



**FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA
NÚCLEO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
DESENVOLVIMENTO REGIONAL E MEIO AMBIENTE**

**INFLUÊNCIA DA CONSTRUÇÃO DA USINA HIDRELÉTRICA DE SANTO
ANTÔNIO SOBRE A PASSAGEM DE LARVAS E JUVENIS DE PIMELODIDAE, DE
MONTANTE A JUSANTE DA BARRAGEM NO RIO MADEIRA, PORTO VELHO-
RO, BRASIL**

POLLYANA ARAUJO DE LIMA

**Porto velho (RO)
2015**



**FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA
NÚCLEO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
DESENVOLVIMENTO REGIONAL E MEIO AMBIENTE**

INFLUÊNCIA DA CONSTRUÇÃO DA USINA HIDRELÉTRICA DE SANTO ANTÔNIO SOBRE A PASSAGEM DE LARVAS E JUVENIS DE PIMELODIDAE, DE MONTANTE A JUSANTE DA BARRAGEM NO RIO MADEIRA, PORTO VELHO, BRASIL

POLLYANA ARAUJO DE LIMA

Orientador: Prof. Dr. Rosseval Galdino Leite

Dissertação apresentada junto ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente, Área de Concentração em Ambiente, Saúde e Sustentabilidade para obtenção de título de mestre em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente.

**Porto Velho (RO)
2015**

FICHA CATALOGRÁFICA
BIBLIOTECA PROF. ROBERTO DUARTE PIRES

Lima, Pollyana Araújo de.

L7324i

Influência da construção da usina hidrelétrica de Santo Antônio sobre a passagem de larvas e juvenis de *Pimelodidae*, de montante a jusante da barragem no rio Madeira, Porto Velho – RO. / Pollyana Araújo de Lima, Porto Velho / RO, 2015.
46 fls.

Orientador: Prof. Dr. Rosseval Galdino Leite

Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente) –
Fundação Universidade Federal de Rondônia.

1.Bagres. 2.Hidrelétrica de Santo Antônio. 3.Rio Madeira - RO. I.Leite, Rosseval Galdino.
II.Título

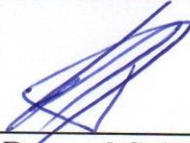
CDU 627 (811.1)

Bibliotecária responsável: Rejane Sales – CRB 11/903

POLLYANA ARAÚJO DE LIMA

**“INFLUÊNCIA DA CONSTRUÇÃO DA USINA HIDRELÉTRICA DE SANTO ANTÔNIO
SOBRE A PASSAGEM DE LARVAS E JUVENIS DE PIMELODAE DE MONSTANTE A
JUSANTE DA BARRAGEM NO RIO MADEIRA, PORTO VELHO-RO, BRASIL”.**

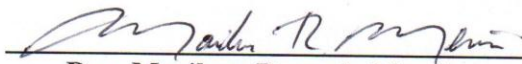
Comissão Examinadora



Dr. Rosseval Galdino Leite
Orientador
Fundação Universidade Federal de Rondônia/INPA



Dr. Gilmar Baumgartner
Membro Externo
Universidade Estadual do Oeste do Paraná



Dra. Mariluce Rezende Messias
Membro Externo
Fundação Universidade Federal de Rondônia

Dr. Artur de Souza Moret
Suplente
Fundação Universidade Federal de Rondônia

Porto Velho, 29 de Outubro de 2015.

Resultado: APROVADA

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelas conquistas até o momento, mas peço a ele para me dar sabedoria para conquistar muito mais.

É difícil agradecer todas as pessoas que de algum modo, nos momentos serenos e ou apreensivos, fizeram ou fazem parte da minha vida, por isso primeiramente agradeço à todos de coração.

Aos meus pais Rosa e João, pela minha vida e apoio na formação.

Ao meu orientador Dr. Rosseval, em especial, que auxiliou na confecção deste trabalho, demonstrando paciência e compreensão, sendo assim de suma importância.

Aos amigos do Laboratório de Ictioplâncton, INPA, Manaus, Vagner, André e Leandro, grata pelo carinho e amizade de cada um de vocês.

Ao Urbano, por ter disponibilizado seu tempo para me ajudar com a estatística.

Aos companheiros de campo Roberval, Marcelo e Elderson.

Aos amigos do curso, essa integração de conhecimentos de diversas áreas, foi muito importante para o meu desenvolvimento pessoal e profissional.

Aos meus queridos professores, Dr. Wanderley Bastos, Dr. Vanderlei Maniesi e a Dra. Mariluce Messias, obrigada pelas contribuições na aula de qualificação.

Agradeço aos professores que desempenharam com dedicação as aulas ministradas.

Ao Laboratório de Ictiologia e Pesca - Unir, em nome da coordenadora Dra. Carolina Doria.

A Universidade Federal de Rondônia - Unir pela oportunidade de realização do mestrado.

Ao Programa de Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente.

Ao Consórcio Santo Antônio Civil - CSAC, pelo financiamento do projeto.

A Ação Ecológica Guaporé - ECOPORÉ, em nome do presidente Marcelo, pela administração do recurso utilizado para a realização do projeto.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pela concessão da bolsa de mestrado.

Meus sinceros agradecimentos!

RESUMO

Uma das preocupações pela implantação da Usina Hidrelétrica de Santo Antônio era a interferência que ela causaria nas atividades de pesca e dos próprios peixes em suas áreas de influência direta e indireta no rio Madeira. O presente estudo visou avaliar se a construção da barragem da Usina Hidrelétrica de Santo Antônio está impedindo a passagem das larvas de Pimelodidae, família à qual pertencem os grandes bagres migradores. Para tanto, mensalmente foram realizadas pescarias com uma rede de arrasto de fundo especializada na captura de larvas e juvenis que habitam o fundo do rio, no período de Janeiro de 2014 a Fevereiro de 2015. Estes dados foram comparados com aqueles obtidos desde Abril de 2009 que se encontram em um banco de dados no Laboratório de Ictioplâncton do INPA em Manaus. As capturas foram realizadas nas mesmas posições tanto em relação à cachoeira de Santo Antônio inicialmente, quanto em relação à barragem da Usina Hidrelétrica de Santo Antônio, durante e após a sua conclusão. A avaliação foi realizada comparando-se a abundância dessas larvas e juvenis por Período (Anos) Fase (Cheia, Vazante, Seca e Enchente) e Posição (Montante e Jusante) da cachoeira e da UHE. Os resultados obtidos através de ANOVA Fatorial com três fatores indicaram que não houve interação significativa dos três fatores ao nível de 5% de probabilidade, mostrando que a presença da barragem com suas turbinas, não interferiu na passagem das larvas e juvenis de Pimelodidae, ao mesmo tempo em que houve diferença significativa na abundância das larvas e juvenis entre as fases hidrológicas e entre os períodos estudados. Esse comportamento aconteceu de forma semelhante tanto a Montante quanto a Jusante. Ao avaliar as larvas e juvenis de *Brachyplatystoma*, houve pequenas oscilações na curva de ocorrência de seus representantes. Entretanto, houve decréscimo na ocorrência e abundância de jovens de *Calophysus macropterus* e *Pinirampus pirinampu* duas espécies que foram abundantes antes do fechamento da barragem.

Palavras-chave: grandes bagres, migração, hidrelétricas, desenvolvimento inicial.

ABSTRACT

One concern for the implementation of the hydroelectric plant of Santo Antônio was the interference that it would cause in fishing activities and the fish themselves in their areas of direct and indirect influence on the Madeira River. This study aimed to assess whether the construction of the Santo Antônio hydroelectric plant dam is preventing the passage of larvae of Pimelodidae family that belong to the large migratory catfish. For this, monthly were conducted fisheries with bottom trawl specialized in capture larvae and juveniles inhabiting the river bottom, from January 2014 to February 2015. These data were compared with those obtained since April 2009 who are in a database in Ichthyoplankton Laboratory of INPA in Manaus, in the same positions regarding both the San Antonio waterfall initially, as compared to the dam hydroelectric plant Santo Antonio, during and after its completion. The evaluation was performed by comparing the abundance of these larvae and juveniles by Period (Years) Phase (Full, Vazante, Drought and Flood) and position (amount and Downstream) waterfall and HPP. The results obtained by ANOVA factorial with three factors indicated that there was no significant interaction of three factors at 5% probability, showing that the dam's presence with their turbines do not interfere with the passage of larvae and juveniles of Pimelodidae at the same time was no significant difference in the abundance of larvae and juveniles between the hydrological phases and between the study periods. This behavior happened in a similar way as both Upstream Downstream. In assessing the larvae and juveniles of *Brachyplatystoma*, there were small variations in the occurrence of representatives curve. However, there was a decrease in the occurrence and abundance of youth *Calophysus macropterus* and *Pinirampus pirinampu* two species that were abundant before the dam was closed.

Key words: large catfish, migration, hydroelectric, initial development

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1: Mapa da América do Sul com trecho do rio Madeira em Porto Velho destacado com retângulo e área do reservatório da Usina Hidrelétrica Santo Antônio em imagem, com demarcação de áreas de coletas a montante e a jusante..... 15
- Figura 2: Rede de arrasto de fundo “*trawl net*” sendo lançada e retirando larvas e juvenis da rede da esquerda para a direita (Foto de Leite, R.G.)..... 17
- Figura 3: Abundância de larvas de Pimelodidae e a interação entre os fatores: período anual, posição (Jusante e Montante) da Barragem Hidrelétrica Santo Antônio e fases hidrológicas do rio Madeira de Abril/2010 a Janeiro/2015. Barras verticais denotam intervalo de confiança a 0,95.....21
- Figura 4: Abundância de larvas de peixes da família Pimelodidae por fase hidrológica, entre 2010 e 2015 na área de influência da Usina Hidrelétrica Santo Antônio no rio Madeira, Rondônia, Brasil. Barras verticais denotam intervalo de confiança de 95%.....22
- Figura 5: Abundância de larvas de Pimelodidae por Fase do ciclo hidrológico e posição em relação à Barragem Hidrelétrica de Santo Antônio entre 2009 e 2015, Rondônia, Brasil23
- Figura 6: Abundância de larvas de Pimelodidae imediatamente a montante e a jusante da Barragem Hidrelétrica de Santo Antônio no rio Madeira em Porto Velho-RO, Brasil..... 24
- Figura 7: Vista lateral de juvenil inicial de *Brachyplatystoma rousseauxii* capturado no rio Madeira na área de influência da Usina Hidrelétrica Santo Antônio (Acervo do laboratório de Ictioplâncton/INPA/CBIO, Desenho de Cortes, L. A)..... 25
- Figura 8: Abundância das larvas de *Brachyplatystoma rousseauxii* na área de influência da Cachoeira de Santo Antônio e Usina Hidrelétrica Santo Antônio entre Abril de 2009 a Janeiro de 2015.25
- Figura 9: Vista lateral de juvenil inicial de *Brachyplatystoma filamentosum* capturado no rio Madeira na área de influência da Usina Hidrelétrica Santo Antônio (Acervo do laboratório de Ictioplâncton/INPA/CBIO, Desenho de Cortes, L. A)..... 26
- Figura 10: Abundância das larvas de *Brachyplatystoma filamentosum* na área de influência da Cachoeira de Santo Antônio e Usina Hidrelétrica Santo Antônio entre Abril de 2009 a Janeiro de 2015.26
- Figura 11: Vista lateral de juvenil inicial de *Brachyplatystoma platynemum* capturado no rio Madeira na área de influência da Usina Hidrelétrica Santo Antônio (Acervo do laboratório de Ictioplâncton/INPA/CBIO, Desenho de Cortes, L. A)..... 27
- Figura 12: Abundância das larvas de *Brachyplatystoma platynemum* na área de influência da Cachoeira de Santo Antônio e Usina Hidrelétrica Santo Antônio entre Abril de 2009 a Janeiro de 2015 27

Figura 13: Vista lateral de juvenil inicial de <i>Brachyplatystoma capapretum</i> capturado no rio Madeira na área de influência da Usina Hidrelétrica Santo Antônio (Acervo do laboratório de Ictioplânton/INPA/CBIO, Desenho de Cortes, L. A).....	28
Figura 14: Abundância das larvas de <i>Brachyplatystoma capapretum</i> na área de influência da Cachoeira de Santo Antônio e Usina Hidrelétrica Santo Antônio entre Abril de 2009 a Janeiro de 2015.	28
Figura 15: Vista lateral de juvenil inicial de <i>Pirinampus pirinampu</i> capturado no rio Madeira na área de influência da Usina Hidrelétrica Santo Antônio (Acervo do laboratório de Ictioplânton/INPA/CBIO, Foto de Leite, R. G).....	29
Figura 16: Abundância das larvas de <i>Calophysus macropterus</i> na área de influência da Cachoeira de Santo Antônio e Usina Hidrelétrica Santo Antônio entre Abril de 2009 a Janeiro de 2015.	29
Figura 17: Vista lateral de juvenil inicial de <i>Calophysus macropterus</i> capturado no rio Madeira na área de influência da Usina Hidrelétrica Santo Antônio (Acervo do laboratório de Ictioplânton/INPA/CBIO, Foto de Leite, R. G).....	30
Figura 18: Abundância das larvas de <i>Pirinampus pirinampu</i> na área de influência da Cachoeira de Santo Antônio e Usina Hidrelétrica Santo Antônio entre Abril de 2009 a Janeiro de 2015.	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Abundância das espécies de peixes da família Pimelodidae capturadas com rede de arrasto de fundo (Trawl net) a jusante e a montante da cachoeira de Santo Antônio e UHE-Santo Antônio entre Janeiro de 2014 e Fevereiro de 2015.....	19
Tabela 2: Índice de Diversidade de Shannon-Wiener de juvenis de peixes entre Abril de 2009 e Dezembro de 2015, nas regiões situadas imediatamente a montante e a jusante da cachoeira de Santo Antônio/Usina Hidrelétrica de Santo Antônio	20

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	10
1. OBJETIVOS.....	14
1.1. Geral.....	14
1.2. Específicos	14
2. MATERIAL E MÉTODOS	14
2.1. Área de Amostragem	15
2.2. Coleta de Amostras	16
3. ANÁLISE DOS DADOS	17
4. RESULTADOS	19
5. DISCUSSÃO.....	31
REFERÊNCIAS	37

INTRODUÇÃO

Independente da origem, as perturbações ao ambiente influenciam na abundância e distribuição temporal das larvas de peixes (REYNALTE-TATAJE et al., 2012). As hidrelétricas atuam diretamente na disponibilidade de larvas de peixes porque a sua presença produz impactos, principalmente sobre as espécies migratórias (WINTER et al., 2006; LARINIER, 2008; ALHASSAN et al., 2015).

Vários estudos têm sido direcionados a medir esses impactos ou a estudar as respostas dos peixes às mudanças de regimes dos rios (MURCHIE et al., 2008), dos efeitos das Turbinas das Hidrelétricas sobre a passagem dos peixes em diferentes estágios de desenvolvimento (CADA, 2008) e, também, sobre as alterações nas comunidades ictíicas devido a eliminação de barreiras naturais e suas implicações na diversidade local (JÚLIO et al., 2009; DUGAN et al., 2010; ZIV et al., 2012; VITULE et al., 2012; LIERMANN et al., 2012).

Acumular água em um reservatório é condição essencial para a geração de hidroenergia e para isso é necessário uma barragem, a qual ocasiona transformações de rios (ANDERSON et al., 2006; KAHN et al., 2014). Tanto o reservatório quanto a barragem podem gerar alterações no comportamento dos peixes de uma determinada área, em todas as suas fases de desenvolvimento, e, principalmente, nas atividades de reprodução e de alimentação dos mesmos, devido às alterações provocadas ao meio aquático e que também refletem nos demais seres vivos locais (SCHILT, 2007; POMPEU et al., 2011; PETESSE & PETRERE, 2012; ZIOBER et al., 2012; HAWKSHAW et al., 2013).

A principal mudança que ocorre nas áreas destinadas ao reservatório é a estagnação de processo natural de flutuação do nível das águas. Esse é um tema importante porque as espécies de peixes da bacia amazônica têm suas histórias de vida adaptadas às inundações sazonais, e as migrações para a desova são fenômenos altamente relacionados ao ciclo hidrológico (WELCOMME, 1985; SANTOS & FERREIRA, 1999; CAROSFELD et al., 2004).

