



Serviço Público Federal  
Universidade Federal do Pará  
Campus Universitário de Altamira  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE E CONSERVAÇÃO

**PPGBC**  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
BIODIVERSIDADE E CONSERVAÇÃO

Ana Carolina Silva

**EFEITO DA CORRENTEZA E TIPO DE SUBSTRATO NA DISTRIBUIÇÃO DE  
PEIXES DA FAMÍLIA LORICARIIDAE (ACTINOPTERYGII,  
SILURIFORMES) NAS CORREDEIRAS DO RIO XINGU**

Orientador: Prof. Dr. Leandro Melo de Sousa

Coorientador: Prof. Dr. Tommaso Giarrizzo

ALTAMIRA - PA

JULHO - 2016

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ**  
**CAMPUS ALTAMIRA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE DE CONSERVAÇÃO**

Ana Carolina Silva

**EFEITO DA CORRENTEZA E TIPO DE SUBSTRATO NA DISTRIBUIÇÃO DE  
PEIXES DA FAMÍLIA LORICARIIDAE (ACTINOPTERYGII,  
SILURIFORMES) NAS CORREDEIRAS DO RIO XINGU**

Orientador: Prof. Dr. Leandro Melo de Sousa

Coorientador: Prof. Dr. Tommaso Giarrizzo

Dissertação a apresentada à Universidade Federal do Pará como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação para obtenção do título de Mestre em Biodiversidade e Conservação.

ALTAMIRA - PA

JULHO - 2016



**Equipe de monitoramento da ictiofauna no rio Xingu**

“Todo aquele que se dedica ao estudo da ciência chega a convencer-se de que nas leis do Universo se manifesta um Espírito sumamente superior ao do homem, e perante o qual nós, com os nossos poderes limitados, devemos humilhar-nos.”

(Albert Einstein)

Dedico à minha família, meu fundamento.

A todos que contribuíram para a realização deste trabalho.

## **Agradecimentos**

Agradeço à Deus pela graça concedida, não chegaria aqui sem a permissão do Altíssimo, aquele que traz a existência as coisas que não existem. Meu coração é grato pelo sustento e pela força durante essa caminhada.

Agradeço ao Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Conservação pela oportunidade de aperfeiçoamento.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Pará (FAPESPA) pela bolsa concedida.

A meu orientador Leandro Melo de Sousa, pela oportunidade de aprendizado, pelas palavras sábias, pela atenção e disposição sempre. Muito obrigada!

A meu coorientador Tommaso Giarrizo que foi sempre solícito! Obrigada por toda atenção, pelos conselhos e por todo conhecimento dividido.

Agradeço à Alany Gonçalves que muito contribuiu para este trabalho. Que sempre se dispôs a cooperar comigo e esclarecer minhas dúvidas sempre.

À equipe de monitoramento da ictiofauna, aos colaboradores, aos pescadores que sempre se empenharam na realização das coletas. Este trabalho não aconteceria sem a contribuição de cada um.

Agradeço à família do Laboratório de Ictiologia de Altamira - LIA pelo apoio, por tornarem meus dias mais leves com a alegria de vocês.

A meu amigo Mateus Santana, pelo apoio em campo, pela dedicação nas coletas. Pelas palavras de ânimo diariamente. Pela parceria em todos os momentos!

A minhas amigas fitness Keila Magalhães, Dayane Silva e Renata Lima, vocês são especialmente lindas e com certeza fizeram toda diferença nessa caminhada. Obrigada por tudo!

Aos meninos do LIA, Felipe Bitiulli pelos conselhos e orientações, Pedro e Jonnes pela parceria sempre.

A meus pais Celso e Paula por sempre acreditarem em mim. Obrigada meus amores!

Agradeço a todos aqueles que torceram, acreditaram e oraram por mim sempre.

## **Sumário**

<b>RESUMO GERAL</b> .....	1
<b>INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	1
<b>OBJETIVOS GERAIS</b> .....	4
<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	4
<b>Área de estudo</b> .....	4
<b>Desenho amostral</b> .....	6
<b>Coleta das variáveis ambientais</b> .....	8
<b>Análises estatísticas</b> .....	9
<b>LITERATURA CITADA</b> .....	11
<b>Resumo</b> .....	16
<b>Abstract</b> .....	17
<b>Introdução</b> .....	17
<b>Material e Métodos</b> .....	18
<b>Resultados</b> .....	19
<b>Discussão</b> .....	21
<b>Agradecimentos</b> .....	26
<b>Referências Bibliográficas</b> .....	26
<b>Lista de Tabelas</b> .....	31
<b>Lista de Figuras</b> .....	35
<b>CONCLUSÃO GERAL</b> .....	41

## RESUMO GERAL

O médio rio Xingu é caracterizado por possuir extensas corredeiras, grande quantidade de ilhas e alta complexidade morfológica que proporcionam grande diversidade de nichos. Essa complexidade geomorfológica, contribuiu para a especiação e adaptação de diversos grupos de peixes às corredeiras do rio Xingu. Dentre eles, destacam-se os pertencentes à família Loricariidae que possuem especializações morfológicas e comportamentais relacionadas à vida em ambientes torrentosos e turbulentos. Esses ambientes de extensas corredeiras contribuem para a complexidade física e sazonal do rio e com a rica ictiofauna e espécies endêmicas da região. Apesar da avançada perda de habitats ocorrida na Amazônia nas últimas décadas, pouco se sabe sobre os fatores que fazem as corredeiras do rio Xingu capazes de manter uma biodiversidade tão rica e, sobretudo, tão endêmica. Diante desses fatores este estudo teve como principal objetivo avaliar os efeitos da correnteza e do tipo de substrato na distribuição de Loricariidae em diversos trechos de corredeiras do médio rio Xingu, uma vez que o conhecimento da estrutura e da composição da ictiofauna são importantes para o levantamento de parâmetros de avaliação que proporcionam ações para a conservação desses ambientes.

**Palavras-chave:** diversidade, distribuição, complexidade de habitats.

## INTRODUÇÃO GERAL

A Amazônia é reconhecida por possuir grande diversidade terrestre e aquática (ARCHER, 2005), e seu sistema de rios compreende o mais largo e complexo sistema da terra. A extensa drenagem da bacia Amazônica, com aproximadamente 6.400 Km<sup>2</sup>, e o clima equatorial e tropical resultam em alta densidade de afluentes (HOORN e WESSELINGH, 2010).

Dentre os afluentes da bacia Amazônica destaca-se a bacia hidrográfica do Xingu. Com uma área de drenagem de 446,573 Km<sup>2</sup>, o rio é considerado o quarto maior tributário e o maior afluente de águas claras da bacia Amazônica (GOULDING et al., 2003; LIMA, 2010; SABAJ-PERÉZ, 2015).

A bacia hidrográfica do rio Xingu drena terrenos geológicos do Cráton Amazônico e rochas sedimentares fanerozóicas (CARVALHO-JUNIOR, 2008).

Ocorrem formações rochosas de origem pré-cambriana, que se expressam por meio de canais aquosos e corredeiras baixas delimitadas por afloramentos graníticos (CAMARGO e GHILARDI, 2009; ZUANON, 2010; SABAJ-PERÉZ, 2015).

