



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



ANA PAULA OLIVEIRA ROMAN

**PESCA E DINÂMICA POPULACIONAL DE PEIXES ORNAMENTAIS NO RIO
XINGU, AMAZÔNIA BRASILEIRA: DADOS PRÉ-BARRAMENTO DO
EMPREENHIMENTO HIDRELÉTRICO DE BELO MONTE.**

BELÉM – PA

2016



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



ANA PAULA OLIVEIRA ROMAN

**PESCA E DINÂMICA POPULACIONAL DE PEIXES ORNAMENTAIS NO RIO
XINGU, AMAZÔNIA BRASILEIRA: DADOS PRÉ-BARRAMENTO DO
EMPREENHIMENTO HIDRELÉTRICO DE BELO MONTE.**

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

Orientadora: **Profa. Dra. Victoria Isaac**

Co-orientador: **Prof. Dr. Ulrich Saint-Paul**

BELÉM – PA

2016

Dados Internacionais de Catalogação- na-Publicação
(CIP)
Biblioteca do Instituto de Ciências Biológicas - UFPA

Roman, Ana Paula Oliveira

Pesca e dinâmica populacional de peixes ornamentais no Rio Xingu, Amazônia Brasileira: dados pré-barramento do empreendimento hidrelétrico de Belo Monte / Ana Paula Oliveira Roman ; Orientadora, Victoria Isaac. - 2016.

142 f. : il.

Inclui bibliografia

Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Pará, Instituto de Ciências Biológicas, Programa de Pós-graduação em Ecologia Aquática e Pesca, 2016.

1. Peixe de água doce – pesca – Rio Xingu (PA). 2. Peixe ornamental – Rio Xingu (PA). 3. Peixe - Populações. 4. Loricarídeos. I. Isaac, Victoria, orientadora. II. Título.

CDD – 22 ed.

639.21098115

ANA PAULA OLIVEIRA ROMAN

**PESCA E DINÂMICA POPULACIONAL DE PEIXES ORNAMENTAIS NO RIO XINGU,
AMAZÔNIA BRASILEIRA: DADOS PRÉ-BARRAMENTO DO EMPREENDIMENTO
HIDRELÉTRICO DE BELO MONTE.**

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

Orientadora:

Profa. Dra. Victoria Isaac

Banca examinadora:

Dra. Flávia Lucena Frédou – Membro interno
TITULAR – Universidade Federal Rural de
Pernambuco Lattes

Dr. Júlio César Sá de Oliveira – Membro
externo TITULAR – Universidade Federal do
Amapá

Dr. Carlos Edward Freitas – Membro Externo
TITULAR – Universidade Federal do
Amazonas

Dra. Bianca Bentes da Silva – Membro
externo SUPLENTE – Universidade Federal
do Pará – campus de Bragança

Dr. Tommaso Giarrizzo – Membro interno
SUPLENTE – Universidade Federal do Pará

Dr. Jonathan Stuart Ready – Membro interno
TITULAR – Universidade Federal do Pará

BELÉM – PA

2016

Dedico este trabalho ao meu filho, que nasceu durante a execução desta tese e me mostrou que sou mais forte do que eu pensava.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha orientadora Profa. **Victoria Isaac**, que, embora fizesse um verdadeiro terrorismo de ter que entregar tudo sempre nos prazos, além de todos os puxões de orelha recebidos, investiu em mim, mostrando que acreditava no meu potencial. Obrigada por explicar mil vezes a mesma coisa, muitas vezes desenhando para ver se facilitava o entendimento, obrigada por tentar ser compreensiva e obrigada por tentar estar sempre disponível a ajudar tanto na vida pessoal, quanto na profissional.

Agradeço aos pescadores que me ajudaram nas coletas de campo: Daildo, Dani e “Chupetinha”, e ao Seu Nelson piloto de todas as horas. Agradeço ao Seu Celso, motorista de táxi, que rodava a cidade comigo, indo de porto em porto e ficando disponível 24h para mim.

Agradeço a todos os colegas do GEMPA, GPECA e GEA, que juntos formam o nosso Laboratório de Biologia Pesqueira e Manejo de Recursos Aquáticos, mas em especial agradeço à minha melhor amiga Morgana, por todo apoio, não só no trabalho, sempre se dispondo a responder minhas dúvidas, ou avaliar criticamente meu trabalho, mas por ser a melhor amiga que eu poderia ter pra vida, ao Edipo, que também sempre me ajudou com dúvidas em estatística e foi sempre um bom companheiro nas horas de “break” do trabalho, agradeço principalmente pela ajuda na reta final desta tese, sem a ajuda deles talvez eu não tivesse conseguido! À Keila, que também além de amiga, me ensinou o que sabia em relação ao programa ArcGIS, e ao Álvaro e Thais que me auxiliaram na compra de materiais e equipamentos, bem como na prestação de contas dos meus dois projetos. Agradeço à minha amiga Andréia, por compartilhar não só as dificuldades do doutorado, mas também àquelas da maternidade, pois engravidamos juntas. Agradeço à minha amiga, Carol (Lôra), que é um exemplo que tenho muito orgulho de ter perto de mim!

Agradeço às meninas e menino dos estágios rotatórios e estágio voluntário: Wliana, Elisa, Ygor e Camila.

Agradeço aos professores que avaliaram meu projeto de tese e contribuíram para a melhora deste trabalho: Prof. Dr. Luciano (Miúdo) Montag, Prof. Dr. Tommaso Giarrizzo e Prof. Dr. Ronaldo Barthem.

Agradeço ao meu co-orientador, Prof. Dr. Ulrich Saint Paul, que possibilitou à minha ida à Alemanha, para trabalhar no ZMT – Bremen.

Agradeço ao Prof. Dr. Werner Ekau, por todo apoio e ensinamentos no ZMT – Bremen, tudo que aprendi sobre otólitos foi praticamente graças a ele!

Agradeço ao grupo de Biologia Pesqueira do ZMT – Bremen, cujas sugestões e discussões sempre foram de grande importância para a construção deste trabalho.

Agradeço ao Programa de Pós-graduação em Ecologia Aquática e Pesca.

Agradeço ao CNPq pela bolsa concedida e pelo financiamento de parte do trabalho através do Edital Universal (processo nº479325/2012-0), agradeço à Fundação O Boticário, também pelo financiamento de parte deste trabalho através do Edital de Apoio a Projetos (processo nº 0958_20122); e à CAPES pela bolsa de doutorado sanduiche (processo nº 007923/2014-07).

Agradeço ao meu companheiro de vida, **James**, que sempre foi um grande incentivador (ou não), tirava algumas dúvidas, me ensinava, me apresentou a alguns pesquisadores, me deu ideias, sempre tentado me ajudar a melhorar a minha tese, além de estar sempre ao meu lado e ser o melhor pai que meu filho poderia ter!

Por fim e não menos importante, agradeço à minha **família**, que ficou cuidando do meu filho após o término da licença maternidade para que este trabalho pudesse ser concluído, sem ela eu nunca teria conseguido!

“(..)You know what you gotta do when life gets you down?
Just keep swimming
Just keep swimming
Just keep swimming swimming swimming (...)”

Dory, em “Procurando Nemo – o filme”

Resumo

A Amazônia é uma das maiores regiões exportadoras de espécies ornamentais de água doce do mundo, e o Rio Xingu se destaca na exportação de espécies de Loricariidae. Este tributário possui um substrato rochoso associado a áreas de maior ou menor altitude, ocasionando acidentes geográficos de corredeiras e grandes cachoeiras, resultando em uma variedade de microambientes únicos para as espécies alvo da pesca ornamental. Sabe-se que peixes de água doce apresentam importantes adaptações biológicas desenvolvidas por longo processo evolutivo, as quais lhes permitem sincronizar suas histórias de vida com as flutuações do nível da água. A construção da terceira maior hidrelétrica do mundo no rio Xingu, foi iniciada em 2012, com início de operação no ano de 2015, e, dentre os inúmeros impactos destaca-se a modificação do regime fluvial, a partir do completo enchimento do reservatório principal, deixando um trecho do rio como um sistema lântico, e a jusante do barramento principal um trecho com vazão reduzida. Desta forma este trabalho teve como principal objetivo, contribuir para o conhecimento da dinâmica populacional de duas espécies de peixes da família Loricariidae, bem como a dinâmica da sua pesca no rio Xingu, PA, Brasil, gerando dados pré-barramento do rio. Para isto, foram realizadas análises de distribuição espaço-temporal das espécies em abundância e comprimento; a caracterização da dinâmica espaço-temporal da pesca e estimados os parâmetros de crescimento para cada espécie, bem como seus parâmetros populacionais. O ciclo hidrológico do rio exerce influência no ciclo de vida das espécies e, por sua vez, na pesca. Contudo, um rio, como o Xingu, cujas características são únicas, mostra que existe uma complexidade de fatores que podem atuar com mais ou menos forças na dinâmica destas populações. Embora alguns padrões tenham sido visualizados, como um provável período de recrutamento na cheia do rio, e como a produção pesqueira acompanha o ciclo das vazões do rio, com picos nos períodos de cheia e baixas produções no período de seca, estas relações não se mostraram tão fortes quando analisadas a luz da estatística, indicando que existem outros fatores exercendo uma influência mais forte nesta dinâmica.

Abstract

The Amazon is one of the major exporting regions of ornamental species of freshwater in the world, and the Xingu River stands out in export species of Loricariidae. This tributary has a bedrock associated with areas of high or low altitude, causing the rapids and large waterfalls, resulting in a variety of unique microenvironments for the target species of ornamental fish. It is known that freshwater fish have important biological adaptations developed by long evolutionary process, which allows them to synchronize biological and ecological traits, with the water level fluctuations. The construction of the third largest dam in the world on the Xingu River, was started in 2012, with operation beginning in 2015, and among the many impacts there is the modification of the river system, from the complete filling of the reservoir, leaving a stretch of the river as a lentic system, and downstream of the main dam a section with reduced flow. Thus this work aimed to contribute to the knowledge of the population dynamics of two species of the family Loricariidae fish, as well as the dynamics of their fishing in the river Xingu, Pará State, Brazil, generating the river pre-dam data. For this, spatiotemporal distribution analyzes were performed of the species abundance and length; the characterization of the spatio-temporal dynamics of fishing and estimated growth parameters for each species and its population parameters. The hydrologic river cycle influences the life cycle of the species and, in turn, fishing. However, a river, like the Xingu, which characteristics are unique, shows that there is a complexity of factors that can act with more or less force in the dynamics of these populations. While some standards have been viewed as a likely period of recruitment in full of the river, and how fish production follows the cycle of the river flow, with peaks during periods of full and low yields in the dry season, these relationships were not so strong when analyzed in light of statistics indicating that there are other factors exerting a stronger influence in this dynamic.

Lista de Figuras

Figura 1: Mapa delimitando as principais alterações hidrológicas que irão ocorrer após a instalação da UHE de Belo Monte. 26

Figura 2: Região da área de estudo no rio Xingu, Pará, Amazônia brasileira. 45

Figura 3: Vazões mensais do nível do rio Xingu, no período de 2012 a 2014 na cidade de Altamira. Dados cedidos por Norte Energia S.A. 46

Figura 4: Mapa delimitando as principais alterações hidrológicas que irão ocorrer após o enchimento do reservatório da UHE de Belo Monte. Fonte: ELETROBRÁS (2009). **Erro! Indicador não definido.**

Figura 5: Abundância absoluta de *P. vittata* por período hidrológico. Total de indivíduos capturados entre 2012 e 2014, no rio Xingu, Amazônia brasileira. ..**Erro! Indicador não definido.**

Figura 6: Abundância absoluta de *S. aureatus* por período. Indivíduos capturados entre 2012 e 2014, no rio Xingu, Amazônia brasileira. **Erro! Indicador não definido.**

Figura 7: Abundância absoluta de *P. vittata* por trecho de distribuição. Para indivíduos capturados entre 2012 e 2014, no rio Xingu, Amazônia brasileira. ..**Erro! Indicador não definido.**

Figura 8: Abundância absoluta de *S. aureatus* por trecho de distribuição. Para indivíduos capturados entre 2012 e 2014, no rio Xingu, Amazônia brasileira. ..**Erro! Indicador não definido.**

Figura 9: Abundância absoluta de *P. vittata* por profundidade entre 2012 e 2013, no rio Xingu, Amazônia brasileira, capturados com mergulho padronizado.**Erro! Indicador não definido.**

Figura 10: Abundância absoluta de <i>S. aureatus</i> por profundidade entre 2012 e 2013, no rio Xingu, Amazônia brasileira, capturados com mergulho padronizado.	Erro! Indicador não definido.
Figura 11: Distribuição de frequências de comprimento total para <i>P. vittata</i> , capturados entre 2012 e 2014, no rio Xingu, Amazônia brasileira.	52
Figura 12: Distribuição de frequências de comprimento total para <i>S. aureatus</i> , capturados entre 2012 e 2014, no rio Xingu, Amazônia brasileira.	53
Figura 13: Resultados da análise de ordenamento da abundância de espécies de Loricarídeos ornamentais, em relação a sua distribuição vertical no rio Xingu. A distribuição dos vetores das espécies corresponde àquelas com correlação de Spearman $>0,6$	Erro! Indicador não definido.
Figura 14: Área de estudo e divisão em áreas de pesca ornamental no rio Xingu.	69
Figura 15: Padrão sazonal de produção, esforço e CPUE para <i>P. vittata</i> alvo da pesca ornamental, no Rio Xingu, Amazônia Brasileira.....	72
Figura 16: Padrão sazonal de produção, esforço e CPUE para <i>S. aureatus</i> alvo da pesca ornamental, no Rio Xingu, Amazônia Brasileira.....	74
Figura 17: Distribuição espacial do rendimento pesqueiro CPUE (nº de unidades/viagem) da espécie <i>P. vittata</i> , entre os anos de 2012 – 2014, no rio Xingu, Amazônia brasileira.....	76
Figura 18: Distribuição espacial do rendimento pesqueiro CPUE (nº de indivíduos/viagem) da espécie <i>S. aureatus</i> , entre os anos de 2012 – 2014, no rio Xingu, Amazônia brasileira.....	78
Figura 19: Média aritmética do resíduo da captura por período em relação aos anos para a pesca de <i>P. vittata</i> no rio Xingu, entre 2012 e 2014.	80

- Figura 20: Médias aritméticas do resíduo da captura por área de pesca de *S. aureatus* no rio Xingu, entre 2012 e 2014 81
- Figura 21: Marcação de indivíduos através do uso do VIE – visible implant elastomer Northwest Marine Technology, Inc. 106
- Figura 22: À esquerda, posição dos otólitos no organismo e a vértebra selecionada para análise. À direita imagem dos 3 otólitos: Lapillus, Asteriscus e Sagitta, e seus respectivos formatos 106
- Figura 23: Estrutura do ouvido interno de Loricariidae visualizado em estereomicroscópio e posicionamento dos otólitos em seu interior. Aumento de 50x. A= Asteriscus; S = Sagitta; L = Lapillus e suas respectivas localizações dentro da estrutura. 107
- Figura 24: Sistema de recirculação de água para manutenção de *P. vittata* e *S. aureatus* em cativeiro. (a) Filtro físico-biológico: composto por telhas de barro e carvão ativado; (b) tanques; (c) área de recirculação com vazão de 2000 L/h. Imagem: Priscila Araújo..... 110
- Figura 25: Exemplo das medidas realizadas nos otólitos de *P. vittata* e *S. aureatus*. Vista dorsal de um otólito Lapillus de *S. aureatus*. A: Anterior; P: posterior. 111
- Figura 26: Fotomicrografia do otólito Sagitta e a visualização dos anéis etários. Aumento de 200x. 112
- Figura 27: Representação gráfica dos resultados da aplicação do método ELEFAN I para o ajuste das curvas de crescimento sobre os dados de comprimento total (cm) de indivíduos de *P. vittata*. 117
- Figura 28: Progressão das médias de comprimento total por coorte, obtidas pelo método de Batthacharya para *P. vittata*. 117

Figura 29: Representação gráfica dos resultados da aplicação do método ELEFAN I para o ajuste das curvas de crescimento sobre os dados de comprimento total (cm) de indivíduos de *S. aureatus*. 118

Figura 30: Progressão das médias de comprimento total por coorte, obtidas pelo método de Batthacharya para *P. vittata*. 119

Figura 31: Curvas de rendimento por recruta (Y/R) pelo método de Beverton e Holt para *P.vittata*, para diferentes valores de L_c . O ponto representa a situação atual. 120

Figura 32: Curvas de rendimento por recruta (Y/R) pelo método de Beverton e Holt para diferentes valores de L_c de *S. aureatus*. O ponto representa a situação atual. 121

Lista de Tabelas

- Tabela 1: Número total de indivíduos de *P. vittata* capturados por método de coleta, médias, desvios e as respectivas unidades entre os anos de 2012 a 2014. 50
- Tabela 2: Número total de indivíduos de *S. aureatus* capturados por método de coleta, médias, desvios e as respectivas unidades, entre os anos de 2012 a 2014. 51
- Tabela 3: Análises de distribuição da abundância de *P. vittata* e *S. aureatus* por período, trecho e profundidade, nos anos de 2012 e 2013 através da metodologia do mergulho padronizado no rio Xingu, Amazônia brasileira. 51
- Tabela 4: Análises de distribuição em comprimento total de *P. vittata* e *S. aureatus* por período, trecho e profundidade, nos anos de 2012 e 2013 através da metodologia do mergulho padronizado no rio Xingu, Amazônia brasileira. 54
- Tabela 5: Resultados do ajuste do Modelo Geral Linear (GLM) para os dados da pesca de *P. vittata* capturado no rio Xingu, Amazônia brasileira entre 2012 - 2014. SS=sum of squares; DF=degrees of freedom; MS=Mean Squares; %= percentage of explanation. Valores em negrito são significantes ($p < 0.05$). 79
- Tabela 6: Resultados do ajuste do Modelo Geral Linear (GLM) para os dados da pesca de *S. aureatus* capturado no rio Xingu, Amazônia brasileira entre 2012 - 2014. SS=sum of squares; DF=degrees of freedom; MS=Mean Squares; %= percentage of explanation. Valores em negrito são significantes ($p < 0,05$). 81
- Tabela 7: Número de indivíduos, parâmetros da relação peso-comprimento ou comprimento-comprimento e valor de R^2 para *P. vittata* e *S. aureatus*, capturados entre 2012 e 2014, no Rio Xingu-PA. CT = comprimento total (cm); PT = peso total

(g); CP = comprimento padrão (cm); CF = comprimento furcal (cm); CO_S= comprimento do otólito sagitta (mm); CO_A= comprimento do otólito asteriscus (mm); CO_L= comprimento do otólito lapillus (mm)..... 116

Tabela 8: Estimativa dos parâmetros K e L[∞] do modelo de crescimento de von Bertalanffy para *P. vittata* capturados entre os anos de 2012 e 2014, no rio Xingu, Amazônia brasileira, gerados através das rotinas contidas no programa FISAT II.

..... **Erro! Indicador não definido.**

Tabela 9: Estimativa dos parâmetros K e L[∞] do modelo de crescimento de von Bertalanffy para *S. aureatus* capturados entre os anos de 2012 e 2014, no rio Xingu, Amazônia brasileira, gerados através das rotinas contidas no programa FISAT II.

..... **Erro! Indicador não definido.**

Tabela 10: Estimativa de longevidade A_{0,95} e taxas de mortalidade total (Z), natural (M) e por pesca (F), comprimento médio de primeira captura (L_c) e taxa de exploração (E) 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.

..... **Erro! Indicador não definido.**

Tabela 11: Estimativa de longevidade A_{0,95} e taxas de mortalidade total (Z), natural (M) e por pesca (F), comprimento médio de primeira captura (L_c) e taxa de exploração (E) 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.

..... **Erro! Indicador não definido.**

Sumário

Apresentação	18
Introdução Geral	20
Hipóteses	29
Objetivos	30
Objetivo geral	30
Objetivos específicos	30
Capítulo 1	30
Capítulo 2	30
Capítulo 3	31
Capítulo I: Distribuição em abundância e estrutura em comprimento de duas espécies de Loricariidae de importância ornamental, na área de influência direta da Hidrelétrica de Belo Monte no rio Xingu – Dados pré-barramento.	39
Introdução	40
Material e Métodos	44
Área de estudo	44
Coleta de dados.....	46
Análise de Dados.....	49
Resultados	50
Abundância.....	50
Estrutura de tamanho	52
Discussão	54
Conclusão	58
Referências	59
Capítulo II: Pesca de peixes ornamentais no Rio Xingu: Dados pré-barramento para <i>Peckoltia vittata</i> (Steindachner, 1881) e <i>Scobinancistrus aureatus</i> Burgess, 1994 (SILURIFORMES, LORICARIIDAE).	63
Introdução.....	64
Material e Métodos	68
Área de Estudo	68
Coleta de dados.....	68

Análise de Dados.....	69
Resultados.....	70
Discussão.....	82
Conclusões.....	87
Referências.....	88
Capítulo III: Dinâmica de populações de duas espécies de Loricariidae de importância ornamental, na área de influência direta da Hidrelétrica de Belo Monte no rio Xingu no rio Xingu – Dados pré-barramento.....	99
Introdução.....	100
Material e Métodos.....	104
Área de Estudo.....	104
Coleta de Dados em campo.....	104
Coleta de Dados em Laboratório.....	106
Análise dos dados.....	113
Resultados.....	115
Discussão.....	122
Conclusão.....	126
Referências.....	127
Conclusões gerais.....	141

Apresentação

Esta tese surgiu de algumas dificuldades em estabelecer modelos de crescimento somático e interpretação dos dados de frequências de comprimento para peixes de pequeno porte da família Loricariidae do rio Xingu. A vontade da professora Victoria Isaac em montar um laboratório para estudos de idade e crescimento dos peixes da nossa região realmente me “contaminou”. Infelizmente, eu já estava na metade do mestrado e devido à falta de tempo hábil em levar em frente esta ideia, amadurecemos para pô-la em prática no doutorado. Com a iminente construção do complexo hidrelétrico de Belo Monte, em 2011, mandamos o primeiro pedido de financiamento para o CNPq, sem sucesso. Sem desistir, enviamos no edital do universal seguinte, já em 2012, além de enviar à Fundação O Boticário. Obtivemos êxito e aprovamos os dois projetos para iniciar os trabalhos em 2013.

Concomitantemente, iniciamos nossa participação na análise dos dados do monitoramento pesqueiro, através da LEME ENGENHARIA, contratada da Norte Energia S.A., de onde conseguimos uma série temporal de dados pré-barramento.

A união destas propostas resultou nos capítulos desta tese, voltados para duas espécies de Loricariidae com grande importância no mercado internacional de peixes ornamentais: *Pekoltia vittata* e *Scobinancistrus aureatus*.

O primeiro capítulo, teve enfoque na distribuição em abundância e comprimentos das duas espécies sazonal e espacialmente; o segundo capítulo, descreve a pesca destas duas espécies, com principal enfoque na relação da atividade com o ciclo hidrológico, e com as áreas de exploração na região, que vem sofrendo mudanças gradativas com a construção da Hidrelétrica de Belo Monte; o terceiro capítulo foi focado na dinâmica populacional de ambas as espécies e a situação de exploração em que se encontram atualmente.

Infelizmente, não tínhamos como mensurar o trabalho que seria estudar idade-crescimento em estruturas rígidas, em peixes da ordem Siluriformes. Isto confirmou-se com os insucessos nos experimentos de marcação e recaptura, bem como na análise dos anéis etários em estruturas rígidas. Ainda assim, há muito trabalho a ser feito e após a finalização desta tese e a produção dos artigos sobre a mesma, este trabalho deve com certeza continuar.

Introdução Geral

A pesca de águas continentais, não só, é responsável por fornecer alimento, mas também é uma importante fonte geradora de renda e emprego no mundo inteiro, principalmente para países em desenvolvimento, como o Brasil. Ainda assim, permanece como uma grande fronteira para a ciência pesqueira mundial, pela dificuldade de obtenção de dados confiáveis de estatística pesqueira e, principalmente, pela sua baixa participação, frente as capturas marinhas mundiais (Allan et al., 2005, Welcomme et al., 2010, FAO, 2014). Esta condição ainda se agrava, quando falamos em pescarias ornamentais de água doce.

Embora o comércio de peixes ornamentais tenha se expandido rapidamente nos últimos 50 anos, já que a manutenção de peixes em ambientes artificiais é um hobby com interesse mundial e que movimentava milhões de dólares por ano, poucos estudos se propõem a estimar qual a participação desse setor nas capturas mundiais (Wood, 2001, Andrews, 1990, Chapman et al., 1997).

Países em desenvolvimento, como o Brasil, normalmente são reconhecidos pela exportação de peixes ornamentais de água doce, e, segundo dados do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior - MDIC, através de consulta no sistema ALICEWEB, foram exportados em 2015, 5 milhões de unidades de peixes, gerando quase 10 milhões de dólares em receita para o Brasil. Apesar de sua importância, e se tratando de uma atividade antiga no país, somente no ano de 2007, o Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA, iniciou a regulamentação para esta atividade (IBAMA, 2008a).

No Brasil, a Amazônia é uma das maiores regiões exportadoras de espécies ornamentais de água doce do mundo, tendo como principais áreas de exploração o Rio Negro, região de Barcelos/AM, e municípios vizinhos, com forte tendência para a exportação de ciclídeos, e o Rio Xingu, região de

Altamira/PA, com maior tendência para a exportação de loricarídeos (Pelicice & Agostinho, 2005).

Esta atividade apresentou um crescimento desordenado ao longo dos anos na região, devido a variabilidade das demandas do mercado internacional e ao apelo para a comercialização de novas espécies. (Batista et al., 2004). O potencial da região 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, 2007a), que buscam proteger as espécies que são ainda pouco conhecidas pela ciência.

O Pará é o principal exportador de espécies da família Loricariidae, localmente conhecidos como “acaris” e mundialmente conhecidos pelo “código L” (L code), cuja popularidade e valores de mercado vêm aumentando entre os aquarofilistas desde a década de 1980, quando as primeiras espécies foram encontradas nos rios Xingu e Tocantins. Oficialmente, cerca de 60 espécies de loricarídeos são exportadas pelo mercado de espécies ornamentais brasileiro, contudo, sabe-se que existem espécies que são comercializadas clandestinamente, ou que não possuem classificação taxonômica ainda definida (Prang, 2007a). Por esta razão, esta atividade é considerada potencialmente prejudicial à preservação da biodiversidade amazônica, pois grande parte das espécies exploradas e exportadas são desconhecidas do ponto de vista taxonômico e ecológico, ou seja, muitas espécies podem ter seus estoques ameaçados pela pesca antes mesmo que se tenham informações mínimas sobre sua biologia e ecologia (IBAMA, 2008a).

O descompasso entre às espécies demandadas pelo mercado e às espécies permitidas pela regulamentação, somadas às dificuldades vividas pela fiscalização dos órgãos responsáveis, são um convite ao comércio ilegal de uma grande quantidade de espécies (IBAMA, 2008a). Por outro lado, devido à falta de estudos científicos sobre a maior parte das espécies comercializadas, a proibição ou não da captura de uma espécie qualquer não tem como base conhecimentos sobre os ciclos de vida e as características

biológicas de cada caso, deixando as autoridades com poucos critérios para proteger a integridade das populações e sem argumentos para forçar a aplicação das normas de manejo. Além disso, um grande número de pescadores depende do comércio de peixes ornamentais, já que a região se caracteriza por uma oferta limitada de oportunidades de renda e pouca qualificação de níveis educacionais (IDESP, 2013). Estas condicionantes induzem à prática ilegal desta atividade.

Apesar da grande importância do comércio de peixes ornamentais para a região amazônica, as informações existentes sobre as espécies de loricarídeos de importância ornamental, capturados no rio Xingu, são poucas ainda. Existem alguns estudos sobre acari zebra *Hypancistrus zebra* Isbrücker & Nijssen, 1991, da família Loricariidae, endêmico do rio Xingu, na Amazônia (Ramos et al., 2013, Roman, 2011, Gonçalves, 2011). Enquanto que outros trabalhos na região focaram na assembleia de peixes do rio (Camargo et al., 2012, Camargo & Ghilardi - Júnior, 2009, Camargo et al., 2004, Camargo et al., 2013, Carvalho-Júnior et al., 2009, Giarrizzo et al., 2015, Zuanon, 1999).

Loricariidae é a maior família dentre os Siluriformes, ou “catfishes”, e está entre as maiores famílias de peixes, com mais de 900 espécies, distribuídas em seis subfamílias: Ancistrinae, Hypoptopomatinae, Lithogeneinae, Loricariinae e Neoplecostominae (Armbruster, 2004). Os loricarídeos diferentemente dos outros membros da ordem Siluriformes, possuem o corpo envolvido por placas ósseas, como uma armadura, e possuem a boca modificada em forma de disco de sucção, (por isso também são denominados “suckermouth armored catfishes”) (Armbruster, 2004, Armbruster & Page, 2006, Lujan & Armbruster, 2012).

Dentre as espécies da família Loricariidae, *Peckoltia vittata* (Steindachner, 1881) e *Scobinancistrus aureatus* Burgess, 1994, têm sido utilizadas como ornamentais, e, desde 2008 até os dias atuais, estão sempre se alternando entre as 5 espécies mais capturadas na região (Camargo et al., 2004, ELETROBRAS, 2008, NORTE ENERGIA SA, 2012, NORTE ENERGIA SA, 2013, NORTE ENERGIA SA, 2014).

Peckoltia vittata é uma espécie de ampla distribuição na bacia amazônica, possui um baixo valor de mercado, é de pequeno porte (atinge tamanhos até 20 cm aproximadamente) e também habita substratos rochosos e troncos de árvores, em áreas de corredeiras de médio fluxo (Camargo et al., 2013).

Scobinancistrus aureatus é uma espécie endêmica do Rio Xingu, com alto valor no mercado de peixes ornamentais, atinge tamanhos até 35 cm aproximadamente, habita substratos rochosos e troncos de árvores, em áreas de corredeiras de médio fluxo (Camargo et al., 2013). Pelo seu endemismo teve sua captura e comercialização proibidas na legislação brasileira em 2014 (BRASIL, 2014).

Ambas as espécies são reconhecidas como tropicais e associadas ao ambiente de corredeiras, e assim, como toda a fauna de peixes do rio Xingu são extremadamente dependentes do nível dos rios e da dinâmica sazonal de inundação. *P. vittata* e *S. aureatus*, como muitos outros Loricariidae do rio Xingu, aparentam ter suas funções biológicas reguladas pela sazonalidade da hidrologia e dos pulsos de inundação de inundação do rio (Junk et al., 1989, Winemiller et al., 2016).

Esta deve ser considerada uma situação preocupante, considerando as transformações que a região amazônica vem sofrendo, face ao plano de desenvolvimento do país, baseada na construção de barragens para geração de energia elétrica a partir de hidrelétricas (Fearnside, 2005b, Zuanon, 1999, Agostinho et al., 2008). Existem evidências de que a construção de barragens é um dos principais meios de degradação de sistemas de água doce, contribuindo para que alterações na estrutura e na função dos ecossistemas de águas interiores da Amazônia ocorram cada vez com maior intensidade (Castello et al., 2013).

Segundo dados da Agência Nacional Energia Elétrica – ANEEL (2012), existem cerca de 21 empreendimentos hidrelétricos em construção e um grande, número, porém desconhecido, de pequenas barragens em riachos, construídas para fornecer água potável para o gado. Destas, somente nas cabeceiras do rio Xingu, no estado do Pará, há cerca de 10.000.

As nascentes do Xingu estão situadas em altitudes da ordem de 600 metros. Já a jusante do município de Altamira, o rio sofre uma acentuada sinuosidade conhecida localmente como “Volta Grande”, que faz parte da zona de linha de queda da deflexão sul amazônica, onde existe alta densidade de quedas naturais (Ghilardi-Júnior & Camargo, 2009)

Enquanto a atividade da pesca ornamental se desenvolvia intensamente, na década de 80, iniciava-se na região outra importante discussão: a implantação de empreendimentos hidrelétricos na região da Volta Grande (Fearnside, 2005b)

Originalmente, o projeto seguiria o esquema convencional das barragens já construídas no Brasil, ou seja, necessitaria alagar uma área enorme e precisaria de mais de um barramento rio acima, fato que provocou grande reação na opinião pública. De modo que para evitar a criação de grandes reservatórios, o desenho foi modificado e o tamanho da área de inundação diminuiu significativamente (Pinto, 2012).