O nível de conhecimento sobre essas adaptações demonstra que as espécies de peixes dos rios da Amazônia, dentro de cada ordem, seja Characiforme, Siluriforme, Perciforme, Engrauliforme ou mesmo Tetraodontiforme, aproveitam o momento ideal dentro de um ciclo hidrológico para a sua reprodução (ARAÚJO-LIMA & OLIVEIRA, 1998).

A inserção de um reservatório numa vasta área no rio Madeira onde antes ocorriam flutuações sazonais do nível de água gerará respostas talvez imediatas dos peixes no seu

comportamento pois, de acordo com Junk et al. (1989) a força motora para a manutenção dos ecossistemas caracterizados por rios de grande porte da Amazônia é o pulso de inundação, devido a sua previsibilidade, pois a ele está relacionado o fluxo de nutrientes ao longo do ano. Vannote et al. (1980) já afirmavam que existe um fluxo contínuo de condições biológicas e físicas que se alteram nos rios desde as suas cabeceiras até a sua boca.

As atividades de reprodução e alimentação dos peixes estão associadas a essas alterações naturais que ocorrem sazonalmente e cada parte desse processo, serve como indicativo para o comportamento dos mesmos em todas as fases do seu ciclo de vida.

No caso dos Characiformes migradores, a migração para a desova tem como destino os rios amazônicos de maior produtividade biológica, e o estímulo para a migração se dá no momento em que as águas destes rios se elevam e começam a inundar suas planícies adjacentes (LOWE-McCONNELL, 1999; LIMA & ARAÚJO-LIMA, 2004).

Aproveitando esta maior produtividade, os Characiformes migram de tributários de águas pretas e claras, com áreas de inundação mais pobres em nutrientes, para desovar nos rios de águas brancas, de planícies inundáveis mais produtivas (GOULDING, 1980). Desta forma, as confluências de lagos ou rios de águas pretas e claras com os rios de água branca são importantes áreas de estímulo para a desova destes peixes (GOULDING, 1979; RIBEIRO, 1983; ZANIBONI-FILHO, 1985).

Os rios de águas barrentas da bacia amazônica, com alto teor de nutrientes e sólidos em suspensão, oriundos da porção andina da bacia, tais como o Solimões, o Amazonas, o Purus, o Juruá, o Madeira entre outros, são os que detêm as planícies de inundação de alta produtividade, denominadas áreas de várzea (BARTHEM & FABRÉ, 2004). A alta produtividade dessas áreas de várzea está ligada às características hidroquímicas das águas barrentas ou “brancas”, que favorecem a produção primária, a qual sustenta uma complexa rede trófica (SIOLI, 1984; BAYLEY, 1989).

Após a desova dos peixes, os ovos e larvas derivam no leito de rios de águas brancas, principalmente próximos às margens, sendo dispersos na várzea através de canais de lagos e paranás, pela elevação do nível da água durante o período de enchente (ARAÚJO-LIMA, 1984; PETRY, 1989). Assim, a desova na enchente proporciona uma maior facilidade de entrada nas planícies alagáveis para as larvas e, conseqüentemente, uma maior oportunidade de encontrar alimento e abrigo nas áreas de várzea (LEITE et al., 2000; SANCHÉZ-BOTERO & ARAÚJO-LIMA, 2001).

Araújo-Lima (1990) afirma que, para a sobrevivência da prole recém gerada de Characiformes migradores, no momento da primeira alimentação, as larvas devem estar

próximas das áreas de várzea, e que este fato pode explicar porque muitas destas espécies têm somente uma desova por ano, concentrada no início da inundação. Segundo Welcomme (1979), esta estratégia reprodutiva está largamente difundida entre os peixes que habitam sistemas fluviais com áreas inundáveis, como os rios africanos, asiáticos e sul-americanos.

Esse autor comenta que o acoplamento das migrações de desova com o início da inundação é tão forte que em rios como o Amazonas, o Zaire e o Mekong, pode haver uma diferença de até um mês entre a migração de populações da mesma espécie dos cursos superior e inferior, de acordo com o progresso da enchente rio abaixo.

A utilização de habitats “berçários” em áreas de planície de inundação por peixes em fases iniciais de vida gerou um modelo que alguns autores chamaram de “recrutamento de planícies inundáveis” ou “recrutamento de inundação” (HUMPHRIES et al., 1999; KING et al., 2003).

Os Siluriformes de pequeno porte da família Pimelodidae reproduzem na época de enchente anual e tem como presas principais as larvas de Characiformes (MOURA, 1998) e para isso os seus reprodutores fazem algum tipo de migração para áreas onde haverá grande oferta de larvas que é justamente na calha principal do rio nas suas margens e na época de enchente.

Por outro lado, existem aquelas espécies que utilizam como estratégia passarem toda a sua vida no canal principal dos rios, de onde retiram a sua energia para o crescimento inicial e para isso, necessitam seguir o fluxo de água rio abaixo e rio acima.

A explanação acima tem como finalidade mostrar a dimensão da importância do curso natural das águas dos rios da Amazônia para os peixes da região e, fatalmente, a construção de uma barragem nesses rios interfere neste processo. Qualquer tipo de ruptura no percurso do rio e na disponibilidade dos recursos alimentares principalmente, pode gerar sérios problemas no recrutamento anual. Nesse cenário se encaixam os grandes bagres migradores do rio Madeira, objetos do presente estudo.

A espécie foco de maior preocupação com a construção da Hidrelétrica de Santo Antônio têm sido a dourada, *Brachyplatystoma rousseauxii*, seguida por *B. filamentosum*, *B. capapretum* e *B. platynemum*, todas de grande importância no mercado de Porto Velho e adjacências, e que contribuem, há décadas, para o desenvolvimento da região no setor pesqueiro.

Adultos dessas espécies ultrapassam naturalmente as cachoeiras do rio Madeira para desovarem nas áreas superiores do mesmo. Muitos desses grandes bagres chegam ao pé dos Andes onde reproduzem (BARTHEM & GOULDING, 1997; LEITE et al., 2006), e suas crias

descem o canal do rio, derivando em uma sequência de corredeiras, e os seus ovos e larvas são conduzidos passivamente pela correnteza, até o momento em que se tornam jovens iniciais (LEITE, obs. pess.). Nesse processo de transformação ontogenética os peixes formam todas as suas nadadeiras o que lhes possibilita autonomia natatória (NAKATANI et al., 2001).

Os dados registrados nos relatórios da ictiofauna, secção monitoramento do ictioplâncton da UHE Santo Antônio (DORIA et al., 2011), demonstram que a maior incidência de juvenis de grandes bagres, principalmente de *B. rousseauxii*, é no fundo do rio junto ao substrato, o que também foi observado por Cella-Ribeiro et al. (2015). Estes jovens percorrem um longo caminho até alcançarem o estuário amazônico onde incrementam o seu crescimento com as reservas alimentares locais (BARTHEM et al., in press).

No caso de *B. rousseauxii* há o retorno dos peixes dessa espécie do estuário, o que ocorre após os mesmos atingirem tamanho adequado para iniciarem uma nova viagem rumo às regiões de cabeceira do rio Madeira, o que se configura como mais uma longa migração (BARTHEM et al., in press), estabelecendo-se, portanto, duas rotas migratórias: a de subida na fase adulta e a de descida na fase larval/juvenil.

A ruptura de um desses dois movimentos migratórios poderia ocasionar grandes perdas no estoque pesqueiro das espécies que apresentam esse comportamento e, de certa forma, influenciar em uma fração importante para o desenvolvimento regional do estado de Rondônia.

Essa ruptura é esperada com a construção de uma barragem no rio Madeira, pois essa barragem poderá influenciar tanto no movimento lateral dos peixes na região do reservatório, quanto no seu movimento longitudinal de acordo com o comportamento migratório de cada espécie.

O presente estudo será concentrado no comportamento das larvas e juvenis de Pimelodidae, que conjuga os grandes bagres migradores, quanto à sua capacidade ou não de ultrapassarem a área de barragem da UHE-Santo Antônio no sentido Montante/Jusante.

Pompeu et al. (2011), efetuaram experimentos de passagem de ovos e larvas de peixes em um reservatório e mostraram que o sucesso na passagem das larvas estava associado com o tempo de residência da água no reservatório, isto é, quanto menos tempo de residência da água mais chances os ovos e larvas tem de sucesso em atravessá-lo.

Uma outra possibilidade de sucesso na passagem das larvas e juvenis pela área da represa no sentido montante/jusante, é o tamanho diminuto dos juvenis iniciais que pode favorecer sua sobrevivência devido ao menor atrito ao passarem pelas turbinas (BOUBÉE & HARO, 2003; CADA, 2008).

O tempo de residência da água no reservatório de Santo Antônio é curto em relação a muitos empreendimentos hidroelétricos e isso poderá, de certa forma, favorecer a passagem de juvenis através da represa. Portanto, como forma de elucidar apenas a questão da migração de larvas e juvenis de bagres, o presente estudo tem como foco principal, avaliar se a barragem no rio Madeira para a formação do reservatório da Usina Hidrelétrica Santo Antônio está influenciando na migração rio abaixo, das larvas e juvenis de peixes da família Pimelodidae.

Pelo seu tamanho diminuto e pela capacidade que estas larvas e juvenis apresentam em ultrapassarem áreas com forte turbulência como as cachoeiras do rio Madeira, trabalharemos com a Hipótese nula (H_0) de que a barragem da Usina Hidrelétrica Santo Antônio não impede a passagem das larvas e juvenis de Pimelodidae no sentido Montante/Jusante e, como Hipótese alternativa (H_A) o inverso; a barragem da Usina Hidrelétrica Santo Antônio impede a passagem das larvas e juvenis de Pimelodidae no sentido Montante/Jusante.

1. OBJETIVOS

1.1. GERAL

Avaliar se a barragem da Usina Hidrelétrica Santo Antônio influencia na abundância de larvas de peixes da família Pimelodidae no rio Madeira.

1.2. ESPECÍFICOS

1. Avaliar se há influência da Usina Hidrelétrica Santo Antônio na passagem de larvas e juvenis da região a montante para a jusante da barragem;
2. Avaliar se há variação temporal na abundância de larvas de Pimelodidae;
3. Descrever o comportamento da curva de abundância para as larvas e juvenis de 4 espécies de *Brachyplatystoma*;
4. Descrever o comportamento da curva de abundância de larvas e juvenis de *Calophysus macropterus*;
5. Descrever o comportamento da curva de abundância de larvas e juvenis de *Pinirampus pirinampu*.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. ÁREA DE AMOSTRAGEM

O rio Madeira nasce nos Andes na Bolívia, onde se concentra 50% de sua área de drenagem, com 10% dessa área no Peru e 40% no Brasil. Essa área de drenagem é formada pelo rio Beni até a confluência com o rio Mamoré, em frente à localidade boliviana de Villa Bella, na fronteira brasileira. A partir daí, ele segue por 1.700 km pela Amazônia brasileira, até desembocar no rio Amazonas, 40 km a montante da cidade de Itacoatiara (MASSON, 2005).

No final da década de 1970, Goulding (1979) dividiu o rio Madeira em quatro zonas: baixo rio Madeira, da jusante do rio Aripuanã até a foz no rio Amazonas; médio rio Madeira, entre o rio Aripuanã e o rio Machado, já no estado de Rondônia, e alto rio Madeira que vai da cachoeira de Santo Antônio até o rio Machado, compreendendo o trecho entre Porto Velho até a foz do rio Beni.

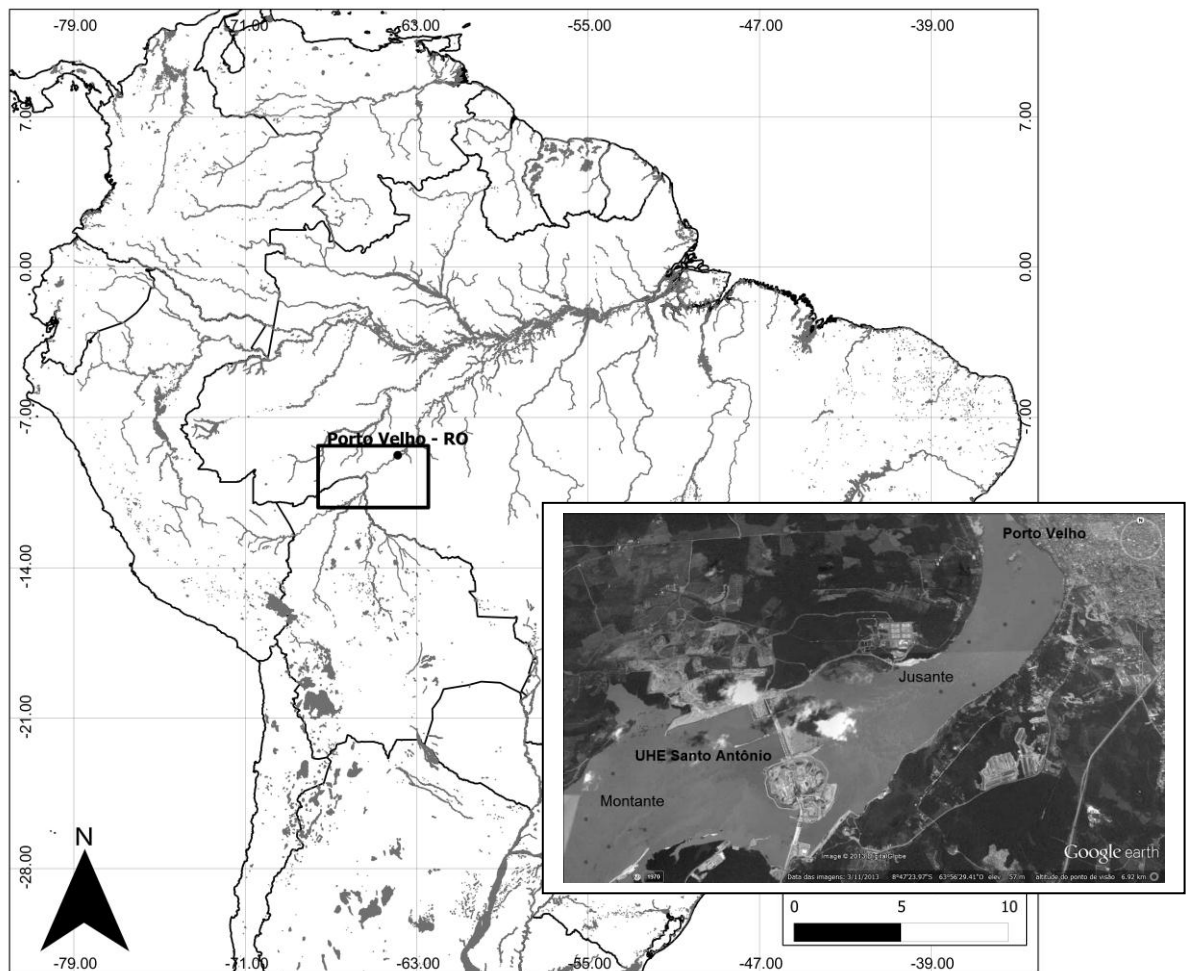


Figura 1. Mapa da América do Sul com trecho do rio Madeira até Porto Velho destacado com retângulo e área do reservatório da Usina Hidrelétrica Santo Antônio em imagem, com demarcação de áreas de coletas a montante e a jusante.

O rio Madeira é o tributário mais importante do rio Amazonas tanto em volume quanto em extensão sendo também um dos 5 maiores rios do mundo (GOULDING et al., 2003). As suas nascentes estão localizadas nos Andes e é formado por dois grandes rios, o Beni que nasce no Perú, e o Mamoré, que nasce na Bolívia, os quais lhe depositam uma grande quantidade de sedimentos. É o único afluente do rio Amazonas a drenar os 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 alagáveis (GOULDING, 1979).

Até alcançar a cachoeira de Santo Antônio em Porto Velho, o rio Madeira é um rio com muitas cachoeiras e drena uma área relativamente encaixada com margens altas. A partir da cachoeira de Santo Antônio, o rio Madeira não apresenta mais nenhuma corredeira e, à medida que se distancia da cidade de Porto Velho torna-se um rio com margens de inundação com uma extensa área de várzea.

Essa extensa área de várzea é formada principalmente porque o rio Madeira transporta grande quantidade de sedimentos, cerca de 330 ton/km²/ano (LATRUBESSE et al., 2005), e sua bacia de drenagem ocupa 20% da área total da bacia Amazônica.

