, n.11, p.17-27.

AGOSTINHO, A. A., BARBIERI, M. C., AGOSTINHO, C. S. e BARBIERI, G. 1987. Biologia Reprodutiva de *Rhineleps aspera* (Agassiz, 1829) (Teleostei, Loricariidae) no Rio Paranapanema. I. Estrutura dos testículos e escala de maturidade. **Revista Brasileira de Biologia**, v.47, n.3, p.309-317.

AGOSTINHO, A. A., MATSUURA, Y., OKADA, E. K. e NAKATANI, K. 1995. The Catfish, *Rhinelepis aspera* (Teleostei Loricariidae), in the Guaira Region of the Parana River - an Example of Population Estimation from Catch-Effort and Tagging Data When Emigration and Immigration Are High. **Fisheries Research**, v.23, n.3-4, p.333-344.

AGOSTINHO, A. A., NARAHARA, M. Y. e GODINHO, H. M. 1982. Morfologia dos ovários de *Plecostomus commersonii* (Valenciennes, 1840) Osteichthyes Loricariidae: Desenvolvimento dos ovócitos e Escala de Maturidade. **Revista Brasileira de Biologia**, v.42, n.1, p.71-77.

ANATOLE, H., BESSA, J., PY-DANIEL, L. R. e OLIVEIRA, R. **Expedição para Identificação e Avaliação de espécies não-descritas de Loricarideos explorados com finalidade ornamental no Rio Xingu**. IBAMA. Altamira. 2008

ANDREWS, C. 1990. The ornamental fish trade and fish conservation. **Journal of Fish Biology**, v. 37, n.(Supplement A), p. 53-59

ANJOS, H. D. B. D., AMORIM, R. M. D. S., SIQUEIRA, J. A. e ANJOS, C. R. 2009. Exportação de peixes ornamentais do Estado do Amazonas, Bacia Amazônica, Brasil. . **Boletim do Instituto de Pesca de São Paulo**, v.35, n.2, p.259-274.

ANTONIUTTI, D. M., GODINHO, H. M. e RANZANI-PAIVA, M. J. T. 1985. Estrutura da população, reprodução e crescimento do cascudo *Plecostomus albopunctatus*, Regan, 1908. (Osteichthyes, Loricariidae) do Rio Jaguarí, São Paulo. Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca de São Paulo**, v.12, p.121-131.

ARMBRUSTER, J. W. 2002. *Hypancistrus inspector*. A new species of suckermouth armored catfish (Loricariidae : Ancistrinae). **Copeia**, n.1, p.86-92.

\_\_\_\_\_. 2004. Phylogenetic relationships of the suckermouth armoured catfishes (Loricariidae) with emphasis on the Hypostominae and the Ancistrinae. **Zoological Journal of the Linnean Society**, v.141, p.1-80.

ARMBRUSTER, J. W., LUJAN, N. K. e TAPHORN, D. C. 2007. Four new *Hypancistrus* (Siluriformes : Loricariidae) from Amazonas, Venezuela. **Copeia**, n.1, p.62-79.

ARMBRUSTER, J. W. e PAGE, L. M. 2006. Redescription of *Pterygoplichthys punctatus* and description of a new species of *Pterygoplichthys* (Siluriformes: Loricariidae). **Neotropical Ichthyology**, v.4, n.4, p.401-409.

BARBIERI, G. 1994. Dinâmica da Reprodução do Cascudo, *Rineloricaria latirostris* Boulenger (Siluriformes, Loricariidae) do Rio Passa Cinco , Ipeúna, São Paulo. **Revista Brasileira De Zoologia**, v.11, n.4, p.605-615.

\_\_\_\_\_. 1995. Estrutura Populacional do cascudo, *Rineloricaria latirostris* Boulenger, 1899 (Siluriformes, Loricariidae) do Rio Passa cinco, Ipeúna, Estado de São Paulo. **Revista Ceres**, v.42, n.240, p.167-176.

BARTLEY, D. **Ornamental fish**. Fisheries Topics: Technology. Fao. Rome. 2010 2005.

BERTALANFFY, L. V. 1938. A Quantitative Theory of organic Growth. **Human Biol.**, v.10, n.2, p.18-213.

BHATTACHARYA, C. G. 1967. A simple method of resolution of a distribution into Gaussian Components. **Biometrics**, v.23, p.115-135.