No setor médio do rio Xingu está localizada uma região conhecida como Volta Grande do Xingu, caracterizada por possuir aproximadamente 240 Km de corredeiras contínuas, grande quantidade de ilhas e alta complexidade morfológica que proporcionam grande diversidade de nichos (SAWAKUCHI et al., 2015), especialmente para peixes adaptados a cursos d'água em gradientes altitudinais (corredeiras e cachoeiras) e associados ao substrato rochoso.

Segundo Lowe-McConnell (1999), Camargo et. al. (2004) e Zuanon (2010) os grupos de peixes mais encontrados nestes ambientes correntosos são os Anostomidae, alguns representantes de Cichlidae, Serrasalminidae e Loricariidae, estes últimos estando estreitamente associados ao substrato. Camargo et al. (2012) e Sabaj-Peréz (2015) relatam a existência de pelo menos 45 espécies, representando 26 gêneros de peixes pertencentes à família Loricariidae na bacia do rio Xingu.

Os Loricarídeos se distinguem dos demais grupos de peixes por apresentarem corpo recoberto por quatro ou mais séries longitudinais de placas ósseas, região ventral achatada e boca em forma de disco, nadadeira adiposa, intestino relativamente longo (CAMILO, 2004; NELSON et al., 2016). Possuem adaptações para um estilo de vida prostrado no substrato, com estratégias comportamentais peculiares que estão relacionadas ao forrageamento em, por exemplo, locais de forte correnteza (SABAJ-PERÉZ, 2015). Alimentam-se principalmente de algas, detritos, pequenos crustáceos, larvas de insetos, que podem ser encontrados em fendas de rochas, areia, lama e em locais nas margens dos rios (LUJAN et al., 2012; ZUANON, 1999, REIS et al., 2003). A história de vida dos cascudos está intimamente relacionada com a complexidade de habitats do rio Xingu (SABAJ-PERÉZ, 2015).

Diferentes espécies ou grupos com nichos especializados são segregados por fluxo, profundidade e substrato (ABURTO-OPEREZA e BALART, 2001; LEAL, 2009; CASTRO, 2012). Algumas variáveis como rugosidade, número e dimensão das rochas, cobertura bentônica, entre outros, podem ter efeitos diferenciados sobre o comportamento dos indivíduos (MEDEIROS, 2011). O local de abrigo, alimentação, reprodução e recrutamento também são fatores importantes na determinação da riqueza e diversidade de espécies de peixes (LUCKHURST e LUCKHURST, 1978; WINEMILLER, 1996; BEUKERS e JONES, 1997; LEAL, 2009; CESAR, 2004).



Assim, diversas variáveis descritoras de hábitat têm sido utilizadas para caracterizar a complexidade estrutural de comunidades de peixes (NEELY, 2008; SILVEIRA, 2010) e o conhecimento sobre as relações da ictiofauna com o ambiente é fundamental para a compreensão da ecologia. Além disso, estudos deste tipo subsidiam estratégias de conservação de comunidades, permitindo a inferência sobre áreas impactadas e distribuição das espécies nos diversos habitats (OLIVEIRA e GOULART, 2000; FERREIRA e CASATTI, 2006; ROCHA, 2010; HARBONE et al., 2012).

Os loricarídeos possuem especializações morfológicas e comportamentais relacionadas à vida em ambientes torrentosos e turbulentos. Porém, estes são ambientes que têm sido radicalmente alterados pela construção de hidrelétricas, que juntamente com as atividades de desmatamento das bacias de drenagem e poluição das águas pela extração de minérios, tem contribuído para o desaparecimento das corredeiras e perda da ictiofauna associada, antes mesmo do conhecimento das relações ecológicas existentes nesses ambientes (ZUANON, 1999; CAMARGO et al., 2012).

A construção de hidrelétricas afeta fortemente os ecossistemas aquáticos, ocasionando o bloqueio da migração de peixes e criando ambientes anóxicos (FEARNSIDE, 2015). Além de influenciar a dinâmica e fluxo da água e alterar a abundância de espécies, o represamento do rio ocasiona a eliminação de componentes essenciais às funções biológicas da ictiofauna (AGOSTINHO et al. 1992). O barramento do rio Xingu na região da Volta Grande será responsável pela perda de extensas corredeiras, canais profundos e diversas áreas de inundação que contribuem para a complexidade física e sazonal do rio, bem como a perda da rica ictiofauna e espécies endêmicas da região (SABAJ-PERÉZ, 2015; LEES et al., 2016).

De acordo com Sawakuchi et al. (2015), com a operação e produção de energia da hidrelétrica de Belo Monte, espera-se que ocorra mudanças no substrato do rio e perda de diversidade ambiental nessa região. O aprisionamento de sedimentos a montante e a diminuição do fluxo de água a jusante do represamento da barragem poderá afetar negativamente a biodiversidade através da perda de vários substratos de rios e habitats bentônicos.

Apesar da avançada perda de habitats ocorrida na Amazônia nas últimas décadas, pouco se sabe sobre os fatores que fazem as corredeiras de águas cristalinas dos rios que drenam o escudo brasileiro serem tão únicas e como elas são capazes de manter uma biodiversidade tão rica e, sobretudo, tão endêmica. Assim, espera-se que

com este estudo torne-se possível obter melhor compreensão sobre a associação dos loricarídeos e sua distribuição em ambientes de corredeiras.

## **OBJETIVOS GERAIS**

- Caracterizar a fisiogeografia dos sítios amostrados;
- Avaliar a variação da riqueza de espécies, abundância e composição de loricarídeos em diferentes trechos de corredeira do rio Xingu.
- Verificar padrões de associação de loricarídeos aos diversos tipos de substratos em corredeiras do rio Xingu.
- Determinar quais fatores e variáveis ambientais influenciam na estrutura e distribuição dos loricarídeos nas corredeiras do rio Xingu.

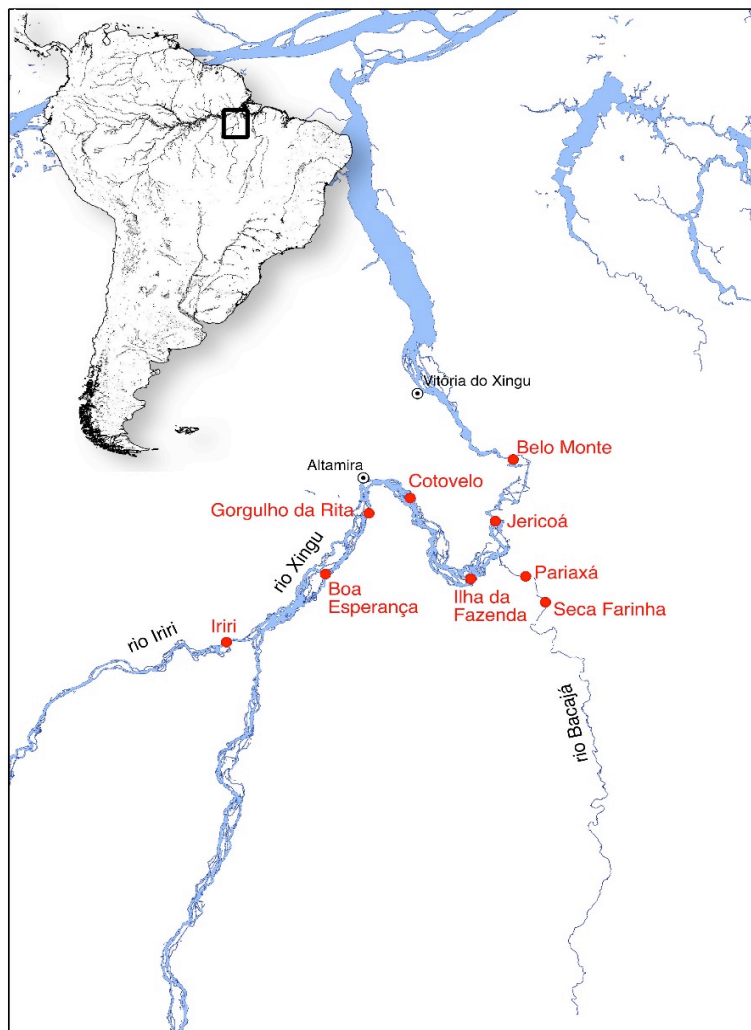
## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Área de estudo**