Devido à importância da sua vazão e pelo seu transporte de sólidos em suspensão é um rio que tem despertado interesse de vários autores (SIOLI, 1967; MORTATTI et al., 1989; MARTINELLI et al., 1989; MARTINELLI et al., 1993; GAILLARDET et al., 1997; GUYOT et al., 1999; FILIZOLA-JÚNIOR, 1999; AALTO et al., 2003; 2006; TARDY et al., 2005; LATRUBESSE et al., 2005; DOSSETO et al., 2006; BERNNARDI et al., 2009) os quais destacam a importância desses sólidos em suspensão na composição físico-química de suas águas.

Toda a complexidade da área de drenagem e sua composição físico-química contribuem para a bacia do rio Madeira ser reconhecida com área rica em espécies de peixes (LEME, 2005; CAMARGO & GIARRIZZO, 2007; RAPP PY-DANIEL et al., 2007; ARAÚJO et al., 2009; TORRENTE-VILARA, 2009; DE QUEIROZ et al., 2013).

2.2. COLETA DE AMOSTRAS

As amostras de larvas e juvenis de Pimelodidae foram feitas em 10 pontos da região próxima ao reservatório da UHE Santo Antônio, sendo 5 a montante e 5 a jusante da barragem (Figura 1), em coletas mensais, de Janeiro de 2014 a Fevereiro de 2015 totalizando 120 amostras. Foi utilizada uma rede de arrasto “*trawl net*”, que tem como característica fazer uma varredura no fundo do rio. Esta rede é composta por duas portas de madeira posicionadas

na frente de uma rede afunilada com dimensões de 3 m de comprimento X 5 m de largura X 0,5 m de altura da boca, com malhas que vão de 30 mm até 5 mm de abertura desde a extremidade anterior até a posterior (Figura 2). Essa rede foi modificada e na qual foi inserida uma tela com malhas de 1mm de abertura para que a mesma se tornasse apta à captura de larvas e juvenis que vivem no substrato do fundo do rio.

A rede foi lançada de uma canoa em movimento e assim que a corda esticava e o lançamento tinha sucesso com a armação adequada do equipamento, arrastava-se essa rede no fundo do rio com força máxima utilizando a força de um motor de popa de 40 HP por completar 10 minutos em áreas do rio previamente escolhidas com o auxílio de uma sonda, para evitar obstáculos (tronco ou restos de barcos ou de dragas no fundo do rio).



Figura 2. Rede de arrasto de fundo “*trawl net*” sendo lançada e retirando larvas e juvenis da rede, da esquerda para a direita (Fotos de Leite, R.G.).

Ao ser retirada da água a rede era examinada e dela eram extraídas larvas e juvenis iniciais de peixes os quais eram acondicionados em sacos plásticos previamente identificados e o material era depositado em uma caixa térmica contendo gelo, o restante do material além daqueles visualizados era acondicionado em um saco plástico com a mesma identificação em cada captura e daí conduzido ao laboratório da Universidade Federal de Rondônia para ser triado com a ajuda de estereomicroscópio.

Todas as larvas e juvenis foram identificados no mais baixo nível taxonômico possível com o suporte de literatura específica. Naqueles em que existia dúvidas houve a ajuda de um especialista para a identificação.

3. ANÁLISE DOS DADOS

Assim que foram identificadas, os dados das larvas foram lançados em planilha Excel e foram posteriormente comparados aos dados organizados em um Banco de Dados com

registros de captura desde Abril de 2009 coletados antes, durante e após o fechamento da barragem da Usina Hidrelétrica de Santo Antônio.

Foi aplicado o Índice de Diversidade de Shannon-Wiener (H') que leva em consideração o número das espécies e as espécies dominantes em cada um dos anos avaliados (2009 a 2014). Esse procedimento teve como objetivo principal verificar possíveis alterações na comunidade de peixes da família Pimelodidae representada pelas suas larvas e juvenis ao longo do tempo.

O procedimento estatístico utilizado para as comparações do comportamento das larvas ao longo do tempo foi a ANOVA com três fatores (STATISTICA 7). Nessa análise foram considerados 4 Períodos de captura por questões de ajuste do desenho amostral (2010/2011, 2011/2012, 2012/2013 e 2013/2014), Posição de captura (montante e jusante), Fase de captura (enchente, cheia, vazante e seca) como fatores e o número de larvas (convertida em raiz quadrada de $n + 0,5$) como variável resposta, resumindo-se na fórmula seguinte:

$$Y = \mu + \text{Período} + \text{Posição} + \text{Fase} + \text{interações} + \text{Resíduos}$$

Para comparar as seis espécies aqui definidas como de grande interesse dentre os Pimelodideos foi aplicada uma Análise de Variância One Way (STATISTICA 7), cujos fatores foram a espécie e o ano e a variável resposta foi a abundância de suas larvas, representada em raiz quadrada de $n + 0,5$. Quatro dessas espécies pertencem ao gênero *Brachyplatystoma* e as duas outras são *Calophysus macropterus* e *Pinirampus pirinampu*. As comparações das médias de abundância de cada espécie foram avaliadas individualmente entre os anos de captura pelo Teste Tuckey HSD para amostras desiguais ($p < 0,5$).

Um critério para a escolha das espécies foi o de sua importância comercial e o outro pela sua abundância no rio Madeira em coletas anteriores a 2014/2015. No caso, *Brachyplatystoma* spp. representam os grandes bagres e *Calophysus* e *Pinirampus* são reconhecidamente muito abundantes nos rios da Amazônia. No caso de *Calophysus macropterus* ela é exportada aos países vizinhos da América do Sul e atualmente é um foco de discussões, de cunho preservacionista pois, para a sua captura em grande quantidade, os pescadores se valeram da matança de botos usando-os como isca.

4. RESULTADOS

Dos 259 exemplares capturados, 191 foram identificados em nível de espécie, 23 foram identificados em nível de Família ou Gênero e 45 não foram identificadas por estarem muito danificadas (Tabela 1). A maioria das espécies coletadas pertencia ao Gênero *Brachyplatystoma* das quais alguns exemplares foram identificados apenas em nível de gênero sendo descritos como *Brachyplatystoma* sp. por estarem danificadas de alguma forma impedindo a visualização de todas as estruturas para a identificação em nível de espécie.

Tabela 1. Abundância de peixes da família Pimelodidae capturadas com rede de arrasto de fundo (Trawl net) a jusante e a montante da cachoeira de Santo Antônio e UHE-Santo Antônio entre Janeiro de 2014 e Fevereiro de 2015.

Ano	Classificação	Quantidade
2014	<i>Brachyplatystoma capapretum</i>	12
	<i>Brachyplatystoma filamentosum</i>	26
	<i>Brachyplatystoma juruense</i>	26
	<i>Brachyplatystoma platynemum</i>	10
	<i>Brachyplatystoma rousseauxii</i>	17
	<i>Brachyplatystoma</i> sp.	18
	<i>Brachyplatystoma tigrinum</i>	9
	<i>Brachyplatystoma vaillantii</i>	4
	<i>Calophysus macropterus</i>	6
	Heptapteridae	4
	<i>Megalonema</i> sp	1
	NI	44
	Pimelodidae	7
	<i>Pinirampus pirinampu</i>	18
	<i>Platynemichthys notatus</i>	39
	<i>Sorubim lima</i>	1
<i>Sorubimichthys planiceps</i>	9	
<i>Hemisorubim platyrhynchos</i>	1	
Total 2014		252
2015	<i>Brachyplatystoma filamentosum</i>	1
	<i>Brachyplatystoma rousseauxii</i>	5
	NI	1
Total 2015		7
Total geral		259

Tabela 2. Índice de Diversidade de Shannon-Wiener de juvenis de peixes entre Abril de 2009 e Dezembro de 2015, nas regiões situadas imediatamente a montante e a jusante da cachoeira de Santo Antônio/Usina Hidrelétrica de Santo Antônio.

Ano de captura	Número de espécies	Índice de Diversidade de Shannon-Winner
2009	14	0,980755
2010	28	0,624833
2011	23	1,217098
2012	24	1,133716
2013	16	0,914722
2014	11	0,979922

Os resultados dos Índices de Diversidade de Shannon (Tabela 2) mostraram o menor valor para o ano de 2010, justamente o ano em que ocorreu a maior quantidade de larvas. Este índice foi influenciado pela grande abundância de larvas de *Calophysus macropterus* e *Pinirampus pinirampu* em relação às outras 26 espécies que ocorreram em menor número de indivíduos naquele ano. Justamente no ano de 2014 foi capturado o menor número de espécies em relação aos demais se assemelhando a 2009, porém em 2009 só foram amostrados 9 meses.

A Análise de Variância mostrou que a interação entre período de captura, fase hidrológica e posição de captura das larvas e juvenis não foi significativa ao nível de $p < 0,05$. Observando a Figura 3, há comportamento semelhante na abundância de larvas tanto a montante quanto a jusante da barragem Usina Hidrelétrica de Santo Antônio, isto é, nas duas posições, a abundância de larvas responde da mesma forma aos períodos de captura e às fases do ciclo hidrológico.

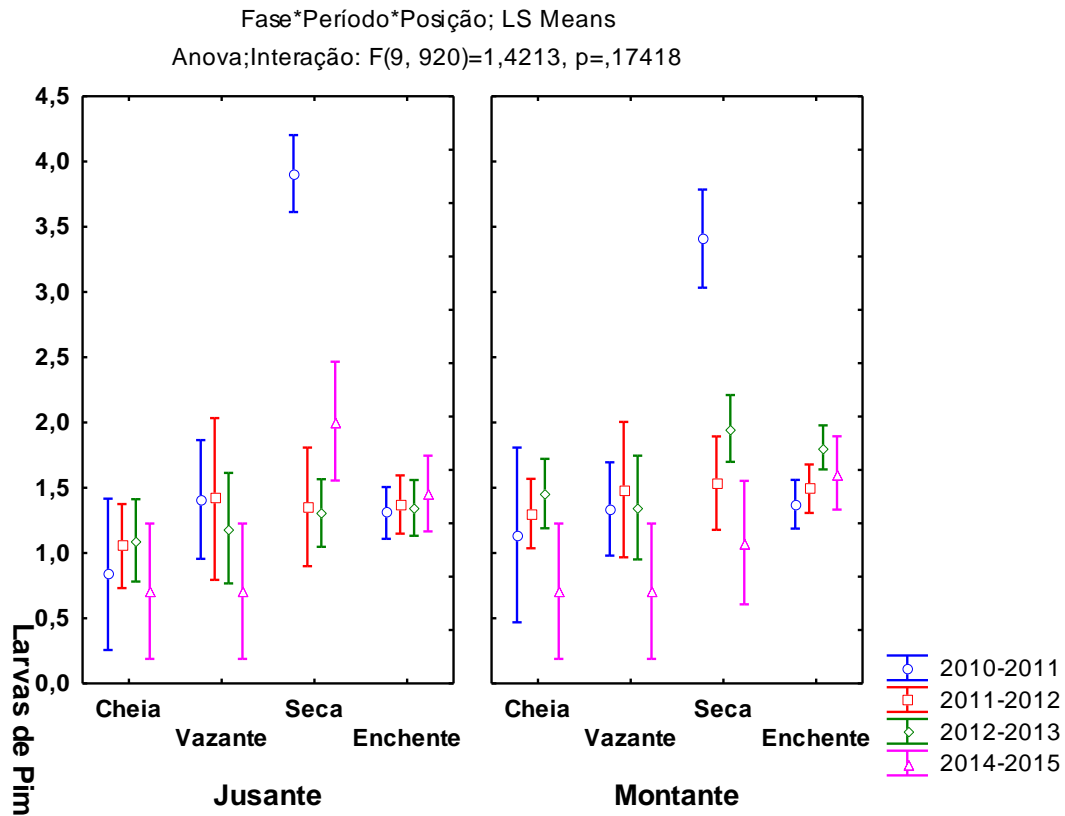


Figura 3. Abundância de larvas de Pimelodidae e a interação entre os fatores período anual, posição (Jusante e Montante) da Usina Hidrelétrica Santo Antônio e fases hidrológicas do rio Madeira de Abril/2010 a Janeiro/2015. Barras verticais denotam intervalo de confiança de 0,95.

Houve diferença significativa na abundância de larvas de Pimelodidae entre os períodos de coleta, destacando a seca de 2010-2011 como a de maior abundância, tanto dentro do período, quanto entre os demais períodos estudados (Figura 4). Na maioria dos casos, houve uma tendência ao aumento do número de larvas nas fases seca e enchente respectivamente em relação às outras duas fases hidrológicas independente do período estudado.

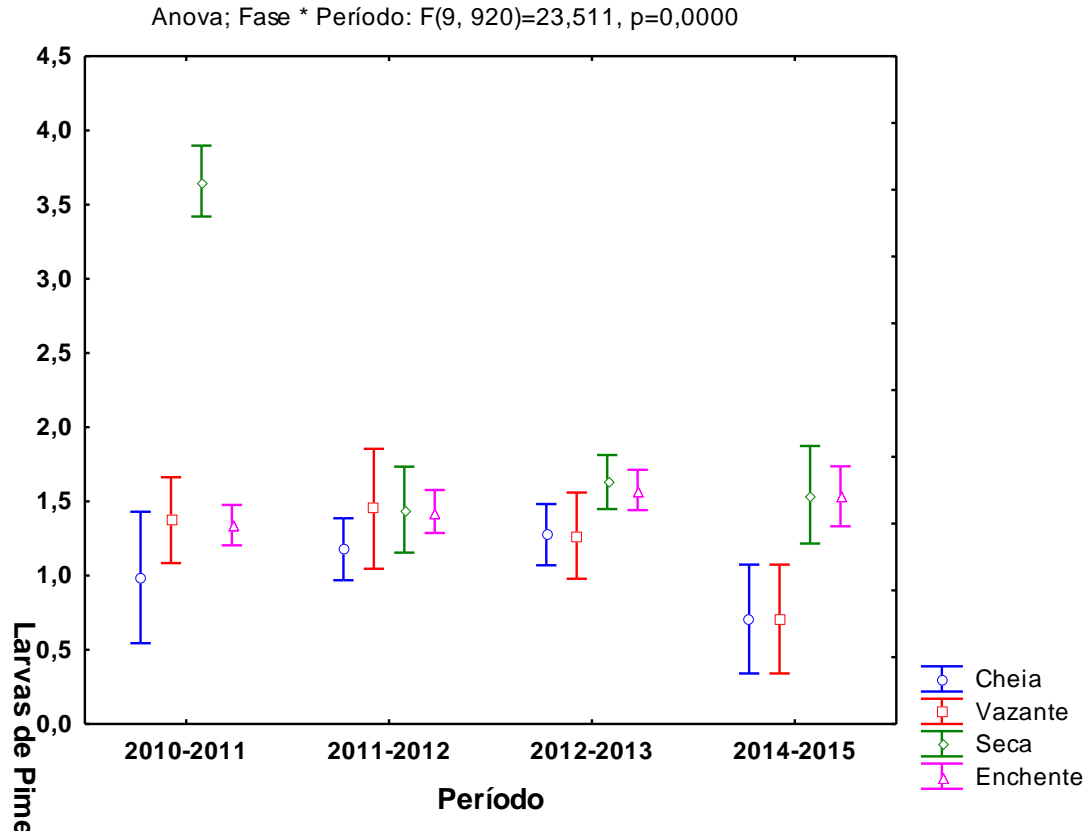


Figura 4. Abundância de larvas de peixes da família Pimelodidae por fase hidrológica, entre 2010 e 2015 na área de influência da Usina Hidrelétrica Santo Antônio no rio Madeira, Rondônia, Brasil. Barras verticais denotam intervalo de confiança de 95%.

Houve diferença entre as fases do ciclo hidrológico com destaque para o período de seca (Figura 5) onde foi observada maior abundância de larvas e juvenis. Entretanto, a figura 5 evidencia que dentro de uma mesma fase hidrológica não há diferença entre a abundância de larvas nas duas posições em relação à Cachoeira de Santo Antônio e à Usina Hidrelétrica Santo Antônio.