Atualmente, a Usina Hidrelétrica de Belo Monte – UHE Belo Monte foi projetada para uma geração a fio d’água, isto é, o número de turbinas acionadas depende essencialmente das vazões naturais afluentes à casa de força, uma vez que o reservatório não tem capacidade de acumulação

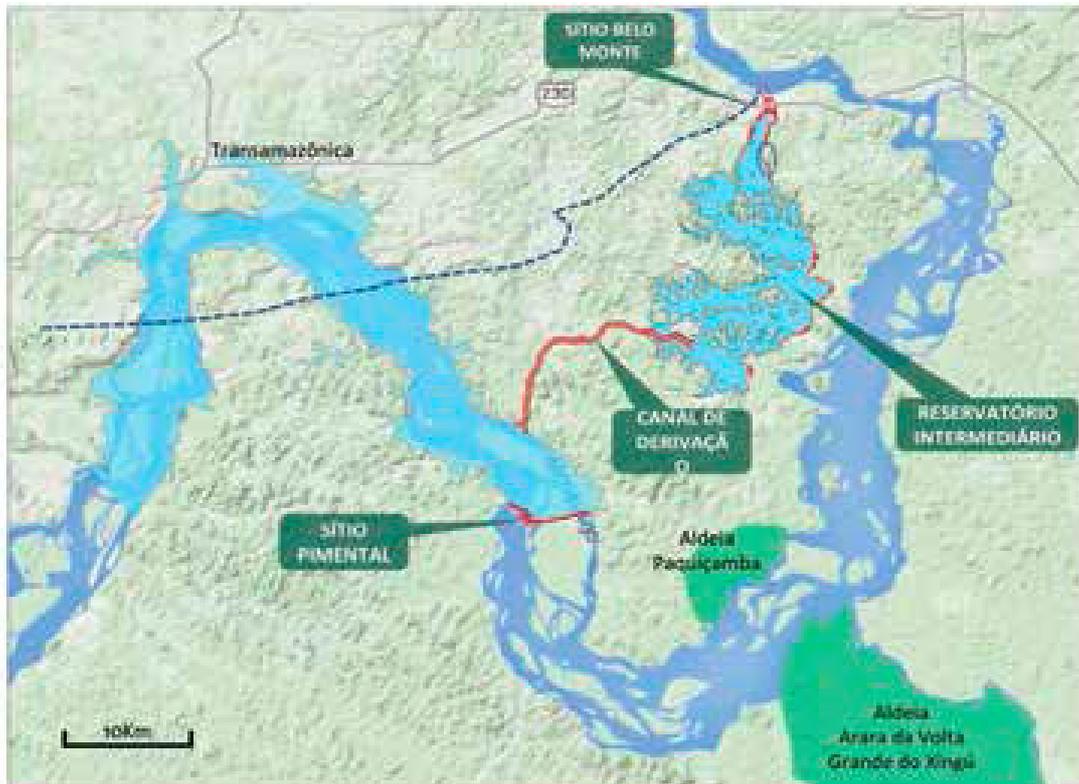


Figura 1) (ELETROBRÁS, 2009). As principais características da obra são:

1. Uma barragem principal, localizada no Sítio Pimental, na qual está prevista também uma pequena usina.
2. Um reservatório (abrangendo parcialmente a calha do rio Xingu e parcela dos terrenos da margem esquerda deste curso d'água, na altura do trecho denominado Volta Grande), que deverá apresentar duas partes distintas: a parte denominada Reservatório da Calha do Xingu, que compreende a área de inundação do rio Xingu na cota 97 m, a montante da barragem principal, e a parte denominada Reservatório dos Canais localizado na margem esquerda que irá desviar o curso natural do rio a jusante da barragem principal;
3. Duas casas de força: a principal na localidade de Belo Monte e uma casa de força complementar a ser posicionada na barragem principal, visando o aproveitamento da vazão que deverá ser mantida a jusante do barramento principal.

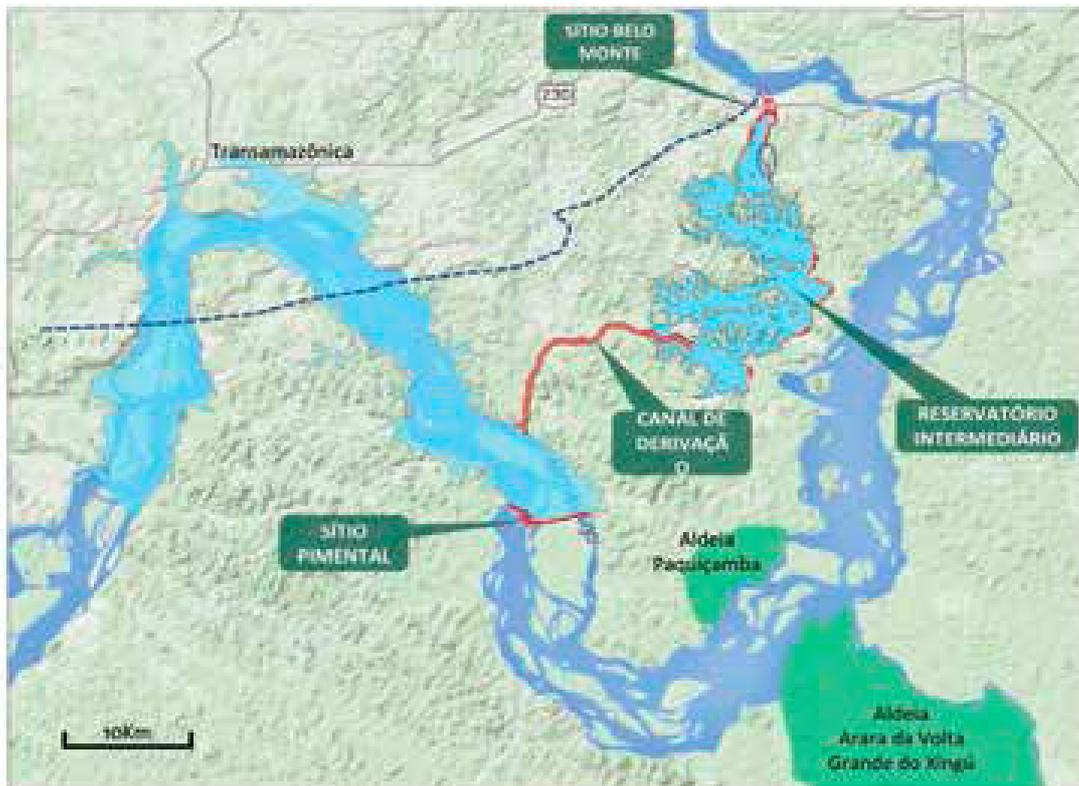


Figura 1: Mapa delimitando as principais alterações hidrológicas que irão ocorrer após a instalação da UHE de Belo Monte.

A construção da barragem da hidrelétrica de Belo Monte, com a formação do reservatório e o trecho de vazão reduzida, tem como principal consequência a interrupção da flutuação do nível de água do rio Xingu à montante da barragem, eliminando o pulso de inundação anual, o que deve destruir muitos dos habitats das formações pioneiras dessa área. Outro impacto deste projeto será a redução drástica do volume de água, bem como das inundações cíclicas naturais, na Volta Grande do rio Xingu, na região entre a barragem e a casa de força principal, na localidade de Belo Monte, expondo assim os pedrais típicos dessa área a um maior tempo de exposição fora da água (Junk & MELLO, 1990). A Volta Grande é uma das áreas mais importantes, em termos da riqueza da sua fauna, flora e populações humanas indígenas e ribeirinhas (Estupiñán & Camargo, 2009).

A combinação da redução da vazão com as alterações do ciclo hidrológico implicam na perda de habitats aquáticos essenciais para a ictiofauna, o que certamente resultará em alterações nos ciclos de vida de muitas espécies

(Cunha & Ferreira, 2012). A maioria das espécies dos rios da Amazônia apresentam importantes adaptações biológicas desenvolvidas por longo processo evolutivo, as quais lhes permitem sincronizar períodos reprodutivos, migrações e comportamento alimentar, com as flutuações do nível da água (Junk et al., 1989). Adicionalmente, a implantação da UHE deve alterar o fluxo migratório de população para a região da obra, com a finalização da construção, muitas pessoas encontram-se desempregadas, o que fatalmente deve trazer impactos na intensificação dos níveis de exploração dos recursos pesqueiros (ELETROBRAS, 2008).

Godinho e colaboradores (2010) relataram que a construção de usinas hidrelétricas tem gerado profundas alterações em ambientes lóticos e que importantes recursos pesqueiros não conseguem se adaptar às mudanças impostas às características físico-químicas dos rios e, conseqüentemente, não completam seu ciclo de vida nestes novos habitats ou simplesmente desaparecem.

Além disso, outras fontes de degradação ambiental são importantes tensores na bacia do Xingu. Dentre eles, destacam-se o uso desordenado do solo e os conflitos da terra, que já foram notícia na imprensa nacional e internacional, pelo seu grau de violência. Além disso, a região se destaca pelos altos índices de supressão de floresta, pela extração ilegal de madeira, plantações de soja e criação extensiva de gado (Mertens et al., 2002).

Sabe-se que para desenvolver ações de conservação dos estoques naturais de peixes, principalmente àquelas espécies que possuem uma alta pressão de exploração como as espécies de loricarídeos (acarís) do Rio Xingu, são necessários conhecimentos sobre a sua biologia, ecologia e dinâmica populacional. A interdição de áreas ou períodos de pesca, a aplicação de técnicas de manejo específicos para a exploração sustentável, a mensuração do esforço total permitido e a aplicação de modelos de avaliação de estoques exigem informações biológicas básicas. Este tipo de informações é também de importância para o planejamento de empreendimentos de grande porte, como o projeto de UHE de Belo Monte e para avaliar os impactos que estas interferências possam produzir sobre a abundância e dinâmica das espécies.

Essas informações são também úteis no desenvolvimento de técnicas de cultivo, que eventualmente, podem aliviar a pressão de exploração ou os impactos sobre as mesmas (Agostinho et al., 1986).

Em ecologia, a relação entre a distribuição e abundância dos indivíduos tem sido amplamente estudada, por se tratar de uma questão central a ser respondida (Krebs, 1978, Brown, 1984, Silvano et al., 2000). Quando se trata da ictiofauna, a maioria dos estudos utiliza uma escala local (Schmid et al., 2016) e tendem a ser um primeiro passo para o manejo e avaliação dos estoques dos recursos pesqueiros de uma região (Andreatta et al., 2002).

Se tratando de uma atividade tradicional da região, os pescadores, se especializaram a um nível tal, que os mesmos afirmam que não sabem exercer outra atividade. De forma que a hidrelétrica de Belo Monte, não irá afetar somente a biota aquática, mas também, muitas pessoas que tem na pesca ornamental o seu único meio de sustento.

A biologia pesqueira visa estudar a biologia, distribuição e a dinâmica dos estoques pesqueiros, com o objetivo de elucidar o ciclo de vida das espécies e prover a base para a avaliação de estoques, culminando em estratégias de manejo tornando a pesca uma atividade mais sustentável (King, 2011).

Na teoria clássica, considerando uma população ou estoque e ignorando fatores ambientais, o número de indivíduos aumenta através da reprodução ou, mais especificamente, do recrutamento e a biomassa ou o peso desse mesmo estoque é regulada através das taxas de crescimento individuais. Ao mesmo tempo, este estoque pode ser reduzido pela mortalidade (seja ela natural ou por pesca). Para a biologia pesqueira o balanço entre as taxas de crescimento e mortalidade determinam o momento ótimo para o extrativismo (King, 2011).

Estudos sobre crescimento, mortalidade e recrutamento tem utilidade para determinar que efeito a pesca exerce sobre os estoques, bem como proporcionar medidas de manejo mais adequadas, de forma a maximizar os rendimentos e torná-los sustentáveis para garantir que no futuro o recurso ainda exista. Ainda podem ser importantes para a aqüicultura, já que essas

informações servem para determinar a viabilidade e a rentabilidade da criação de peixes em cativeiro, além de ser importante para determinar se o crescimento pode ser acelerado e em quais condições (Jones, 1992).

Neste contexto, estudos que incrementem os conhecimentos sobre a ecologia das espécies que serão afetadas pelo empreendimento, antes que os principais impactos ocorram, passam a ser mais do que relevantes, pois deverão servir como base para avaliar futuras modificações ambientais e bem como avaliar a necessidade de eventuais medidas de mitigação e compensação.

Hipóteses

Considerando os trabalhos de Lowe-McConnell (1964), Junk et al. (1989) e Freeman et al. (2001), os quais mostram evidências de que condições de sazonalidade ambiental, causadas por diferenças no ciclo hidrológico de um ambiente aquático, influenciam na história de vida das espécies que habitam este ambiente. Sendo o rio Xingu, um rio de águas claras que sofre influências do pulso de inundação (Sioli, 1957), com características únicas e altos índices de endemismos. Considerando que estas características favoreceram evolutivamente espécies que conseguiram sincronizar seus ciclos de vida a partir dos sinais ambientais determinados pelo ciclo hidrológico de vazão deste rio. Considerando que os peixes da família Loricariidae são espécies reofílicas, cujas características são relacionadas a presença de fortes correntezas. A hipótese geral deste trabalho versa que:

H1: A distribuição, a abundância, e a dinâmica de populações e a pesca de espécies de Loricariidae com importância ornamental acompanhará o ciclo hidrológico do rio Xingu, de forma que sua maior abundância e dinâmica populacionais refletem esta sazonalidade em suas características biológicas.

Pergunta(s) norteadora(s) de cada capítulo:

Capítulo 1:

Características ambientais como ciclo hidrológico e profundidade do rio, influenciam na distribuição em abundância e comprimento de espécies de Loricariidae presentes no rio Xingu?

Capítulo 2:

O ciclo hidrológico do rio Xingu também afeta a pesca, produzindo períodos de melhor produção e rendimento pesqueiro?

Capítulo 3:

A sazonalidade do rio influencia nas características fisiológicas dos indivíduos, contribuindo para um crescimento sazonal das espécies, que por sua vez afetam a dinâmica das populações destas espécies?

A hipótese central deste trabalho e as perguntas norteadoras de cada capítulo, serão respondidas a partir dos objetivos de cada trabalho:

Objetivos

Objetivo geral

Contribuir para o conhecimento da ecologia populacional de três espécies de peixes da família Loricariidae do rio Xingu, PA, Brasil, antes da finalização das obras e ocorrência dos impactos ambientais da UHE de Belo Monte.

Objetivos específicos

Capítulo 1

1. Determinar a estrutura populacional em comprimento de cada espécie;
2. Determinar padrões de distribuição em abundância e comprimento em relação ao ciclo hidrológico, trechos de distribuição e profundidade do rio.

Capítulo 2

1. Estimar produção, esforço e produtividade das pescarias para as espécies;

2. Determinar padrões na pesca destas espécies em relação aos trechos de pesca;
3. Determinar que variáveis possuem maior efeito na captura, quando desconsiderado o esforço.

Capítulo 3

1. Determinar a relação de peso-comprimento e comprimento-comprimento de cada espécie;
2. Determinar taxas de crescimento individual para cada espécie e a relação entre as idades dos indivíduos e o seu tamanho corpóreo;
3. Estimar os parâmetros da curva de crescimento, bem como parâmetros populacionais (longevidade, mortalidade natural e por pesca).
4. Avaliar o estado de exploração das espécies.

Referências

- Agostinho, A., Pelicice, F. & Gomes, L. (2008) Dams and the fish fauna of the Neotropical region: impacts and management related to diversity and fisheries. *Brazilian Journal of Biology*, **68**, 1119-1132.
- Agostinho, A.A., Barbieri, G., Verani, J.R. & Agostinho, C.S. (1986) Ciclo reprodutivo e primeira maturação de *Rhineleps aspera* (Agassiz, 1829) (Teleostei - Loricariidae) no Rio Paranapanema. *Revista Unimar*, **8**, 10 p.
- Allan, J.D., Abell, R., Hogan, Z., Revenga, C., Taylor, B.W., Welcomme, R.L. & Winemiller, K. (2005) Overfishing of Inland Waters. *BioScience*, **55**, 11.
- Andreatta, J.V., Meurer, B.C., Baptista, M.G.S., Manzano, F.V., Teixeira, D.E., Longo, M.M. & Freret, N.V. (2002) Composição da assembléia de peixes da Baía da Ribeira, Angra dos Reis, Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, **19**, 8.
- Andrews, C. (1990) The ornamental fish trade and fish conservation. *Journal of Fish Biology*, **37**, 53-59.
- Armbruster, J.W. (2004) Phylogenetic relationships of the suckermouth armoured catfishes (Loricariidae) with emphasis on the Hypostominae and the Ancistrinae. *Zoological Journal of the Linnean Society*, **141**, 1-80.
- Armbruster, J.W. & Page, L.M. (2006) Redescription of *Pterygoplichthys punctatus* and description of a new species of *Pterygoplichthys* (Siluriformes : Loricariidae). *Neotropical Ichthyology*, **4**, 401-409.
- Batista, V.S., Isaac, V.J. & Viana, J.P. (2004) Exploração e manejo dos recursos pesqueiros da Amazônia. In: M.L. Ruffino (ed.) *A pesca e os recursos pesqueiros na Amazônia brasileira*. Manaus: IBAMA/Provárzea.

BRASIL (2014) PORTARIA N o 445, DE 17 DE DEZEMBRO DE 2014. In: MMA (ed.) Diário Oficial da União: Brasília, quinta-feira, 18 de dezembro de 2014.

Brown, J.H. (1984) On the relationship between abundance and distribution of species. . *American Naturalist*, **124**, 25.

Camargo, M., Carvalho-Júnior, J.R. & Estupiñán, R.A. (2012) PEIXES COMERCIAIS DA ECORREGIÃO AQUÁTICA XINGU-TAPAJÓS. In: Z.C. CASTILHOS & P.A. BUCKUP (eds.) *Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós*. Rio de Janeiro: CETEM.

Camargo, M. & Ghilardi - Júnior, R. (2009) *Entre a Terra, as Águas e os Pescadores do médio rio Xingu. Uma abordagem ecológica* Belém.

Camargo, M., Giarrizzo, T. & Isaac, V. (2004) Review of the Geographic Distribution of Fish Fauna of the Xingu River Basin, Brazil. *Ecotropica*, **10**, 24 p.

Camargo, M., Gimenes Júnior, H., Sousa, L.M.d. & Py-Daniel, L.R. (2013) *Loricariids of The Middle Rio Xingu - Loricariiden des mittleren Rio Xingu*, Hannover, DE: Panta Rhei.

Carvalho-Júnior, J.R., Carvalho, N.A.S.d.S., Nunes, J.L.G., Camões, A., Bezerra, M.F.d.C., Santana, A.R.d. & Nakayama, L. (2009) SOBRE A PESCA DE PEIXES ORNAMENTAIS POR COMUNIDADES DO RIO XINGU, PARÁ – BRASIL: RELATO DE CASO. *Boletim do Instituto de Pesca de São Paulo*, **35**, 10.

Castello, L., McGrath, D., Hess, L.L., Coe, M.T., Lefebvre, P.A., Petry, P., Macedo, M.N., Renó, V.F. & Arantes, C.C. (2013) The vulnerability of Amazon freshwater ecosystems. *Conservation Letters*, **6**, 14.

Chapman, F.A., Fitz-Coy, S.A., Thunberg, E.M. & Adams, C.M. (1997) United States of America Trade in Ornamental Fish. *Journal of the World Aquaculture Society*, **28**, 1-10.

Cunha, D.d.A. & Ferreira, L.V. (2012) Impacts of the Belo Monte hydroelectric dam construction on pioneer vegetation formations along the Xingu River, Pará State, Brazil. *Brazilian Journal of Botany*, **35**, 159-167.

ELETROBRAS (2008) DIAGNÓSTICO – ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL SOBRE A FAUNA E FLORA DA REGIÃO DO MEDIO RIO XINGU UHE BELO MONTE: *Diagnóstico ambiental da AHE- Belo Monte – Médio e Baixo Rio Xingu ICTIOFAUNA E PESCA* No. 434 pp.

FAO (2014) *The State of World Fisheries and Aquaculture*, Roma: Foods and Agriculture organization of the united Nations.

Fearnside, P.M. (2005) Hidrelétricas Planejadas no Rio Xingu como Fontes de Gases do Efeito Estufa: Belo Monte (Kararaô) e Altamira (Babaquara). In: A.O. Sevá Filho (ed.) *Tenotã-mõ: Alertas sobre as conseqüências dos projetos hidrelétricos no rio Xingu, Pará, Brasil*. São Paulo, Brazil: International Rivers Network.

Freeman, M.C., Bowen, Z.H., Bovee, K.D. & Irwin, E.R. (2001) FLOW AND HABITAT EFFECTS ON JUVENILE FISH ABUNDANCE IN NATURAL AND ALTERED FLOW REGIMES. *Ecological Applications*, **11**, 179-190.

Ghilardi-Júnior, R. & Camargo, M. (2009) Breve Visão do Xingu. In: M. Camargo & R. Ghilardi-Júnior (eds.) *Entre a Terra, as Águas e os Pescadores do Médio rio Xingu - Uma abordagem Ecologica*. Belém.

Giarrizzo, T., de Sena Oliveira, R.R., Costa Andrade, M., Pedrosa Gonçalves, A., Barbosa, T.A.P., Martins, A.R., Marques, D.K., Brito dos Santos, J.L., de Paula da Silva Frois, R., Oliveira de Albuquerque, T.P., Fogaça de Assis Montag, L., Camargo, M. & Melo de Sousa, L. (2015) Length–weight and length–length relationships for 135 fish species from the Xingu River (Amazon Basin, Brazil). *Journal of Applied Ichthyology*, **31**, 415-424.

- Godinho, A.L., Lamas, I.R. & Godinho, H.P. (2010) Reproductive ecology of Brazilian freshwater fishes. *Environmental Biology of Fishes*, **87**, 143-162.
- Gonçalves, A.P. (2011) Ecologia e Etnoecologia de *Hypancistrus zebra* (Siluriformes: Loricariidae, no rio Xingu, Amazônia brasileira. *Pós-graduação em Ecologia Aquática e pesca*. Belém: UFPA.
- IBAMA (2008) Diagnóstico Geral das Práticas de Controle Ligadas a Exploração, Captura, Comercialização, Exportação e Uso de Peixes para Fins Ornamentais e de Aquariofilia. No. 217 p pp.
- Jones, C.M. (1992) Development and application of the otolith increment technique. In: D.K. Stevenson & S.E. Campana (eds.) *Otolith microstructure examination and analysis*. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.
- Junk, W.J., Bayley, P.B. & Sparks, R.E. (1989) The Flood Pulse Concept in River-Floodplain Systems. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*, **106**, 18.
- King, M. (2011) *Fisheries Biology, Assessment and Management*, Australia: Blackwell.
- Krebs, C.J. (1978) *Ecology. The Experimental Analysis of Distribution and Abundance.*, New York.
- Lowe-McConnell, R.H. (1964) The fishes of the Rupununi savanna district of British Guiana, South America Part 1. Ecological groupings of fish species and effects of the seasonal cycle on the fish. *Zoological Journal of the Linnean Society*, **45**, 41.
- Lujan, N. & Armbruster, J. (2012) Morphological and functional diversity of the mandible in suckermouth armored catfishes (Siluriformes: Loricariidae). *Journal of morphology*, **273**, 24-39.

Mertens, B., Pocard-Chapuis, R., Piketty, M.G., Lacques, A.E. & Venturieri, A. (2002) Crossing spatial analyses and livestock economics to understand deforestation processes in the Brazilian Amazon: the case of São Félix do Xingú in South Pará. *Agricultural Economics*, **27**, 269-294.

NORTE ENERGIA SA (2012) 2° RELATÓRIO CONSOLIDADO DE ANDAMENTO DO PBA E DO ATENDIMENTO DE CONDICIONANTES. *CAPÍTULO 2 – ANDAMENTO DO PROJETO BÁSICO AMBIENTAL UHE BELO MONTE* No. 51 pp.

NORTE ENERGIA SA (2013) 3° RELATÓRIO CONSOLIDADO DE ANDAMENTO DO PBA E DO ATENDIMENTO DE CONDICIONANTES. No. 66 pp.

NORTE ENERGIA SA (2014) 4° RELATÓRIO CONSOLIDADO DE ANDAMENTO DO PBA E DO ATENDIMENTO DE CONDICIONANTES

No. 51 pp.

Pelicice, F.M. & Agostinho, A.A. (2005) Perspectives on ornamental fisheries in the upper Parana River floodplain, Brazil. *Fisheries Research*, **72**, 109-119.

Pinto, L.F. (2012) De Tucuruí a Belo Monte: a história avança mesmo? *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas*, **7**, 777-782.

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*, **3**, 7 - 51.

Ramos, F.M., Recuero, L.B., Silva, T.V.N., Fujimoto, R.Y., Lee, J.T. & Torres, M.F. (2013) Shelter selection in the Amazonian zebra pleco, *Hypancistrus zebra* Isbrucker & Nijissen, 1991 (Siluriformes:

Loricariidae): requirements in rearing conditions. *Journal of Applied Ichthyology*, **29**, 927-929.

Roman, A.P.O. (2011) Biologia Reprodutiva e Dinâmica Populacional de *Hypancistrus zebra* Isbrucker & Nijssen, 1991 (Siluriformes, Loricariidae), no Rio Xingu, Amazônia Brasileira. *Instituto de Ciências Biológicas*. Belém, PA: Universidade Federal do Pará.

Schmid, K., Reis-Filho, J.A., Harvey, E. & Giarrizzo, T. (2016) Baited remote underwater video as a promising nondestructive tool to assess fish assemblages in clearwater Amazonian rivers: testing the effect of bait and habitat type. *Hydrobiologia*, 1-17.

Silvano, R.A.M., Amaral, B.D.d. & Oyakawa, O.T. (2000) Spatial and temporal patterns of diversity and distribution of the Upper Juruá a River fish community (Brazilian Amazon). *Environmental Biology of Fishes*, **57**, 11.

Welcomme, R.L., Cowx, I.G., Coates, D., Béné, C., Funge-Smith, S., Halls, A. & Lorenzen, K. (2010) Inland capture fisherie. *Philosophical Transactions of The Royal Society*, **365**, 16.

Winemiller, K.O., McIntyre, P.B., Castello, L., Fluet-Chouinard, E., Giarrizzo, T., Nam, S., Baird, I.G., Darwall, W., Lujan, N.K., Harrison, I., Stiassny, M.L.J., Silvano, R.A.M., Fitzgerald, D.B., Pelicice, F.M., Agostinho, A.A., Gomes, L.C., Albert, J.S., Baran, E., Petrere Jr., M., Zarfl, C., Mulligan, M., Sullivan, J.P., Arantes, C.C., Sousa, L.M., Koning, A.A., Hoinghaus, D.J., Sabaj, M., Lundberg, J.G., Armbruster, J., Thieme, M.L., Petry, P., Zuanon, J., Vilara, G.T., Snoeks, J., Ou, C., Rainboth, W., Pavanelli, C.S., Akama, A., Soesbergen, A.v. & Sáenz, L. (2016) Balancing hydropower and biodiversity in the Amazon, Congo and Mekong. *Science*, **351**, 2.

Wood, E. (2001) Ccollection of coral reef fish for aquaria: Global trade, conservation issues and management strategies *Marine Conservation Society* No. 80 pp.

Zuanon, J.A.S. (1999) História Natural da ictiofauna de corredeiras do Rio Xingu, na região de Altamira, Pará. *Instituto de Biologia*. Campinas, SP: Universidade Estadual de Campinas - UNESP.

Capítulo I: Distribuição em abundância e estrutura em comprimento de duas espécies de Loricariidae de importância ornamental, na área de influência direta da Hidrelétrica de Belo Monte no rio Xingu – Dados pré-barramento.

Este capítulo será submetido à revista JAI – **Journal Applied Ichthyology**

Introdução

Em ecologia, a relação entre a distribuição e abundância dos indivíduos tem sido amplamente estudada, por se tratar de uma questão central a ser respondida (Krebs, 1978, Brown, 1984, Silvano et al., 2000). Quando se trata da ictiofauna, a maioria dos estudos utiliza uma escala local (Schmid et al., 2016) e tendem a ser um primeiro passo para o manejo e avaliação dos estoques dos recursos pesqueiros de uma região (Andreatta et al., 2002).

No Brasil, a principal fonte de recursos pesqueiros de água doce se concentra na região amazônica. Nesta região, a pesca se caracteriza por explorar uma grande riqueza de espécies em diferentes habitats e com múltiplos petrechos, de acordo com a disponibilidade de ambientes e recursos, o que é definido pelo regime de vazão dos rios (Petrere, 1978, Bayley & Petrere, 1989, Merona, 1995, Batista et al., 1998, Cerdeira et al., 2000, Isaac et al., 2000, Barthem & Fabré, 2004, Batista et al., 2004).

A pesca ornamental na região amazônica apresentou um crescimento desordenado ao longo dos anos na região (Batista et al., 2004). A atividade é considerada potencialmente prejudicial à preservação da biodiversidade amazônica, pois grande parte das espécies exploradas e exportadas são desconhecidas do ponto de vista taxonômico e ecológico, ou seja, muitas espécies podem ter seus estoques ameaçados pela pesca antes que se tenham informações mínimas sobre sua biologia e ecologia (IBAMA, 2008a). Além disso, a pesca ornamental é dependente de constantes demandas do mercado internacional para o uso de novas espécies, o que aumenta ainda mais estas condições de risco.

O rio Xingu é rico em espécies e apresenta características geográficas e hidrológicas, que favorecem a diversidade de microambientes, levando ao isolamento das populações, através de barreiras geográficas e climáticas. Como resultado, esta bacia possui altos níveis de endemismo. Essa alta variedade de habitats favoreceu evolutivamente a diferenciação de pequenos peixes em uma variedade de formas e cores. Esta fauna possui alto valor para o mercado aquarófilo de peixes ornamentais, tornando muitas espécies intensamente exploradas (IBAMA, 2008b). Dentre essas espécies destacamos *Peckoltia vittata* (Steindachner, 1881) e *Scobinancistrus aureatus* Burgess, 1994, que estão dentre as cinco espécies mais capturadas na região (NORTE ENERGIA SA, 2012, NORTE ENERGIA SA, 2013, NORTE ENERGIA SA, 2014).

Estas espécies possuem características antagônicas. *P. vittata* é uma espécie de pequeno porte, baixo valor comercial e ampla distribuição geográfica, enquanto que *S. aureatus* é uma espécie de grande porte, alto valor comercial e é considerada endêmica no rio Xingu. Apesar disso, desde 2012, estas espécies vêm se alternando entre as 5 primeiras posições no ranking de espécies mais capturadas pela pesca ornamental (NORTE ENERGIA SA, 2012, NORTE ENERGIA SA, 2013, NORTE ENERGIA SA, 2014).

Apesar de sua importância econômica para a região poucos estudos foram específicos para estas espécies (Burgess, 1994, Cardoso et al., 2013, Armbruster, 2008, Souza et al., 2009), focando principalmente na sua filogenia e taxonomia. A maioria dos trabalhos trata destas espécies no conjunto de informações compartilhadas sobre a pesca ornamental (Ramos

et al., 2015, Camargo et al., 2012, Gonçalves et al., 2009) ou sobre a região do rio Xingu (Camargo et al., 2013, Giarrizzo et al., 2015).

Além da associação da pressão da pesca e a falta de informações científicas, estas espécies, vem sofrendo o agravante da construção da terceira maior hidrelétrica do mundo no rio Xingu, a partir de 2012. Este grande empreendimento iniciou a geração de energia no ano de 2015, e, dentre os inúmeros impactos destaca-se a modificação do regime fluvial, a partir do completo enchimento do reservatório principal (ELETROBRÁS, 2009).

