



**UFAM**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS - UFAM  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS PESQUEIRAS NOS  
TRÓPICOS – PPG-CIPET**

**DINÂMICA POPULACIONAL E AVALIAÇÃO DOS ESTOQUES DE DUAS  
ESPÉCIES DA FAMÍLIA PIMELODIDAE EXPLOTADAS NO RIO MADEIRA (RO e  
AM).**

**IGOR RECHETNICOW ALVES SANT'ANNA**

**MANAUS - AM**

**2012**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS - UFAM**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS PESQUEIRAS NOS**  
**TRÓPICOS – PPG-CIPET**

**DINÂMICA POPULACIONAL E AVALIAÇÃO DOS ESTOQUES DE DUAS**  
**ESPÉCIES DA FAMÍLIA PIMELODIDAE EXPLOTADAS NO RIO MADEIRA (RO e**  
**AM).**

**IGOR RECHETNICOW ALVES SANT'ANNA**

Dissertação entregue na Universidade Federal do Amazonas, UFAM, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências Pesqueiras nos Trópicos, área de concentração em Uso Sustentável de Recursos Pesqueiros Tropicais.

Orientador: Carlos Edwar de Carvalho Freitas

Co-orientadora: Carolina Rodrigues da Costa Doria

Linha de Pesquisa: Ecologia de recursos pesqueiros e ambientes

**MANAUS - AM**

**2012**

## FICHA CATALOGRÁFICA

Rechenicow, Igor Alves Sant'Anna

Dinâmica populacional e avaliação dos estoques de duas espécies da família Pimelodidae exploradas no rio Madeira (RO e AM).

Igor Rechenicow Alves Sant'Anna

Dissertação (mestrado) UFAM, Manaus, 2012

74p

Orientador: Carlos Edwar de Carvalho Freitas

Co-orientadora: Carolina Rodrigues da Costa Doria

Área de concentração: Uso Sustentável de Recursos Pesqueiros Tropicais.

1. *Pinirampus pinirampu*.
2. *Brachyplatystoma platynemum*
3. Dinâmica populacional

**Sinopse:** Baseado nos dados de desembarque pesqueiro em onze pontos de desembarque ao longo do rio Madeira em Rondônia. Foi descrita a pesca comercial e a dinâmica populacional de *Pinirampus pinirampu* e *Brachyplatystoma platynemum*. O nível de exploração pesqueira foi avaliado utilizando Pontos de Referência Biológicos (PRBs) para o período de abril de 2009 a março de 2011.

**Palavras-chave:** pesca artesanal, dinâmica populacional, rio Madeira

## DEDICATÓRIA

*Aos meus pais que sempre me  
apoiaram e me incentivaram  
mostrando como nunca  
desistir.*

## **AGRADECIMENTOS**

A minha co-orientadora Carol Doria pelo incentivo e dedicação a minha capacitação profissional, e conselhos dados. Sendo uma das pessoas que muito admiro.

Ao meu grande orientador, que também é um grande pesquisador Carlos Edwar pelos ensinamentos, pela paciência, pelas oportunidades de trabalho e crescimento profissional, eu nunca me esquecerei dos momentos descontraídos de trocas de e-mail e jogos de sinuca.

A Universidade Federal do Amazonas e ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Pesqueiras nos Trópicos, PPG-CIPET pela oportunidade de capacitação profissional.

A pesquisadora mais legal de todas, Gercília Soares que tanto me ajudou. Abriu um espaço em seu laboratório para que eu pudesse trabalhar, ela proporcionou momentos de apreensão ao apontar meus defeitos de apresentação, como também as virtudes. Eu jamais esquecerei os momentos alegres, dos almoços de sexta-feira e jantares em sua casa.

A equipe do LEPA – Laboratório de Ecologia de Peixes Amazônicos, Renata, Fabí, Davison entre outros, pelo ambiente de trabalho excelente existente nesse laboratório e também pelos momentos de descontração.

A mais linda e especial cunha poranga de Manaus, Luiza Prestes que me ensinou, junto a mim ou por meio de outras pessoas, a base da metodologia desta dissertação, me mostrou todos caminhos e papers para seguir nessa linha.

As técnicas do Programa Monitoramento da Atividade pesqueira, Alice e Haíssa pelo espetacular trabalho junto aos coletores que proporcionaram dados excelentes e pelas dicas e conselhos no trabalho e na redação. Ao Neto, Vanessinha, Sérgio, e vários outros estagiários, companheiros de muitas excursões.

Ao Dr. Rosseval e ao Vagner que me receberam em Manaus e sempre me ajudaram com conselhos e mudanças de uma casa para outra.

A todos os membros do laboratório de Ictiologia e Pesca que me ajudaram e incentivaram, todos essenciais para começo e finalização desse trabalho, em especial Marília, Alice (Leitura do trabalho) e Luciano, Frango (organização Bd).

A equipe de trabalho do prédio do PIATAM, Hostília, Francisca, Ila, Lucirene, Beatriz, Flávia me receberam de braços abertos. Aos meus irmãos de pesquisa, Carol, Sandrely, Gisele, Antônio, Michel entre outros. A meu companheiro das disciplinas e momentos mais difíceis, como também dos jogos de sinuca, Lorenzo Barroco.

A todas pessoas que se tornaram especiais em minha vida aqui em Manaus, começando pelos membros da república dos 5, que passaram e que ficaram, todos são sinônimos de companheirismo. E a todos do INPA, alunos de CLIAmb, BADIP, CFT que pude compartilhar momentos de alegria, força e pura animação, em especial Sérgio, Helber, Pedro (CIBev), Cesar e sua esposa Thaia.

A CAPES pela bolsa cedida, sem ela esta caminhada seria impossível e a Santo Antonio Energia pelo financiamento e apoio logístico.

Ao professor Dr. Miguel Petrere, que muito me ensinou sobre o “maravilhoso” mundo da estatística, pessoa espetacular e de grande sabedoria.

Aos Doutores, Bruce, Efrem e Pedro pela proveitosa avaliação feita ao projeto desse trabalho. E aos Doutores Jansen, James Kahn e Henrique, fiquei honrado com suas presenças em minha aula de qualificação. Agradeço todas as sugestões e críticas que engrandeceram este trabalho.

A todos os pescadores e moradores das comunidades onde trabalhei, por contribuírem com a coleta de dados, e por receberam em suas casas e às vezes me acolherem em momentos difíceis como tempestades e alagamentos. Em especial a minha mãe e pai postigos da Cachoeira do Teotônio, dona Ivonete e seu Marão.

A todos os coletores de dados pelo esforço, dedicação e comprometimento com o trabalho. Em especial aquelas com as quais trabalhei diretamente ou acompanhei Rosane, Lu e Bitá.

A minha família que sempre me apoiou, porém nunca gostou da ideia de eu ficar tanto tempo longe deles. A minha namorada Gésica pela paciência e amor incondicional.

A todos que contribuíram de alguma forma para concretização desse trabalho.

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	9
LISTA DE TABELAS .....	11
Resumo .....	12
Abstract .....	13
INTRODUÇÃO GERAL.....	14
OBJETIVO GERAL.....	19
Objetivos específicos .....	19
MATERIAL E MÉTODOS GERAL .....	20
Área de estudo e pontos amostrais .....	20
Referencias.....	21
CAPÍTULO I.....	25
Caracterização da pesca de duas espécies da família Pimelodidae exploradas pela frota pesqueira em um trecho do rio Madeira em Rondônia <sup>1</sup> .....	25
Introdução .....	26
Material e métodos .....	29
Coleta de dados .....	30
Análise de dados .....	31
Resultados .....	32
Discussão.....	39
Conclusões .....	42
Referências.....	42
CAPÍTULO II.....	47
Dinâmica populacional e avaliação de estoques de duas espécies da família Pimelodidae exploradas pela frota pesqueira em um trecho do rio madeira em Rondônia <sup>2</sup> .....	47
Introdução .....	48

Material e Métodos .....	50
Área de estudo .....	50
Coleta de dados .....	51
Análise de dados .....	51
Resultados .....	56
Discussão.....	63
Referências.....	69

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO 1

Figura 1.1. Exemplar de barba chata, <i>Pinirampus pinirampu</i> . Foto: Igor Sant'Anna.....	28
Figura 1.2. Exemplar de babão capturado na cachoeira do Teotônio. Foto: Igor Sant'Anna.....	28
Figura 1.3. Localização dos 11 pontos de desembarque pesqueiro amostrados neste estudo ao longo do rio Madeira. Fonte: Google Earth.....	30
Figura 1.4. Produção (kg) de <i>P. pinirampu</i> no município de Porto Velho no período de 2002 a 2009. Fonte Colônia de pescadores Z-1.....	32
Figura 1.5. Produção (kg) de <i>P. pinirampu</i> no município de Porto Velho entre os meses dos anos de 2002 a 2009. Fonte Colônia de pescadores Z-1.....	33
Figura 1.6. Produção (kg) de <i>B. platynemum</i> no município de Porto Velho no período de 2002 a 2009. Fonte Colônia de pescadores Z-1.....	33
Figura 1.7. Produção (kg) de <i>B. platynemum</i> no município de Porto Velho no período de 2002 a 2009. Fonte Colônia de pescadores Z-1.....	34
Figura 1.8. Porcentagem da produção das duas espécies no município de Porto Velho entre 1999 e 2007.....	34
Figura 1.9. Produção anual (Ano I: abril/09 a março/10) e Ano II: abril/10 a março/11) em quilo (kg) de <i>P. pinirampu</i> por localidade.....	35
Figura 1.10. Produção anual (Ano I: abril/09 a março/10) e Ano II: abril/10 a março/11) em quilo (kg) de <i>B. platynemum</i> por localidade em cada ano.....	35
Figura 1.11. Produção anual (Ano I: abril/09 a março/10) e Ano II: abril/10 a março/11) em quilo (kg) de <i>P. pinirampu</i> por localidade em cada ano.....	37
Figura 1.12. Produção em quilos (kg) por apetrecho utilizado na captura de <i>B. platynemum</i> acompanhado do nível hidrológico nos anos de 2009 a 2011.....	37

### CAPÍTULO 2

Figura 2.1. Imagem do barba chata, <i>Pinirampus pinirampu</i> . Foto: Igor Sant'Anna.....	49
Figura 2.2. Exemplar do babão <i>B. platynemum</i> capturado na cachoeira do Teotônio. Foto: Igor Sant'Anna.....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
Figura 2.3. Localização dos 11 pontos de desembarque pesqueiro amostrados neste estudo ao longo do rio Madeira. Fonte: Google Earth.....	51
Figura 2.4. Distribuição das classes de comprimento de <i>P. pinirampu</i> capturados ao longo do rio Madeira de abr/2009 a mar/2011.....	56
Figura 2.6. Diagrama de dispersão da relação peso comprimento de <i>P. pinirampu</i> no rio Madeira....	57
Figura 2.7. Diagrama de dispersão da relação peso comprimento de <i>B. platynemum</i> no rio Madeira.	58
Figura 2.8. Distribuição ajustada de freqüências de comprimento de <i>P. pinirampu</i> (a) mostrando as quatro coortes e de <i>B. platynemum</i> (b) com as cinco coortes ao longo do rio Madeira.....	59

Figura 2.9. Intensidade do recrutamento por mês de <i>P. pirinampu</i> (a) e <i>B. platynemum</i> (b) no ano I ao longo do rio Madeira.....	59
Figura 2.10. Curvas de rendimento por recruta de <i>P. pirinampu</i> para vários cenários de Lc e M (Seta indica atual estado do estoque). ....	61
Figura 2.11. Curvas de rendimento por recruta de <i>B. platynemum</i> para vários cenários de Lc e M (Seta indica atual estado do estoque).....	62
Figura 2.12. Curvas de rendimento por recruta com a mortalidade por pesca atual (F <sub>atual</sub> ) e os pontos de referencia biológicos baseados em F utilizados na avaliação de estoques de <i>P. pirinampu</i> (a) e <i>B. platynemum</i> (b) ao longo do rio Madeira.....	63

## LISTA DE TABELAS

### INTRODUÇÃO GERAL

Tabela 1. Portos de desembarque monitorados, com as características da localidade e localização da área onde possui estatística pesqueira ao longo do rio Madeira. Fonte: Doria et al., 2010..... 20

### CAPÍTULO 1

Tabela 2. Descrição e tipos de apetrechos utilizados na pesca artesanal de Pimelodídeos no rio Madeira entre Guajará-Mirim a Humaitá..... 36

Tabela 3. Renda bruta (R\$) gerada na primeira compra de *P. pirinampu* por localidade no período (Ano I e Ano II). ..... 38

Tabela 4. Renda bruta (R\$) gerada na primeira compra de *B. platynemum* por localidade no período (Ano I e Ano II). ..... 38

### CAPÍTULO 2

Tabela 5. Estatística descritiva das medidas de *P. pirinampu* e *B. platynemum* amostrados ao longo do rio Madeira..... 56

Tabela 6. Estimativas dos parâmetros de mortalidade de *P. pirinampu* e *B. platynemum* amostrados ao longo do rio Madeira de abr/2009 a mar/2011..... 60

Tabela 7. Parâmetros resultantes da aplicação do modelo de Beverton e Holt para as duas espécies ao longo do rio Madeira de abr/2009 a mar/2011..... 60

Tabela 8. Taxa de mortalidade por pesca atual e os pontos de referência biológicos (PRB) baseados na mortalidade por pesca (F) utilizados na avaliação de estoques das duas espécies na bacia do Madeira..... 62

## Resumo

A pesca na bacia do alto e médio rio Madeira contribui com maior parte da produção desembarcada no estado de Rondônia. Nesta área, atuam cerca de 3.000 pescadores profissionais, distribuídos em cerca de 530 km do rio Madeira, em aproximadamente 29 comunidades ribeirinhas e seis distritos. Em 2009, com a implantação do Programa de Monitoramento da Atividade Pesqueira do rio Madeira, observou-se um novo passo da pesquisa da biologia pesqueira nesta região. Este monitoramento é realizado pelo Laboratório de Ictiologia e Pesca da Universidade Federal de Rondônia – UNIR e contempla desde a cidade de Guajará-Mirim no alto Madeira até o médio em Humaitá. Modelos matemáticos têm sido utilizados para dar suporte à tomada de medidas para o manejo e para o gerenciamento pesqueiro. Assim, a simulação do rendimento vem sendo a base para avaliar a situação do estoque e para identificar possíveis ações de manejo para a pesca. Este estudo visou caracterizar a pesca e estimar os parâmetros populacionais e o estado de exploração, utilizando Pontos de Referência Biológicos (PRBs), de dois Pimelodídeos de estratégias de vida diferentes: *P. pirinampu*, barba chata, migrador de planície, e *B. platynemum*, babão, grande migrador, com grande importância na pesca em comunidades pesqueiras ao longo do rio Madeira. Os registros de desembarques por mês, de 1999 até 2009 com a produção total e específica foram resgatados junto à *Colônia de pescadores* Tenente Santana Z-1. Também foram utilizados dados coletados durante o Programa de Monitoramento da Atividade Pesqueira no período de Abril de 2009 a Março de 2011 em 11 localidades ao longo do rio Madeira. Através dos registros de desembarque foi possível a análise da produção total e específica em kg; composição em peso da captura; esforço de pesca; aparelhos de pesca utilizados; locais, períodos e habitats de pesca; custos operacionais com a atividade pesqueira na região, como também dados biométricos de comprimento padrão (Ls, cm) e peso total (Wt, g). Os dados mostram que no Ano I *P. pirinampu* apresentou a maior produção entre as categorias, de 92.964,8 kg (18%). Já no Ano II esta espécie se apresentou em 3º lugar nos desembarques com 42.947,5 kg. Somando os dois anos, a produção registrou cerca de 136 t, representando 13,2%. *B. platynemum* apresentou produção de 11.058,2 kg no Ano I e 10.749 kg no Ano II ficando em 10º e 16º, respectivamente. Somando os dois anos, apresentou produção de mais de 23 t. A tarrafa foi o apetrecho de pesca mais produtivo para as duas espécies registrando 50 t e 5 t para *P. pirinampu* e *B. platynemum*, respectivamente. Os valores dos parâmetros de crescimento e taxas de mortalidade de *P. pirinampu* comparados aos PRBs demonstram que essa espécie está sofrendo sobrepesca de crescimento na bacia do Madeira, enquanto que *B. platynemum* se encontra em uma situação menos ameaçadora. Sugere-se uma avaliação profunda da efetividade do sistema de transposição de peixes construído pelas empresas responsáveis pelo funcionamento das barragens, para garantir a subsistência dessas populações do rio Madeira.

## Abstract

The fishing in the basin of the upper and middle Madeira river contribute for most of the production landed in the Rondonia state. In this area, operate about 3,000 professionals fishermen, divided into 530 km in the Madeira River, in approximately 29 riverside communities and six districts. In 2009, with the implementation of the Monitoring Program of Fishing Activity of the Madeira river, there was a new step in the research of fisheries biology in this region. This monitoring is performed by the Laboratory of Ichthyology and Fishing, of the Federal University of Rondonia – UNIR, and includes the city of Guajará-Mirim, in the upper Madeira, and Humaitá, in the middle Madeira. Mathematical models have been used to support decisions for the management and fishery management. Thus, the simulation performance has been the basis for assessing the status of inventory and to identify possible management actions for fishing. This study aimed to characterize the fishery and to estimate the population parameters and state of exploitation, using Biological Reference Points (PRB), of two Pimelodidae with different life strategies: *P. pirinampu*, barba chata, lowland migratory species, and *B. platynemum*, babão, great migrator, with great importance for fishing in fisheries communities along the Madeira river. The records of landings per month from 1999 to 2009 with total and specific production were recovered in the Colônia de Pescadores Tenente Santana Z-1. We also used data collected during the Monitoring Program of Fishing Activity in the period of April 2009 to March of 2011 in 11 locations along the Madeira river. Through the records of landings allowed the analysis of total and specific production in kg; weight composition of catches; fishing effort; fishing devices used; local fishing periods and habitats; operating costs with the fishing activity in the region, as well as biometrics standard length (Ls, cm) and total weight (Wt, g). The data show that in the Year I *P. pirinampu* showed the highest production among the categories, with 92,964.8 kg. In the Year II, this species appeared in 3rd place in the landings with 42,947.5 kg. Adding the two years, the production was about 136 t representing 13.2%. *B. platynemum* showed production of 11,058.2 kg in Year I and 10,749 kg in the Year II, getting on 10th and 16th, respectively. Adding the two years, it produced over 23 t. The tarrafa was the most productive fishing device for the two species, registering 50 and 5 t for *P. pirinampu* and *B. platynemum*, respectively. The values of growth parameters and mortality rates of *P. pirinampu* compared PRBs demonstrate that this species has experienced overfishing of growth in the Madeira basin, whereas *B. platynemum* is in a situation less threatening. It is suggested that a deep evaluation of the effectiveness of the transposition system of fishes built by the companies responsible for the operation of dams to ensure the survival of these populations from the Madeira River.

## INTRODUÇÃO GERAL

A pesca artesanal na Amazônia é de vital importância para o fornecimento de alimento à população local. Constituinte fonte de renda para populações tradicionais, obtida através da comercialização do pescado nos centros urbanos e da exportação para o sul da Amazônia e para as demais regiões do Brasil (Isaac et al., 1996; Barthem e Goulding, 1997; Doria et al., 2011).

O rio Madeira é o segundo maior rio da bacia amazônica. Sua bacia abrange uma área de 1,5 milhões de km<sup>2</sup> divididos entre os territórios do Peru, da Bolívia e do Brasil. Nasce na Cordilheira dos Andes dentro da Bolívia, percorre a porção sudoeste-noroeste de Rondônia, entra pelo sul do estado do Amazonas e desemboca no rio Amazonas próximo a Itacoatiara (Goulding et al., 2003). A bacia contribui não apenas com a pesca em Rondônia como também com os mercados regionais do Amazonas, incluindo Manaus, e do estado do Pará (Cardoso e Freitas, 2008; Santos-Filho e Batista, 2009; Isaac e Barthem, 1995). Alguns pontos de desembarque se destacam por suas altas produções e contribuição com o mercado de Porto Velho como Cachoeira do Teotônio, Jacy-Paraná, Abunã e Nova Mamoré (Doria et al., 2011).

No estado de Rondônia existem cinco colônias de pescadores localizadas nos municípios de Porto Velho, Guajará-Mirim, Costa Marques, Pimenteiras e Machadinho d'Oeste. Sendo que as sediadas em Porto Velho, Guajará-Mirim e Costa Marques exploram principalmente o rio Madeira (Doria et al., 1998).

A pesca na bacia do alto e médio rio Madeira é responsável pela maior parte da produção desembarcada no município de Porto Velho. Nesta área, de acordo com a Colônia de Pescadores Z-1, em 2011, atuavam cerca de 3.000 pescadores profissionais, distribuídos em cerca de 530 km do rio Madeira, em aproximadamente 29 comunidades ribeirinhas e seis distritos.

Em Guajará-Mirim (segundo mercado em produção do estado), de acordo com os registros de produção feitos pela Colônia de Pescadores Z-2, a média observada, para os anos de 2001 a 2004, foi de 167 t ano<sup>-1</sup>(±65,8) (Doria et al., 2011).

A produção da pesca em Rondônia oscilou de 1.569 t a 3.600 t entre 2007 e 2009 (MPA, 2010). O histórico da produção para Porto Velho no ano de 1977 e entre os anos de 1992 a 2004 registrou, em média, 773 toneladas anuais, sendo que grande parte da produção estadual foi comercializada no mercado pesqueiro Cai N'água, localizado na capital do estado (Goulding, 1979; Boischio, 1992; Doria *et al.*, 2011).

Há na Amazônia uma crônica ausência de série de dados históricos da pesca. Assim, no rio Madeira, no trecho situado no estado de Rondônia, foram registradas poucas e dispersas informações sobre a pesca. Porto Velho é um caso a parte, devido ao registro do desembarque de pescado no principal porto da cidade, realizado pela Colônia de Pescadores desde 1979, porém o máximo de série de coletas diárias é de apenas 10 anos de acordo com a Colônia de Pescadores Z-1 em 2010.