O Rio Xingu é um dos tributários da margem direita do rio Amazonas. Nasce no Estado do Mato Grosso, a uns 200 km de Cuiabá, e desemboca logo após de Porto de Moz, no estuário do rio Amazonas. Possui mais de 1.600km de comprimento e corre, na maior parte do seu curso. Possui como seu maior afluente o rio Iriri, que nasce a aproximadamente 100 km de Altamira e os rios Bacajá e Bacajaí, na Volta Grande, à jusante de Altamira (LEME).

O estudo foi realizado no setor médio do rio Xingu, considerado um ambiente único para a biodiversidade da Amazônia pelo enorme tamanho e complexidade morfológica de suas corredeiras e por apresentar elevada variação do nível da água entre as estações seca e chuvosa (ZUANON, 1999; CAMARGO E GHILARDI, 2009; SAWAKUCHI et al., 2015).

As coletas foram realizadas em nove sítios, em um trecho de cerca de 240 km de extensão, na região da Volta Grande (Figura 1, Tabela 1).



**Figura 1.** Médio rio Xingu. Á montante sítios Iriri (IC01) e Boa Esperança (IC02); acima de Altamira os sítios Gorgulho da Rita (IC03) e Cotovelo (IC04); na região da Volta Grande os sítios Ilha da Fazenda (IC05) e Jericoá (IC06); à jusante sítio Belo Monte (IC07); no rio Bacajá os sítios Pariaxá (IC11) e Seca Farinha (IC12). Mapa: Leandro Sousa.

Os sítios Iriri e Boa Esperança (IC01 e IC02, respectivamente), estão localizados à montante do remanso do reservatório recentemente formado pela UHE Belo Monte, na Ilha Grande, até 10 km à montante da desembocadura do Iriri, incluindo 10 km do rio Iriri.

Os sítios que compreendem a calha do rio Xingu desde a Ilha Grande, acima de Altamira, até a Ilha Pimental são Gorgulho da Rita (IC03), localizado 20 Km à montante de Altamira e Cotovelo (IC04), localizado cerca de 20 Km à jusante de

Altamira. Essa área irá sofrer inundação permanente pela formação do reservatório principal do empreendimento UHE Belo Monte.

Na região conhecida como Volta Grande do Xingu, que se estende desde a cachoeira de Itamaracá até o sítio Pimental, localizam-se os sítios Ilha da Fazenda (IC05) 20 Km a jusante do sítio Pimental e Cachoeira de Jericoá (IC06), distante cerca de 50 Km do barramento principal. Esse trecho sofrerá grande redução de vazão devido ao represamento no sítio Pimental.

Na porção a jusante de Altamira desde a cachoeira de Itamaracá até 10 Km a jusante de Vitória do Xingu, localiza-se o sítio Belo Monte (IC07) 3 Km à montante de Santo Antônio.

Na porção inferior do rio Bacajá desde a boca até o limite com a terra indígena Trincheira Bacajá, localiza-se os sítios Pariaxá (IC11), 20 Km da boca do rio e o Seca Farinha (IC12), aproximadamente 40 Km à montante da boca.

**Tabela 1.** Localização aproximada dos sítios de coleta no médio rio Xingu.

SÍTIO	NOME DO SÍTIO	LATITUDE	LONGITUDE
IC01	IRIRI	- 3.12071	- 95.77337
IC02	BOA ESPERANÇA	- 3.40308	- 95.94378
IC03	GORGULHO DA RITA	- 3.64567	- 96.22460
IC04	COTOVELO	- 3.85884	- 96.27996
IC05	ILHA DA FAZENDA	- 3.97063	- 96.05831
IC06	JERICOÁ	- 4.16882	- 96.32483
IC07	BELO MONTE	-4.20042	- 96.55929
IC11	PARIAXÁ	-4.25577	- 96.05798
IC12	SECA FARINHA	- 4.35227	- 95.85113

## Desenho amostral

As coletas, por meio de métodos padronizados, foram realizadas no período de seca (outubro) de 2014 e 2015, quando os ambientes rochosos ficam acessíveis e a transparência da água permite a realização do mergulho livre.

Em cada sítio de amostragem foram escolhidos aleatoriamente seis parcelas de 5x5 m (25 m<sup>2</sup>) em corredeiras com formações rochosas e cada parcela de 25 m<sup>2</sup> foi considerada uma amostra (Figura 1). Depois de delimitada a área de cada parcela, dois pescadores profissionais realizaram, através de mergulho livre, a captura manual, com auxílio de uma pequena rede, o maior número possível de loricarídeos.

Os espécimes coletados foram triados ainda em campo, onde foram identificados ao menor nível taxonômico, e obtidos os dados morfométricos, como comprimento padrão e total (cm), e o peso (g) de todos os exemplares coletados. As medidas morfométricas foram realizadas com auxílio de ictiometro e pesolas ou balança digital.

Após tomada as medidas biométricas, exemplares testemunhos foram anestesiados em solução de óleo de cravo e eugenol (SIMÕES et al., 2010), e posteriormente fixados em solução de formol a 10 %. Em laboratório, os exemplares testemunhos foram transferidos para solução de álcool 70% e tombados na coleção ictiológica do laboratório de ictiologia de Altamira/UFPA. Os demais espécimes foram devolvidos ao rio, logo após o procedimento biométrico.



**Figura 1:** Delimitação da parcela de amostragem, em ambientes de corredeiras, no médio rio Xingu, no período de seca. Foto: Alany Gonçalves.



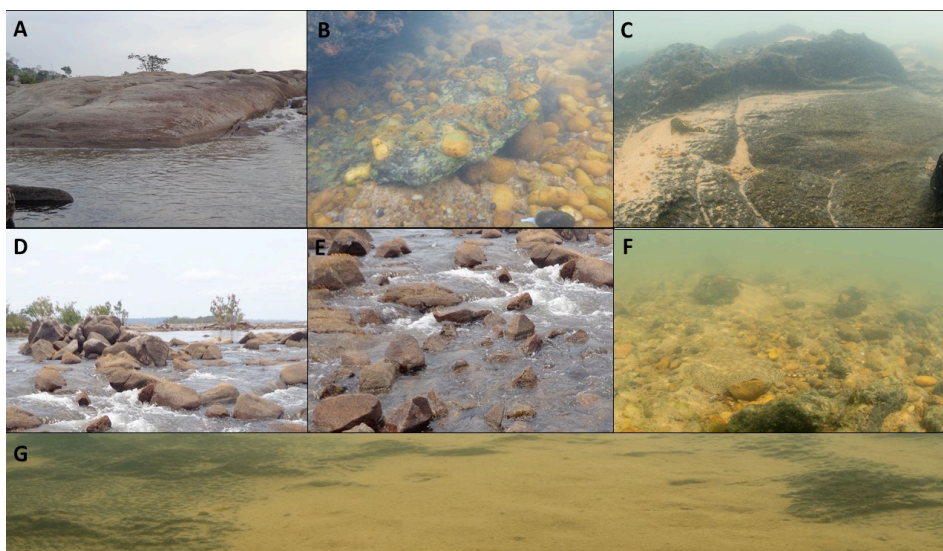
**Figura 3.** Captura manual de peixes realizada por pescadores profissionais por meio de mergulho livre em corredeiras do médio rio Xingu. O maior número possível de loricarídeos são coletados em cada parcela. Foto: Alany Gonçalves.

