



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



**ECOLOGIA ALIMENTAR E ETNOECOLOGIA DE PACUS  
(SERRASALMIDAE) DO RIO XINGU APÓS A IMPLEMENTAÇÃO DA  
USINA HIDRELÉTRICA DE BELO MONTE, PARÁ, BRASIL**

**Ana Laura Pereira Santos**

BELÉM/PA

2019

**Ana Laura Pereira Santos**

**ECOLOGIA ALIMENTAR E ETNOECOLOGIA DE PACUS  
(SERRASALMIDAE) DO RIO XINGU APÓS A IMPLEMENTAÇÃO DA  
USINA HIDRELÉTRICA DE BELO MONTE, PARÁ, BRASIL**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aquática e Pesca da Universidade Federal do Pará como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ecologia Aquática e Pesca.

Orientador: Prof. Dr. Juarez Pezzuti.

BELÉM/PA

2019

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD  
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará  
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

---

P436e Pereira Santos, Ana Laura  
Ecologia alimentar e etnoecologia de pacus (Serrasalminidae) no  
Rio Xingu após a implementação da Usina Hidrelétrica de Belo  
Monte, Pará, Brasil / Ana Laura Pereira Santos. — 2019.  
43 f. : il. color.

Orientador(a): Prof. Dr. Juarez Carlos Brito Pezzuti  
Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em  
Ecologia Aquática e Pesca, Instituto de Ciências Biológicas,  
Universidade Federal do Pará, Belém, 2019.

1. frugivoria. 2. planície de inundação. 3. pesca artesanal. 4.  
segurança alimentar. 5. Impacto; Barragem; Conhecimento  
tradicional. I. Título.

CDD 577.609811

---

**Ana Laura Pereira Santos**

**ECOLOGIA ALIMENTAR E ETNOECOLOGIA DE PACUS  
(SERRASALMIDAE) DO RIO XINGU APÓS A IMPLEMENTAÇÃO DA  
USINA HIDRELÉTRICA DE BELO MONTE, PARÁ, BRASIL**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aquática e Pesca da Universidade Federal do Pará como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ecologia Aquática e Pesca.

Orientador: Prof. Dr. Juarez Pezzuti.

Banca Examinadora:

---

Prof. Dr. Juarez Carlos Brito Pezzuti (NAEA/UFPA) – Orientador/Presidente

---

Prof. Dr. Renato Azevedo Matias Silvano (UFRGS) – Titular/Membro Interno

---

Prof. Dr. Thiago Augusto Pedroso Barbosa (IECOS/UFPA) – Titular/Membro Externo

---

Prof. Dr. Tiago Octavio Begot Ruffeil (PPGEAP/UFPA) – Titular/Membro Interno

---

Prof. Dr. Miguel Petreire Junior (PPGEAP/UFPA) – Suplente/Membro Interno

---

Profa. Dra. Renata Coelho Rodrigues Noronha (PPGEAP/UFPA) – Suplente/Membro Interno

BELÉM/PA

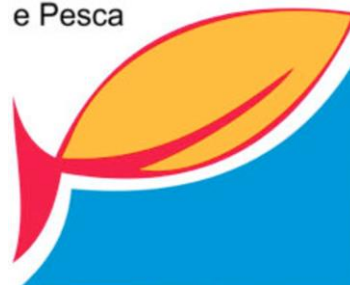
2019

## Instituições de apoio e fonte financiadora



**Instituto  
Socioambiental**

Programa de Pós-Graduação  
Ecologia Aquática  
e Pesca



*“O juruna não existe sem o Xingu e o Xingu não existe sem os jurunas... O Xingu pede socorro, a gente está lutando, mas o governo não quer ajudar. Não entendo as vezes qual o objetivo desse tal de desenvolvimento, que destrói uma coisa tão importante que é a nossa natureza, os nossos rios, tudo em prol de desenvolvimento”.*

Bel Juruna, 05/04/2018.

*Aos meus pais e minha irmã, vocês são a razão da minha vida. E ao Xingu, por ser essa força e continuar resistindo.*

## **Agradecimentos**

Agradeço primeiramente a Deus, pois sem Ele eu nada seria, muito obrigada por me ouvir e consolar quando eu mais precisei. À Virgem Santíssima, por ser um exemplo e pela proteção.

Aos meus pais, Antelmo Davi e Maria Laís, por sempre me amarem, por todo apoio, compreensão e por sempre acreditarem em mim. A minha irmã, Ana Beatriz, por ser minha melhor amiga, a minha voz da razão inúmeras vezes, por me escutar, pelas broncas e por sempre me incentivar. Obrigada por serem os melhores pais e irmã que eu poderia ter.

À UFPA e ao PPGEAP, seu corpo docente e demais funcionários, por me propiciarem um ensino de qualidade e um ambiente de acolhimento. À CAPES pela bolsa concedida. Ao Instituto Socioambiental pelo apoio financeiro e logístico.

Ao meu orientador Juarez Pezzuti, por ter aceitado me orientar, pelos ensinamentos, paciência, por todos os momentos vividos ao longo desses dois anos, e principalmente por me mostrar a importância e a beleza da etnobiologia. Ao Marcelo Andrade, por ter abraçado esse trabalho como seu, pelas inúmeras ajudas, por me orientar quando necessário, e pelas análises estatísticas. Não tenho palavras para agradecer vocês dois.

Aos avaliadores desse trabalho pelas contribuições: Dr. Thiago Barbosa, Dr. Tiago Begot, Dr. Miguel Petrere, Dra. Renata Noronha, e especialmente ao Dr. Renato Silvano pelas suas correções desde a minha qualificação.

Aos Yudjá da aldeia Mĩratu, pela ideia do trabalho, pelo acolhimento, pelas conversas, pela sabedoria repassada, e por continuarem lutando com todas as forças pelo Xingu. Sem vocês esse trabalho não teria acontecido.

A Cristiane Carneiro, pela ajuda na formulação desta dissertação, pelo apoio em Altamira e por toda a ajuda logística. À dona Lúcia, por me acolher tão bem em sua casa.

Aos meus amigos: Camila Gonçalves, Thais, Renata, Jéssica, Layse, Lais, Sibebe, Thamires, Ana, Karen, Camila Marques, Danielson e Izabella. Aos amigos da turma de mestrado 2017/01 do PPGEAP. A Flávia, parceira de campo e laboratório, obrigada por todo o apoio ao longo desses dois anos. A Miani, por ter sempre escutado os meus lamentos e me alegrado inúmeras vezes. A Tamires Oliveira, pela compreensão e pelas várias ajudas nessa jornada. Vocês são um dos pilares que me apoiaram até aqui.

À Dra. Jussara Martinelli, pela disponibilização do espaço para que as análises fossem realizadas e pelas dúvidas esclarecidas, a todo o GPECA (Marcela, Fran, Priscila, Yan, Leila, Carol e Dani) pelo acolhimento, pelas conversas depois do almoço e inúmeras risadas.



A Alexandra Elbakyan, por ter criado o Sci-Hub, e dessa forma ter facilitado meu acesso ao conhecimento.

E a todos aqueles que aqui não foram mencionados mais que foram importantes para que esse trabalho fosse realizado.

## Sumário

<b>Resumo</b> .....	VI
<b>1. INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	1
1.1. Ecologia de sistemas fluviais inundáveis.....	1
1.2. Barragens e sua interação com a fauna aquática.....	3
1.3. Etnoconhecimento no estudo de impactos ambientais .....	3
1.4. A Volta Grande do Rio Xingu: impactos da Usina Hidroelétrica Belo Monte e grupo Pacu (Serrasalmidae) .....	4
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	5
<b>3. REFERÊNCIAS</b> .....	6
<b>Artigo: Feeding ecology of the herbivorous serrasalmids and traditional knowledge of indigenous people in a dammed Amazonian River</b> .....	10
<b>Abstract</b> .....	11
<b>1. Introduction</b> .....	12
<b>2. Material and Methods</b> .....	14
2.1. Study area .....	14
2.2. Sampling design.....	15
2.3. Diet analysis.....	16
2.4. Body mass, size, and condition factor .....	16
2.5. Traditional knowledge on pacus feeding behaviour .....	16
<b>3. Results</b> .....	17
3.1. Diet analysis.....	18
3.2. Changes in mass, size and physiological condition .....	20
3.3. Traditional knowledge of pacus feeding behaviour.....	21
<b>4. Discussion</b> .....	23
<b>5. Conclusion</b> .....	25
<b>Acknowledgments</b> .....	26
<b>References</b> .....	26
<b>Supplementary Material</b> .....	32

## Resumo

A bacia amazônica constitui um típico sistema de pulsos de inundação, e vem sendo impactada pela construção de diversas barragens para a produção de energia elétrica em diversos dos seus principais afluentes. Essas alterações sobre os ambientes fluviais impacta toda a biota do local, especialmente os peixes. Conseqüentemente, as populações humanas da Amazônia também são afetadas, visto que elas dependem do peixe como principal fonte de proteína animal. O rio Xingu configura-se como um dos alvos da produção de energia elétrica, sobretudo com a construção da Usina Hidrelétrica (UHE) Belo Monte. O presente trabalho tem como objetivo analisar a ecologia trófica dos pacus (Serrasalminidae) com base no conhecimento tradicional local dos indígenas Yudjá do médio rio Xingu, e de uma descrição quali-quantitativa da dieta desses peixes. O trabalho foi realizado na Volta Grande do Xingu (VGX), onde fica a Terra Indígena Paquiçamba. Os estômagos foram provenientes de pescarias para consumo desses indígenas em dois períodos do ciclo hidrológico (seca/cheia), logo após as pescarias os pacus foram pesados e identificados, e o trato gastrointestinal coletado. Também foram obtidas informações com os Yudjá sobre a alimentação dos pacus. Além disso, os Yudjá cederam dados de espécimes de pacus de antes do barramento do rio Xingu provenientes do monitoramento pesqueiro da Aldeia Miratu. Os itens alimentares encontrados nos estômagos foram identificados e pesados, essas informações foram utilizadas para a realização do cálculo de Importância Alimentar. As informações de peso e comprimento dos pacus foram usadas no cálculo do índice de Fulton para a verificação do bem-estar fisiológico dos espécimes. Foram coletados 133 indivíduos no pós-barramento e obtidos os dados de 107 indivíduos no pré-barramento, de 8 espécies taxonômicas, pertencentes aos gêneros *Myleus*, *Myloplus*, *Ossubtus* e *Tometes*. Houve uma predominância de plantas alóctones e frutas na dieta dos pacus durante os dois períodos, e também macroalgas na cheia. Os yudjá descreveram alguns itens da dieta dos pacus, assim como descreveram que os pacus estão “mais magros” após à UHE Belo Monte. Informações corroboradas pela comparação dos fatores de bem-estar fisiológico, peso e comprimento de antes e após o barramento, que demonstrou que os pacus da VGX já estão sendo impactados pelo empreendimento. Os resultados comprovam que os pacus são dependentes do pulso de inundação para a sua alimentação, e que possivelmente o amonte de água que está sendo convertido para a VGX seja insuficiente para a manutenção dessas espécies de pacus e, conseqüentemente, dos Yudjá da VGX, visto que os pacus representam a maior fonte de alimento de proteína dessas comunidades. Dessa forma faz-se necessária uma revisão do hidrograma proposto para a região, a fim de evitar impactos maiores e irreversíveis para essas comunidades, assim para o ecossistema aquático.

**Palavras-chave:** frugivoria, planície de inundação, pesca artesanal, segurança alimentar, Impacto; Barragem; Conhecimento tradicional.

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

### *1.1. Ecologia de sistemas fluviais inundáveis*

Os rios são corpos de águas correntes que possuem uma calha principal por onde passam não somente água, mas também substâncias orgânicas e inorgânicas transportadas pela força da correnteza (Junk, 1980). Além da calha principal do rio, alguns sistemas fluviais possuem áreas alagáveis (ou igapós e várzeas), que pelo rio são influenciadas diretamente durante as inundações sazonais. Segundo Junk & Wantzen (2004), a variação sazonal do nível de água do rio é chamada pulso de inundação, onde há uma relação intrínseca entre o aporte de nutrientes presentes no rio e nas áreas alagadas por ele. A partir dessa variação do nível da água que matérias alóctones, aqueles provenientes do meio externo, entram no sistema aquático e participam diretamente na produção primária desse ambiente juntamente com os materiais autóctones, oriundos do próprio rio (Junk & Wantzen, 2004). Por consequência, o pulso de inundação aumenta a produtividade do sistema aquático, fazendo com que esse ciclo seja determinante para a composição e ambulância da fauna e flora existentes (Junk & Wantzen, 2004).