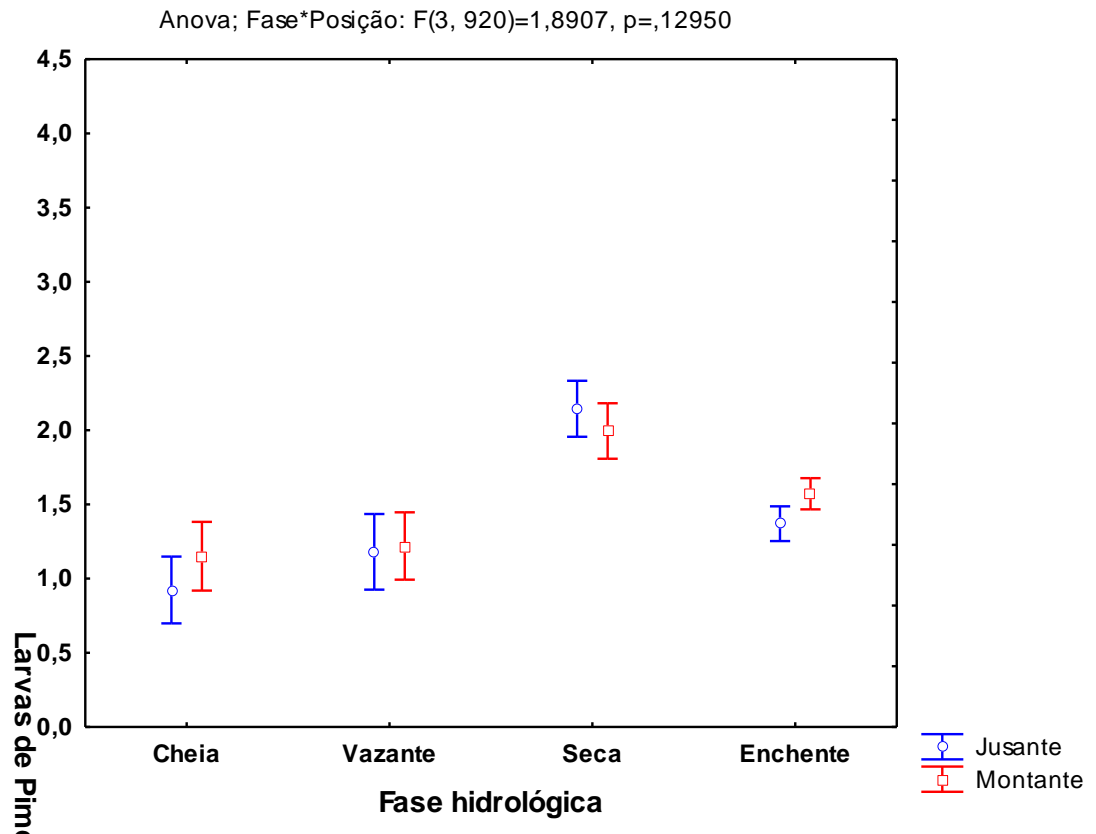


Figura 5. Abundância de larvas de Pimelodidae por Fase hidrológica e posição em relação à Usina Hidrelétrica de Santo Antônio entre 2009 e 2015, Rondônia, Brasil.

Houve diferença na abundância das larvas de Pimelodidae entre os períodos estudados, e, em todos os períodos, exceto 2012-2013, não ocorreu diferença entre a quantidade de larvas, sendo capturadas mais a montante do que a jusante da cachoeira de Santo Antônio e Usina Hidrelétrica de Santo Antônio.

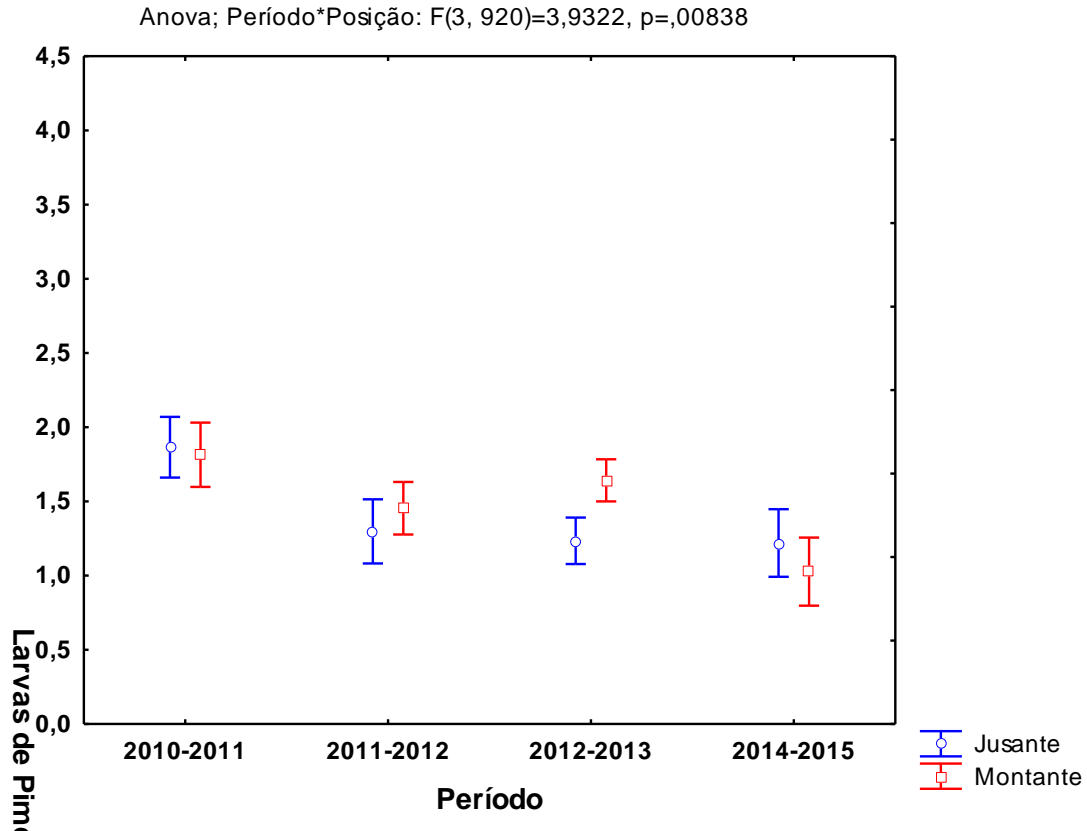
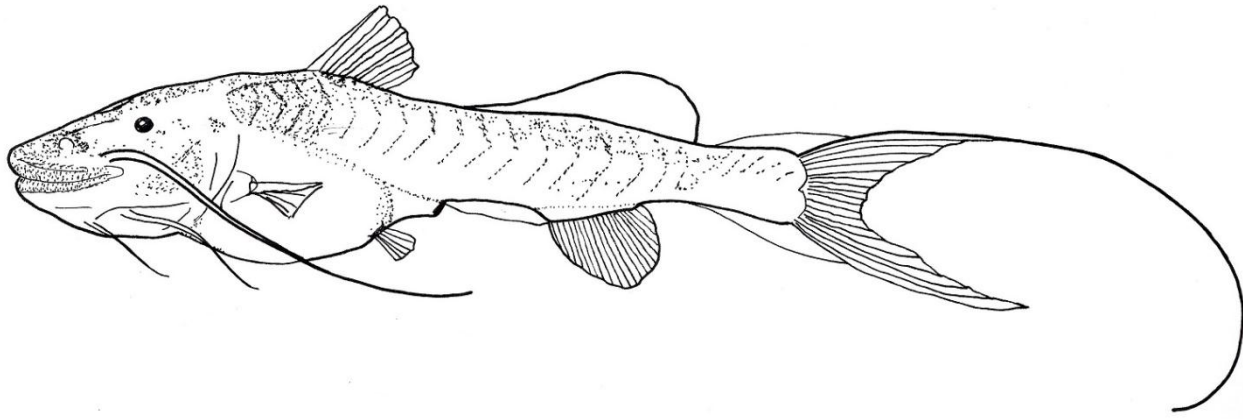


Figura 6. Demonstrativo da abundância de larvas de Pimelodidae na área de influência imediatamente a montante e a jusante da Usina Hidrelétrica de Santo Antônio no rio Madeira em Porto Velho-RO. Brasil.

Abundância de larvas e juvenis de *Brachyplatystoma* spp., *Calophysus macropterus* e *Pirinampus pirinampu*.

Os jovens das espécies avaliadas separadamente dos demais representantes da família foram representados por *Brachyplatystoma rousseauxii* (Figura 7), *B. filamentosum* (Figura 9), *B. platynemum* (Figura 11), *B. capapretum* (Figura 13), *Pirinampus pirinampu* (figura 15), *Calophysus macropterus* (Figura 17).

As larvas e juvenis de *B. rousseauxii* (Figuras 7 e 8) apresentaram abundância variável entre os períodos amostrados mas esta variação não foi considerada estatisticamente diferente pelo teste de Tuckey HSD no nível de $p < 0,05$. E o mesmo ocorreu para as demais espécies do gênero (Figuras 9 e 10; 11 e 12; 13 e 14 respectivamente).



Brachyplatystoma rousseauxii (23mm CP)

Figura 7. Vista lateral de juvenil inicial de *Brachyplatystoma rousseauxii* capturado no rio Madeira na área de influência da Usina Hidrelétrica Santo Antônio (Acervo do laboratório de Ictioplânton/INPA/CBIO, Desenho de Cortes, L. A).

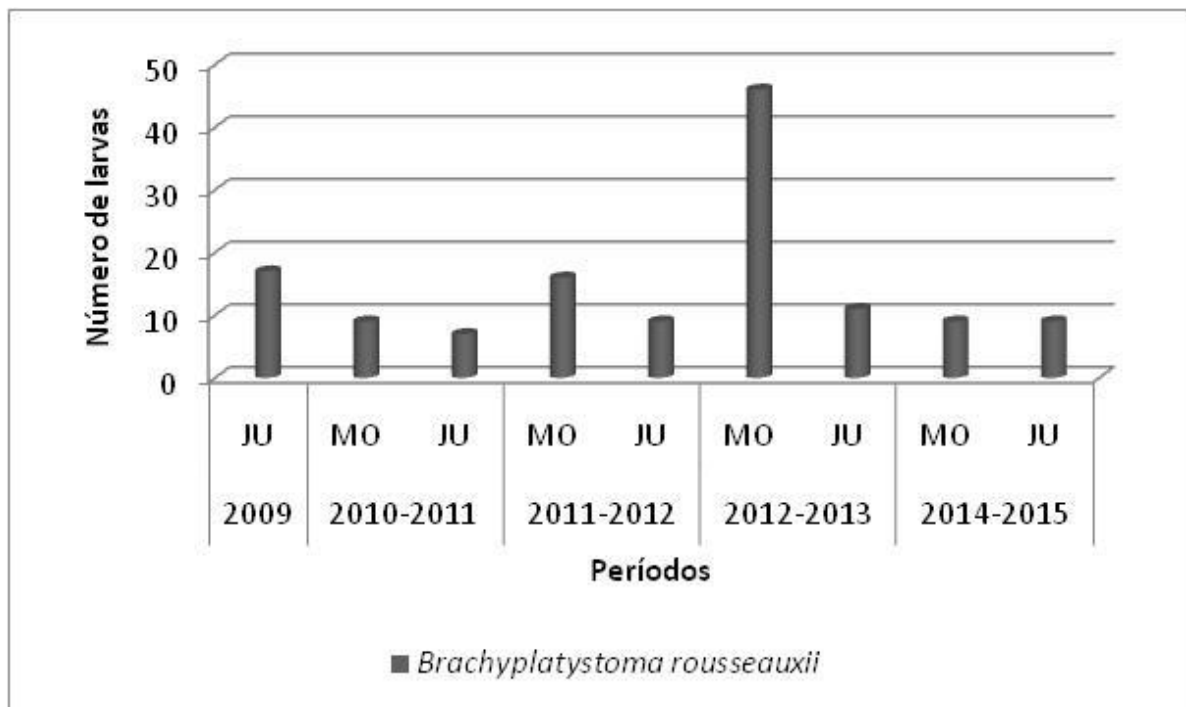
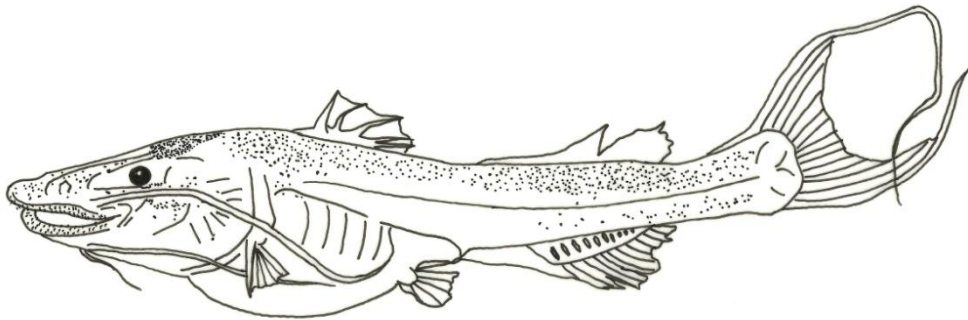


Figura 8. Abundância das larvas de *Brachyplatystoma rousseauxii* na área de influência da Cachoeira de Santo Antônio e Usina Hidrelétrica Santo Antônio entre Abril de 2009 a Janeiro de 2015. Teste Tuckey HSD (NS)



Brachyplatystoma filamentosum (23 mm CP)

Figura 9. Vista lateral de juvenil inicial de *Brachyplatystoma filamentosum* capturado no rio Madeira na área de influência da Usina Hidrelétrica Santo Antônio (Acervo do laboratório de Ictioplâncton/INPA/CBIO, Desenho de Cortes, L. A).

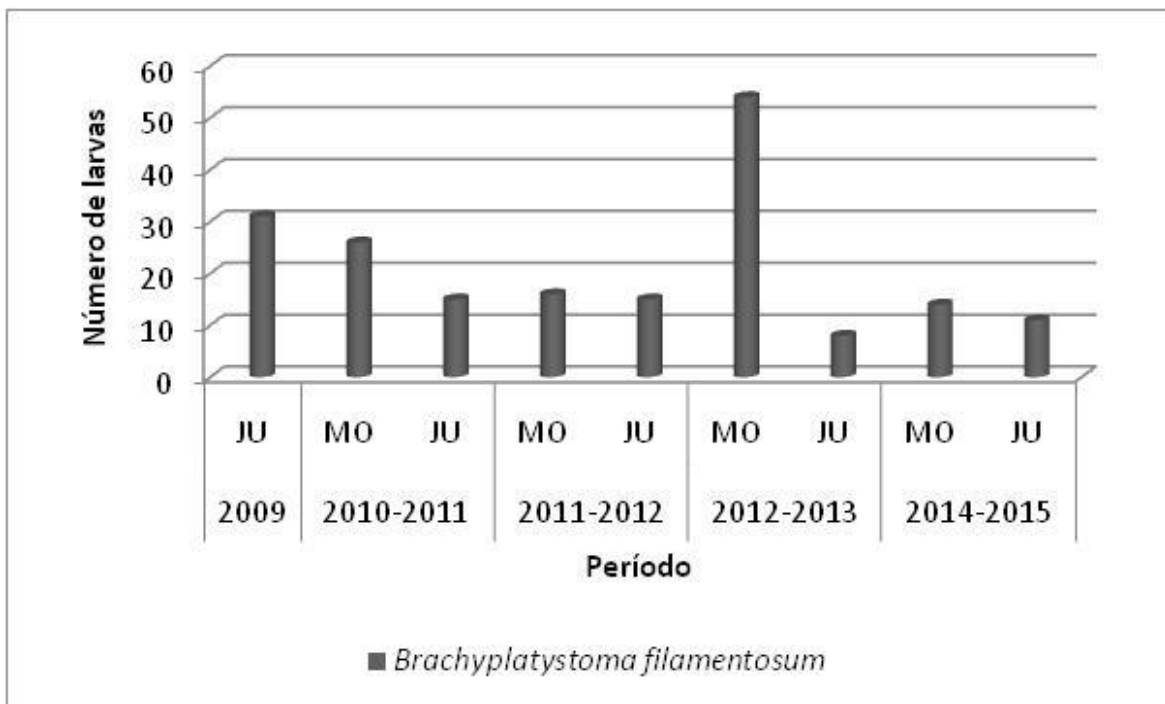
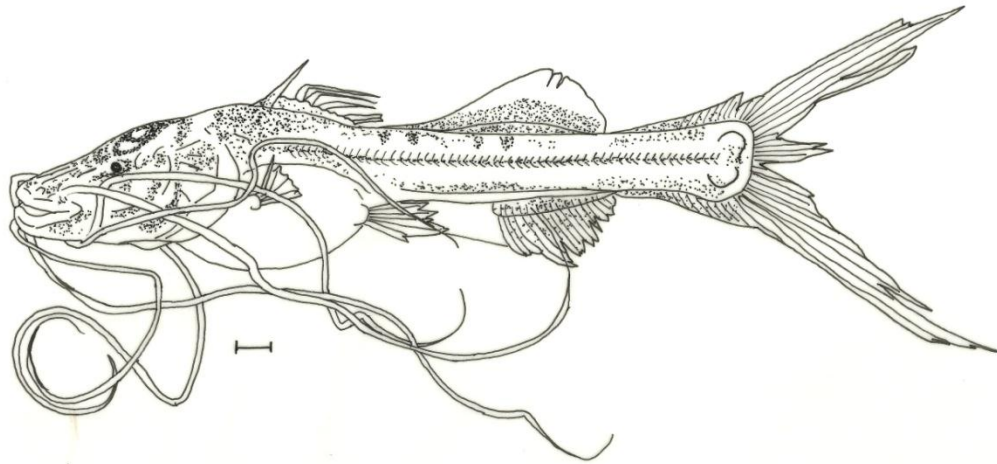


Figura 10. Abundância das larvas de *Brachyplatystoma filamentosum* na área de influência da Cachoeira de Santo Antônio e Usina Hidrelétrica Santo Antônio entre Abril de 2009 a Janeiro de 2015. Teste Tuckey HSD (NS)



Brachyplatystoma platynemum (21mm CP)

Figura 11. Vista lateral de juvenil inicial de *Brachyplatystoma platynemum* capturado no rio Madeira na área de influência da Usina Hidrelétrica Santo Antônio (Acervo do laboratório de Ictioplânton/INPA/CBIO, Desenho de Cortes, L. A).