### **Coleta das variáveis ambientais**

A velocidade sub-superficial da água em cada parcela foi mensurada com auxílio de uma bóia de isopor acoplada a uma linha de 10 m de comprimento, sendo anotado o tempo de deslocamento e depois calculado a velocidade (m/s), realizando-se três repetições. A velocidade da correnteza foi avaliada como ausente (0 m/s); lenta (0,01 a 0,25 m/s); moderada (0,26 a 0,50 m/s); rápida (0,51 a 0,75 m/s); torrencial (acima de 0,75 m/s), conforme classificação de Barreto e Aranha (2005).

O tipo de substrato foi classificado em sete categorias, usando-se como base a terminologia adotada pelos pescadores: laje, conglomerado de seixos (mocarorô), blocos rochosos grandes, blocos rochosos médios, blocos rochosos pequenos, gorgulho e areia (Figura 4). Para classificação dos blocos rochosos foi estabelecida uma escala para determinar o tamanho das rochas, sendo considerados blocos pequenos aqueles que mediram entre 10 a 50 cm; blocos rochosos médios os de 50 cm a 1 metro e blocos rochosos grandes medindo acima de 1,00 metro.





**Figura 4.** Substratos do médio rio Xingu classificados em sete categorias, sendo A) laje; B) conglomerados de seixos (mocarorô); C) blocos rochosos grandes (> 1,00 m); D) blocos rochosos médios (0,50 a 1,00 m); E) blocos rochosos pequenos (< 0,50 m); F) gorgulho; e G) areia. Fotos: A a G – Leandro Sousa.

Além do tipo de substrato foi mensurado a profundidade média das parcelas (três medidas por parcela) e a rugosidade do substrato. A rugosidade é uma medida da área superficial do substrato, sendo considerado um determinante importante da diversidade de espécies, podendo influenciar no número de indivíduos de uma população. O índice de rugosidade do substrato foi mensurado a partir da razão entre uma medida de uma corrente de 2 metros estendida horizontalmente e sua medida contornando o substrato. Quanto mais próximo de 1 for o índice, menos complexo é o substrato, quanto mais distante de 1 for o índice, maior a complexidade do substrato (MEDEIROS, 2011).

### **Análises estatísticas**

Foram utilizados testes estatísticos univariados como Análise de Variância (ANOVA) no software Statistica 8.0 (STATSOFT, 2006) para analisar a variância da abundância entre os sítios amostrados. E o estimador de riqueza Jackknife foi utilizado para estimar a riqueza de espécies em cada sítio amostrado por meio do software EstimateSWin 8.20 (COLWELL, 2009).

Após a avaliação da colinearidade entre as variáveis ambientais, estas foram normalizadas e as amostras foram ordenadas com uma análise de componentes principais (PCA) com o intuito de avaliar graficamente as diferenças entre os sítios amostrados. Os dados bióticos organizados em uma matriz de captura de espécies de peixes coletados em cada parcela amostrada foram logaritimizados para minimizar o peso das espécies mais abundantes e da alta frequência de valores nulos de espécies raras e ou restritas geograficamente. Para avaliar o efeito local (sítios: 9 níveis) na variabilidade na composição das assembleias de peixes e nas características ambientais foi realizado um teste multivariado permutacional de análise de variância (PERMANOVA) tipo III com soma parcial dos quadrados, 9999 permutações randômicas dos resíduos em um modelo reduzido. Para realizar esta análise para os dados bióticos e abióticos foi criada uma matriz de similaridade usando a distância de Bray-Curtis e Euclidiana, respectivamente (ANDERSON, 2001; MCARDLE; ANDERSON 2001). O escalonamento multidimensional não-métrico (nMDS) (KRUSKAL e WISH, 1978) foi usado para ordenar padrões multivariados entre as amostras bióticas. Para avaliar a contribuição das espécies mais comuns nos sítios amostrados um mapa de calor (shade plot) foi produzido através de dendrogramas, sendo no eixo "x" dos sítios baseado na similaridade de Bray-Curtis, e no eixo "y" das espécies mais comuns e abundantes baseado no índice de associação (CLARKE, GORLEY, 2015).

Para investigar a associação da composição da ictiofauna em cada amostra com as variáveis preditivas (ambientais) foi usada uma modelagem linear com base na distância (DISTLM) (ANDERSON et al., 2008). Esta técnica é robusta em matrizes com frequentes valores nulos e não necessita de assunções (e.g. normalidade) sobre a distribuição da variável resposta (abundância de espécies de peixes). O modelo foi construído utilizando o processo de seleção gradativo e o  $R^2$  ajustado como critério de seleção para permitir a combinação das melhores variáveis ambientais explicativas no modelo (ANDERSON et al., 2008). Todas as rotinas multivariadas foram realizadas no Plymouth Routines in Multivariate Ecological Research (PRIMER v. 7) e o aplicativo PERMANOVA+ for PRIMER (ANDERSON et al., 2008).



## LITERATURA CITADA

ABURTO-OROPEZA, O.; BALART, E. F. Community Structure of Reef Fish in Several Habitats of a Rocky Reef in the Gulf of California. **Marine Ecology**, v. 22, n. 4, p. 283–305, 2001.

AGOSTINHO, A. A., JÚLIO JR, H. F., BORGHETTI, J. R. Considerações sobre os impactos dos represamentos na ictiofauna e medidas para sua atenuação. Um estudo de caso: Reservatório de ITAIPU. **Revista Unimar**, v. 14, p. 089–107, 1992.

ANDERSON, M. J. 2001. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. **Austral Ecology**, 26:32-46

ANDERSON, M. J.; GORLEY, R. N.; CLARKE, K. R. PERMANOVA + for PRIMER: Guide to software and statistical methods. PRIMER-E, Plymouth, UK, 2008.

ARCHER, A. W. Review of Amazonian depositional systems. **Special Publications International Association of Sedimentologists**, 35: 17-39. 2005

BARRETO, A. P.; ARANHA, J. M. R. Assembleia de peixes de um riacho da Floresta Atlântica: composição e distribuição espacial (Guaraqueçaba, Paraná, Brasil). **Acta Scientiarum - Biological Sciences**, v. 27, n. March 2005, p. 153–160, 2005.

BEUKERS, J. S.; JONES, G. P. Habitat complexity modifies the impact of piscivores on a coral reef fish population. **Oecologia**, v. 114, p. 50–59, 1997.