Este reservatório principal fica à montante do barramento, no sítio Pimental, e se estende até uns 40 km a montante de Altamira, próximo da comunidade de Boa Esperança. No setor à jusante do barramento principal, o rio sofrerá uma redução drástica no regime de vazão e o ciclo hidrológico será controlado pela hidrelétrica, que deverá liberar apenas o excedente à capacidade das máquinas geradoras para a região da Volta Grande do Xingu (ELETROBRÁS, 2009).

A fauna de peixes dessas duas regiões é extremadamente dependente do nível dos rios e da dinâmica sazonal de inundação. *P. vittata* e *S. aureatus*, como muitos outros Loricariidae do rio Xingu, habitam os blocos rochosos dos segmentos rápidos do rio Xingu, e sua abundância e distribuição dependem da velocidade da água, da profundidade e da disponibilidade de ambientes inundados (Winemiller et al., 2016).

Por sua vez, a dinâmica da pesca na região amazônica também é fortemente influenciada pela sazonalidade da hidrologia de seus rios e os pulsos de inundação (Junk et al., 1989). Neste contexto, estudos que incrementem os

conhecimentos sobre a ecologia das espécies que serão afetadas pelo empreendimento, antes que os principais impactos ocorram, passam a ser mais do que relevantes, pois deverão servir como base para avaliar futuras modificações ambientais, assim como avaliar a necessidade de eventuais medidas de mitigação e compensação.

Desta forma, este trabalho teve como objetivo, avaliar a distribuição espacial e temporal da abundância e da estrutura em comprimento de *P. vittata* e *S. aureatus*, a fim de gerar dados pré-barramento do rio, que possam ser comparados com informações colhidas no futuro, para identificar possíveis modificações na história de vida dessas espécies, devidas à interferência do grande empreendimento hidrelétrico na região. A escolha destas duas espécies se justifica, pois, são espécies de grande importância para a pesca ornamental, são de fácil captura, habitam vários tipos de substrato ao longo do rio Xingu e não possuem muitas informações sobre sua biologia e ecologia disponíveis na literatura científica.

Material e Métodos

Área de estudo

O Rio Xingu é um rio de águas claras, de coloração verde com baixos teores de nutrientes dissolvidos e material em suspensão. É um dos tributários da margem direita do rio Amazonas, possui cerca de 500.000 Km² de área, e 1.600 km de extensão, com suas nascentes localizadas no Estado do Mato Grosso. Tem como principal característica um substrato rochoso associado a áreas de maior ou menor altitude, ocasionando acidentes geográficos de corredeiras e grandes cachoeiras, resultando em uma variedade de microambientes únicos para as espécies alvo da pesca ornamental (Sioli, 1957, Estupiñán & Camargo, 2009).

À jusante da cidade de Altamira, o rio sofre uma acentuada deflexão formando a chamada “Volta Grande do Xingu”, que apresenta corredeiras e um desnível de 85 m em 160 km (de Paula Silva et al., 2014). No fim desse trecho, pouco depois da localidade de Belo Monte, o Xingu se alarga consideravelmente, apresentando baixa declividade até a sua foz e sofrendo, inclusive, efeitos do regime de maré provocado pelo rio Amazonas (Camargo et al., 2004) (Figura 2).

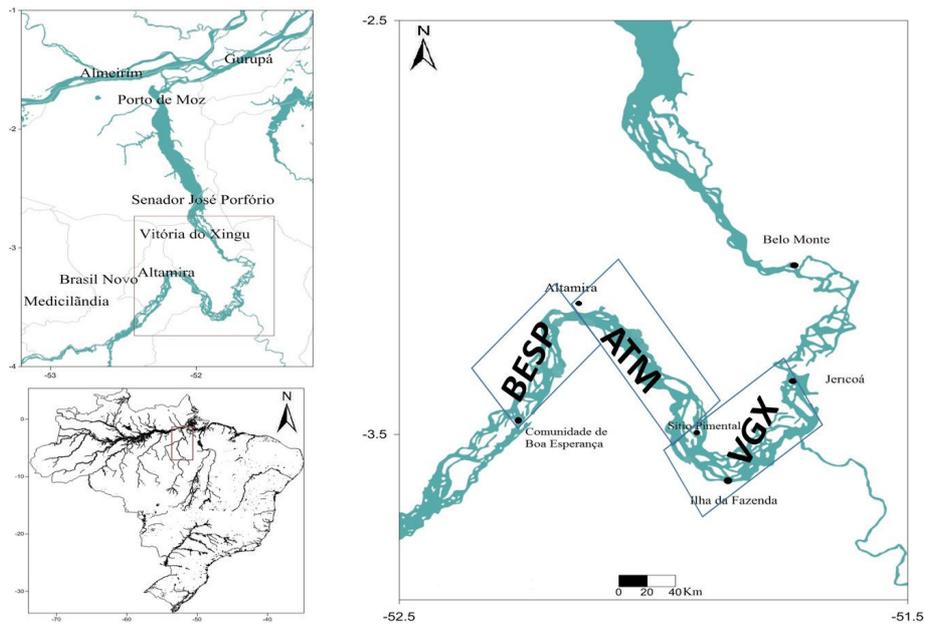


Figura 2: Região da área de estudo no rio Xingu, Pará, Amazônia brasileira.

O regime fluvial do Xingu nos trechos médio e inferior pode ser classificado em períodos sazonais de enchente, entre dezembro e fevereiro, cheia, nos meses de março e abril, vazante entre maio e julho e seca entre agosto e novembro (ELETROBRAS, 2008) (Figura 3).

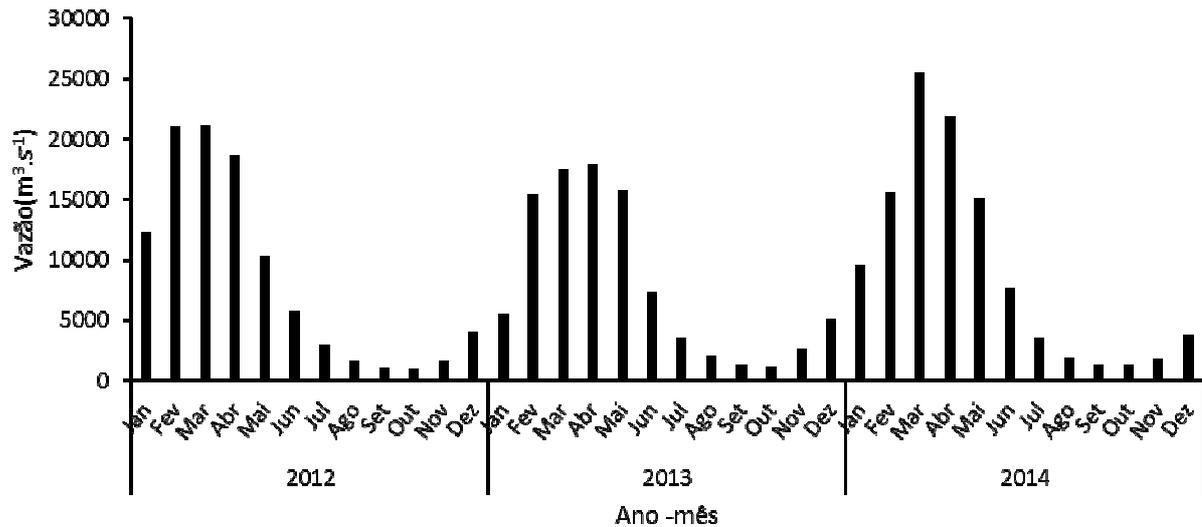


Figura 3: Vazões mensais do nível do rio Xingu, no período de 2012 a 2014 na cidade de Altamira. Dados cedidos por Norte Energia S.A.

Após o funcionamento da hidrelétrica, ocorrerão alterações na hidrologia da região (ELETROBRÁS, 2009).

Este trabalho se concentra na região entre a comunidade da Ilha da Fazenda, na região da Volta Grande, e a comunidade de Boa Esperança, a montante de Altamira (Figura 1), considerando a área do rio que irá sofrer maior impacto após a implantação da UHE de Belo Monte.

Coleta de dados

Os dados para este trabalho foram coletados entre 2012 e 2014, antes do barramento do rio Xingu. As amostragens foram realizadas através de três metodologias diferentes, a saber: i) desembarque pesqueiro; ii) pesca experimental; iii) mergulho padronizado. O primeiro implicou em coletas

diárias e os outros dois em coletas sazonais. Cada método contribuiu com informações complementares, a fim de se ter uma série temporal com diversas informações, todas no período de pré-barramento do rio, cujo detalhamento segue abaixo.

Desembarque Pesqueiro

Foram coletados dados provenientes da atividade pesqueira ornamental, diariamente (de segunda a sábado) durante dois anos, de julho de 2012 a junho de 2014, nas localidades de Altamira, agrupados por período do ano: cheia (CHE); vazante (VAZ); seca (SEC); enchente (ENC). Para cada desembarque foram registrados produção total e por espécie, esforço pesqueiro correspondente e área de pesca). O local de pesca foi classificado de acordo com trechos, a saber: (1) VGX - região do Xingu conhecida como “Volta Grande”, entre as cachoeiras e o sítio Pimental, (2) ATM - Rio Xingu, entre Pimental e a cidade de Altamira, (3) BESP - Rio Xingu entre Altamira passando pela comunidade de Boa Esperança e até a foz do Rio Iriri

Em alguns casos, com a concordância do pescador, foram realizadas medidas dos comprimentos totais (cm) de alguns exemplares das espécies capturadas.

Foram selecionados os desembarques nos quais ocorreram as espécies *P. vittata* e *S. aureatus*, conhecidas respectivamente como “acari tigre de listra” e “acari picota ouro”, a partir de um filtro considerando somente os desembarques nos quais cada uma destas espécies representou mais de 15% do total da produção.

Pesca Experimental

Esta amostragem aconteceu somente, nos períodos de vazante e seca dos anos, entre 2012, 2013 e 2014. Em cada um dos setores do rio (VGX, ATM e BESP) foram escolhidos dois sítios amostrais, localizados aleatoriamente em ambientes de pedral/corredeira. Para cada sítio amostrado foi demarcada uma área de 5mx5m. Pescadores ornamentais profissionais fizeram a captura manual de todos os indivíduos da família Loricariidae avistados, através de mergulho livre, sem limite de tempo. Para as análises, foram selecionadas somente as espécies *P. vittata* e *S. aureatus*. Todos os indivíduos foram contados, medidos em comprimento total (cm) e pesados (g) em campo.

Mergulho Padronizado

Esta amostragem ocorreu na cheia do ano de 2012 e nos quatro períodos do ano de 2013 (CHE, VAZ, ENC e SEC). As capturas de mergulho padronizado foram realizadas através de coleta manual por mergulho com compressor, realizado por pescadores experientes.

As coletas foram realizadas nos três trechos do rio, coincidentes com aqueles do desembarque pesqueiro: i) VGX; ii) ATM e iii) BESP, estabelecendo dois sítios amostrais aleatórios para cada trecho. Os locais de captura foram estabelecidos considerando pesqueiros utilizados tradicionalmente pelos pescadores de peixes ornamentais. Em cada sítio de amostragem foram realizadas duas inspeções livres, com tempo de 1h, constituindo 2 réplicas, nas quais foram capturados todos os indivíduos possíveis, em cada inspeção.

Em cada inspeção livre, os mergulhadores utilizavam um computador de mergulho que monitorava de acordo com o tempo, em qual profundidade os indivíduos estavam sendo capturados.

Todos os indivíduos coletados foram identificados, contados, medidos em comprimento total (cm) e pesados (g) ainda em campo.

Análise de Dados

Totais, médias e desvios padrão da abundância das duas espécies foram calculados para cada tipo de coleta de dados. As análises descritivas da abundância absoluta de cada espécie por período e trecho de distribuição, foi realizada a partir da união dos dados dos 3 tipos de amostragem: desembarque pesqueiro, pesca experimental e mergulho padronizado.

Para verificar diferenças na abundância média e no comprimento médio dos indivíduos entre períodos, trechos de distribuição e profundidade foram realizadas análises de variância (*one way*), utilizando somente os dados de mergulho padronizado, após verificados os pressupostos de normalidade e homocedasticidade. Os testes foram realizados para um nível de significância de 5%. Quando considerado significativo, aplicou-se o teste de Tukey, para comparação das médias.

Os dados que não atenderam os pressupostos foram analisados através de Kruskal-Wallis, seguido de um teste de comparação múltipla, também com nível de significância de 5%.

Resultados

Abundância

Foram capturados e medidos um total de 1.405 unidades de *P.vittata* entre 2012 e 2014. Destes, 861 unidades foram obtidas através dos desembarques da pesca ornamental, 373 unidades através de mergulho padronizado e 171 unidades obtidas através de pesca experimental. As médias de abundância e suas respectivas unidades podem ser observadas na Tabela 1.

Tabela 1: Número total de indivíduos de *P. vittata* capturados por método de coleta, médias, desvios e as respectivas unidades entre os anos de 2012 a 2014.

Dado	Total	Média	Desvio Padrão	unidade
Desembarques	861.00	46.00	18.53	unidades.pescador ⁻¹
Pesca experimental	171.00	14.25	16.29	unidades.campanha ⁻¹
Megulho padronizado	373.00	62.17	29.47	unidades.hora-1

De *S. aureatus*, foram capturadas 2.213 unidades entre 2012 e 2014. Destes, 2.060 unidades foram obtidas nos desembarques da pesca ornamental, 119 unidades através de mergulho padronizado e 25 unidades obtidas através de dados de pesca experimental. As médias de abundância e suas respectivas unidades podem ser observadas na Tabela 2.

Tabela 2: Número total de indivíduos de *S. aureatus* capturados por método de coleta, médias, desvios e as respectivas unidades, entre os anos de 2012 a 2014.

Dados	Total	Média	Desvio Padrão	Unidades de medida
Desembarques	2.060,00	47,00	23,15	unidades.viagem ⁻¹
Pesca experimental	25,00	3,57	1,71	unidades.m ⁻²
Mergulho padronizado	119,00	6,05	6,50	unidades.hora ⁻¹

Não houve diferenças significativas na abundância de *P. vittata* por estrato de profundidade, assim como na sua distribuição por trecho do rio. No entanto, foram comprovadas diferenças significativas na distribuição em abundância por período para *P. vittata*, sendo que uma maior captura ocorre no período de cheia do rio (Tabela 3).

A espécie *S. aureatus*, não apresentou diferenças significativas para nenhuma das variáveis testadas em relação à sua distribuição em abundância (Tabela 3).

Tabela 3: Análises de distribuição da abundância de *P. vittata* e *S. aureatus* por período, trecho e profundidade, nos anos de 2012 e 2013 através da metodologia do mergulho padronizado no rio Xingu, Amazônia brasileira.

Espécie	Fator	Teste	Valor F/H	p	Teste de comparação*
<i>P. vittata</i>	Período	ANOVA	5.77	0.01	CHE ^a , VAZ ^b , SEC ^b , ENC ^b
	Trecho	Kruskal-Wallis	1.07	0.37	-
	Profundidade	ANOVA	0.51	0.61	-
<i>S. aureatus</i>	Período	Kruskal-Wallis	3.26	0.35	-
	Trecho	ANOVA	1.35	0.30	-
	Profundidade	ANOVA	0.94	0.42	-

*Teste de comparação múltipla: a>b

Estrutura de tamanho

Os indivíduos de *P. vittata* capturados em todos os métodos de coleta tiveram tamanhos que variaram entre 3,7 cm a 21,3 cm de comprimento total (CT) e o comprimento total médio (\pm desvio padrão) foi 7,8 centímetros (\pm 2,3 centímetros). A moda da distribuição dos indivíduos em comprimento foi de aproximadamente 6,8 cm com 426 unidades capturadas desse tamanho (Figura 4).

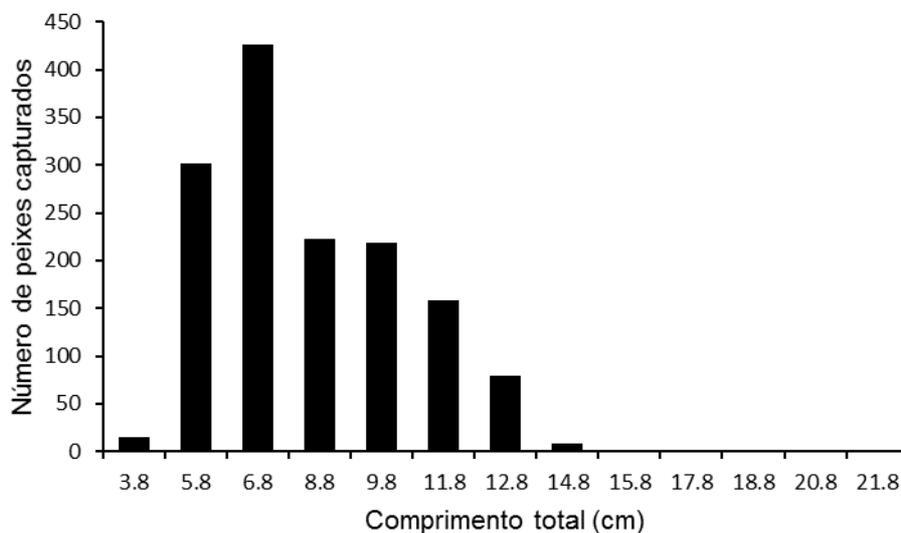


Figura 4: Distribuição de frequências de comprimento total para *P. vittata*, capturados entre 2012 e 2014, no rio Xingu, Amazônia brasileira.

Os indivíduos da espécie *S. aureatus* variaram de 3,0 cm a 34,0 cm de comprimento total (CT) e o comprimento total médio (\pm desvio padrão) foi 8,0 centímetros (\pm 5,0 centímetros). A moda da distribuição dos indivíduos em comprimento foi de aproximadamente 6,0 cm com 1.230 unidades capturadas nesse tamanho (Figura 5).

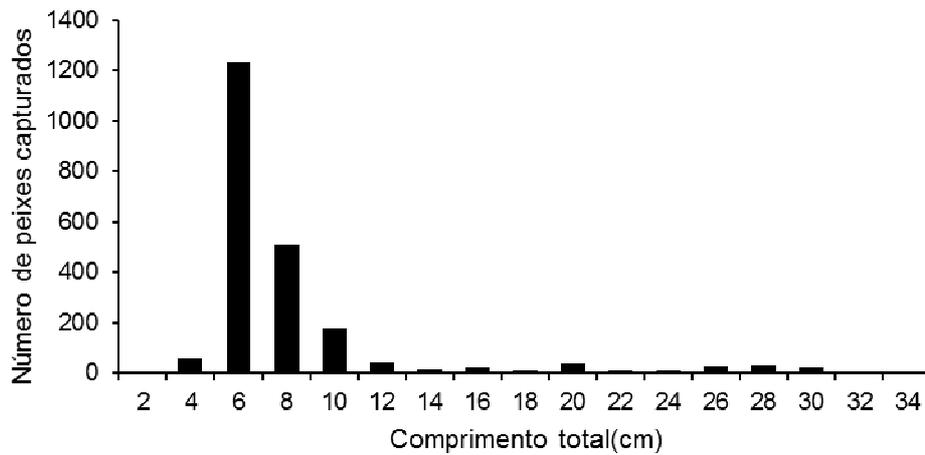


Figura 5: Distribuição de frequências de comprimento total para *S. aureatus*, capturados entre 2012 e 2014, no rio Xingu, Amazônia brasileira.

Foi possível observar um padrão com relação a distribuição em comprimento dos indivíduos para ambas espécies. Nos períodos de enchente e seca foram capturados os maiores indivíduos, enquanto que no período de cheia os menores. Quanto ao trecho os menores indivíduos ocorrem em ATM (Tabela 4).

Embora tenham sido observados indivíduos maiores nos estratos mais profundos da coluna d'água, do que nos estratos mais rasos do rio, para ambas as espécies, não houve diferenças estatísticas na distribuição dos tamanhos dos indivíduos por estrato de profundidade.

Tabela 4: Análises de distribuição em comprimento total de *P. vittata* e *S. aureatus* por período, trecho e profundidade, nos anos de 2012 e 2013 através da metodologia do mergulho padronizado no rio Xingu, Amazônia brasileira.

Espécie	Fator	Teste	Valor F/H	p	Teste de comparação*
<i>P. vittata</i>	Período	Kruskal-Wallis	49,50	0,00	ENC ^a , SEC ^a , VAZ ^{ab} , CHE ^b
	Trecho	Kruskal-Wallis	33,56	0,00	VGX ^a , BESP ^a , ATM ^b
	Profundidade	ANOVA	0,51	0,61	-
<i>S. aureatus</i>	Período	Kruskal-Wallis	52,48	0,00	ENC ^a , SEC ^a , VAZ ^a , CHE ^b
	Trecho	Kruskal-Wallis	19,31	0,00	BESP ^a , VGX ^{ab} , ATM ^b
	Profundidade	ANOVA	0,94	0,42	-

*Teste de comparação múltipla: a>b

Discussão

Considerando as amostragens padronizadas, a opção pela padronização apenas do tempo, mostrou-se mais efetiva para a captura dos indivíduos, devido dificuldades de estabelecimento de uma área para amostragem já que existe a necessidade de considerar a distribuição e área de afloramentos rochosos ou qualquer outro substrato, ao qual os indivíduos possam habitar, também tem que se considerar as diferenças nas profundidades entre uma região e outra no canal do rio. Ou seja, são muitos fatores que influenciam numa padronização por área

A distribuição sazonal de ambas as espécies, considerando apenas a abundância, aparentou ter uma “tímida” relação com o regime de inundação do rio Xingu, já que só foram observadas diferenças significativas para uma espécie. Segundo o conceito do pulso de inundação (Flood Pulse Concept – FPC) (Junk et al., 1989), anualmente ocorre uma inundação que funciona

como um sinal para o início da produção primária e secundária em rios, e os peixes por sua vez possuem suas auto-ecologia e fisiologia adaptadas para responder a esses sinais. De forma que, o regime de inundação periódica mesmo que indiretamente, exerce um importante papel na distribuição e abundância das espécies de peixes (ZEUG & WINEMILLER, 2008, Agostinho et al., 2005). Esse efeito indireto pode não ser observado no mesmo ano, ou no próximo período sazonal, daí a importância de se ter séries temporais longas em estudos.

No caso dos comprimentos, para ambas as espécies, foi observado um padrão mais evidente, com indivíduos menores, mais comumente encontrados em períodos de cheia, enquanto os maiores em períodos de enchente e seca. Esse é um padrão clássico, já que com a subida do nível da água, aumenta o número de microhabitats disponíveis que servirão de abrigo para a reprodução, e para o recrutamento, de modo que para muitas espécies de peixes, o período de cheia do rio, é normalmente quando acontece o período de recrutamento das espécies, com um aumento no número de indivíduos menores na população (ZEUG & WINEMILLER, 2008, HUMPHRIES et al., 2008).

A distribuição espacial em comprimentos já mostra um resultado da intensa pesca sofrida ao longo dos anos por essas espécies: áreas mais próximas à cidade de Altamira possuem peixes de menor tamanho, do que áreas mais distantes. Esta característica é bem conhecida para espécies marinhas e de águas interiores, principalmente àquelas capturadas com o uso de redes, que

quando alvo da pesca intensa perdem os maiores indivíduos da população (Allan et al., 2005, PAULY et al., 1998).

Contudo, a realidade da pesca para estas duas espécies é bem diferente. Ambas são alvo da pesca ornamental e são coletadas manualmente, desta forma o esperado seria que os menores indivíduos, na verdade, é que fossem retirados da população. Wood (2001) mostrou que no caso específico da pesca ornamental, a retirada de indivíduos pequenos (considerados juvenis) acarreta em alta mortalidade na etapa de transporte entre elos da cadeia produtiva, de forma que muitas vezes, são retirados da população indivíduos de tamanho mediano, considerados como mais resistentes e ainda com apelo de mercado, e por esta razão alguns países estabeleceram como medidas de manejo para essa atividade tamanhos mínimos e máximos de captura. Na Amazônia, GERSTNER et al. (2006) afirmou que além da sobrepesca, outros fatores podem contribuir para a diminuição dos tamanhos na população em áreas próximas a centros urbanos, como a retirada da cobertura vegetal e a poluição.

A distribuição vertical dos indivíduos depende da disponibilidade de ambientes, no caso deste trabalho, em 2012 houve uma cheia mais intensa que em 2013 (Figura 3), e este fator pode ter influenciado no resultado do teste, o qual não indicou diferenças significativas na distribuição em tamanhos por profundidade, mesmo que em campo tenham sido observados indivíduos maiores em estratos de profundidade acima de 9 m para ambas as espécies. De modo que, é possível inferir, que conforme o nível do rio diminui, ocorre o deslocamento dos peixes menores, já que diminui a

disponibilidade de espaço para proteção. Este dado indica que períodos de menor vazão, ou de seca prolongada, promovem um maior estresse nestas espécies, já que a competição por espaço aumenta.

Considerando que segundo o projeto da UHE de Belo Monte, um trecho inteiro da região da Volta Grande do Xingu, ficará sob efeito de seca praticamente constante ao longo do ano, este seria um fator a mais para contribuir no estresse dos animais, além de outras possíveis modificações ambientais como aumento da temperatura dos afloramentos rochosos e conseqüentemente da água, facilidade de captura pela pesca ornamental, além da predação (Junk & MELLO, 1990).

Conclusão

Ambas as espécies refletem uma complexidade na sua distribuição temporal e espacial, não ficando muito aparente, qual a relação da sua abundância com os fatores analisados por este trabalho. Entretanto, há que se considerar que estudos descritivos servem como um ponto de partida para os próximos, de modo que recomenda-se fortemente: que seja realizado um estudo na região testando diversas formas de amostragem, específicas para estas espécies, a fim de se melhorar a qualidade dos dados para estudos futuros. Ainda, recomenda-se que sejam realizados estudos de biologia e ecologia voltados para espécies com importância para a pesca ornamental, considerando inclusive dados comportamentais e de associação com outras espécies, a fim de se gerar dados replicáveis para um possível cultivo destes indivíduos, principalmente se notado qualquer diminuição nas capturas ao longo dos anos após o enchimento do reservatório da hidrelétrica.

Referências

- AGOSTINHO, A. A. et al. Flood regime, dam regulation and fish in the Upper Paraná River: effects on assemblage attributes, reproduction and recruitment. **Reviews in Fish Biology and Fisheries**, v. 14, n. 1, p. 9, 2005.
- ALLAN, J. D. et al. Overfishing of Inland Waters. **BioScience**, v. 55, n. 12, p. 11, 2005.
- ANDREATA, J. V. et al. Composição da assembléia de peixes da Baía da Ribeira, Angra dos Reis, Rio de Janeiro, Brasil. . **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 19, n. 4, p. 8, 2002.
- ARMBRUSTER, J. The genus *Peckoltia* with the description of two new species and a reanalysis of the phylogeny of the genera of the Hypostominae (Siluriformes: Loricariidae). **Zootaxa**, v. 1822, p. 76, 2008.
- BARTHEM, R. B.; FABRÉ, N. N. Biologia e diversidade dos recursos pesqueiros da Amazônia. In: RUFFINO, M. L. (Ed.). **A pesca e os recursos pesqueiros na Amazônia brasileira**. Manaus: Ibama/ProVárzea, 2004. p.268.
- BATISTA, V. S. et al. Characterization of the fishery in river communities in the low-Solimões/high-Amazon region. **Fisheries Management and Ecology**, v. 5, n. 5, p. 419-435, 1998. ISSN 1365-2400. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-2400.1998.550419.x> >.
- BATISTA, V. S.; ISAAC, V. J.; VIANA, J. P. Exploração e manejo dos recursos pesqueiros da Amazônia. In: RUFFINO, M. L. (Ed.). **A pesca e os recursos pesqueiros na Amazônia brasileira**. Manaus: IBAMA/Provárzea, 2004. p.268.
- BAYLEY, P.; PETRERE, M. Amazon fisheries: assessment methods, current status and management options. **Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 106, p. 14, 1989.
- BROWN, J. H. On the relationship between abundance and distribution of species. . **American Naturalist**, v. 124, n. 2, p. 25, 1984.
- BURGESS, W. E. *Scobinancistrus aureatus*, a new species of loricariid catfish from the Rio Xingu (Loricariidae: Ancistrinae). **Tropical Fish Hobbyist**, v. 43, n. 1, 1994.
- CAMARGO, M.; CARVALHO JÚNIOR, J. R.; ESTUPIÑÁN, R. A. PEIXES COMERCIAIS DA ECORREGIÃO AQUÁTICA XINGU-TAPAJÓS. In: CASTILHOS, Z. C. e BUCKUP, P. A. (Ed.). **Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós**. Rio de Janeiro: CETEM, 2012. p.246.

CAMARGO, M.; GIARRIZZO, T.; ISAAC, V. Review of the Geographic Distribution of Fish Fauna of the Xingu River Basin, Brazil. **Ecotropica**, v. 10, p. 24 p, 2004.

CAMARGO, M. et al. **Loricariids of The Middle Rio Xingu - Loricariiden des mittleren Rio Xingu**. 2nd. Hannover, DE: Panta Rhei, 2013. 304.

CARDOSO, A. et al. Comparative cytogenetics of two species of genus *Scobinancistrus* (Siluriformes, Loricariidae, Ancistrini) from the Xingu River, Brazil. **Comparative Cytogenetics**, v. 7, n. 1, p. 9, 2013. ISSN 1993-078X. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.3897/CompCytogen.v7i1.4128> >.

CERDEIRA, R. G. P.; RUFFINO, M. L.; ISAAC, V. J. Fish catches among riverside communities around Lago Grande de Monte Alegre, Lower Amazon, Brazil. **Fisheries Management and Ecology**, v. 7, n. 4, p. 355-374, 2000. ISSN 1365-2400. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-2400.2000.007004355.x> >.

DE PAULA SILVA, J.; RODRIGUES, C.; PEREIRA, D. I. Mapping and Analysis of Geodiversity Indices in the Xingu River Basin, Amazonia, Brazil. **Geoheritage**, v. 7, n. 4, p. 337-350, 2014. ISSN 1867-2477/1867-2485.

ELETROBRAS. **DIAGNÓSTICO – ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL SOBRE A FAUNA E FLORA DA REGIÃO DO MEDIO RIO XINGU** UFPA/MPEG. Belém - PA, p.434. 2008

ELETROBRÁS. **AAI - Avaliação Ambiental Integrada Aproveitamentos Hidrelétricos da Bacia Hidrográfica do Rio Xingu** São Paulo: Arcadis Tetraplan, 2009.

ESTUPIÑÁN, R. A.; CAMARGO, M. Ecologia da paisagem natural. In: CAMARGO, M. e GHILARDI - JUNIOR, R. (Ed.). **Entre a terra, as águas e os pescadores do médio rio Xingu: Uma abordagem Ecológica**. Belém, 2009. cap. II, p.216. ISBN 978-85-909319-0-4.

GERSTNER, C. L. et al. Effects of the freshwater aquarium trade on wild fish populations in differentially-fished areas of the Peruvian Amazon. **Journal of Fish Biology** v. 68, p. 14, 2006.

GIARRIZZO, T. et al. Length–weight and length–length relationships for 135 fish species from the Xingu River (Amazon Basin, Brazil). **Journal of Applied Ichthyology**, v. 31, n. 2, p. 415-424, 2015. ISSN 1439-0426. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1111/jai.12677> >.

GONÇALVES, A. P. et al. A pesca de peixes ornamentais. In: CAMARGO, M. e GHILARDI - JUNIOR, R. (Ed.). **Entre a Terra, as Águas e os Pescadores do médio rio Xingu**. Belém - PA, 2009. cap. VI, p.30.

HUMPHRIES, P. et al. Flow-related patterns in abundance and composition of the fish fauna of a degraded Australian lowland river. **Freshwater Biology**, v. 53, p. 25, 2008.