Apesar disso, foram publicados alguns trabalhos sobre a pesca na região. Goulding (1979) realizou uma análise descritiva e quantitativa da pesca em cerca de três quartos do curso do rio Madeira, a respeito da pesca de Siluriformes e Characiformes realizada, principalmente na Cachoeira do Teotônio, e em localidades abaixo de Porto Velho, descrevendo as principais artes de pesca utilizadas, os locais e o esforço pesqueiro. Santos (1986/1987) e Boischio (1992) avaliaram a situação da pesca e composição do pescado nos principais mercados da região, que se caracterizava pela predominância de Characiformes migradores e grande parte da produção de concentrava em Porto Velho. Araújo (2002) e Brasil-de-Souza (2002) avaliaram a produção e a composição do pescado desembarcado no mercado pesqueiro Cai N'água e no Terminal Pesqueiro de Porto Velho, nos anos de 1999 e 2000.

Grande passo nos estudos da pesca no estado de Rondônia foi dado em 2004 e 2005 com a realização do diagnóstico da pesca para as UHEs do complexo do Madeira, onde foi caracterizada a pesca e frota comercial no alto é médio rio Madeira (Doria *et al.*, 2005).

Aspectos sócioeconômicos da pesca e a produção pesqueira na comunidade da Cachoeira do Teotônio foram abordados por Hijazi, (2003) e em duas comunidades de grande importância pesqueira a jusante dessa cachoeira por Lima (2010).

Em 2009, com a implantação do Programa de Monitoramento da Atividade Pesqueira do rio Madeira, observou-se um grande avanço da pesquisa da biologia pesqueira nesta região. Este monitoramento, realizado pelo Laboratório de Ictiologia e Pesca da Universidade Federal de Rondônia – UNIR, visou a caracterização e delimitação dos impactos na pesca pelo complexo hidrelétrico desde a cidade de Guajará-Mirim no alto Madeira até o médio em Humaitá.

As informações geradas, no primeiro ano, por este monitoramento permitiram um conhecimento da pesca na região (Doria *et al.*, 2010), ou seja, o próximo passo visa uma manutenção dos estoques pesqueiros que abastecem a região através da geração dos parâmetros populacionais e avaliação dos estoques pesqueiros.

A composição dos desembarques pesqueiros nos mercados ao longo do rio Madeira, em 2004 (Doria *et al.*, 2011), apresentaram maior porcentagem da produção dessas espécies Tambaqui, (*Colossoma macropomum*); Curimatã, (*Prochilodus nigricans*); Dourada, (*Brachyplatystoma rousseauxii*); Jaraqui, (*Semaprochilodus spp*); Jatuarana/Matrinxã, (*Brycon amazonicus*, *B. cephalus*) entre estas apenas um pimelodídeo.

Em 2010 pôde se observar um aumento da família Pimelodidae nos mercados do rio Madeira, onde contribuiu com maior percentual na produção de pescado (36%) (Doria *et al.*, 2010). Dessa forma torna-se necessário a realização de trabalhos mais detalhados visando a manutenção dessas espécies que estão se apresentando importantes nos desembarques na bacia.

Na região Amazônica já foram desenvolvidos vários trabalhos de dinâmica das populações exploradas ou com ameaça de sobrepesca dessas espécies citadas acima, e trabalhos que focaram os Siluriformes de importância comercial como o de Barthem (1990), no estuário com a piramutaba (*Brachyplatystoma vailanti*), Ruffino & Isaac (1999) com crescimento e rendimento por recruta do caparari (*Pseudoplatystoma tigrinum*). Munoz-Sousa (1996) analisou a dinâmica dos bagres do gênero *Brachyplatystoma* na bacia do rio Caquetá, Colômbia. Alonso (2002) analisou pesca, crescimento e estado de exploração da dourada (*Brachyplatystoma rousseauxii*) e Perez e Fabr  (2009) estimaram idade e crescimento da piracatinga (*Calophysus macropterus*).

A correta estimativa dos parâmetros de crescimento, associados às taxas de mortalidade natural (M) e por pesca (F), são ferramentas fundamentais utilizadas na construção de modelos quantitativos que podem reconstruir a história do estoque e da atividade pesqueira, permitindo também prever o efeito de mudanças na pesca em função das medidas propostas para o manejo do recurso (Gulland, 1983; Sparre e Venema, 1997).

Segundo Munro (1979), existem duas classes de modelos usados predominantemente para avaliação de estoques pesqueiros: o modelo empírico de produção de Graham-Shaefer (1954; 1957) e o modelo analítico de recrutamento e mortalidades constantes de Beverton & Holt (1957). Este último ainda pode ser dividido em duas categorias, aqueles que utilizam dados de idade (método direto) e aqueles que utilizam dados de tamanho, em geral o comprimento dos peixes (método indireto) (Fonteles-Filho, 2011).

Estudos de crescimento de peixes na região Amazônica tem sido realizados tanto com estruturas rígidas como com distribuições de frequência de comprimento (L/F). Estes estudos têm comprovado a existência de marcas periódicas bem definidas em diversas estruturas calcificadas, entre elas escamas, vértebras e otólitos (Alonso, 2002), porém são estudos que exigem recursos humanos, materiais, infra-estrutura e tempo que certas vezes não estão disponíveis.

Alternativamente, tem sido utilizada metodologia baseada em distribuições de L/F para determinação do crescimento, cuja maior virtude é de poder se basear em informações associadas a estatística pesqueira, o que reduz seu custo e permite maior sustentabilidade operacional (Ruffino & Isaac 1995; Lozano, 2005). Assim, é importante desenvolver tecnologia de análise a partir destas informações, calibrando a partir dos métodos baseados em estruturas rígidas.

Entre os parâmetros usados em modelos de avaliação de estoques, pode-se destacar o  $L_c$ , comprimento médio de primeira captura, na qual em torno de 50% dos indivíduos podem ser retidos pelos apetrechos de pesca (Pauly, 1983) particularmente utilizado no modelo de Beverton e Holt (1957). Além dos coeficientes de mortalidade por pesca (F), natural (M) e total (Z) para os quais existem diversas equações empíricas e métodos de cálculo para se estimá-los (Ssentongo e Larkin, 1973; Ault e Ehrhardt, 1991; Beverton e Holt, 1957; Pauly, 1983). Tais coeficientes são utilizados na avaliação de estoques pesqueiros com

opção de escolha de qual obtém as características que se adéquam melhor a realidade do estoque.

Os Pontos de Referência Biológicos (PRBs) são níveis com os quais o atual estado do estoque pode ser medido (Collie e Gislason, 2001). Definidos como um valor convencional derivado de técnicas de análise, o qual representa o estado atual do estoque (Caddy e Mahon, 1996).

Os PRBs são divididos em pontos de referencia alvo: indicam o estado desejado, e pontos de referencia limite: indicam a aproximação de um certo valor de perigo e este deve ser evitado (Caddy & Mahon, 1996).

Na Amazônia, o uso de parâmetros de crescimento é igualmente bem difundido, associados aos PRBs, mostrando a relevância desses estudos para a avaliação dos estoques de peixes explotados. À exemplo, Lozano (2005) avaliou o estoque do caparari (*Pseudoplatystoma tigrinum*) na bacia do rio Apure na Venezuela. No pantanal, também foi realizado por Mateus e Penha (2007) a avaliação dos estoques de barba chata (*Pinirampus pirinampu*), jaú (*Zungaro zungaro*), pintado (*Pseudoplatystoma currucans*) e caparari. Peixer e colaboradores (2007) avaliaram o rendimento por recruta, as taxas de mortalidade por pesca e compararam aos PRBs de *Piaractus mesopotamicus* com o intuito de medir o estoque procurando encontrar indícios de sobrepesca.

Este estudo pretende complementar estudos já existentes (Sant'Anna, 2007; Doria *et al.*, 2011) da ictiofauna de pimelodídeos de importância comercial na calha do rio Madeira, contribuindo para um melhor entendimento do estado dessas espécies. Dessa forma, se pretende gerar subsídio para o manejo no rio Madeira antes do fechamento da barragem constituindo-se um estudo base sobre as condições destas espécies.

## **OBJETIVO GERAL**

- Caracterizar a pesca e avaliar o estado atual de exploração de *Pinirampus pirinampu* e *Brachyplatystoma platynemum* capturados pela frota pesqueira que atua de Humaitá a Guajará-Mirim no rio Madeira.

## **Objetivos específicos**

- Caracterizar os desembarques das duas espécies entre Humaitá e Guajará-Mirim no período de 2009 a 2011;
- Analisar a produção pesqueira histórica das duas espécies no mercado de Porto Velho entre os anos de 1999 e 2009;
- Verificar a variação espacial e temporal da estrutura em comprimento das duas espécies entre Humaitá e Guajará-Mirim;
- Estimar os parâmetros e curva de crescimento das duas espécies;
- Estimar os parâmetros de mortalidade das duas espécies;
- Estimar o rendimento relativo por recruta ( $Y/R$ ) para as duas espécies nos anos de 2009 a 2011;
- Analisar a taxa de mortalidade por pesca atual ( $F_{\text{atual}}$ ) para as duas espécies em comparação com os Pontos de Referência Biológicos (PRBs).

## MATERIAL E MÉTODOS GERAL

### Área de estudo e pontos amostrais

O rio Madeira é o único afluente da margem direita do rio Amazonas a drenar os três principais tipos de áreas de drenagem da Amazônia: os flancos altamente erosivos dos Andes, o Maciço Brasileiro desnudado e antigo e as terras baixas do Terciário cobertas por florestas (Goulding, 1979).

Foram selecionados os principais pontos de desembarque urbanos ao longo da área de influencia do Complexo hidrelétrico do rio Madeira, como também algumas comunidades ribeirinhas com grande tradição pesqueira já observadas em outros trabalhos realizados nesta bacia (Tabela 1).

Tabela 1. Portos de desembarque monitorados, com as características da localidade e localização da área onde possui estatística pesqueira ao longo do rio Madeira. Fonte: Doria et al., 2010.

<b>Município</b>	<b>Centro Urbano</b>	<b>Característica</b>
Porto Velho	Porto Velho	Principal mercado de peixe da região, com desembarque e pontos de venda localizados principalmente no Flutuante Cai N'água e no Terminal Pesqueiro, ambos gerenciados pela Colônia de Pescadores de Porto Velho Z-1.
Porto Velho	Cachoeira do Teotônio	Comunidade ribeirinha formada pela vila Teotônio e Vila Amazonas a beira da Cachoeira, distante 35 km da sede do Município de Porto Velho, com cerca de 80 famílias que vivem principalmente da pesca comercial e agricultura.
Porto Velho	Jacy-Paraná	Localizado a 80 km de distância da sede do município. Com aproximadamente 4.703 habitantes (IBGE, 2007), parte de sua população pesca para a subsistência e comércio do excedente, devido ao fácil acesso aos rios que cortam a cidade (rio Madeira e rio Jacy-Paraná).
Porto Velho	São Sebastião e Novo Engenho Velho	As duas comunidades ribeirinhas são localizadas na frente do mercado pesqueiro de Porto Velho na margem esquerda do rio Madeira. Em São Sebastião residem 41 famílias e está ao lado da agrovila de Novo Engenho Velho com 39 famílias.
Nova Mamoré	Nova Mamoré	Em Nova Mamoré a Vila Murtinho concentra maior parte dos pescadores do município, com cerca de 21.120 habitantes (IBGE, 2007) e está localizada nas margens do rio Mamoré na confluência com o rio Beni (Bolívia).
Guajará Mirim	Guajará Mirim	Neste município existem três pontos de desembarque de pescado, sendo dois particulares e um ligado à Colônia. A localidade está na divisa do Brasil com a Bolívia e recebe pescado dos dois países.
Porto Velho	Abunã	Localizado a 270 km da sede do município, Abunã,

		possui aproximadamente 840 habitantes, e uma parcela desta população vive da agricultura e pesca de subsistência (IBGE, 2007).
Porto Velho	São Carlos	Localizada a 100 km de Porto Velho, na margem esquerda do rio Madeira, no entorno da RESEX Cuniã. Possui aproximadamente 400 famílias que vivem da agricultura de subsistência e da pesca comercial (Salazar & Storch, 2005).
Porto Velho	Nazaré e Boa Vitória	Nazaré e Boa Vitória estão localizadas na margem direita do rio Madeira, nas proximidades da RESEX Cuniã. Possui cerca de 100 famílias que vivem da pesca e principalmente do cultivo da melancia.
Porto Velho	Calama	Calama está localizada na margem direita do rio Madeira e localiza-se nas proximidades da foz do rio Machado. É habitada por 2.922 pessoas (IBGE, 2007) distribuídas em 4 bairros, denominados como: São José, Tancredo Neves, São Francisco e São João.

Os capítulos desta dissertação encontram-se em formato de manuscritos, conforme recomendação do Programa de Pós Graduação do UFAM/FCA, curso de Ciências Pesqueiras no Trópicos. Estes estão formatados segundo as normas das revistas às quais serão submetidos.

## Referencias

Araújo, T.R. 2002. Recursos Pesqueiros: perfil sócio econômico do pescador, esforço, produção e composição do pescado que abastece o Mercado do Cai N'água em Porto Velho/RO nos anos de 1999 a 2001. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas) – Departamento de Biologia. Universidade Federal de Rondônia. Porto Velho. 50 pp.

Angelini, R. Fabr e, N.N. Silva-Jr, U.L. Trophic analysis and fishing simulation of the biggest Amazonian catfish. African Journal of Agricultural Research Vol. 1 (5), pp. 151-158.

Ault, J. S., e Ehrhardt, N. M. 1991. Correction to the Beverton and Holt Z-estimator for truncated catch length-frequency distributions. ICLARM *Fishbyte*, 9(1): 37 – 39.

Barthem, R. B. e Goulding, M. Os bagres balizadores: ecologia, migração e conservação de peixes amazônicos. Sociedade Civil Mamirauá/MCT/CNPQ: Brasília. 1997.

Barthem, R. B. 1990. Ecologia e pesca da piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*). (Tese de doutorado) UNESP. Campinas. 268p.

Boschio, A. A. P. 1992. Produção pesqueira em Porto Velho, Rondônia (1984-89) - alguns aspectos ecológicos das espécies comercialmente relevantes. *Acta Amazonica*, 22(1): 163-172.

Beverton, R. J. H. e Holt, S. J. 1957. On the dynamics of exploited fish populations. *Fish. Invest. London. Series. 2 (19):533p*

Brasil-de-Souza, S.T. 2002. Recursos pesqueiros do Mercado de Porto Velho: estrutura das comunidades e características biológicas das cinco espécies de peixes mais exploradas no Mercado do Cai N'água, 1999 a 2001. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas) – Departamento de Biologia. Universidade Federal de Rondônia. Porto Velho. 98 pp.

Caddy, J.F. e Mahon, R. Puntos de referencia para la ordenación pesquera. *FAO Documento Técnico de Pesca. No. 347. Roma, FAO. 1996. 109p.*

Campos, C. P. e Freitas, C. E. C. 2010. Curva de crescimento do tucunaré *cichla monoculus* Spix & Agassiz, 1831 do lago grande de Manacapuru, Amazonas, Brasil. *Rev. Bras. Eng. Pesca, 5(1): 1-9.*

Cardoso, R.S.; Freitas, C.E.C. 2008. A pesca de pequena escala no rio Madeira pelos desembarques ocorridos em Manicoré (Estado do Amazonas), Brasil. *Acta Amazonica, 38: 781-788.*

Cutrim, L. Avaliação da exploração pesqueira e dinâmica populacional de matrinxã (*Brycon amazonicus*) (Günther, 1869) na Amazônia Central através do desembarque pesqueiro realizado em Manaus. Dissertação de mestrado. Manaus: INPA/UFAM, 2005. 114 p.

Doria, C. R. C.; Ruffino, M. L.; Hijazi, N. C.; Cruz, R. L. 2005. A pesca no alto rio Madeira. *In: Doria, C. R. C.; Torrente-Vilara, G.; Zuanon, J. A. S.; Fávoro, L. F.; Ruffino, M. L.; Leite, R. G. Relatório Técnico Final: Estudo de viabilidade das AHE's Jirau e Santo Antônio, localizadas no rio Madeira em Rondônia, no trecho entre Porto Velho e Abunã. Convênio FURNAS/UNIR/RIOMAR/INPA. Porto Velho. 345 pp.*

Doria, C. R. C.; Ruffino, M. L.; Hijazi, N. C.; Cruz, R. L. 2012. A Pesca comercial na bacia do Rio Madeira, estado de Rondônia, Brasil. *Acta Amazonica , 42(1): 29-40.*

Doria, C. R. C.; Torrente-Vilara, G.; Santos, G. M. 1998. Diagnóstico sócio-econômico-ecológico de Rondônia e assistência técnica pra formulação da segunda aproximação do ZSEE – fauna, Ictiofauna. Relatório Técnico. Consórcio Tecnosolo/DHV/Epitsa, Planaflo/RO, Porto Velho, Brasil. 81 pp.

Fonteles-Filho, A.A. 2011. Oceanografia, biologia e dinâmica populacional de recursos pesqueiros. Expressão Gráfica e Editora, Fortaleza – CE. 464p.

García, S. e L. Le Reste, 1986. Ciclos vitales, dinámica, explotación y ordenación de las poblaciones de camarones peneidos costeros. FAO Doc. Téc. Pesca, (203):180p.

Goulding, M. Ecologia da pesca do rio Madeira. INPA: Manaus. 1979.

Goulding, M.; Barthem, R. e Ferreira, E. J. 2003. The Smithsonian Atlas of Amazon. Priceton. Editorial Associates, Smithsonian Institution.

- Gulland, J. A. 1983. Fish Stock Assessment: A manual of basic methods. John Wiley & Sons. N.Y. 223p.
- Hijazi, N. C. Comunidade da Cachoeira do Teotônio: produção pesqueira, importância sócio-econômica da pesca e potenciais impactos do barramento. (Monografia). Universidade Federal de Rondônia. Porto Velho – UNIR. 2003.
- Hilborn, R. e C. J. Walters, 1992. Quantitative Fisheries Stock Assessment. Routledge, Chapman and Hall.
- Isaac, V. J.; Ruffino, M. L. 1995. Population dynamics of tambaqui, *Colossoma macropomum*, Cuvier, 1818, in lower Amazon, Brazil. Fisheries management and Ecology. 3: 315-313.
- Isaac, V. J.; Barthem, R. B. 1995. Os recursos pesqueiros da Amazônia brasileira. Boletim Museu Paraense Emilio Goeldi, sér. Antropol. 1J(2).
- Junk, W. J. e Mello J. A. S. N. Impactos ecológicos das represas hidrelétricas na bacia amazônica brasileira. *Estudos Avançados*, v. 4, n.8, p.126-143. 1990.
- Lima, M. A. L. A pesca em duas comunidades ribeirinhas na região do médio rio Madeira, Porto Velho – RO. Dissertação (mestrado), UFAM – Universidade Federal do Amazonas. Manaus. 2010. 88pp.
- Loubens, G. e Panfili, J. 2000. Biologie de *Pseudoplatystoma fasciatum* et *P. tigrinum* (Teleostei: Pimelodidae) dans le bassin du Mamore (Amazonie Bolivienne) Ichthyol. Explor. Freshwater, Vol(11):13-34.
- Ministério da Pesca e Aquicultura - MPA. 2010. *Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura: 2008-2009*. Brasília 99 pp.
- Mateus, L. A. F. & Penha J. M. F. 2007. Avaliação dos estoques pesqueiros de quatro espécies de grandes bagres (Siluriformes, Pimelodidae) na bacia do rio Cuiabá, Pantanal norte, Brasil, utilizando alguns Pontos de Referencia Biológicos. *Revista Brasileira de Zoologia* 24 (1): 144 – 150.
- Muñoz-Sosa, D. L. 1996. Age and structure and exploitation of giant catfish populations (*Brachyplatystoma spp.*) in the Lower Caqueta river, Colombia. (Master of Science thesis) Syracuse New.York. 101 p.
- Noss, R. F., and A.Y. Cooperrider. 1994. Saving nature's legacy: protecting and restoring biodiversity. *Island Press*, Washington, DC, 416 pp.
- Oliveira, B. I. 1997. Determinação da idade e aspectos da dinâmica populacional do Curimatá *Prochilodus nigricans* (Pisces; Prochilodontidae) da Amazônia Central. (Dissertação de mestrado) INPA/FUA Manaus. 90
- Pauly, D. 1983. Algunos Métodos simples para la evaluacion de recursos pesqueros tropicales. *FAO Documento Técnico de Pesca*, 234: 49 pp.

- Peixer, J. Catella, A. C. Petrere Jr, M. 2007 Yield per recruit of the pacu *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) in the pantanal of Mato Grosso do Sul, Brazil. *Braz. J. Biol.*, 67(3): 561-567.
- Pérez, A. Fabré, N. N. 2009. Seasonal growth and life history of the catfish *Calophysus macropterus* (Lichtenstein, 1819) (Siluriformes: Pimelodidae) from the Amazon floodplain. *J. Appl. Ichthyology*. 25, 343–349.
- Perez, L. A. 2005. Ciclo de vida e dinâmica populacional do caparari *Pseudoplatystoma tigrinum* ALENCIENNES 1840 (PISCES; PIMELODIDAE), no rio Apure, bacia do rio Orinoco. (Tese de doutorado) INPA/UFAM. Manaus. 225 p.
- Petrere Jr, M. 1983. Yield per recruit of the Tambaqui, *Colossoma macropomum* Cuvier, in the Amazonas States, Brazil. *Journal of Fish Biology* 22: 133-144.
- Prestes, L.; Soares, M. G. M.; Silva, F. R.; e Bittencourt, M. M. 2010. Dinâmica populacional de *Triportheus albus*, *T. angulatus* e *T. auritus* (CHARACIFORMES: CHARACIDAE) em lagos da Amazônia Central. *Biota Neotrop.*, vol. 10, no. 3.
- Rice, J. 2011. Managing fisheries well: delivering the promises of an ecosystem approach. Blackwell Publishing Ltd, FISH and FISHERIES.
- Ruffino, M. L.; Isaac, V. J. 1999. Dinâmica populacional do Surubim-Tigre, *Pseudoplatystoma tigrinum* (Valenciennes, 1840) no médio Amazonas (Siluriformes, Pimelodidae). *Acta Amazonica*. 29 (3):463-476.
- Santos, G.M. 1986/87. Composição do pescado e situação da pesca no Estado de Rondônia. *Acta Amazonica*, 16/17: 43-84.
- Santos, G.M. 1995. Impactos da hidrelétrica de Samuel sobre as comunidades de peixes do rio Jamari (Rondônia, Brasil). *Acta Amazonica*, 25(3/4): 235-246.
- Sparre, P. & S.C. Venema (Eds.). 1997. *Introdução à avaliação de mananciais de peixes tropicais. Parte 1*. Roma: Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura - FAO.
- Ssentongo, G.W. ; Larkin, P.A.1973. Some simple methods of estimating mortality rates of exploited fish populations. *J. Fish. Res. Bd. Can.* 30:695-698.
- Vieira, E. F. 1999. Determinação da idade e crescimento do jaraqui de escama grossa (*Semaprochilodus insignis*) na Amazonia Central. (Dissertação de mestrado) INPA/UA. Manaus. 86p.