BRAGA, F. M. D. S., GOMIERO, L. M. e SOUZA, U. P. 2008. Aspectos da reprodução e alimentação de *Neoplecostomus microps* (Loricariidae, Neoplecostominae) na microbacia do Ribeirão Grande, serra da Mantiqueira oriental (Estado de São Paulo). **Acta Scientiarum Biological Sciences**, v.30, n.4, p.455-463.

\_\_\_\_\_. 2009. Biologia populacional de *Pareiorhina rudolphi* (Loricariidae, (Loricariidae, Hypostominae) na microbacia do Ribeirão Grande, serra da Estado de São Paulo **Acta Scientiarum Biological Sciences**, v.31, n.1, p.79-88.

BRUSCHI, W., JR, PERET, A. C., VERANI, J. R. e FIALHO, C. B. 1997. Crescimento de *Loricariichthys anus* (Valenciennes, 1840) na Lagoa Emboaba, Osório, RS. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.24, n.(único), 14/11/1997, p.65-71.

CAMARGO, M. 2004. **A comunidade ictica e suas interrelações tróficas como indicadores de integridade biológica na área de influência do projeto hidrelétrico Belo Monte, Rio Xingu**. (Tese). Museu Paraense Emílio Goeldi, Universidade federal do Pará, Belém, 184 p.

CAMARGO, M., GIARRIZO, T. e ISAAC, V. 2004. Review of the Geographic Distribution of Fish Fauna of the Xingu River Basin, Brazil. **Ecotropica**, v.10, p.123-147.

CAMARGO, M. O. e GHILARDI, R., JR. (ORG.). 2009. **Entre a Terra, as águas e os pescadores do Médio Rio Xingu: Uma abordagem Ecológica**. Belém. 329 p.

CASATTI, L., ROCHA, F. C. e PEREIRA, D. C. 2005. Habitat use by Two Species of *Hypostomus* (Pisces, Loricariidae) in Southeastern Brazilian Streams. **Biota Neotropica**, v.5, n.2, p.1-9.

CHAPMAN, F. A., FITZ-COY, S. A., THUNBERG, E. M. e ADAM, C. M. 1997. United States of America Trade in Ornamental Fish. **Journal of the World Aquaculture Society**, v.28, n.1, p.1-10.

CONROY, D. A. 1975. An Evaluation of the Present State of World Trade in Ornamental Fish. **FAO Fisheries Technique Paper**, v.146, p.128.

DAVENPORT, K. E. 1996. Characteristics of the current international trade in ornamental fish, with special reference to the European Union. **Revue Scientifique et Technique de l'Office International des Epizooties**, v.15, p.435-443.

DE MENEZES, M. S. e CARAMASCHI, E. P. 2000. Longitudinal distribution of *Hypostomus punctatus* (Osteichthyes, Loricariidae) in a coastal stream from Rio de Janeiro, Southeastern Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.43, n.2, p.229-233.

DE OLIVEIRA, C., TABOGA, S. R., SMARRA, A. L. S. e BONILLA-RODRIGUEZ, G. O. 2001. Microscopical aspects of accessory air breathing through a modified stomach in the armoured catfish *Liposarcus anisitsi* (Siluriformes, Loricariidae). **Cytobios**, v.105, n.410, p.153-162.

DUARTE, S. e ARAUJO, F. G. 2002. Fecundity of the *Hypostomus affinis* (Siluriformes, Loricariidae) in the Lajes Reservoir, Rio de Janeiro, Brazil. **Revista De Biologia Tropical**, v.50, n.1, p.193-197.

DUARTE, S., ARAUJO, F. G., SALES, A. e BAZZOLI, N. 2007. Morphology of gonads, maturity and spawning season of *Loricarfichthys spixii* (Siluriformes, Loricariidae) in a Suptropical Reservoir. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.50, n.6, p.1019-1032.

ELETRONORTE. **Estudo e Relatório de impacto ambiental CHE. Belomonte**. Convênio – Fundação do Amparo ao desenvolvimento da pesquisa - FADESP- ELETRONORTE. Brasília. 2002

ESTUPIÑÁN, R. A. e CAMARGO, M. 2009. Ecologia da Paisagem Natural. In: M. Camargo e R. Ghilardi, Jr. **Entre a Terra, as Águas e os Pescadores do Médio Rio Xingu**. Belém, p.22.

GASPARINI, J. L., FLOETER, S. R., FERREIRA, C. E. L. e SAZIMA, I. 2005. Marine ornamental trade in Brazil. **Biodiversity and Conservation**, v.14, n.12, p.2883-2899.