IBAMA. **Diagnóstico Geral das Práticas de Controle Ligadas a Exploração, Captura, Comercialização, Exportação e Uso de Peixes para Fins Ornamentais e de Aquariorfilia**. Altamira, p.217 p. 2008a

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

ISAAC, V. J.; RUFFINO, M. L.; MELLO, P. Considerações sobre o método de amostragem para a coleta de dados sobre captura e esforço pesqueiro no Médio Amazonas. **IBAMA. Coleção Meio Ambiente, Série Estudos Pesca**, v. 22, p. 25, 2000.

JUNK, W. J.; BAYLEY, P. B.; SPARKS, R. E. The Flood Pulse Concept in River-Floodplain Systems. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science**, v. 106, p. 18, 1989.

JUNK, W. J.; MELLO, J. A. S. N. D. Impactos ecológicos das represas hidrelétricas na bacia amazônica brasileira. **Estudos Avançados**, v. 4, n. 8, p. 18, 1990.

KREBS, C. J. **Ecology. The Experimental Analysis of Distribution and Abundance**. New York: 1978.

MERONA, B. Ecologia da Pesca e Manejo Pesqueiro na Região Amazônica. **Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi, Série Antropologia**, v. 11, n. 2, p. 17, 1995.

NORTE ENERGIA SA. **2º RELATÓRIO CONSOLIDADO DE ANDAMENTO DO PBA E DO ATENDIMENTO DE CONDICIONANTES**. Brasília, DF, p.51. 2012

_____. **3º RELATÓRIO CONSOLIDADO DE ANDAMENTO DO PBA E DO ATENDIMENTO DE CONDICIONANTES**. Brasília - DF, p.66. 2013

_____. **4º RELATÓRIO CONSOLIDADO DE ANDAMENTO DO PBA E DO ATENDIMENTO DE CONDICIONANTES**. Brasília - DF, p.51. 2014

PAULY, D. et al. Fishing Down Marine Food Webs. **Science**, v. 279, p. 4, 1998.

PETRERE, M. Pesca e esforço de pesca no estado do Amazonas. II. Locais e aparelhos de captura e estatística de desembarque. **Acta Amazonica**, v. 8, n. 2, p. 55, 1978.

RAMOS, F. et al. Ornamental fish of economic and biological importance to the Xingu River. **Brazilian Journal of Biology**, v. 75, p. 95-98, 2015.

ISSN1519-6984. Disponível em:

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-69842015000500095&nrm=iso>.

SCHMID, K. et al. Baited remote underwater video as a promising nondestructive tool to assess fish assemblages in clearwater Amazonian rivers: testing the effect of bait and habitat type. **Hydrobiologia**, p. 1-17, 2016. ISSN 1573-5117. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1007/s10750-016-2860-1> >.

SILVANO, R. A. M.; AMARAL, B. D. D.; OYAKAWA, O. T. Spatial and temporal patterns of diversity and distribution of the Upper Juruá a River fish community (Brazilian Amazon). **Environmental Biology of Fishes**, v. 57, p. 11, 2000.

SIOLI, H. Valores de pH de águas Amazônicas. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Geologia** v. 1, p. 35, 1957.

SOUZA, A. C. P. D. et al. Cytogenetic analysis in catfish species of the genus *Peckoltia* Miranda Ribeiro, 1912 (Teleostei: Siluriformes: Loricariidae). **Comparative Cytogenetics**, v. 3, 2009. ISSN 1993-078X. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.3897/compcytogen.v3i2.17> >.

WINEMILLER, K. O. et al. Balancing hydropower and biodiversity in the Amazon, Congo and Mekong. **Science**, v. 351, n. 6269, p. 2, 2016.

WOOD, E. **Collection of coral reef fish for aquaria: Global trade, conservation issues and management strategies** UK, p.80. 2001

ZEUG, S. C.; WINEMILLER, K. O. RELATIONSHIPS BETWEEN HYDROLOGY, SPATIAL HETEROGENEITY, AND FISH RECRUITMENT DYNAMICS IN A TEMPERATE FLOODPLAIN RIVER. **RIVER RESEARCH AND APPLICATIONS**, v. 24, p. 13, 2008.

Capítulo II: Pesca de peixes ornamentais no Rio Xingu: Dados pré-barramento para *Peckoltia vittata* (Steindachner, 1881) e *Scobinancistrus aureatus* Burgess, 1994 (SILURIFORMES, LORICARIIDAE).

Este capítulo será submetido à revista Fisheries Management and Ecology.

Introdução

A pesca de águas continentais permanece como uma grande fronteira para a ciência pesqueira mundial. Isto se baseia na dificuldade de obtenção de dados confiáveis de estatística pesqueira e, principalmente, na sua baixa participação, frente as capturas marinhas mundiais (FAO, 2014, Allan et al., 2005). Ainda assim, esta atividade é uma importante fonte geradora de emprego e renda, principalmente para países em desenvolvimento, como o Brasil. Esta condição ainda se agrava, quando falamos em pescarias ornamentais de água doce.

Quanto à pesca ornamental de água doce, embora o maior volume dessas espécies comercializadas seja criado em fazendas de pisciculturas pelo mundo, a maior diversidade de espécies é coletada em ambientes naturais, principalmente na bacia Amazônica brasileira (Junk et al., 2007).

A pesca ornamental é uma atividade econômica de extrema relevância para a Amazônia (Anjos et al., 2009). Esta é uma das maiores regiões exportadora de espécies ornamentais de água doce do mundo, tendo como principais áreas de exploração o Rio Negro, região de Barcelos/AM, e municípios vizinhos, com forte tendência para a exportação de ciclídeos, e o Rio Xingu, região de Altamira/PA, com maior tendência para a exportação de loricarídeos (Pelicice & Agostinho, 2005).

No rio Xingu, esta atividade surgiu como uma alternativa econômica para pessoas que antes viviam do garimpo e possuíam experiência na utilização de compressores de ar, para dragar o fundo do rio em busca de ouro. Este equipamento, então, foi adaptado para fornecer ar durante o mergulho para captura de peixes ornamentais (Barthem et al., 1995). Atualmente, a atividade vem intensificando-se cada vez mais, tornando-se, em algumas áreas desta região, a principal fonte de renda e emprego para muitas pessoas. Estima-se que entre 1994 e 2003, a média do valor de exportação dos peixes ornamentais amazônicos foi de US\$ 11,5 milhões por ano (Prang, 2007b).

Estima-se que somente no Rio Xingu, o 5º maior tributário da bacia amazônica, habitem mais de 600 espécies com peculiaridades singulares, o que estimula seu comércio com finalidade ornamental. Dentre estas, *Peckoltia vittata* e *Scobinancistrus aureatus*, tem sido utilizadas para este fim, e, desde 2008 até os dias atuais, estão sempre se alternando entre as 5 espécies mais capturadas na região (Camargo et al., 2004, ELETROBRAS, 2008, NORTE ENERGIA SA, 2012, NORTE ENERGIA SA, 2013, NORTE ENERGIA SA, 2014). Ambas as espécies são reconhecidas como tropicais e associadas ao ambiente de corredeiras (Winemiller et al., 2016).

Scobinancistrus aureatus é uma espécie endêmica do Rio Xingu, com alto valor no mercado de peixes ornamentais, atinge tamanhos até 35 cm aproximadamente, habita substratos rochosos e troncos de árvores, em áreas de corredeiras de médio fluxo (Camargo et al., 2013). Pelo seu endemismo teve sua captura e comercialização proibidas na legislação brasileira em 2014 (BRASIL, 2014).

Peckoltia vittata é uma espécie de ampla distribuição na bacia amazônica, possui um baixo valor de mercado, é de pequeno porte (atinge tamanhos até 17 cm aproximadamente) e também habita substratos rochosos e troncos de árvores, em áreas de corredeiras de médio fluxo (Camargo et al., 2013).

Em ambientes tropicais a dinâmica de sazonalidade dos rios é ditada pela quantidade de chuvas que ocorrem nas cabeceiras associada às oscilações hidrológicas causadas pelo pulso de inundação (Junk et al., 1989). As flutuações na profundidade e características hidrológicas como vazão e transparência, dentre outras, caracterizam de sazonalidade dos rios tropicais, estas flutuações associadas ao pulso de inundação exercem influência sobre os períodos de reprodução, recrutamento, na alimentação e na distribuição destas espécies, desta forma influenciando também a dinâmica da pesca na região (Lowe-Mcconnell, 1964, Winemiller, 1989, Arantes et al., 2010, Correa & Winemiller, 2014).

Contudo, esta região vem sofrendo grandes transformações, e dentre essas transformações, temos, além da óbvia intensificação da atividade pesqueira, que é natural em países em desenvolvimento; a construção de barragens sob

a justificativa de aumentar a malha energética para melhorar o desenvolvimento econômico do país (Castello et al., 2013, Siqueira-Sousa et al., 2016).

A usina hidrelétrica de Belo Monte, a 3ª maior hidrelétrica do mundo, foi idealizada num período de discussão das lições aprendidas após a construção dos empreendimentos de Samuel, Tucuruí e Balbina, na década de 80 na Amazônia (Fearnside, 1990, Fearnside, 2005b, Fearnside, 2005a, Fearnside, 2001) Após avaliação crítica por cientistas, dos possíveis impactos sociais e ambientais, a Usina Hidrelétrica de Belo Monte foi concebida e modificada ao longo de décadas, principalmente após o estabelecimento da normatização que obriga as construtoras a realizar os Estudos de Impacto Ambiental (EIA) (BRASIL, 1986), o qual, pela lei permanecem ligados a concessão das licenças para construção e funcionamento de qualquer empreendimento de grande porte (Glasson & Salvador, 2000).

São esses estudos que determinam também a execução dos programas de acompanhamento e/ou monitoramento, os quais foram um grande progresso para regiões como o rio Xingu, uma bacia que possui peculiaridades ambientais únicas, mas que não possui muitos estudos sobre biologia, e ecologia da fauna, e menos ainda sobre os elementos sociais e econômicos de uma região que possui áreas protegidas, terras indígenas e forte apelo para a atividade pesqueira, comercial de consumo e ornamental (Fearnside, 2005b, Camargo & Ghilardi - Júnior, 2009).

O barramento do rio Xingu, causado pela construção da hidrelétrica de Belo Monte, tem previsto duas grandes transformações neste tributário: a formação de um reservatório, onde não ocorrerá a flutuação dos níveis de água, e a formação de um trecho de vazão reduzida, onde ocorrerá uma redução drástica do volume de fluxo de água do rio (Cunha, 2009, ELETROBRÁS, 2009). A combinação de volumes fixos e um ciclo hidrológico reduzido ao longo do rio Xingu certamente resultará em alterações nos ciclos de vida de muitas espécies que possuem suas atividades vitais sincronizadas com as flutuações do nível da água (Cunha & Ferreira, 2012).

Sabendo que ainda estão planejadas para a Amazônia a construção de aproximadamente 21 barragens (Castello et al., 2013), o conhecimento sobre a dinâmica da pesca considerando-se as mudanças ambientais, mais especificamente a sazonalidade do rio, é essencial para o entendimento e prevenção de possíveis impactos advindos de mudanças no regime do Rio, ou na biota (Olden & Poff, 2003).

Desta forma, sendo o Rio Xingu um importante tributário da bacia amazônica, em que a pesca ornamental é uma importante atividade geradora de renda e emprego; e o local da construção de um grande empreendimento hidrelétrico, que pode gerar mudanças profundas não só na paisagem, como na dinâmica da pesca e na história de vida das espécies aquáticas, este trabalho teve como objetivo gerar dados sobre a pesca de duas espécies importantes para a pesca ornamental, considerando uma como modelo para espécies endêmicas e outra como espécie de ampla distribuição, a fim de se gerar dados pré-barramento do rio, para que se possa entender a sazonalidade desta atividade e gerar informações para o manejo sustentável destas pescarias.

Material e Métodos

Área de Estudo

É a mesma descrita no capítulo 1 desta tese.

Coleta de dados

Os dados sobre a atividade pesqueira foram coletados diariamente de julho de 2012 a junho de 2014, de segunda a sábado. As informações obtidas através de entrevistas foram: tipo de embarcação, produção por espécie, além de esforço de cada pescaria (dias de viagem e número de pescadores na pescaria) e a área de pesca utilizada. As coletas foram realizadas nos principais portos dos municípios de São Félix do Xingu, Altamira e Vitória do Xingu.

Para as análises foram selecionadas duas espécies de Loricarídeos, *Peckoltia vittata* e *Scobinancistrus aureatus*, que estão dentre as cinco espécies mais capturadas na região e possuem características antagônicas em termos de tamanho, valores e tipo de esforço empregado na captura, além de uma ser endêmica e a outra ter uma maior área de distribuição.

Com a finalidade de padronizar o poder de pesca e o efeito da seletividade, as pescarias foram separadas de acordo com “sistemas de produção pesqueira”, entendendo estes, como a combinação entre o tipo de embarcação e a arte de pesca ou método de captura utilizada, sendo consideradas no caso da pesca ornamental, os seguintes sistemas: CMC (canoa mergulho compressor); CML (canoa mergulho livre); COC (canoa outras combinações de artes).

Os locais de captura foram classificados de acordo com sua posição no Rio Xingu, o qual foi dividido em 3 trechos: (1) VGX - região do Xingu conhecida como “Volta Grande”, entre as cachoeiras e o sítio Pimental, (2) ATM - Rio Xingu, entre Pimental e a cidade de Altamira, (3) BESP - Rio Xingu entre Altamira passando pela comunidade de Boa Esperança e até a foz do Rio Iriri (Figura 6).

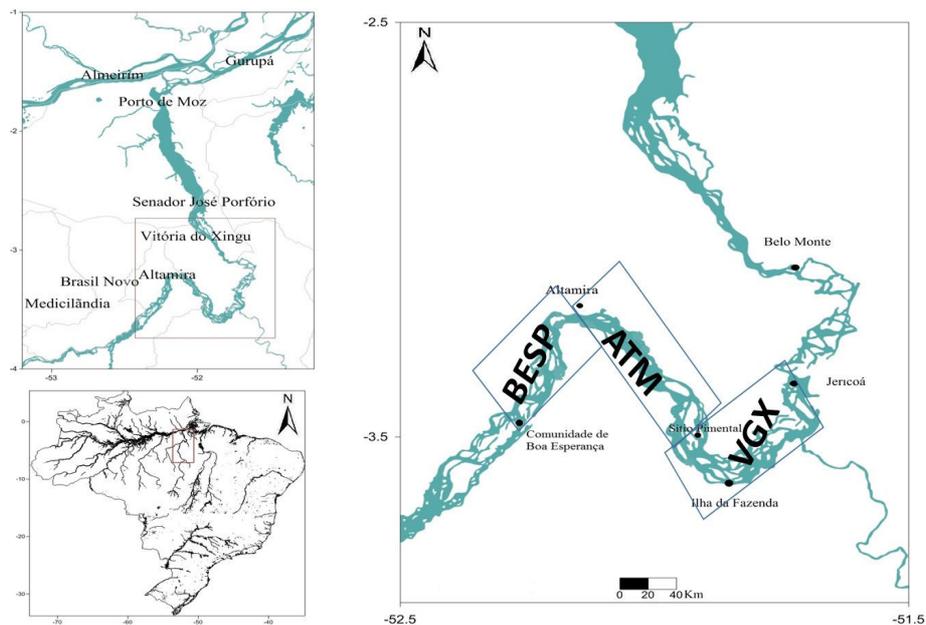


Figura 6: Área de estudo e divisão em áreas de pesca ornamental no rio Xingu.

Análise de Dados

Os dados coletados foram digitalizados em um banco de dados relacional em ACCESS 8.0, foram selecionados todos os desembarques que continham as espécies *P. vittata* e *S. aureatus* nas espécies capturadas, posteriormente foi feito um filtro, no qual foram considerados para as análises somente aqueles desembarques cuja produção por cada uma das espécies em questão, representava 15% ou mais do total desembarcado. Os dados foram analisados nos programas EXCEL e STATISTICA 7.0.

A captura total foi estimada através do somatório das produções. A unidade de esforço, utilizada neste trabalho, foi selecionada primeiro através da regressão entre a captura e as possíveis unidades de esforço (nº de pescadores, nº de dias de viagem, nº de viagens, e combinações como pescadores.viagens⁻¹, etc), sendo escolhida a unidade que apresentou maior correlação, que resultou para *P. vittata* no “número de pescadores” ($R^2 = 0.77$), e para *S. aureatus* no “número de viagens” ($R^2 = 0.86$).

O rendimento pesqueiro foi estimado através da Captura por unidade de Esforço (CPUE), estimada para cada espécie por período, ambiente e trecho do rio, segundo a equação 2 de (Petrere Jr. et al., 2010):

$$CPUE = \frac{\sum C_i}{\sum f_i}$$

C_i = captura no período, ambiente ou trecho i ;

f_i = esforço no período, ambiente ou trecho i ;

Pela forte influência que o esforço exerce nos dados de produção, realizou-se uma regressão entre essas variáveis, e o resíduo da produção foi utilizado como variável explanatória de um modelo linear geral GLM (General Linear Model), utilizado para avaliar que variáveis possuem maior efeito na explicação da produção de *P. vittata* e *S. aureatus*, respectivamente. Para isto, a produção de cada espécie foi relacionada com as seguintes variáveis: ano (ANO1, ANO2), período (enchente, cheia, vazante e seca) e ambiente (VGX, ATM, BESP) como variáveis categóricas, enquanto que esforço total e a vazão do rio como variáveis contínuas. De modo que o modelo a ser testado foi:

Resíduo da produção

$$= a + b (\text{ano}) + c (\text{período}) + d (\text{ambiente}) + e (\text{vazão}) + \varepsilon_i$$

Resultados

Caracterização geral das pescarias de *P. vittata* e *S. aureatus*

Entre 2012 e 2014, foram registrados um total de 659 desembarques, nos quais ocorreram as espécies *P. vittata* e *S. aureatus*. Do total de desembarques registrados, 606 ocorreram no município de Altamira e 20 em Vitória do Xingu e 33 em São Félix do Xingu.

A frota das pescarias destas espécies é composta por dois tipos de embarcação: canoas com casco de madeira e lanchas com casco de alumínio, denominadas respectivamente de canoas e voadeiras. Os dois

tipos embarcações utilizam um motor de popa fixo, caracterizado por uma haste alongada com uma hélice na ponta, conhecido regionalmente como “motor de rabeta”, porque a haste lembra um “rabo. As canoas representaram 95% (62 embarcações) dos desembarques enquanto que as voadeiras apenas 5% (5 embarcações). As embarcações de alumínio utilizam motores de maior potência do que as canoas de madeira.

A captura dos loricarídeos no Xingu é realizada através da prática do mergulho, sendo este livre ou por apnéia (12% das viagens) ou com auxílio de um compressor de ar (70% das viagens) movido à gasolina. Associado às duas modalidades de mergulho pode haver ou não outros acessórios para facilitar a captura dos indivíduos (como tarrafa, rede, haste de madeira), e estes representaram 18% das viagens de pesca.

Estas pescarias ocorrem em viagens com duração média de 2 dias ($\pm 1,84$), sendo realizadas em sua maioria em ambientes de rio de corredeira (94%).

Normalmente é uma pesca solitária ou em dupla, e cada mergulho para procura de indivíduos tem duração em média de 1 hora, com intervalos de 2 horas de descanso entre cada mergulho.

Produção

A captura, o esforço e a CPUE anual sofrem uma variação sazonal, seguindo a curva hidrológica do rio tanto para *P. vittata*, quanto para *S. aureatus*.

A produção total desembarcada de *P. vittata* no Rio Xingu no período de julho de 2012 a junho de 2014 foi de 7.054 unidades, capturados por um esforço acumulado de 285 pescadores. A CPUE média geral de *P. vittata* foi de 46 unidades.pescador⁻¹.

A pesca de *P. vittata* apresentou um pico de captura anualmente. Em 2012 o pico foi no período de seca, com captura de 669 indivíduos, enquanto que nos anos de 2013 e 2014, a safra ocorreu no período de cheia do rio, com uma tendência de aumento a cada ano, principalmente no ano de 2014, com captura máxima no período de enchente do rio de 2.263 unidades (Figura 7). O Esforço apresentou uma sazonalidade bem definida, com um período de safra coincidindo com os meses de maior vazão hidrológica, i.e no período de

cheia do rio (Figura 7). A CPUE, embora acompanhe a mesma sazonalidade da captura, aparenta uma tendência de diminuição, com um pico de rendimento no período de seca de 2012 com cerca de 75 unidades.pescador⁻¹, e os demais picos de rendimento no período de cheia do rio com 34 unidades.pescador⁻¹ em 2013, e 31 unidades.pescador⁻¹ em 2014 (Figura 7).

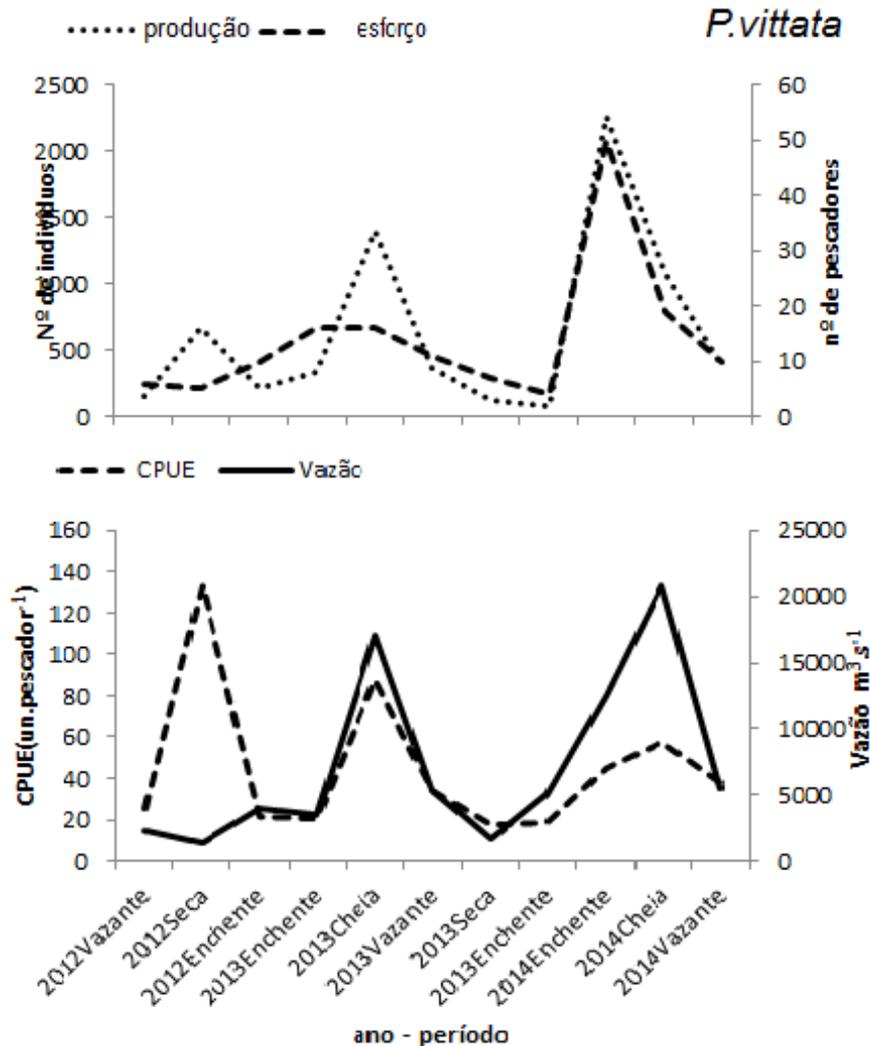


Figura 7: Padrão sazonal de produção, esforço e CPUE para *P. vittata* alvo da pesca ornamental, no Rio Xingu, Amazônia Brasileira.

A produção total desembarcada de *S. aureatus* no Rio Xingu no período de julho de 2012 a junho de 2014 foi de 14.453 unidades, capturados por um esforço acumulado de 259 viagens de pesca. A CPUE média geral de *S. aureatus* foi de 47 unidades.viagem⁻¹.

A pesca de *S. aureatus* possui um período de safra bem evidente, com um pico bem definido no período de cheia do rio, tanto em 2013 com captura de 2.155 unidades, quanto em 2014 com captura total de 4.746 unidades (Figura 8). O Esforço não apresentou uma sazonalidade tão aparente: em 2012, houve um pico no período de seca com 24 viagens, em 2013 um pico no período na cheia com 32 viagens e em 2014 um pico no período de enchente com 68 viagens (Figura 8). Já a CPUE teve um padrão semelhante ao da captura com um pico anual, sendo um em 2013 na cheia com 67 unidades.viagem⁻¹ e outro pico em 2014 com 72 unidades.viagem⁻¹ (Figura 8). É importante salientar que nas três variáveis analisadas, houve tendência de aumento a cada ano.

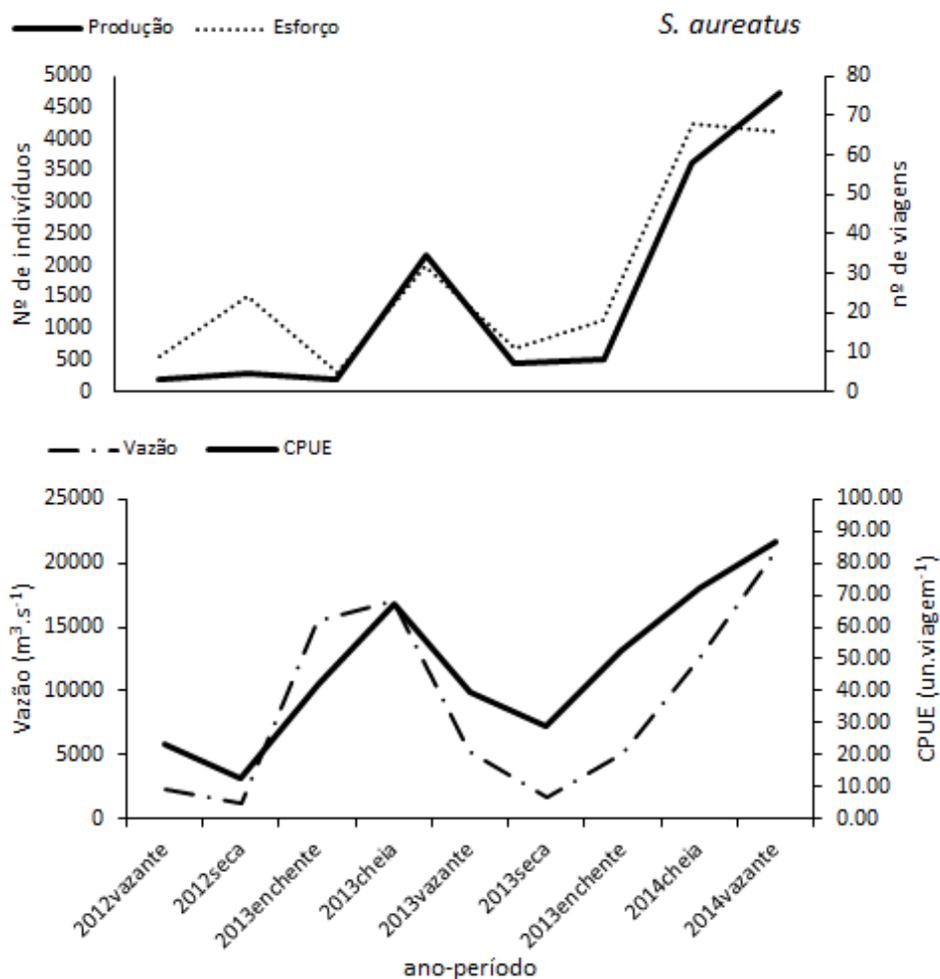


Figura 8: Padrão sazonal de produção, esforço e CPUE para *S. aureatus* alvo da pesca ornamental, no Rio Xingu, Amazônia Brasileira.

Com relação à distribuição espacial da pesca ornamental para essas duas espécies, nota-se uma concentração do rendimento pesqueiro em regiões próximas a pontos cruciais da construção da UHE de Belo Monte. Para *P. vittata* a área de pesca teve um deslocamento aproximado de 30 – 40 km da cidade de Altamira, com maior rendimento médio no pesqueiro conhecido como “Araras”, que é próximo a Terra Indígena de mesmo nome com 110 unidades.pescador⁻¹. Este pesqueiro está onde se localizará o limite do remanso do reservatório principal. Outras áreas importantes para a pesca desta espécie foram “Ilha da Fazenda” com rendimento médio de 57 unidades.pescador⁻¹ e “Caitucá” com 43 unidades.pescador⁻¹, situadas no trecho de vazão reduzida, próximo ao Sítio Pimental onde foi construído o barramento do rio. Os demais pesqueiros apresentaram rendimentos médios entre 16 e 30 unidades.pescador⁻¹(Figura9).

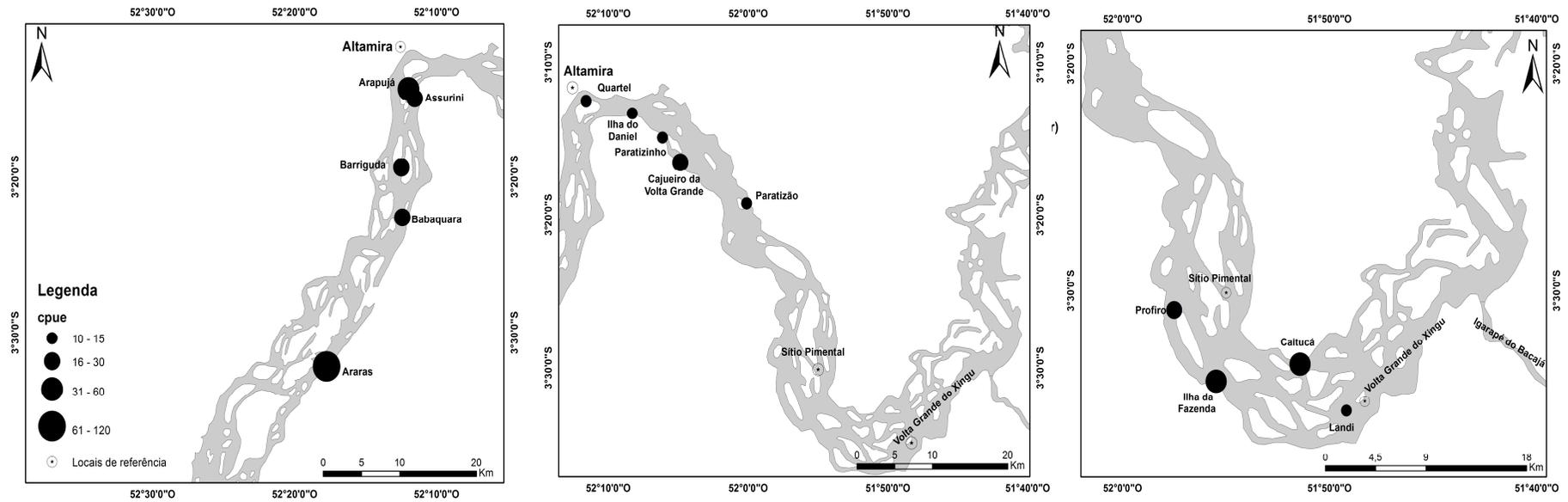


Figura9: Distribuição espacial do rendimento pesqueiro CPUE (nº de unidades/viagem) da espécie *P. vittata*, entre os anos de 2012 – 2014, no rio Xingu, Amazônia brasileira.

A pesca de *S. aureatus* teve um alcance maior a jusante da cidade de Altamira, chegando a mais de 50 Km de distância de Altamira à jusante. Todos os pesqueiros com maior rendimento foram situados à jusante na região próximo ao barramento principal, conhecido como Sítio Pimental. O pesqueiro com maior rendimento médio para esta espécie é conhecido como “Jericoá” com 240 unidades.viagem⁻¹, situado no trecho de vazão reduzida e próximo às grandes cachoeiras da Volta Grande do Xingu. Nesta mesma região os pesqueiros Landi (153 unidades.viagem⁻¹) e Caitucá (149 unidades.viagem⁻¹), também tiveram grande importância. Os demais tiveram rendimento médio de até 100 unidades.viagem⁻¹, nesta região. No trecho onde hoje está se formando o reservatório da hidrelétrica, identificou-se um pesqueiro com rendimento médio de 145 unidades.viagem⁻¹, conhecido como “Poção de Altamira” (Figura10).