## CAPÍTULO I

**Caracterização da pesca de duas espécies da família Pimelodidae exploradas pela frota pesqueira em um trecho do rio Madeira em Rondônia<sup>1</sup>.**

Igor Rechetnicow Alves Sant'Anna<sup>a</sup>

Carlo Edwar de Carvalho Freitas<sup>b</sup>

Carolina Rodrigues da Costa Doria<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Programa de Pós-Graduação em Ciências Pesqueiras nos Trópicos – CIPET. Av. General Rodrigo Octávio Jordão Ramos, 3000, Campus Universitário, Coroado I - Manaus/Amazonas. e-mail: [igorcoop@yahoo.com.br](mailto:igorcoop@yahoo.com.br)

<sup>b</sup> Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas, Brasil.

<sup>c</sup> Universidade Federal de Rondônia (UNIR). Porto Velho, Rondônia, Brasil.

Palavras-chave: *Brachyplatystoma platynemum*, Cachoeira do Teotônio, pesca artesanal, *Pinirampus pirinampu*, produção pesqueira.

<sup>1</sup> Artigo a ser submetido à revista:  
*Fisheries Management and Ecology*  
Editada por: IG Cowx e Schramm HL  
Online ISSN: 1365-2400  
Frequência: bimensal  
Fator de impacto: 1.294

## Introdução

Na Amazônia, as pescarias artesanais exploram diversas espécies comerciais, de médio e grande porte. Grande parte destas são migradoras, entre as quais se destacam nos desembarques, *Brachyplatystoma filamentosum*, *Colossoma macropomum*, *Brachyplatystoma rousseauxii*, *Zungaro zungaro*, *Pseudoplatystoma punctifer* entre outras (Barthem e Goulding, 2007).

Diversos aparelhos e métodos de pesca são utilizados nas pescarias em águas continentais, incluindo a rede de espera, a rede de arrasto de praia, a rede de cerco, arco e flecha, arpão, covos, anzóis, armadilhas com galhos secos, dentre outros. Os implementos modernos que incluem a lanterna de mão para detectar o peixe à noite, o sonar portátil, etc., são usados apenas esporadicamente. Os pescadores trabalham individualmente, em pares, ou em pequenos grupos de 4 a 6 indivíduos e, às vezes, em pescarias comunitárias, envolvendo um número maior de pessoas (Petrere, 2002; Barthem e Goulding, 2007; Doria et al., 2011).

A multiespecificidade é encontrada em mercados pesqueiros ao longo do rio Madeira (Cardoso e Freitas, 2008; Doria et al., 2010) com mais de 60 espécies observadas nos diferentes pontos de desembarques. Porém, nas localidades de Humaitá, Calama, São Carlos, Nazaré, Cuniã, São Sebastião, Porto Velho, Cachoeira do Teotônio, Jaci-Paraná, Abunã, Nova Mamoré e Guajará-Mirim, a maior parte da captura registrada é composta geralmente por 5 a 10 categorias. A ordem Siluriformes representou 39% das capturas nos mercados do rio Madeira (segunda maior em produção), a família Pimelodidae contribuiu com maior percentual do pescado (36%) perante as outras (Doria et al., 2010).

Entre os estudos desenvolvidos visando caracterizar a pesca no rio Madeira em Rondônia (Goulding, 1979; Santos, 1986/1987; Boischio, 1992, Lima, 2010 e Doria et al., 2011) pôde se observar entre 10 e 20 categorias de pescado somando os principais pontos de desembarque. A composição dos desembarques pesqueiros nos mercados ao longo do rio Madeira, em 2004 (Doria et al., 2011), apresentaram maior porcentagem da produção dessas espécies Tambaqui, (*Colossoma macropomum*); Curimatã, (*Prochilodus nigricans*); Dourada, (*Brachyplatystoma*

*rousseauixii*); Jaraqui, (*Semaprochilodus spp*); Jatuarana/Matrinxã, (*Brycon amazonicus*, *B. cephalus*).

Os bagres são os que alcançam os maiores preços de venda nos mercados ao longo do rio Madeira (Araújo, 2002; Doria *et al.*, 2011), na maioria das vezes, esse preço chega a ser o triplo dos peixes de escama (Sant'Anna, 2007). E em algumas localidades onde estes bagres constituem sua principal categoria de pescado com altos valores de captura. Especialmente, na comunidade ribeirinha Cachoeira do Teotônio que faz parte do reservatório da UHE Santo Antônio formado em dezembro de 2010.

O barba chata, *Pinirampus pirinampu*, (Spix & Agassiz, 1829) é um grande bagre da família Pimelodidae com comportamento migratório (Agostinho & Julio-Jr, 1999). Distribui-se por toda região tropical da América do Sul (Agostinho *et al.*, 1995; Barthem & Goulding, 1997). Seu tamanho máximo pode variar de 60 (Santos *et al.*, 2006) a 75 cm (Agostinho & Júlio-Jr, 1999).

Possui barbilhões largos (Lauzanne & Loubens, 1985) e nadadeira adiposa que começa após a dorsal e vai até próxima da caudal (Sant'Anna, 2007) (Figura 1.1). Habita preferencialmente regiões profundas de ambientes lóticos ou semi-lóticos (Freire & Agostinho 2000) do canal, e das margens de rios com águas branca, preta e clara (Santos *et al.*, 2006).

A categoria barba chata é muito apreciada na tríplice fronteira Brasil-Peru-Bolívia pelos peruanos, onde estão sendo desenvolvidos projetos para melhor aproveitamento deste recurso pelas comunidades existentes, principalmente no Peru (Freitas *et al.*, 2010).

O único estudo feito com *P. pirinampu* no rio Madeira foi o de Sant'Anna, 2007 descrevendo o período reprodutivo, padrões de migração e estrutura em comprimento desta espécie.



Figura 1.1. Exemplar de barba chata, *Pinirampus pirinampu*. Foto: Igor Sant'Anna.

O babão, *Brachyplatystoma platynemum* (Boulenger, 1898) tem porte grande, até 1 metro, apresenta cabeça deprimida, olhos pequenos e barbilhões largos e achatados (Figura 1.2). Com uma coloração cinza azulado no dorso e amarela no ventre (Santos *et al.*, 2006). Tem hábito carnívoro se alimentando de peixes e invertebrados. De forma similar a dourada e a piramutaba realiza longas migrações anuais nos rios de água branca (Barthem e Goulding, 2007).

A representatividade da espécie nos desembarques vem crescendo neste século em mercados no Peru e na Colômbia (Tello e Bailey, 2001; Agudelo *et al.*, 2011). O mesmo foi observado para o rio madeira na porção rondoniense (Doria *et al.* 2010). Considerando que esta espécie atravessa esta região do Madeira e vai até a Bolívia onde é também consumida (Muñoz e Van Damme, 1998), a espécie foi indicada pelo IBAMA como espécies alvo do Programa de Conservação da Ictiofauna das Usinas Hidrelétricas do Madeira (Doria *et al.*, 2010). Na qual visa o monitoramento do seu estoque e influencia das UHEs do Madeira sobre a população que ocupa essa região. Antes disso nenhum estudo focando o babão havia sido desenvolvido na bacia do Madeira.



Figura 1.2. Exemplar de babão, *Brachyplatystoma platynemum* capturado na cachoeira do Teotônio. Foto: Igor Sant'Anna

Este trabalho visa avaliar a importância da atividade pesqueira dessas duas espécies migradoras para as populações tradicionais residentes no rio Madeira, considerando as mudanças ambientais ocorridas durante o ciclo hidrológico.

## Material e métodos

### Área de estudo

O rio Madeira é o principal tributário do rio Amazonas em área, vazão e transporte de sedimentos (Latrubesse et al.,2005). Em sua extensão, transnacional, envolve o Brasil, Peru e a Bolívia, sendo seus principais afluentes os rios Beni (Bolívia) e Mamoré (Brasil) (Goulding, 1979).

Goulding (1979) propôs a divisão do rio Madeira em quatro zonas: baixo rio Madeira, Situada entre confluência com o rio Aripuanã e a foz do rio Madeira, no rio Amazonas; médio rio Madeira, que corresponde ao trecho entre o rio Aripuanã e o rio Machado, já no estado de Rondônia; alto rio Madeira, região entre a cachoeira de Santo Antônio e o rio Machado, e Cachoeiras do rio Madeira, compreendendo o trecho de cachoeiras entre Porto Velho até a foz do rio Beni.

Este trabalho foi realizado no âmbito do Programa de Monitoramento da Atividade Pesqueira convênio SAE/UNIR. Os pontos amostrais selecionados ao longo do rio Madeira incluem os seguintes (Figura 1.3):

- Portos de desembarque pesqueiro (6): Humaitá, Porto Velho, Jacy-Paraná, Abunã, Nova Mamoré e Guajará-Mirim.
- Comunidades Ribeirinhas com tradição pesqueira (5): São Carlos, Calama, Nazaré/BoaVitória, Cachoeira do Teotônio/Vila Amazonas, São Sebastião/Novo Engenho Velho.

Os resultados são apresentados separando-se Ano I (abril/09 a março/10) e Ano II (abril/10 a março/11). Também foram utilizados abreviação dos nomes de cada localidade da seguinte forma: Guajará-Mirim – GUA, Nova Mamoré – NVM, Abunã – ABU, Jacy-Paraná – JCP, Cachoeira do Teotônio – CHT, Porto Velho – PVH, São Sebastião – SSO, Nazaré – NAZ, São Carlos – SCS, Calama – CAL e Humaitá - HUM.



Figura 1.3. Localização dos 11 pontos de desembarque pesqueiro amostrados neste estudo ao longo do rio Madeira. Fonte: Google Earth.

#### Coleta de dados

##### Séries dados de desembarque de 1999 a 2009

Os registros de desembarques por mês, de 1999 até 2009 com a produção total e específica foram resgatados junto à Colônia de pescadores Tenente Santana Z-1, pelo Laboratório de Ictiologia e Pesca da Universidade Federal de Rondônia. A informação utilizada como base para o estudo foram os totais da produção em kg de *P. pirinampu* e *B. platynemum* registradas no município de Porto Velho.

##### Caracterização da pesca de 2009 a 2011

Os dados utilizados foram os coletados durante o Programa de Monitoramento da Atividade Pesqueira no período de Abril de 2009 a Março de 2011 realizado pelo Laboratório de Ictiologia e Pesca – UNIR. A coleta de dados consiste em registros diários dos desembarques ocorridos, realizados por coletores contratados e treinados pelos técnicos responsáveis.

O Questionário de Registro do Desembarque Pesqueiro utilizado contemplou as variáveis: Produção total e específica em kg; composição em peso da captura; esforço de pesca; aparelhos de pesca utilizados; locais, períodos e habitats de pesca; custos operacionais com a atividade pesqueira na região.

Os desembarques realizados em cada ponto foram acompanhados pelo coletor responsável através da aplicação dos questionários e preenchimento dos formulários para as embarcações que chegavam com a produção.

A curva do nível hidrológico do rio Madeira de abril de 2009 a março de 2011 foi obtida utilizando-se os dados das cotas diárias registrados na estação Portobrás - CPRM, localizada no município de Porto Velho – RO. A partir destes dados calculou-se a média mensal para os dois anos.

### Análise de dados

#### Séries dados de desembarque de 1999 a 2009

As informações foram organizadas através da produção de *P. pirinampu* e *B. platynemum* desembarcadas. Foi calculada um percentual e realizada comparação da produção (%) dessas as demais espécies desembarcadas. Foram traçadas curvas de produção das duas espécies observando a oscilação desta ao longo dos 10 anos.

#### Caracterização da pesca de 2009 a 2011

Os dados dos questionários do registro de desembarque pesqueiro foram armazenados em planilhas Microsoft Access (2003).

As informações obtidas foram organizadas de forma a identificar e delimitar padrões observados na pesca, além de subsidiar a compreensão dos seguintes itens: Produção pesqueira, por localidade, por apetrecho e por período sazonal; O preço médio do quilo das duas espécies na região; Lista de apetrechos utilizados por localidade; A renda bruta nas expedições das espécies por localidade. A receita bruta foi estimada por meio do produto entre a quantidade de pescada em Kg e o preço médio de primeira comercialização do pescado em reais.

Uma Regressão Múltipla foi aplicada ao conjunto de dados, tendo como variável dependente a captura (Kg) e variáveis independentes os itens que compõem as expedições de pesca, desse trabalho como: a duração das pescarias (dias), número de pescadores, nível hidrológico (mm) e quatro embarcações: canoa, canoa motorizada, a pé e barco pescador (variável dummy). Os valores das variáveis foram transformados a  $\log_{10}+1$  para obter normalidade.

No intuito de garantir a acuidade dos dados do modelo, não foram coletadas informações sobre a produção das pescarias quando o pescado foi encaminhado por meio dos barcos de transporte de passageiros diretamente aos atravessadores nos portos sem um pescador responsável que pudesse responder à entrevista.

## Resultados

### Séries dados de desembarque de 1999 a 2009

Segundo a série de dados, *P. pirinampu* não foi desembarcada nos anos de 1999 a 2001, assim como em 2004 e 2008 (figura 1.4). No ano de 2002 o registro foi realizado apenas no mês de novembro, onde apresentou 929 kg de produção total, sendo a ano de menor produção. A maior produção foi no ano de 2007. Na análise de desembarque mensal os registros demonstraram a alta observada no ano de 2007 nos meses de novembro e dezembro (7.688 e 7.571 kg, respectivamente) (figura 1.5).

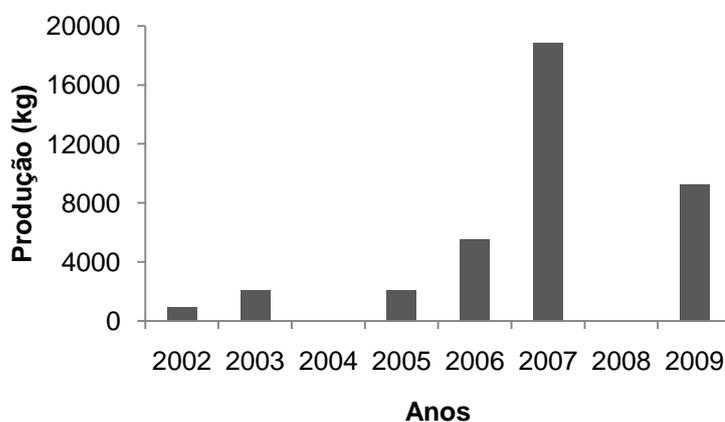


Figura 1.4. Produção (kg) de *P. pirinampu* no município de Porto Velho no período de 2002 a 2009. Fonte Colônia de pescadores Z-1.

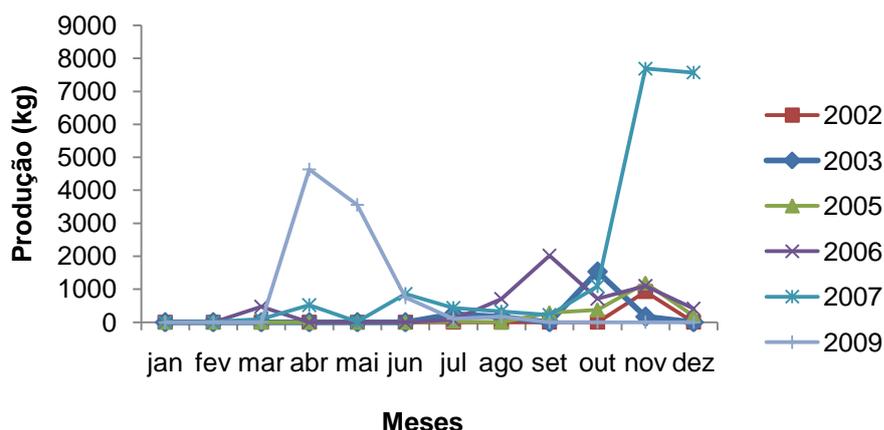


Figura 1.5. Produção (kg) de *P. pirinampu* no município de Porto Velho entre os meses dos anos de 2002 a 2009. Fonte Colônia de pescadores Z-1.

A série de dados de desembarque de *B. platynemum* abrangeu os 10 anos (Figura 1.6). A produção se apresentou baixa nos primeiros anos e quando sofreu leve aumento a partir de 2005 (10.651 kg) até 12.299 kg em 2008. O ano de menor produção foi 2000 com 2.695 kg. A análise dos meses demonstra que esta espécie não possui um período de safra no rio Madeira (Figura 1.7), pois apresentou vários picos de produção em diferentes fases do nível hidrológico. Em 1999 apresentou um pico na enchente (2.641 kg), depois um pico na seca de 2005 (3.047 kg), no ano seguinte obteve alta produção na fase cheia-vazante (3.012 kg, 1.618 kg e 2.023 kg, respectivamente). Finalmente em 2009 foi registrado pico da produção nos dois meses da cheia, com 3.072 kg em março e 3.000 kg em abril.

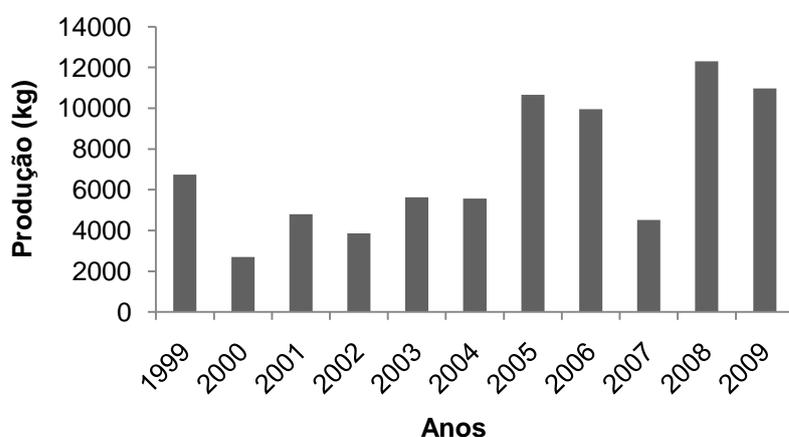


Figura 1.6. Produção (kg) de *B. platynemum* no município de Porto Velho no período de 2002 a 2009. Fonte Colônia de pescadores Z-1.

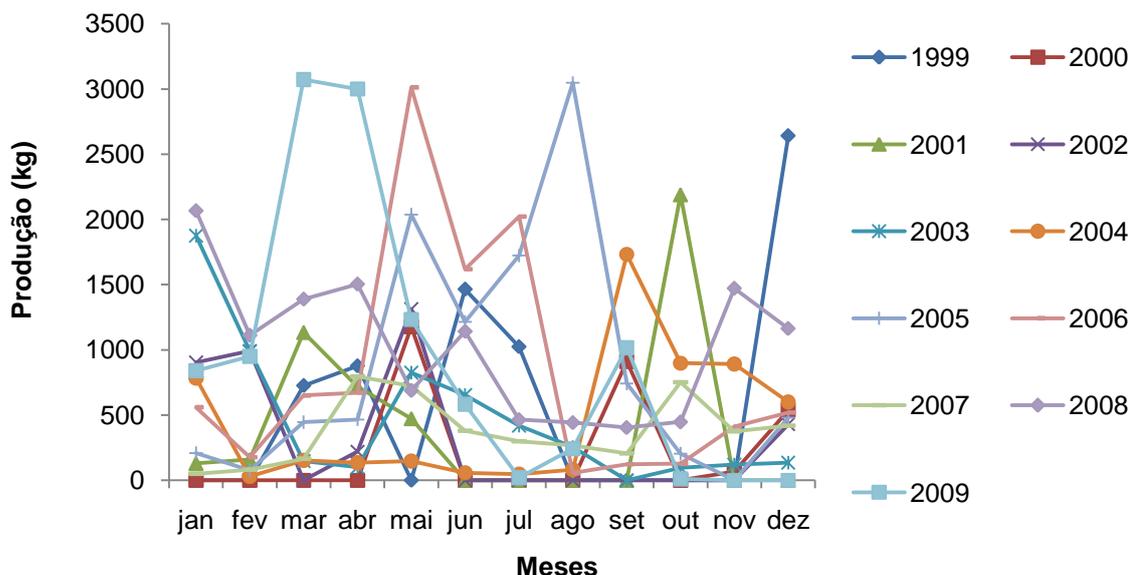


Figura 1.7. Produção (kg) de *B. platynemum* no município de Porto Velho no período de 1999 a 2009. Fonte Colônia de pescadores Z-1.

Foi possível o cálculo da porcentagem na produção nos anos de 1999 a 2007 de *P. pirinampu* e *B. platynemum*. A média foi 0,76 e 1,10%, respectivamente (Figura 1.8).