No conceito de pulso de inundação admite-se que a área alagável é responsável por boa parte da produção primária e secundária do sistema (Junk & Wantzen, 2004). Os rios e as áreas alagáveis apresentam uma relação de interdependência, pois aqueles dependem do material alóctone para manutenção da alta produtividade e estas dependem do rio, pois ele é responsável pelo transporte dos nutrientes produzidos (Junk & Wantzen, 2004). Além disso, o pulso de inundação na Amazônia possui também importância pois ele influencia na composição físico-química da água, assim como na distribuição espacial dos organismos (Almeida & Melo, 2009).

A flora e a fauna presentes nas áreas fluviais alagáveis possuem um ciclo de vida diretamente interligado à variação dos níveis da água (Junk, 1980; Junk & Wantzen, 2004; Correa et al., 2015). Um exemplo dessa ligação são as macrófitas aquáticas, pois durante o período em que o nível do rio está baixo essas plantas podem permanecer como esporos e sementes, ou até mesmo iniciar a fase de vida terrestre. Em contrapartida, ao longo da enchente, as macrófitas possuem um desenvolvimento acelerado e uma alta taxa de reprodução (Junk, 1980). Além disso, algumas espécies arbóreas possuem seu período de produção de sementes durante a enchente para a facilitação da dispersão através da correnteza ou de animais do rio (Junk, 1980; Junk & Wantzen, 2004; Correa et al., 2015).

Além disso, o pulso de inundação é importante para a fauna aquática, pois esses animais necessitam desse ciclo para acessar os ambientes sazonalmente disponíveis para reprodução, forrageamento e abrigo (Junk, 1980). Dessa forma, quando as águas do rio sobem, os animais que estão em sua calha principal têm acesso a diferentes fontes de alimento na floresta inundada (Junk, 1980; Magalhães et al., 2015). Nesse viés, Magalhães et al. (2015) em seu estudo na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, perceberam forte alteração das dietas do peixe-acará (*Cichlasoma amazonarum*) e muçum (*Synbranchus marmoratus*) em diferentes níveis de inundação. Durante a cheia, estes peixes se alimentavam principalmente de Odonata e insetos hemípteros que possuíam relação com as macrófitas aquáticas, por outro lado, durante a seca ambos consumiram insetos e peixes, sendo que o acará também ingeria material vegetal e crustáceos (Magalhães et al., 2015). Por consequência, os impactos nessa relação podem afetar muito além do que apenas os peixes, mas também toda a estrutura das florestas alagáveis, visto que alguns desses peixes desempenham um importante papel como dispersores de sementes, tais como o *Piaractus mesopotamicus* (Galetti et al., 2008). Entretanto, essa ictiocoria é pouco conhecida e vem sendo ameaçada por ações antrópicas (Galetti et al., 2008; Correa et al., 2015) tais como barragens e sobrepesca.

Além da alimentação, a reprodução dos animais de rios com pulso de inundação também depende da variação dos níveis fluviais (Zacardi et al., 2017). Espécies como o curimatã (*Prochilodus nigricans*) utilizam os ambientes inundáveis para a reprodução, desovando apenas durante o período de cheia quando os seus ovos e larvas são carregados para as áreas alagadas onde se alimentarão e protegerão contra predadores (Zacardi et al., 2017). Tal fato ocorre devido às áreas inundáveis aumentarem a disponibilidade de espaço e microhabitat, tornando-as locais de abrigo e proteção para diferentes espécies (Junk et al., 1989). Portanto, a fauna aquática que utiliza áreas sazonalmente alagáveis depende desses locais. Logo, qualquer alteração que ocorra nesses ambientes pode ser decisiva para a manutenção, ou não, da biologia dessas espécies aquáticas.

Essa relação entre as florestas sazonalmente alagáveis, o rio e os animais gera um ambiente único com alta produtividade biológica e pesqueira. De fato, no período de cheia as áreas inundáveis sazonalmente possuem uma maior densidade de peixes, que vão em busca de alimento, locais de reprodução e proteção, contribuindo dessa forma para uma maior produtividade (Welcomme & Halls, 2004). Alguns estudos relatam que anos com um pulso de inundação mais intenso ou mais duradouro são normalmente anos com maiores estoques pesqueiros, demonstrando não apenas a importância ecológica do pulso de inundação, mas também relevância econômica (Welcomme & Halls, 2004; Resende, 2008).

### *1.2. Barragens e sua interação com a fauna aquática*

A ecologia dos organismos aquáticos é diretamente impactada pelas alterações causadas na duração, intensidade e frequência do pulso de inundação devido à construção de barragens (Agostinho et al., 2004; Winemiller et al., 2016). De fato, a alteração do pulso de inundação pode diminuir a biodiversidade local (Magilligan & Nislow, 2005), uma vez que essa alteração poderá diminuir o acesso da fauna aquática às fontes de alimentos, aos locais de reprodução e aos habitats presentes nas florestas alagáveis (Agostinho et al., 2007).

A construção de uma barragem transforma ambientes lóticos em lênticos, alterando a dinâmica físico-química da água (Welcomme, 2008). Como resultado da construção de barragens, na porção a montante forma-se um reservatório, sendo esse um principais impactos, pois a água represada é liberada artificialmente, fazendo com que a porção a jusante fique com sistema de pulso de inundação imprevisível (Welcomme, 2008).

Welcomme (2008) relata diferentes impactos que a alteração do pulso pode gerar, tais como: (i) o atraso da ocorrência do pulso (que afetaria a migração e reprodução de alguns peixes); (ii) uma duração menor do pulso de inundação (impactando o crescimento da fauna e da flora de florestas alagáveis); e (iii) a alteração rápida do nível da água (que inundaria ninhos de quelônios ou outros animais, assim como poderia dissecar ovos de peixes que estão anexados à vegetação). Além disso, a alteração do pulso de inundação pode levar à morte das plantas e de florestas alagáveis, bem como leva à redução da biodiversidade e dos estoques pesqueiros, afetando, dessa forma a sobrevivência das populações ribeirinhas da região (Junk & Mello, 1990; WCD, 2000).

Além disso, as barragens causam o empobrecimento de nutrientes nas áreas a jusante, pois esses ficam retidos no reservatório (Ziv et al., 2012). Essa redução de nutrientes afeta a biota local, dado que a produtividade é reduzida por consequência da menor disponibilidade de nutrientes (WCD, 2000).

### *1.3. Etnoconhecimento no estudo de impactos ambientais*

O conhecimento das comunidades tradicionais vem sendo cada vez mais incorporado em estudos integrados (Huntington, 2011), posto que essas comunidades conhecem o ambiente por uma longa escala de tempo e podem descrever as mudanças ocorridas (Hallwass et al., 2013). Estudos em etnoecologia são muitas vezes responsáveis por trazer a luz informações sobre a ecologia de algumas espécies que ainda são desconhecidas pela ciência (Huntington, 2000;

Silvano et al., 2008; Begossi et al., 2011), e até mesmo ajudam na descrição de novas espécies (Andrade et al., 2016).

Trabalhos de monitoramento realizados em parceria com as comunidades tradicionais geralmente usam métodos de fácil aplicação por essas comunidades, utilizando, por exemplo, a própria caça ou pescaria para monitoramento (Moller et al., 2004). Outro fator positivo de estudos com o conhecimento tradicional ecológico é que o uso desse conhecimento pode ser considerado uma forma de obtenção de informações mais econômica (Jones et al., 2008) e rápida (Hallwass et al., 2013) do que métodos científicos tradicionais.

Entretanto, é importante ressaltar que o conhecimento tradicional ecológico não pode ser tratado como uma verdade inquestionável, ele deve ser estudado e observado para se evitar a ocorrência de opiniões tendenciosas tanto por parte da fonte de conhecimento quanto por parte do pesquisador (Huntington, 2000; Silvano & Valbo-Jørgensen, 2008). Por outro lado, o uso do conhecimento tradicional em casos como de construções de barragens com a ausência de estudos prévios ou posteriores apropriados é de extrema valia (Hallwass et al., 2013), visto que esse conhecimento será capaz de gerar uma linha do tempo das mudanças sofridas pelo meio ambiente local.

#### *1.4. A Volta Grande do Rio Xingu: impactos da Usina Hidroelétrica Belo Monte e grupo Pacu (Serrasalminidae)*

A região da Volta Grande do Rio Xingu (VGX), assim como toda a bacia do rio Xingu e do Amazonas, apresenta a dinâmica sazonal característica de pulsos de inundação (Freitas et al., 2015), mas que vem se alterando com a implantação da Usina Hidroelétrica (UHE) Belo Monte (Jaichand & Sampaio, 2013). A partir de 2019/2020, quando a UHE Belo Monte estará em pleno funcionamento, o fluxo do rio Xingu será reduzido em 80% na região da VGX (Jaichand & Sampaio, 2013), gerando impactos sobre o pulso de inundação, sobre as populações tradicionais e sobre a biota da região.

A implementação da UHE Belo Monte incluiu a criação de um canal artificial para desvio de parte da água do Rio Xingu para um reservatório complementar, fazendo com que um trecho de cerca de 100 km do rio Xingu, correspondente à VGX, ficasse em um sistema de vazão reduzida (Pezzuti et al., 2018). Por conseguinte, todo o sistema de cheia e seca do rio na área de vazão reduzida ficou incerto. Entretanto, como uma forma de manter esse regime de variação do nível do rio, foi estabelecido um hidrograma de consenso que determina o volume de água que deve ser liberado para a VGX (Pezzuti et al., 2018). Essa estratégia de liberação de água

para a manutenção do pulso de inundação já vem sendo aplicada em caráter experimental em outras barragens (Welcomme & Halls, 2004). Contudo, para que essa liberação controlada de água realmente funcione como planejado é necessário um estudo minucioso sobre a ecologia local, o que na maioria dos grandes projetos de barragens não ocorre (Welcomme & Halls, 2004).

Na região da VGX existe uma grande diversidade de peixes (Magalhães et al., 2016) que são a base da alimentação das comunidades tradicionais da VGX, tais como curimatã (*Prochilodus nigricans*), tucunaré (*Cichla* spp.), pacus e piranhas (e.g. *Myloplus* spp.) (Carneiro & Pezzuti, 2015). Dentre estas se destacam os pacus, que são um dos elementos básicos da alimentação ribeirinha local e representam parte importante do comércio de peixes para consumo (Magalhães et al., 2016). Os pacus, representantes da ordem Characiformes e família Serrasalminidae, representam cerca de 16 espécies presentes na VGX (IBAMA, 2009). Esses peixes possuem, em sua maioria, hábito alimentar herbívoro/frugívoro e, assim, são considerados importantes dispersores de sementes (Galetti et al., 2008; Anderson et al., 2009; Correa et al., 2015).

A alimentação e reprodução desse grupo é influenciada pelo pulso de inundação que está sendo alterado pelo barramento e desvio do rio, e com o nível da água baixo esse grupo não terá acesso ao alimento no igapó na VGX (De Francesco & Carneiro, 2015). Assim, pelo fato dos pacus fazerem parte da dieta das comunidades tradicionais que vivem na região da VGX, qualquer alteração sobre esse grupo pode afetar diretamente a alimentação dessas comunidades. Na região da VGX, já vem sendo realizado um monitoramento participativo do estoque pesqueiro da região, em que os indígenas da Aldeia Miratu (Volta Grande do rio Xingu, Pará) catalogam as próprias pescarias, o qual demonstra a grande importância dos pacus para as comunidades locais (Carneiro & Pezzuti, 2015).