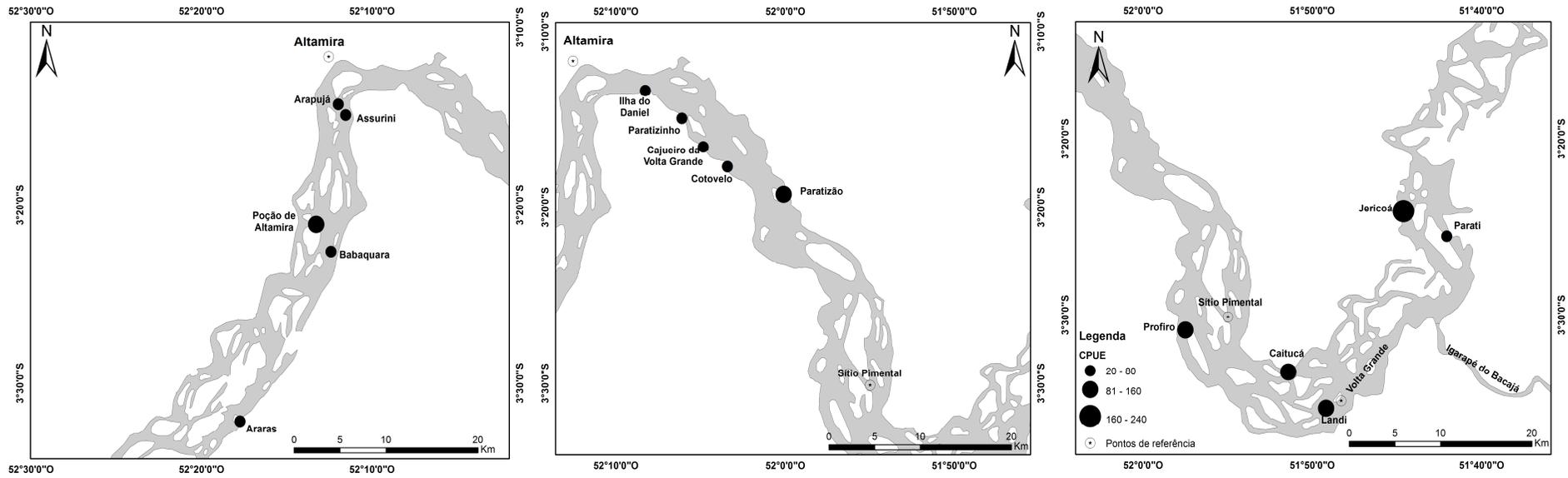


Figura10:

Distribuição espacial do rendimento pesqueiro CPUE (nº de indivíduos/viagem) da espécie *S. aureatus*, entre os anos de 2012 – 2014, no rio Xingu, Amazônia brasileira.

O Modelo Linear Geral mostrou que, para a *P. vittata* ($R=0.45$), mesmo excluindo-se o esforço de pesca, que é a principal variável que influencia na sua captura, os efeitos da vazão do ano, do período e do trecho do rio não foram significantes (Tabela 5). Apesar disso, a interação ano*período, a qual explicou cerca de 10% das variações na CPUE desta espécie, tendo se mostrado significativa ($p < 0.05$), no primeiro ano de dados, a enchente teve uma captura média inferior que a do ano seguinte, enquanto que a cheia do primeiro ano, teve a maior captura média em relação a cheia do ano seguinte (Figura 11).

Tabela 5: Resultados do ajuste do Modelo Geral Linear (GLM) para os dados da pesca de *P. vittata* capturado no rio Xingu, Amazônia brasileira entre 2012 - 2014. SS=sum of squares; DF=degrees of freedom; MS=Mean Squares; %= percentage of explanation. Valores em negrito são significantes ($p < 0.05$).

	SS	DF	MS	F	p	%
Intercept	178.19	1.00	178.19	0.03	0.87	0%
Hidrological Flow	201.68	1.00	201.68	0.03	0.86	0%
Year	1626.94	1.00	1626.94	0.24	0.63	0%
Season	35695.29	3.00	11898.43	1.76	0.17	6%
Fishing Ground	22543.77	2.00	11271.88	1.67	0.20	4%
Year*Season	59859.39	3.00	19953.13	2.95	0.04	11%
Year*Fishing Ground	8505.47	2.00	4252.74	0.63	0.54	2%
Season*Fishing Ground	72789.55	6.00	12131.59	1.80	0.12	13%
Year*Season*Fishing Ground	47670.47	6.00	7945.08	1.18	0.33	8%
Error	317373.07	47.00	6752.62			56%

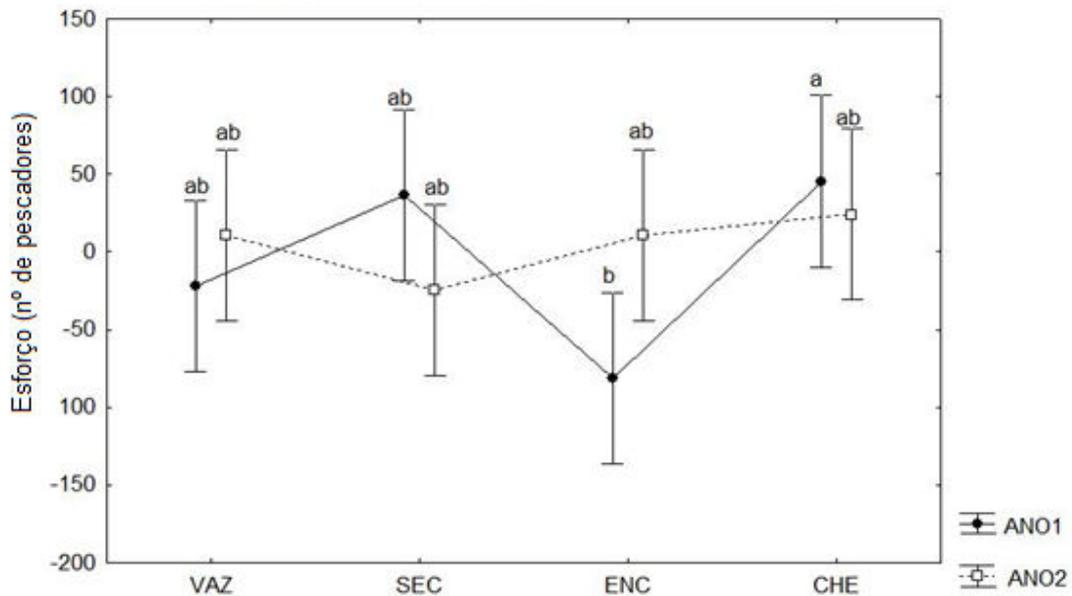


Figura 11: Média aritmética do resíduo da captura por período em relação aos anos para a pesca de *P. vittata* no rio Xingu, entre 2012 e 2014.

A vazão também não teve efeito significativo nos resíduos da captura de *S. aureatus* ($R=0.32$) (Tabela 6). No caso da pesca desta espécie a única variável que teve influência significativa nos resíduos da captura foi a área de pesca ($p<0,05$), que explicou cerca de 14% nas variações da CPUE desta espécie (Figura 12). Os pesqueiros situados na área da Volta Grande do Xingu são os mais produtivos, quando comparados com os pesqueiros situados próximos à cidade de Altamira e à montante da cidade.

Tabela 6: Resultados do ajuste do Modelo Geral Linear (GLM) para os dados da pesca de *S. aureatus* capturado no rio Xingu, Amazônia brasileira entre 2012 - 2014. SS=sum of squares; DF=degrees of freedom; MS=Mean Squares; %= percentage of explanation. Valores em negrito são significantes ($p < 0,05$).

	SS	DF	MS	F	p	%
Intercept	15004.4	1	15004.38	1.406068	0.241671	1%
Hidrological Flow	16982.8	1	16982.75	1.591462	0.213343	2%
Year	15229.3	1	15229.32	1.427147	0.238224	1%
Season	85881.8	3	28627.26	2.682676	0.057403	8%
Fishing Ground	152253.7	2	76126.83	7.133884	0.001969	14%
Year*Season	32104.7	3	10701.56	1.002849	0.399906	3%
Year*Fishing Ground	62109.2	2	31054.61	2.910143	0.064340	6%
Season*Fishing Ground	121202.7	6	20200.44	1.892994	0.101825	11%
Year*Season*Fishing Ground	85094.9	6	14182.48	1.329048	0.263225	8%
Error	501544.6	47	10671.16			46%

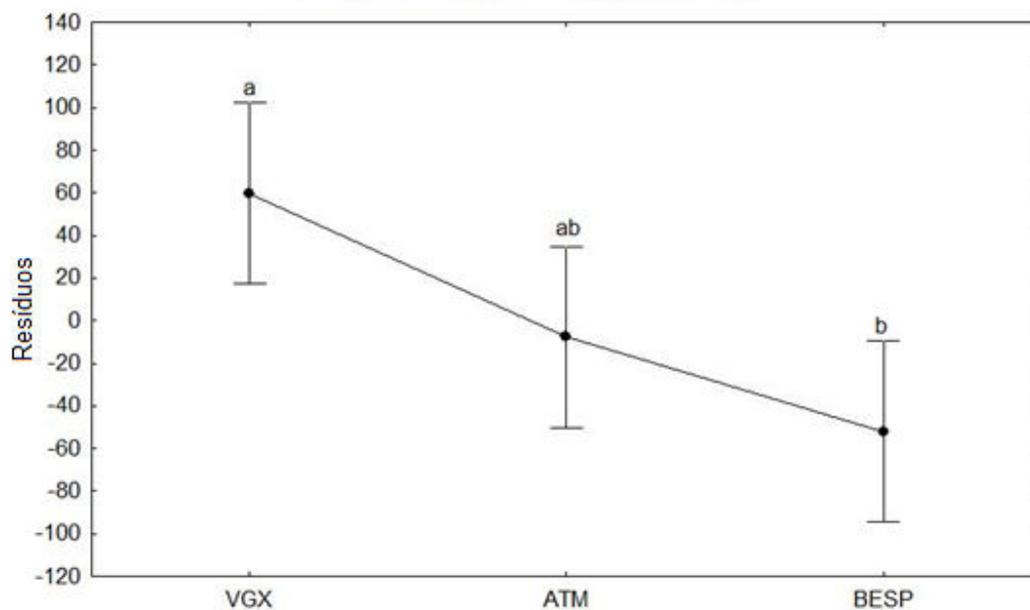


Figura 12: Médias aritméticas do resíduo da captura por área de pesca de *S. aureatus* no rio Xingu, entre 2012 e 2014

Discussão

A pesca ornamental no rio Xingu segue o padrão das pescarias comerciais na Amazônia, em que muito se relata sobre o quanto movimenta em dinheiro e seu poder de captura em termos de quantidades e espécies, mas nenhuma série de dados oficial de estatística pesqueira existe disponível para esta modalidade de pesca nos sites do governo (Ruffino, 2008, Paterson, 2010). Desta forma a utilização de duas espécies como modelo por suas características e por sua importância na pesca da região, vale como uma ferramenta para a caracterização de dados mais gerais para uma modalidade de pesca (O'Donnell et al., 2012, Welcomme et al., 2010).

Outro fato importante a ser considerado, é que para as três variáveis principais da pesca: captura, esforço e CPUE houve uma tendência de aumento, exceto para a CPUE de *P. vittata*, que já apresentou uma tendência de declínio. Essa tendência de aumento, é reflexo de um consenso popular disseminado na região de “após o funcionamento da UHE de Belo Monte, pode ocorrer uma diminuição na população das espécies de peixes da região, principalmente àquelas alvo da pesca ornamental”, esta crença gerou duas consequências: estimulou os pescadores que permaneceram nesta atividade de extrativismo a aumentar a exploração, a fim de conseguir um lucro máximo antes que possíveis mudanças decorrentes da instalação do empreendimento pudessem ocorrer. E, ao mesmo tempo, desestimulou, pescadores mais novos a permanecer na atividade, migrando para os setores de construção, junto com as oportunidades de emprego decorrentes do início da construção do empreendimento

Ferraz Sampaio and Ostrensky (2013), mostraram que a realidade da legislação voltada para a pesca ornamental no Brasil, talvez não cumpra a sua função como um instrumento para a conservação dos estoques pesqueiros, uma vez que em comparação com as leis que dizem respeito à fauna terrestre, a legislação voltada para a pesca ornamental continua a ser limitada e, possivelmente, falta a base técnica e científica necessária para criação de leis mais eficientes no controle do esforço empregado na atividade. Estes mesmos autores detectaram uma

tendência da legislação brasileira, em proibir a captura de organismos de acordo com o critério de "raridade", além de utilizar "listas positivas", que identificam quais as espécies podem ser capturados e estabelecer cotas máximas de captura e comercialização individuais. No entanto, os critérios utilizados para determinar as cotas não são bem estabelecidos e, aparentemente, são definidos sem rigor científico.

O caso mais recente para o rio Xingu, são as cotas de comercialização de arraias ornamentais (BRASIL, 2008), as cotas são definidas anualmente por espécie para cada unidade da federação. De forma que em que cada ano empresas exportadoras tem que se cadastrar para receber a cota, que é dividida entre o número de empresas cadastradas por cada ano. Na prática, a legislação estimulou a abertura de novas empresas, inclusive "fantasmas" para que o comerciante possa aumentar a sua cota anual de revenda.

O órgão responsável por fiscalizar o cumprimento das leis ambientais no Brasil, é o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA, o qual, em 2014, publicou uma Instrução Normativa listando espécies ameaçadas de extinção, e estas automaticamente tiveram sua captura e comercialização proibidas, a partir de então.

Contudo, o próprio órgão aponta para mais de 600 espécies não permitidas, que já foram ou vem sendo comercializadas ilegalmente (IBAMA, 2008b), pois a aquariofilia gera constantes demandas para o uso de novas espécies. Se tratando de um país com dimensões continentais como o Brasil e uma alta biodiversidade, o descompasso entre evidências científicas e as demandas de mercado, acabam por obrigar os órgãos ambientais a tomar medidas precaucionistas a fim de evitar possíveis colapsos em estoques de peixes. 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 (IBAMA, 2008c).

Outro exemplo na região é a espécie *S. aureatus*, alvo deste estudo, que teve sua captura e venda proibida a partir de 2014, ano que sua produção praticamente duplicou, mostrando claramente, que em se tratando da pesca ornamental, a proibição acaba estimulando a ilegalidade, valorizando a espécie no mercado negro.

Por outro lado, deve-se salientar que a pesca ornamental no rio Xingu é uma atividade, que pode ser considerada como tradicional, realizada por pescadores especializados nesta atividade, e qualquer mudança, ainda que pequena, no ambiente de pesca, pode implicar em uma desestruturação da atividade. Neste contexto, apesar da demanda de mercado e dos apelos econômicos de cada espécie, é evidente que existe um período de safra para ambas as espécies, e este, está sim, associado ao ciclo hidrológico do rio, visto que as curvas de captura, esforço e CPUE se superpõem com picos do período de maior vazão hidrológica do rio.

Contudo, com o início do funcionamento da hidrelétrica no final de 2015, ainda não se sabe o que irá acontecer com estas espécies, visto que em todo seu trecho de distribuição do rio ocorrerão mudanças ambientais graves, como a transformação do trecho do rio, entre o barramento principal no sítio Pimental e Altamira, de um sistema lótico para lântico, e o rompimento da comunicação com canais menores, formados quando da subida do nível do rio, além da formação de um trecho de vazão reduzida, a jusante do barramento principal, na área da Volta Grande do Xingu. Dentro deste contexto, talvez a mudança mais grave é que em ambos os trechos não ocorrerá mais o ciclo hidrológico como ele é observado atualmente. Um trecho permanecerá na estação cheia do rio e o outro permanecerá na estação de seca do rio grande parte do ano. Alguns trabalhos têm mostrado a completa dependência das espécies de peixes desta sazonalidade do rio para seu ciclo e vida, principalmente no que concerne à reprodução e ao recrutamento, fatores chaves que garantem que a atividade pesqueira se sustente por vários anos (Barbosa et al., 2015, Agostinho et al., 2008, Agostinho et al., 2005, Godinho et al., 2010).

A distribuição espacial da pesca é uma informação de máxima importância para o manejo pesqueiro, isto porque, esta informação reflete padrões de conhecimento individual dos pescadores (por ex. profundidade da área de pesca, proximidade de áreas para acampamento), assim como conhecimento sobre padrões econômicos, sociais (quantidade de combustível e comida necessários), e padrões biológicos das espécies-alvo (espécies residentes, áreas de desova ou alimentação) (Booth, 2000, Walters, 2000, Wilen, 2004, Daw, 2008).

Como observado neste estudo, o maior rendimento pesqueiro para *P.vittata* ocorreu em uma área mais preservada próxima a Terra Indígena dos Araras, que fica a 30 km a montante da cidade de Altamira, ou seja numa região onde não haverá o efeito de remanso da UHE de Belo Monte. Outra área importante de pesca está localizada próxima ao Sítio Pimental, onde é o barramento principal do empreendimento e a partir do qual deve ocorrer um trecho de vazão reduzida. No caso dessas mudanças ambientais acarretarem diminuição na abundância desta espécie, subir o rio na tentativa de buscar áreas de pesca cujo efeito da hidrelétrica não seja tão forte, não será uma solução para os pescadores que dependem desta atividade, pois acima do reservatório existe uma área de conflitos muito forte, com a presença de muitas Terras indígenas e áreas de conservação.

A espécie *S. aureatus*, teve sua maior produtividade em áreas a jusante do Sítio Pimental, no trecho de vazão reduzida. Por se tratar de uma espécie endêmica, sua pescaria talvez tenha maiores prejuízos, visto que o deslocamento dos pescadores de Altamira até áreas a jusante do barramento principal terá sua navegação dependente do sistema de transposição de embarcações, que fará o transporte de embarcações uma a uma entre montante e jusante e vice-versa, isto no mínimo irá aumentar o tempo de deslocamento até as áreas de pesca desejadas conforme já relatado por Magalhães et al. (2016).

No caso do Rio Xingu, há que se considerar que todo o conhecimento empírico adquirido pelos pescadores sobre as espécies em questão deste trabalho, não será suficiente para indicar quais mudanças ocorrerão a partir da total implementação do Empreendimento hidrelétrico de Belo Monte, que ganhou sua

licença de operação em novembro do ano passado. Vários autores têm mostrado que a construção de hidrelétricas é uma das causas de reestruturação de comunidades animais e vegetais, bem como de alterações em migrações laterais e verticais de peixes e outros organismos aquáticos (Castello et al., 2013, Winemiller et al., 2016).

De modo que, esta distribuição espacial da pesca sofrerá mudanças, já que as condições ambientais serão completamente diferentes daquelas cujos pescadores estão habituados. Alguns autores mais pessimistas arriscam dizer que as espécies, principalmente as endêmicas, como o caso de *S.aureatus*, sofrerão uma grande diminuição na sua população (Sabaj Pérez, 2015, Winemiller et al., 2016)(Sabaj – Pérez; 2015; Winnemiller et al.;2016).

O Rio Xingu é influenciado pelo efeito do pulso de inundação, de modo que no período de enchente e cheia ocorre um aumento da área inundada, que cria novos habitats, e aumenta a disponibilidade de alimentos, enquanto que na vazante e seca acontece o contrário (JUNK; 1980). Apesar desta sazonalidade ambiental ser bem marcada, e, esta se reflita na dinâmica da pesca ornamental das duas espécies em estudo, nenhum dos fatores associados ao ciclo hidrológico do rio, influenciou a sazonalidade da pesca estatisticamente, já que não houve valores significativos. Isto mostra o quão complexa é a pesca ornamental na região, em que muitos fatores influenciam na sua produção e rendimentos. Barbosa e colaboradores (2015) reportaram em seu trabalho, que em áreas com presença de cachoeiras ou corredeiras, considerados efeitos estruturais pelos autores, se sobrepõe aos efeitos temporais, que são àqueles referentes a sazonalidade ambiental do rio.

Ainda há que se considerar que na pesca ornamental, o fator econômico tem um peso diferenciado, já que não só as demandas de mercado, como valores, oscilam bastante ao longo do tempo, e estas características não foram quantificadas neste trabalho.

Conclusão

A pesca ornamental de *P. vittata* e *S. aureatus* encontra-se ameaçada por dois fatores: o aumento no esforço e as transformações ambientais decorrentes do funcionamento da hidrelétrica de Belo Monte. No caso do aumento do esforço, é importante que se tomem medidas de controle, seja estipulando um tamanho mínimo de captura, seja controlando as quantidades capturadas. O outro fator que ameaça esta atividade são as drásticas mudanças ambientais na área de influência direta do empreendimento, neste sentido, o monitoramento pesqueiro e taxonômico continuado se faz necessário a fim de diagnosticar o quanto essas mudanças afetarão o ciclo de vida das espécies.

No caso de espécies ornamentais, a aquicultura sempre é considerada como uma atividade que contribui para a diminuição da pressão de exploração, contudo no Brasil, poucos esforços têm sido realizados para o sucesso dessa iniciativa. Neste caso em específico, o ideal seria o engajamento dos próprios pescadores nas atividades do cultivo, mas sabe-se que estes profissionais tradicionalmente tem uma tendência a rejeição desta idéia. Cabe a empresa responsável em conjunto com o governo federal, respeitar o Plano Básico Ambiental e estimular mais ações engajando e estimulando estes profissionais a buscar a aquicultura de ornamentais como uma alternativa econômica, além de uma alternativa à conservação de espécies.

Referências

- Agostinho, A., Pelicice, F. & Gomes, L. (2008) Dams and the fish fauna of the Neotropical region: impacts and management related to diversity and fisheries. *Brazilian Journal of Biology*, **68**, 1119-1132.
- Agostinho, A.A., Barbieri, G., Verani, J.R. & Agostinho, C.S. (1986) Ciclo reprodutivo e primeira maturação de *Rhineleps aspera* (Agassiz, 1829) (Teleostei - Loricariidae) no Rio Paranapanema. *Revista Unimar*, **8**, 10 p.
- Agostinho, A.A., Gomes, L.C., Veríssimo, S. & Okada, E. (2005) Flood regime, dam regulation and fish in the Upper Paraná River: effects on assemblage attributes, reproduction and recruitment. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, **14**, 9.
- Allan, J.D., Abell, R., Hogan, Z., Revenga, C., Taylor, B.W., Welcomme, R.L. & Winemiller, K. (2005) Overfishing of Inland Waters. *BioScience*, **55**, 11.
- Andreatta, J.V., Meurer, B.C., Baptista, M.G.S., Manzano, F.V., Teixeira, D.E., Longo, M.M. & Freret, N.V. (2002) Composição da assembléia de peixes da Baía da Ribeira, Angra dos Reis, Rio de Janeiro, Brasil. . *Revista Brasileira de Zoologia*, **19**, 8.
- Andrews, C. (1990) The ornamental fish trade and fish conservation. *Journal of Fish Biology*, **37**, 53-59.
- Anjos, H.D.B.d., Amorim, R.M.d.S., Siqueira, J.A. & Anjos, C.R. (2009) Exportação de peixes ornamentais do Estado do Amazonas, Bacia Amazônica, Brasil. . *Boletim do Instituto de Pesca de São Paulo*, **35**, 259-274.
- Arantes, C.C., Castello, L., Stewart, D.J., Cetra, M. & Queiroz, H.L. (2010) Population density, growth and reproduction of arapaima in an Amazonian river-floodplain. *Ecology of Freshwater Fish*, **19**, 455-465.

- Armbruster, J. (2008) The genus *Peckoltia* with the description of two new species and a reanalysis of the phylogeny of the genera of the Hypostominae (Siluriformes: Loricariidae). *Zootaxa*, **1822**, 76.
- Armbruster, J.W. (2004) Phylogenetic relationships of the suckermouth armoured catfishes (Loricariidae) with emphasis on the Hypostominae and the Ancistrinae. *Zoological Journal of the Linnean Society*, **141**, 1-80.
- Armbruster, J.W. & Page, L.M. (2006) Redescription of *Pterygoplichthys punctatus* and description of a new species of *Pterygoplichthys* (Siluriformes : Loricariidae). *Neotropical Ichthyology*, **4**, 401-409.
- Barbosa, T., Benone, N., Begot, T., Gonçalves, A., Sousa, L., Giarrizzo, T., Juen, L. & Montag, L. (2015) Effect of waterfalls and the flood pulse on the structure of fish assemblages of the middle Xingu River in the eastern Amazon basin. *Brazilian Journal of Biology*, **75**, 78-94.
- Barthem, R.B. & Fabr e, N.N. (2004) Biologia e diversidade dos recursos pesqueiros da Amazônia. In: M.L. RUFFINO (ed.) *A pesca e os recursos pesqueiros na Amazônia brasileira*. Manaus: Ibama/ProVárzea.
- Barthem, R.B., GUERRA, H. & VALDERRAMA, K. (1995) *Diagnóstico de los recursos hidrobiol gicos de la Amazonia*, Lima.
- Batista, V.S., Inhamuns, A.J., Freitas, C.E.C. & Freire-Brasil, D. (1998) Characterization of the fishery in river communities in the low-Solimões/high-Amazon region. *Fisheries Management and Ecology*, **5**, 419-435.
- Batista, V.S., Isaac, V.J. & Viana, J.P. (2004) Explora o e manejo dos recursos pesqueiros da Amazônia. In: M.L. Ruffino (ed.) *A pesca e os recursos pesqueiros na Amazônia brasileira*. Manaus: IBAMA/Provárzea.
- Bayley, P. & Petrere, M. (1989) Amazon fisheries: assessment methods, current status and management options. *Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences*, **106**, 14.
- Booth, A.J. (2000) Incorporating the spatial component of fisheries data into stock assessment models. *ICES Journal of Marine Science*, **57**, 8.

- BRASIL (1986) RESOLUÇÃO CONAMA Nº 001, de 23 de janeiro de 1986. In: M.-. IBAMA (ed.) Publicado no D.O.U de 17 /2/86.
- BRASIL (2008) INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº, 204, DE 22 DE OUTUBRO DE 2008 In: IBAMA (ed.).
- BRASIL (2014) PORTARIA N o 445, DE 17 DE DEZEMBRO DE 2014. In: MMA (ed.) Diário Oficial da União: Brasília, quinta-feira, 18 de dezembro de 2014.
- Brown, J.H. (1984) On the relationship between abundance and distribution of species. . *American Naturalist*, **124**, 25.
- Burgess, W.E. (1994) *Scobinancistrus aureatus*, a new species of loricariid catfish from the Rio Xingu (Loricariidae: Ancistrinae). *Tropical Fish Hobbyist*, **43**.
- Camargo, M., Carvalho-Júnior, J.R. & Estupiñán, R.A. (2012) PEIXES COMERCIAIS DA ECORREGIÃO AQUÁTICA XINGU-TAPAJÓS. In: Z.C. CASTILHOS & P.A. BUCKUP (eds.) *Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós*. Rio de Janeiro: CETEM.
- Camargo, M. & Ghilardi - Júnior, R. (2009) *Entre a Terra, as Águas e os Pescadores do médio rio Xingu. Uma abordagem ecológica* Belém.
- Camargo, M., Giarrizzo, T. & Isaac, V. (2004) Review of the Geographic Distribution of Fish Fauna of the Xingu River Basin, Brazil. *Ecotropica*, **10**, 24 p.
- Camargo, M., Gimenes Júnior, H., Sousa, L.M.d. & Py-Daniel, L.R. (2013) *Loricariids of The Middle Rio Xingu - Loricariiden des mittleren Rio Xingu*, Hannover, DE: Panta Rhei.
- Cardoso, A., Sales, K., Nagamachi, C., Pieczarka, J. & Noronha, R. (2013) Comparative cytogenetics of two species of genus *Scobinancistrus* (Siluriformes, Loricariidae, Ancistrini) from the Xingu River, Brazil. *Comparative Cytogenetics*, **7**, 9.
- Carvalho-Júnior, J.R., Carvalho, N.A.S.d.S., Nunes, J.L.G., Camões, A., Bezerra, M.F.d.C., Santana, A.R.d. & Nakayama, L. (2009) SOBRE A PESCA DE PEIXES ORNAMENTAIS POR COMUNIDADES DO RIO XINGU, PARÁ – BRASIL: RELATO DE CASO. *Boletim do Instituto de Pesca de São Paulo*, **35**, 10.

- Castello, L., McGrath, D., Hess, L.L., Coe, M.T., Lefebvre, P.A., Petry, P., Macedo, M.N., Renó, V.F. & Arantes, C.C. (2013) The vulnerability of Amazon freshwater ecosystems. *Conservation Letters*, **6**, 14.
- Cerdeira, R.G.P., Ruffino, M.L. & Isaac, V.J. (2000) Fish catches among riverside communities around Lago Grande de Monte Alegre, Lower Amazon, Brazil. *Fisheries Management and Ecology*, **7**, 355-374.
- Chapman, F.A., Fitz-Coy, S.A., Thunberg, E.M. & Adams, C.M. (1997) United States of America Trade in Ornamental Fish. *Journal of the World Aquaculture Society*, **28**, 1-10.
- Correa, S.B. & Winemiller, K.O. (2014) Niche partitioning among frugivorous fishes in response to fluctuating resources in the Amazonian floodplain forest. *Ecology*, **95**, 15.
- Cunha, D.d.A. & Ferreira, L.V. (2012) Impacts of the Belo Monte hydroelectric dam construction on pioneer vegetation formations along the Xingu River, Pará State, Brazil. *Brazilian Journal of Botany*, **35**, 159-167.
- Cunha, M.A.F.d. (2009) A caracterização das populações no EIA/RIMA Belo Monte *PAINEL DE ESPECIALISTAS - Análise Crítica do Estudo de Impacto Ambiental do Aproveitamento Hidrelétrico de Belo Monte* No. 230 pp.
- Daw, T.M. (2008) Spatial distribution of effort by artisanal fishers: Exploring economic factors affecting the lobster fisheries of the Corn Islands, Nicaragua. *Fisheries Research*, **90**.
- de Paula Silva, J., Rodrigues, C. & Pereira, D.I. (2014) Mapping and Analysis of Geodiversity Indices in the Xingu River Basin, Amazonia, Brazil. *Geoheritage*, **7**, 337-350.
- ELETROBRAS (2008) DIAGNÓSTICO – ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL SOBRE A FAUNA E FLORA DA REGIÃO DO MEDIO RIO XINGU *UHE BELO MONTE: Diagnóstico ambiental da AHE- Belo Monte – Médio e Baixo Rio Xingu ICTIOFAUNA E PESCA* No. 434 pp.
- ELETROBRÁS (2009) *AAI - Avaliação Ambiental Integrada Aproveitamentos Hidrelétricos da Bacia Hidrográfica do Rio Xingu* São Paulo: Arcadis Tetraplan.

- Estupiñán, R.A. & Camargo, M. (2009) Ecologia da paisagem natural. In: M. CAMARGO & R. GHILARDI - JUNIOR (eds.) *Entre a terra, as águas e os pescadores do médio rio Xingu: Uma abordagem Ecológica*. Belém.
- FAO (2014) *The State of World Fisheries and Aquaculture*, Roma: Foods and Agriculture organization of the united Nations.
- Fearnside, P.M. (1990) *A Hidrelétrica de Balbina: O Faraonismo Irreversível versus o Meio Ambiente na Amazônia*, São Paulo.
- Fearnside, P.M. (2001) Environmental Impacts of Brazil's Tucuruí Dam: Unlearned Lessons for Hydroelectric Development in Amazonia. *Environmental Management*, **27**, 20.
- Fearnside, P.M. (2005a) Brazil's Samuel Dam: Lessons for Hydroelectric Development Policy and the Environment in Amazonia. *Environmental Management*, **35**, 20.
- Fearnside, P.M. (2005b) Hidrelétricas Planejadas no Rio Xingu como Fontes de Gases do Efeito Estufa: Belo Monte (Kararaô) e Altamira (Babaquara). In: A.O. Sevá Filho (ed.) *Tenotã-mõ: Alertas sobre as conseqüências dos projetos hidrelétricos no rio Xingu, Pará, Brasil*. São Paulo, Brazil: International Rivers Network.
- Ferraz Sampaio, F.D. & Ostrensky, A. (2013) Brazilian environmental legislation as tool to conserve marine ornamental fish. *Marine Policy*, **42**, 280-285.
- Freeman, M.C., Bowen, Z.H., Bovee, K.D. & Irwin, E.R. (2001) FLOW AND HABITAT EFFECTS ON JUVENILE FISH ABUNDANCE IN NATURAL AND ALTERED FLOW REGIMES. *Ecological Applications*, **11**, 179-190.
- GERSTNER, C.L., ORTEGA, H., SANCHEZ, H. & GRAHAMAN, D.L. (2006) Effects of the freshwater aquarium trade on wild fish populations in differentially-fished areas of the Peruvian Amazon. *Journal of Fish Biology* **68**, 14.
- Ghilardi-Júnior, R. & Camargo, M. (2009) Breve Visão do Xingu. In: M. Camargo & R. Ghilardi-Júnior (eds.) *Entre a Terra, as Águas e os Pescadores do Médio rio Xingu - Uma abordagem Ecológica*. Belém.