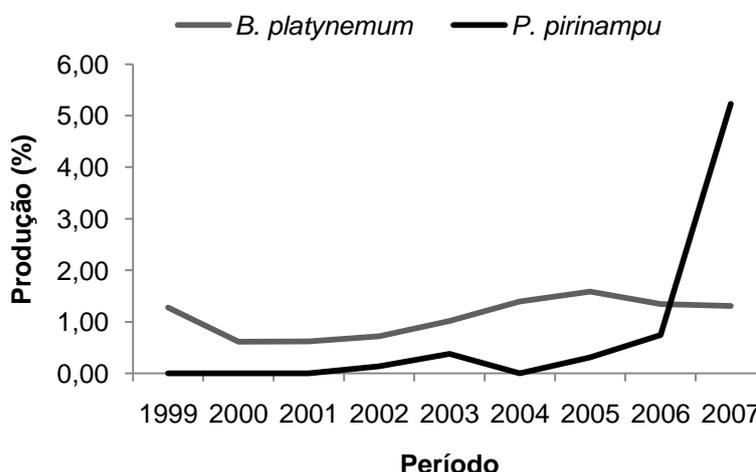


Figura 1.8. Porcentagem da produção das duas espécies no município de Porto Velho entre 1999 e 2007.

#### Caracterização da pesca de 2009 a 2011

Nos Anos I e II foram registrados 3.611 desembarques com *P. pirinampu* e/ou *B. platynemum*, onde 4.771 pescadores (entre um e dois pescador(es) por desembarque) envolvidos nas onze localidades amostradas.

Nos registros de desembarque *P. pirinampu* foi a que obteve maior produção nos desembarques no Ano I com 92.964,8 kg (18%), já no Ano II esta espécie se apresentou em 3º lugar nos desembarques com 42.947,5 kg (8,3%). Somando os dois anos *P. pirinampu* foi a 3ª em produção com cerca de 136 t representando 13,2% (figura 1.9). A produção de *B. platynemum* foi mais modesta, com 11.058,2 kg no Ano I (2,1%) e 10.749 kg (2,1%) ficando em 10º e 16º nos desembarques, somando os dois anos apresentou produção de mais de 23 t (figura 1.10). A produção das duas espécies foram maiores na localidade Cachoeira do Teotônio, *B. platynemum* também apresentou alta produção em Humaitá com mais de sete toneladas.

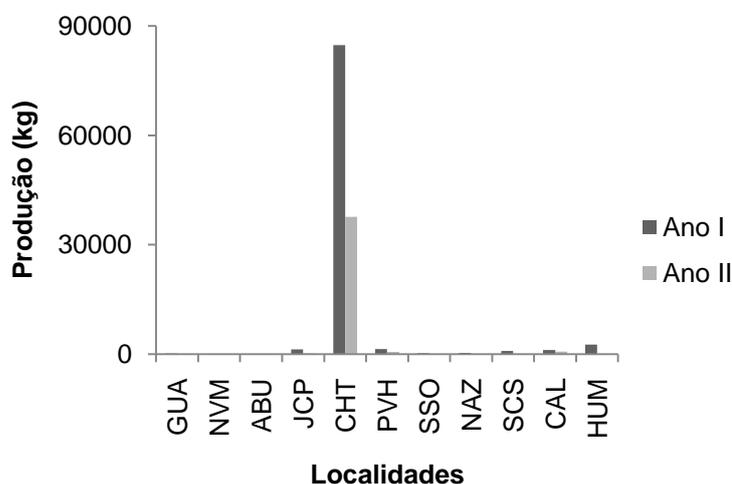


Figura 1.9. Produção anual (Ano I: abril/09 a março/10) e Ano II: abril/10 a março/11) em quilo (kg) de *P. pirinampu* por localidade.

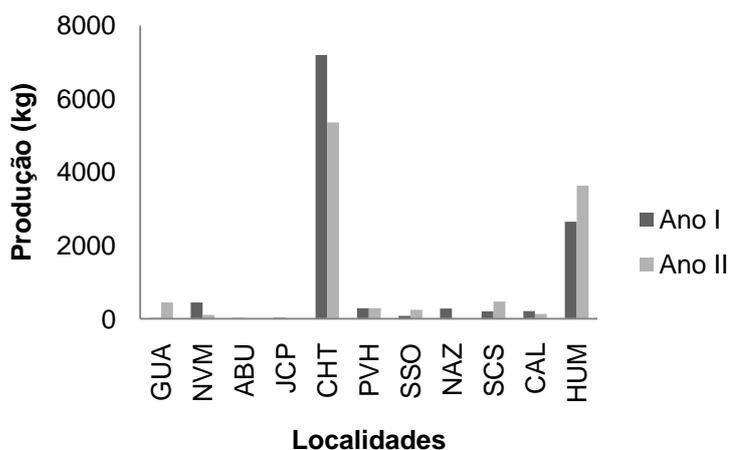


Figura 1.10. Produção anual (Ano I: abril/09 a março/10) e Ano II: abril/10 a março/11) em quilo (kg) de *B. platynemum* por localidade em cada ano.

Os apetrechos listados nos desembarques das duas espécies foram os seguintes, seguindo uma descrição adaptada de Goulding (1979) (Tabela 2):

Tabela 2. Descrição e tipos de apetrechos utilizados na pesca artesanal de Pimelodídeos no rio Madeira entre Guajará-Mirim a Humaitá.

Rede	Malhadeira	Rede de emalhar de nylon multifilamento com malhas variadas dependendo da espécie alvo; possui bóias na tralha superior e chumbos na tralha inferior.
	Caçoeira	Rede de emalhe grande e alta, colocada à deriva no meio do rio, sendo geralmente utilizada por duas embarcações.
	Tarrafa	Rede cônica com bordas equipadas com chumbo.
Anzol	Linha de mão	Linha de nylon comprida, com um anzol de tamanho na ponta.
	Canço	Linha amarrada a uma vara de pescar com anzol e, às vezes, chumbo na sua extremidade.
	Espinhel	Linha mais grossa amarrada entra as árvores na floresta alagada com linhas e anzóis pendurados em profundidade de no máximo 1m.
	Grozeira	Uma linha mestra com várias linhas secundárias contendo anzóis, sendo que as extremidades da linha mestra estão amarradas na margem e em poitas.
	Visga	Vara de madeira onde ponta se prende uma haste metálica e um gancho, utilizada em Teotônio.
Armadilha	Covi	Aparelho de pesca em forma cônica, de ferro, utilizado submerso e amarrado às margens da cachoeira do Teotônio.

O apetrecho mais produtivo para *P. pirinampu* foi a tarrafa com 50 t, em segundo a grozeira com 49 t nos anos de 2009 a 2011 (Figura 1.11). Estes apetrechos eram comumente utilizados na Cachoeira do Teotônio no período de seca devido a formação de vários poços próximos as corredeiras, onde os pescadores chegam a pé facilmente e de um lago entre os dois blocos de rochas existentes na cachoeira onde os peixes se concentram.

A tarrafa também foi responsável pela maior produção de *B. platynemum* (5 t), porém essa foi utilizada em outro ambiente conhecido como ilha das Flores na Cachoeira do Teotônio. Esta espécie foi mais abundante na época de enchente (figura 1.12), quando se agrupa em uma parte da cachoeira ao lado da ilha

das Flores, migrando rio acima. Em seguida, com 4,4 t, o apetrecho de pesca de forma cônica, covi, é utilizado junto a uma estrutura presa as rochas que permite colocá-lo nas corredeiras. Na cheia, próxima a margem esquerda da cachoeira existe um “corredor” por onde sobe esta espécie. A malhadeira de fibra e os apetrechos combinados utilizados pela frota pesqueira de Humaitá, no canal do rio, obtiveram maior contribuição para produção desta espécie na seca.

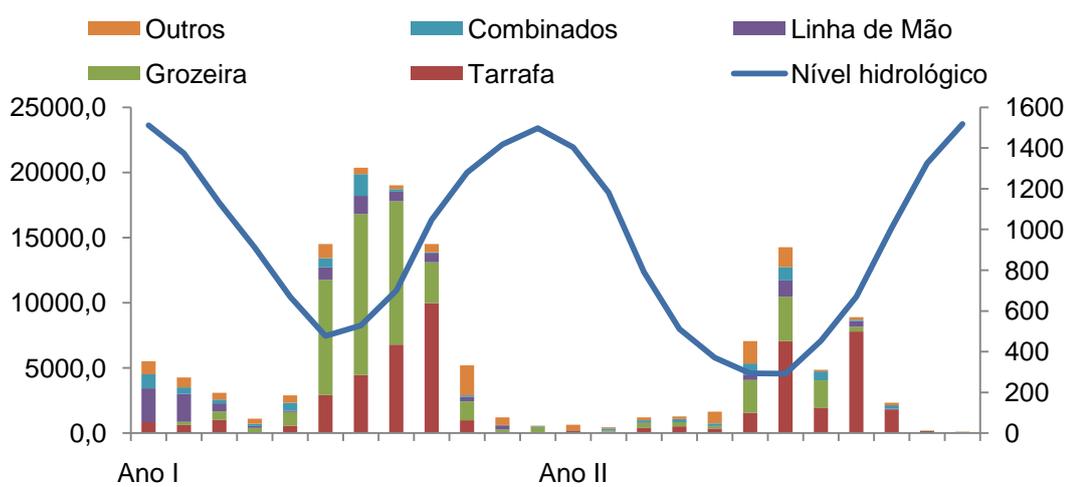


Figura 1.11. Produção em quilos (kg) por apetrecho utilizado na captura de *P. pirinampu* acompanhado do nível hidrológico nos anos de 2009 a 2011.

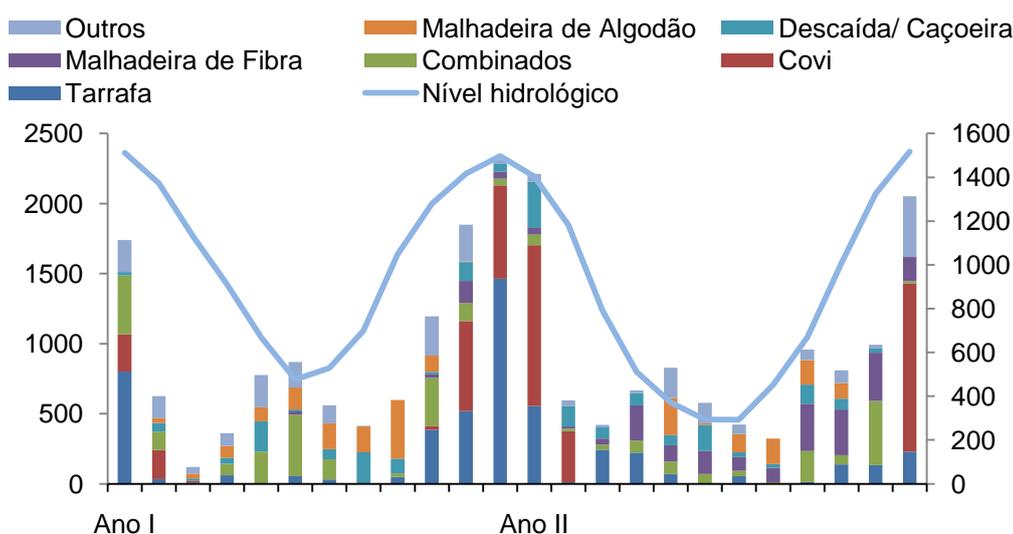


Figura 1.12. Produção em quilos (kg) por apetrecho utilizado na captura de *B. platynemum* acompanhado do nível hidrológico nos anos de 2009 a 2011.

A análise de regressão múltipla para *P. pirinampu* mostrou que as variáveis: número de pescadores, número de dias de pesca, nível hidrológico e a mudança de canoa, a pé e barco pescador para canoa motorizada se mostraram altamente significativas, porém explicaram apenas 10,1% da variabilidade das capturas ( $r^2=0,105$ ;  $N=1.197$ ). Para *B. platynemum* as variáveis: número de pescadores, número de dias de pesca, nível hidrológico, e a mudança de canoa e a pé para canoa motorizada e barco pescador foram significativas e explicaram 18% da variabilidade das capturas ( $r^2=0,176$ ;  $N=689$ ).

As duas espécies apresentaram maior receita bruta na Cachoeira do Teotônio, porém os maiores preços foram pagos em Abunã, obedecendo a lei do mercado afinal essas categorias são raras nessa localidade, R\$7,20 para *P. pirinampu* (tabela 4) e R\$6,60 para o *B. platynemum* (tabela 5) como observado em (Santos, 1986/87). A representatividade de *P. pirinampu* na renda bruta total gerada nos dois anos foi de 5,14% e de *B. platynemum* foi de 1,2%.

Tabela 3. Renda bruta (R\$) gerada na primeira compra e preço médio de *P. pirinampu* por localidade no período (Ano I e Ano II).

Localidades	Preço médio	Receita bruta
Guajará Mirim	R\$ 3,57 ( $\pm 1,13$ )	R\$ 15.948,75
Nova Mamoré	R\$ 4,89 ( $\pm 1,56$ )	R\$ 5.761,27
Abunã	R\$ 7,20 ( $\pm 1,48$ )	R\$ 100,80
Jaci Paraná	R\$ 3,70 ( $\pm 1,33$ )	R\$ 770,00
Cachoeira do Teotônio	R\$ 2,74 ( $\pm 1,42$ )	R\$ 314.781,67
Porto Velho	R\$ 2,84 ( $\pm 0,75$ )	R\$ 1.427,27
São Sebastião	R\$ 3,42 ( $\pm 0,91$ )	R\$ 100,80
Cuniã	R\$ 2,50 ( $\pm 0,00$ )	R\$ 592,32
Nazaré	R\$ 2,00 ( $\pm 0,71$ )	R\$ 520,95
São Carlos	R\$ 1,74 ( $\pm 0,71$ )	R\$ 931,08
Calama	R\$ 2,31 ( $\pm 0,73$ )	R\$ 4.219,63
Humaitá	R\$ 2,50 ( $\pm 1,38$ )	R\$ 5.313,62

Tabela 4. Renda bruta (R\$) gerada na primeira compra e preço médio de *B. platynemum* por localidade no período (Ano I e Ano II).

Localidades	Valores médios	Receita bruta
Abunã	R\$ 6,60 ( $\pm 1,14$ )	R\$ 99,00
Cachoeira do Teotônio	R\$ 4,31 ( $\pm 2,62$ )	R\$ 49.121,53
Calama	R\$ 3,74 ( $\pm 1,55$ )	R\$ 1.197,58
Guajará Mirim	R\$ 5,17 ( $\pm 1,15$ )	R\$ 2.488,55
Humaitá	R\$ 3,24 ( $\pm 1,21$ )	R\$ 19.177,08
Jaci Paraná	R\$ 4,00 ( $\pm 2,83$ )	R\$ 142,00
Nazaré	R\$ 4,42 ( $\pm 1,36$ )	R\$ 1.245,50

Nova Mamoré	R\$ 5,36 ( $\pm 1,42$ )	R\$ 2.949,30
Porto Velho	R\$ 4,80 ( $\pm 1,18$ )	R\$ 2.532,75
São Carlos	R\$ 3,32 ( $\pm 1,61$ )	R\$ 1.759,31
São Sebastião	R\$ 5,18 ( $\pm 0,98$ )	R\$ 1.354,20

## Discussão

Nos últimos quatro anos foi promovida uma padronização para a coleta de dados de pesca entre as principais instituições que realizam coleta de dados na Amazônia, a fim permitir análises comparativas das pescarias desenvolvidas na Amazônia Legal (CEPNOR/IBAMA, 2006). A padronização é importante, pois permite a avaliação de estoques que realizam migrações e também tem efeito comparativo com outras populações exploradas em diferentes áreas amazônicas, podendo viabilizar que futuras ações de manejo sejam interestaduais ou mesmo internacionais.

As categorias barba chata e babão se encontravam no desembarque do rio Madeira entre as menores produções. No trabalho de Doria et al, (2011) foram analisados os desembarques do ano de 2004, o barba chata não aparece nos registros de desembarque e o babão representava 0,65% da produção. Neste estudo observou-se um aumento da produção do babão e o surgimento do registro do barba chata já em terceiro lugar, ultrapassando um outro pimelodídeo, a dourada.

Barthem e Goulding, (2007) inserem que os principais mercados pesqueiros da Amazônia estão divididos entre o rio Amazonas e seu afluentes em Regiões pesqueiras nos quatro países: Brasil, Bolívia, Peru e Colômbia. Dentre as regiões que apresentam maior quantidade de bagres desembarcados pode-se destacar a região tríplice fronteira Brasil-Peru-Colômbia onde maior centro de desembarque é em Letícia na Colômbia (Barthem e Goulding, 2007; Agudelo et al, 2011). Este município junto ao município de Tabatinga no Brasil é responsável por 80% dos bagres exportados para outras regiões da Colômbia.

Acompanhado dessas grandes produções, também se observou substituição de algumas espécies por outras, nessa área, na periferia da Amazônia. O bagre mais produtivo em Letícia é a dourada desde 1995 até o ano de 2008 (Muñoz-Sosa, 1999; Agudelo et al, 2011). A piraíba que representava 32% em 1994, após dez anos de exploração, seu percentual caiu para 1,7%. O babão surge nos registros a partir de 2005 em quinto lugar. Atualmente outros bagres como piracatinga e mapará começam a ganhar mais espaço nesse mercado (Agudelo et al, 2011).

Na Tríplice fronteira Brasil-Peru-Bolívia, na bacia do rio Acre, também se caracteriza por maior concentração da pesca comercial em bagres. Porém pescadores observaram que nos últimos oito anos categorias como dourada e surubim tem caído de produção (Freitas et al., 2010). Segundo os autores as categorias que estão substituindo estas, apresentando maior produção no mercado, são mandi e barba chata.

Categorias de pescado sendo substituídas por outras também foi observado por Tello e Bayley (2001) na bacia do rio Amazonas no Peru onde *B. rousseauxii* e *P. fasciatum* estão dando lugar as outras espécies mais produtivas, de crescimento rápido.

Observa-se semelhanças da pesca de bagres no Madeira com a periferia da Amazônia (composição de bagres entre as maiores produções, sazonalidade e presença dos apetrechos), ainda que mantendo particularidades. Observou-se que, não apenas a sazonalidade é inerente a presença do aparelho como também o ambiente de pesca, no caso a utilização de redes a deriva no canal do rio e arpão ou visga em cachoeiras para pesca de bagres.

Na tríplice fronteira Brasil-Peru-Colômbia, a pesca é de caráter artesanal com pescadores interiorinos (Barthem et al., 1992), onde as embarcações não possuem urnas de armazenamento (Agudelo et al, 2011). No rio Caquetá existem duas cachoeiras Araracuara e Córdoba, na cidade de La Pedrera (Duivenvoorden & Lips, 1993) onde a pesca é realizada no período da seca é semelhante a realizada na Cachoeira do Teotônio, os pescadores se posicionam nas pedras a espera da subida dos bagres que se concentram nas poças e nos remansos, porém a pesca nessa região é realizada com arpão.

A pesca de arpão é a responsável pela maior produção nos rio Caquetá, Içá e Solimões na seca. Logo após apresentam grande produção a rede rodada ou caçoeira e corda, um tipo de espinhel que substituem o arpão, sendo utilizados na cheia (Castro e Santamaria, 1993; Córdoba, 1994; Muñoz-Sosa, 1999; Alonso, 1998). Pesca semelhante observa-se no rio Japurá que apresenta altos valores de produção devido a pesca se concentrar principalmente em uma Cachoeira (Chorro), onde os grandes bagres ficam mais vulneráveis no período da seca (Fernández, 1992).

Na Tríplice fronteira Brasil-Peru-Bolívia, grande parte dos pescadores é indígena. Esses indígenas pescam apenas durante 4 meses do ano e o apetrecho mais produtivo é a linha de mão, com o surgimento da tarrafa e das redes de espera aumentaram sua produção. No lado brasileiro os pescadores possuem embarcações maiores (arqueação bruta de 7 t e formando equipes de canoas motorizadas e canoas) e apetrechos menos seletivos como a rede de cerco, como também pescam o ano todo. Segundo os pescadores indígenas peruanos isso contribui com maior intensidade para redução de espécies de grande valor.

Em comum, nestes trabalhos na periferia da Amazônia, o discernimento de que a pesca esteja contribuindo para os impactos acima citados. Além da mudança de apetrechos e aumento na produção sem planejamento, porém foram relatados impactos na bacia hidrográfica (desmatamento, mineração, barragens), que para estes autores tem maior contribuição na diminuição dessas populações de peixes.

Nos centros de desembarque de pequena escala na Amazônia, exceto da pesca em reservatórios, os peixes migradores se destacam em produção e preferência pela população chegando a representar até 90% do desembarque nos rios de água branca (Santos, 1986/87; Batista e Petrere Jr, 2003; Carvalho e Fabr e, 2006; Barthem e Goulding, 2007; Tello e Bayley, 2001). A disponibilidade dessas categorias   influenciada pelo nível do rio e a varia o que se encontra geralmente   quanto a Ordem onde estas espécies estão inseridas, sendo Characiformes ou Siluriformes (Barthem e Goulding, 2007).

A predominância das capturas em rios de águas brancas reforça a importância destes tipos de sistemas na produ o pesqueira amazônica. Um dos fatores que podem estar relacionados com influência destes rios no ciclo de crescimento das espécies migradoras de superfície seria a transi o de ambientes, a mudança de águas de poços e igarapés (período de alimenta o e cria o) para encontros de águas, onde segundo Lowe-McConnel (1999)   realizada a desova da espécie.

Em três estudos (CESP, 1996; Dias et al., 2004; Silva, 2010) observou-se que o barba chata obteve impacto positivo nos primeiros anos após a implanta o da UHE e indícios de atividade reprodutiva, porém sua condi o corporal diminuiu muito. O barba chata está entre as 10 espécies mais pescadas no reservatório de Itaipu com tarrafa e espinhel (Dias et al., 2004). A grande produ o de barba chata,

se deve a comunidade onde os pescadores já foram remanejados em função da implantação da Usina hidrelétrica de Santo Antônio, alterando fortemente a pesca, desta forma essa produção talvez não se mantenha nos próximos anos ou reduza muito.