## 2. OBJETIVOS

### *Geral*

Analisar a ecologia trófica dos pacus (Serrasalminidae) através do conhecimento tradicional local (CTL) dos indígenas Yudjá do médio rio Xingu, e de uma descrição quali-quantitativa da dieta desses peixes, com a análise do conteúdo estomacal desses peixes.

### *Específicos*

- Descrever o CTL sobre a ecologia trófica dos pacus, procurando integrar este conhecimento com o observado no estudo biológico da análise do conteúdo estomacal;



- Comparar a composição da dieta das espécies entre os períodos de seca e cheia do rio Xingu após o barramento através de análise de conteúdo estomacal, apresentando os itens alimentares mais importantes para cada espécie e para as assembleias de pacus;
- Verificar a similaridade da dieta entre as espécies de pacu;
- Comparar o bem-estar fisiológico dos pacus, através do Fator de condição de Fulton, entre os momentos do antes e depois do barramento, na busca por possíveis alterações sobre os peixes após a construção da UHE Belo Monte.

### 3. REFERÊNCIAS

Agostinho, A. A., Gomes, L. C., Veríssimo, S. & K. Okada, E. (2004) Flood Regime, Dam Regulation and Fish in the Upper Paraná River: Effects on Assemblage Attributes, Reproduction and Recruitment. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* **14**, 11–19.

Agostinho, A. A., Gomes, L. C. & Pelicice, F. M. (2007) Impactos Dos Represamentos: Alterações Ictiofaunísticas e Colonização. In *Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil* (Agostinho, A. A., Gomes, L. C., Pelicice, F. M., eds), pp. 107–151 Maringá: Editora da Universidade Estadual de Maringá.

Almeida, F. F. de & Melo, S. (2009) Considerações Limnológicas Sobre Um Lago Da Planície de Inundação Amazônica (Lago Catalão - Estado Do Amazonas, Brasil). *Acta Scientiarum - Biological Sciences* **31**, 387–395.

Anderson, J. T., Saldaña Rojas, J., Flecker, A. S., Rojas, S. J. & Flecker, A. S. (2009) High-Quality Seed Dispersal by Fruit-Eating Fishes in Amazonian Floodplain Habitats. *Oecologia* **161**, 279–290.

Andrade, M. C., Jégu, M. & Giarrizzo, T. (2016) Tometes Kranponhah and Tometes Ancyloerhynchus (Characiformes: Serrasalminidae), Two New Phytophagous Serrasalminids, and the First Tometes Species Described from the Brazilian Shield. *Journal of fish biology* **89**, 467–494.

Begossi, A., Salivonchyk, S. V., Araujo, L. G., Andreoli, T. B., Clauzet, M., Martinelli, C. M., Ferreira, A. G. L., Oliveira, L. E. C. & Silvano, R. A. M. (2011) Ethnobiology of Snappers (Lutjanidae): Target Species and Suggestions for Management. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* **7**.

Carneiro, C. & Pezzuti, J. C. B. (2015) O Monitoramento Dos Recursos Pesqueiros Dos Juruna Da Aldeia Muratu. In *Atlas dos impactos da sobre a pesca* (De Francesco, A., Carneiro, C.,

eds), pp. 51–59 São Paulo: Instituto Socioambiental.

Correa, S. B., Costa-Pereira, R., Fleming, T., Goulding, M. & Anderson, J. T. (2015) Neotropical Fish-Fruit Interactions: Eco-Evolutionary Dynamics and Conservation. *Biological Reviews* **90**, 1263–1278.

De Francesco, A. & Carneiro, C. (2015) *Atlas Dos Impactos Da UHE Belo Monte Sobre a Pesca*, 1st ed. São Paulo: Instituto Socioambiental.

Freitas, T. M. S., Prudente, B. S., Oliveira, V., Oliveira, M. N. C., Prata, E. G., Leão, H. & Montag, L. F. A. (2015) Influence of the Flood Pulse on the Reproduction of *Tocantinsia Piresi* (Miranda Ribeiro) and *Auchenipterus Nuchalis* (Spix & Agassiz) (Auchenipteridae) of the Middle Xingu River, Brazil. *Brazilian Journal of Biology* **75**, 158–167.

Galetti, M., Donatti, C. I., Pizo, M. A. & Giacomini, H. C. (2008) Big Fish Are the Best: Seed Dispersal of *Bactris Glaucescens* by the Pacu Fish (*Piaractus Mesopotamicus*) in the Pantanal, Brazil. *Biotropica* **40**, 386–389.

Hallwass, G., Lopes, P. F., Juras, A. A. & Silvano, R. A. M. (2013) Fishers' Knowledge Identifies Environmental Changes and Fish Abundance Trends in Impounded Tropical Rivers. *Ecological Applications* **23**, 392–407.

Huntington, H. P. (2000) Using Traditional Ecological Knowledge in Science: Methods and Applications. *Ecological Applications* **10**, 1270–1274.

Huntington, H. P. (2011) The Local Perspective. *Nature*. Nature Publishing Group 2011, 182–183, doi:10.1038/478182a.

IBAMA. (2009) EIA/RIMA: Aproveitamento Hidrelétrico de Belo Monte. 2009.

Jaichand, V. & Sampaio, A. A. (2013) Dam and Be Damned: The Adverse Impacts of Belo Monte on Indigenous Peoples in Brazil. *Human Rights Quarterly* **35**, 408–447.

Jones, J. P. G., Andriamarivololona, M. M., Hockley, N., Gibbons, J. M. & Milner-Gulland, E. J. (2008) Testing the Use of Interviews as a Tool for Monitoring Trends in the Harvesting of Wild Species. *Journal of Applied Ecology* **45**, 1205–1212.

Junk, W. J. (1980) Áreas Inundáveis - Um Desafio Para Limnologia. *Acta Amazonica* **10**, 775–795.

Junk, W. J. & Mello, J. A. S. N. (1990) Impactos Ecológicos Das Represas Hidrelétricas Na Bacia Amazônica Brasileira. *Estudos Avançados* **4**, 126–143.

Junk, W. J. & Wantzen, K. (2004) The Flood Pulse Concept: New Aspects, Approaches and

- Applications - an Update. In *Proceedings of the Second International Symposium on the Management of Large Rivers for Fisheries* (FAO Regional Office for Asia and the Pacific, ed), pp. 117–140 Bangkok: RAP Publication.
- Junk, W. J., Bayley, P. B. & Sparks, R. E. (1989) The Flood Pulse Concept in River-Floodplain Systems. *Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences* 110–127.
- Magalhães, E. R. S., Yamamoto, K. C., Anjos, H. D. B. dos, Loebens, S. de C. & Soares, M. G. M. (2015) Bancos de Macrófitas Aquáticas Em Lago de Várzea: Alimentação de Duas Espécies de Peixes Na Região de Manaus, Amazonas, Brasil. *Acta of Fisheries Aquatic Resorces* 3, 25–40.
- Magalhães, S. B., Silva, Y. Y. P. Da & Vidal, C. da L. (2016) Não Há Peixe Para Pescar Neste Verão: Efeitos Socioambientais Durante a Construção de Grandes Barragens – o Caso Belo Monte. *Desenvolvimento e Meio Ambiente* 37, 111–134.
- Magilligan, F. J. & Nislow, K. H. (2005) Changes in Hydrologic Regime by Dams. *Geomorphology* 71, 61–78.
- Moller, H., Berkes, F., Lyver, P. O. & Kislalioglu, M. (2004) Combining Science and Traditional Ecological Knowledge: Monitoring Populations for Co-Management. *Ecology and Society* 9, art2.
- Pezzuti, J. C. B., Carneiro, C., Mantovanelli, T. & Garzón, B. R. (2018) *Xingu, o Rio Que Pulsa Em Nós: Monitoramento Independente Para Registro de Impactos Da UHE Belo Monte No Território e No Modo de Vida Do Povo Juruna (Yudjá) Da Volta Grande Do Xingu.*
- Resende, E. K. De. (2008) *Pulso de Inundação – Processo Ecológico Essencial à Vida No Pantanal.* Corumbá.
- Silvano, R. A. M. & Valbo-Jørgensen, J. (2008) Beyond Fishermen’s Tales: Contributions of Fishers’ Local Ecological Knowledge to Fish Ecology and Fisheries Management. *Environment, Development and Sustainability* 10, 657–675.
- Silvano, R. A. M., Silva, A. L., Ceroni, M. & Begossi, A. (2008) Contributions of Ethnobiology to the Conservation of Tropical Rivers and Streams. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 18, 241–260.
- WCD. (2000) Ecosystems and Large Dams: Environmental Performance. In *Dams and development: A new framework for decision-making, The Report of the World Commission on Dams* pp. 73–96 London: WCD (WORLD COMMISSION ON DAMS) - Earthscan Publishing.

- Welcomme, R. (2008) World Prospects for Floodplain Fisheries. *Ecohydrology & Hydrobiology* **8**, 169–182.
- Welcomme, R. & Halls, A. (2004) Dependence of Tropical River Fisheries on Flow .
- Winemiller, K. O., McIntyre, P. B., Castello, L., Fluet-Chouinard, E., Giarrizzo, T., Nam, S., Baird, I. G., Darwall, W., Lujan, N. K., Harrison, I., et al. (2016) Balancing Hydropower and Biodiversity in the Amazon, Congo, and Mekong. *Science* **351**, 128–129.
- Zacardi, D. M., Bittencourt, S. C. S., Nakayama, L. & de Queiroz, H. L. (2017) Distribution of Economically Important Fish Larvae (Characiformes, Prochilodontidae) in the Central Amazonia, Brazil. *Fisheries Management and Ecology* **24**, 283–291.
- Ziv, G., Baran, E., Nam, S., Rodriguez-Iturbe, I. & Levin, S. A. (2012) Trading-off Fish Biodiversity, Food Security, and Hydropower in the Mekong River Basin. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **109**, 5609–5614.

Artigo: **Feeding ecology of the herbivorous serrasalmids and traditional knowledge of indigenous people in a dammed Amazonian River**

Artigo submetido ao periódico *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, Qualis A2 de acordo com a área de Biodiversidade da CAPES, fator de impacto: 2,988. A formatação do artigo segue o guia dos autores do periódico.

1 **Feeding ecology of the herbivorous serrasalmids and traditional knowledge of indigenous people**  
2 **in a dammed Amazonian River**

3 Ana Laura Pereira Santos<sup>1,\*</sup>; Marcelo Costa Andrade<sup>1,2</sup>; Cristiane Costa Carneiro<sup>3</sup>; Flávia Cardoso  
4 Nazaré<sup>1</sup>; Giliarde Juruna<sup>4</sup>; Agostinho Juruna<sup>4</sup>; Juarez Carlos Brito Pezzuti<sup>1,5</sup>

5 <sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aquática e Pesca, Pará, Brazil

6 <sup>2</sup>Núcleo de Ecologia Aquática e Pesca da Amazônia, Universidade Federal do Pará, Pará, Brazil

7 <sup>3</sup>Ministério Público Federal, Altamira, Pará, Brazil

8 <sup>4</sup>Associação Yudjá Miratu da Volta Grande do Xingu, Pará, Brazil

9 <sup>5</sup>Núcleo de Altos Estudos Amazônicos, Universidade Federal do Pará, Pará, Brazil

10 \*Correspondence: ana-lauraps@hotmail.com

11 **Abstract**

- 12 1. Natural flood pulses deeply affect the Amazon basin, as well as its aquatic wildlife. On the other  
13 hand, the construction of Hydropower Plants (HPP) has led to changes in the natural water flow,  
14 changing food availability for animals, and consequently affecting the entire ecosystem. The  
15 analysis of animal diet combined to surveys on traditional knowledge work as efficient tools to  
16 infer the feeding behaviour of fishes, mostly species that are important as food supply for people  
17 throughout the Amazon.
- 18 2. The Xingu River is facing impacts from the recently built Belo Monte HPP, which is jeopardizing  
19 the pacus (herbivorous fish of the family Serrasalminidae and primary food source for the Yudjá  
20 people) derived from the Big Bend of Xingu (BBX). Thus, this study aims to analyse the trophic  
21 ecology of pacus through the traditional knowledge of the Yudjá people using a qualitative-  
22 quantitative approach on the diet of this fish, and check potential changes in fish welfare after the  
23 construction of the Belo Monte HPP.
- 24 3. Overall, 133 specimens of eight herbivorous serrasalminid species were sampled after the damming  
25 of the Xingu River, and previous data on 107 fish specimens were gathered from landings.