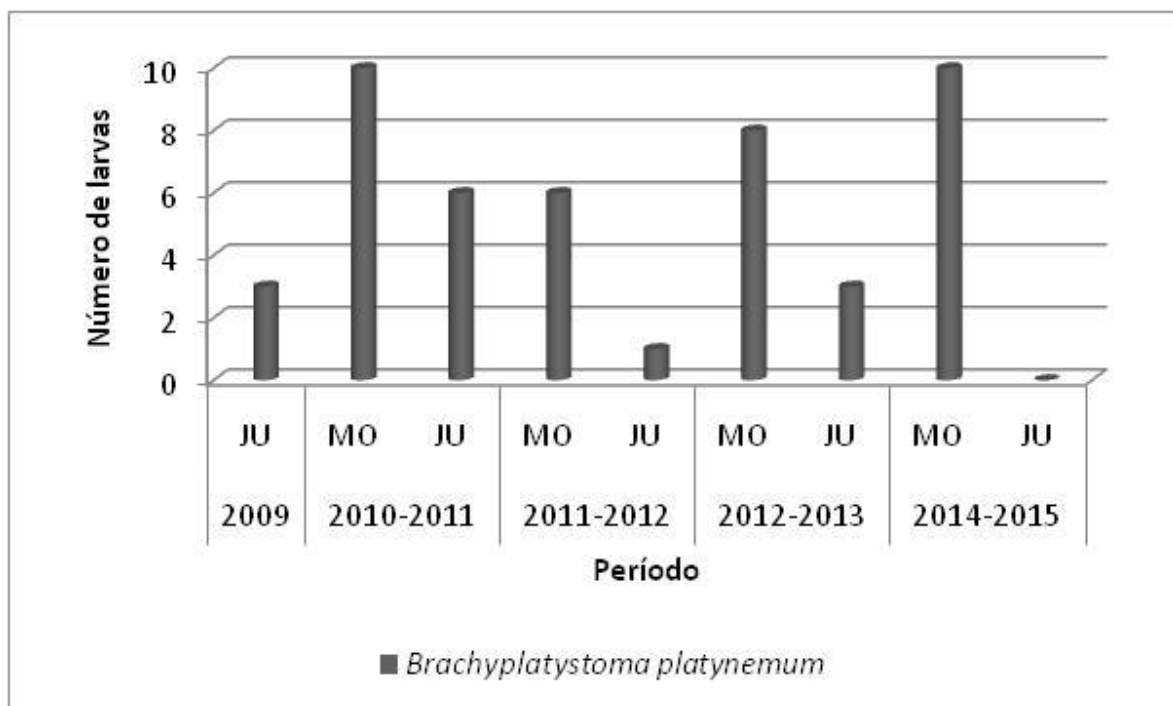
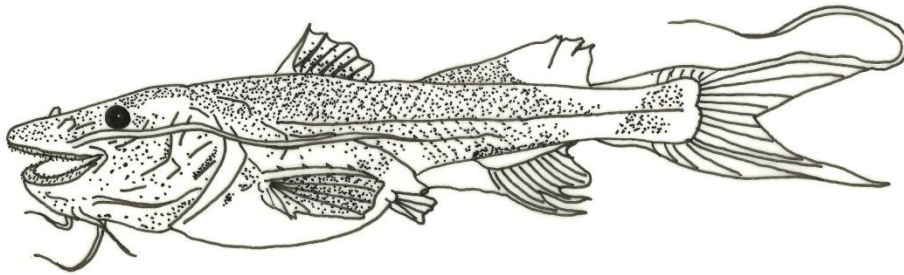


Figura 12. Abundância das larvas de *Brachyplatystoma platynemum* na área de influência da Cachoeira de Santo Antônio e Usina Hidrelétrica Santo Antônio entre Abril de 2009 a Janeiro de 2015. Teste Tuckey HSD (NS)



Brachyplatystoma capapretum (16mm CP)

Figura 13. Vista lateral de juvenil inicial de *Brachyplatystoma capapretum* capturado no rio Madeira na área de influência da Usina Hidrelétrica Santo Antônio (Acervo do laboratório de Ictioplâncton/INPA/CBIO, Desenho de Cortes, L. A).

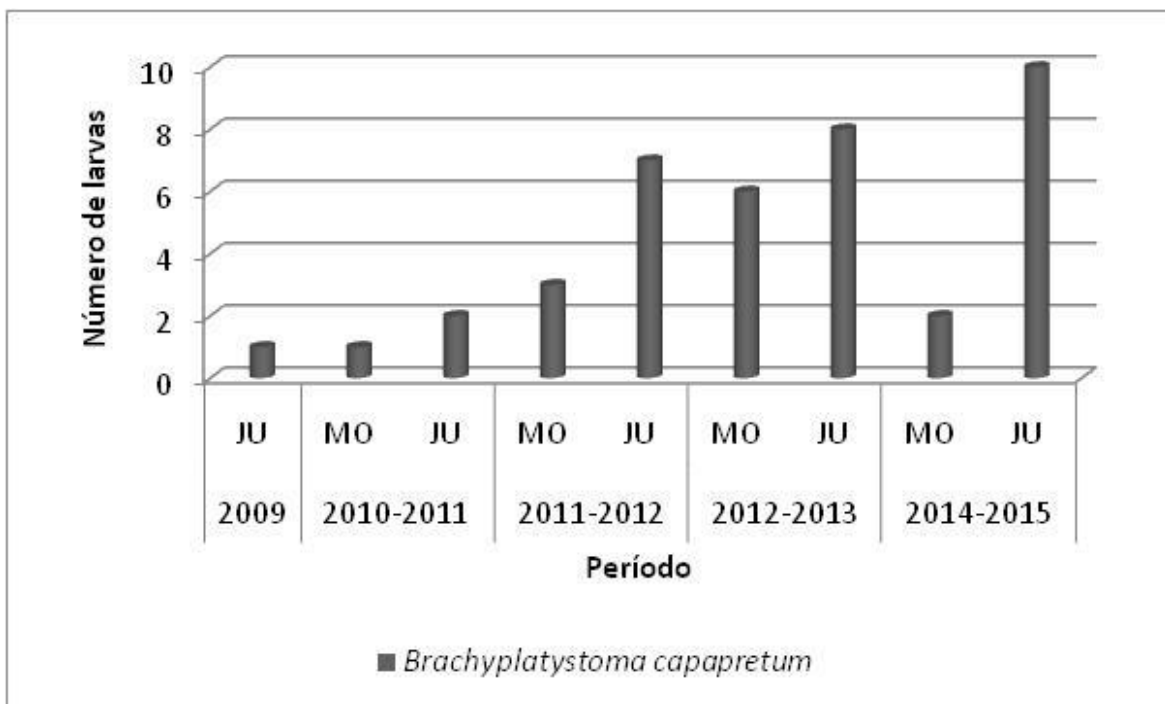
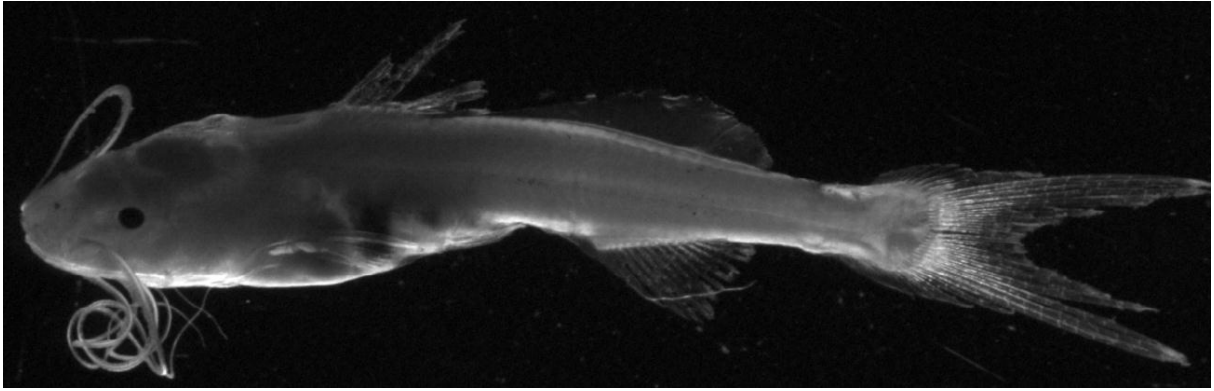


Figura 14. Abundância das larvas de *Brachyplatystoma capapretum* na área de influência da Cachoeira de Santo Antônio e Usina Hidrelétrica Santo Antônio entre Abril de 2009 a Janeiro de 2015. Teste Tuckey HSD (NS).

Ao contrário das larvas e juvenis de *Brachyplatystoma* spp. as espécies *Pinirampus pinirampu* (Figura 15) e *Calophysus macropterus* (Figura 17) apresentaram declínio na sua abundância desde 2009 até 2014 pelo teste de Tuckey HSD $p < 0,05$; (Figuras 16 e 18).



Pirinampus pirinampu (11 mm CP)

Figura 15. Vista lateral de juvenil inicial de *Pirinampus pirinampu* capturado no rio Madeira na área de influência da Usina Hidrelétrica Santo Antônio (Acervo do laboratório de Ictioplâncton/INPA/CBIO, Foto de Leite, R. G).

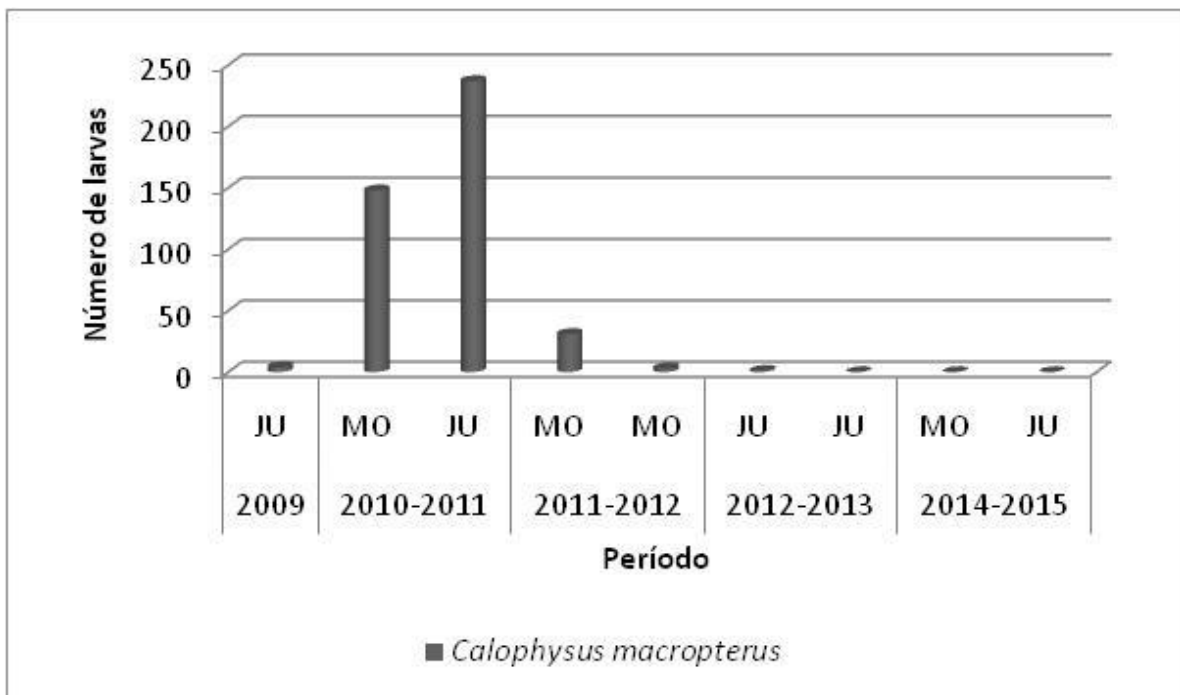
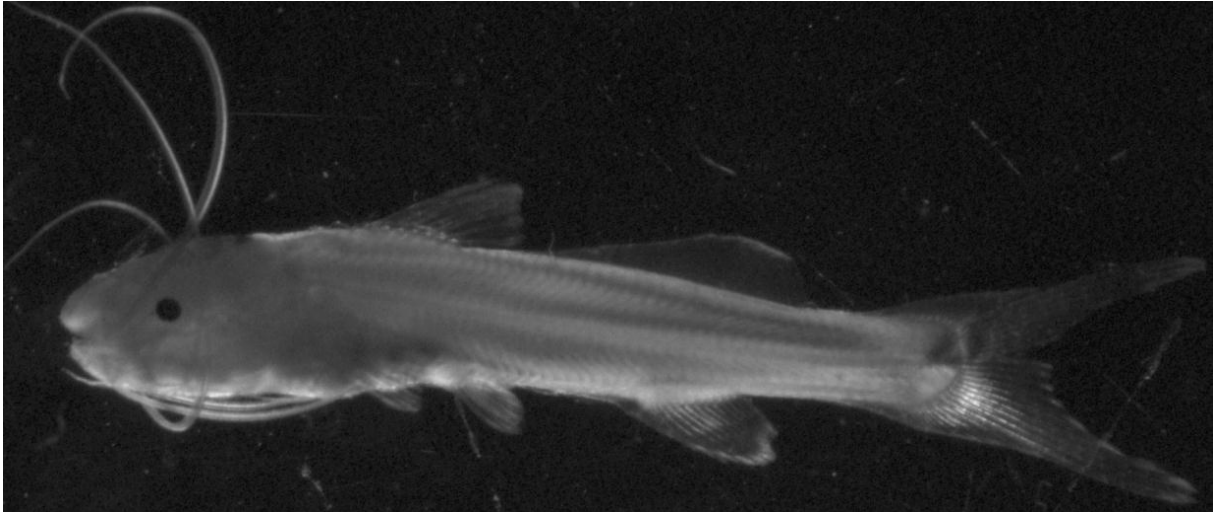


Figura 16. Abundância das larvas de *Calophysus macropterus* na área de influência da Cachoeira de Santo Antônio e Usina Hidrelétrica Santo Antônio entre Abril de 2009 a Janeiro de 2015. Teste Tuckey HSD ($p < 0,05$)



Calophysus macropterus (10,4 mm CP)

Figura 17. Vista lateral de juvenil inicial de *Calophysus macropterus* capturado no rio Madeira na área de influência da Usina Hidrelétrica Santo Antônio (Acervo do laboratório de Ictioplâncton/INPA/CBIO, Foto de Leite, R. G).