## **Conclusões**

O ambiente de pesca junto a especificidade dos aparelhos influencia na captura de grandes bagres migradores na pesca de pequena escala.

A pesca de pequena escala de bagres encontrada no rio Madeira é semelhante as encontradas nos países andinos da Amazônia.

O *P. pirinampu*, a partir 2009, esta se tornando o pimelodídeo mais abundante nos desembarques em Rondônia.

## **Referências**

Agostinho, A.A., Gomes, L.C. & Pelicice, F.M. (2007) Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil. EDUEM, Maringá. 245p

Agostinho, A. A. & Julio Jr., H.F. (1999) Peixes da bacia do alto rio Paraná. In: Lowe-McConnell, R.H. (Ed.) Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais. EDUSP, São Paulo, p. 374-400p.

Agudelo, E.; Páez, C. L. S.; Fernández, C. A. R.; Bonilla-Castillo y Hurtado, G. A. G. (2011) Diagnóstico de la pesquería en la cuenca del Amazonas. Capítulo 5. Pp. 142-167. In: Lasso, C. A.; de Paula Gutiérrez, F.; Morales-Betancourt, M. A.; Agudelo, E. Ramirez-Gil, H.; Ajiaco-Martinez, R. E. (Editores). II Pesquerías continentales de Colombia: cuencas del Magdalena-Cauca, Sinu, Canalete, Atrato, Orinoco, Amazonas y vertiente del Pacífico. Serie Editorial Recursos Hidrológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de los Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia.

Alonso, J.C. (1998) Pesca e esforço de Pesca dos Grandes Bagres (Siluriformes: Pimelodidae) num Setor Colombiano do Alto Amazonas. Dissertação de Mestrado. INPA/FUA, Manaus (AM), Brasil, 78p.

Alonso, J. C. & Pirker, L. E. M. (2005) Dinâmica populacional e estado atual da exploração de dourada e de piramutaba In: BARTHEM, R. B. & FABRÉ, N. N. O Manejo da Pesca dos Grandes Bagres Migradores: Piramutaba e Dourada no Eixo Solimões-Amazonas. Provárzea/IBAMA. Manaus, pp 19-27

ANA - Agência Nacional de Águas. (2011) Disponível em [www.ana.gov.br](http://www.ana.gov.br) (Acesso 10/04/2012).

Aragão, J.A.N., Rocha, C.A.S., Petreire Jr, M. (2005) Análise da consistência estatística do programa de coleta de dados de desembarque de pescado - ESTATPESCA, executado pelo IBAMA no nordeste do Brasil. Master Thesis, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Brazil, 193 pp.

Araújo, T.R. (2002) Recursos Pesqueiros: perfil sócio econômico do pescador, esforço, produção e composição do pescado que abastece o Mercado do Cai N'água em Porto Velho/RO nos anos de 1999 a 2001. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas) – Departamento de Biologia. Universidade Federal de Rondônia. Porto Velho. 50 pp.

Ault, J. S., and Ehrhardt, N. M. (1991) Correction to the Beverton and Holt Z-estimator for truncated catch length-frequency distributions. ICLARM Fishbyte, 9(1): 37 e 39.

Barthem, R.B.; Fabr e, N.N. (2004) Biologia e diversidade dos recursos pesqueiros da Amazônia, p. 17-62. In: Ruffino, M.L. (coord.). *A pesca e os recursos pesqueiros na Amazônia brasileira*. Ibama/ Provárzea, Manaus, Brasil, 268 pp.

Barthem, R.B.; Goulding, M. (2007) *Um ecossistema inesperado: a Amazônia revelada pela pesca*. Amazon Conservation Association (ACA), Sociedade Civil Mamirauá, Belém, 241 pp.

Barthem, R. B.; Petreire JR, M.; Isaac, V. J.; Ribeiro, M. C. L. B.; McGRATH, D. G.; Vieira, I. J. A.; BARCO, M. V. (1992) A pesca na Amazônia: problemas e perspectivas para seu manejo. Projeto Iara – Manejo de Vida Silvestre para a Conserva o na América. Belém – PA.

Batista, V.S.; Petreire Jr, M. (2003) Characterization of the commercial fish production landed at Manaus, Amazonas State, Brazil. *Acta Amazonica*, 33(1): 53-66.

Cardoso, R.S.; Freitas, C.E.C. (2008) A pesca de pequena escala no rio Madeira pelos desembarques ocorridos em Manicoré (Estado do Amazonas), Brasil. *Acta Amazonica*, 38: 781-788.

Carvalho, A.R.; Fabr e, N.N. (2006) Da foz do Amazonas aos Andes. *Ciência Hoje*, 39(233): 64-67.

Castro, D.M. & Santamaria, C.A. (1993) Informe Sobre el Estado del Stock Pesquero de los Grandes Bagres Comercializados en el Sector de Araracuara Durante el Año de 1991. Corporacion Colombiana para la Amazonia, Santafe de Bogota, Mimeo, 100p.

Castro, E.; B rios, S.; Summers, P. (2006) La pesca en la cuenca andino-amaz nica del río Pachitea, Perú. Capítulo 3. Pp: 39-74 *En*: Pinedo, D. y Soria, C. El manejo de las pesquerías en los ríos tropicales de Sudamérica. Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (IDRC). Bogotá, Colombia.

CESP, (1996) Aspectos limnológicos, ictiológicos e pesqueiros de reservatórios da CESP no período de 1986 a 1994. CESP, São Paulo, 81p. (Série Pesquisa e desenvolvimento, 136).

Córdoba, E.A. (1994) Composición y Esfuerzo de las Capturas Comerciales en el Bajo Rio Caqueta, Sector La Pedrera (Amazonia Colombiana). **Trabajo de Grado**. Universidad del Valle, Cali, 131p.

Dias, J.H., Britto, S.G.C., Viana, N.C. Garavello, J.C. (2004) Biological and ecological aspects of *Pinirampus pinirampu* (Spix, 1829), Siluriformes, Pimelodidae, in Capivara reservoir, Paranapanema River, Southern Brazil. *Acta Limnologica Brasiliensia*. 16 (3): 293-304.

Doria, C. R .C.; Ruffino, M. L.; Hijazi, N. C.; Cruz, R. L. (2012) A Pesca comercial na bacia do Rio Madeira, estado de Rondônia, Brasil. *Acta Amazonica*, vol. 42(1): 29-40.

Doria, C. R .C. Lima, M. A. L. Lima, H. M. Sant'Anna, I. R. A. Monteiro-Neto, J. M. (2010). Monitoramento da Atividade Pesqueira no rio Madeira. *In*: Doria, C. R .C.; Leite, R. G.; Röpke, C. P.; de Queiroz, L. J. Relatório Técnico Anual: Programa de Monitoramento e Conservação da Ictiofauna do rio Madeira. Convenio SAE/UNIR/RIOMAR. Porto Velho. 215 pp.

Duivenvoorden, J.F. & J.M. Lips. (1993). *Ecologia del paisaje del médio Caquetá*. Saldariaga, Bogotá, Colombia, 76pp

Fernández, C.A.R. (1992) Bagres, Malleros y Cuerderos em el Bajo Rio Caquetá. Commercial Fisheries in the Lower Caqueta. **Estudios en la Amazonia Colombiana**, Vol.2, Tropebos, Colombia, 2ª. Ed., Bogotá, 152p.

Freire, A.G. & Agostinho, A.A. (2000) Distribuição espaço temporal de 8 espécies dominantes da ictiofauna da bacia do Alto Rio Paraná. *Acta Limnologica Brasiliensia*. 12, pp 105-120.

Freitas, R.R. Reis, V. L. Apel, M. (2010) Governança de Recursos Pesqueiros na bacia do rio Acre com ênfase na Tríplice Fronteira (Brasil, Peru e Bolívia). V Encontro Nacional da Anppas Florianópolis - SC – Brasil.

Gonçalves, C. Batista, V. (2008) Avaliação do desembarque pesqueiro efetuado em Manacapuru, Amazonas, Brasil. *Acta Amazonica*, vol. 38(1), pp 135 - 144

Goulding, M. (1979) *Ecologia da pesca do rio Madeira*. INPA: Manaus, 172 pp.

IBAMA. 2006. Relatório do censo estrutural da pesca de águas continentais na região norte. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Convênio ADA/UFRA Nº 018/2004. Belém, PA. 233 pp.

Isaac, V. J.; Barthem, R. B. (1995) Os recursos pesqueiros da Amazônia brasileira. *Boletim Museu Paraense Emilio Goeldi, sér. Antropol.* IJ(2).

Latrubesse, E.M.; Stevaux, J.C.; Sinha, R. (2005) Tropical rivers. *Geomorphology*, 70(3-4): 187-206.

Lauzanne, L. & Loubens, G. Peces del rio Mamore. (1985) Coleção Travaux et Documents n. 192. ORSTOM – CORDEBENI/UTB: Paris. 116p.

Lowe-McConnell, R.H. (1999) Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais. EDUSP, São Paulo, p.374-400.

Mateus, L. A. F. & Penha J. M. F. (2007b) Dinâmica populacional de quatro espécies de grandes bagres na bacia do rio Cuiabá, Pantanal norte, Brasil (Siluriformes, Pimelodidae). *Revista Brasileira de Zoologia* 24 (1): 87 – 98.

Merona, B.; Bittencourt, M. M. (1988) A pesca na Amazônia através dos desembarques no mercado de Manaus: resultados preliminares. *Memória Sociedad Ciencias Naturales La Salle*, 48: 433-453.

Muñoz-Sosa, D.L. (1999) Ecología de *Brachyplatystoma* sp. En el bajo rio Caqueta, Amazonas-Colombia. In: Manejo Y Conservación De Fauna Silvestre En América Latina (Fang, T.G., O.L. Montenegro & R.E. Bodmer, eds.), p. 237-243. Instituto de Ecología, La Paz, Bolivia,

Petrere, M. (2002) Relatório de viabilidade binacional da pesca e aqüicultura: abordagem sócioambiental na área fronteira Brasil – Bolívia. ADA.PRODEAM ; SINCHI ; OEA -Belém: ADA.PRODEAM.

Sant'Anna, I. R. A. (2007) Estrutura Populacional e Biologia Reprodutiva dos Grandes Bagres Migradores (Siluriformes, Pimelodidae) da Cachoeira do Teotônio, rio Madeira, Rondônia. [Monografia de bacharelado]. 51f. Porto Velho (RO): Universidade Federal de Rondônia.

Santos, G.M. (1986/87) Composição do pescado e situação da pesca no Estado de Rondônia. *Acta Amazonica*, 16/17: 43-84.

Santos, G. M. Ferreira, E. J. G., Zuanon, J. A. S. (2006) Peixes Comerciais de Manaus. Manaus, IBAMA/AM, Provárzea. 144 pp.

Santos, G. M. 1995. Impactos da hidrelétrica Samuel sobre as comunidades de peixes do Rio Jamari (Rondônia, Brasil). *Acta Amazônica*, 25:247–280.

Silva, R. (2010) Estrutura populacional de *Pinirampus pinirampu* Spix & Agassiz, 1829 (Osteichthyes, Pimelodidae) e o efeito temporal causado pela construção de uma barragem na bacia do rio Tocantins, Brasil. Porto Nacional, TO: UFT. 28 p.

Tello, S. Bayley, P. (2001) La pesquería comercial de Loreto con énfasis en el análisis de la relación entre captura y esfuerzo pesquero de la flota comercial de Iquitos, cuenca del Amazonas (Perú). *Folia Amazónica* VOL. 12 (1-2).

Valderrama, M. (1988) Diagnostico general de la investigacion pesquera y formulacion de proyectos prioritarios en las cuencas colombianas de los rios Amazonas y Putumayo. Mimeo. 8p.

Valderrama, M. (1986) Las Pesquerias del Rio Caquetá – Sector Araracuara, Cuenca del Rio Amazonas. INDERENA, Bogotá, 26p.

## CAPÍTULO II

**Dinâmica populacional e avaliação de estoques de duas espécies da família Pimelodidae exploradas pela frota pesqueira em um trecho do rio madeira em Rondônia<sup>2</sup>.**

Igor Rechetnicow Alves Sant'Anna<sup>a</sup>

Carlo Edwar de Carvalho Freitas<sup>b</sup>

Carolina Rodrigues da Costa Doria<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Programa de Pós-Graduação em Ciências Pesqueiras nos Trópicos – CIPET. Av. General Rodrigo Octávio Jordão Ramos, 3000, Campus Universitário, Coroado I - Manaus/Amazonas. e-mail: [igorcoop@yahoo.com.br](mailto:igorcoop@yahoo.com.br)

<sup>b</sup> Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas, Brasil.

<sup>c</sup> Universidade Federal de Rondônia (UNIR). Porto Velho, Rondônia, Brasil.

Palavras-chave: *Brachyplatystoma platynemum*, dinâmica populacional, avaliação de estoque, *Pinirampus pirinampu*, pontos de referência biológicos (PRB).

<sup>2</sup>Artigo a ser submetido à revista:  
*Fisheries Management and Ecology*  
Editada por: IG Cowx e Schramm HL  
Online ISSN: 1365-2400  
Frequência: bimensal  
Fator de impacto: 1.294

## Introdução

Apesar da importância atual da pesca dos bagres na região amazônica e de suas características como espécies migradoras e predadoras, o conhecimento de aspectos biológicos, populacionais, bem como o estado atual da pesca das principais espécies deste grupo, no eixo Solimões-Amazonas, ainda é insuficiente (Batista, 2010). Diante do decréscimo dos desembarques pesqueiros, tem surgido um aumento na conscientização geral sobre a necessidade de conservação da diversidade biológica (Awise e Hamrick, 1996).

Os Pimelodídeos mostraram ser importantes em algumas regiões do Brasil, como no sudeste e centro-oeste (Agostinho *et al.*, 1995; Agostinho e Júlio-Jr, 1999; Mateus e Penha, 2007), na Amazônia (IBAMA, 2000) e em Rondônia (Doria *et al.*, 2012).

Siluriformes, Pimelodídeos como barba chata (*Pinirampus pirinampu*; Spix e Agassiz, 1829) e surubim (*Pseudoplatystoma punctifer*; Castelnau, 1855) estão incluídos nos migradores de planície que percorrem algumas centenas de quilômetros entre os rios de diferentes tipos de água (clara, preta e branca) (Batista e Petreire Jr, 2003; Barthem e Goulding, 2007). Entre as espécies que realizam migrações de longa distância destacam-se outros pimelodídeos como a dourada (*Brachyplatystoma rousseauxii*; Castelnau, 1855) e o babão (*Brachyplatystoma platynemum*; Boulenger, 1898) que percorrem, pelos rios de água branca, milhares de quilômetros do estuário ao sopé dos Andes (Barthem e Goulding, 2007).

O barba chata (Figura 2.1a), *P. pirinampu*, (Spix e Agassiz, 1829) é um grande bagre da família Pimelodidae com comportamento migratório (Agostinho e Julio-Jr, 1999). Distribui-se por toda região tropical da América do Sul (Agostinho *et al.*, 1995; Barthem e Goulding, 1997). Seu tamanho máximo pode variar de 60 (Santos *et al.*, 2006) a 75 cm (Agostinho e Júlio-Jr, 1999).

É um predador voraz alimentando-se, principalmente de Characiformes como piranha (*Serrasalmus* sp.) e de alguns bagres jovens (Dias *et al.*, 2004). Ferreira (1988) classifica *P. pirinampu* como uma espécie oportunista, ingerindo alimentos de origem animal e vegetal, além de carcaças de animais mortos. Causa prejuízos à pesca comercial ao atacar peixes presos em malhadeiras, em cardumes mistos com candirus, fato que a torna a espécie pouco atrativa para o consumo em áreas da Amazônia Central.

Em estudo realizado no rio Cuiabá, no pantanal, foram estimados os parâmetros de crescimento, recrutamento e mortalidade de quatro espécies de pimelodídeos entre elas *P. pirinampu* (Mateus e Penha, 2007). O único estudo feito com *P. pirinampu* no rio Madeira foi o de Sant'Anna (2007) que descreveu o período reprodutivo, padrões de migração e estrutura em comprimento desta espécie.

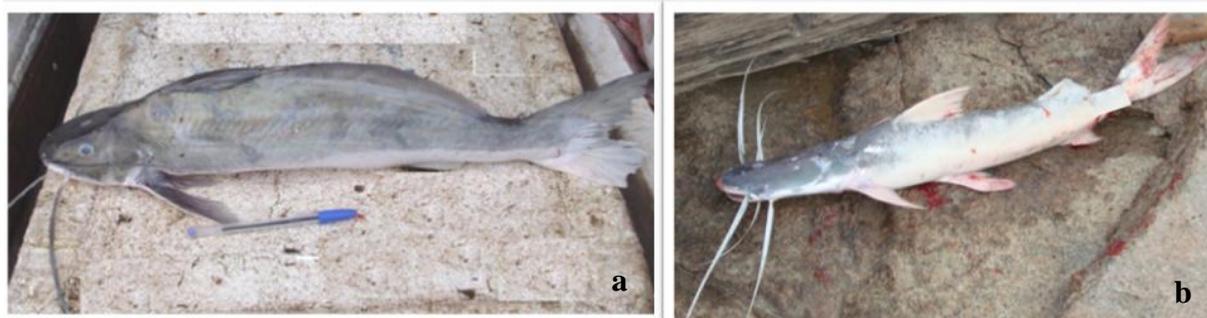


Figura 13.1. Imagem do barba chata (a), *P. pirinampu* e do babão (b) *B. platynemum*. Fotos: Igor Sant'Anna.

Apesar de *B. platynemum* (Figura 2.1b) ser uma espécie de baixo valor comercial no Brasil, a sobre-exploração de outras espécies do gênero tem levado ao incremento em sua captura. Além disso, em algumas áreas da região Amazônica, essa espécie já representa uma produção importante para a pesca artesanal, como por exemplo em Leticia, Colômbia, onde a espécie atinge 10% do desembarque e tem sido identificada como espécie em perigo de sobre-pesca (Agudelo et al., 2011).

Análises da filogeografia de *B. platynemum* (Figura 2.2) no eixo Solimões-Amazonas, Purus e Madeira mostraram a possibilidade de existência de duas populações, onde uma está situada no rio Madeira e a outra ocupa as demais regiões (Orrego, 2012).

A pressão sobre os estoques pesqueiros em regiões de construção de represas tende a aumentar (Doria et al., 2010). Com o crescimento das cidades e distritos ao redor de hidrelétricas, a competição entre as frotas pesqueiras em busca de locais apropriados para a pesca em certos casos pode tornar-se descontrolada.

Desta forma este estudo visa o estabelecer uma compreensão da ecologia e biologia pesqueira das espécies em um cenário de mudanças socioambientais.

## Material e Métodos

### Área de estudo

O rio Madeira é um dos principais tributários do Amazonas. A complexidade geomorfológica de sua bacia, representada pela presença de corredeiras e tributários com diferentes tipos de água, resulta em uma alta heterogeneidade de habitats que abrigam uma rica diversidade (Torrente-Vilara, 2011). Esta complexidade ambiental é diretamente responsável pela manutenção da variabilidade genética intra e inter-específica (Santos e Oliveira, 1999).

Goulding et al., (2003) afirmaram que o Madeira é um rio geologicamente jovem que ainda está cavando o seu próprio leito e que, por conseqüência, promove um elevado grau de erosão fluvial, sendo classificado como rio de água branca (Sioli, 1991). É um dos tributários do rio Amazonas que mais carrega sedimentos, cerca de 500 milhões de toneladas.ano<sup>-1</sup> como também é o maior tributário contribuindo com 15% da bacia amazônica (Goulding et al., 2003).

Os dados foram obtidos pontos de desembarque pesqueiro situados em cidades, distritos e comunidades, ao longo rio Madeira (Figura 2.3). Sendo eles: Humaitá, Calama, São Carlos, Nazaré, São Sebastião, Porto Velho, Cachoeira do Teotônio, Jaci-Paraná, Abunã, Nova Mamoré e Guajará-Mirim.



Figura 14.2. Localização dos 11 pontos de desembarque pesqueiro amostrados neste estudo ao longo do rio Madeira. Fonte: Google Earth.

#### Coleta de dados

Os dados utilizados foram obtidos junto ao Programa de Monitoramento da Atividade Pesqueira compreendido entre Abril de 2009 e Março de 2011 realizado pelo Laboratório de Ictiologia e Pesca – UNIR. A coleta de dados foi realizada por coletores contratados e treinados pelos técnicos responsáveis.

Durante o desembarque do pescado, foram obtidos dados biométricos de comprimento padrão (Ls, cm), distancia do focinho até a última vértebra na base dos raios caudais medianos e peso total (Wt, g), de exemplares selecionados aleatoriamente, registrando-se o local de origem do pescado.

A curva do nível hidrológico do rio Madeira de abril de 2009 a março de 2011 foi obtida utilizando-se os dados das cotas diárias registrados na estação Portobrás – CPRM (Serviço Geológico do Brasil), localizada em Porto Velho – RO. A partir destes dados calculou-se a média mensal para o período de estudo.

#### Análise de dados

##### Parâmetros de crescimento

A partir das distribuições de frequências de comprimento padrão de *Pinirampus pinirampu* e *Brachyplatystoma platynemum* foram estimados o

comprimento mínimo ( $L_{\min}$ ), comprimento máximo ( $L_{\max}$ ), comprimento médio ( $L_{\text{méd}}$ ), a mediana ( $L_{\text{med}}$ ), desvio padrão (DP) e coeficiente de variação (CV).

A frequência absoluta de exemplares foi avaliada por classes de comprimento padrão com amplitude de 1 cm cada. Para determinar as diferenças dos comprimentos em função das localidades amostradas, realizou-se análise de variância (ANOVA) unifatorial e quando não atendidos os pressupostos de normalidade e homocedasticidade, foi aplicada a análise não paramétrica de Kruskal Wallis.