26 Allochthonous plants, fruits, and macroalgae have the highest dietary importance for these fish,  
27 indicating the great importance of floodplains and rapids for herbivorous serrasalmids.  
28 Wellbeing, body size, and total mass show that these fish have already been negatively affected  
29 by the damming of the Xingu River. These impacts are thus already being felt by the Yudjá.

30 4. The current water flow in the BBX is meagre for fish maintenance, and consequently, for the  
31 Yudjá people in BBX. Therefore, a hydrograph revision is required to avoid irreversible impacts.

32 **Keywords:** Belo Monte, Xingu, hydrological cycle, local ecological knowledge, hydropower, impacts.

33

## 34 1. Introduction

35 Amazonian rivers are influenced by rainfall regime associated to the seasonal flooding of vast  
36 floodplain areas, which is the major factor responsible for the input of allochthonous sources in the fluvial  
37 system (Junk et al., 2011). The life cycles of fauna and flora are connected to variation in water level  
38 resulting from these natural flood pulses (Horn et al., 2011). Floodplain vegetation reproduces in  
39 synchronicity with flood pulses, and many plant species are dependent on changes in water level to  
40 disperse their seeds, either by water flow or by aquatic animals (Horn et al., 2011). Aquatic wildlife such  
41 as fishes has its assemblages structured by flood pulses, which provide several habitats for feeding,  
42 shelter, and spawning (Ferreira, Vicentin, Costa, & Suárez, 2014; Freitas et al., 2015; Zacardi,  
43 Bittencourt, Nakayama, & de Queiroz, 2017).

44 In spite of the value of flood pulses to the Amazon environment, there have been constant changes  
45 generated by the construction of Hydropower Plants (HPP) (Winemiller et al., 2016). HHPs are  
46 responsible for changes in the natural flood pulse of rivers, which consequently result in environment  
47 loss due to the lack of regular connection with the river system (Welcomme, 2008). Changes in this  
48 connection negatively affect fish assemblages by reducing or obliterating food sources and spawning  
49 areas (Winemiller et al., 2016).

50 The construction of HPPs in Amazonian rivers, particularly the recently dammed Xingu River by  
51 Belo Monte HPP, has caused far-reaching changes in the landscape (Sabaj Perez, 2015). Fishes are  
52 considered the primary protein source for traditional communities of the Xingu River (De Francesco &  
53 Carneiro, 2015; Pezzuti, Carneiro, Mantovanelli, & Garzón, 2018), similar to the rest of the Brazilian  
54 Amazon, where the highest fish consumption per capita is found worldwide, reaching impressive 170  
55 kg/person/year (ISAAC et al., 2015).

56 Indeed, many fish species are important to support human peoples in the Amazon. Herbivorous  
57 fishes of the family Serrasalminidae play a prominent role as they are primary food source for traditional  
58 communities throughout the year (Carneiro & Pezzuti, 2015; Magalhães, Silva, & Vidal, 2016).  
59 Moreover, these fishes have great importance in seed dispersal, being a key element in the aquatic system  
60 food chain (Correa, Betancur-R., Mérona, & Armbruster, 2015; Correa, Costa-Pereira, Fleming,  
61 Goulding, & Anderson, 2015; Galetti, Donatti, Pizo, & Giacomini, 2008). Therefore, knowledge of the  
62 feeding ecology of these fishes helps to understand the ecological role of species (Ferreira et al., 2014),  
63 and is important in decision-making processes for environmental conservation (Daskalov, Grishin,  
64 Rodionov, & Mihneva, 2007).

65 Traditional communities and fish stock have a close relationship, as the former depend on the  
66 latter for subsistence, and the ecological cycle of fishes modulate the life style of local human populations  
67 (Magalhães et al., 2016; Rebelo, Freitas, & Soares, 2010). Local Traditional Knowledge (LEK) is passed  
68 down over generations, and several ethnoecological studies can generate crucial data on fishes, as well  
69 as on the food chain and important feeding sources (Ramires et al., 2015; Silvano, Silva, Ceroni, &  
70 Begossi, 2008). Therefore, LEK helps define the ecological management system (Ramires et al., 2015;  
71 Silvano et al., 2008), generating essential information for the conservation of fish ecology (Andrade,  
72 Jégu, & Giarrizzo, 2016; Andrade, Sousa, Ota, Jégu, & Giarrizzo, 2016; Begossi et al., 2011; Silvano &  
73 Begossi, 2010; Silvano et al., 2008).



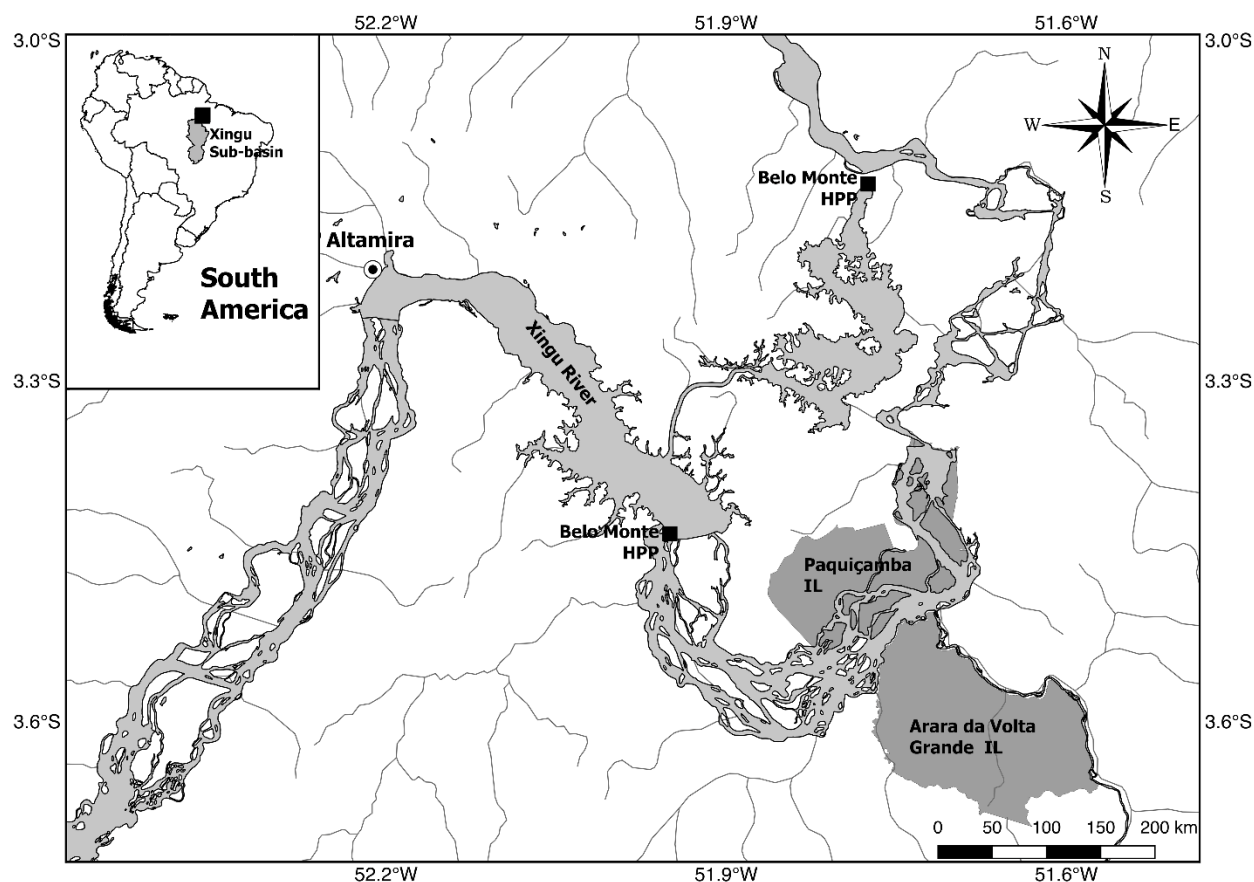
74 The present study aims to develop an integrated understanding of the feeding ecology of  
75 herbivorous serrasalmids in the ‘Big Bend’ of Xingu (BBX) region, through stomach content analysis  
76 along with LEK from the Yudjá people, an indigenous ethnical group derived from the middle Xingu  
77 River. This study also describes the seasonal variation in fish feeding ecology between dry and wet  
78 seasons after the damming of Xingu River, identifying the primary food sources for serrasalmid species.  
79 Finally, fish size, mass, and welfare from the before-damming period were compared with the period  
80 after the Xingu River damming by Belo Monte HPP to prove the potential impacts on traditional peoples  
81 and aquatic communities.

## 82 **2. Material and Methods**

### 83 *2.1. Study area*

84 The Xingu River is the main right-bank clearwater tributary of the lower Amazon River basin,  
85 along with the Iriri and Bacajá Rivers (Sabaj Perez, 2015). The present study was carried out at the ‘Big  
86 Bend’ of Xingu (BBX), an area which currently has an altered flood pulse due to the Belo Monte HPP  
87 built in 2016 (Andrade, Sousa, et al., 2016). As the Project involved the deviation of most of the water  
88 flow through a channel and an artificial lake between two dams, the original stretch of the River located  
89 between them, known as ‘Big Bend’ of Xingu (BBX), is undergoing severe impacts of reduced flow  
90 (Figure 1). There are indigenous lands (IL) in this area, Paquiçamba and Arara da Volta Grande, which  
91 are directly affected by Belo Monte HPP, as their populations depend on the river for subsistence,  
92 locomotion, and culture (De Francesco & Carneiro, 2015). The indigenous people from the Juruna  
93 ethnicity (or as they prefer, the Yudjá, which means *the owners of the river* in Juruna language) live in  
94 the Paquiçamba IL, where there are three indigenous villages: Paquiçamba, Miratu, and Furo Seco (De  
95 Francesco & Carneiro, 2015). The present study was assisted by the indigenous people from Miratu  
96 village, and is part of the project for monitoring of fishing landings by the Associação Yudjá Miratu da  
97 Volta Grande do Xingu (AYMIX) in partnership with the Instituto Socioambiental (ISA), Universidade

98 Federal do Pará (UFPA), and Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), which has been conducted  
99 since 2013 (Carneiro & Pezzuti, 2015; Pezzuti et al., 2018).



100  
101 **Figure 1:** Sites in the Xingu River after the damming by Belo Monte Hydropower Plant in the Big Bend  
102 of Xingu (*Volta Grande do Xingu*).

103 *2.2. Sampling design*

104 Sampling was carried out in two seasons: dry (October 2017) and wet (April 2018). Samples  
105 were taken from fisheries conducted for local community consumption; hence, they were performed by  
106 people using traditional fishing gear, such as casting nets, gillnets, atiradeira (adaptation of long line),  
107 and screen gillnet, methods described by Mesquita and Isaac-Nahum (2015). Samplings were conducted  
108 in an array of different habitats, including backwaters, rapids, islands, beaches, rocky outcrops,  
109 floodplains, and river channels. After sampling, specimens were provided by fishermen for proper  
110 taxonomic identification, their total length was measured (cm), and they were weighed (g). After that,  
111 the specimens had their entire gastrointestinal tract removed, and stomachs were separated, fixed in a

112 10% formaldehyde solution, and kept in labelled plastic bags. The samples were then washed with  
113 running water in the laboratory, preserved in 70% alcohol, identified, and grouped in food categories.  
114 Biometric data from dry and wet seasons of 2014 (before damming) were collected by the Environmental  
115 Basic Plan – Indigenous Component, and were provided by Norte Energia to the AYMIX.