GAYANILO, F. C., JR., SPARRE, P. e PAULY, D. **The FAO-ICLARM Stock Assessment Tools (FISAT) User's Guide**. Fisheries. F. C. I. Series 1994.

GIARRIZZO, T., JESUS, A. J. S., ALMEIDA, J. B. A., ISAAC, V. J. e SAINT-PAUL, U. 2006. Weight-length relationships for intertidal fish fauna in a mangrove estuary in Northern Brazil. **Journal Applied Ichthyology**, v.22, p.325-327.

GODINHO, A. L., LAMAS, I. R. e GODINHO, H. P. 2010. Reproductive Ecology of Brazilian freshwater fishes. **Environmental Biology of fish**, v.87, p.143-162.

GONÇALVES, A. P., CAMARGO, M., CARNEIRO, C. C., CAMARGO, A. T. D., PAULA, G. J. X. D. e GIARRIZZO, T. 2009. A Pesca de Peixes Ornamentais. In:

M. Camargo e R. Ghilardi, Jr. **Entre a Terra, as Águas e os Pescadores do Médio Rio Xingu**. Belém, p.329.

IBAMA. **Diagnóstico Ambiental da AHE - Belo Monte - Médio e Baixo Xingu - Ictiofauna e Pesca**. Universidade Federal do Pará / Museu Paraense Emílio Goeldi. Belém, p.434. 2008a

\_\_\_\_\_. **Diagnóstico Geral das Práticas de Controle Ligadas a Exploração, Captura, Comercialização, Exportação e Uso de Peixes para Fins Ornamentais e de Aquariorfilia** Versão Revisada: 217 p. 2008b.

ISBRÜCKER, I. J. H. e NIJSSEN, H. 1991. *Hypancistrus zebra*, a new genus and species of uniquely pigmented ancistrine loricariidae fish from the Rio Xingu, Brazil. **Ichthyological Exploration of Freshwaters**, v.1, n.4, p.345-350.

JENKINS, D. B. 1981. Comparative Anatomy of the Sacculle in Selected Species of Callichthyidae and Loricariidae. **Anatomical Record**, v.199, n.3, p.A127-A127.

JUNK, W. J., SOARES, M. G. M. e BAYLEY, P. B. 2007. Freshwater fishes of the Amazon River basin: their biodiversity, fisheries, and habitats. **Aquatic Ecosystem Health & Management** v.10, n.2, p.153–173.

KING, M. 1995. **Fisheries Biology: assessment and management**. UK: Fishing new books (Oxford)

KOSSOWSKI, C. 1996. Prospects for catfish culture (Siluroidei) in South America. **Aquatic Living Resources**, v.9, p.189-195.

LASSO, C. A. 2001. Fishes of the upper Rio Negro, Bolivian Amazon: Community composition and ecological and biogeographical considerations. **Interciencia**, v.26, n.6, p.236-+.

LE CREN, E. D. 1951. The Length-Weight Relationship and Seasonal Cycle in gonad Weight and Condition in the Perch (*Perca fluviatilis*). **Journal of Animal Ecology**, v.20, n.2, p.201-219.

LIZAMA, M. D. L. A. P. e AMBRÓSIO, A. M. 1999. Relação peso-comprimento e estrutura da população de nove espécies de Characidae na planície de inundação do Alto Rio Paraná, Brasil. **Revista brasileira de Zoologia**, v.16, n.3, p.779-788.

MARCUCCI, K. M. I., ORSI, M. L. e SHIBATTA, O. A. 2005. Abundância e aspectos reprodutivos de *Loricariichthys platymetopon* (Siluriformes, Loricariidae) em quatro trechos da represa Capivara, médio rio Paranapanema. **Iheringia - Série Zoológica**, v.95, n.2, p.197-203.

MAZZONI, R. e CARAMASCHI, E. P. 1995. Length and Weight Relationship and Condition Factor of 2 Species of *Hypostomus* Lacepede, 1803 (Siluroidei, Loricariidae) in the Lower Paraíba-Do-Sul River, Rio-De-Janeiro, Brazil. **Arquivos De Biologia E Tecnologia**, v.38, n.1, p.135-140.

\_\_\_\_\_. 1997. Observations on the reproductive biology of female *Hypostomus luetkeni* Lacepede 1803. **Ecology of Freshwater Fish**, v.6, n.1, p.53-56.