A relação peso-comprimento foi estimada pela expressão potencial:  $P_t = a \cdot L_s^b$ , após transformação logarítmica, sendo  $P_t$  = o peso total,  $L_s$  = comprimento padrão,  $a$  = intercepto da curva e  $b$  = coeficiente da relação peso-comprimento. O tipo de crescimento foi verificado através do teste-t onde:  $H_0: b = 3$  (crescimento isométrico) e  $H_1: b \neq 3$  (crescimento alométrico) ( $\alpha = 0.05$ ) (Zar 1996).

O modelo matemático proposto por von Bertalanffy (1938) foi utilizado para representar a curva de crescimento, quando:  $L_t = L_{\infty} [1 - e^{-k(t-t_0)}]$  onde,  $L_t$  = comprimento dos indivíduos com idade  $t$ ;  $L_{\infty}$  = comprimento máximo assintótico ou máximo teórico;  $k$  = taxa de crescimento individual;  $t$  = idade dos indivíduos e  $t_0$  = constante matemática definida para condição. O parâmetro  $t_0$  foi considerado zero porque esse parâmetro é uma correção matemática para o ajuste da curva, não apresentando valor biológico (Sparre e Venema, 1997).

O comprimento assintótico ( $L_{\infty}$ , cm) e o coeficiente de crescimento ( $k$ , ano<sup>-1</sup>) foram estimados pelo método SLCA (Sherpherd's Length Composition Analysis: Sherpherd, 1987) incluído no FISAT software (FAO-ICLARM Stock Assessment Tools: Gayanilo et al., 1996).

As análises de crescimento foram efetuadas com a rotina (SLCA), que é baseado na composição de comprimentos, ou seja, sem a prévia transformação dos comprimentos em idades relativas. É similar em conceito ao ELEFAN (Análise Eletrônica de Frequência de Comprimento), mas com algoritmo mais simples e fácil de computar. Ademais SLCA apresenta-se mais robusto que o ELEFAN em casos de aumento da variância do comprimento na idade (Rosenberg e Beddington, 1987) e para espécies que alcançam elevados tamanhos assintóticos (Issac, 1990) como *P. pirinampu* e *B. platynemum*. Esta preferência pela a rotina (SLCA) também foi observada em Mateus e Penha (2007) com Pimelodídeos no Mato Grosso.

Nesta avaliação, levando em consideração a variação sazonal, foi calculado o WP (Winter Point, ou ponto de inverno), obtido de acordo com os dados de Incremento Marginal Relativo (IMR) estimados por Santos e colaboradores (2011) para *B. platynemum*, na qual atribuiu a espécie dois pontos de diminuição no ritmo de crescimento, no mês de fevereiro e no mês de julho no rio Madeira, período de cheia e vazante, respectivamente, com o primeiro período exibindo menor índice de crescimento. Assim, neste estudo estabeleceu-se, a estimativa de WP, levando em consideração o período de cheia de acordo com a fórmula:  $WP = ndc/365$ , onde,  $ndc$  – número de dias até a cheia. Para *P. pirinampu* não há estudos sobre o IMR na bacia do rio Madeira.

A longevidade ( $A_{0,95}$ ), definida como o tempo que o indivíduo leva para alcançar 95% do  $L^\infty$ , foi estimada com base na fórmula proposta por Taylor (1958):  $A_{0,95} = t_0 + 2,996 / k$

A idade de recrutamento ( $Tr$ ) foi estimada a partir dos comprimentos médios de recrutamento ( $L_r$ ), que indicam o tamanho no qual 50% dos indivíduos ingressam na área de pesca e têm a possibilidade de entrar em contato com os aparelhos de pesca (Sparre e Venema, 1997):  $Tr = (1/k) * \ln [1 - (L_r/L^\infty)] + t_0$ .

Os parâmetros de crescimento de cada um dos anos foram comparados pelo método de Munro e Pauly (1983), sendo:  $\Phi = \log(k) + 2 * \log(L^\infty)$ .

O comprimento médio na primeira maturação ( $L_m$ , cm) foi estimado pela equação empírica:  $\log_{10}L_m = 0,8979 * \log_{10}(L^\infty) - 0,0781$  (Froese e Binohlan, 2000).

O comprimento ótimo ( $L_{opt}$ ) é definido como a classe de comprimento onde o produto do número de indivíduos vezes o seu peso médio alcança seu valor máximo (Froese e Binohlan, 2000). Sendo estimado por:  $\log_{10}L_{opt} = 1,0003 * \log_{10}(L^\infty) - 0,2161$ .

Para o sucesso da pesca, é ideal que 100% dos peixes capturados estejam com comprimentos ao redor de  $L_{opt}$ . Para isso, a percentagem de peixe capturado na dimensão ótima é calculada com base no número de indivíduos capturados no intervalo  $L_{opt} \pm 10\%$  (Froese, 2004). Este autor também salienta a presença de grandes desovadores, pois defende que estes têm alta fecundidade e informação genética de qualidade que possibilita o sucesso de sua prole (Berkeley et al., 2004; Froese, 2004). Portanto, a presença de grandes desovadores em capturas pode ser visto como um indicador da resistência a fenômenos aleatórios (Froese, 2004).

Neste sentido, esta presença, em percentuais entre 30 a 40%, reflete uma população saudável, enquanto que valores abaixo de 20% representam uma população em perigo (Froese, 2004). A porcentagem desses indivíduos foi calculada com os comprimentos acima do  $L_{opt}$  mais 10%.

#### Recrutamento para a pesca

A distribuição de frequência de classes de comprimento e os parâmetros de crescimento estimados para cada espécie foram utilizados para identificar o número de pulsos de recrutamento por ano e avaliar a importância relativa destes quando comparados entre si, por meio da rotina incluída no FISAT (Gayanilo et al., 1996).

#### Parâmetros de mortalidade

Para diminuir a incertezas associadas com as estimativas de mortalidade total ( $Z$ ), esta foi estimada pelo método da equação de Ault and Ehrhardt (1991):

$$\frac{(L^{\infty} - L_{m\acute{a}x})^{Z/k}}{(L^{\infty} - L_c)} = \frac{Z(L_c - L_{m\acute{e}d})}{Z(L_{m\acute{a}x} - L_{m\acute{e}d}) + k(L^{\infty} - L_{m\acute{e}d})} + \frac{k(L^{\infty} - L_{m\acute{e}d})}{Z(L_{m\acute{a}x} - L_{m\acute{e}d}) + k(L^{\infty} - L_{m\acute{e}d})}$$

Onde:  $Z$  = Estimativa do coeficiente instantâneo de mortalidade total;  $L_{m\acute{e}d}$  = comprimento médio dos peixes amostrados e  $L_c$  = Comprimento de 1º captura da amostra assumido-se, no presente estudo, 29cm e 35cm para *P. pirinampu* e *B. platynemum*, respectivamente. E pelo método da curva de captura linearizada Neste modelo, discutido em Pauly (1983, 1990), onde se utilizam os dados de distribuição de frequência por classe de comprimento e os parâmetros de crescimento obtidos em uma curva de regressão. A metodologia de escolha dos pontos dessa curva corresponderiam ao comprimento em que a maioria dos exemplares estão vulneráveis à pesca, ou seja, os posteriores ao último pico com exceção do último ponto.

A mortalidade natural foi obtida pela aplicação do seguinte método proposto por Pauly (1983) para peixes de cardume:  $\ln(M) = -0.0152 - 0.279 \ln(L^{\infty}) + 0.6543 \ln(K) + 0.463 \ln(T)$ . Onde:  $T$  = temperatura média anual na superfície da água.

A mortalidade por pesca ( $F$ ) foi estimada como a diferença entre a taxa instantânea de mortalidade total ( $Z$ ) e a taxa instantânea de mortalidade natural ( $M$ ):

$$F = Z - M$$

## Rendimento e biomassa por recruta

O rendimento por recruta foi estimado pelo modelo de Beverton e Holt (1957), sendo:  $Y/R = F \cdot \exp[-M \cdot (T_c - T_r)] \cdot W^\infty \cdot [(1/z) - (3S/(Z+K)) + (3S^2 / (Z+2K)) - 3S^3 / (Z+3K)]$ . Onde, Y/R – rendimento por recruta (g/recruta);  $W^\infty$  – peso assintótico do corpo;  $S = \exp[-k(T_c - T_0)]$ .

Para a simulação de possíveis cenários do rendimento por recruta foram traçadas várias curvas com diferentes  $L_c$ , para facilitar a comparação entre as condições atuais e algumas alternativas de tamanho de recrutamento pesqueiro, assumindo que a mortalidade natural se manteria constante. Também foram traçadas várias curvas de diferentes mortalidades naturais.

A taxa de exploração (E) está relacionada com as mortes ocasionadas pela pesca, onde se identifica a situação de sobreexploração da espécie, tendo sido calculada através da relação:  $E = F/(F+M)$ .

Em algumas situações, os parâmetros de crescimento de equação de von Bertalanffy tendem a mostrar padrões de vida em que não é possível identificar o ponto máximo da curva e, portanto, a determinação do rendimento máximo (Sparre e Venema, 1997). Para estes casos, pode ser estimada a biomassa por recruta (B/R), que expressa a biomassa média anual dos sobreviventes como uma função da mortalidade por pesca ou do esforço, onde a biomassa média pode ser relacionada com a captura por unidade de esforço. Portanto a B/R pode ser definida como a biomassa da parte explorada do estoque.

A biomassa média por recruta (B/R) foi estimada a partir da equação de Beverton e Holt, 1957 apud Sparre e Venema, 1997):  $B/R = (Y/R)/F$

## Pontos de referência biológicos

Os pontos de referência biológicos estimados e usados tendo como referência mortalidade por pesca atual (Fatual) foram: (i)  $F_{max}$  – taxa de mortalidade por pesca que maximiza o rendimento por recruta sem considerar se o estoque desovante é conservado para manter o recrutamento no futuro, estimado a partir do  $E_{max}$ ; (ii)  $F_{0,1}$  – taxa na qual a inclinação da curva de rendimento por recruta cai para 10% do seu valor de origem, estimado a partir do  $E_{0,1}$  e (iii)  $F=M$  – baseado na suposição de que  $F_{MSY}$  (Maximum Sustainable Yield) é aproximadamente igual ao mortalidade natural (Caddy e Mahon, 1996).

## Resultados

### Parâmetros de crescimento

Foram medidos 1643 exemplares de *P. pirinampu* onde 483 tiveram seus pesos aferidos, para *B. platynemum* 1576 foram medidos com 437 pesos aferidos (Tabela 5). As classes de comprimento mais abundantes foram entre 45 e 50 cm e 50 e 60 para *P. pirinampu* e *B. platynemum*, respectivamente (Figuras 2.3 e 2.4).

Tabela 5. Estatística descritiva das medidas de *P. pirinampu* e *B. platynemum* amostrados ao longo do rio Madeira.

Espécies	Parâmetros	Média $\pm$ DP	Mediana	Mínimo	Máximo	CV (%)
<i>P. pirinampu</i>	Cp (cm)	38,5 $\pm$ (11,3)	39,0	15,0	74,0	3,41
	P (g)	1543,0 $\pm$ (717,3)	1500,0	300,0	4500,0	2,15
<i>B. platynemum</i>	Cp (cm)	51,8 $\pm$ (15,3)	54,0	17,0	89,00	3,39
	P (g)	3434,5 $\pm$ (1544,1)	3000,0	750,0	9000,0	2,22

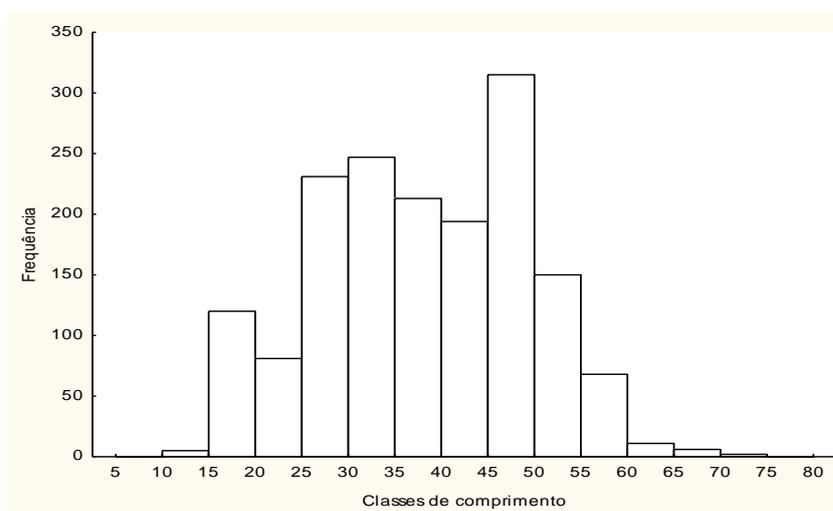


Figura 153. Distribuição das classes de comprimento (cm) de *P. pirinampu* capturados ao longo do rio Madeira de abr/2009 a mar/2011.

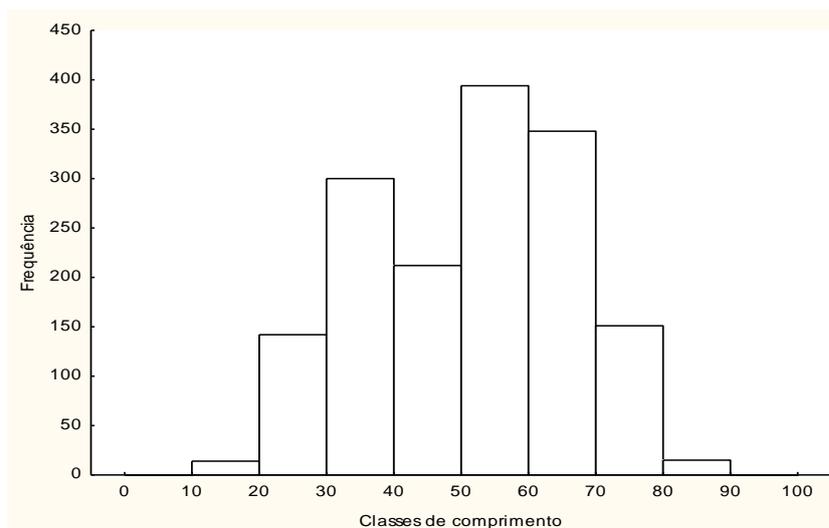


Figura 2.4. Distribuição das classes de comprimento (cm) de *B. platynemum* capturados ao longo do rio Madeira de abr/2009 a mar/2011.

Segundo a análise de *Kruskal Wallis* para as duas espécies, as classes de comprimento não apresentaram diferença entre as localidades que ocorreram os registros de captura

A equação da relação peso-comprimento para *P. pirinampu* foi  $Pt = 0,028 \times Cp^{2,81}$ , (Figura 2.5) e para *B. platynemum* foi  $Pt = 0,046 \times Cp^{2,67}$  (Figura 2.6). O estimador do coeficiente  $b$  apontou crescimento isométrico para *P. pirinampu*  $b = 3$  ( $t = t_2(0,05, 483)$   $p > 0,05$ ) e crescimento alométrico negativo para *B. platynemum*  $b < 3$  ( $t < t_2(0,05, 437)$   $p < 0,05$ ).

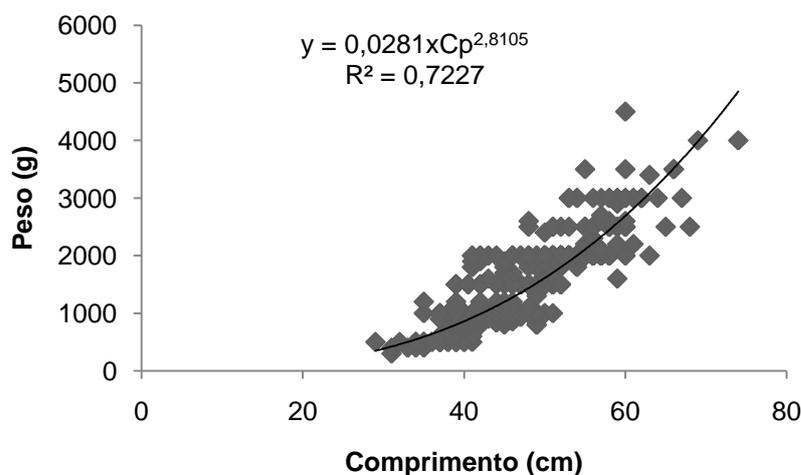


Figura 165. Diagrama de dispersão da relação peso comprimento de *P. pirinampu* no rio Madeira.

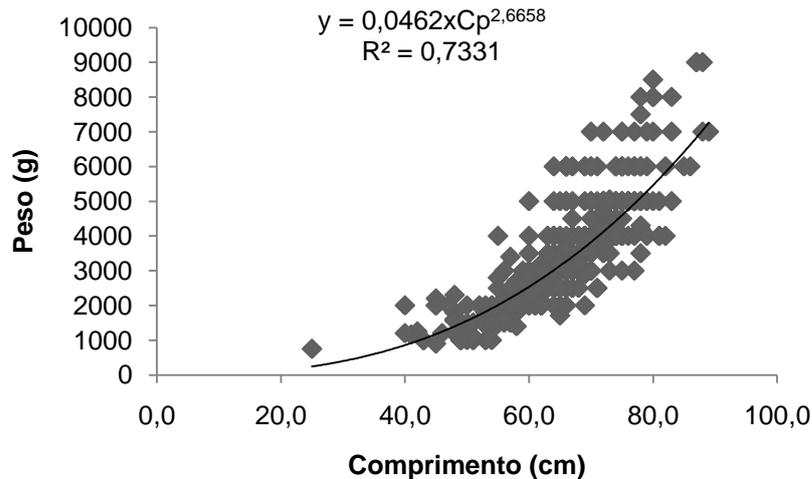


Figura 176. Diagrama de dispersão da relação peso comprimento de *B. platynemum* no rio Madeira.

O melhor ajuste dos parâmetros de crescimento de *P. pirinampu* foi  $L_{\infty} = 80,85$  cm,  $k = 0,52 \text{ ano}^{-1}$ ,  $\phi = 3,53$ , e  $A_{0,95} = 6$  anos, de *B. platynemum* foi  $L_{\infty} = 95,55$  cm,  $k = 0,28 \text{ ano}^{-1}$ ,  $WP = 0,41$ ,  $\phi = 3,40$  e  $A_{0,95} = 11$  anos. As estimativas do comprimento médio de primeira maturação ( $L_m$ ) indicam que *P. pirinampu* está apto para reprodução após um ano e meio, ao atingir o comprimento médio de 43 cm. A maturação de *B. platynemum* acontece quando este atinge em torno de três anos e o comprimento de 50 cm.

As curvas de crescimento de von Bertalanfy (CCVB sazonais) foram plotadas, onde foi possível observar que a pesca atua sobre quatro coortes para *P. pirinampu* e sobre seis para *B. platynemum* (Figura 2.7).

O comprimento ótimo ( $L_{opt}$ ) estimado de *P. pirinampu* foi de 52 cm, utilizando a equação de peso-comprimento seria um indivíduo de 1,8 kg. *B. platynemum* apresentou  $L_{opt}$  de 62 cm com peso ótimo ( $W_{opt}$ ) de 2,7 kg.

A duas espécies apresentaram predominância de indivíduos capturados com comprimento abaixo  $L_{opt}$ , *P. pirinampu* apresentou apenas 34% dos indivíduos entorno do  $L_{opt}$  e apenas 5,3% de grandes desovantes, para *B. platynemum* a porcentagem foi de 35% entorno do  $L_{opt}$  com 20% de grandes desovadores.

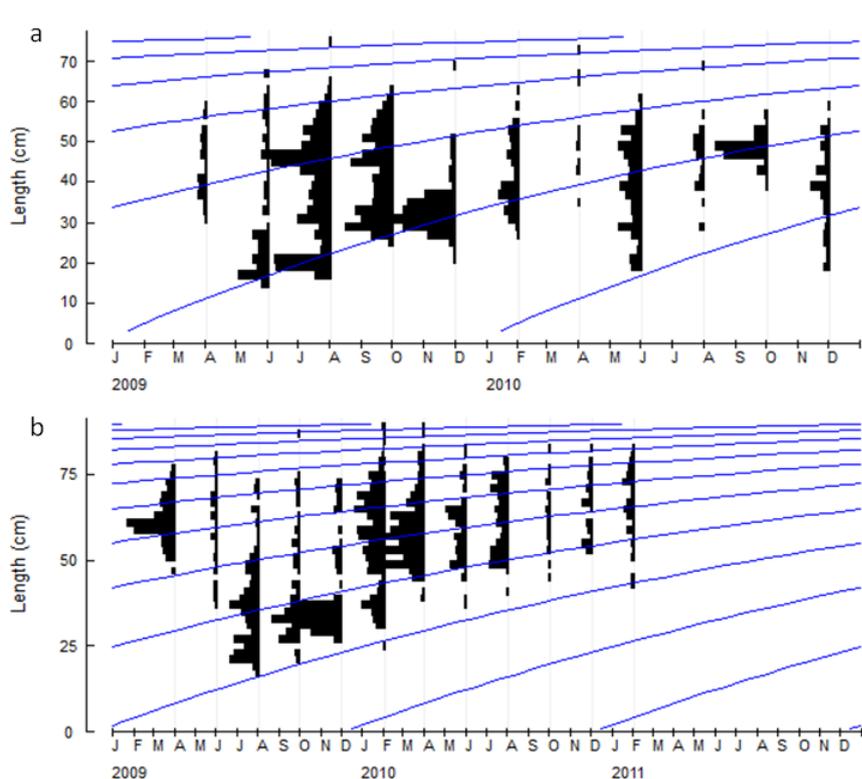


Figura 187. Distribuição ajustada de frequências de comprimento de *P. pirinampu* (a) mostrando as quatro coortes e de *B. platynemum* (b) com as seis coortes ao longo do rio Madeira.

#### Recrutamento para a pesca

As curvas de recrutamento revelaram picos bem definidos para as duas espécies, estes aconteceram na enchente e na seca (Figura 2.8). A intensidade do recrutamento para *P. pirinampu* foi maior em novembro e dezembro. Para *B. platynemum* a intensidade foi maior em setembro e outubro.