### 116 2.3. Diet analysis

117 Each food item was identified under a stereoscope microscope, weighed on an electronic scale (A&D,  
118 model GR200) with accuracy of 0.0001g. Empty stomachs were counted but excluded from the analysis.  
119 The weight of items were used to calculate the Alimentary Importance index ( $A_i\%$ ), adapted from  
120 Kawakami and Vazzoler (1980):  $A_i = (FixWi) / \sum_{i=1}^n (FixWi)$ , where  $Fi$  is the frequency of occurrence  
121 of item  $i$  and  $Wi$  is the weight of item  $i$ . To compare diet similarity among species,  $A_i\%$  values were used  
122 in the similarity analysis using a Bray-Curtis distance, and represented by a heatmap graph. The analyses  
123 were performed using the R software, version 3.5.1 (R Core Team 2018).

### 124 2.4. Body mass, size, and condition factor

125 To compare the physiological condition (welfare) of pacus between before and after the Xingu River  
126 damming, Fulton's condition factor (K) was calculated using the formula:  $K = W/TL^3$ , where W is the  
127 total pacus body weight in grams, TL is the total length in centimetres, and 3 is the isometric coefficient.  
128 W and TL data, and K values were compared between before- and after-damming periods comparing the  
129 data from 2014 (before) with 2017-2018 (after damming), and these comparisons also included analyses  
130 regarding dry and wet seasons. Comparisons were tested using an analysis of variance (ANOVA or  
131 Kruskal-Wallis), an *a priori* analysis of the normality of data using a Shapiro-Wilk test, and these analyses  
132 were performed using the PAST software, version 2.17c (Hammer, Harper, & Ryan, 2001).

### 133 2.5. Traditional knowledge on pacus feeding behaviour

134 Interviews were carried out with all fishermen from Miratu village based on semi-structured  
135 questionnaires about pacus feeding behaviour over the different seasons (dry and wet) and periods  
136 (before and after damming). In addition, questionnaires elicited fishermen's perception of the

137 physiological condition of pacus. Twenty-one fishermen participated in the study; 90% were males, all  
 138 inhabit the BBX, and have been fishing for more than 10 years. The food items mentioned in the  
 139 interviews were classified as: 1 – fruit (fruits and seeds); 2 – flower (whole flowers and petals); 3 – brush  
 140 (leaves, stalks, and barks of trees); 4 – bird (pieces of meat and feathers); 3 – sponge (scraped Porifera);  
 141 5 – invertebrates; 6 – macroalgae; 7 – fish. After that, the items mentioned by fishermen were compared  
 142 with food items found in the stomach contents of specimens collected using the Shannon-Weaver  
 143 diversity index (H’).

144 Regarding the physiological condition of specimens, questions were made about the season when  
 145 pacus was either “thinner” or “fatter”, either “had lost weight” or “had fattened”, or whether they did not  
 146 change between before- and after-damming periods. This information was also compared with K values.  
 147 A table of comparative cognition was provided (Marques, 2012), where the information provided by the  
 148 interviews with fishermen from Miratu village was compared with the food items found in the stomach  
 149 contents of pacus and in literature.

### 150 3. Results

151 Overall, data were gathered from 107 and 133 specimens from before and after damming,  
 152 respectively (Table 1). Specimens of 8 taxonomic species (and their respective vernacular names in  
 153 parenthesis) were found: *Myleus setiger* (pacu-caranha), *Myloplus arnoldi* (pacu-peidão or pacu-folha),  
 154 *Myloplus asterias* (pacu-olhudo), *Myloplus rubripinnis* (pacu-branco), *Myloplus schomburgkii* (pacu-  
 155 cadete), *Ossubtus xinguense* (pacu-capivara), *Tometes ancylorhynchus* (pacu-rosa), and *Tometes*  
 156 *kranponhah* (pacu-curupité). Of the stomachs collected after damming, 11 empty stomachs were  
 157 removed from the analysis.

158 **Table 1:** Average and standard deviation of total length (TL) and weight (W), number of specimens  
 159 (N) collected in the Big Bend of the Xingu River during dry and wet seasons and before- and after-  
 160 damming periods.

Species	Dry			Wet		
	N	TL (cm)	W (g)	N	TL (cm)	W (g)
<i>Before damming</i>						

<i>Myleus setiger</i>	5	16.8±1.5	98.0±35.6	7	20.7±3.9	152.9±123.2
<i>Myloplus rubripinnis</i>	36	27.8±6.2	643.1±425.6	16	31.9±4.5	1104.7±216.8
<i>Myloplus schomburgkii</i>	5	17.6±1.3	130.0±27.4	19	19.9±2.0	1090.5±399.6
<i>Ossubtus xinguense</i>	2	31.0±11.3	1150.0±1202.1	5	21.6±1.1	930.0±120.4
<i>Tometes kranponhah</i>	2	29.0±15.6	700.0±848.5	10	29.4±12.7	1095.0.5±516.1

*After damming*

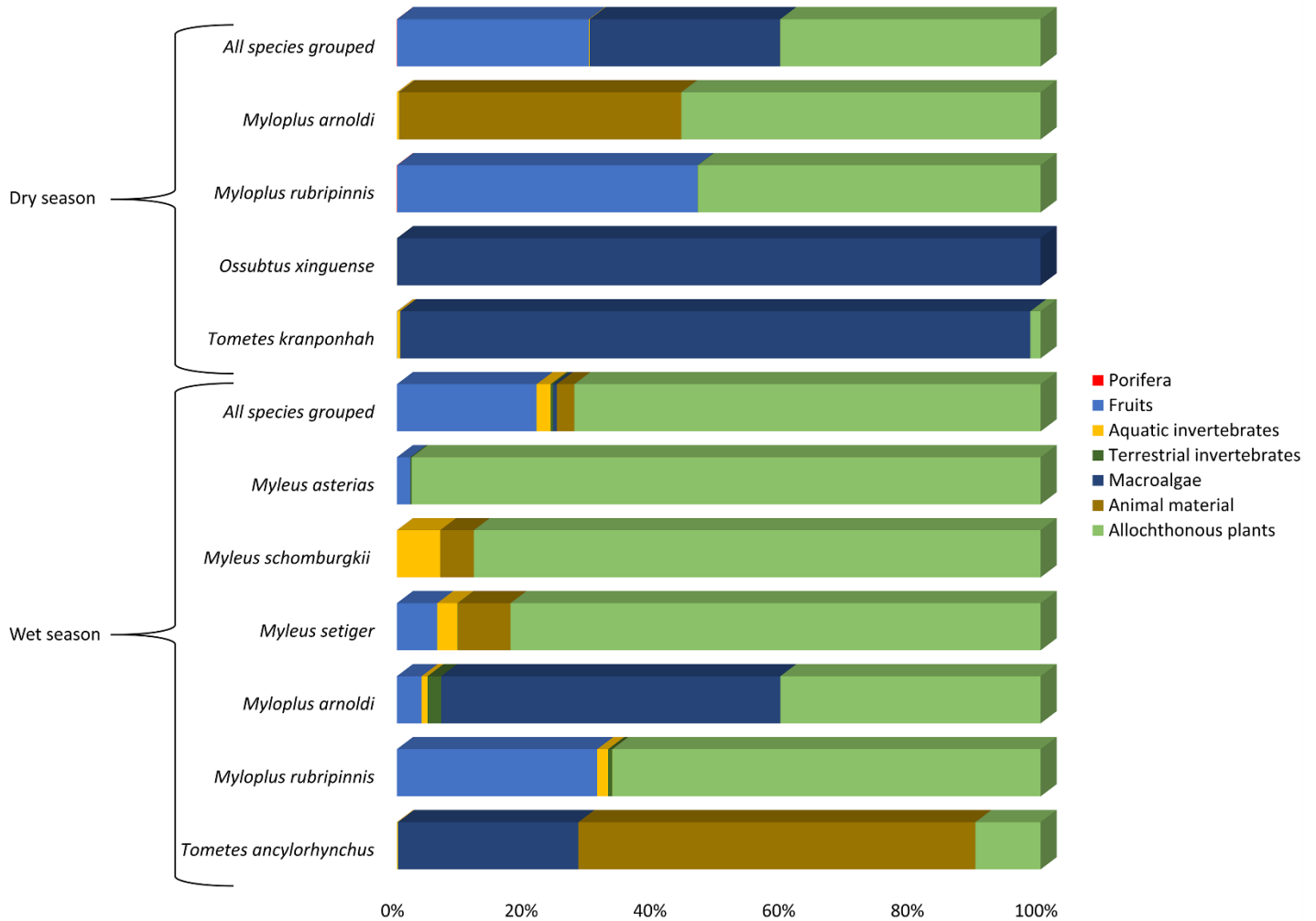
<i>Myleus setiger</i>	15	16.7±3.5	136.7±71.9	-	-	-
<i>Myloplus arnoldi</i>	2	15.5±2.1	75.0±35.4	1	20.0	250.0
<i>Myloplus asterias</i>	3	21.3±1.5	250.0±86.6	-	-	-
<i>Myloplus rubripinnis</i>	32	23.5±3.6	318.8±155.9	30	30.9±3.7	991.7±266.5
<i>Myloplus schomburgkii</i>	6	19.1±1.8	183.3±51.6	-	-	-
<i>Ossubtus xinguense</i>	-	-	-	9	19.1±2.4	194.4±63.5
<i>Tometes ancylorhynchus</i>	6	15.3±1.4	100.0±44.7	-	-	-
<i>Tometes kranponhah</i>	-	-	-	29	19.8±6.2	239.7±213.5

161 *3.1. Diet analysis*

162 Food items were classified in seven categories: 1 – allochthonous plants (leaves, flowers, stalks, and  
 163 ground plant material, all from terrestrial plants); 2 – macroalgae (Podostemaceae, algae, periphyton, and  
 164 other aquatic plants); 3 – terrestrial invertebrates; 4 – aquatic invertebrates; 5 – animal material  
 165 (unidentified ground material, generally comprised of pieces of fish, scales, spines, and feathers); 6 –  
 166 Porifera; 7 – fruits (entire fruits and seeds, which are allochthonous but had high values). Sandy sediment,  
 167 plastic particles, Trematodes, and Nematodes were found, but were removed from the analysis, as they  
 168 do not represent real food items for fishes. The first two are likely ingested by accident, and the two latter  
 169 comprise the intestinal fauna of some pacus.

170 When the diet of pacus was compared between seasons (Figure 2), wet season showed relatively  
 171 more food categories than dry season (7 *versus* 6 items). Allochthonous plants had the highest dietary  
 172 importance in both seasons for most species (Ai-wet = 40.5%; Ai-dry = 72.5%), followed by fruits (Ai-  
 173 wet = 29.8%; Ai-dry = 21.7%). The species *O. xinguense* and *T. kranponhah*, collected only in the wet  
 174 season, presented macroalgae as the main food source (Ai = 99.9%; and Ai = 97.9%, respectively).  
 175 *Tometes ancylorhynchus* and *M. arnoldi* were the only species in the dry season which did not presented  
 176 allochthonous plants as the major food source, which was represented by animal material with Ai =