- Giarrizzo, T., de Sena Oliveira, R.R., Costa Andrade, M., Pedrosa Gonçalves, A., Barbosa, T.A.P., Martins, A.R., Marques, D.K., Brito dos Santos, J.L., de Paula da Silva Frois, R., Oliveira de Albuquerque, T.P., Fogaça de Assis Montag, L., Camargo, M. & Melo de Sousa, L. (2015) Length–weight and length–length relationships for 135 fish species from the Xingu River (Amazon Basin, Brazil). *Journal of Applied Ichthyology*, **31**, 415-424.
- Glasson, J. & Salvador, N.N.B. (2000) EIA in Brazil: a procedures–practice gap. A comparative study with reference to the European Union, and especially the UK. *Environmental Impact Assessment Review*, **20**, 191-225.
- Godinho, A.L., Lamas, I.R. & Godinho, H.P. (2010) Reproductive ecology of Brazilian freshwater fishes. *Environmental Biology of Fishes*, **87**, 143-162.
- Gonçalves, A.P. (2011) Ecologia e Etnoecologia de *Hypancistrus zebra* (Siluriformes: Loricariidae, no rio Xingu, Amazônia brasileira. *Pós-graduação em Ecologia Aquática e pesca*. Belém: UFPA.
- Gonçalves, A.P., CAMARGO, M., Carneiro, C.C., Camargo, A.T.d., Paula, G.J.X.d. & Giarrizzo, T. (2009) A pesca de peixes ornamentais. In: M. CAMARGO & R. GHILARDI - JUNIOR (eds.) *Entre a Terra, as Águas e os Pescadores do médio rio Xingu*. Belém - PA.
- HUMPHRIES, P., BROWN, P., DOUGLAS, J., PICKWORTH, A., STRONGMAN, R., HALL, K. & SERAFINI, L. (2008) Flow-related patterns in abundance and composition of the fish fauna of a degraded Australian lowland river. *Freshwater Biology*, **53**, 25.
- IBAMA (2008a) Diagnóstico Geral das Práticas de Controle Ligadas a Exploração, Captura, Comercialização, Exportação e Uso de Peixes para Fins Ornamentais e de Aquariorfilia. No. 217 p pp.
- IBAMA (2008b) Diagnóstico Ambiental da AHE - Belo Monte - Médio e Baixo Xingu - Ictiofauna e Pesca. No. 434 pp.
- IBAMA (2008c) Diagnóstico Geral das Práticas de Controle Ligadas a Exploração, Captura, Comercialização, Exportação e Uso de Peixes para Fins Ornamentais e de Aquariorfilia

- IDESP (2013) Síntese Econômica, Social e Ambiental do Município de Altamira. No. 55 pp.
- Isaac, V.J., Ruffino, M.L. & Mello, P. (2000) Considerações sobre o método de amostragem para a coleta de dados sobre captura e esforço pesqueiro no Médio Amazonas. *IBAMA. Coleção Meio Ambiente, Série Estudos Pesca*, **22**, 25.
- Jones, C.M. (1992) Development and application of the otolith increment technique. In: D.K. Stevenson & S.E. Campana (eds.) *Otolith microstructure examination and analysis*. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.
- Junk, W.J., Bayley, P.B. & Sparks, R.E. (1989) The Flood Pulse Concept in River-Floodplain Systems. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*, **106**, 18.
- Junk, W.J. & MELLO, J.A.S.N.d. (1990) Impactos ecológicos das represas hidrelétricas na bacia amazônica brasileira. *Estudos Avançados*, **4**, 18.
- Junk, W.J., Mota Soares, M.G. & Bayley, P.B. (2007) Freshwater fishes of the Amazon River basin: their biodiversity, fisheries, and habitats. *Aquatic Ecosystem Health & Management*, **10**, 153-173.
- King, M. (2011) *Fisheries Biology, Assessment and Management*, Australia: Blackwell.
- Krebs, C.J. (1978) *Ecology. The Experimental Analysis of Distribution and Abundance.*, New York.
- Lowe-McConnell, R.H. (1964) The fishes of the Rupununi savanna district of British Guiana, South America Part 1. Ecological groupings of fish species and effects of the seasonal cycle on the fish. *Zoological Journal of the Linnean Society*, **45**, 41.
- Lujan, N. & Armbruster, J. (2012) Morphological and functional diversity of the mandible in suckermouth armored catfishes (Siluriformes: Loricariidae). *Journal of morphology*, **273**, 24-39.
- Magalhães, S.B., Silva, Y.Y.P.d. & Vidal, C.d.L. (2016) Não há peixe para pescar neste verão: efeitos socioambientais durante a construção de grandes barragens – o caso Belo Monte. *2016*, **37**.

- Merona, B. (1995) Ecologia da Pesca e Manejo Pesqueiro na Região Amazônica. *Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi, Série Antropologia*, **11**, 17.
- Mertens, B., Pocard-Chapuis, R., Piketty, M.G., Lacques, A.E. & Venturieri, A. (2002) Crossing spatial analyses and livestock economics to understand deforestation processes in the Brazilian Amazon: the case of São Félix do Xingú in South Pará. *Agricultural Economics*, **27**, 269-294.
- NORTE ENERGIA SA (2012) 2º RELATÓRIO CONSOLIDADO DE ANDAMENTO DO PBA E DO ATENDIMENTO DE CONDICIONANTES. *CAPÍTULO 2 – ANDAMENTO DO PROJETO BÁSICO AMBIENTAL UHE BELO MONTE* No. 51 pp.
- NORTE ENERGIA SA (2013) 3º RELATÓRIO CONSOLIDADO DE ANDAMENTO DO PBA E DO ATENDIMENTO DE CONDICIONANTES. No. 66 pp.
- NORTE ENERGIA SA (2014) 4º RELATÓRIO CONSOLIDADO DE ANDAMENTO DO PBA E DO ATENDIMENTO DE CONDICIONANTES No. 51 pp.
- O'Donnell, K.P., Molloy, P.P. & Vincent, A.C.J. (2012) Comparing Fisher Interviews, Logbooks, and Catch Landings Estimates of Extraction Rates in a Small-Scale Fishery. *Coastal Management*, **40**, 18.
- Olden, J.D. & Poff, N.L. (2003) Redundancy and the choice of hydrologic indices for characterizing streamflow regimes. *River Research and Applications*, **19**.
- Paterson, B. (2010) Integrating fisher knowledge and scientific assessments. *Animal Conservation*, **13**, 2.
- PAULY, D., Christensen, V., Dalsgaard, J., Froese, R. & Torres-Junior, F. (1998) Fishing Down Marine Food Webs. *Science*, **279**, 4.
- Pelicice, F.M. & Agostinho, A.A. (2005) Perspectives on ornamental fisheries in the upper Parana River floodplain, Brazil. *Fisheries Research*, **72**, 109-119.
- Petrere Jr., M., Giacomini, H. & De Marco Jr., P. (2010) Catch-per-unit-effort: which estimator is best? *Brazilian Journal of Biology*, **70**, 483-491.
- Petrere, M. (1978) Pesca e esforço de pesca no estado do Amazonas. II. Locais e aparelhos de captura e estatística de desembarque. *Acta Amazonica*, **8**, 55.
- Pinto, L.F. (2012) De Tucuruí a Belo Monte: a história avança mesmo? *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas*, **7**, 777-782.

- Prang, G. (2007a) An Industry Analysis of the Freshwater Ornamental Fishery with Particular Reference to the Supply of Brazilian Freshwater Ornamentals to the UK Market. *UAKARI*, **3**, 7 - 51.
- Prang, G. (2007b) An Industry Analysis of the Freshwater Ornamental Fishery with Particular Reference to the Supply of Brazilian Freshwater Ornamentals to the UK Market. *UAKARI*, **3**, 44.
- Ramos, F., Araújo, M., Prang, G. & Fujimoto, R. (2015) Ornamental fish of economic and biological importance to the Xingu River. *Brazilian Journal of Biology*, **75**, 95-98.
- Ramos, F.M., Recuero, L.B., Silva, T.V.N., Fujimoto, R.Y., Lee, J.T. & Torres, M.F. (2013) Shelter selection in the Amazonian zebra pleco, *Hypancistrus zebra* Isbrucker & Nijssen, 1991 (Siluriformes: Loricariidae): requirements in rearing conditions. *Journal of Applied Ichthyology*, **29**, 927-929.
- Roman, A.P.O. (2011) Biologia Reprodutiva e Dinâmica Populacional de *Hypancistrus zebra* Isbrucker & Nijssen, 1991 (Siluriformes, Loricariidae), no Rio Xingu, Amazônia Brasileira. *Instituto de Ciências Biológicas*. Belém, PA: Universidade Federal do Pará.
- Ruffino, M.L. (2008) Sistema integrado de estatística pesqueira para a Amazônia *Pan-American Journal of Aquatic Science*, **3**, 12.
- Sabaj Pérez, M. (2015) Where the Xingu Bends and Will Soon Break. *American Scientist*. Sigma Xi, The Scientific Research Society.
- Schmid, K., Reis-Filho, J.A., Harvey, E. & Giarrizzo, T. (2016) Baited remote underwater video as a promising nondestructive tool to assess fish assemblages in clearwater Amazonian rivers: testing the effect of bait and habitat type. *Hydrobiologia*, 1-17.
- Silvano, R.A.M., Amaral, B.D.d. & Oyakawa, O.T. (2000) Spatial and temporal patterns of diversity and distribution of the Upper Juruá a River fish community (Brazilian Amazon). *Environmental Biology of Fishes*, **57**, 11.
- Sioli, H. (1957) Valores de pH de águas Amazônicas. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Geologia* **1**, 35.

- Siqueira-Sousa, F.K., Freitas, C.E.C., Hurd, L.E. & Petrere, M. (2016) Amazon floodplain fish diversity at different scales: do time and place really matter? *Hydrobiologia*, **776**, 12.
- Souza, A.C.P.d., Nagamachi, C.Y., Milhomem, S.S.R., Feldberg, E. & Pieczarka, J.C. (2009) Cytogenetic analysis in catfish species of the genus *Peckoltia* Miranda Ribeiro, 1912 (Teleostei: Siluriformes: Loricariidae). *Comparative Cytogenetics*, **3**.
- Walters, C. (2000) Impacts of dispersal, ecological interactions, and fishing effort dynamics on efficacy of marine protected areas: how large should protected areas be? *BULLETIN OF MARINE SCIENCE*, **66**, 13.
- Welcomme, R.L., Cowx, I.G., Coates, D., Béné, C., Funge-Smith, S., Halls, A. & Lorenzen, K. (2010) Inland capture fisherie. *Philosophical Transactions of The Royal Society*, **365**, 16.
- Wilén, J.E. (2004) Spatial Management of Fisheries. *Marine Resource Economics*, **19**, 13.
- Winemiller, K.O. (1989) Patterns of variation in life history among South American fishes in seasonal environments. *Oecologia*, **81**, 17.
- Winemiller, K.O., McIntyre, P.B., Castello, L., Fluet-Chouinard, E., Giarrizzo, T., Nam, S., Baird, I.G., Darwall, W., Lujan, N.K., Harrison, I., Stiassny, M.L.J., Silvano, R.A.M., Fitzgerald, D.B., Pelicice, F.M., Agostinho, A.A., Gomes, L.C., Albert, J.S., Baran, E., Petrere Jr., M., Zarfl, C., Mulligan, M., Sullivan, J.P., Arantes, C.C., Sousa, L.M., Koning, A.A., Hoinghaus, D.J., Sabaj, M., Lundberg, J.G., Armbruster, J., Thieme, M.L., Petry, P., Zuanon, J., Vilara, G.T., Snoeks, J., Ou, C., Rainboth, W., Pavanelli, C.S., Akama, A., Soesbergen, A.v. & Sáenz, L. (2016) Balancing hydropower and biodiversity in the Amazon, Congo and Mekong. *Science*, **351**, 2.
- Wood, E. (2001) Ccollection of coral reef fish for aquaria: Global trade, conservation issues and management strategies *Marine Conservation Society* No. 80 pp.
- ZEUG, S.C. & WINEMILLER, K.O. (2008) RELATIONSHIPS BETWEEN HYDROLOGY, SPATIAL HETEROGENEITY, AND FISH RECRUITMENT

DYNAMICS IN A TEMPERATE FLOODPLAIN RIVER. *RIVER RESEARCH AND APPLICATIONS*, **24**, 13.

Zuanon, J.A.S. (1999) História Natural da ictiofauna de corredeiras do Rio Xingu, na região de Altamira, Pará. *Instituto de Biologia*. Campinas, SP: Universidade Estadual de Campinas - UNESP.

Capítulo III: Dinâmica de populações de duas espécies de Loricariidae de importância ornamental, na área de influência direta da Hidrelétrica de Belo Monte no rio Xingu no rio Xingu – Dados pré-barramento.

Este capítulo será submetido à **Journal of Fish Biology**

Introdução

A biologia pesqueira visa estudar a bionomia, distribuição e a dinâmica dos estoques pesqueiros, com o objetivo de elucidar as características do ciclo de vida das espécies e prover a base para a avaliação de estoques, culminando em estratégias de manejo, tornando a pesca uma atividade mais sustentável (King, 2011). O crescimento somático dos indivíduos de uma população é um processo importante na dinâmica das populações de peixes, afetando a produção de biomassa, mortalidade natural (Lorenzen, 1996, Lorenzen, 2000); fecundidade e qualidade dos ovos (Birkeland & Dayton, 2005); e mortalidade por pesca (Sampson, 2014). O conhecimento dos padrões de crescimento somático também é crucial para a compreensão da composição em tamanho nas avaliações de estoques de pesqueiros (Edwards et al., 2012, Methot Jr & Wetzel, 2013).

O modelo de crescimento mais comumente incorporado nos modelos relacionados ao rendimento pesqueiro é a equação de Bertalanffy (1938) (von Bertalanffy Growth Curve – VBGC). Este modelo permite relacionar o comprimento ou peso dos indivíduos de uma população com a sua idade (Sparre & Venema, 1997).

A obtenção de dados que permitam realizar estimativas dos parâmetros de crescimento de von Bertalanffy seguem basicamente três metodologias: (1) distribuição de frequências de comprimento - que consiste basicamente na coleta de dados de biometria de uma grande parcela da população em estudo em um período longo de tempo, graficar as distribuições de frequência por período e buscar, a seguir, a evolução temporal dos valores modais, que representam hipoteticamente classes etárias; (2) experimentos de marcação e recaptura – que consiste na marcação individual de espécimes capturados que são devolvidos ao meio e, eventualmente, recaptura após passado um tempo, o que permite estimar a taxa de crescimento e idade relativa dos indivíduos, em função do tempo que se passou entre a captura e a recaptura; (3) análise de idade em estruturas calcificadas ; que faz a leitura e interpretação de marcas em estruturas

calcificadas, interpretadas como anéis de crescimento. Várias estruturas podem ser utilizadas com essa finalidade como escamas, ossos operculares, espinhos de nadadeiras, vértebras e otólitos em peixes (King, 2011, Panfili & Morales-Nin, 2002).

No rio Xingu, a pesca ornamental é uma atividade tradicional, ela surgiu como uma alternativa econômica para pessoas que antes viviam do garimpo de ouro e possuíam experiência na utilização de compressores de ar, para dragar o fundo do rio em busca desse metal (Barthem et al., 1995). Hoje, a pesca de peixes ornamentais por mergulho é uma importante atividade, fonte geradora de renda e emprego, e dela dependem um número considerável de pescadores de tempo integral, que possuem bom nível de especialização e conhecimento sobre a mesma (Carvalho-Júnior et al., 2009).

A ictiofauna do rio Xingu tem uma alta biodiversidade (Camargo et al., 2013). O substrato rochoso associado as áreas de maior ou menor altitude ocasionam acidentes geográficos de corredeiras e grandes cachoeiras, o que propicia a existência de uma grande variedade de microambientes únicos para as espécies alvo da pesca ornamental, que possuem um alto índice de endemismo (Sioli, 1957, Estupiñán & Camargo, 2009).

Contudo, esta região vem sofrendo grandes transformações, e dentre essas transformações, temos, além da intensificação da atividade pesqueira, que é natural em países em desenvolvimento; a construção de barragens com a finalidade de obtenção de energia elétrica, sob a justificativa de aumentar a malha energética e melhorar o desenvolvimento econômico do país (Castello et al., 2013, Siqueira-Sousa et al., 2016). Nesta região encontra-se a 3ª maior hidrelétrica do mundo, que iniciou suas atividades no ano de 2015. Após o completo enchimento dos reservatórios, o ciclo hidrológico será totalmente modificado a montante e a jusante do barramento principal: na região do reservatório, ocorrerá a mudança de um ambiente lótico para um ambiente lêntico; a jusante do barramento principal, haverá o trecho de vazão reduzida, no qual o rio se manterá com as mesmas características que possui no período de seca, baixa profundidade, afloramentos

rochosos expostos, aumento da temperatura da água, etc., até depois da restituição do seu fluxo normal, logo após a casa de força (Figura 1 – Introdução Geral desta Tese).

Considerando as transformações que a região vem sofrendo desde o ponto de vista ambiental e os possíveis efeitos causados depois do início do funcionamento da hidrelétrica, além da forte pressão de exploração da pesca, ornamental, que deve ainda crescer mais também como consequência da instalação da obra, parece evidente a necessidade de conhecer qual o estado de saúde dos estoques alvo dessas pescarias e sua capacidade para suportar novas pressões de pesca (ELETROBRAS, 2008). O conhecimento, sobre o atual estado de exploração dos estoques permitirá fazer previsões sobre as futuras ameaças a conservação para estas espécies.

O ordenamento e, qualquer, decisão para preservação dos estoques naturais de peixes, principalmente àquelas espécies que possuem uma alta pressão de exploração como as espécies de loricarídeos (acaris) do Rio Xingu, necessitam de conhecimentos específicos sobre sua biologia e dinâmica populacional. Toda a cadeia de decisões sobre a interdição de áreas ou períodos de pesca, a aplicação de medidas de ordenamento e manejo, ou mesmo o planejamento de empreendimentos de grande magnitude que provoquem alterações no meio aquático, como o projeto de AHE de Belo Monte, exigem informações biológicas básicas sobre as espécies afetadas. Essas informações são também úteis no desenvolvimento de técnicas de cultivo dessas espécies, o que pode ser uma medida que permita aliviar a pressão de exploração sobre elas (AGOSTINHO *et al.*, 1986).

Dentre as espécies da família Loricariidae, *Peckoltia vittata* (Steindachner, 1881) e *Scobinancistrus aureatus* Burgess, 1994, têm sido utilizadas como ornamentais, e, desde 2008 até os dias atuais, estão sempre se alternando entre as 5 espécies mais capturadas na região (Camargo *et al.*, 2004, ELETROBRAS, 2008, NORTE ENERGIA SA, 2012, NORTE ENERGIA SA, 2013, NORTE ENERGIA SA, 2014).

Assim, este trabalho teve como principal objetivo diagnosticar o estado de exploração destas duas espécies de importância econômica para a pesca ornamental, relacionando padrões de crescimento com a sazonalidade do rio, a partir de dados de frequência de comprimento. Este é o primeiro trabalho científico a gerar este tipo de informações para estas duas espécies.

Material e Métodos

Área de Estudo

A área de estudo é a mesma descrita no capítulo 1 desta tese.

Coleta de Dados em campo

Frequências de comprimento

Os dados para este trabalho foram coletados entre 2012 e 2014, antes do barramento do rio Xingu. As amostragens foram realizadas através de três metodologias diferentes, a saber: i) desembarque pesqueiro; ii) pesca experimental; iii) mergulho padronizado, cujo detalhamento consta no capítulo 1 desta tese.

Todos os indivíduos coletados foram identificados, contados, medidos em comprimento total (cm) e pesados (g) ainda em campo.

Dados de Marcação e Recaptura

Foram realizadas coletas adicionais na amostragem de mergulho padronizado para experimentos de marcação e recaptura, uma em outubro e outra em dezembro de 2013, para a validação direta da leitura de idades. Foram escolhidos dois locais, indicados pelos pescadores, cuja facilidade de captura de ambas as espécies e cujas abundâncias fossem altas. Os locais selecionados, localizavam-se nas proximidades da cidade de Altamira.

Neste experimento foram feitos dois tipos de marcas nos indivíduos capturados, uma marcação do peixe, através do uso do elastômero (VIE – visible implant elastomer Northwest Marine Technology, Inc.); Para a marcação foi utilizado o programa “NMT VIE Color Code Generator”, que combina o número de locais do corpo do animal a ser marcado, com o número de marcas pretendidas por local do corpo; e o número de cores a ser utilizadas na marcação. O programa através de

combinações gera uma lista de códigos única para cada indivíduo capturado. Neste trabalho foi feita a combinação de 4 nadadeiras (2 nadadeiras peitorais e 2 nadadeiras pélvicas), 3 marcas e 3 cores (amarelo, rosa e laranja), gerando 108 para cada espécie (Figura 13).

Os indivíduos marcados no corpo receberam uma marcação química, através do uso de tetraciclina, a qual foi dissolvida na água a uma proporção de 100 mg.L⁻¹. Os indivíduos marcados, ficaram armazenados em basquetas, contendo a água com a tetraciclina dissolvida, dentro da embarcação utilizada nas capturas, durante 24h antes de serem soltos novamente no local de origem. Retornou-se ao local de soltura 24h depois, para verificar se existia a possibilidade de recapturar algum indivíduo, e foram recapturados 4 indivíduos, que foram liberados a natureza novamente.



Figura 13: Marcação de indivíduos através do uso do VIE – visible implant elastomer Northwest Marine Technology, Inc.

Coleta de Dados em Laboratório

Em laboratório, foi realizada uma análise piloto dividindo todos os comprimentos dos indivíduos capturados pelo mergulho padronizado, em 5 classes de comprimento, feito isso, de cada espécie foi escolhido 1 indivíduo de cada classe, para ser testada qual estrutura calcificada seria mais adequada para o estudo de idade e crescimento.

Os animais foram sacrificados, e dissecados através de uma incisão no poro urogenital. Seguido, de um corte longitudinal, de forma a dividir cada indivíduo em duas metades. Prosseguia-se com a retirada de todo o ouvido interno para obtenção dos três pares de otólitos (sagitta, asteriscus e lapillus) (Figura 14 e Figura 15). O corte longitudinal, finalizava na sétima vértebra da coluna vertebral (parapófise), e prosseguia-se a sua extração. Ainda foi retirado de cada indivíduo o primeiro espinho da nadadeira peitoral.

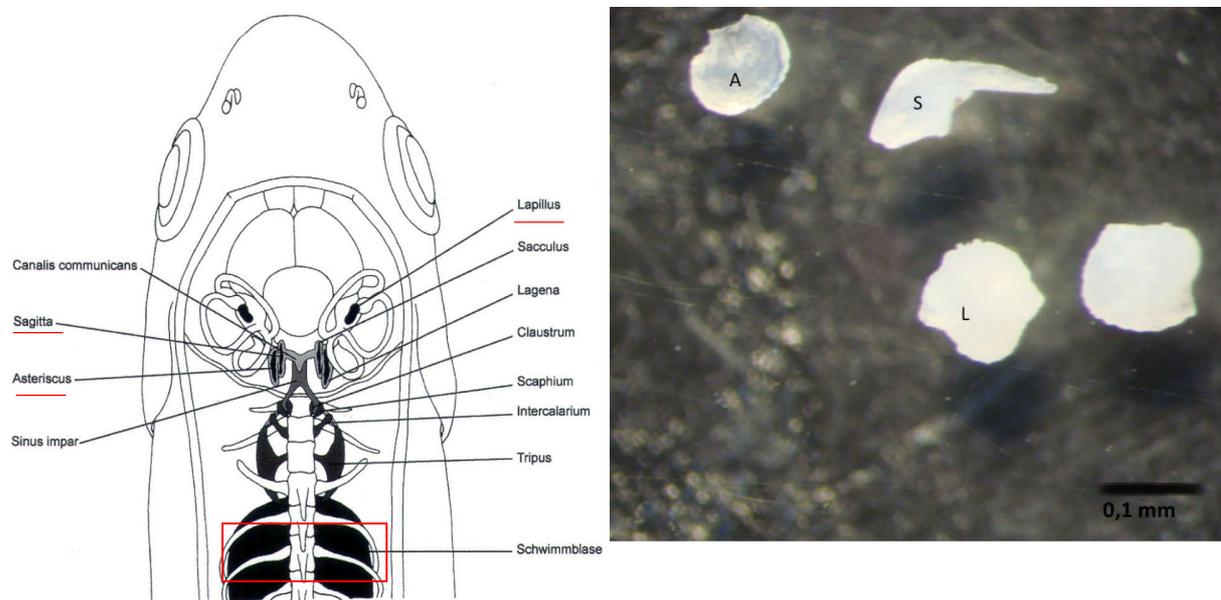


Figura 14: À esquerda, posição dos otólitos no organismo e a vértebra selecionada para análise. À direita imagem dos 3 otólitos: Lapillus, Asteriscus e Sagitta, e seus respectivos formatos



Figura 15: Estrutura do ouvido interno de Loricariidae visualizado em estereomicroscópio e posicionamento dos otólitos em seu interior. Aumento de 50x. A= Asteriscus; S = Sagitta; L = Lapillus e suas respectivas localizações dentro da estrutura.

Tanto a vértebra, quanto os otólitos, foram incluídos em resina transparente sobre uma lâmina de microscopia, após secagem, foi realizado um polimento manual (sempre rotativo em forma de “8, limpando com água) com papel de lixa de água, começando com número 600 μ m, controlando no microscópio o avance do desgaste para não ultrapassar o núcleo da estrutura, à medida que o polimento progride se passava para papéis de lixa de maior numeração aproximadamente 1000 μ m - 1600 μ m. Os espinhos foram primeiro serrados em sua região mais robusta (próximo a base), foram incluídos em resina transparente sobre uma lâmina de microscopia e após secagem foram observados diretamente em um estereomicroscópio. A presença de anéis periódicos foi analisada, buscando um padrão de marcas translúcidas e opacas.

As vértebras mostraram-se de difícil manuseio, visto que na maioria dos indivíduos é muito pequena, e a mesma quando da etapa da dissecação exigia um nível de força para a sua retirada, que acarretava em uma parcial destruição da estrutura, de modo que várias amostras foram perdidas e não se conseguiu sucesso na observação dos anéis.

Quanto aos espinhos, embora os mesmos aparentassem fácil retirada, em loricarídeos estas estruturas são robustas e também exigiam o emprego de força para sua retirada. Considerando que o objetivo principal de se trabalhar com esta estrutura, seria minimizar o dano ao animal, não se teve sucesso neste sentido, pois mesmo com os indivíduos anestesiados, estes eram bastante danificados. Por esta razão os indivíduos não poderiam ser devolvidos à natureza, sem que sua habilidade de natação fosse prejudicada, e por sua vez diminuindo muito as chances de sobrevivência em seu hábitat natural. De modo que, optou-se por sacrificar os indivíduos e se trabalhar com os otólitos, embora estas estruturas nos Loricariidae em geral sejam extremamente pequenas.

Entre abril e julho de 2014, foi realizada uma parceria com a empresa Aquário Darinta Ltda, que ofereceu 10 indivíduos vivos de ambas as espécies mensalmente ao laboratório, para um experimento de marcação em cativeiro. Os indivíduos foram mantidos em um sistema de recirculação de água composto por 4 recipientes plásticos circulares (bacias domésticas) escuros com capacidade de 35 litros e diâmetro de 46 cm, a água do sistema passava por um filtro mecânico-biológico feito com telhas de cerâmica quebradas e carvão ativado. Foram utilizados troncos e folhas de castanhola (*Terminalia catappa*) para auxiliar na diminuição do pH, assim como para profilaxia de parasitoses e possíveis infecções por fungos ou bactérias. A recirculação foi realizada através de uma bomba de

vazão 2000 L/h e a oxigenação da água por um compressor de ar



Figura 16).



Figura 16: Sistema de recirculação de água para manutenção de *P. vittata* e *S. aureatus* em cativeiro. (a) Filtro físico-biológico: composto por telhas de barro e carvão ativado; (b) tanques; (c) área de recirculação com vazão de 2000 L/h. Imagem: Priscila Araújo.

Os indivíduos eram medidos, pesados e marcados através do uso do elastômero (VIE – visible implant elastomer Northwest Marine Technology, Inc.). Após 5 dias de aclimação, dissolvia-se tetraciclina na água a uma proporção de 50 mg.L⁻¹ no primeiro, segundo e terceiro mês e de 100 mg.L⁻¹ no quarto mês. Durante os 2 primeiros meses deste experimento, os indivíduos vinham a óbito durante o período de aclimação. Descobriu-se que era devido ao tratamento que a água recebe na cidade que altera o pH da mesma, esses indivíduos necessitam de uma água quase ácida. No terceiro mês os indivíduos sobreviveram ao período de aclimação, após a utilização de água de poço, estes foram submetidos à 24h de marcação química, e foram remarcados quimicamente 1 mês depois, mais uma vez todos vieram a óbito, sem razão aparente. Estes indivíduos, quando tiveram seus otólitos analisados ao microscópio, não exibiram nenhuma marca. No último mês de experimento, testou-se a marcação com o dobro da dose de tetraciclina,

mas mais uma vez todos os indivíduos vieram a óbito, desta vez durante as 24h do experimento.

Foi realizada uma sub-amostragem, por classe de comprimentos onde foram selecionados entre 2 e 3 indivíduos de cada classe (quando possível). Para a interpretação dos anéis de crescimento, foi realizada a contagem do número de anéis opacos ou translúcidos em cada otólitos em cada um dos 3 otólitos.

Adicionalmente, os otólitos foram medidos em comprimento total (mm), caracterizado como a maior distância entre a margem anterior e posterior do otólito (Figura 17). Para estas medidas, foram desconsideradas curvaturas naturais que ocorrem nas estruturas.

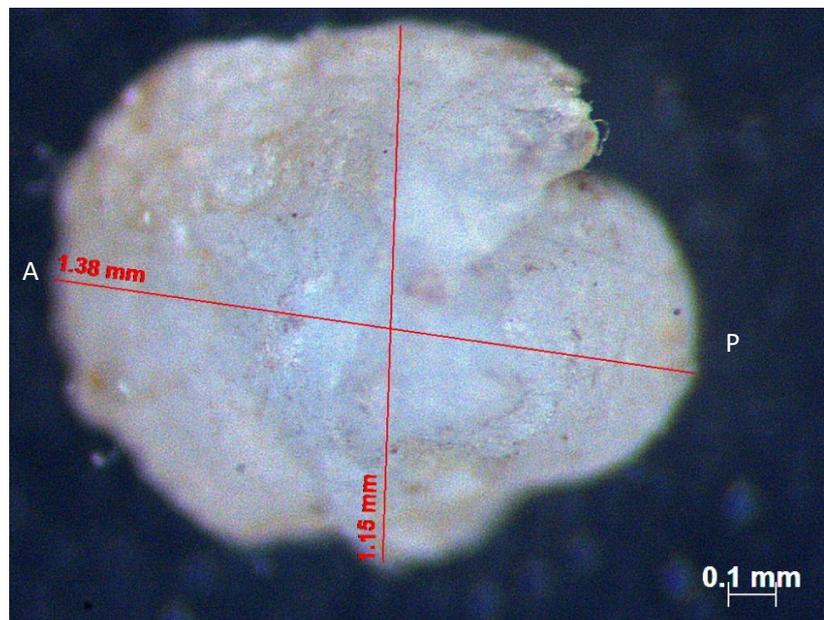


Figura 17: Exemplo das medidas realizadas nos otólitos de *P. vittata* e *S. aureatus*. Vista dorsal de um otólito Lapillus de *S. aureatus*. A: Anterior; P: posterior.