MENEZES, M. S., ARANHA, J. M. R. e CARAMASCHI, E. P. 1998. Ocorrência e Aspectos da Biologia Reprodutiva de *Harttia loricariformis* (Loricariinae) no trecho inferior do Rio Paraíba do Sul (Rio de Janeiro, Brasil). **Acta Biológica Paranaense**, v.27, p.15-26.

MENEZES, M. S., TAKEUTI, D. F., ARANHA, J. M. R. e VERANI, J. R. 2000. Desenvolvimento gonadal de machos e fêmeas de *Pseudotothyris obtusa* (Ribeiro, 1911) (Loricariidae, Hypoptopomatinae). **Acta Biológica Paranaense**, v.29, p.89-100.

MONTEIRO-NETO, C., CUNHA, F. E. D., NOTTINGHAM, M. C., ARAUJO, M. E., ROSA, I. L. e BARROS, G. M. L. 2003. Analysis of the marine ornamental

fish trade at Ceara State, northeast Brazil. **Biodiversity and Conservation**, v.12, n.6, p.1287-1295.

MOREAU, M. A. e COOMES, O. T. 2007. Aquarium fish exploitation in western Amazonia: conservation issues in Peru. **Environmental Conservation**, v.34, n.1, p.12-22.

NOMURA, H. 1988. Caracteres Merísticos e Biologia do Cascudo, *Hypostomus fluviatilis* (Schubart, 1964) (Osteichthyes, Loricariidae) do Rio Mogi-Guaçu, São Paulo, Brasil. . **Revista Brasileira De Zoologia**, v.5, n.1, 31/07/1988, p.75-88.

NOTTINGHAM, M. C., CUNHA, F. E. D. A. e MONTEIRO-NETO, C. 2000. Captura de peixes ornamentais marinhos no Estado do Ceará. **Arquivos de Ciências do Mar**, v.33, p.113-118.

NUÑES, J. e DUPONCHELE, F. 2009. Towards a universal scale to assess sexual maturation and related life history traits in oviparous teleost fishes. **Fish Physiology and Biochemistry** v.35, p.167-180.

PAHNKE, H. **Seit zwei Jahren regelmässig gezuchtet: *Hypancistrus zebra***. Datz. 42: 227-231 p. 1993.

PAULY, D. 1980. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters and mean environmental temperature in 175 fish stocks. **Journal Conservation CIEM**, v.39, n.3, p.175-192.

PAULY, D. e DAVID, N. 1981. ELEFAN I, a BASIC program for the objective extraction of growth parameters from length-frequency data. **Meeresforschung**, v.28, n.4, p.205–211

PELICICE, F. M. e AGOSTINHO, A. A. 2005. Perspectives on ornamental fisheries in the upper Parana River floodplain, Brazil. **Fisheries Research**, v.72, n.1, p.109-119.

PRANG, G. 2007. An Industry Analysis of the Freshwater Ornamental Fishery with Particular Reference to the Supply of Brazilian Freshwater Ornamentals to the UK Market. **UAKARI**, v.3, n.1, p.7 - 51.

QUEROL, M. V. M., QUEROL, E. e GOMES, N. N. A. 2002. Fator de Condição Gonadal, Índice Hepatosomático e Recrutamento como Indicadores do Período de Reprodução de *Loricariichthys platymetopon* (Osteichthyes, Loricariidae), Bacia do Rio Uruguai Médio, Sul do Brasil. **Iheringia - Série Zoológica**, v.92, n.3, p.79-84.

RODRIGUES, S. K. 1993. **Neotectônica e sedimentação quaternária da região da “Volta Grande” do rio Xingu, Altamira, PA.** . (Dissertação). Universidade de São Paulo, São Paulo, 106 p.

ROSA, R. S. e LIMA, F. C. T. 2008. Peixes. In: A. B. M. Machado, G. M. Drummond, et al. **Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção**. Brasília, DF: MMA, v.2, p.1420.

RUFFINO, M. L. e ISAAC, V. J. 1999. Dinâmica Populacional do surubim-tigre *Pseudoplatystoma tigrinum* (Valenciennes, 1840) no médio Amazonas (Siluriformes, Pimelodidae). **Acta Amazonica**, v.29, n.3, p.463-476.

SALVADOR, L. F., SALVADOR, G. N. e SANTOS, G. B. 2009. Morphology of the digestive tract and feeding habits of *Loricaria lentiginosa* Isbrucker, 1979 in a Brazilian reservoir. **Acta Zoológica**, v.90, n.2, p.101-109.