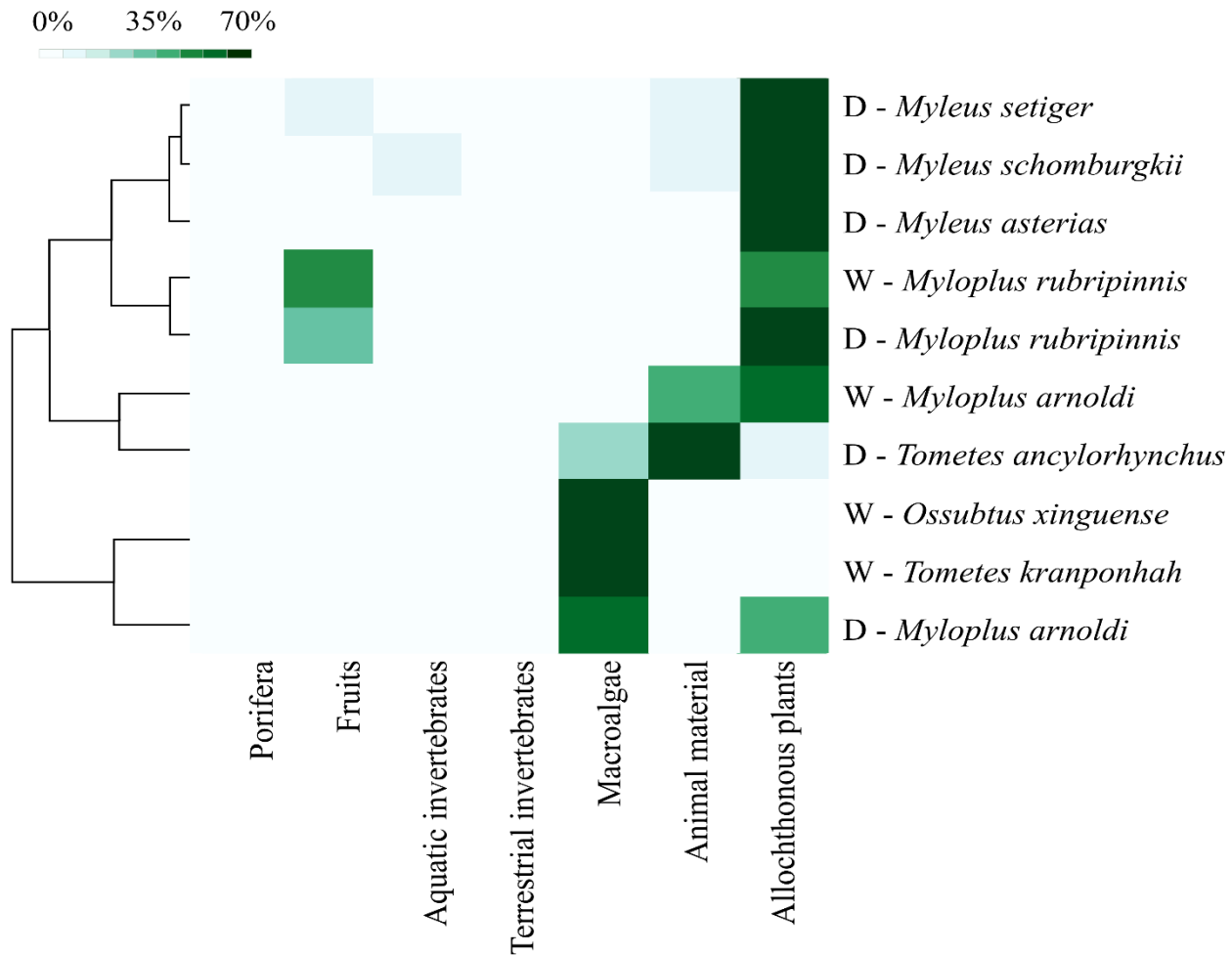
177 61.7% in *T. ancylorhynchus*, while *M. arnoldi* mainly fed on macroalgae ( $A_i = 52.7\%$ ). *Ossubtus*  
 178 *xinguense* was the only species, among the eight collected, which not presented allochthonous plants in  
 179 diet, and only *M. asterias* did not presented invertebrates whether terrestrial or aquatic.



180  
 181 **Figure 2:** Alimentary importance index ( $A_i\%$ ) for serrasalmid species from BBX collected during dry  
 182 and wet seasons.

183 The Cluster analysis (Figure 3) showed two groups, one with the species *T. kranponhah*, *O.*  
 184 *xinguense*, and *M. arnoldi* from dry season, grouped together due to feeding most on macroalgae. Within  
 185 this group there is a subgroup separating *M. arnoldi* from the other two species by fed massively on  
 186 allochthonous plants. The other group is formed by all species which ingested allochthonous plants, with  
 187 two subdivision where consists of: *T. ancylorhynchus* and *M. arnoldi* from wet season by fed most on  
 188 animal material, and the remaining species grouped due to feeding most on allochthonous plants. It is

189 worth mention that despite *M. arnoldi* be apart from the larger group, which consists of species massively  
 190 feeding on allochthonous plants, this species is closest of the larger group than the species *T. kranponhah*  
 191 and *O. xinguense*. Thus, it can be observed that the two groups of *M. rubripinnis*, from the two seasons,  
 192 were grouped together within the group with allochthonous plants due to the great presence of fruits in  
 193 their diet.



194

195 **Figure 3:** Cluster analysis and heatmap based on similarity of alimentary importance of food sources  
 196 for pacus during dry and wet seasons.

197 *3.2. Changes in mass, size and physiological condition*

198 For all species together, the condition factor was lower after damming for species for both wet and  
 199 dry season (Tables 1 and 2 of Supplementary material). Comparisons only with species that co-occurred  
 200 in periods before and after damming (i.e., *M. rubripinnis*, *M. schomburgkii*, *M. setiger*, *O. xinguense* and  
 201 *T. kranponhah*) showed that only *M. rubripinnis* and *O. xinguense* showed differences in their condition

202 factor between before and after damming. Both presented lower condition factor after damming,  
 203 *Myloplus rubripinnis* in dry season and *O. xinguense* in wet season (Table 2; and table 1 of  
 204 Supplementary material).

205 **Table 2:** Range values of the Fulton's condition factor (K), mean and standard deviation (SD) of the  
 206 pacus species collected in the Big Bend of the Xingu River in the different periods and seasons.

Species	Dry		Wet	
	Min–Max	Mean±SD	Min–Max	Mean±SD
<i>Before damming</i>				
<i>Myleus setiger</i>	0.015–0.022	0.020±0.003	0.009–0.019	0.014±0.004
<i>Myloplus rubripinnis</i>	0.019–0.034	0.025±0.003	0.019–0.116	0.039±0.024
<i>Myloplus schomburgkii</i>	0.020–0.031	0.024±0.004	0.076–0.244	0.139±0.047
<i>Ossubtus xinguense</i>	0.025–0.034	0.029±0.006	0.066–0.125	0.094±0.021
<i>Tometes kranponhah</i>	0.017–0.020	0.019±0.002	0.018–0.252	0.079±0.076
<i>After damming</i>				
<i>Myleus setiger</i>	0.017–0.046	0.029±0.009	-	-
<i>Myloplus arnoldi</i>	0.018–0.020	0.019±0.002	0.031	-
<i>Myloplus asterias</i>	0.022–0.029	0.025±0.004	-	-
<i>Myloplus rubripinnis</i>	0.006–0.032	0.023±0.003	0.021–0.058	0.034±0.007
<i>Myloplus schomburgkii</i>	0.024–0.027	0.026±0.001	-	-
<i>Ossubtus xinguense</i>	-	-	0.024–0.038	0.028±0.005
<i>Tometes ancylorhynchus</i>	0.015–0.036	0.027±0.008	-	-
<i>Tometes kranponhah</i>	-	-	0.019–0.036	0.026±0.005

207 Comparisons of pacus' sizes with all species grouped were significant larger after damming  
 208 during the dry season, and significant smaller after damming during the wet season (Table 2 of  
 209 Supplementary material). The mass of pacus comparing all species together proved that fish lost weight  
 210 after damming whether in dry or wet season (Table 2 of Supplementary material). Comparing only the  
 211 co-occurring species, *T. kranponhah* and *O. xinguense* (collected during wet seasons), and *M. rubripinnis*  
 212 (collected during dry seasons) were smaller and thinner in the after-damming period (Table 1 of the  
 213 Supplementary material).

### 214 3.3. Traditional knowledge of pacus feeding behaviour

215 Based on the Shannon-Weaver index ( $H'$ ), there is high diversity of food items ingested by fishes  
 216 (wet = 8 items; dry = 6 items) than other food items mentioned by fishermen (wet = 3 items; dry = 6)  
 217 (wet =  $H'_{\text{Diet}} = 1.56$ ;  $H'_{\text{Interview}} = 0.571$ ; Dry =  $H'_{\text{Diet}} = 1.555$ ;  $H'_{\text{Interview}} = 1.360$ ). Compared to the condition



218 factor, all fishermen corroborated fish physiological condition during wet seasons (when the pacus had  
 219 the lowest K values after damming), as 100% of them claimed pacus were thinner after damming, and  
 220 informed that “fish is currently tasting bad, smooth”. When asked if the pacus are either fatter of thinner  
 221 regarding seasons, most of the fishermen indicated differences between seasons, saying that it is possible  
 222 to find heavier pacus during wet season. This does not corroborate the condition factor results for grouped  
 223 species, since they did not show differences between seasons. Only one fisherman said he did not observe  
 224 any difference in the physiological condition of pacus between seasons. However, based on co-occurring  
 225 species during both seasons, all species had differences in their physiological condition (Table 1), thus  
 226 corroborating the condition factor. Except for *T. kranponhah*, which did not have differences between  
 227 seasons, the remaining co-occurring species had higher K values during wet seasons, agreeing with the  
 228 answers provided by most fishermen. The comparative cognition table (Table 3) based on food items of  
 229 pacus mentioned by fishermen shows strong consistency with literature and with the assemblage of food  
 230 items found in the stomach contents here analysed.

231 **Table 3:** Comparative cognition table of the feeding ecology of pacus from the Big Bend of Xingu.

<b>Food item mentioned by fishermen</b>	<b>Season</b>	<b>Literature</b>	<b>Found in the fish diet in this study</b>	<b>Mention frequency</b>
Golosa ( <i>Chrysophyllum sanguinolentum</i> )	wet	Not found.	Yes	95.2%
Seringa ( <i>Hevea brasiliensis</i> )	wet	Not found.	No	90.5%
Sarão ( <i>Myrciaria dubia</i> )	wet/ dry	Not found, but Gouldin et al. (1988) mentioned that “The important genera are Eugenia, Psidium, Myrcia and Myrciaria... fishes are often found in large numbers snapping-up the fruits as they fall into the water. All of the species are probably dispersed to some extent by fishes” (Goulding, Carvalho, & Ferreira, 1988)	No	76.2%

Tucum/Juari ( <i>Astrocaryum</i> spp.)	Wet	“...while those found intact and that were possible to identify were... <i>Astrocaryum jauari</i> (Arecaceae)...” (Lopes de Souza, 2005)	Yes	66.7%
Cajá ( <i>Spondias mombin</i> )	Wet	Not found.	Yes	52.4%
Figo ( <i>Simaba orinocensis</i> )	wet/ dry	Not found.	No	47.6%
Guava ( <i>Psidium</i> spp.)	wet/ dry	“...while those found intact and that were possible to identify were... <i>Psidium acutangulum</i> (Myrtaceae)... (Lopes de Souza, 2005)”	Yes	47.6%
Abil ( <i>Pouteria caimito</i> )	Wet	Not found.	No	38.1%
Caferana ( <i>Vitex snethlagiana</i> )	wet/ dry	Not found.	No	28.6%
Leaves/Flowers	wet/ dry	“According to the alimentary index, juvenile and adult <i>Myleus</i> fed mostly on allochthonous plants (leaves, flowers)”. (Andrade et al., 2019)	Yes	92.9%

232 **4. Discussion**

233           The analysis of the physiological condition, mass, and size of pacus emphasized that pacus  
234 assemblages are already jeopardized by changes caused by the Belo Monte HHP. During wet season, the  
235 two first metrics decreased, while size remained similar after damming, proving that fish are “skinny”  
236 (with lower weight) even though they have similar size, which consequently results in poorer  
237 physiological condition (lower K values). This might happen because the water flow in BBX region is  
238 lower during wet season, or insufficient to flood the forests, which provide suitable abundance and  
239 diversity of food sources for fishes. On the other hand, pacus size and mass during dry season were lower  
240 after damming, again corroborating the descriptions given by the Yudjá people. This illustrates that the  
241 water flow is lower than required to allow access to feeding areas during dry season, thus preventing  
242 food sources with higher nutritional values mentioned by the Yudjá people, which are commonly found  
243 in riparian forests, such as *Myrciaria dubia* (sarão), *Simaba orinocensis* (fig), *Psidium* spp. (guava), from  
244 entering the river. In addition, the lower water flow rate causes lower dissolved oxygen and higher

245 temperatures, negatively affecting macroalgae abundance (Souza-Cruz-Buenaga, Espig, Castro, &  
246 Santos, 2018).