CAMARGO, M.; GHILARDI, R., 2009. Breve visão do Xingu. In: CAMARGO, M.; GHILARDI, R. **Entre a terra, as águas e os pescadores do médio rio Xingu: uma abordagem ecológica**. Belém. p. 17-32.

CAMARGO, M.; GIARRIZZO, T.; ISAAC, V. Review of the Geographic Distribution of Fish Fauna of the Xingu River Basin, Brazil. **Ecotropica. Society for tropical Ecology**, v. 10, p. 123–147, 2004.

CAMARGO, M.; JUNIOR, H. G.; PY-DANIEL, L. H. R. **Acaris ornamentais do médio rio Xingu**. 1ª edição, Belém-Pará, 2012. 177 p.

CAMILO, F. M., **Estudos Citogenéticos em algumas espécies de peixes da família Loricariidae pertencentes à Bacia do Rio Piracicaba**. 2004. 61 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Evolução). Universidade Federal de São Carlos, São Paulo – SP.

CARVALHO-JUNIOR, J. M. **A composição e distribuição da ictiofauna de interesse ornamental no Estado do Pará**. 2008. 99 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Federal do Pará. Belém – PA.

CASTRO, M. A. **Fatores Estruturantes e Possíveis Espécies Indicadoras da Assembleia de Peixes de Riachos Afluentes do Reservatório de Três Marias – MG**. 2012. 117 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada) - Universidade Federal de Lavras, Lavras – MG.

CESAR, F. B. **Idade, crescimento e uso do habitat das espécies *Stegastes rocasensis*, no Atol das Rocas e *Stegastes sanctipauli*, no arquipélago de São Pedro e São Paulo.** 2004. 91 p. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica). Universidade Federal de Pernambuco, Recife – PE.

CLARKE, K. R.; GORLEY, R.N. PRIMER v7: User Manual/Tutorial. PRIMER-E, Plymouth UK. 2015. 91p.

COLWELL, R.K. EstimateS Win 8.20: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Software e Guia do Usuário. 2009.

FEARNSIDE, P.M. **Hidrelétricas na Amazônia: impactos ambientais e sociais na tomada de decisões sobre grandes obras.** Manaus: Editora do INPA, 2015. v. 1. 298 p.

FERREIRA, C. D. P.; CASATTI, L. Influência da estrutura do hábitat sobre a ictiofauna de um riacho em uma micro-bacia de pastagem, São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 23, n. 3, p. 642–651, 2006.

GOULDING, M; BARTHEM, R. & FERREIRA, E. **The Xingu and Tapajós rivers: Clearwater reflections.** In: The Smithsonian atlas of the Amazon. Washington and London: Smithsonian books, 2003. p. 135 - 145.

HARBORNE, A. R.; MUMBY, P. J.; FERRARI, R. The effectiveness of different meso-scale rugosity metrics for predicting intra-habitat variation in coral-reef fish assemblages. **Environmental Biology of Fishes**, v. 94, p. 431–442, 2012.

HOORN, C.; WESSELINGH, F. P. **Amazonia: landscape and species evolution.** Editora Blackwell Publishing, 2010. 482 p.

KRUSKAL, J. B.; WISH, M. Multidimensional Scaling. Paper Series on Quantitative Applications in the Social Sciences. Sage Publications, Sage University Newbury Park, v.11,1978.

LEAL, C. G. **Uso de Atributos Ecomorfológicos e Seleção de Habitat para a Caracterização de Espécies e Comunidades de Peixes na Bacia do Rio das Velhas, MG.** 2009. 146 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada). Universidade Federal de Lavras, Lavras – MG.

LEES, A. C.; PERES, C. A.; FEARNSIDE, P. M.; SCHNEIDER, M.; ZUANON, J. A. S. Hydropower and the future of Amazonian biodiversity. **Biodiversity and Conservation**, v. 25. p. 451–466, 2016.

LIMA, F. (2010, março). Diversidade, endemismo e biogeografia. **Boletim Sociedade Brasileira de Ictiologia**. (98). p. 20.

LOWE-MCCONNELL, L. R. H. **Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais.** São Paulo: EDUSP, 1999. 536 p.

LUCKHURST, B. E.; LUCKHURST, K. Analysis of the Influence of Substrate Variables on Coral Reef Fish Communities. **Marine Biology**, v. 323, p. 317–323, 1978.

LUJAN, N. K.; WINEMILLER, K. O.; ARMBRUSTER, J. W. Trophic diversity in the evolution and community assembly of loricariid catfishes. **BMC Evolutionary Biology**, v. 12, n. 1, p. 124, 2012.

MCARDLE, B. H.; ANDERSON, M. J. Fitting multivariate models to community data: A comment on distance-based redundancy analysis. **Ecology**, 82: 290–297, 2001.

MEDEIROS, P. R. **Distribuição e uso de habitat por peixes recifais e sua relação com a complexidade ambiental no arquipélago Fernando de Noronha, Nordeste do Brasil**. 2011. 195 p. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas). Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa – PB.

NEELY, K. L. **Influence of Substrate on Coral Reef Fish Communities**. 2008. 115 p. Dissertação (Doutorado em Filosofia). Escola de Pós-Graduação da Universidade de Duke.

NELSON, J. S, GRANDE, T. C.; WILSON, M. V. H. 2016. **Fishes of the World**. Wiley, 2016. 707 p.

OLIVEIRA, E. F.; GOULART, E. Distribuição espacial de peixes em ambientes lênticos: interação de fatores. **Acta Scientiarum**, v. 22, n. 2, p. 445–453, 2000.

REIS, R. E.; KULLANDER, S.O.; FERRARIS JR., C.J. Check List of the Freshwater Fishes of South in Central America, **EDIPUCRS**, p. 729, 2003.

ROCHA, D. F. **Composição e distribuição espaço-temporal da taxocenose íctica e os impactos da abertura de barra sobre sua estrutura, na Lagoa de Iquipari, Norte do Estado do Rio de Janeiro**. 2010. 77 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais). Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Campos do Goytacazes, Rio de Janeiro – RJ.

SABAJ PÉREZ, M. H. Where the Xingu Bends and Will Soon Break. **American Scientist**, v. 103, p. 395–403, 2015.

SAWAKUCHI, A. O.; HARTMANN, G. A.; SAWAKUCHI, H. O.; PUPIM, F. N.; BERTASSOLI, D. J.; PARRA, M.; ANTINA, J. L.; SOUSA, L. M.; SABAJ PÉREZ, M. H.; OLIVEIRA, P. E.; SANTOS, R. A.; SAVIAN, J. F.; GROHMANN, C. H.; MEDEIROS, V. B.; MCGLUE, M. M.; BICUDO, D. C.; FAUSTINO, S. B. The Volta Grande do Xingu: Reconstruction of past environments and forecasting of future scenarios of a unique Amazonian fluvial landscape. **Scientific Drilling**, v. 20, p. 1–12, 2015.

SILVEIRA, M. **Relações entre Complexidade de Habitat e Comunidade de Peixes de Costão Rochoso**. 2010. 86 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis - SC.

SIMÕES, L. N., PAIVA, G., GOMES, L. C. Óleo de cravo como anestésico em adultos de tilápia-do-nilo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, n.12, p. 1472-1477, 2010.

STATSOFT INC. **Statistica** (data analysis software system), version 8.0, 2006.