Foi utilizada a clássica metodologia de lixar e polir os otólitos, que consiste em colá-los em uma lâmina histológica, e iniciar com lixamento em folhas de lixas d'água ou discos de feltro, iniciando sempre por aqueles de menor micra, aumentando gradativamente, até que a visualização permita a discriminação dos anéis e sua contagem. Embora pequenos, estes otólitos necessitam de muito

polimento para que se consiga observar anéis etários, e conforme se chegava mais perto do núcleo, os anéis da borda iam sendo apagados, neste processo, grande parte das amostras também foram perdidas, além disso, o processo de validação semi-direta do tipo de incremento ficou comprometido, pela perda dos anéis da borda, além de serem de difícil visualização por se acumularem nesta região.

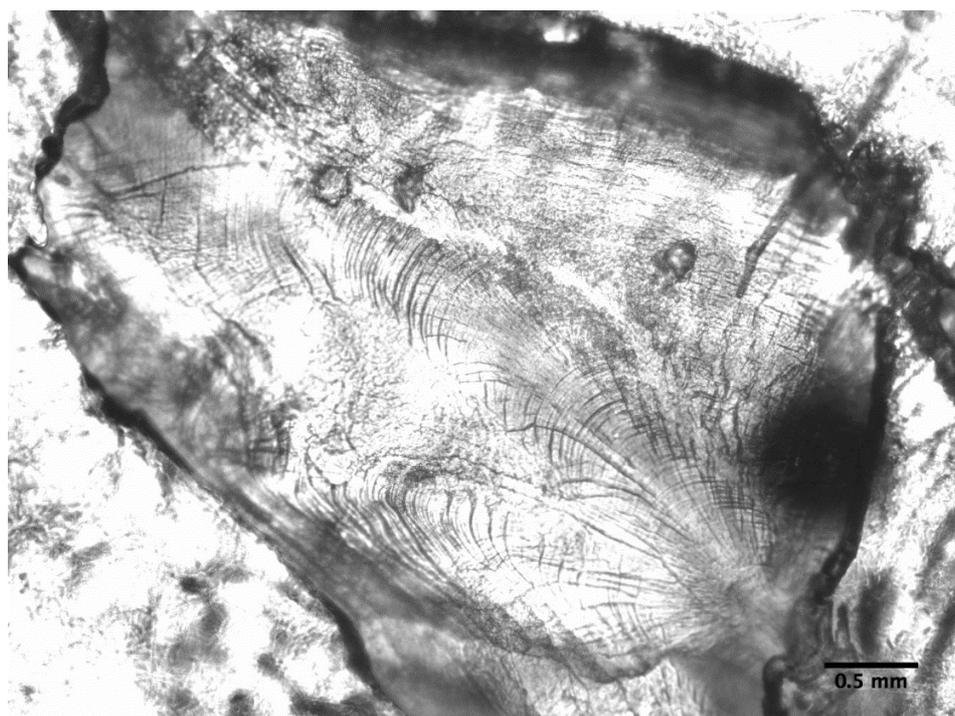


Figura 18: Fotomicrografia do otólito Sagitta e a visualização dos anéis etários. Aumento de 200x.

Inicialmente, os melhores resultados para leituras de anéis, foram obtidos com o otólito sagitta, contudo este possui um formato muito irregular, sendo difícil posicioná-lo na lâmina. Por esta razão, optou-se por utilizar o otólito Lapilli, que é o maior dos 3, mas necessita de um processo mais longo de polimento, por possuir mais camadas de carbonato de cálcio (Ponton et al., 2001).

Após, a etapa de polimento, àquelas lâminas, nas quais os anéis eram possíveis de ser visualizados e nas quais a superfície do otólito encontra-se perfeitamente plana, agregou-se uma gota de uma solução de HCL 0,02 molar, para que o carbonato de cálcio restante entre os anéis fosse removido completamente,

permitindo uma melhor visualização dos anéis para sua contagem (Figura 18). Contudo, pela ausência de bordas, ou pela dificuldade em contar os anéis diários acumulados nas bordas, e pelo insucesso dos experimentos de marcação, química, optou-se pela não utilização de estruturas calcificadas neste momento do trabalho. Entende-se aqui que esta padronização da metodologia por si só, já é um resultado, visto tamanha dificuldade e tempo gasto na análise destas estruturas.

Análise dos dados

Após os insucessos na contagem dos anéis etários e sua validação. Optou-se por analisar o crescimento somente a partir das frequências de comprimento.

Para os estudos de crescimento relativo, foi estabelecida a relação entre o peso total e o comprimento total de 356 indivíduos de *P. vittata* e 89 de *S. aureatus*, representada pelo modelo exponencial, $PT=aCT^b$ e ajustada pelo método dos mínimos quadrados através de um modelo de regressão linear, após transformação logarítmica dos dados e onde “a” e “b” são os parâmetros da equação, considerando um nível de confiança de 95% ($p<0,05$) (ZAR, 1999). Para todas as demais relações morfométricas, como as estabelecidas entre o comprimento total e comprimento padrão, e, entre o comprimento total e o comprimento furcal, também foram utilizados modelos de regressão linear. Foi realizado também um modelo linear de regressão para descrever a relação entre comprimento total do indivíduo (cm) e o comprimento total do otólito (mm).

Para obter os parâmetros de crescimento foi utilizado o modelo de crescimento sazonal de von Bertalanffy (1938).

$$L(t) = L^{\infty} * (1 - \exp(-K * (t - t_0) - (CK/2\pi) * \sin(2\pi * (t - t_s))))$$

onde;

L_t = comprimento na idade t ;

L^{∞} = comprimento assintótico;

K = coeficiente de crescimento;

t = idade em anos;

t_0 = idade teórica quando o comprimento for 0

C = amplitude do crescimento corresponde à proporção de diminuição do crescimento na profundidade da oscilação (isto é, "inverno")

t_s = tempo entre o tempo 0 e o início da porção convexa do primeira crescimento sinusoidal (isto é, o ponto de inflexão);

$WP = t_s + 0,5$

Para tal foram utilizados os dados das distribuições mensais de freqüências de comprimento total de todas as formas de coleta juntas, aplicando diversas metodologias, detalhadas a seguir, disponíveis no programa FISAT II. Inicialmente grupos etários foram identificados em cada amostra de freqüências de comprimentos, a partir da decomposição de curvas normais superpostas pelo método de Bhattacharya (1967).

Ainda foi utilizada a metodologia ELEFAN I (PAULY, 1980, 1981) (busca automática e ajuste manual): metodologia empírica, que realiza a identificação de modas (ou valores médios do comprimento para cada grupo etário) nas distribuições de frequência, a partir do cálculo de médias corridas de cinco em cinco classe e, posteriormente, traça curvas de crescimento sobre as amostras de freqüências de comprimento, buscando o melhor ajuste do modelo para os valores dos parâmetros L^∞ e k . O valor de t_0 foi ajustado para 0. O critério para encontrar o melhor ajuste é a verificação de quantas das modas ou grupos etários encontrados anteriormente são alcançados pelas curvas de crescimento empíricas traçadas pelo programa. Para fazer os cálculos das curvas o programa solicita um ponto de início nos gráficos. Isto foi ajustado considerando as menores classes de tamanho, no período de recrutamento da espécie, como no Capítulo 1 desta tese, o período de cheia foi aquele em que houve uma maior captura de indivíduos pequenos, considerou-se como ponto de início as amostras entre os meses de março a abril.

A longevidade, ou seja, o tempo médio que os indivíduos da população levam para alcançar 95% do comprimento assintótico ($A_{0.95}$), foi estimada com base na fórmula proposta por Taylor (1960): $A_{0.95} = t_0 + 2.996/K$, neste caso $t_0 = 0$.

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 frequências mensais de comprimento, todas agrupadas em uma única curva e os valores de K e L^∞ 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 $E=F/Z$.

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^∞ 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.

Resultados

Estrutura populacional

Os indivíduos de *P. vittata* coletados variaram de 3,78 cm a 21,30 cm de comprimento total (CT) e o comprimento total médio (\pm desvio padrão) foi 7,83 centímetros (\pm 2,31 centímetros). Os indivíduos de *S. aureatus* variaram de 3,00 cm a 34,00 cm de comprimento total (CT) e o comprimento total médio (\pm desvio padrão) foi 8,16 centímetros (\pm 5,01 centímetros). A relação entre as medidas corporais para as duas espécies pode ser observada na tabela

Tabela 7.

Tabela 7: Número de indivíduos, parâmetros da relação peso-comprimento ou comprimento-comprimento e valor de R² para *P. vittata* e *S. aureatus*, capturados entre 2012 e 2014, no Rio Xingu-PA. CT = comprimento total (cm); PT = peso total (g); CP = comprimento padrão (cm); CF = comprimento furcal (cm); CO_S= comprimento do otólito sagitta (mm); CO_A= comprimento do otólito asteriscus (mm); CO_L= comprimento do otólito lapillus (mm)

Espécie	Relação	N	a	b	r ²	Relação
<i>Peckoltia vittata</i>	CT x PT	356	0,02	2,75	0,89	Potência
	CT x CP	218	0,05	0,770	0,92	Linear
	CT x CF	48	0,63	0,67	0,81	Linear
	CT x CO _S	7	0,19	0,05	0,31	Linear
	CT x CO _A	8	0,17	0,05	0,34	Linear
	CT x CO _L	9	0,63	0,01	0,08	Linear
<i>Scobinancistrus aureatus</i>	CT x PT	89	0,01	2,98	0,98	Potência
	CT x CP	47	0,51	0,83	0,98	Linear
	CT x CF	21	1,21	0,67	0,97	Linear
	CT x CO _S	-	-	-	-	Linear
	CT x CO _A	7	0,04	0,32	0,91	Linear
	CT x CO _L	7	0,39	0,03	0,83	Linear

Modelo de crescimento

A partir da distribuição de classes de comprimento de *P. vittata* foi possível observar a existência várias classes etárias, o que pode ser concluído pela existência de diversos picos nos gráficos apresentados (Figura 19). Considerou-se como período de recrutamento, o período de cheia do rio (entre os meses de março e abril). O ajuste da curva de crescimento pelo método ELEFAN I resultou nos seguintes parâmetros: L[∞]= 25,00 cm; K=0,26 ano⁻¹; como considerou-se um crescimento sazonal também foram obtidos: C = 1 e WP (winter point) = 0,75 de ano. Segundo o modelo ajustado a captura ocorreu principalmente sobre 4 classes

etárias distintas. Contudo, devido aos indivíduos de grande porte capturados em maio de 2013, poderia se concluir que na população podem chegar a ser capturados indivíduos de até 8 anos de idade (Figura 19). O crescimento somático foi mais lento no mês de setembro durante o período seco do rio.

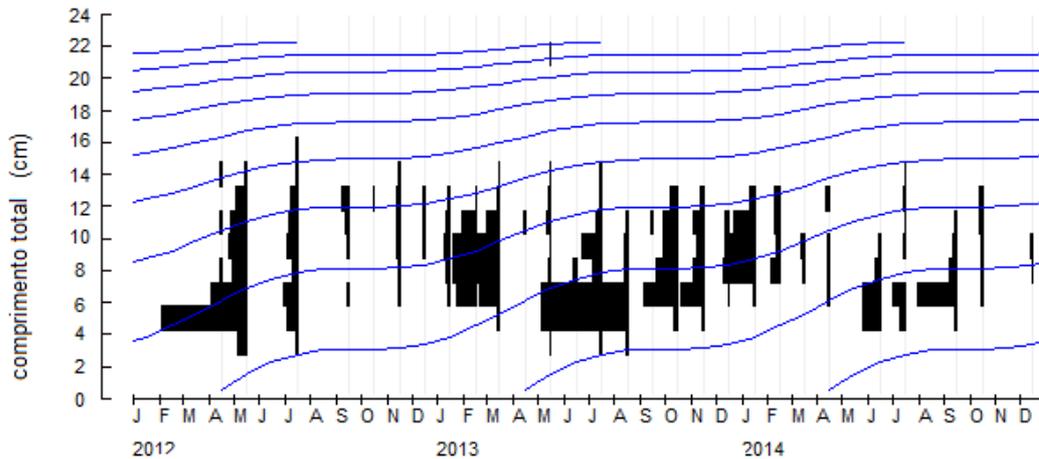


Figura 19: Representação gráfica dos resultados da aplicação do método ELEFAN I para o ajuste das curvas de crescimento sobre os dados de comprimento total (cm) de indivíduos de *P. vittata*.

A partir da decomposição das modas pelo método de Battacharya se confirma que a população de *P. vittata* se encontra distribuída em várias classes etárias. As médias obtidas, quando ligadas mostram ao menos seis coortes (Figura 20).

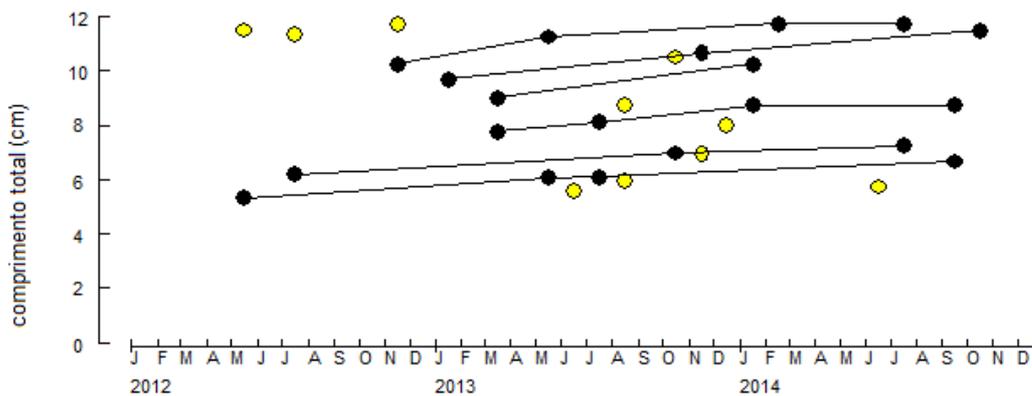


Figura 20: Progressão das médias de comprimento total por coorte, obtidas pelo método de Battacharya para *P. vittata*.

Para *S. aureatus* considerou-se o mesmo período de recrutamento, na cheia do rio (entre os meses de março e abril), e ajustou-se a curva de crescimento pelo método de ELEFAN, com seguintes parâmetros: $L_{\infty} = 35,30$ cm; $K = 0,26$ ano⁻¹, considerou-se um crescimento sazonal com $C = 0,5$ e WP (winter point) = 0,75 de ano, com crescimento mais lento no período seco. Segundo o ajuste do modelo esta espécie apresenta 12 classes etárias na população capturada entre 2012 e 2014 (Figura 21).

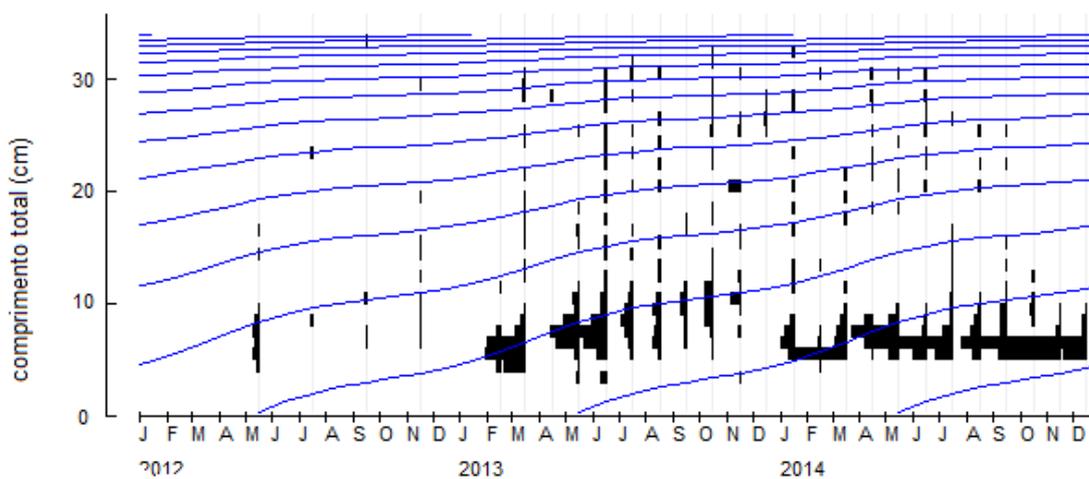


Figura 21: Representação gráfica dos resultados da aplicação do método ELEFAN I para o ajuste das curvas de crescimento sobre os dados de comprimento total (cm) de indivíduos de *S. aureatus*.

A decomposição das modas pelo método de Battacharya para a espécie *S. aureatus*, mostra também uma população distribuída em várias classes etárias. As médias, quando ligadas mostram nove coortes (Figura 22).

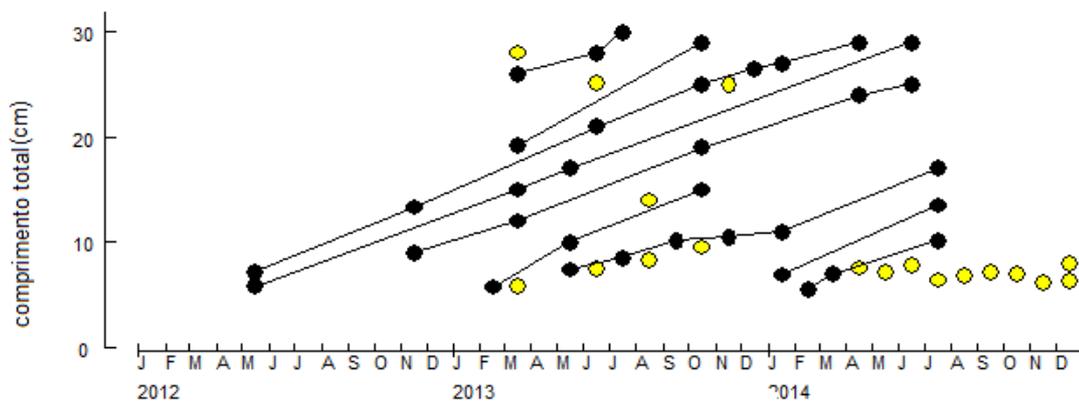


Figura 22: Progressão das médias de comprimento total por coorte, obtidas pelo método de Batthacharya para *P. vittata*.

Parâmetros populacionais

A longevidade ou $A_{0,95}$ de *P. vittata* foi estimada em $A_{0,95} = 11,52$ anos. A taxa de mortalidade total (Z) foi de $1,71 \text{ ano}^{-1}$, a mortalidade natural (M) foi de $0,66 \text{ ano}^{-1}$. Logo, a mortalidade por pesca (F) foi de $1,05 \text{ ano}^{-1}$. A taxa de exploração (E) foi de $0,61$ para um tamanho médio de primeira captura de $5,75 \text{ cm}$.

A longevidade estimada para *S. aureatus* foi de $11,52$ anos. A taxa de mortalidade total (Z) foi de $1,72 \text{ ano}^{-1}$, enquanto que a mortalidade natural (M) foi de $0,72 \text{ ano}^{-1}$. Culminado numa mortalidade por pesca (F) de 1 ano^{-1} e uma taxa de exploração (E) de $0,58$ para um tamanho médio da primeira captura de $4,18 \text{ cm}$.

Considerado somente os dados de pesca de *P. vittata*, com tamanho médio de primeira captura $L_c = 5,75 \text{ cm}$ e taxa de exploração $E = 0,60 \text{ ano}^{-1}$, esta espécie encontra-se sobre-explorada (aproximadamente 4 g por recruta) pois sua taxa de

exploração máxima estimada foi de E_{Max} de $0,46 \text{ ano}^{-1}$ e um $E_{0,10} = 0,36$. Nesta situação a biomassa de peixes na natureza é apenas 22% da biomassa virgem, ou seja, pouco menos de 1/3 da biomassa que havia antes que a exploração pesqueira tivesse começado (Figura 23). Para atingir a sustentabilidade da pesca, o esforço sobre a espécie teria que diminuir em 14% ou o tamanho da primeira captura que aumentar para 7,5 cm.

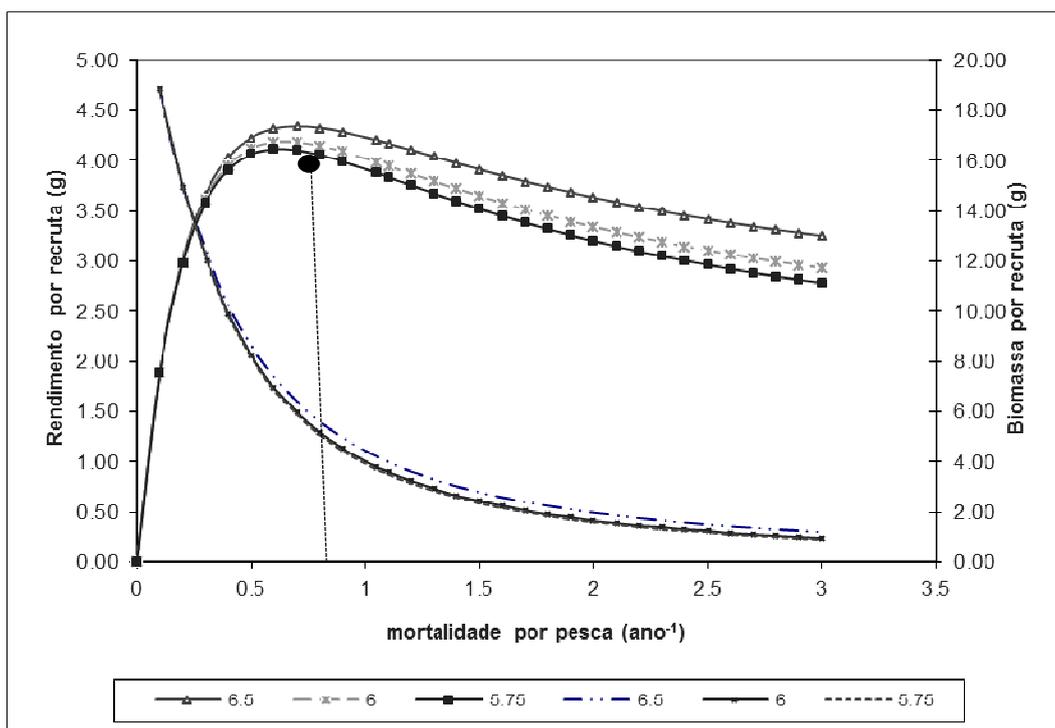


Figura 23: Curvas de rendimento por recruta (Y/R) pelo método de Beverton e Holt para *P. vittata*, para diferentes valores de L_c . O ponto representa a situação atual.

A espécie *S. aureatus* com tamanho médio de primeira captura $L_c = 4,18 \text{ cm}$ e taxa de exploração $E = 0,58 \text{ ano}^{-1}$, encontra-se numa posição de sobre-exploração (aproximadamente 7g por recruta) para uma taxa de exploração E_{Max} de $0,39 \text{ ano}^{-1}$ e $E_{0,10} = 0,31 \text{ ano}^{-1}$. Nesta situação a biomassa de peixes na natureza é 75% da biomassa virgem (Figura 24).

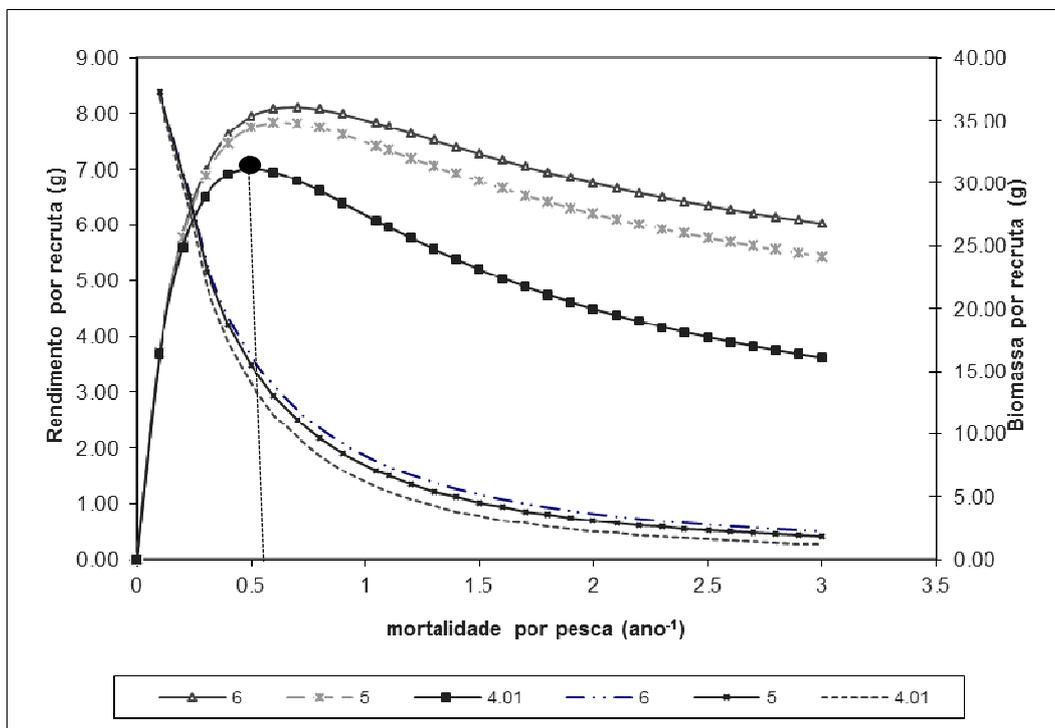


Figura 24: Curvas de rendimento por recruta (Y/R) pelo método de Beverton e Holt para diferentes valores de L_c de *S. aureatus*. O ponto representa a situação atual.

Dados idade-crescimento

Dos 30 indivíduos analisados da espécie *P. vittata*, somente em 5 foi possível observar anéis de crescimento. E estes anéis se apresentaram com características de marcações diárias, de modo que o menor indivíduo analisado com 5,60 cm foram observados cerca de 60 anéis e o maior com 8,00 cm foram observados cerca de 300 anéis.

Na espécie *S. aureatus*, somente foi possível observar anéis em 3 indivíduos, dos 30 analisados, mas por serem muito superpostos não foi possível realizar leitura de idade. Contudo indivíduos com comprimento superior a 20 cm, apresentaram vestígios de anéis sazonais, que após tratamento desapareciam.

Discussão

A relação peso-comprimento para ambas as espécies teve valores, considerados dentro do padrão (Froese, 2006). Os coeficientes do modelo da relação peso-comprimento, tiveram os mesmos valores do trabalho de (Giarrizzo et al., 2015).

Alguns valores da relação entre o comprimento dos otólitos e o comprimento total do indivíduo, não apresentaram um bom ajuste para a espécie *P. vittata*.

Tanto *P. vittata*, quanto *S. aureatus*, apresentaram um bom ajuste da curva de crescimento, quando considerado o crescimento de forma sazonal e estimados os parâmetros a partir dos dados de frequências de comprimento total. Se tratando de espécies reofílicas, as quais aparentam ter sua biologia relacionada às características físico químicas do ambiente, parece evidente que o ciclo hidrológico do rio possa influenciar em períodos de maior ou menor crescimento para as espécies.

Para espécies de água doce o crescimento sazonal em ambientes tropicais não se deve à sazonalidade das estações do ano (tempo frio ou quente) e sim às mudanças hidrológicas do rio, que delimitam importantes características do ambiente em geral (García-Berthou et al., 2012). Em todos os casos, o crescimento dos indivíduos apresentou-se mais lento entre os períodos de vazante e seca, o que indicaria que nestes períodos haveria maior estresse, o que faria com que as taxas de crescimento fossem menores. Isto nos induz a pensar que tanto a temperatura da água como a disponibilidade de fontes de alimentos possam explicar estes resultados.

Nestes períodos, os afloramentos rochosos, ficam expostos, pela diminuição no nível de água do rio, e Loricariidae são espécies que necessitam de abrigos. Ramos et al. (2013) estudando a seleção de abrigos por *Hypancistrus zebra*, mantidos em cativeiro, mostrou que esta espécie tem uma preferência a escolher abrigos feitos de tijolo, cuja textura é mais semelhante à de uma rocha, quando comparado com abrigos feitos de outros materiais, por ex. canos de pvc. Essa especificidade das espécies, muito tem a ver com seu hábito de raspador de substrato.

Loricarideos são cobertos com placas dérmicas composta principalmente de fosfato de cálcio, dando-lhes uma alta demanda fisiológica para alimentar fósforo, de forma que o fósforo age regulando o crescimento somático destes indivíduos (Hood et al., 2005). Segundo Lujan et al. (2012), em rios como o Xingu, existe pouco fósforo disponível obrigando as espécies de Loricariidae a suprir esta demanda, ingerindo outros elementos além do detrito, e este comportamento é comprovado pela diversificação das mandíbulas neste grupo.

Este mesmo autor enfatiza, que ainda pouco se entende do comportamento alimentar desta família, e só se sabe que espécies raspadoras de madeira, conseguem suprir sua demanda por fósforo comendo madeira, e espécies do grupo Ancistrini (*Scobinancistrus*) suprem essa demanda a partir da ingestão de insetos. Em rios neotropicais, insetos aquáticos, são formas juvenis, que são mais dispersos nos ambientes nos períodos de cheia do rio e tem maior atividade como adultos (em períodos de seca dos rios) (Jesus et al., 2009).

Bayley (1988) e Pauly (1990), já consideravam o efeito de fatores como a temperatura e a alimentação afetando o crescimento sazonal em peixes. De forma que considerando que no período de seca, a pouca disponibilidade de habitats, afeta a alimentação destes Loricariidae, assim como a rochas expostas aos raios solares, transferem seu calor para a água, este período pode ser de grande estresse para estas espécies (Junk & MELLO, 1990). Estes fatores em conjunto, podem contribuir para uma diminuição no crescimento destas espécies nos períodos mais secos do rio.

Embora, não tenham sido encontradas marcas sazonais nos otólitos destas espécies, deve-se considerar que, muitos Loricariidae são conhecidos por possuir um crescimento lento e uma alta longevidade, pois esta é uma característica bem comentada em fóruns de aquarofilia pelo mundo. Isto sugere que a dificuldade encontrada para a leitura de idades em otólitos de Loricariidae, deve ser mais acentuada ainda para os maiores ou mais velhos indivíduos da população.

Ainda assim, o fato de termos observado marcas etárias, possivelmente, de incrementos diários, indica que existe um ciclo interno que regula a taxa de crescimento nesses indivíduos (CAMPANA, 1995). Pannella (1980) sugeriu que, internamente, os indivíduos tem seu crescimento regulado pelos picos de alimentação e, externamente, é o ambiente que pode influenciar sazonalmente a reprodução e as taxas de crescimento, principalmente em ambientes com sazonalidade bem marcada.

Dado o insucesso dos experimentos de validação, e pela diferença gritante entre os resultados de idade – crescimento em estruturas calcificadas com os resultados de estrutura em comprimento, optou-se pela não utilização destes dados de anéis etários nas análises, pois necessitam de mais análises.

Ambas as espécies, tiveram uma maior captura de indivíduos menores no período de cheia do rio (Roman, neste volume Capítulo I), indicando que provavelmente no período anterior (enchente) possa ter ocorrido a reprodução destas espécies.