247 *Ossubtus xinguense* and *T. kranponhah* are rheophilic serrasalmids endemic to the Xingu River  
248 basin, frequently found in rapids, and they occur exclusively in this river basin (Andrade, Fitzgerald,  
249 Winemiller, Barbosa, & Giarrizzo, 2019). Along the rapids of the Xingu River there is massive presence  
250 of macroalgae of the family Podostomaceae (Abe et al., 2015; Medeiros et al., 2015), which has  
251 accelerated growth and higher densities during wet season (Devi, Tandon, & Uniyal, 2016), representing  
252 a critical food item for the aforementioned herbivorous fish species (Andrade et al., 2019). The similarity  
253 in diet also explains the grouping of these species, and thus, the macroalgae-based diet from the family  
254 Podostomaceae can be a determining factor for the survivorship of these species. Since the flood pulse  
255 of the BBX has changed because of the Belo Monte HHP, macroalgae growth pattern is expected to have  
256 been affected (Fitzgerald et al., 2018).

257 The remaining species studied here had herbivorous behaviour, except for *T. ancylorhynchus* and  
258 *M. arnoldi* during wet season, which can be classified as omnivorous species. The large amount of  
259 allochthonous plants in serrasalmid diet, even during dry season, indicates the importance of the  
260 seasonally flooded forest for pacus assemblage, as the connection between aquatic and terrestrial  
261 environments regulated by the flood pulse and the input of food items referred to as “allochthonous  
262 plants” occurs during the ascending water level into forest flooded areas.

263 Since changes in flood pulses can prevent fish from accessing the food items in the floodplains  
264 (Fitzgerald et al., 2018), Belo Monte HHP is expected to have changed the composition and abundance  
265 of food sources provided for this fish assemblage (Souza-Cruz-Buenaga et al., 2018). Furthermore, there  
266 was a great drought in 2016 in the region, because of the 2015 El Niño phenomenon, and worsened by  
267 the damming, which generated a lower flow rate (10,000 m<sup>3</sup>/s in April, when 23,000m<sup>3</sup>/s were expected,  
268 representing the peak of the flooding season). This event caused high fish death and hampered the annual  
269 spawning due to the lack of access to the flooded forest (Pezzuti et al., 2018). This year (2016) was a

270 practical example of how changes in the flood pulse might act on fish assemblages in the BBX region.  
271 What is more, 2016 can still be considered a better scenario than what is expected due to the Xingu River  
272 damming by Belo Monte HHP, since the water flow suggested by governmental body National Water  
273 Agency (ANA) is trial alternation between 8.0000m<sup>3</sup>/s and 4,000 m<sup>3</sup>/s (Pezzuti et al., 2018).

274 The food sources mentioned by the Juruna fishermen were less diversified than the items found  
275 in the stomach contents of pacus. Indeed, based on the fishermen's knowledge of the feeding behaviour  
276 of fishes (Begossi et al., 2011; Ramires et al., 2015; Silvano & Begossi, 2016), they use only primary  
277 food items as bait for fishing, which explains the lower diversity of food sources stated by fishermen  
278 than those found in stomach contents of pacus. Incidentally, the Juruna fishermen were able to indicate  
279 precisely the food sources for pacus, pointing out to which species fruits, flowers, and leaves consumed  
280 by pacus belong.

281 Although Belo Monte HHP has not been operating at full power to date (this is expected to occur  
282 by the end of 2019) (Carneiro & Pezzuti, 2015), pacus assemblages have already been negatively affected  
283 by environmental changes. Accordingly, these impacts are already affecting the Juruna and other  
284 riverside communities living along the BBX, as changes in fish assemblages will affect the main year-  
285 round food supply for these peoples (Carneiro & Pezzuti, 2015; Pezzuti et al., 2018).

## 286 5. Conclusion

287 The major prevalence of allochthonous plants and macroalgae in pacus diet illustrates the great  
288 importance of flooded forests and rapids for these fishes, thus emphasizing how these animals depend  
289 on flood pulse. The biometric analysis showed that pacus assemblages are enduring the impacts of  
290 damming, and this has been harming the Yudjá people who live in the BBX. These impacts tend to  
291 increase in 2019/2020 with the adoption of the artificial hydrological regime proposed for the BBX,  
292 which is insufficient to allow access of the aquatic wildlife to floodplains. Therefore, urgency is required

293 to review the planned amount of reduced discharge in order to avoid irreparable negative impacts on  
294 fishes and on the traditional communities that live off the river.

## 295 **Acknowledgments**

296 Thanks are due to the Yudjá from Miratu village and the association AYMÏX, holders of the  
297 traditional knowledge shown in this study. We are grateful to Pedro, Antônio, Nei, Jailson, Michael,  
298 Jelson, José, Irá, Jair, Leiliane, Anderson, Junior, Marlon, Jacaré, Josiel, Luis, Severino, Irineu, and  
299 Natanael, for answering the interviews and granting permission to publish. We thank Instituto  
300 Socioambiental (ISA) for their financial and logistic support. ALPS was funded by Coordenação de  
301 Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível – CAPES - Finance Code 001. MCA is funded by Programa  
302 Nacional de Pós-Doutorado da CAPES (PNPD/CAPES #2017-6). JCBP receives a productivity grant  
303 from the Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. This study is part of the  
304 Master's dissertation of ALPS in Fishery and Aquatic Ecology.

## 305 **References**

- 306 Abe, D. S., Sidagis-Galli, C., Matsumura-Tundisi, T., Tundisi, J. E. M. G., Blanco, F. P., Faria, C. R. L.,  
307 & Tundisi, J. G. (2015). Additional list of species of aquatic macrophytes in the lower basin of the  
308 Xingu River. *Brazilian Journal of Biology*, 75(3), 70–77. [https://doi.org/10.1590/1519-](https://doi.org/10.1590/1519-6984.03714BM)  
309 6984.03714BM
- 310 Andrade, M. C., Fitzgerald, D. B., Winemiller, K. O., Barbosa, P. S., & Giarrizzo, T. (2019). Trophic  
311 niche segregation among herbivorous serrasalmids from rapids of the lower Xingu River, Brazilian  
312 Amazon. *Hydrobiologia*, 829(1), 265–280. <https://doi.org/10.1007/s10750-018-3838-y>
- 313 Andrade, M. C., Jégu, M., & Giarrizzo, T. (2016). Tometes kranponhah and Tometes ancylorhynchus  
314 (Characiformes: Serrasalmidae), two new phytophagous serrasalmids, and the first Tometes species  
315 described from the Brazilian Shield. *Journal of Fish Biology*, 89(1), 467–494.  
316 <https://doi.org/10.1111/jfb.12868>

- 317 Andrade, M. C., Sousa, L. M., Ota, R. P., Jégu, M., & Giarrizzo, T. (2016). Redescription and  
318 Geographical Distribution of the Endangered Fish *Ossubtus xinguense* Jégu 1992 (Characiformes,  
319 Serrasalminae) with Comments on Conservation of the Rheophilic Fauna of the Xingu River. *PLOS*  
320 *ONE*, *11*(9), e0161398. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0161398>
- 321 Begossi, A., Salivonchyk, S. V., Araujo, L. G., Andreoli, T. B., Clauzet, M., Martinelli, C. M., ...  
322 Silvano, R. A. M. (2011). Ethnobiology of snappers (Lutjanidae): Target species and suggestions  
323 for management. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, *7*(March).  
324 <https://doi.org/10.1186/1746-4269-7-11>
- 325 Carneiro, C., & Pezzuti, J. C. B. (2015). O Monitoramento dos recursos pesqueiros dos Juruna da aldeia  
326 Muratu. In A. De Francesco & C. Carneiro (Eds.), *Atlas dos impactos da sobre a pesca* (1st ed., pp.  
327 51–59). São Paulo: Instituto Socioambiental.
- 328 Correa, S. B., Betancur-R., R., Mérona, B. De, & Armbruster, J. W. (2015). Diet shift of Red Belly Pacu  
329 *Piaractus brachipomus* (Cuvier, 1818) (Characiformes: Serrasalminae), a Neotropical fish, in the  
330 Sepik-Ramu River Basin, Papua New Guinea. *Neotropical Ichthyology*, *12*(4), 827–833.  
331 <https://doi.org/10.1590/1982-0224-20130212>
- 332 Correa, S. B., Costa-Pereira, R., Fleming, T., Goulding, M., & Anderson, J. T. (2015). Neotropical fish-  
333 fruit interactions: eco-evolutionary dynamics and conservation. *Biological Reviews*, *90*(4), 1263–  
334 1278. <https://doi.org/10.1111/brv.12153>
- 335 Daskalov, G. M., Grishin, A. N., Rodionov, S., & Mihneva, V. (2007). Trophic cascades triggered by  
336 overfishing reveal possible mechanisms of ecosystem regime shifts. *Proceedings of the National*  
337 *Academy of Sciences*, *104*(25), 10518–10523. <https://doi.org/10.1073/pnas.0701100104>
- 338 De Francesco, A., & Carneiro, C. (2015). *Atlas dos impactos da UHE Belo Monte sobre a pesca* (1st  
339 ed.). São Paulo: Instituto Socioambiental.
- 340 Devi, M. L., Tandon, S. R., & Uniyal, P. L. (2016). Features of seeds of Podostemaceae and their survival  
341 strategy in freshwater ecosystems. *Rheedea*, *26*(1), 29–36. <https://doi.org/10.1007/978-3-642->

342 32808-4\_3

343 Ferreira, F. S., Vicentin, W., Costa, F. E. dos S., & Suárez, Y. R. (2014). Trophic ecology of two piranha  
344 species, *Pygocentrus nattereri* and *Serrasalmus marginatus* (Characiformes, Characidae), in the  
345 floodplain of the Negro River, Pantanal. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 26(4), 381–391.  
346 <https://doi.org/10.1590/S2179-975X2014000400006>

347 Fitzgerald, D. B., Sabaj Perez, M. H., Sousa, L. M., Gonçalves, A. P., Rapp Py-Daniel, L., Lujan, N. K.,  
348 ... Lundberg, J. G. (2018). Diversity and community structure of rapids-dwelling fishes of the Xingu  
349 River: Implications for conservation amid large-scale hydroelectric development. *Biological*  
350 *Conservation*, 222(April), 104–112. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2018.04.002>

351 Freitas, T. M. S., Prudente, B. S., Oliveira, V., Oliveira, M. N. C., Prata, E. G., Leão, H., & Montag, L.  
352 F. A. (2015). Influence of the flood pulse on the reproduction of *Tocantinsia piresi* (Miranda  
353 Ribeiro) and *Auchenipterus nuchalis* (Spix & Agassiz) (Auchenipteridae) of the middle Xingu  
354 River, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 75(3 suppl 1), 158–167. [https://doi.org/10.1590/1519-](https://doi.org/10.1590/1519-6984.00114BM)  
355 [6984.00114BM](https://doi.org/10.1590/1519-6984.00114BM)

356 Galetti, M., Donatti, C. I., Pizo, M. A., & Giacomini, H. C. (2008). Big Fish are the Best: Seed Dispersal  
357 of *Bactris glaucescens* by the Pacu Fish ( *Piaractus mesopotamicus* ) in the Pantanal, Brazil.  
358 *Biotropica*, 40(3), 386–389. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2007.00378.x>

359 Goulding, M., Carvalho, M. L., & Ferreira, E. (1988). *Rio Negro, Rich Life in Poor Water: Amazonian*  
360 *Diversity and Foodchain Ecology as Seen through Fish Communities*. SPB academic Publishing.  
361 The Hague, The Netherlands. [https://doi.org/10.1016/0169-5347\(89\)90067-0](https://doi.org/10.1016/0169-5347(89)90067-0)

362 Hammer, Ø., Harper, D. A. T., & Ryan, P. D. (2001). PAST: Paleontological statistics software package  
363 for education and data analysisTitle. *Palaeontologia Electronica*, 4(1), 9pp. Retrieved from  
364 [http://palaeo-electronica.org/2001\\_1/past/issue1\\_01.htm](http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm)

365 Horn, M. H., Correa, S. B., Parolin, P., Pollux, B. J. A., Anderson, J. T., Lucas, C., ... Goulding, M.  
366 (2011). Seed dispersal by fishes in tropical and temperate fresh waters: The growing evidence. *Acta*

367 *Oecologica*, 37(6), 561–577. <https://doi.org/10.1016/j.actao.2011.06.004>

368 ISAAC, V. J., ALMEIDA, M. C., GIARRIZZO, T., DEUS, C. P., VALE, R., KLEIN, G., & BEGOSSI,  
369 A. (2015). Food consumption as an indicator of the conservation of natural resources in riverine  
370 communities of the Brazilian Amazon. *Anais Da Academia Brasileira de Ciências*, 87(4), 2229–  
371 2242. <https://doi.org/10.1590/0001-3765201520140250>

372 Junk, W. J., Piedade, M. T. F., Schöngart, J., Cohn-Haft, M., Adeney, J. M., & Wittmann, F. (2011). A  
373 Classification of Major Naturally-Occurring Amazonian Lowland Wetlands. *Wetlands*, 31(4), 623–  
374 640. <https://doi.org/10.1007/s13157-011-0190-7>

375 Kawakami, E., & Vazzoler, G. (1980). Método gráfico e estimativa de índice alimentar aplicado no  
376 estudo de alimentação de peixes. *Boletim Do Instituto Oceanográfico*, 29(2), 205–207.  
377 <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1590/S0373-55241980000200043>

378 Lopes de Souza, L. (2005). Frugivoria e dispersao de semestes por peixes na Reserva de  
379 Desenvolvimento Sustentável Amanã. *Uakari*, 1(1), 1–8.