WINEMILLER, K. O. Dynamic diversity in fish assemblages o tropical rivers. In: **All Rights of Reproduction in Any Form Reserved.** Long-Term Studie, of Yertebrate Communitie. By Academic Pres. Texas. 1996. Cap.5, p. 99-132.

ZUANON, J. (2010, março). Diversidade de peixes nas corredeiras. ***Boletim Sociedade Brasileira de Ictiologia.*** (98). p. 20.

ZUANON, J. A. S. **História Natural da Ictiofauna de Corredeiras do Rio Xingu, na região de Altamira, Pará.** 1999. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) Universidade Estadual de Campinas, São Paulo – SP.

Este capítulo está formatado nas normas da revista Neotropical Ichthyology, disponível em: <http://www.scielo.br/revistas/ni/iinstruc.htm>

### Artigo 1

## EFEITO DA CORRENTEZA E TIPO DE SUBSTRATO NA DISTRIBUIÇÃO DE PEIXES DA FAMÍLIA LORICARIIDAE (ACTINOPTERYGII, SILURIFORMES) NAS CORREDEIRAS DO RIO XINGU

## **Efeito da correnteza e tipo de substrato na distribuição de peixes da família Loricariidae (Actinopterygii, Siluriformes) nas corredeiras do rio Xingu**

Ana Carolina Silva<sup>1</sup>, Alany Pedrosa Gonçalves<sup>3</sup>, Tommaso Giarrizzo<sup>2</sup> e Leandro Melo de Sousa<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Ictiologia, Universidade Federal do Pará – UFPA, Rua Coronel José Porfírio, 2515, CEP 68372-040, Altamira, PA, Brazil – [carolina.bio11@gmail.com](mailto:carolina.bio11@gmail.com)

<sup>2</sup>Grupo de Ecologia Aquática, Laboratório de Biologia Pesqueira, Manejo dos Recursos Aquáticos, Universidade Federal do Pará – UFPA, Rua Augusto Corrêa, 01, Guamá, Caixa Postal 479, CEP 66075-110 Belém, PA, Brazil - [tgjarrizzo@gmail.com](mailto:tgjarrizzo@gmail.com)

<sup>3</sup>Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Programa de Pós-Graduação em Biologia de Água Doce e Pesca Interior, Manaus, AM, Brazil - [alany.xingu@gmail.com](mailto:alany.xingu@gmail.com)

<sup>4</sup>Laboratório de Ictiologia, Universidade Federal do Pará – UFPA, Rua Coronel José Porfírio, 2515, CEP 68372-040, Altamira, PA, Brazil - Endereço institucional, corresponding author - [leandro.m.sousa@gmail.com](mailto:leandro.m.sousa@gmail.com)

### **Resumo**

No presente estudo, foi avaliada a distribuição de Loricariidae em vários trechos do médio rio Xingu, com intuito de evidenciar associação deste grupo de peixes com os diversos tipos de substratos e velocidade da correnteza. Foram realizadas duas coletas no período de seca no mês de outubro dos anos de 2014 e 2015. Por meio da caracterização fisiogeográfica de cada local amostrado foram encontrados desde ambientes com substrato rochoso até ambientes com fundo arenoso ou composto por gorgulho e complexo de seixos (mocororô). As análises univariadas, demonstraram que a abundância e riqueza entre os sítios amostrados não foi homogênea. As análises multivariadas, permitiram verificar que todas as variáveis preditivas mensuradas influenciaram significativamente ( $p=0,0001$ ) na composição da ictiofauna. As variáveis: mocororô, gorgulho, laje, velocidade da correnteza, blocos médios foram as mais influentes explicando 30% da variabilidade na estrutura da ictiofauna. A análise cluster e o mapa de calor indicando a contribuição em abundância das espécies mais representativas revelaram diferentes níveis de similaridades espacial entre os sítios de coleta.

**Palavras-chave:** composição, diversidade, complexidade estrutural, ictiofauna, heterogeneidade de habitats.

## Abstract

In the present study, we evaluated the distribution Loricariidae in several parts of the middle Xingu river, in order to highlight the association of this group with the various types of substrates and current velocity. There were two collections in the dry season in October the years 2014 and 2015. Through the characterization of the physiography of each sampled site were found from environments to environments with bedrock or sandy bottom composed of weevil and complex pebbles (moco-rorô). Univariate analysis showed that the abundance and wealth among the sampled sites was not homogeneous. Multivariate analyzes allowed to verify that all predictor variables measured influenced significantly ( $p = 0.0001$ ) in the composition of fish populations. The variables: moco-rorô, weevil, slab, current velocity, medium blocks were the most influential explaining 30% of the variability in the fish fauna structure. The cluster analysis and the heat map indicating the contribution in abundance of the species most revealed different levels of spatial similarities between the collection sites.

**Keywords:** composition, diversity, structural complexity, fish populations, habitat heterogeneity.

## Introdução

A bacia do rio Xingu é a quarta maior drenagem do sistema amazônico (Camargo & Ghilardi, 2009), drenando terrenos geológicos do Cráton Amazônico e rochas sedimentares fanerozóicas (Camargo *et al.*, 2012), configurando-se, por este motivo, o segundo maior tributário de águas claras da Amazônia (Carvalho Jr, 2008; Sawakuchi *et al.*, 2015).

No setor médio rio Xingu está localizada uma região conhecida como Volta Grande do Xingu, caracterizada por possuir aproximadamente 240 Km de corredeiras contínuas, grande quantidade de ilhas e alta complexidade morfológica que proporcionam grande diversidade de nichos (Sawakuchi *et al.*, 2015), especialmente para peixes adaptados a cursos d'água em gradientes altitudinais (corredeiras e cachoeiras) e associados ao substrato rochoso.

Segundo McConnell (1999), Camargo *et al.* (2004) e Zuanon (2010), os grupos de peixes mais encontrados nestes ambientes correntosos são os Anostomidae, alguns

representantes de Cichlidae, Serrasalminidae e Loricariidae, estes últimos estando estreitamente associados ao substrato. Camargo *et al.* (2012) e Sabaj-Peréz (2015) relatam a existência de pelo menos 45 espécies, representando 26 gêneros de peixes pertencentes à família Loricariidae na bacia do rio Xingu.

Apesar de reconhecido papel na manutenção da diversidade na ictiofauna, pouco se sabe sobre quais fatores existentes em ambientes de corredeiras são os responsáveis por esse fenômeno. Em ambientes marinhos, por outro lado, alguns estudos utilizaram diversas variáveis descritoras de hábitat para caracterizar a complexidade estrutural de comunidades de peixes (Neely, 2008; Silveira, 2010), principalmente em recifes de corais (Harriot *et al.*, 1994; Ostrander *et al.*, 2000; Perkol-Finkel *et al.*, 2006; Graham & Nash, 2013). Algumas variáveis como rugosidade, número e dimensão das rochas, cobertura bentônica, entre outros, podem ter efeitos diferenciados sobre o comportamento dos indivíduos (Medeiros, 2011). O local de abrigo, alimentação, reprodução e recrutamento, também são fatores importantes na determinação da riqueza e diversidade de espécies de peixes (Luckhurst & Luckhurst, 1978; Winemiller, 1996; Beukers & Jones, 1997; Leal, 2009; Cesar, 2004). Estudos deste tipo subsidiam estratégias de conservação de comunidades, permitindo a inferência sobre áreas impactadas e distribuição das espécies nos diversos hábitats (Oliveira & Goulart, 2000; Ferreira & Casatti, 2006; Rocha, 2010; Harbone *et al.*, 2012).