SANTOS, G. M. D. e SANTOS, A. C. M. D. 2005. Sustentabilidade da pesca na Amazônia. **ESTUDOS AVANÇADOS** v.19, n.54, p.165-182.

SATO, Y., FENERICH-VERANI, N., VERANI, J. R., GODINHO, H. P. e SAMPAIO, E. V. 1998. Induced reproduction and reproductive characteristics of *Rhinelepis aspera* Agassiz, 1829 (Osteichthyes : Siluriformes, Loricariidae). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.41, n.3, p.309-314.

SCHLIEWEN, U. e STAWIKOWSKI, R. **Zebbras aus Brasilien.** Datz. 42: 521 p. 1989.

SECUTTI, S. e TRAJANO, E. 2009. Reproductive behavior, development and eye regression in the cave armored catfish, *Ancistrus cryptophthalmus* Reis, 1987 (Siluriformes: Loricariidae), breed in laboratory. **Neotropical Ichthyology**, v.7, n.3, p.479-490.

SPARRE, P. e VENEMA, S. C. 1997. **Introdução à avaliação de estoques de peixes tropicais. Parte 1: Manual.** FAO Documento Técnico sobre as Pescas. Roma: FAO: , v.306. 404 p.

STAWIKOWSKI, R. “Kaktusse,” “Russelzahn,” und ein merkwürdiges “Zebra.” Datz. 45: 348-349 p. 1992.

SUZUKI, H. I., AGOSTINHO, A. A. e WINEMILLER, K. O. 2000. Relationship between oocyte morphology and reproductive strategy in Loricariid catfishes of the Paraná River, Brazil. **Journal of Fish Biology**, v.57, p.791-807.

TAKAHASHI, E. L. H., GOITEIN, R. e NAKAGHI, L. S. O. 2008. Maturidade do ovário no cascudo *Hypostomus strigaticeps* (Siluriformes, Loricariidae). **Acta Scientiarum Biological Sciences**, v.30, n.1, p.107-112.

TAYLOR, C. C. 1960. Temperature, growth, and mortality – the pacific cockle. **J. Cons. Int. Explor.**, v.26, p.117-124.

TAYLOR, J. N. 1983. Field Observations on the Reproductive Ecology of 3 Species of Armored Catfishes (Loricariidae, Loricariinae) in Paraguay. **Copeia**, n.1, p.257-259.

THOMPSON, P. E., DILL, W. A. e MOORE, G. 1973. The major communicable fish diseases of Europe and North America. A review of national and international measures for their control. **EIFAC Technique Paper**, v.17, n.1.

TOS, C. D., AGOSTINHO, A. A. e SUZUKI, H. I. 1997. Population Structure and Reproductive Biology of *Loricariichthys platymetopon* (Siluriformes, Pisces) in the Upper River Paraná. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.40, n.4, p.793-807.

TRAJANO, E. 2001. Habitat and population data of troglobitic armored cave catfish, *Ancistrus cryptophthalmus* Reis, 1987, from central Brazil (Siluriformes : Loricariidae). **Environmental Biology of Fishes**, v.62, n.1-3, p.195-200.

TRAJANO, E. e BICHUETTE, M. E. 2007. Population ecology of cave armoured catfish, *Ancistrus cryptophthalmus* Reis 1987, from central Brazil (Siluriformes : Loricariidae). **Ecology of Freshwater Fish**, v.16, n.2, p.105-115.

VAZZOLER, A. E. A. D. M. 1981. **Manual de métodos para estudos biológicos em populações de peixes: Reprodução e Crescimento**. Brasília: CNPq. 106 p.

VIANA, D., WOLFF, L. L., ZALESKI, T., ROMAO, S., BERTOLDI, G. e DONATTI, L. 2008. Population structure and somatic indexes of *Hypostomus cf. ancistroides* (Siluriformes, Loricariidae) collected from the Bonito River, Ivai river basin, Turvo, Parana. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.51, n.3, p.493-502.

WINEMILLER, K. O. 1989. Patterns of variation in life history among South American fishes in seasonal environments. **Oecologia**, v.81, p.225-241.

ZAR, J. H. 1999. **Biostatistical Analysis**. New Jersey: Prentice Hall. 663 p.

ZUANON, J. A. S. 1999. **História Natural da Ictiofauna de corredeiras do Rio Xingu, na Região de Altamira, Pará**. Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 214 p.