380 Magalhães, S. B., Silva, Y. Y. P. Da, & Vidal, C. da L. (2016). Não há peixe para pescar neste verão:  
381 efeitos socioambientais durante a construção de grandes barragens – o caso Belo Monte.  
382 *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 37(Maio), 111–134. <https://doi.org/10.5380/dma.v37i0.45595>

383 Marques, J. G. W. (2012). Etnoictiologia: Pescando Pescadores nas Aguas da Transdisciplinaridade.  
384 *Revista Ouricuri*, 2(2), 9–36.

385 Medeiros, G. R., Rodrigues-Filho, J. L., Matsmura-Tundisi, T., Tundisi, J. E. M., Abe, D. S., Oliveira,  
386 H. A., ... Tundisi, J. G. (2015). Occurrence of macrophytes species in the lower basin of the Xingu  
387 River. *Brazilian Journal of Biology*, 75(3), S65–S69. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.03114BM>

388 Mesquita, E., & Isaac-Nahum, V. (2015). Traditional knowledge and artisanal fishing technology on the  
389 Xingu River in Pará, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 75(3 suppl 1), 138–157.  
390 <https://doi.org/10.1590/1519-6984.01314BM>

391 Pezzuti, J. C. B., Carneiro, C., Mantovanelli, T., & Garzón, B. R. (2018). *Xingu, o rio que pulsa em nós:*



392        *monitoramento independente para registro de impactos da UHE Belo Monte no território e no modo*  
393        *de vida do povo Juruna (Yudjá) da Volta Grande do Xingu.*

394 R Development Core Team. (2018). R: A language and environment for statistical computing. Vienna,  
395        Austria. Retrieved from <https://www.r-project.org/>

396 Ramires, M., Clauzet, M., Barrella, W., Rotundo, M. M., Silvano, R. A. M., & Begossi, A. (2015).  
397        Fishers' knowledge about fish trophic interactions in the southeastern Brazilian coast. *Journal of*  
398        *Ethnobiology and Ethnomedicine*, *11*(1), 1–11. <https://doi.org/10.1186/s13002-015-0012-8>

399 Rebelo, S. R. M., Freitas, C. E. D. C., & Soares, M. G. M. (2010). Fish diet from Manacapuru Big Lake  
400        complex (Amazon): an approach starting from the traditional knowledge. *Biota Neotropica*, *10*(3),  
401        39–44. <https://doi.org/10.1590/S1676-06032010000300003>

402 Sabaj Perez, M. (2015). Where the Xingu Bends and Will Soon Break. *American Scientist*, *103*(6), 395.  
403        <https://doi.org/10.1511/2015.117.395>

404 Silvano, R. A. M., & Begossi, A. (2010). What can be learned from fishers? An integrated survey of  
405        fishers' local ecological knowledge and bluefish (*Pomatomus saltatrix*) biology on the Brazilian  
406        coast. *Hydrobiologia*, *637*(1), 3–18. <https://doi.org/10.1007/s10750-009-9979-2>

407 Silvano, R. A. M., & Begossi, A. (2016). From Ethnobiology to Ecotoxicology: Fishers' Knowledge on  
408        Trophic Levels as Indicator of Bioaccumulation in Tropical Marine and Freshwater Fishes.  
409        *Ecosystems*, *19*(7), 1310–1324. <https://doi.org/10.1007/s10021-016-0002-2>

410 Silvano, R. A. M., Silva, A. L., Ceroni, M., & Begossi, A. (2008). Contributions of ethnobiology to the  
411        conservation of tropical rivers and streams. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater*  
412        *Ecosystems*, *18*(3), 241–260. <https://doi.org/10.1002/aqc.825>

413 Souza-Cruz-Buenaga, F. V. A., Espig, S. A., Castro, T. L. C., & Santos, M. A. (2018). Environmental  
414        impacts of a reduced flow stretch on hydropower plants. *Brazilian Journal of Biology*, *69*84([Epub  
415        ahead of print]), 1–18. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.183883>

416 Welcomme, R. (2008). World prospects for floodplain fisheries. *Ecohydrology & Hydrobiology*, *8*(2–4),

417 169–182. <https://doi.org/10.2478/v10104-009-0013-0>

418 Winemiller, K. O., McIntyre, P. B., Castello, L., Fluet-Chouinard, E., Giarrizzo, T., Nam, S., ... Saenz,  
419 L. (2016). Balancing hydropower and biodiversity in the Amazon, Congo, and Mekong. *Science*,  
420 351(6269), 128–129. <https://doi.org/10.1126/science.aac7082>

421 Zacardi, D. M., Bittencourt, S. C. S., Nakayama, L., & de Queiroz, H. L. (2017). Distribution of  
422 economically important fish larvae (Characiformes, Prochilodontidae) in the Central Amazonia,  
423 Brazil. *Fisheries Management and Ecology*, 24(4), 283–291. <https://doi.org/10.1111/fme.12222>

## Supplementary Material

**Table 1:** Comparisons between periods when serrasalmids were collected in the Big Bend of Xingu; before and after the damming of the Xingu River by Belo Monte HHP.

Species	Before	After	Statistical Tests	
	Mean±SD	Mean±SD	P-value	H/F
<i>Total length – Dry Season</i>				
All species grouped	25.9±7.4	20.4±4.6	***	H=14.49
<i>Myleus setiger</i>	16.8±1.5	16.7±3.5	n.s	F=0.002
<i>Myloplus rubripinnis</i>	27.8±6.2	23.5±3.6	**	H=7.64
<i>Myloplus schomburgkii</i>	17.6±1.3	19.1±1.8	n.s	F=2.31
<i>Total length – Wet Season</i>				
All species grouped	25.2±8.0	24.5±7.3	n.s	H=0.24
<i>Myloplus rubripinnis</i>	31.9±4.5	30.9±3.7	n.s	H=1.25
<i>Ossubtus xinguense</i>	21.6±1.1	19.1±2.4	*	F=4.91
<i>Tometes kranponhah</i>	29.4±12.7	19.8±6.2	*	H=4.85
<i>Weight – Dry Season</i>				
All species grouped	559.8±484.2	232.0±149.7	***	H=13.61
<i>Myleus setiger</i>	98.0±35.6	136.7±71.9	n.s	H=1.83
<i>Myloplus rubripinnis</i>	643.1±425.6	318.8±155.9	***	H=10.4
<i>Myloplus schomburgkii</i>	130.0±27.4	183.3±51.6	n.s	H=3.01
<i>Weight – Wet Season</i>				
All species grouped	966.1±453.8	560.9±441.2	***	H=17.3
<i>Myloplus rubripinnis</i>	1104.7±216.8	991.7±266.5	n.s	F=2.12
<i>Ossubtus xinguense</i>	930.0±120.4	194.4±63.5	**	H=9.00
<i>Tometes kranponhah</i>	1095.0±516.1	239.7±213.5	***	H=19.56
<i>Fulton's condition factor – Dry Season</i>				
All species grouped	0.025±0.004	0.025±0.006	n.s	H=0.02
<i>Myleus setiger</i>	0.020±0.003	0.029±0.009	n.s	H=3.52
<i>Myloplus rubripinnis</i>	0.025±0.003	0.023±0.003	**	F=8.89
<i>Myloplus schomburgkii</i>	0.024±0.004	0.026±0.001	n.s	F=1.22
<i>Fulton's condition factor – Wet Season</i>				
All species grouped	0.081±0.064	0.030±0.007	***	H=13.69
<i>Myloplus rubripinnis</i>	0.039±0.024	0.034±0.007	n.s	H=0.25
<i>Ossubtus xinguense</i>	0.094±0.021	0.028±0.005	***	F=83.77
<i>Tometes kranponhah</i>	0.079±0.076	0.026±0.005	n.s	H=1.20

n.s = not significant; \* $\alpha < 0.05$ ; \*\*  $\alpha < 0.01$ ; \*\*\* $\alpha < 0.001$

**Table 2:** Comparisons between seasons when serrasalmids were collected in the Big Bend of Xingu; before and after the damming of the Xingu River by Belo Monte HHP.

Species	Wet Season	Dry Season	Statistical Tests	
	Mean±SD	Mean±SD	P-value	H/F
<i>Total length – Before</i>				
All species grouped	25.2±8.0	25.9±7.4	n.s	H=0.61

<i>Myleus setiger</i>	20.7±3.9	16.8±1.5	n.s	F=4.46
<i>Myloplus rubripinnis</i>	31.9±4.5	27.8±6.2	*	H=4.33
<i>Myloplus schomburgkii</i>	19.9±2.0	17.6±1.3	*	F=5.99
<i>Ossubtus xinguense</i>	21.6±1.1	31.0±11.3	n.s	F=4.74
<i>Tometes kranponhah</i>	29.4±12.7	29±15.6	n.s	H=0.01
<i>Total length – After</i>				
All species grouped	24.5±7.3	20.4±4.6	***	H=10.11
<i>Myloplus rubripinnis</i>	30.9±3.7	23.5±3.6	***	H=31.11
<i>Weight – Before</i>				
All species grouped	966.1±453.8	559.8±484.2	***	H=15.33
<i>Myleus setiger</i>	152.9±123.2	98.0±35.6	n.s	F=0.91
<i>Myloplus rubripinnis</i>	1104.7±216.8	643.1±425.6	***	H=11.76
<i>Myloplus schomburgkii</i>	1090.5±399.6	130.0±27.4	***	H=11.40
<i>Ossubtus xinguense</i>	930.0±120.4	1150.0±1202.1	n.s	F=0.23
<i>Tometes kranponhah</i>	1095.0±516.1	700.0±848.5	n.s	F=0.83
<i>Weight – After</i>				
All species grouped	560.9±441.2	232.0±149.7	***	H=13.19
<i>Myloplus rubripinnis</i>	991.7±266.5	318.8±155.9	***	H=41.98
<i>Fulton's condition factor – Before</i>				
All species grouped	0.081±0.064	0.025±0.004	***	H=19.9
<i>Myleus setiger</i>	0.014±0.004	0.02±0.003	**	F=5.45
<i>Myloplus rubripinnis</i>	0.039±0.024	0.025±0.003	**	H=8.04
<i>Myloplus schomburgkii</i>	0.139±0.047	0.024±0.004	***	F=28.49
<i>Ossubtus xinguense</i>	0.094±0.021	0.029±0.006	**	F=15.93
<i>Tometes kranponhah</i>	0.079±0.076	0.019±0.002	n.s	H=2.62
<i>Fulton's condition factor – After</i>				
All species grouped	0.030±0.007	0.025±0.006	***	H=15.02
<i>Myloplus rubripinnis</i>	0.034±0.007	0.023±0.003	***	F=56.66

n.s = not significant; \* $\alpha < 0.05$ ; \*\*  $\alpha < 0.01$ ; \*\*\* $\alpha < 0.001$