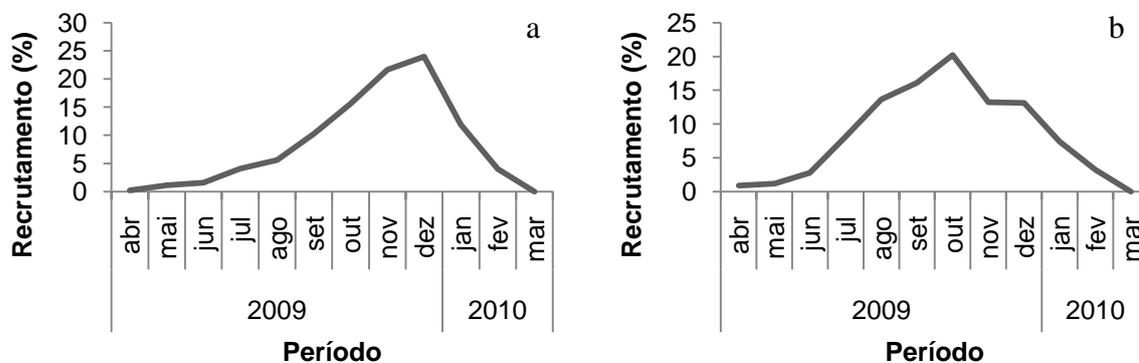


Figura 198. Intensidade do recrutamento por mês de *P. pirinampu* (a) e *B. platynemum* (b) no ano I ao longo do rio Madeira.

## Parâmetros de mortalidade

As espécies apresentaram taxas de mortalidade bem distintas, com *P. pirinampu* exibindo mortalidade ( $Z$ ) superior a *B. platynemum* nos dois métodos de estimação (Tabela 6).

Tabela 6. Estimativas dos parâmetros de mortalidade de *P. pirinampu* e *B. platynemum* amostrados ao longo do rio Madeira de abr/2009 a mar/2011.

		<i>P. pirinampu</i>	<i>B. platynemum</i>
Mortalidade Natural ( $M$ ano <sup>-1</sup> )	Pauly (1980)	0,87	0,55
	Ault and Ehrhardt (1991)	2,28	0,71
Mortalidade total ( $Z$ ano <sup>-1</sup> )	Pauly (1983)	2,51	0,90
		2,40 ±0,16	0,80 ±0,14
Média ±DP			
CV (%)		14,73	5,89
Mortalidade por pesca ( $F$ ano <sup>-1</sup> )	Ault and Ehrhardt (1991)	1,41	0,16
	Pauly (1983)	1,64	0,35

Observar a sobrevivência ( $S$ , %) também é um modo de analisar o efeito da mortalidade, utilizando-se  $Z$  de Pauly (1983), *P. pirinampu* apresentou uma taxa de sobrevivência muito baixa, de 8,1%, *B. platynemum* obteve uma taxa de 40,7%. Ao se utilizar a mortalidade de Ault e Ehrhardt (1991), a taxa de sobrevivência foi de 10,2% e de 49,3% para *P. pirinampu* e *B. platynemum*, respectivamente.

## Rendimento e biomassa por recruta

Nos resultados obtidos com a aplicação do modelo de Beverton e Holt (1957) observou-se que o estoque de *P. pirinampu* ultrapassou a taxa de exploração que maximiza o rendimento por recruta. Por outro lado o estoque de *B. platynemum* se encontra em uma situação mais confortável (Tabela 7).

Tabela 7. Parâmetros resultantes da aplicação do modelo de Beverton e Holt para as duas espécies ao longo do rio Madeira de abr/2009 a mar/2011.

	$E_{atual}$	$E_{0,1}$	$E_{máx}$	$F_{atual}$	$F_{0,1}$	$F_{máx}$
<i>P. pirinampu</i>	0,655	0,456	0,574	1,644	0,729	1,172
<i>B. platynemum</i>	0,391	0,512	0,603	0,351	0,577	0,835

Nas curvas de rendimento por recruta pode-se observar o estado de sobrepesca a que está sendo submetido *P. pirinampu* com o comprimento de

primeira captura ( $L_c$ ) apresentado. Um aumento de 10 cm no  $L_c$  ( $L_c = 39\text{cm}$ ) levaria a uma situação de maior rendimento por recruta (Figura 2.9). O  $L_c$  de 39 cm foi utilizado na análise de diferentes cenários de Mortalidade natural ( $M$ ), o rendimento altera-se, porém a capacidade de resiliência da espécie se torna pungente (figura 2.10b). Nas curvas de rendimento de *B. platynemum* observa-se que esta espécie está subexplorada, mas pode-se obter um maior rendimento e capacidade de resiliência da espécie aumentando o  $L_c$  em 10 cm ( $L_c=45\text{ cm}$ ) (Figura 2.10).

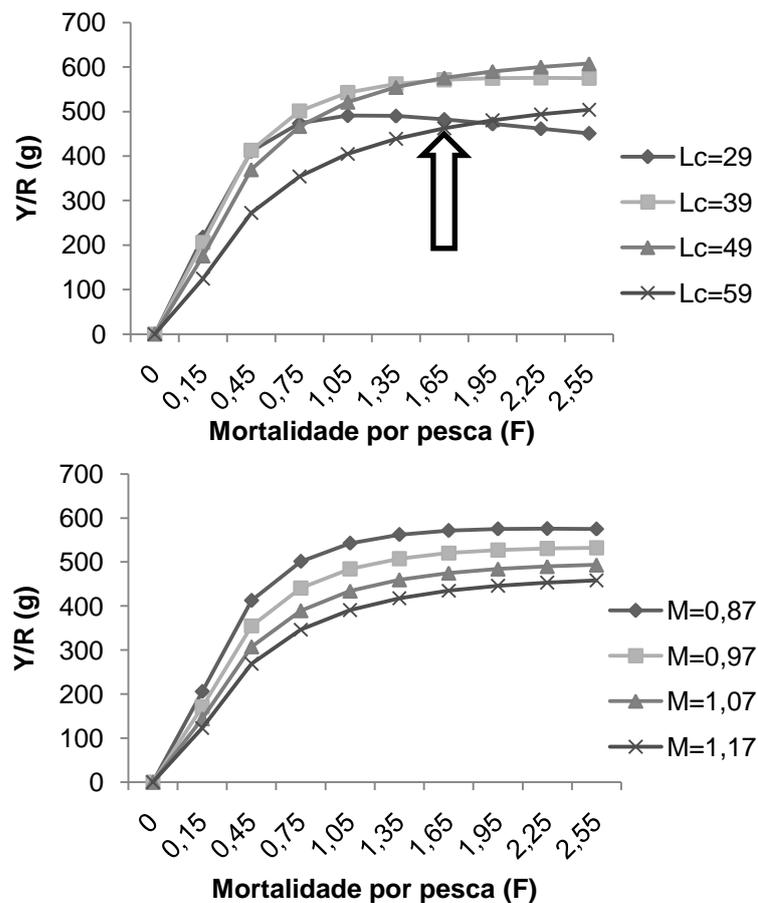


Figura 209. Curvas de rendimento por recruta de *P. pirinampu* para vários cenários de  $L_c$  e  $M$  (Seta indica atual estado do estoque).

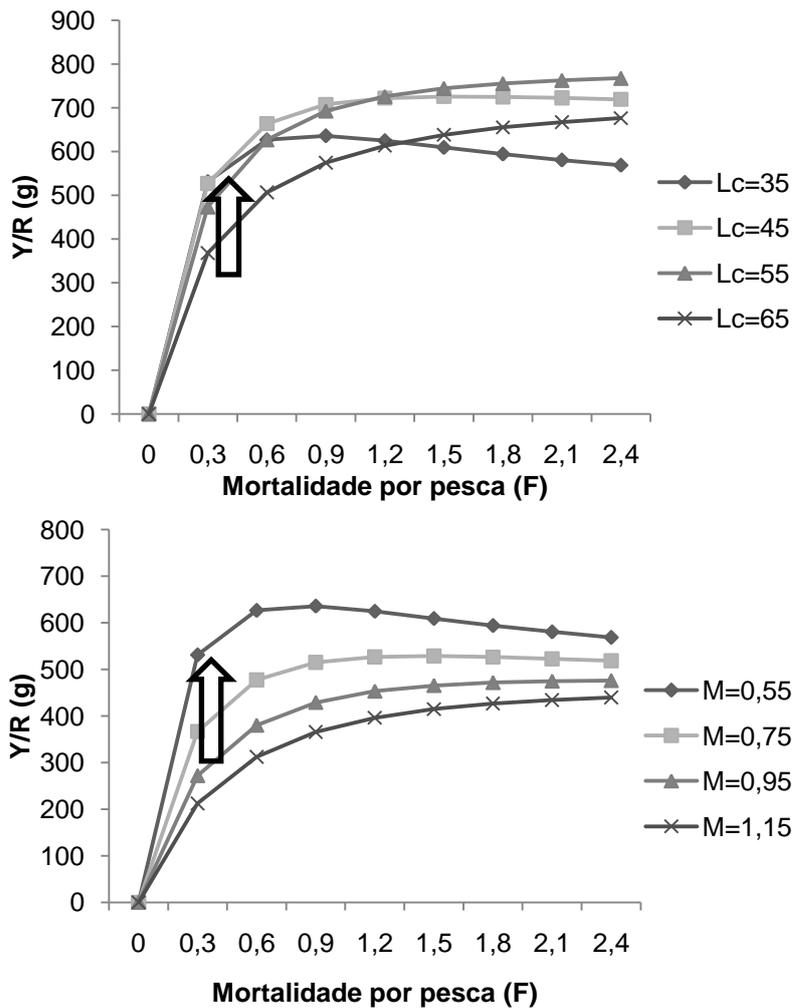


Figura 2110. Curvas de rendimento por recruta de *B. platynemum* para vários cenários de Lc e M (Seta indica atual estado do estoque).

Foi considerado apenas um PRB limite ( $F_{max}$ ) e outros dois são PRB alvo ( $F_{0,1}$  e  $F=M$ ). O valor do  $F_{atual}$  de *P. pirinampu* ultrapassou todos os valores dos PRB alvo, assim como o do  $F_{max}$ , ou seja, esta espécie encontra-se sobre-explotada, em uma possível sobrepesca de recrutamento, na bacia do rio Madeira. O estoque de *B. platynemum* se encontra em melhor estado de conservação, pois o valor de seu  $F_{atual}$  não atingiu nenhum PRB (tabela 8) (Figura 2.12a e b).

Tabela 8. Taxa de mortalidade por pesca atual e os pontos de referência biológicos (PRB) baseados na mortalidade por pesca (F) utilizados na avaliação de estoques das duas espécies na bacia do Madeira.

	$F_{atual}$	$F_{0,1}$	$F=M$	$F_{max}$
<i>P. pirinampu</i>	1,644	0,729	0,873	1,172
<i>B. platynemum</i>	0,351	0,577	0,552	0,835

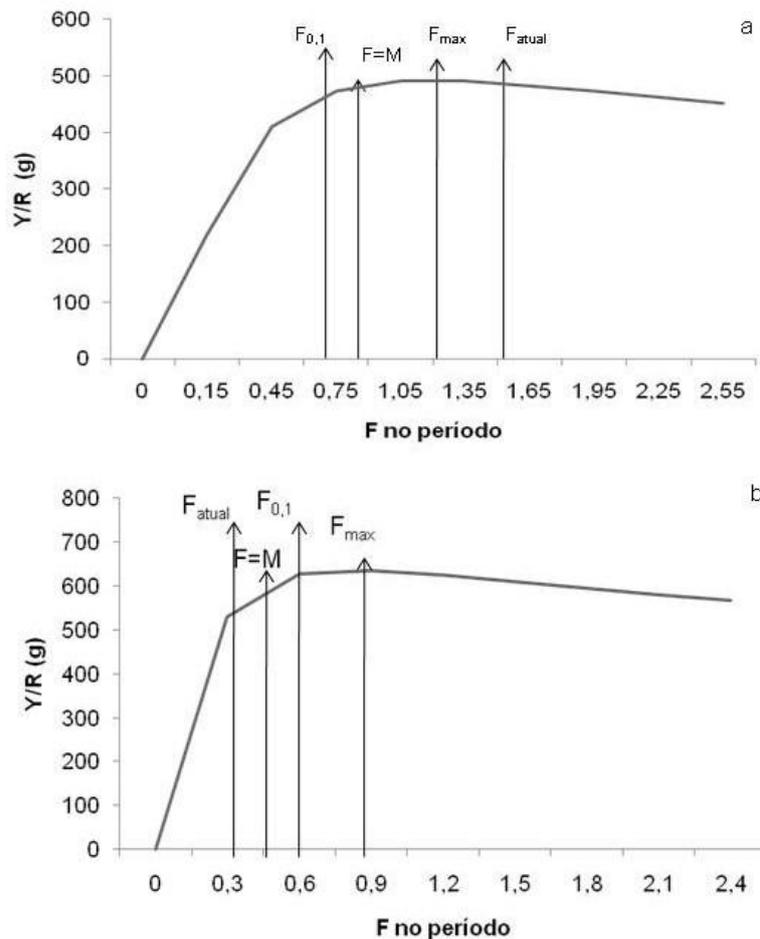


Figura 2211. Curvas de rendimento por recruta com a mortalidade por pesca atual ( $F_{atual}$ ) e os pontos de referencia biológicos baseados em  $F$  utilizados na avaliação de estoques de *P. pirinampu* (a) e *B. platynemum* (b) ao longo do rio Madeira.

## Discussão

A relação peso e comprimento de *P. pirinampu* apresentou crescimento isométrico, padrão também encontrado por Silva (2010) na bacia do rio Tocantins e por Mateus e Penha (2007b) na bacia do rio Cuiabá.

*P. pirinampu* apresentou taxa de crescimento ( $k$ ) alta em relação a outros membros amazônicos da família Pimelodidae como a *B. rousseauxii* ( $0,33 \text{ ano}^{-1}$ ) e a *Brachyplatystoma vaillantii* (Valenciennes, 1840) ( $0,13 \text{ ano}^{-1}$ ) no eixo Solimões-Amazonas (Alonso e Pirker, 2005), o *Pseudoplatystoma tigrinum* ( $0,17 \text{ ano}^{-1}$ ) na bacia do rio Apure, Venezuela (Lozano, 2005). Porém vale ressaltar que estas categorias possuem maiores  $L_{\infty}$  e diferentes estratégias de vida, onde as duas

primeiras são grandes migradoras de rios de água branca (Alonso e Pirker, 2005; Barthem e Goulding, 2007) e o *Pseudoplatystoma tigrinum* considerado um migrador de superfície como o *P. pirinampu* (Barthem e Goulding, 2007), contudo apresenta maior tamanho e passa maior parte de seu ciclo de vida em rios de água clara (Lozano, 2005).

Os Pimelodídeos que apresentam valor de  $k$  e  $L_{\infty}$  próximos de *P. pirinampu* são as que apresentam estratégia de vida, distribuição e/ou tamanhos semelhantes como *Calophysus macropterus* (Lichtenstein, 1819) no trabalho de Pérez e Fabré (2009) na Amazônia Central ( $0,43 \text{ ano}^{-1}$ ) e *Hypophthalmus marginatus* que apesar do porte médio, tem distribuição por todos os tipos de água na Amazônia (Cutrim e Batista, 2005) e apresentou  $k$  de  $0,55 \text{ ano}^{-1}$ .

Semelhanças entre espécies da mesma família não se refletem intra-especificamente, pois *P. pirinampu* já apresentou  $k$  de 0,3 e  $0,38 \text{ ano}^{-1}$  em Mateus e Penha (2007b) na bacia do rio Cuiabá e Sant'Anna et al (em preparação) na Cachoeira do Teotônio, respectivamente. Contudo nestes estudos não foram amostrados indivíduos com comprimentos menores. O menor comprimento apresentado em Mateus e Penha (2007) foi de 43 cm e em Sant'Anna et al (em preparação) de 24 cm. Gayanilo e Pauly (1997) ressaltam a importância desses indivíduos menores para uma representação ideal da população como um todo. Além disso, os parâmetros variam de acordo com as condições ambientais, a multiespecificidade dos aparelhos de pesca e com o esforço de pesca exercido sobre esta população (Mateus e Penha, 2007; Anderson et al, 2008).

O rápido crescimento de *P. pirinampu* talvez seja uma resposta adaptativa para evitar a predação (Lowe-McConnell, 1987), pois esta espécie é predada por outros pimelodídeos como *Brachyplatystoma filamentosum* e *Zungaro zungaro* (Barthem e Goulding, 1997).

Igualmente, o pulso de recrutamento de *P. pirinampu* durante a enchente, antes que o resto das espécies da maioria das espécies da ordem Characiformes (Characidae, Serrasalminidae, Anostomidae, Prochilodontidae, Hemiodontidae, entre outros), (Barthem e Goulding, 2007) pode representar uma estratégia para atingir um tamanho maior para predação das larvas ou juvenis das demais espécies, fato observado também para o peixe cachorro por Santos (2006) na bacia do Madeira.

A relação peso e comprimento de *B. platynemum* apontou crescimento alométrico negativo. Ou seja, o incremento em comprimento é mais rápido que o incremento em peso, esperado para espécies com formato do corpo alongado.

No alto rio Putumayo, Colômbia na estimativa dos parâmetros populacionais *B. platynemum* apresentou  $L_{\infty}=105$  cm, mas com  $k$  praticamente igual a desse estudo de  $0,26 \text{ ano}^{-1}$  (SINCHI, 2011).

Este grande migrador, *B. platynemum*, apresentou crescimento lento semelhante as três espécies de mesmo gênero e estratégia de vida compartilhada como *B. rousseauxii* na região de Iquitos, Peru, que apresentou  $k$  de  $0,29 \text{ ano}^{-1}$  (Vásquez et al., 2009), e na calha Solimões-Amazonas de  $0,33 \text{ ano}^{-1}$  (Alonso e Pirker, 2005), e *B. vailantii* e *B. filamentosum*, que apresentaram  $k$  de  $0,13$  e  $0,11 \text{ ano}^{-1}$ , respectivamente (Alonso e Pirker, 2005; Muñoz-Sosa, 1996).

A equação empírica proposta por Froese e Binohlan, (2000) explica 88% da variação interespecífica no  $L_m$  a partir da variação em  $L_{\infty}$ . A aplicação desse modelo para as duas espécies indicou maturação cedo para *P. pirinampu* e relativamente tardia para *B. platynemum* esperado de acordo com os valores  $k$  e  $L_{\infty}$  apresentados.

O tamanho médio apresentado por *P. pirinampu* (38,5 cm) revela um cenário preocupante na realidade da pesca, pois mais de 50% dos exemplares capturados se encontraram abaixo do  $L_m$  estimado. Enquanto que para *B. platynemum* a porcentagem de indivíduos foi menos preocupante, entorno de 39%.

Por isso, o comprimento médio tem sido recomendado como um ponto de referência, pois este indicador poderia ser mantido mais alto que o comprimento médio de primeira maturação, garantindo que ao menos 50% dos exemplares de uma coorte consigam reproduzir pelo menos uma vez (Caddy e Mahon 1995).

Comumente acontecem diferenças intra-específicas no  $L_m$ , as quais, assim como o  $k$  dependem das condições ambientais e do esforço de pesca exercido sobre estas populações (Mateus e Penha, 2007b; Anderson et al., 2008). Para *P. pirinampu* o  $L_m$  variou de 57,4 cm no Pantanal do Mato Grosso do Sul (Peixer et al., 2006) a 44,5 cm na bacia do rio Mamoré, Bolívia (Loubens e Aquim, 1986).

Cenário indesejado e preocupante também se observa quanto ao  $L_{opt}$  onde apenas um terço das capturas das duas espécies se encontra entorno deste parâmetro. Isto implica que estas pescarias estão sendo pouco produtivas, as de *P.*

*pirinampu* em pior situação, pois o peso médio de *B. platynemum* esteve entorno do  $W_{opt}$ .

A taxa de sobrevivência de *P. pirinampu* foi muito baixa, correspondendo a 1/5 da taxa de *B. platynemum*, isto significa que em um pulso de recrutamento de *P. pirinampu*, a chance de que os indivíduos alcancem comprimentos máximos são menores que de *B. platynemum*.

Associado a isto, há a situação dos grandes desovadores que para *P. pirinampu* se encontra em situação alarmante, pois apresentou percentual de 5,3%, valor extremamente abaixo do valor de 20%, que segundo Froese (2004) a população já se encontraria em perigo eminente, o que mostra uma deficiência do estoque. Afinal apresentar longevidade alta ajuda a prolongar a fase reprodutiva permitindo ter uma reserva de reprodutores em casos de problemas no recrutamento (Beverton, 1957). Em outras palavras, os grandes desovadores em um estoque podem ser vistos como o poder para resistir a eventos estocásticos da população.

De acordo com Cushing (1981) *apud* Lozano (2005) a sobrepesca é uma medida em relação à pesca que pode ser definida como a exploração excessiva de um recurso colocado em perigo de um colapso ou que seus rendimentos sejam inferiores do que poderia ser obtido se métodos menos intensivos ou mais seletivos fossem aplicados. Quando a sobrepesca de crescimento acontece, os peixes são capturados antes que eles atinjam o peso ótimo, fazendo que o rendimento não seja sustentável. Neste caso o risco é para a pesca (como atividade econômica), mas não necessariamente para o estoque. A sobrepesca de recrutamento ocorre quando o estoque desovante declina tanto que o recrutamento em si mesmo é reduzido. Somente uma drástica redução da mortalidade por pesca poderia evitar o risco do colapso do estoque com graves consequências biológicas.

O baixo percentual de grandes desovadores associados as análises de rendimento por recruta (simulações de M e Lc) e comparação com os PRBs mostraram o efeito da sobrepesca de recrutamento nos estoques de *P. pirinampu*.

Os baixos valores de rendimento por recruta decorrem do fato de a pesca ocorrer durante o ano todo, por todo o trecho do rio Madeira, incluindo sua área de criação, onde há maior proporção de juvenis, que segundo Sant'Anna (2007) é a na Cachoeira do Teotônio, local onde esta espécie se reproduz. Essa localidade

também apresentou maior produção em kg de *P. pirinampu* (Sant'Anna et al., em preparação).