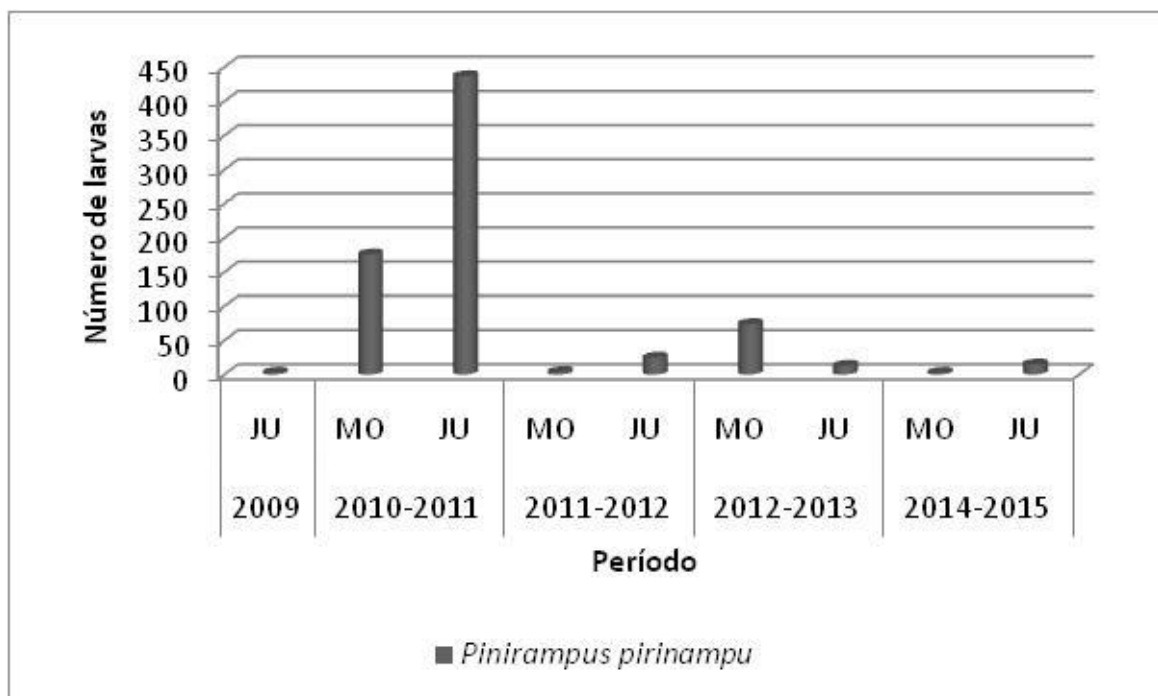


Figura 18. Abundância das larvas de *Pinirampus pirinampu* na área de influência da Cachoeira de Santo Antônio e Usina Hidrelétrica Santo Antônio entre Abril de 2009 a Janeiro de 2015. Teste Tuckey HSD ($p < 0,05$)

5. DISCUSSÃO

Atividade reprodutiva x hidrelétricas e larvas e juvenis de peixes como indicadores de desovas.

A alteração no comportamento de peixes e na composição das espécies é um resultado esperado principalmente nas áreas onde ambientes lóticos são transformados em ambientes lênticos. No rio Paraná, foi observado declínio no número de peixes que faziam migração para desova após o fechamento da barragem (PELICICE & AGOSTINHO, 2008) e também foi constatado diminuição na densidade de larvas e no número de taxa representados por elas, além da mudança no padrão de sua distribuição (SANCHES et al., 2006). Portanto, isto também era esperado no rio Madeira com construção da UHE-Santo Antônio.

Muitas vezes a ausência de ovos e larvas de peixes de determinadas espécies pode ser em função das dificuldades que estes organismos apresentam em superar fatores relacionados aos aspectos hidrológicos, mesmo que tenha ocorrido a desova pelos pais. Vários aspectos podem interferir na vida dos peixes desde o seu nascimento (LECHNER et al., 2013) e um dos fatores que sofrem essa interferência é o padrão de deriva das larvas de peixes devido principalmente às mudanças na hidrodinâmica e na alteração das condições abióticas que atuam principalmente na oferta de recursos alimentares para as larvas.

Nessa fase da vida os peixes são tão suscetíveis às alterações ambientais que a simples mudança na morfologia do canal do rio pode interferir na dispersão de ovos e larvas de peixes (ERWIN & JACOBSON, 2015).

Portanto, a ausência ou a diminuição do número de larvas e juvenis em uma área onde tenha sido instalada uma Usina Hidrelétrica como ocorreu com duas espécies de Pimelodidae do presente estudo é um acontecimento esperado. Muitas vezes, espécies que antes eram muito abundantes diminuem rapidamente como é o caso observado para *Calophysus macropterus* e *Pirinampus pirinampu*. É certo que não se pode apontar o que realmente aconteceu para esse resultado com os adultos dessas espécies ou com a dispersão de suas larvas, mas esse já pode ser um índice de interferência dessa atividade antrópica no ambiente.

Em relação à alteração da comunidade ictiíca após formação de um reservatório Agostinho et al. (2008) observaram aumento de riqueza decorrente da incorporação de outros habitats, porém, esse fato não representa necessariamente uma vantagem para o ambiente, sendo simplesmente mais uma resposta produzida pela manipulação das condições naturais.

Pouco se sabe sobre alterações na comunidade de peixes em decorrência da instalação de Hidrelétricas na bacia amazônica com base na presença de larvas de peixes. A

obrigatoriedade da inserção de monitoramento do ictioplâncton em empreendimentos dessa natureza é muito recente no Brasil e este tipo de informação tem contribuído bastante para se ter uma ideia das alterações na atividade reprodutiva dos peixes em áreas de influência de barragens.

Os resultados obtidos pelo índice de Diversidade de Shannon-Wiener considerando os dados de captura de larvas e juvenis de Pimelodidae de 2009 a 2014 nas regiões imediatamente a montante e jusante de Santo Antônio, mostraram o ano de 2010 como aquele que apresentou o menor Índice. Este resultado foi muito afetado pela grande abundância de *C. macropterus* e *P. pirinampu* apesar de terem sido identificadas larvas de 28 espécies de peixes.

Embora o ano de 2014 tenha mostrado um Índice de Diversidade próximo a 1 (um) como os demais anos avaliados, com exceção de 2010, neste período foram identificadas somente 11 espécies a partir das larvas e juvenis de peixes capturados em um ano completo. É evidente que a riqueza de espécies encontrada no fundo do rio diminuiu quase 50% do que aquela antes registrada. Portanto, esse é um alerta para que se acompanhe este setor do rio Madeira para verificar se de fato, há ou não uma relação entre a Usina Hidrelétrica e o declínio de espécies desovantes com o passar dos anos de fechamento das comportas.

Em contraposição à diminuição de *C. macropterus* e *P. pirinampu*, a abundância das larvas e juvenis das espécies de *Brachyplatystoma* não decaiu desde 2009. No caso desses grandes bagres, as larvas capturadas em 2014 podem ser fruto da reprodução de seus pais em áreas situadas mais próximo às cabeceiras do rio Madeira (LEITE et. al., 2006). Isso indica que provavelmente os reprodutores já se encontravam nas áreas de cabeceira antes do fechamento das comportas e por lá, onde a sazonalidade das águas deve permanecer inalterada, os reprodutores estão desovando de acordo com as condições daquele local.

A distância da área de reprodução pode ser medida indiretamente pelo estágio de desenvolvimento em que se encontra a larva de uma determinada espécie de peixe. Por exemplo, a presença de ovos nas redes de captura indicam que houve desova em áreas mais próximas aos locais de reprodução em rios. O fato de não terem sido registrados ovos e nem larvas em seus primeiros estágios de desenvolvimento em nossas amostras, indica que os espécimes ali coletados sejam provenientes de áreas de desova distantes.

Segundo Goulding et al. (2003), a velocidade média do rio Madeira é de 1,2 m/s. Nessa condição, um ovo derivaria a uma distância maior que 85 km/dia. Com tempo médio de eclosão de 16 a 18 horas em média nos Pimelodidae estudados por NAKATANI et al., (2001), seria esperado, no máximo, que na área da UHE Santo Antônio estivesse passando uma larva

no estágio de cauda livre, isto é, uma larva recém eclodida, caso houvesse atividade reprodutiva a menos de 100 km de distância.

Estudando a região da boca do rio Abunã, Barthem et al. (2014), encontraram que acima e abaixo da sua desembocadura no rio Madeira, a maior presença era de larvas em estágio de pré-flexão e flexão. É importante lembrar que o trecho ao qual os autores se referem ainda não sofria o efeito da formação de um reservatório e as espécies ainda reproduziam naquela área seguindo os modelos do Pulso de Inundação (JUNK, 1989) e de Rio Contínuo (VANNOTE et al., 1980).

Retomando a questão da distância do local de desova; segundo Winemiller & Rose (1992) os jovens de Pimelodidae levam 1 mês para atingir tamanho de 11 a 16mm de comprimento. Nas regiões amostradas do presente estudo, a maioria das larvas e juvenis de *Brachyplatystoma* superou o tamanho de 10mm de Comprimento Padrão. Isto significa que provavelmente eles sejam frutos de desovas efetuadas em regiões muito distantes do local onde está instalada a UHE Santo Antônio e esse padrão já foi observado em períodos anteriores à instalação do Reservatório de Santo Antônio.

Um aspecto importante e que não pôde passar despercebido é a maior abundância de larvas de Pimelodidae na fase seca do rio Madeira, considerando o regime local do nível das águas. Sabe-se que maioria das espécies migratórias da bacia amazônica reproduz quando as águas começam a subir, pois o estímulo para a migração se dá no momento em que as águas destes rios se elevam e começam a inundar suas planícies adjacentes (LOWE-McCONNELL, 1999; LIMA & ARAÚJO-LIMA, 2004).

Ocorre que as larvas e juvenis de Pimelodidae, principalmente do gênero *Brachyplatystoma*, como evidenciado em parágrafos anteriores, são oriundas de desovas efetuadas de regiões mais afastadas do local onde foram realizadas as capturas. Como o rio Madeira é muito extenso desde a sua nascente, o fenômeno da maior quantidade de água, fruto das precipitações locais, ocorre bem antes do que ocorre nas áreas de projeção do local, no caso época de seca, onde as larvas e juvenis de Pimelodidae foram capturados no presente estudo.

O período de chuvas nas cabeceiras do rio Madeira é prolongado, chegando-se a conclusão que as larvas e juvenis capturados próximos a UHE - Santo Antônio foram desovadas na época em que o rio está com o maior volume de água nas cabeceiras (CAÑAS & WAYLEN, 2011; BARTHEM et al., in press) isto porque nestas condições a dispersão de seus ovos é mais eficaz. Uma das maiores diferenças apontadas no período de monitoramento durante todos os anos foi a presença de juvenis de *Brachyplatystoma rousseauxii* e *B.*

filamentosum em quase todos os meses do ano, independente de fase hidrológica local nas imediações da UHE-Santo Antônio.

Como os jovens dessas espécies supostamente não necessitam das áreas inundadas porque são aptos a explorar os recursos energéticos adicionados ao rio e que lhes serve de alimento, essas espécies possivelmente mantenham um estoque desovante ao longo do ano podendo inclusive serem de populações distintas que habitam as regiões superiores do rio Madeira e que provavelmente ficam desovando por lá após a sua migração reprodutiva.

A reprodução dos Pimelodidae e a ultrapassagem das larvas e juvenis pela área da Usina Hidrelétrica de Santo Antônio.

Os resultados da Anova mostraram que a interação dos três fatores avaliados relacionados a período de coleta, fase hidrológica e posição em relação à barragem não foi significativa para a abundância de larvas e juvenis de Pimelodidae coletados no fundo do rio Madeira.

O resultado deixa bem evidente que os elementos que atuavam antes da construção da Usina Hidrelétrica tais como a Sazonalidade das alterações dos níveis da água e que ainda ocorrem nas regiões de cabeceira do rio Madeira ainda estão atuando na decisão reprodutiva dos Pimelodidae.

Na área imediatamente a montante e a jusante da Cachoeira de Santo Antônio a presença de larvas e juvenis de Pimelodidae pode ser determinada pela atividade reprodutiva dos peixes em regiões situadas acima daquele sítio podendo, inclusive, ser composta por larvas e juvenis de peixes que desovaram principalmente em regiões situadas acima do local de instalação da Usina Hidrelétrica de Jirau, o que reforçaria a tese de que o rio Madeira no trecho encachoeirado é uma área de dispersão das espécies rumo às suas áreas inferiores (TORRENTE-VILARA et. al., 2011).

O rio Madeira, mesmo com a instalação da UHE Santo Antônio, ainda desempenha papel importante no trecho que antes era encachoeirado como área de transporte dos juvenis, pelos menos dos grandes bagres para as suas regiões inferiores. Baseados em nossos resultados não há indícios de impedimento, pelo menos total, da passagem das larvas e juvenis de Pimelodidae no sentido Montante-Jusante da UHE Santo Antônio.

Os resultados de abundância de larvas e juvenis em todos os períodos estudados e em todas as fases hidrológicas se mostram muito consistentes quando se comparou Montante com Jusante. Devido a isso assume-se aqui a hipótese nula deste trabalho de que a Usina

Hidrelétrica de Santo Antônio não está impedindo a passagem das larvas e juvenis de Pimelodidae no sentido Montante-Jusante da barragem.

Esse resultado está de acordo com o observado por Cada (2008) que, estudando o efeito de turbinas de hidrelétricas sobre a passagem de ovos e larvas observou que a mortalidade de larvas é relativamente baixa devido ao fato de que a força e a pressão geradas nestas condições sejam insuficientes para causarem altas taxas de mortalidade e que menos de 5% do ictioplâncton poderia ser morto pelas laminas das turbinas.

Boubeé & Haro (2003) também indicam que a mortalidade aumenta com o aumento do tamanho dos peixes e Pompeu et al. (2011) relatam a possibilidade de sucesso de larvas de peixes ao ultrapassarem reservatórios no sentido montante-jusante. Abre-se aqui um parêntesis para se colocar que a quantidade de larvas danificadas pode ser decorrente dessa passagem pelas turbinas mas também existe a possibilidade do efeito da rede de arrasto sobre essas mesmas larvas, tendo em vista que sofrem uma pressão no fundo da rede enquanto a mesma é arrastada.

A equivalência de jovens acima e abaixo da região de barragem, após o fechamento das comportas e em períodos anteriores a esse fechamento, é um aspecto bem nítido nas análises e leva a se acreditar que a maioria dos jovens de Pimelodidae do rio Madeira realmente tenham condições físicas e fisiológicas para ultrapassarem o obstáculo das turbinas na área de barramento do rio Madeira.

Essa constatação gera uma boa expectativa em relação à descida das larvas e juvenis, principalmente dos juvenis porque, aqueles de *Brachyplatystoma rousseauxii*, quando atingem a região da cachoeira de Santo Antônio, apesar de possuírem em média 1,7 a 2,5 cm de tamanho, já se encontram bem formados (DORIA et al., 2011).

O tamanho diminuto dos juvenis iniciais pode favorecer sua sobrevivência devido ao menor atrito ao passarem pelas turbinas, concordando com Cada (2008) e Boubeé & Haro (2003). Chama-se atenção ao fato de que estes jovens, até chegaram às regiões onde estão instaladas as barragens do rio Madeira, já sobreviveram a uma série de corredeiras, isto é, áreas de forte turbulência (LEITE et al., 2007, CELLA-RIBEIRO et al., 2015) por outro lado, as corredeiras do rio Madeira são consideradas como áreas de passagens para espécies de peixes de diferentes famílias que reproduzem em regiões situadas mais a montante conforme demonstrado por Cañas & Waylen (2011), Doria et al. (2011) e Barthem et al. (2014).

Adiciona-se o aspecto de que os jovens que ocupam as áreas de corredeira do rio Madeira, principalmente os pertencentes ao gênero *Brachyplatystoma* sejam normalmente

capturados em regiões mais profundas do rio onde supostamente há uma maior pressão do que em áreas de superfície.

A perspectiva de que os jovens dessa família estejam conseguindo ultrapassar a hidrelétrica é de fato animadora, porque responde aos anseios relacionados à migração dos jovens de peixes que reproduzem nas regiões de cabeceira. Entretanto, essa constatação não responde totalmente aos anseios da comunidade acadêmica pois, é apenas um dentre os vários aspectos relacionados à conectividade no ambiente (DE GRAAF et al., 1999; SUZUKI et al., 2011; TORRENTE-VILARA et al., 2011) que está sendo parcialmente elucidado com os resultados do presente estudo.

Ressalta-se que as consequências da instalação da Usina Hidrelétrica necessitam ser medidas também para as larvas e juvenis das espécies da maioria dos Characiformes tanto para os que fazem grandes migrações quanto para aqueles que fazem pequenos movimentos para reproduzirem.

Resta saber se as estruturas construídas ou criadas para a passagem dos adultos no sentido Jusante-Montante serão efetivas, de modo que os mesmos consigam alcançar as suas áreas de reprodução para a geração de novos recrutas.