Roman (2011), reportou que *Hypancistrus zebra*, uma espécie endêmica do rio Xingu, da família Loricariidae, se reproduz nos períodos de transição, entre os períodos de seca e cheia do rio, concordando com o que foi observado, e confirmando um padrão clássico, observado por ZEUG e WINNEMILLER (2008) para espécies de peixes de águas continentais tropicais em geral.

Apesar, dessa possível sazonalidade regulando fenômenos de crescimento e reprodução, para ambas as espécies, cada uma delas apresentou valores de K bem diferentes. *P. vittata* com um valor mais alto de K, indicando um crescimento

mais rápido e menor longevidade, característica observada para espécies de pequeno porte, enquanto de *S. aureatus* apresentou um valor de K mais baixo e maior longevidade, indicando crescimento mais lento, o que combina com uma espécie que chega a um porte maior.

Outra diferença encontrada foi nos valores das taxas de mortalidade, *P. vittata* apresentou um alto valor de Z, M e F. E isto levou ao seu atual estado de exploração, que ultrapassa os limites sustentáveis para a espécie. Pelos resultados do modelo de rendimento por recruta esta espécie está sofrendo de sobrepesca de crescimento, que é o tipo de sobrepesca onde a maior parte do esforço incide sobre indivíduos ainda muito pequenos. Em aquariofilia, normalmente, existe um apelo para espécies pequenas e esta espécie por ser de pequeno porte (o maior indivíduo encontrado tinha 21,3 cm – Capítulo 1 desta tese), o que força mais ainda sua captura em tamanhos menores.

Por isso, para *P. vittata*, recomenda-se uma diminuição no esforço de captura e o aumento no tamanho médio de primeira captura. Nota-se que somente ambas as condições combinadas devem dar melhor sustentabilidade à pescaria (Figura 13). Contudo, devido à demanda comercial, é possível que o aumento do tamanho médio não seja viável desde o ponto de vista econômico. O aumento do esforço, devido ao incremento da demanda é uma evolução natural bastante comum em este tipo de pescarias. Por este motivo, um grande trabalho de conscientização dos pescadores para evitar este aumento deve ser aplicado. *S. aureatus*, teve valores de mortalidade baixos e por tanto encontra-se dentro do seu máximo rendimento sustentável. Esta espécie teve sua captura e comercialização proibidos a partir de 2014 (BRASIL, 2014), e dadas as mudanças ambientais que sua área de distribuição irá sofrer, talvez essa medida ainda que precaucionista consiga contribuir para a manutenção dos estoques fora do trecho de influência direta da hidrelétrica de Belo Monte.

Conclusão

Como já foi registrado anteriormente, com a instalação do empreendimento hidrelétrico haverá uma falta de pulsos de inundação e a formação de um lago, no ambiente do reservatório principal, e uma diminuição da vazão e da cota do rio a jusante do barramento. Estas alterações devem induzir a um aumento da temperatura da água nos dois ambientes. Os resultados destes estudos mostram que as duas espécies ficam mais vulnerável em períodos de seca, e que o seu crescimento somático é mais lento em períodos com temperaturas mais altas e com menor disponibilidade de alimento. Se agregamos a isto o fato de que cotas mais baixas do rio devem implicar em maiores índices de capturabilidade pela pesca comercial, compreende-se facilmente que tanto *P. vittata* com *S. aureatus* encontram-se sob ameaças importantes para sua conservação depois do barramento do rio, o que pode pôr em perigo a sua abundância e a sua exploração por parte da pesca ornamental, nas áreas nas quais ocorrerão estes impactos hidrológicos.

Isto destaca ainda mais a necessidade de proteção dos estoques em ambientes prístinos, e de monitoramento e controle rigoroso do esforço, nos ambientes modificados, bem como a busca de soluções alternativas para os pescadores que obtêm total ou parcialmente a sua renda a partir desta atividade.

Referências

- Agostinho, A., Pelicice, F. & Gomes, L. (2008) Dams and the fish fauna of the Neotropical region: impacts and management related to diversity and fisheries. *Brazilian Journal of Biology*, **68**, 1119-1132.
- Agostinho, A.A., Barbieri, G., Verani, J.R. & Agostinho, C.S. (1986) Ciclo reprodutivo e primeira maturação de *Rhineleps aspera* (Agassiz, 1829) (Teleostei - Loricariidae) no Rio Paranapanema. *Revista Unimar*, **8**, 10 p.
- Agostinho, A.A., Gomes, L.C., Veríssimo, S. & Okada, E. (2005) Flood regime, dam regulation and fish in the Upper Paraná River: effects on assemblage attributes, reproduction and recruitment. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, **14**, 9.
- Allan, J.D., Abell, R., Hogan, Z., Revenga, C., Taylor, B.W., Welcomme, R.L. & Winemiller, K. (2005) Overfishing of Inland Waters. *BioScience*, **55**, 11.
- Andreatta, J.V., Meurer, B.C., Baptista, M.G.S., Manzano, F.V., Teixeira, D.E., Longo, M.M. & Freret, N.V. (2002) Composição da assembléia de peixes da Baía da Ribeira, Angra dos Reis, Rio de Janeiro, Brasil. . *Revista Brasileira de Zoologia*, **19**, 8.
- Andrews, C. (1990) The ornamental fish trade and fish conservation. *Journal of Fish Biology*, **37**, 53-59.
- Anjos, H.D.B.d., Amorim, R.M.d.S., Siqueira, J.A. & Anjos, C.R. (2009) Exportação de peixes ornamentais do Estado do Amazonas, Bacia Amazônica, Brasil. . *Boletim do Instituto de Pesca de São Paulo*, **35**, 259-274.
- Arantes, C.C., Castello, L., Stewart, D.J., Cetra, M. & Queiroz, H.L. (2010) Population density, growth and reproduction of arapaima in an Amazonian river-floodplain. *Ecology of Freshwater Fish*, **19**, 455-465.

- Armbruster, J. (2008) The genus *Peckoltia* with the description of two new species and a reanalysis of the phylogeny of the genera of the Hypostominae (Siluriformes: Loricariidae). *Zootaxa*, **1822**, 76.
- Armbruster, J.W. (2004) Phylogenetic relationships of the suckermouth armoured catfishes (Loricariidae) with emphasis on the Hypostominae and the Ancistrinae. *Zoological Journal of the Linnean Society*, **141**, 1-80.
- Armbruster, J.W. & Page, L.M. (2006) Redescription of *Pterygoplichthys punctatus* and description of a new species of *Pterygoplichthys* (Siluriformes : Loricariidae). *Neotropical Ichthyology*, **4**, 401-409.
- Barbosa, T., Benone, N., Begot, T., Gonçalves, A., Sousa, L., Giarrizzo, T., Juen, L. & Montag, L. (2015) Effect of waterfalls and the flood pulse on the structure of fish assemblages of the middle Xingu River in the eastern Amazon basin. *Brazilian Journal of Biology*, **75**, 78-94.
- Barthem, R.B. & Fabr e, N.N. (2004) Biologia e diversidade dos recursos pesqueiros da Amazônia. In: M.L. RUFFINO (ed.) *A pesca e os recursos pesqueiros na Amazônia brasileira*. Manaus: Ibama/ProVárzea.
- Barthem, R.B., GUERRA, H. & VALDERRAMA, K. (1995) *Diagnóstico de los recursos hidrobiol gicos de la Amazonia*, Lima.
- Batista, V.S., Inhamuns, A.J., Freitas, C.E.C. & Freire-Brasil, D. (1998) Characterization of the fishery in river communities in the low-Solimões/high-Amazon region. *Fisheries Management and Ecology*, **5**, 419-435.
- Batista, V.S., Isaac, V.J. & Viana, J.P. (2004) Explora o e manejo dos recursos pesqueiros da Amazônia. In: M.L. Ruffino (ed.) *A pesca e os recursos pesqueiros na Amazônia brasileira*. Manaus: IBAMA/Provárzea.

- Bayley, P. & Petrere, M. (1989) Amazon fisheries: assessment methods, current status and management options. *Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences*, **106**, 14.
- Bertalanffy, L.v. (1938) A quantitative theory of organic growth (inquiries on growth laws II). *Human Biology*, **10**, 33.
- Birkeland, C. & Dayton, P.K. (2005) The importance in fishery management of leaving the big ones. *Trends in Ecology & Evolution*, **20**, 356-358.
- Booth, A.J. (2000) Incorporating the spatial component of fisheries data into stock assessment models. *ICES Journal of Marine Science*, **57**, 8.
- BRASIL (1986) RESOLUÇÃO CONAMA Nº 001, de 23 de janeiro de 1986. In: M.-. IBAMA (ed.) Publicado no D.O.U de 17 /2/86.
- BRASIL (2008) INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº, 204, DE 22 DE OUTUBRO DE 2008 In: IBAMA (ed.).
- BRASIL (2014) PORTARIA N o 445, DE 17 DE DEZEMBRO DE 2014. In: MMA (ed.) Diário Oficial da União: Brasília, quinta-feira, 18 de dezembro de 2014.
- Brown, J.H. (1984) On the relationship between abundance and distribution of species. . *American Naturalist*, **124**, 25.
- Burgess, W.E. (1994) *Scobinancistrus aureatus*, a new species of loricariid catfish from the Rio Xingu (Loricariidae: Ancistrinae). *Tropical Fish Hobbyist*, **43**.
- Camargo, M., Carvalho-Júnior, J.R. & Estupiñán, R.A. (2012) PEIXES COMERCIAIS DA ECORREGIÃO AQUÁTICA XINGU-TAPAJÓS. In: Z.C. CASTILHOS & P.A. BUCKUP (eds.) *Ecorregião Aquática Xingu-Tapajós*. Rio de Janeiro: CETEM.
- Camargo, M. & Ghilardi - Júnior, R. (2009) *Entre a Terra, as Águas e os Pescadores do médio rio Xingu. Uma abordagem ecológica* Belém.

- Camargo, M., Giarrizzo, T. & Isaac, V. (2004) Review of the Geographic Distribution of Fish Fauna of the Xingu River Basin, Brazil. *Ecotropica*, **10**, 24 p.
- Camargo, M., Gimenes Júnior, H., Sousa, L.M.d. & Py-Daniel, L.R. (2013) *Loricariids of The Middle Rio Xingu - Loricariiden des mittleren Rio Xingu*, Hannover, DE: Panta Rhei.
- Cardoso, A., Sales, K., Nagamachi, C., Pieczarka, J. & Noronha, R. (2013) Comparative cytogenetics of two species of genus *Scobinancistrus* (Siluriformes, Loricariidae, Ancistrini) from the Xingu River, Brazil. *Comparative Cytogenetics*, **7**, 9.
- Carvalho-Júnior, J.R., Carvalho, N.A.S.d.S., Nunes, J.L.G., Camões, A., Bezerra, M.F.d.C., Santana, A.R.d. & Nakayama, L. (2009) SOBRE A PESCA DE PEIXES ORNAMENTAIS POR COMUNIDADES DO RIO XINGU, PARÁ – BRASIL: RELATO DE CASO. *Boletim do Instituto de Pesca de São Paulo*, **35**, 10.
- Castello, L., McGrath, D., Hess, L.L., Coe, M.T., Lefebvre, P.A., Petry, P., Macedo, M.N., Renó, V.F. & Arantes, C.C. (2013) The vulnerability of Amazon freshwater ecosystems. *Conservation Letters*, **6**, 14.
- Cerdeira, R.G.P., Ruffino, M.L. & Isaac, V.J. (2000) Fish catches among riverside communities around Lago Grande de Monte Alegre, Lower Amazon, Brazil. *Fisheries Management and Ecology*, **7**, 355-374.
- Chapman, F.A., Fitz-Coy, S.A., Thunberg, E.M. & Adams, C.M. (1997) United States of America Trade in Ornamental Fish. *Journal of the World Aquaculture Society*, **28**, 1-10.
- Correa, S.B. & Winemiller, K.O. (2014) Niche partitioning among frugivorous fishes in response to fluctuating resources in the Amazonian floodplain forest. *Ecology*, **95**, 15.

- Cunha, D.d.A. & Ferreira, L.V. (2012) Impacts of the Belo Monte hydroelectric dam construction on pioneer vegetation formations along the Xingu River, Pará State, Brazil. *Brazilian Journal of Botany*, **35**, 159-167.
- Cunha, M.A.F.d. (2009) A caracterização das populações no EIA/RIMA Belo Monte *PAINEL DE ESPECIALISTAS - Análise Crítica do Estudo de Impacto Ambiental do Aproveitamento Hidrelétrico de Belo Monte* No. 230 pp.
- Daw, T.M. (2008) Spatial distribution of effort by artisanal fishers: Exploring economic factors affecting the lobster fisheries of the Corn Islands, Nicaragua. *Fisheries Research*, **90**.
- de Paula Silva, J., Rodrigues, C. & Pereira, D.I. (2014) Mapping and Analysis of Geodiversity Indices in the Xingu River Basin, Amazonia, Brazil. *Geoheritage*, **7**, 337-350.
- Edwards, C.T.T., Hillary, R.M., Levontin, P., Blanchard, J.L. & Lorenzen, K. (2012) Fisheries Assessment and Management: A Synthesis of Common Approaches with Special Reference to Deepwater and Data-Poor Stocks. *Reviews in Fisheries Science*, **20**, 136-153.
- ELETROBRAS (2008) DIAGNÓSTICO – ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL SOBRE A FAUNA E FLORA DA REGIÃO DO MEDIO RIO XINGU *UHE BELO MONTE: Diagnóstico ambiental da AHE- Belo Monte – Médio e Baixo Rio Xingu ICTIOFAUNA E PESCA* No. 434 pp.
- ELETROBRÁS (2009) *AAI - Avaliação Ambiental Integrada Aproveitamentos Hidrelétricos da Bacia Hidrográfica do Rio Xingu* São Paulo: Arcadis Tetraplan.
- Estupiñán, R.A. & Camargo, M. (2009) Ecologia da paisagem natural. In: M. CAMARGO & R. GHILARDI - JUNIOR (eds.) *Entre a terra, as águas e os pescadores do médio rio Xingu: Uma abordagem Ecológica*. Belém.

FAO (2014) *The State of World Fisheries and Aquaculture*, Roma: Foods and Agriculture organization of the united Nations.

Fearnside, P.M. (1990) *A Hidrelétrica de Balbina: O Faraonismo Irreversível versus o Meio Ambiente na Amazônia*, São Paulo.

Fearnside, P.M. (2001) Environmental Impacts of Brazil's Tucuruí Dam: Unlearned Lessons for Hydroelectric Development in Amazonia. *Environmental Management*, **27**, 20.

Fearnside, P.M. (2005a) Brazil's Samuel Dam: Lessons for Hydroelectric Development Policy and the Environment in Amazonia. *Environmental Management*, **35**, 20.

Fearnside, P.M. (2005b) Hidrelétricas Planejadas no Rio Xingu como Fontes de Gases do Efeito Estufa: Belo Monte (Kararaô) e Altamira (Babaquara). In: A.O. Sevá Filho (ed.) *Tenotã-mõ: Alertas sobre as conseqüências dos projetos hidrelétricos no rio Xingu, Pará, Brasil*. São Paulo, Brazil: International Rivers Network.

Ferraz Sampaio, F.D. & Ostrensky, A. (2013) Brazilian environmental legislation as tool to conserve marine ornamental fish. *Marine Policy*, **42**, 280-285.

Freeman, M.C., Bowen, Z.H., Bovee, K.D. & Irwin, E.R. (2001) FLOW AND HABITAT EFFECTS ON JUVENILE FISH ABUNDANCE IN NATURAL AND ALTERED FLOW REGIMES. *Ecological Applications*, **11**, 179-190.

Froese, R. (2006) Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations. *Journal of Applied Ichthyology*, **22**, 241-253.

García-Berthou, E., Carmona-Catot, G., Merciai, R. & Ogle, D.H. (2012) A technical note on seasonal growth models. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, **22**, 635-640.

- GERSTNER, C.L., ORTEGA, H., SANCHEZ, H. & GRAHAMAN, D.L. (2006) Effects of the freshwater aquarium trade on wild fish populations in differentially-fished areas of the Peruvian Amazon. *Journal of Fish Biology* **68**, 14.
- Ghilardi-Júnior, R. & Camargo, M. (2009) Breve Visão do Xingu. In: M. Camargo & R. Ghilardi-Júnior (eds.) *Entre a Terra, as Águas e os Pescadores do Médio rio Xingu - Uma abordagem Ecológica*. Belém.
- Giarrizzo, T., de Sena Oliveira, R.R., Costa Andrade, M., Pedrosa Gonçalves, A., Barbosa, T.A.P., Martins, A.R., Marques, D.K., Brito dos Santos, J.L., de Paula da Silva Frois, R., Oliveira de Albuquerque, T.P., Fogaça de Assis Montag, L., Camargo, M. & Melo de Sousa, L. (2015) Length–weight and length–length relationships for 135 fish species from the Xingu River (Amazon Basin, Brazil). *Journal of Applied Ichthyology*, **31**, 415-424.
- Glasson, J. & Salvador, N.N.B. (2000) EIA in Brazil: a procedures–practice gap. A comparative study with reference to the European Union, and especially the UK. *Environmental Impact Assessment Review*, **20**, 191-225.
- Godinho, A.L., Lamas, I.R. & Godinho, H.P. (2010) Reproductive ecology of Brazilian freshwater fishes. *Environmental Biology of Fishes*, **87**, 143-162.
- Gonçalves, A.P. (2011) Ecologia e Etnoecologia de *Hypancistrus zebra* (Siluriformes: Loricariidae, no rio Xingu, Amazônia brasileira. *Pós-graduação em Ecologia Aquática e pesca*. Belém: UFPA.
- Gonçalves, A.P., CAMARGO, M., Carneiro, C.C., Camargo, A.T.d., Paula, G.J.X.d. & Giarrizzo, T. (2009) A pesca de peixes ornamentais. In: M. CAMARGO & R. GHILARDI - JUNIOR (eds.) *Entre a Terra, as Águas e os Pescadores do médio rio Xingu*. Belém - PA.

- Hood, J.M., Vanni, M.J. & Flecker, A.S. (2005) Nutrient recycling by two phosphorus-rich grazing catfish: the potential for phosphorus-limitation of fish growth. *Oecologia*, **146**, 247-257.
- HUMPHRIES, P., BROWN, P., DOUGLAS, J., PICKWORTH, A., STRONGMAN, R., HALL, K. & SERAFINI, L. (2008) Flow-related patterns in abundance and composition of the fish fauna of a degraded Australian lowland river. *Freshwater Biology*, **53**, 25.
- IBAMA (2008a) Diagnóstico Geral das Práticas de Controle Ligadas a Exploração, Captura, Comercialização, Exportação e Uso de Peixes para Fins Ornamentais e de Aquariorfilia. No. 217 p pp.
- IBAMA (2008b) Diagnóstico Ambiental da AHE - Belo Monte - Médio e Baixo Xingu - Ictiofauna e Pesca. No. 434 pp.
- IBAMA (2008c) Diagnóstico Geral das Práticas de Controle Ligadas a Exploração, Captura, Comercialização, Exportação e Uso de Peixes para Fins Ornamentais e de Aquariorfilia
- IDESP (2013) Síntese Econômica, Social e Ambiental do Município de Altamira. No. 55 pp.
- Isaac, V.J., Ruffino, M.L. & Mello, P. (2000) Considerações sobre o método de amostragem para a coleta de dados sobre captura e esforço pesqueiro no Médio Amazonas. *IBAMA. Coleção Meio Ambiente, Série Estudos Pesca*, **22**, 25.
- Jesus, A.J.d., Camargo, M., Aquino, T.C.H.d. & Barros, E. (2009) Macroinvertebrados aquáticos. In: M. Camargo & R. Ghilardi - Júnior (eds.) *Entre a Terra, as Águas e os Pescadores do Médio rio Xingu*. Belém.
- Jones, C.M. (1992) Development and application of the otolith increment technique. In: D.K. Stevenson & S.E. Campana (eds.) *Otolith microstructure examination and analysis*. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.

- Junk, W.J., Bayley, P.B. & Sparks, R.E. (1989) The Flood Pulse Concept in River-Floodplain Systems. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*, **106**, 18.
- Junk, W.J. & MELLO, J.A.S.N.d. (1990) Impactos ecológicos das represas hidrelétricas na bacia amazônica brasileira. *Estudos Avançados*, **4**, 18.
- Junk, W.J., Mota Soares, M.G. & Bayley, P.B. (2007) Freshwater fishes of the Amazon River basin: their biodiversity, fisheries, and habitats. *Aquatic Ecosystem Health & Management*, **10**, 153-173.
- King, M. (2011) *Fisheries Biology, Assessment and Management*, Australia: Blackwell.
- Krebs, C.J. (1978) *Ecology. The Experimental Analysis of Distribution and Abundance.*, New York.
- Lorenzen, K. (1996) A simple von Bertalanffy model for density-dependent growth in extensive aquaculture, with an application to common carp (*Cyprinus carpio*). *Aquaculture*, **142**, 191-205.
- Lorenzen, K. (2000) Allometry of natural mortality as a basis for assessing optimal release size in fish-stocking programmes. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **57**, 2374-2381.
- Lowe-McConnell, R.H. (1964) The fishes of the Rupununi savanna district of British Guiana, South America Part 1. Ecological groupings of fish species and effects of the seasonal cycle on the fish. *Zoological Journal of the Linnean Society*, **45**, 41.
- Lujan, N. & Armbruster, J. (2012) Morphological and functional diversity of the mandible in suckermouth armored catfishes (Siluriformes: Loricariidae). *Journal of morphology*, **273**, 24-39.

Lujan, N., Winemiller, K. & Armbruster, J. (2012) Trophic diversity in the evolution and community assembly of loricariid catfishes. *BMC evolutionary biology*, **12**, 124.

Magalhães, S.B., Silva, Y.Y.P.d. & Vidal, C.d.L. (2016) Não há peixe para pescar neste verão: efeitos socioambientais durante a construção de grandes barragens – o caso Belo Monte. *2016*, **37**.

Merona, B. (1995) Ecologia da Pesca e Manejo Pesqueiro na Região Amazônica. *Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi, Série Antropologia*, **11**, 17.

Mertens, B., Pocard-Chapuis, R., Piketty, M.G., Lacques, A.E. & Venturieri, A. (2002) Crossing spatial analyses and livestock economics to understand deforestation processes in the Brazilian Amazon: the case of São Félix do Xingú in South Pará. *Agricultural Economics*, **27**, 269-294.

Methot Jr, R.D. & Wetzel, C.R. (2013) Stock synthesis: A biological and statistical framework for fish stock assessment and fishery management. *Fisheries Research*, **142**, 86-99.

NORTE ENERGIA SA (2012) 2º RELATÓRIO CONSOLIDADO DE ANDAMENTO DO PBA E DO ATENDIMENTO DE CONDICIONANTES. *CAPÍTULO 2 – ANDAMENTO DO PROJETO BÁSICO AMBIENTAL UHE BELO MONTE* No. 51 pp.

NORTE ENERGIA SA (2013) 3º RELATÓRIO CONSOLIDADO DE ANDAMENTO DO PBA E DO ATENDIMENTO DE CONDICIONANTES. No. 66 pp.

NORTE ENERGIA SA (2014) 4º RELATÓRIO CONSOLIDADO DE ANDAMENTO DO PBA E DO ATENDIMENTO DE CONDICIONANTES

No. 51 pp.

- O'Donnell, K.P., Molloy, P.P. & Vincent, A.C.J. (2012) Comparing Fisher Interviews, Logbooks, and Catch Landings Estimates of Extraction Rates in a Small-Scale Fishery. *Coastal Management*, **40**, 18.
- Olden, J.D. & Poff, N.L. (2003) Redundancy and the choice of hydrologic indices for characterizing streamflow regimes. *River Research and Applications*, **19**.
- Panfili, J. & Morales-Nin, B. (2002) Semi-direct Validation. In: J. Panfili, H.d. Pontual, H. Troadec & P.J. Wright (eds.) *Manual of fish sclerochronology*. Brest, France: Ifremer-IRD coedition.
- Paterson, B. (2010) Integrating fisher knowledge and scientific assessments. *Animal Conservation*, **13**, 2.
- PAULY, D., Christensen, V., Dalsgaard, J., Froese, R. & Torres-Junior, F. (1998) Fishing Down Marine Food Webs. *Science*, **279**, 4.
- Pelicice, F.M. & Agostinho, A.A. (2005) Perspectives on ornamental fisheries in the upper Parana River floodplain, Brazil. *Fisheries Research*, **72**, 109-119.
- Petrere Jr., M., Giacomini, H. & De Marco Jr., P. (2010) Catch-per-unit-effort: which estimator is best? *Brazilian Journal of Biology*, **70**, 483-491.
- Petrere, M. (1978) Pesca e esforço de pesca no estado do Amazonas. II. Locais e aparelhos de captura e estatística de desembarque. *Acta Amazonica*, **8**, 55.
- Pinto, L.F. (2012) De Tucuruí a Belo Monte: a história avança mesmo? *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas*, **7**, 777-782.
- Ponton, D., Mol, J.H. & Panfili, J. (2001) Use of otolith microincrements for estimating the age and growth of young armoured catfish *Hoplosternum littorale*. *Journal of Fish Biology*, **58**, 1274-1285.

- Prang, G. (2007a) An Industry Analysis of the Freshwater Ornamental Fishery with Particular Reference to the Supply of Brazilian Freshwater Ornamentals to the UK Market. *UAKARI*, **3**, 7 - 51.
- Prang, G. (2007b) An Industry Analysis of the Freshwater Ornamental Fishery with Particular Reference to the Supply of Brazilian Freshwater Ornamentals to the UK Market. *UAKARI*, **3**, 44.
- Ramos, F., Araújo, M., Prang, G. & Fujimoto, R. (2015) Ornamental fish of economic and biological importance to the Xingu River. *Brazilian Journal of Biology*, **75**, 95-98.
- Ramos, F.M., Recuero, L.B., Silva, T.V.N., Fujimoto, R.Y., Lee, J.T. & Torres, M.F. (2013) Shelter selection in the Amazonian zebra pleco, *Hypancistrus zebra* Isbrucker & Nijssen, 1991 (Siluriformes: Loricariidae): requirements in rearing conditions. *Journal of Applied Ichthyology*, **29**, 927-929.
- Roman, A.P.O. (2011) Biologia Reprodutiva e Dinâmica Populacional de *Hypancistrus zebra* Isbrucker & Nijssen, 1991 (Siluriformes, Loricariidae), no Rio Xingu, Amazônia Brasileira. *Instituto de Ciências Biológicas*. Belém, PA: Universidade Federal do Pará.
- Ruffino, M.L. (2008) Sistema integrado de estatística pesqueira para a Amazônia *Pan-American Journal of Aquatic Science*, **3**, 12.
- Sabaj Pérez, M. (2015) Where the Xingu Bends and Will Soon Break. *American Scientist*. Sigma Xi, The Scientific Research Society.
- Sampson, D.B. (2014) Fishery selection and its relevance to stock assessment and fishery management. *Fisheries Research*, **158**, 5-14.
- Schmid, K., Reis-Filho, J.A., Harvey, E. & Giarrizzo, T. (2016) Baited remote underwater video as a promising nondestructive tool to assess fish assemblages in clearwater Amazonian rivers: testing the effect of bait and habitat type. *Hydrobiologia*, 1-17.

- Silvano, R.A.M., Amaral, B.D.d. & Oyakawa, O.T. (2000) Spatial and temporal patterns of diversity and distribution of the Upper Juruá a River fish community (Brazilian Amazon). *Environmental Biology of Fishes*, **57**, 11.
- Sioli, H. (1957) Valores de pH de águas Amazônicas. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Geologia* **1**, 35.
- Siqueira-Sousa, F.K., Freitas, C.E.C., Hurd, L.E. & Petrere, M. (2016) Amazon floodplain fish diversity at different scales: do time and place really matter? *Hydrobiologia*, **776**, 12.
- Souza, A.C.P.d., Nagamachi, C.Y., Milhomem, S.S.R., Feldberg, E. & Pieczarka, J.C. (2009) Cytogenetic analysis in catfish species of the genus *Peckoltia* Miranda Ribeiro, 1912 (Teleostei: Siluriformes: Loricariidae). *Comparative Cytogenetics*, **3**.
- Sparre, P. & Venema, S.C. (1997) *Introdução a Avaliação de Mananciais de Peixes Tropicais. Parte 1: Manual*, Roma.
- Walters, C. (2000) Impacts of dispersal, ecological interactions, and fishing effort dynamics on efficacy of marine protected areas: how large should protected areas be? *BULLETIN OF MARINE SCIENCE*, **66**, 13.
- Welcomme, R.L., Cowx, I.G., Coates, D., Béné, C., Funge-Smith, S., Halls, A. & Lorenzen, K. (2010) Inland capture fisherie. *Philosophical Transactions of The Royal Society*, **365**, 16.
- Wilen, J.E. (2004) Spatial Management of Fisheries. *Marine Resource Economics*, **19**, 13.
- Winemiller, K.O. (1989) Patterns of variation in life history among South American fishes in seasonal environments. *Oecologia*, **81**, 17.
- Winemiller, K.O., McIntyre, P.B., Castello, L., Fluet-Chouinard, E., Giarrizzo, T., Nam, S., Baird, I.G., Darwall, W., Lujan, N.K., Harrison, I., Stiassny, M.L.J.,

Silvano, R.A.M., Fitzgerald, D.B., Pelicice, F.M., Agostinho, A.A., Gomes, L.C., Albert, J.S., Baran, E., Petrere Jr., M., Zarfl, C., Mulligan, M., Sullivan, J.P., Arantes, C.C., Sousa, L.M., Koning, A.A., Hoeinghaus, D.J., Sabaj, M., Lundberg, J.G., Armbruster, J., Thieme, M.L., Petry, P., Zuanon, J., Vilara, G.T., Snoeks, J., Ou, C., Rainboth, W., Pavanelli, C.S., Akama, A., Soesbergen, A.v. & Sáenz, L. (2016) Balancing hydropower and biodiversity in the Amazon, Congo and Mekong. *Science*, **351**, 2.

Wood, E. (2001) Ccollection of coral reef fish for aquaria: Global trade, conservation issues and management strategies *Marine Conservation Society* No. 80 pp.

ZEUG, S.C. & WINEMILLER, K.O. (2008) RELATIONSHIPS BETWEEN HYDROLOGY, SPATIAL HETEROGENEITY, AND FISH RECRUITMENT DYNAMICS IN A TEMPERATE FLOODPLAIN RIVER. *RIVER RESEARCH AND APPLICATIONS*, **24**, 13.

Zuanon, J.A.S. (1999) História Natural da ictiofauna de corredeiras do Rio Xingu, na região de Altamira, Pará. *Instituto de Biologia*. Campinas, SP: Universidade Estadual de Campinas - UNESP.

Conclusões gerais

O ciclo hidrológico do rio exerce influência no ciclo de vida das espécies e, por sua vez, na pesca. Contudo, um rio, como o Xingu, cujas características são únicas, mostra que existe uma complexidade de fatores que podem atuar com mais ou menos forças na dinâmica destas populações. Embora alguns padrões tenham sido visualizados, como um provável período de recrutamento na cheia do rio, e como a produção pesqueira acompanha o ciclo das vazões do rio, com picos nos períodos de cheia e baixas produções no período de seca, estas relações não se mostraram tão fortes quando analisadas a luz da estatística, indicando que existem outros fatores exercendo uma influência mais forte nesta dinâmica.

Ainda assim, este trabalho, gerou informações importantes para ambas as espécies, cuja importância econômica na região já foi ressaltada. Mas, além destas informações, a maior contribuição deste trabalho, foi servir como um “retrato” pré-barramento, servindo como base para os próximos estudos que ocorrerem após o completo enchimento do reservatório, e pleno estabelecimento do trecho de vazão reduzida na região. Por esta razão, em todos os capítulos, a maior recomendação foi a continuidade do monitoramento ambiental da região. Somente mediante o monitoramento da ictiofauna e da pesca constantes ao longo dos períodos do ano, e gerando uma série temporal, será possível medir as consequências de mudanças tão drásticas nesta bacia. Além de gerar informações que permitam mitigações ou compensações no caso de um forte impacto na atividade pesqueira, ou no ciclo de alguma espécie de importância para a região.