O objetivo do presente estudo é avaliar os padrões de associação de peixes pertencentes à família Loricariidae aos diversos tipos de substratos em corredeiras do rio Xingu e determinar quais fatores e variáveis ambientais influenciam na estrutura e composição das espécies.

## **Material e Métodos**

As coletas foram feitas em nove localidades (Fig. 1, Tabela 1) ao longo do Médio rio Xingu. Em cada ponto de amostragem foram escolhidos aleatoriamente 6 parcelas de 5x5 m (25 m<sup>2</sup>) em corredeiras com formação rochosa. Foi realizado mergulho livre para captura manual do maior número possível de loricarídeos em cada parcela. A caracterização fisiográfica dos sítios permitiu avaliar 10 variáveis ambientais: velocidade da correnteza, profundidade, rugosidade, substratos (areia, gorgulho, mocrorô, laje, blocos rochosos pequenos, blocos rochosos médios e blocos rochosos grandes).



Foram utilizados testes estatísticos univariados como Análise de Variância (ANOVA) no software Statistica 8.0 (Statsoft, 2006) para analisar a variância da abundância entre os sítios amostrados. O estimador de riqueza Jackknife foi utilizado para estimar a riqueza de espécies em cada sítio amostrado por meio do software EstimateSWin 8.20 (Colwell, 2009).

Todas as rotinas multivariadas foram realizadas no Plymouth Routines in Multivariate Ecological Research (PRIMER v. 7) e o aplicativo PERMANOVA+ for PRIMER (Anderson *et al.*, 2008). Após a avaliação da colinearidade entre as variáveis ambientais, estas foram normalizadas e as amostras foram ordenadas com uma análise de componentes principais (PCA) com o intuito de avaliar graficamente as diferenças entre os sítios amostrados. Para avaliar o efeito local (sítios: 9 níveis) na variabilidade na composição das assembleias de peixes e nas características ambientais foi realizado um teste multivariado permutacional de análise de variância (PERMANOVA) tipo III com soma parcial dos quadrados, 9999 permutações randômicas dos resíduos em um modelo reduzido. Para realizar esta análise para os dados bióticos e abióticos foi criada uma matriz de similaridade usando a distância de Bray-Curtis e Euclidiana, respectivamente (Anderson, 2001; Mcardle & Anderson 2001). O escalonamento multidimensional não-métrico (nMDS) (Kruskal & Wish, 1978) foi usado para ordenar padrões multivariados entre as amostras bióticas. Para avaliar a contribuição das espécies mais comuns nos sítios amostrados um mapa de calor (shade plot) foi produzido através de dendrogramas sendo no eixo "x" dos sítios baseado na similaridade de Bray-Curtis, e no eixo "y" das espécies mais comuns e abundantes baseado no índice de associação (Clarke & Gorley, 2015). Para investigar a associação da composição da ictiofauna em cada amostra com as variáveis preditivas (ambientais) foi usada uma modelagem linear com base na distância (DISTLM) (Anderson *et al.*, 2008). O modelo foi construído utilizando o processo de seleção gradativo e o R<sup>2</sup> ajustado como critério de seleção para permitir a combinação das melhores variáveis ambientais explicativas no modelo (Anderson *et al.*, 2008).

## **Resultados**

As corredeiras do médio rio Xingu caracterizam-se por variações fisiogeográficas como velocidade da água, correnteza, profundidade, rugosidade e tipos de substratos, permitindo caracterizar cada sítio amostrado (Tabela 1).

Ao todo foram coletadas 29 espécies de peixes pertencentes à família Loricariidae, totalizando 1.462 exemplares (Tabela 2).

A ANOVA demonstrou que houve diferença na abundância de loricarídeos entre os sítios amostrados ( $F_{(8,45)} = 11,447$ ;  $p < 0,001$ ) (Fig. 2).

Os sítios IC01 (N = 365), IC02 (N = 223) e IC07 (N = 202) demonstraram maior abundância de exemplares em relação aos demais. O sítio que apresentou menor abundância foi IC04 (N = 87). Os pontos IC03 (N = 102), IC06 (N = 105) e IC12 (N = 103), apresentaram abundância similares.

Os sítios IC01 (Iriiri) e IC02 (Boa Esperança) apresentaram maior variância da abundância quando comparada aos demais locais. O IC11 (Pariaxá) mostrou variância apenas quando comparado com o IC01 (Iriiri), com os demais sítios não houve diferença (Tabela 3).

A riqueza de espécies observada entre os pontos amostrados não foi homogênea, sendo os sítios IC02 (13 spp.), IC01 (14 spp.), IC06 (13 spp.) e IC11 (14 spp.) os mais ricos. Por outro lado, os sítios IC07 (8 spp.), IC04 (7 spp.), IC03 (8 spp.) e IC12 (8 spp.) se apresentaram mais pobres em espécies (Fig. 3).

A ordenação de nMDS evidenciou padrões espaciais das amostras de acordo com a composição da ictiofauna (Fig. 4). No lado direito superior do plot foi reconhecido o agrupamento das amostras dos sítios do rio Bacajá (IC11 e IC12). Na parte inferior a direita as amostras dos sítios IC02 e IC03, já na parte inferior a esquerda as amostras do sítio IC07. Uma parcial sobreposição foi observada entre as amostras dos sítios IC01, IC04, IC05 e IC06. A fauna de peixes variou entre os sítios amostrados (PERMANOVA: Pseudo F = 13,12;  $p < 0,001$ ). Testes de comparações múltiplas detectaram diferenças entre todos os sítios com a exceção entre os sítios IC11 e IC12, IC04 e IC05, e IC04 e IC06.

A análise cluster e o mapa de calor indicando a contribuição em abundância das espécies mais representativas, revelaram diferentes níveis de similaridades espacial (Fig. 5). Os sítios IC02 e IC03 determinaram um grupo distinto sendo tipificado por *Parancistrus aurantiacus*, *Spectracanthicus punctatissimus* “pinta”, *Peckoltia feldbergae*, *Spectracanthicus punctatissimus* “bola” e *Spectracanthicus zuanoni*. Os sítios do rio Bacajá (IC11 e IC12) foram caracterizados por duas espécies *Peckoltia* cf. *cavatica* e *Hopliancistrus* sp. “mancha”. O sítio IC07 foi o mais dissimilar entre os amostrados sendo tipificado por *Spectracanthicus punctatissimus* “bola”, *Spectracanthicus zuanoni*, *Pseudancistrus asurini*, *Ancistrus ranunculus* e

*Baryancistrus* sp. “verde”. Os sítios da Volta Grande (IC04, IC05 e IC06), foram caracterizadas por sete espécies *Spectracanthicus punctatissimus* “pinta”, *Spectracanthicus punctatissimus* “bola”, *Spectracanthicus zuanoni*, *Baryancistrus xanthellus*, *Pseudancistrus asurini*, *Ancistrus ranunculus* e *Parancistrus nudiventris*. Já o sítio da confluência do Iriri no rio Xingu (IC01), foi tipificado por oito espécies se destacando *Parancistrus aurantiacus*, *Baryancistrus xanthellus*, *Spectracanthicus punctatissimus* “pinta”, e *Spectracanthicus zuanoni*.