Consequente, ao se observar como se caracterizam os pontos pesqueiros na bacia Amazônica, por toda esta se observa uma destruição de habitats e pesca desordenada (Petrere 2002). Começou com o total desrespeito à singularidade do ecossistema estuário ao se modificar a frota para barcos maiores com arrastadeiras que passaram a sobre-explotar os estoques de piramutaba e colocando em perigo os de dourada (Barthem, 1990; Alonso e Pirker, 2005). Depois, multiplicando-se frigoríficos nos principais pontos de desembarque ao longo da calha Solimões-Amazonas (Barthem e Goulding, 2007; Agudelo et al, 2011) para exportação do filé de peixes de couro. Ou seja, o governo buscou maior rendimento econômico possível das pescarias incentivando desenvolvimento tecnológico e a expansão das frotas, sem considerar os peculiaridade de cada região (Ruffino, 2005). Como resultado, vários autores citam, não apenas na Amazônia brasileira, mas na andina o aumento na quantidade de estoques sobreexplotados de tambaqui (Issac e Ruffino, 1996), dourada (Tello e Bayley, 2001; Alonso e Pirker, 2005), caparari (Lozano, 2005) e piraíba (Petrere et al., 2004; Agudelo et al., 2011).

Vale ressaltar que as espécies citadas acima apresentam, em comum, características como crescimento lento e maturação tardia. Segundo Pianka, (1968) estas características são comuns a espécies com mais próximas de estratégia *k*, enquanto que espécies com maturação e crescimento rápido estão próximas ao grupo *r* estrategista, portanto suportam maior intensidade pesqueira (Pauly, 2002).

Nesse contexto houve uma verdadeira pressão excessiva em cima do estoque de *P. pirinampu* nas comunidades residentes nas Cachoeiras do Teotônio e Santo Antônio, afinal se a espécie já apresenta as características de capacidade de resiliência identificada por seus parâmetros de crescimento e mesmo assim foi possível a sobrexplotação.

A portaria estadual N° 156 de 2007, instituída pela SEDAM – Secretaria de Desenvolvimento Ambiental de Rondônia proibiu a pesca nas Cachoeiras do Teotônio e Santo Antônio na bacia do Madeira, porém ao redor dessas cachoeiras viviam mais 300 famílias que dependiam exclusivamente daquele recurso pesqueiro, para as quais não foi apresentada alternativa.

As características da comunidade de Teotônio agora não existem mais, pois os pescadores foram remanejados em dezembro de 2010, e o enchimento do reservatório se deu, a partir de setembro de 2011. Sugeriu-se acompanhar o comportamento de *P. pirinampu* pós-enchimento do reservatório e a efetividade do sistema de transposição para essa população.

Segundo o trabalho de Orrego (2012) há uma população de *B. platynemum* residente, que colonizou o rio Madeira há aproximadamente 1 Milhão de anos e que provavelmente adaptou-se a condições ambientais da bacia, e cujo padrão de migração provavelmente está limitado a bacia do rio Madeira.

As comparações mostraram que o estoque dessa espécie não estava em perigo eminente de sobrepesca, apresentou apenas baixa quantidade de grandes desovadores. Acredita-se que *B. platynemum* siga o padrão de migração reprodutiva descrito por Barthem e Goulding (1997), segundo o qual indivíduos dos tributários migram rio abaixo para desovar nas águas do canal principal do rio Madeira, e posteriormente as larvas e ovos são levados a áreas de várzea dispersando-se na floresta inundada onde permanecem alimentando-se por cerca de 4 a 5 meses. Este padrão foi observado por Santos e colaboradores (2011) que identificaram o rio Machado como um desses tributários, situado no nordeste de Rondônia.

Devido à construção de duas hidrelétricas no rio Madeira, Orrego (2012) ressalta que a população residente de *B. platynemum* pode ser fortemente afetada pela fragmentação do habitat e a interrupção do processo de migração como consequências das barragens, gerando fortes impactos na sobrevivência da população.

Dessa forma sugere-se uma avaliação profunda da efetividade do sistema de transposição de peixes construído pelas empresas responsáveis pelo funcionamento das barragens, para garantir a subsistência da população do rio Madeira, além de dirigir esforços na conservação das áreas de alimentação na calha principal do rio Amazonas.

## Referências

- Agostinho, A. A. & Julio Jr., H. F. 1999. Peixes da bacia do alto rio Paraná. In: Lowe-McConnell, R.H. (Ed.) Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais. EDUSP, São Paulo, p. 374-400p.
- Agostinho, A. A., Vazzoler, A. E. A. de M. & Thomaz, S.M. The high river Paraná basin: limnological and ichthyological aspects. In: TUNDISI, J.G., Bicudo, C.E.M. & Matsumura-Tundisi, T. (eds.) Limnology in Brazil. Brazilian Academy of Science, Brazilian Limnological Society, Rio de Janeiro. 1995. p. 59-103.
- Agudelo, E.; Páez, C. L. S.; Fernández, C. A. R.; Bonilla-Castillo y Hurtado, G. A. G. 2011. Diagnóstico de la pesquería en la cuenca del Amazonas. Capítulo 5. Pp. 142-167. *En*: Lasso, C. A.; de Paula Gutiérrez, F.; Morales-Betancourt, M. A.; Agudelo, E. Ramirez-Gil, H.; Ajiaco-Martinez, R. E. (Editores). II Pesquerías continentales de Colombia: cuencas del Magdalena-Cauca, Sinu, Canalete, Atrato, Orinoco, Amazonas y vertiente del Pacífico. Serie Editorial Recursos Hidrológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de los Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia.
- Alonso, J. C. & Pirker, L. E. M. 2005. Dinâmica populacional e estado atual da exploração de dourada e de piramutaba In: BARTHEM, R. B. & FABRÉ, N. N. O Manejo da Pesca dos Grandes Bagres Migradores: Piramutaba e Dourada no Eixo Solimões-Amazonas. Provárzea/IBAMA. Manaus.
- Alonso, J. C. 2002. Padrão espaço – temporal da estrutura populacional e estado atual da exploração pesqueira da dourada *Brachplatystoma flavicans*, Castelnau, 1855 (Siluriformes: Pimelodidae) no sistema Estuário-Amazonas-Solimões. INPA/UFAM. Tese de doutorado. 217 pp.
- ANA - Agência Nacional de Águas. 2011. Disponível em [www.ana.gov.br](http://www.ana.gov.br) (Acesso 10/04/2012).
- Anderson, C.N.K.; Hsieh, C.; Sandin, S. A.; Hewitt, R.; Hollowed, A. Beddington, J.; May, R. M. and Sugihara, G. 2008. Why fishing magnifies fluctuations in fish abundance. *Nature*, Vol 452, 17. 835-839p.
- Ault, J. S., and Ehrhardt, N. M. 1991. Correction to the Beverton and Holt Z-estimator for truncated catch length-frequency distributions. *ICLARM Fishbyte*, 9(1): 37 e 39.
- Awise, J.C., Hamrick, J.L. 1996. Conservation genetics. Case histories from nature. Chapman & Hall, New York, 512 p.
- Barthem, R. B. & Goulding, M. Os bagres balizadores: ecologia, migração e conservação de peixes amazônicos. Sociedade Civil Mamirauá/MCT/CNPQ: Brasília. 1997.

Barthem, R. B. 1990. Ecologia e pesca da piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*). (Tese de doutorado) UNESP. Campinas. 268p.

Barthem, R.B.; Goulding, M. 2007. *Um ecossistema inesperado: a Amazônia revelada pela pesca*. Amazon Conservation Association (ACA), Sociedade Civil Mamirauá, Belém, 241 pp.

Batista, V.S.; Petreire Jr, M. 2003. Characterization of the commercial fish production landed at Manaus, Amazonas State, Brazil. *Acta Amazonica*, 33(1): 53-66.

Batista, J.S. 2010. Caracterização genética da dourada - *Brachyplatystoma rousseauxii*, Castelnau, 1855 (Siluriformes-Pimelodidae) na Amazônia por meio de marcadores moleculares mitocondriais e microssatélites: subsídios para conservação e manejo. Manaus. Tese de doutorado. INPA. Manaus.

Berkeley, S. A. M. A. Hixon, R. J. Larson, and M. S. LOVE. 2004. Fisheries Sustainability via Protection of Age Structure and Spatial Distribution of Fish Populations. *Fisheries* 29:23-32.

Beverton, R.J.H.; Holt, S.J. 1957. *On the dynamics of exploited fish populations*. Fish. Invest. London. Series. 2 (19):533p

Caddy, J.F.; Mahon, R. Puntos de referencia para la ordenación pesquera. *FAO Documento Técnico de Pesca*. No. 347. Roma, FAO. 1996. 109p.

Cushing, D.H. 1981. *Fisheries Biology: a study in population dynamics*. Madison, *University Wisconsin Press*.

Cutrim, L. Batista, V. S. 2005. Determinação de idade e crescimento do mapará (*hypophthalmus marginatus*) na Amazônia central. *Acta Amazonica*. VOL. 35(1) 85 – 92.

Dias, J.H., Britto, S.G.C., Viana, N.C. Garavello, J.C. 2004. Biological and ecological aspects of *Pirirampus pirinampu* (Spix, 1829), Siluriformes, Pimelodidae, in Capivara reservoir, Paranapanema River, Southern Brazil. *Acta Limnologica Brasiliensia*. 16 (3): 293-304.

Doria, C. R .C. Lima, M. A. L. Lima, H. M. Sant'Anna, I. R. A. Monteiro-Neto, J. M. 2010. Monitoramento da Atividade Pesqueira no rio Madeira. *In*: Doria, C. R .C.; Leite, R. G.; Röpke, C. P.; de Queiroz, L. J. Relatório Técnico Anual: Programa de Monitoramento e Conservação da Ictiofauna do rio Madeira. Convenio SAE/UNIR/RIOMAR. Porto Velho. 215 pp.

Doria, C. R .C.; Ruffino, M. L.; Hijazi, N. C.; Cruz, R. L. 2012. A Pesca comercial na bacia do Rio Madeira, estado de Rondônia, Brasil. *Acta Amazonica*, vol. 42(1): 29-40.

Fabré, N.N. & U. Saint-Paul. 1998. Annulus formation on scales and seasonal growth of the Central amazonian anostomid, *Schizodon fasciatus*. *Journal of Fish Biology* 53: 1-11.

Ferreira, E. J.G. 1988. Peixes Comerciais do médio Amazonas: região de Santarém, Pará / E. J. G. Ferreira; J. A. S. Zoanon.; G.M. dos Santos. Brasília: Edições IBAMA.

Froese, R. 2004. Keep it simple: three indicators to deal with overfishing. *Fish and Fisheries* 5: 86-91.

Froese, R.; Binohlan, C. 2000. Empirical relationship to estimate asymptotic length at first maturity and length at maximum yield per recruit in fishes with a simple method to evaluate length frequency data. *J. Fish. Biol.*(56):758-773.

García Vásquez, A. J.C. Alonso, F. Carvajal, J. Moreau, J. Nuñez, J.-F. Renno, S. Tello, V. Montreuil and F. Duponchelle. 2009. Life-history characteristics of the large Amazonian migratory catfish *Brachyplatystoma rousseauxii* in the Iquitos region, Peru. *Journal of Fish Biology*. 75, 2527–2551.

Gayanilo Jr, F.C.; Pauly, D. 1997. The FAO-ICLARM Stock Assessment Tools (FISAT) User's guide. FAO, Roma, 262p. Computerized Information Series Fisheries.

Gayanilo Jr., F.C., Sparre, P. & Pauly, D. 1996. The FAO-ICLARM Stock Assessment Tools (FISAT) User's guide. FAO, Roma, 186p. Computerized Information Series Fisheries.

Goulding, M. Ecologia da pesca do rio Madeira. INPA: Manaus. 1979.

Goulding, M.; Barthem, R. & Ferreira, E. J. 2003. The Smithsonian Atlas of Amazon. Princeton. Editorial Associates, Smithsonian Institution.

Hilborn, R. ; Walters, C.J. 1992. Quantitative Fisheries Stock Assessment: Choice, Dynamics and Uncertainty. Chapman and Hall, New York, 785p.

IBAMA, 2000. Estatística da pesca 2000. 16 p. Acessado em 20 de abril de 2011 do site [http://www.ibama.gov.br/recursospesqueiros/downloads/estatistica\\_02.zip](http://www.ibama.gov.br/recursospesqueiros/downloads/estatistica_02.zip)

Isaac, V. J. (1990). Accuracy of some length-based methods for fish population studies. *ICLARM Technical Report* 27: 1-81.

Isaac, V.J. & Ruffino, M.L. 1996. Population dynamic of tambaqui, *Colossoma macropomum* Cuvier, in the Lower Amazon - Brazil. **Fisheries Management and Ecology** (3):315-333.

Issac, V. J. Accuracy of some length-based methods for fish population studies. *ICLARM Technical Report* 27. 1990: 1-81.

Lima, M. A. L. A pesca em duas comunidades ribeirinhas na região do médio rio Madeira, Porto Velho – RO. Dissertação (mestrado), UFAM – Universidade Federal do Amazonas. Manaus. 2010. 88pp.

Loubens, G.; Aquim, J. L. 1986. Sexualidad y reproducción de los principales peces de la cuenca del río Mamore, Beni in Bolívia. ORSTOM-UTB-CORDEBENI. Informe Científico, 5. 45 pp.

Lozano, A.P. 2005. Ciclo de vida e dinâmica populacional do caparari *Pseudoplatystoma tigrinum* ALENCIENNES 1840 (PISCES; PIMELODIDAE), no rio Apure, bacia do rio Orinoco. Tese de doutorado. INPA, MANAUS. 225 p.

Mateus, L. A. F. & Penha J. M. F. (2007). Dinâmica populacional de quatro espécies de grandes bagres na bacia do rio Cuiabá, Pantanal norte, Brasil (Siluriformes, Pimelodidae). *Revista Brasileira de Zoologia* 24 (1): 87 – 98.

Munro, J. L.; Pauly, D.1983. A simple method for comparing the growth of fishes and invertebrates. *ICLARM Fishbyte*. 1(1):5-6.

Orrego, Luz Eneida Ochoa. 2012. Análise filogeográfica de *Brachyplatystoma platynemum* (Siluriformes: Pimelodidae). Dissertação de Mestrado, UNESP. SP 89 p.

Pauly, D. 1990. Length-converted catch curves and the seasonal growth of fishes. *Fishbyte* 8(3), 33-38. Tropicalization of Beverton and Holt 331.

Pauly, D. 1979. Theory and management of tropical multispecies stocks. Manila, *ICLARM Studies and Reviews* 1, 35p.

Pauly, D. 1983. Algunos Métodos simples para la evaluación de recursos pesqueros tropicales. *FAO Documento Técnico de Pesca*, 234: 49 pp.

Pauly, D. 2002. Charles Darwin, ichthyology and the species concept. *Fish and Fisheries* 3(3): 1-5.

Pauly, D. 1980. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *Jornal du Conseil international pour l'Exploration de la Mer* 39(3): 175-192.

Peixer, J.; Mateus, L. A. F.; Resende, E. K. 2006. First gonadal maturation of *Pirirampus pirirampu* (Siluriformes: Pimelodidae) in the Pantanal, Mato Grosso do Sul state, Brazil. *Brazilian Journal Biology*, 66(1B) 317-323p.

Pérez, A. Fabrè, N. N. 2009. Seasonal growth and life history of the catfish *Calophysus macropterus* (Lichtenstein, 1819) (Siluriformes: Pimelodidae) from the Amazon floodplain. *J. Appl. Ichthyology*. 25, 343–349.

Petrere, M. 2002. Relatório de viabilidade binacional da pesca e aquicultura: abordagem sócioambiental na área fronteira Brasil – Bolívia. ADA.PRODEAM ; SINCH I ; OEA -Belém: ADA.PRODEAM.

Petrere, M. Jr.; Barthem, R.B.; Cordoba, E.A.; Gomez, B.C. 2004. Review of the large catfish fisheries in the upper Amazon and the stock depletion of piraiba (*Brachyplatystoma filamentosum* Lichtenstein) *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 14: 403–414.

- Petrere, M., Jr, Barthem, R. B., Cordoba, E. A. & Gomez, B. C. 2004. Review of the large catfish fisheries in the upper Amazon and the stock depletion of piraiba (*Brachyplatystoma filamentosum* Lichtenstein). *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 14, 403–414.
- Pianka, E. R. 1972. *r* and *k* selection or *b* and *d* selection?. *The American Naturalist*, vol 106, n 951.
- Ricker, W.E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bull. Fish. Res. Bd. Can.* (191):1-382.
- Rosenberg, A . A . ; Beddington, J. R. 1987. Monte –Carlo testing of two methods for estimating growth from length-frequency data with general conditions for their applicability. In: Pauly, D ; Morgan, G. R. (eds). Length based methods in fisheries reseach. ICLARM Conference Proceedings 13. p 283-298.
- Ruffino, M.L. & V.J. ISAAC. 1995. Life cycle and biological parameters of several Brazilian Amazon fish species. *ICLARM Quartely* 18 (4): 41-45.
- Sant’Anna, I. R. A. (2007) Estrutura Populacional e Biologia Reprodutiva dos Grandes Bagres Migradores (Siluriformes, Pimelodidae) da Cachoeira do Teotônio, rio Madeira, Rondônia. [Monografia de bacharelado]. 51f. Porto Velho (RO): Universidade Federal de Rondônia.
- Santos, C. A. 2006. Biologia e ecologia de duas espécies de peixe cachorro do gênero *Acestrorhynchus* (Characiformes, Acestrorhynchidae) na região de corredeiras do rio Madeira. Monografia (Bacharelado em Biologia). Universidade Federal de Rondônia. Porto Velho.
- Santos, G. M. Ferreira, E. J. G., Zuanon, J. A. S. 2006. Peixes Comerciais de Manaus. Manaus, IBAMA/AM, Provárzea. 144 pp.
- Santos, G.M.; Oliveira Jr., A.B. 1999. A pesca no reservatório da hidrelétrica de Balbina (Amazonas, Brasil). *Acta Amazonica*, 29(1): 145-163
- Santos, M.H.; Doria, C. R .C. Leite, R. G.; Lima, M. A. L. Cella-Ribeiro, A.; Ropke, C.P.; Sant’Anna, I. R. A.; Fernandes, T.R.C.; Melo, L.C.R.; Ayala, D.M. 2011. Estudo das espécies alvo. In: Doria, C. R .C.; Leite, R. G.; Röpke, C. P.; de Queiroz, L. J. Relatório Técnico Consolidado Ano II – 2009/2011: Programa de Monitoramento e Conservação da Ictiofauna do rio Madeira. Convenio SAE/UNIR/RIOMAR. Porto Velho. 215 pp.
- Santos-Filho, L.C. & V.S. Batista. 2005. Determinação de idade e crescimento do mapará (*Hypophthalmus marginatus*) na Amazônia Central. *Acta Amazônica* 35 (1): 85-92.
- Shepherd, J.G., 1987. A weakly parametric method for estimating growth parameters from length composition data. pp. 113–119 In: D. Pauly and G. Morgan (eds), Length-based methods in fisheries research. *ICLARM Conf. Proc.* 13:468 p.

Silva, R. 2010. Estrutura populacional de *Pinirampus pirinampu* Spix & Agassiz, 1829 (Osteichthyes, Pimelodidae) e o efeito temporal causado pela construção de uma barragem na bacia do rio Tocantins, Brasil. Porto Nacional, TO: UFT. 28 p.

SINCHI, 2011. Disponível em [http://sinchi.org.co/index.php?option=com\\_k2&view=item&id=656%3Ainvestigaci%C3%B3n-cient%C3%ADfica-para-la-promoci%C3%B3n-de-la-gesti%C3%B3n-compartida-de-los-ecosistemas-y-recursos-naturales-de-la-amazonia-colombiana&Itemid=1924](http://sinchi.org.co/index.php?option=com_k2&view=item&id=656%3Ainvestigaci%C3%B3n-cient%C3%ADfica-para-la-promoci%C3%B3n-de-la-gesti%C3%B3n-compartida-de-los-ecosistemas-y-recursos-naturales-de-la-amazonia-colombiana&Itemid=1924)>. Acesso do em 20 de junho de 2012.

SIOLI, H. **Amazônia**: fundamentos da ecologia da maior região de florestas tropicais. 3 ed. Editora Petrópolis, Rio de Janeiro. 1985. 72p.

Sparre, P. & S.C. Venema (Eds.). 1997. *Introdução à avaliação de mananciais de peixes tropicais. Parte 1*. Roma: Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura - FAO.

Stergiou, K.I. 2002. Overfishing, tropicalization of fish stocks, uncertainty and ecosystem management: resharpening Ockham's razor. *Fisheries Research* 55:1-9

Suzuki, H.I. & AGOSTINHO, A.A. 1997. Reprodução de peixes de reservatório de Segredo. In Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo. (A.A. Agostinho & L.C. Gomes, eds.). EDUEM, Maringá, p. 163-182.

Taylor, C.C. (1958). Water temperature and Cod Growth-Rate Cod growth and temperature. *Journal Du Conseil*, 23(3): 366-370.

Tello, S. Bayley, P. 2001. La pesquería comercial de Loreto con énfasis en el análisis de la relación entre captura y esfuerzo pesquero de la flota comercial de Iquitos, cuenca del Amazonas (Perú). *Folia Amazónica* VOL. 12 (1-2).

Torrente-Vilara, G. Zuanon, J. Leprieur, F. Oberdorff, T. Tedesco, P.A. 2011. Effects of natural rapids and waterfalls on fish assemblage structure in the Madeira River (Amazon Basin). *Ecology of Freshwater Fish*: 10.1111/j.1600-0633.00508.x

von Bertalanffy, L. 1938. A quantitative theory of organic growth. *Human Biology* 10: 181-213.

ZAR, J.H. 1996. *Biostatistical Analysis*. Prentice-Hall, London, England.