REFERÊNCIAS

AALTO, R.; DUNNE, T.; GUYOT, J. L. Geomorphic controls on Andean denudation rates. *The Journal of Geology*, 114, p. 85-100, 2006.

AALTO, R.; MAURICE-BOURGOIN, L.; DUNNE, T.; MONTGOMERY, D. R.; NITTROUER, C. A.; GUYOT, J. L. Episodic sediment accumulation on Amazonian food plains influenced by El Niño/Southern Oscillation. *Nature*, 425, p.493-497, 2003.

AGOSTINHO, A. A.; PELICICE, F. M.; GOMES, L. C. Dams and the fish fauna of the Neotropical region: impacts and management related to diversity and fisheries. *Brazilian Journal of Biology*, 68(4), p. 1119-1132, 2008.

ALHASSAN, E. H.; OFORI-DANSON, P. K.; NUNOO, F. K. E. Fish Abundance and Diversity During the Pre- and Post-Impoundment Periods of the Black Volta at Bui, Ghana. *Journal Of Applied Sciences Research*, 11(5) p.42-49, 2015.

ANDERSON, E. P.; FREEMAN, M. C.; PRINGLE, C. M. Ecological consequences of hydropower development in Central America: Impacts of Small Dams and Water Diversion on neotropical stream fish assemblages. Institute of Ecology, University of Georgia, Athens, GA, USA. *River Res. Applic.* 22, p.397-411, 2006.

ARAÚJO-LIMA, C. A. R. M. *Distribuição espacial e temporal de larvas de Characiformes em um setor do rio Solimões - Amazonas, próximo a Manaus, AM*. Dissertação de mestrado INPA/FUA. Manaus, Amazonas, Brasil, p.84, 1984.

ARAÚJO-LIMA, C. A. R. M. *Larval development and reproductive strategies of Central Amazon fishes*. PhD. Thesis, University of Stirling. Argyll, Scotland. p.154, 1990.

ARAÚJO-LIMA, C. A. R. M.; DONALD, E. Número de vértebras de Characiformes do rio Amazonas e seu uso na identificação de larvas do grupo. *Acta Amazonica*, v.18, (1-2), p.351-358, 1988.

ARAÚJO-LIMA, C. A. R. M.; GOULDING, M. Os frutos do tambaqui. Sociedade Civil Mamirauá-MCT-CNPq. Tefé, Amazonas. p.186, 1988.

ARAÚJO-LIMA, C. A. R. M.; OLIVEIRA, E. C. Transport of larval fish in the Amazon. *Journal of Fish Biology*, v.53 (Supplement A), p.297-306, 1998.

ARAÚJO-LIMA, C. A. R. M.; RUFFINO, M. L. Migratory fishes of the Brazilian Amazon. In: CAROSFELD, J.; HARVEY, B.; ROSS, C. & BAER, A.; (Eds.). *Migratory fishes of South America – Biology, Fisheries and Conservation status*. World Fisheries Trust – International Development Research Centre. Ottawa, Canadá. p.234-301, 2004.

ARAÚJO, T. R.; CELLA RIBEIRO A.; DORIA C. R. C.; TORRENTE-VILARA G. Composition and trophic structure of the ichthyofauna from a stream downriver from Santo Antonio Falls in the Madeira River, Porto Velho, RO. *Biota Neotropica*, 9(3) p.21-29, 2009.

BAILEY, K. M.; SPRING, S. M. Comparison of larval, age-0 juvenile and age-2 recruit abundance indices of walleye Pollock, *Theragra chalcogramma*, in the western Gulf of Alaska. *ICES J. Mar. Sci.* p.297-304, 1992.

BAYLEY, P. B. Aquatic environments in the Amazon basin, with analysis of carbon sources, fish production, and yield. In: Dodge, D.P. (Ed.). Proceedings of the International Large River Symposium. *Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.* v.106. p.99-408, 1989.

BAKUN, A. Comparative studies and the recruitment problem: searching for generalizations. *CalCOFI Rep.*, Vol. XXVI, p.30-40, 1985.

BARTHEM, R.; FABRÉ, N. N. Biologia e diversidade dos recursos pesqueiros da Amazônia. In: RUFFINO, M.L. (Ed.). *A pesca e os recursos pesqueiros na Amazônia brasileira*. IBAMA/ProVárzea. Manaus, Amazonas. p.213-244, 2004.

BARTHEM, R. B.; GOULDING, M. Os bagres balizadores: ecologia, migração e Zonservação de peixes amazônicos. Sociedade Civil Mamirauá/MCT/CNPQ: Brasília. p. 30, 1997.

BARTHEM, R.; GOULDING, M. Um ecossistema inesperado: A Amazônia revelada pela pesca. Lima, Peru: Blibos, 2007. 293p.

BARTHEM, R.; COSTA, M. C. da; CASSEMIRO, F; LEITE, R. G.; SILVA JR. N. J. Diversity and abundance of fish larvae drifting in the Madeira River, Amazon Basin: sampling methods comparison. In: Biodiversity – The Dynamic Balance of the Planet. Oscar Grilo (ed.) 2014.

BARTHEM, R.; GOULDING, M.; LEITE, R. G.; CAÑAS, C.; FORSBERG, B.; VENTICINQUE, E.; PETRY, P.; RIBEIRO, M. L.; MERCADO, A. Migratory catfish define Andes – Amazon ecosystem conservation scale. (submitted to Science Advances). In press.

BATISTA, V. S. Distribuição, dinâmica da frota e dos recursos pesqueiros da Amazônia Central. 1998. 275 f. (Tese de doutorado) INPA/FUA. Manaus, Amazonas. 1998.

BATISTA, V. S. A pesca na Amazônia central. In: RUFFINO, M.L. (Ed.). *A pesca e os recursos pesqueiros na Amazônia brasileira*. IBAMA/ProVárzea. Manaus, Amazonas. p.213-244, 2004.

BATISTA, V. S.; ISAAC, V. J.; VIANA, J. S. Exploração e manejo dos recursos pesqueiros da Amazônia. In: RUFFINO, M.L.; (Ed.). *A pesca e os recursos pesqueiros na Amazônia brasileira*. IBAMA/ProVárzea. Manaus, Amazonas. p.213-244, 2004.

BERNARDI, J. V. E.; LACERDA, L. D.; DÓREA, J. G.; LANDIM, P. M. B.; GOMES, J. P. O.; ALMEIDA, R.; MANZATTO, A. G.; BASTOS, W. R. Aplicação da análise dos componentes principais na ordenação dos parâmetros físico-químicos no alto Rio Madeira e Afluentes, Amazônia Ocidental. *Geochimica Brasiliensis*, 23(1) p.79-90, 2009.

BOUBÉE, J.; HARO, A. Downstream Migration and Passage Technologies for Diadromous Fishes in the United States and New Zealand: Tales From Two Hemispheres. Downstream movement of fish in the Murray-Darling basin – Canberra Workshop, p. 24-32, 2003.

CADA, G. F. Effects of Hydroelectric Turbine Passage on Fish Early Life Stages. Environmental Sciences Division, Oak Ridge National Laboratory, P.O. Box, Oak Ridge, TN 37831-6036, 2008.

CAMARGO, M.; GIARRIZZO, T. Fish, Marmelos Conservation Area (BX044), Madeira River basin, states of Amazonas and Rondônia, Brazil. *Check List* (UNESP). 3, p. 291-296, 2007.

CAMPANA, S. E. Year-class strength and growth rate in young Atlantic cod *Gadus morhua*. Marine Ecology Progress Series. 135. p.21-26, 1996.

CAÑAS, C. M.; WAYLEN, P. R. Modelling production of migratory catfish larvae (Pimelodidae) on the basis of regional hydroclimatology features of the Madre de Dios Basin in southeastern Peru. Department of Geography, University of Florida, Gainesville, FL, USA. HYDROLOGICAL PROCESSES. Published online in Wiley Online Library (wileyonlinelibrary.com) DOI: 10.1002/hyp.8192, 2011.

CAROSFELD, J.; HARVEY, B.; ROSS, C.; BAER, A. *Migratory fishes of South America – Biology, Fisheries and Conservation status*. World Fisheries Trust – International Development Research Centre. Ottawa, Canada. p.380, 2004.

CELLA-RIBEIRO, A.; ASSAKAWA, L. F.; TORRENTE-VILARA, G.; ZUANON, J.; LEITE, R. G.; DORIA C.; DUPONCHELLE, F. Brief Communication: Temporal and spatial distribution of young *Brachyplatystoma spp.* (Siluriformes: Pimelodidae) along the rapids stretch of the Madeira River (Brazil) before the construction of two hydroelectric dams. The Fisheries Society of the British Isles, *Journal of Fish Biology*. DOI:10.1111/jfb.12630, 2015.

CERDEIRA, R. G. P; RUFFINO, M. L.; ISAAC, V. J. Consumo de pescado e outros alimentos pela população ribeirinha do lago de Monte Alegre, PA - Brasil. *Acta Amazonica*, v.27. 213-228, 1997.

COX-FERNANDES, C. Lateral migration of fishes in Amazon floodplains. *Ecology of Freshwater Fishes*, 6. p.36-44, 1997.

CUSHING, D. H. The study of stock and recruitment. In: GULLAND, J.A.; (Ed.) *Fish population dynamics - The implications for management*. Wiley-Interscience Publications. Portsmouth, England. p.105-128, 1988.

DE GRAAF, G. J.; BORN, A. F.; UDDIN, A. M. K.; HUDA, S. Larval fish movement in the river Lohajang, Tangail, Bangladesh. *Fisheries Management and Ecology*, 6. p. 109-120, 1999.

DE QUEIROZ, L. J.; TORRENTE-VILARA, G.; OHARA, W. M.; PIRES, T. H. S.; ZUANON, J.; DORIA, C. R. C. **Peixes do Rio Madeira**. 1. ed. São Paulo: Dialetto Latin American Documentary. 2013, V.1 402p.

DORIA, C. R. C.; LEITE, R. G.; CELLA-RIBEIRO, A.; OHARA, W. M.; HAUSER, M. S. Programa de Monitoramento e Conservação da Ictiofauna do rio Madeira. Tomo II. Relatório Técnico. SAE/UNIR/IEPAGRO. p.488, 2011.

DOSSETO, A.; BOURDON, B.; GAILLARDET, J.; MAURICE-BOURGOIN, L.; ALLÈGRE, C. J. Weathering and transport of sediments in the Bolivian Andes: Time constraints from uranium-series isotopes. *Earth and Planetary Science Letters*, 248, p. 759-771, 2006.

DUGAN, P. J.; BARLOW C.; AGOSTINHO, A. A.; BARAN, E.; CADA, G. F.; CHEN, D.; COWX, I. G.; FERGUSON, J. W.; T. JUTAGATE.; MALLÉN-COOPER, M.; MARMULLA, G.; NESTLER, J.; PETRERE, M.; WELCOMME, R. L.; WINEMILLER, K. O. Fish Migration, Dams, and Loss of Ecosystem Services in the Mekong Basin. *AMBIO*. 39, p.344–348, 2010.

ERWIN, S. O.; JACOBSON, R. B. Influence of channel morphology and flow regime on larval drift of pallid sturgeon in the lower Missouri river. Columbia Environmental Research Center, US Geological Survey, Columbia, USA. *RIVER RESEARCH AND APPLICATIONS River Res. Applic.* 31: 538–551 (wileyonlinelibrary.com) DOI: 10.1002/rra.2752, 2015.

FILIZOLA, N. P. J. O fluxo de sedimentos em suspensão nos Rios da Bacia Amazônica Brasileira. Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), Brasília, DF, 1999.

FONTELES-FILHO, A. A. Recursos pesqueiros: Biologia e dinâmica populacional. Fortaleza, Ceará: Imprensa Oficial do Ceará, 1989. 296p.

FREITAS, C. E. C. Levantamento dos estados de exploração dos estoques de Surubim, Jaraqui, Tambaqui e Curimatã. In: FORSBERG, M.C. & PETRERE JR, M.;(Coords.) Estudos estratégicos do ProVárzea/Setor pesqueiro: Análise da situação atual e tendência do desenvolvimento da indústria da pesca. Ibama/ProVárzea. Manaus, Amazonas. p.159, 2003.

GAILLARDET, J.; BERNARD, D.; ALLÈGRE, C. J.; NÉGREL, P. Chemical and physical denudation in the Amazon River Basin. *Chemical Geology*, 142, p.141-173, 1997.

GÉRY, J. *Characoids of the world*. T.F.H Publications. USA. p.672, 1978.

GOULDING, M.; BARTHEM, R.; FERREIRA, E. The Smithsonian: atlas of the Amazon. Smithsonian, Hong Kong, p.253, 2003.

GOULDING, M. Ecologia da pesca do rio Madeira. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA). Manaus, Amazonas. p.172, 1979.

GOULDING, M. *The Fishes and the Forest: Explorations in Amazonian Natural History*. University of California Press. Los Angeles, California, p.280, 1980.

GOMES, L. C.; AGOSTINHO, A. A. Influence of the flooding regime on the nutritional state and juvenile recruitment of the curimba, *Prochilodus scrofa*, Steindachner, in the upper Paraná river. *Fisheries Management and Ecology*, 4. p. 263-247, 1997.

GUYOT, J. L.; JOUANNEAU, J. M.; WASSON, J. G. Characterization of river bed and suspended sediments in the Madeira River drainage basin (Bolivian Amazonian), *Journal of South American Earth Sciences*, 12, p.401-410, 1999.

HAWKSHAW, S. C. F.; GILLINGHAM, M. P.; SHRIMPTON, J. M. Habitat characteristics affecting occurrence of a fluvial species in a watershed altered by a large reservoir. Ecosystem Science and Management (Biology) Program, University of Northern British Columbia, Prince George, BC Canada. Ecology of Freshwater Fish, DOI: 10.1111/eff.12092, 2013.

HOUDE, E. D. Differences between marine and freshwater fish larvae: implications for recruitment. *ICES J. mar, Sci.*, v.51. p. 91-97, 1994.

HOUDE, E. D. Patterns and trends in larval-stage growth and mortality of teleost fish. *Journal of Fish Biology*, 51 (Supplement A), p.52-83, 1997.

HUMPHRIES, P.; KING, A. J.; KOEHN, J. D. Fish, flows and floodplains: links between freshwater fishes in the Murray-Darling river system, Australia. *Environmental Biology of Fishes*, 56. p.129-151, 1999.

IBAMA/PROVÁRZEA. Estatística pesqueira do Amazonas e Pará – 2003. IBAMA/ProVárzea. Manaus, Amazonas. p.76, 2006.

JÚLIO, H. F. J.; DEI TÓS, C.; AGOSTINHO, A. A.; PAVANELLI, C. S. A massive invasion of fish species after eliminating a natural barrier in the upper rio Paraná basin. Maringá, PR, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, 7(4), p.709-718, 2009.

JUNK, W. J.; BAYLEY, P. B.; SPARKS, R. E. The flood pulse concept in river-floodplain systems. In: DODGE, D.P. (Ed.). *Proceedings of the International Large River Symposium. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.*, 106. p.110-127, 1989.

KAHN, J. R.; FREITAS, C. E.; PETRERE, M. False Shades of Green: The Case of Brazilian Amazonian Hydropower. *Brasil. Energies*, 7, p.6063-6082, 2014.

KING, A. J.; CROOK, D. A.; KOSTER, W. M.; MAHONEY, J.; TONKIN, Z. Comparison of larval fish drift in the Lower Goulburn and mid-Murray Rivers. Heidelberg, Australia. *Ecological Management & Restoration*, v.6 (2) p.138-139, 2005.

KING, A. J.; HUMPHRIES, P.; LAKE, P. S. Fish recruitment on floodplains: the roles of patterns of flooding and life history characteristics. *Canadá: Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. v.60. p. 773-786, 2003.

LARINIER, M. Fish passage experience at small-scale hydro-electric power plants in France. Springer Science+Business Media B.V. and FAO, *Hydrobiologia*, 609, p.97–108. DOI 10.1007/s10750-008-9398-9, 2008.

LATRUBESSE, E. M.; STEVAUX, J. C.; SINHA, R. Tropical rivers. *Geomorphology*, 70, p.187- 206, 2005.

LECHNER, A.; KECKEIS, H.; SCHLUDERMANN, E.; LOISL, F.; HUMPHRIES, P.; GLAS, M.; TRITTHART, M.; HABERSACK, H. Shoreline configurations affect dispersal patterns of fish larvae in a large river. – *ICES Journal of Marine Science*, doi:10.1093/icesjms/fst139, 2013.

LEITE R. G.; ARAÚJO-LIMA C. A. R. M.; VICTORIA R. L.; MARTINELLI L. A. Stable isotope analysis of energy sources for larvae of eight fish species from the Amazon floodplain. *Ecology of Freshwater Fishes*, v.11. p. 56-63, 2000.

LEITE, R. G.; SILVA, J. V. V.; FREITAS, K. R. Abundância e distribuição das larvas de peixes no Lago Catalão e no encontro dos rios Solimões e Negro, Amazonas, Brasil. *V. 36(4)* p.557 – 562, 2006.

LEITE, R. G.; SILVA, J. V. V. Indicadores de presença de larvas de peixes no rio Solimões entre Coari e Manaus. In: CAVALCANTE, K.V., RIVAS, A.A.F. & FREITAS, C.E.C. (Orgs.). *Indicadores socioambientais e atributos de referência para o trecho Urucu-Coari-Manaus*. Rio Solimões, Amazônia Ocidental. EDUA. Manaus, Amazonas. p.87-95, 2007.

LEME Engenharia S. A. Ictiofauna do rio Madeira. In: DORIA, C. R. C.; TORRENTE-VILARA, G.; ZUANO, J. A. S.; FAVARO, L. F.; RUFFINO, M. L.; LEITE, R. G. *Estudo de viabilidade das AHE's Jirau e Santo Antônio, localizadas no rio Madeira em Rondônia, no trecho entre Porto Velho e Abunã*. Porto Velho, p.345, 2005. Relatório Técnico Final. Convenio FURNAS/UNIR/RIOMAR/INPA.

LIERMANN, C. R.; NILSSON, C.; ROBERTSON, J.; NG, R. Y. Implications of Dam Obstruction for Global Freshwater Fish Diversity. *American Institute of Biological Sciences BioScience*, 62(6), p.539-548, 2012.

LIMA, A. C.; ARAÚJO-LIMA, C. A. R. M. The distributions of larval and juvenile fishes in Amazonian Rivers of different nutrient status. *Freshwater Biology*, 49, p.1-14, 2004.

LIMA, A. C.; ARAÚJO-LIMA, C. A. R. M. The distributions of larval and juveniles fishes in Amazonian rivers of different nutrient status. *Freshwater Biology*. 49. p.787-800, 2004.

LIMA, F. C. T. Revisão taxonômica do gênero *Brycon Müller & Troschel*, 1844, dos rios da América do Sul cisandina (Pisces, Ostariophysi, Characiformes, Characidae). Dissertação de mestrado, Instituto de Biociências/USP. São Paulo. p.311, 2001.

LORENCIO, C. G. *Ecologia de peces*. Universidad de Sevilla – Secretariado de publicaciones. Sevilla, Espana. p.353, 1996.

LOWE-MCCONNELL, R. H. *Estudos Ecológicos de Comunidades de Peixes Tropicais*. São Paulo, EDUSP. p.535, 1999.

MARTINELLI, L. A.; VICTORIA, R. L.; DEMATTE, J. L. I.; RICHEY, J. E.; DEVOL, A. H. Chemical and Mineralogical composition of Amazon River floodplain sediments. *Brazil. Appl. Geochem.* 8, p.391-402, 1993.

MARTINELLI, L. A.; VICTORIA, R. L.; DEVOL, A. H.; RICHEY, J. E.; FORSBERG, B. R. Suspended sediment load in the Amazon Basin: an overview. *GeoJournal*, 19, p.381-389, 1989.

MASSON, C. G. M. J. Subsídios para uma gestão dos recursos hídricos na Amazônia: estudo de caso da bacia do rio Madeira. Dissertação (Mestrado em Ciências e Planejamento Energético). Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ. Rio de Janeiro, 2005. p. 259.

MÉRONA, B.; BITTENCOURT, M. M. A pesca na Amazônia através dos desembarques no mercado de Manaus: resultados preliminares. *Memoire de la Societté de Ciênces Naturelle La Salle*, 48. p. 433-453, 1988. suplemento.

MERONA, B. ; GASCUEL, D. Effects of flood regime and fishing effort on the overall abundance of an exploited fish community in the Amazon floodplain. *Aquatic Living Resources*. v.6. p.97-108, 1993.

MORTATTI, J.; FERREIRA, J. R.; MARTINELLI, L. A.; VICTORIA, R. L.; TANCREDI, A. C. F. Biogeochemistry of the Madeira River Basin. *GeoJournal*, 19: 391-397, 1989.

MOUNIC-SILVA, C. E. ; LEITE, R. G. Abundance of young-of-the-year migratory Characiforms in floodplain areas of the middle Solimões-Amazon River at flooding 2007/2008. *Journal of Applied Ichthyology* 29, p.118-124, 2013.

MOUNIC-SILVA, C. E.; LEITE, R. G. Influência do rio Negro sobre o status nutricional de juvenis de curimatã *Prochilodus nigricans* (Characiformes; Prochilodontidae) no médio rio Solimões-Amazonas, Brasil. *Acta Amazonica*. No prelo.

MOURA, S. M. L. *Predação de larvas de Characiformes no rio Amazonas*. Dissertação de Mestrado INPA-AM. 29p. 1998.

MURCHIE, K. J.; HAIR, K. P. E.; PULLEN, C. E.; REDPATH, T. D.; STEPHENS, H. R.; COOKE, S. J. Fish response to modified flow regimes in regulated rivers: Research methods, effects and opportunities. Canada. RIVER RESEARCH AND APPLICATIONS, River. Res. Applic. 24, p.197–217. Published online in Wiley InterScience (www.interscience.wiley.com) DOI: 10.1002/rra.1058, 2008.

NAKATANI, K.; AGOSTINHO, A. A.; BAUMGARTNER, G.; BIALETZKI, A.; SANCHES, P. V.; MAKRAKIS, M. C.; PAVANELLI, C. S. Ovos e larvas de peixes de água doce: desenvolvimento e manual de identificação. Maringá, Paraná. p.378, 2001.

PELICICE, F. M.; AGOSTINHO, A. A. Fish passage facilities as ecological traps in large Neotropical rivers. *Cons. Biol.*, v.22, no.1, p. 180-188, 2008.

PETESSE, M. L.; PETRERE JR, M. Tendency towards homogenization in fish assemblages in the cascade reservoir system of the Tiete river basin, Brazil. *Ecological Engineering* 48, p.109-116, 2012.

PETRERE JR., M. Amazon fisheries: I – Variations in the relative abundance of tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1818) based on catch and effort data of the gill-net fisheries. *Amazoniana*. IX (4), p.527-547, 1986.

PETRERE JR., M. Yield per recruit of the Tambaqui, *Colossoma macropomum*, Cuvier, in the Amazonas State, Brazil. *Journal of Fish Biology* 22, p.133-144, 1983.

PETRY, P. Deriva de ictioplâncton no paraná do Rei, várzea do Careiro, Amazônia central, Brasil. Dissertação de mestrado INPA/FUA. Manaus, Amazonas. p.68, 1989.

- POMPEU, P. S.; NOGUEIRA, L. B.; GODINHO H. P.; MARTINEZ, C. B. Downstream passage of fish larvae and eggs through a small-sized reservoir, Mucuri River, Brazil. *ZOOLOGIA* 28 (6), p.739–746, December, DOI: 10.1590/S1984-46702011000600006, 2011.
- PRESTES, L.; SOARES, M. G. M.; SILVA, F. R.; BITTENCOURT, M. M. Dinâmica populacional de *Triportheus albus*, *T. angulatus* e *T. auritus* (CHARACIFORMES: CHARACIDAE) em lagos da Amazônia Central. *Biota Neotropica*, 10 (3), p.177-181, 2010.
- RAPP PY-DANIEL, L. H.; DEUS, C. P.; HENRIQUES, A. L.; PIMPÃO, D.; RIBEIRO, O. M. Biodiversidade do médio Madeira: bases científicas para propostas de conservação. INPA, Manaus. p.244, 2007.
- REYNALTE-TATAJE, D. A.; ZANIBONI-FILHO, E.; BIALETZKI, A.; AGOSTINHO, A. A. Temporal variability of fish larvae assemblages: influence of natural and anthropogenic disturbances. *Neotropical Ichthyology*, 10(4), p. 837-846, 2012.
- RIBEIRO, M. C. L. B. As migrações dos jaraquis (Pisces: Prochilodontidae) no rio Negro, Amazonas, Brasil. Dissertação de Mestrado INPA/FUA. Manaus, Amazonas. p.192, 1983.
- SANCHES, P. V.; NAKATANI, K.; BIALETZKI, A.; BAUMGARTNER, G.; GOMES, L. C.; LUIZ E. A. Flow regulation by dams affecting ichthyoplankton: the case of th Porto Primavera Dam, Paraná River, Brasil. *River Res. Applic.* 22:555-565. 2006.
- SANCHÉZ-BOTERO, J. I.; ARAÚJO-LIMA, C. A. R. M. As macrófitas aquáticas como berçário para a ictiofauna da várzea do rio Amazonas. *Acta Amazonica*, 31(3), 437-447, 2001.
- SANTOS, G. M.; FERREIRA, E. J. G. Peixes da bacia Amazônica.; In: LOWE-MCCONNELL, R.H. (Org.) *Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais*. São Paulo, Universidade de São Paulo. p.345-373, 1999.
- SANTOS, G. M.; SANTOS, A. C. M. Sustentabilidade da pesca na Amazônia. *Estudos avançados*, 19(54), p.165-181, 2005.
- SANTOS-FILHO, L. C. Avaliação da exploração pesqueira e dinâmica populacional de matrinxã, *Brycon amazonicus* (Günther, 1869), (PISCES: CHARACIFORMES), explorado pela frota pesqueira de desembarca em Manaus – Amazonas, Brasil. Dissertação de Mestrado INPA/FUA. Manaus, Amazonas. p.98, 2005.
- SCHILT, C. R. Developing fish passage and protection at hydropower dams. North Bonneville, USA. *Applied Animal Behaviour Science* 104, 295–325, 2007.
- SHRIMPTON, R.; GIUGLIANO, R. Consumo de alimentos a alguns nutrientes em Manaus, Amazonas. *Acta amazonica*, v.9. p.511-526, 1979.
- SHOJI, J.; TANAKA, M. Larval abundance, growth, and recruitment of Japanese Spanish mackerel *Scomberomorus niphonius* in the Seto Inland Sea, Japan. The Big Fish Bang. *Proceedings of the 26th Annual Larval Fish Conference*. p.395-404, 2003.

- SILVA, E. A.; STEWART, D. J. Age structure, growth and survival rates of the commercial fish *Prochilodus nigricans* (bocachico) in North-eastern Ecuador. *Environmental Biology of Fishes*, 77, p.63-67.
- SIOLI, H. The Amazon and its main affluents: hydrograph, morphology of the river courses, and river types. In: SIOLI, H. (Ed.) *The Amazon*. W. Junk Publishers. Dordrecht, Holland. p.127-165, 1984.
- SIOLI, H. Hydrochemistry and geology in the Brazilian Amazon region. *Amazoniana*, 1(3), p. 267-277, 1967.
- SPOUNAGLE, S.; COWEN, R. K. Early life history traits and recruitment patterns of *Caribbean wrasses* (Labridae). *Ecological monographs*. 67(2), p.177-202, 1997.
- SUZUKI, F. M.; PIRES, L. V.; POMPEU, P. S. Passage of fish larvae and eggs through the Funil, Itutinga and Camargos Reservoirs on the upper Rio Grande (Minas Gerais, Brazil). *Neotropical Ichthyology*, 9(3), p. 617-622, 2011.
- TARDY, Y.; BUSTILLO, V.; ROQUIM, C.; MORTATTI, J.; VICTORIA, R. The Amazon. Bio-geochemistry applied to river basin management Part I. Hydro-climatology, hydrograph separation, mass transfer balances, stable isotopes, and modeling. *Applied Geochemistry*, 20, p.1746-1829, 2005.
- TAYLOR, D. L.; NICHOLS, R. S.; ABLE, K. W. Habitat selection and quality for multiple cohorts of young-of-the-year bluefish (*Pomatomus saltatrix*): Comparisons between estuarine and ocean beaches in southern New Jersey. *Estuarine, coastal and shelf science*. 73, p.667-679, 2007.
- TORRENTE-VILARA, G. *Heterogeneidade ambiental e diversidade Ictiofaunística do trecho de corredeiras do rio Madeira, Rondônia, Brasil*. Tese de Doutorado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazonas - INPA, Manaus, p.156, 2009.
- TORRENTE-VILARA, G.; ZUANON, J.; LEPRIEUR, F.; OBERDORFF, T.; TEDESCO, P. A. Effects of natural rapids and waterfalls on fish assemblage structure in the Madeira River (Amazon Basin). *Ecology of Freshwater Fish*, DOI: 10.1111/j.1600-0633.2011.00508, 2011.
- VANNOTE, R. L.; MINSHALL, G. W.; CUMMINS, K. W.; SEDELL, J. R.; CUSHING, C. E. The river continuum concept. *Can J Fish Aquat Sci*. 37, p.130-137, 1980.
- VAZZOLER, A. E. A. M.; MENEZES, N. A. Síntese de conhecimentos sobre o comportamento reprodutivo dos Characiformes da América do Sul (Teleostei, Ostariophysii). *Revista Brasileira de Biologia*, 52(4), p.627-640, 1992.
- VIEIRA, E. F.; ISAAC, V. J.; FABRÉ, N. M. Biologia reprodutiva do tambaqui, *Colossoma macropomum* Cuvier, 1818 (Teleostei, Serrasalmidae), no baixo Amazonas, Brasil. *Acta Amazonica*. 29(4), p.625-638. 1999.
- VILLACORTA CORREA, M. A. Crescimento do matrinxã, *Brycon cephalus*, (Günther, 1869) (Teleostei; Characidae), no baixo rio Negro, seus afluentes e no baixo rio Solimões. Dissertação de Mestrado, INPA/FUA. Manaus, Amazonas. p.124, 1987.

VILLACORTA CORREA, M. A. Estudo da idade e crescimento do tambaqui, *Colossoma macropomum* (Characiformes: Characidae), no Amazonas central pela análise de marcas sazonais nas estruturas mineralizadas e microestruturas nos otólitos. Tese de Doutorado, INPA/FUA. Manaus, Amazonas. p.217, 1997.

VITULE, J. R. S.; SKÓRA, F.; ABILHOA, V. Homogenization of freshwater fish faunas after the elimination of a natural barrier by a dam in Neotropics . Curitiba, Paraná, Brasil. Diversity and Distributions, (Diversity Distrib). 18, p.111–120, 2012.

WELCOMME, R. L. *Fisheries ecology of floodplain rivers*. Longman Inc. New York, USA. p.317, 1979.

WELCOMME, R. L. River fisheries. *FAO Fisheries Technical Paper*. Rome, Italy. V.262, p.1-330, 1985.

WINEMILLER, K. O.; ROSE, K. A. Patterns of life-history diversification in North American fishes: implications for population regulation. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 49, p.2196–2218, 1992.

WINTER, H. V.; JANSEN, H. M.; BRUIJS, M. C. M. Assessing the impact of hydropower and fisheries on downstream migrating silver eel, *Anguilla anguilla*, by telemetry in the River Meuse. *Ecology of Freshwater Fish*, 15, p. 221–228, doi: 10.1111/j.1600-0633.2006.00154, 2006.

ZANIBONI-FILHO, E. Biologia da reprodução do matrinxã, *Brycon cephalus* (Günther, 1869) (Teleostei: Characidae). Dissertação de Mestrado INPA/FUA. Manaus, Amazonas. p.134, 1985.

ZAR, J. H. *Biostatistical analysis*. Prentice-Hall Inc. Englewood, England. p.620, 1996.

ZIOBER, S. R.; BIALETZKI, A.; MATEUS, L. A. F. Effect of abiotic variables on fish eggs and larvae distribution in headwaters of Cuiabá River, Mato Grosso State, Brazil. Copyright © 2012 Sociedade Brasileira de Ictiologia, Neotropical Ichthyology, 10(1) p.123-132, 2012.

ZIV, G.; BARAN, E.; NAM, S.; ITURBE, I. R.; LEVIN, S. A. Trading-off fish biodiversity, food security, and hydropower in the Mekong River Basin. *PNAS*, 109 (15), p. 5609–5614, 2012.