A análise de componentes principais (PCA) com base nas variáveis ambientais de cada amostra mostrou uma parcial separação entre os sítios (Fig. 6). Cinco componentes principais da PCA, com autovalores superiores a 1, explicaram 81,60% da variação total. As amostras dos sítios IC02 e IC03 se agruparam no lado direito da ordenação e foram caracterizados por substratos com maior contribuição de areia e rugosidade, já as amostras dos sítios IC07 apresentaram uma forte variabilidade no tipo de substrato e na profundidade.

As amostras dos outros sítios foram localizadas na parte superior do gráfico de ordenação não apresentando uma clara separação entre eles, mas apresentando baixas profundidades com substrato dominados por blocos pequenos e gorgulho. Diferenças significativas foram detectadas entre os sítios amostrados (PERMANOVA, Pseudo-F = 12,09;  $p < 0,01$ ).

O modelo DISTLM identificou que todas as 10 variáveis preditivas mensuradas neste estudo influenciaram significativamente ( $p = 0,0001$ ) na composição da ictiofauna (Tabela 4). Cinco variáveis: moco-rorô, gorgulho, laje, velocidade da correnteza, blocos médios foram as mais influentes explicando 30% da variabilidade na estrutura da ictiofauna.

## **Discussão**

No rio Xingu, a distribuição das espécies é influenciada por fatores determinantes, como o ciclo hidrológico e presença de cachoeiras que exercem efeitos na estrutura dos ambientes ocupados por diversas espécies de peixes (Barbosa *et al.*, 2015).

Camargo *et al.* (2012) em estudos realizados no médio rio Xingu, verificaram que os fundos de pedrais do rio constituem ambientes heterogêneos que tendem a variar no substrato, profundidade e velocidade de correnteza. Estes fatores foram observados no presente estudo por meio da caracterização fisiográfica de cada local amostrado, onde

foram encontrados ambientes de correnteza variável, e substratos diversos desde fundo com blocos rochosos, arenosos, compostos por gorgulho ou (mocororô) complexo de seixos (Tabela 1). Essa diversidade de habitats é fundamental para o estabelecimento e abrigo dos loricarídeos. Apesar de ser um grupo com elevada variabilidade específica, as espécies pertencentes a esta família são bentônicas e permanecem associadas ao fundo arenoso ou rochoso dos rios (Guimarães, 2009).

Os sítios Iriri, Boa Esperança e Belo Monte demonstraram maior abundância de espécies em relação aos demais, e foram considerados os sítios mais heterogêneos. Iriri e Boa Esperança apresentaram maior variância da abundância quando comparada aos demais locais.

Os sítios com maior diversidade de espécies foram Iriri, Boa Esperança, Jericoá e Pariaxá (Fig. 3). A fisiogeografia dos ambientes permitiu observar que estes sítios apresentaram correnteza moderada a rápida, exceto o sítio Boa Esperança, que foi o único a apresentar correnteza lenta. O substrato foi diversificado entre os sítios, sendo composto de blocos rochosos, mocororô, laje, gorgulho e areia.

Conforme observado por Barbosa *et al.* (2015), a composição das espécies pode variar ao longo do rio. As assembleias de peixes mais distantes são mais distintas entre si do que as assembleias localizadas a distâncias mais curtas. Esse padrão também foi observado nesse estudo, onde os sítios Boa Esperança e Gorgulho da Rita, apresentaram composição de espécies (Fig. 4) e fisiogeografia (Fig. 6) similares. Agostinho *et al.* (1997), afirmaram ainda que a conectividade entre ambientes geograficamente próximos é fundamental para a alta similaridade entre eles. As características da estrutura dos habitats atuam em conjunto com os fatores regionais e históricos na determinação das assembleias de peixes, possibilitando que em habitats diferentes ocorram conjunto de espécies distintas (Súarez, 2008).

As espécies pertencentes ao gênero *Spectracanthicus* são amplamente distribuídas ao longo do rio Xingu (Chamon & Rapp Py-Daniel, 2014). Porém, a espécie *Spectracanthicus punctatissimus* “bola”, foi mais abundante nos sítios Boa Esperança e Gorgulho da Rita, indicando que essa espécie tem tendência a ocupar ambientes de correnteza lenta a moderada, com substratos composto por mocororô e areia, e baixa rugosidade.

Por outro lado, a espécie *Baryancistrus xanthellus* ocorreu em todos os sítios, exceto Boa Esperança, que é o sítio onde a correnteza foi lenta. De acordo com Rapp Py-Daniel *et al.* (2011), essa espécie de loricarídeo é a mais frequente na região do médio

rio Xingu e é caracterizada por habitar exclusivamente ambientes de corredeiras, com correnteza rápida e fundos rochosos. Os adultos geralmente ocupam espaços amplos entre ou sob grandes rochas, enquanto os juvenis são encontrados sob rochas planas no fundo de corredeiras rasas.

Os sítios Belo Monte, Pariaxá e Seca farinha foram compostos por espécies com distribuição restrita. Belo Monte é representante do baixo rio Xingu, separado do Médio Xingu pelas cachoeiras da Volta Grande. A espécie *Baryancistrus* sp. “verde” é restrita a esta localidade. Esse padrão pode ser explicado pela ocorrência das sequências de cachoeiras a partir de Belo Monte, que podem ocasionar a segregação de espécies, ou tornar-se como uma barreira geográfica impedindo que populações de peixes se desloquem à montante do rio, tornando muito espécies endêmicas. Suárez (2008), observou que a bacia do rio Paraná, é considerado uma área de endemismo para diversos grupos de peixes, devido a barreiras migratórias representadas pela Cachoeira Sete Quedas que isolaram por muito tempo grande parte da ictiofauna do alto rio Paraná. De acordo com Silva *et al.* (2016), as barreiras geográficas podem ser um fator importante na determinação da composição da ictiofauna. Observou ainda que a estrutura da ictiofauna do rio Verde, bacia do rio Paraná, apontou diferenças acentuadas em trechos à montante e à jusante da Cachoeira Branca, e ressalta que esse padrão é decorrente da influência de barreiras naturais.

As espécies *Peckoltia* cf. *cavatica* e *Hopliancistrus* sp. “mancha” foram restritas apenas ao Bacajá, tributário do rio Xingu (Fig. 5). Essa restrição de espécies a esses locais podem estar associadas a fatores biogeográficos ou históricos. A variação na distribuição das espécies revela que cada espécie possui estruturas morfológicas e comportamentais distintas e exercem respostas diferentes à cada variação nos fatores bióticos locais, permanecendo apenas em ambientes que fornecem recursos favoráveis à sua existência, conforme observado por Winnemiller (1996) e Barbosa *et al.* (2015).

É importante ressaltar que apesar dos sítios apresentarem variação na correnteza, profundidade, tipos de substratos, as espécies que foram mais abundantes em alguns pontos, muitas vezes se repetiram com menor frequências em outros locais. Sendo que, alguns tipos de substratos que foram mais abundantes em determinados sítios, também se repetiram em menor frequência em outros pontos. Esses padrões de variação permitiram observar a alta heterogeneidade de habitats do médio rio Xingu, e o alto poder de adaptação dos loricarídeos em diversos ambientes. A plasticidade dos loricarídeos em ocupar diferentes ambientes foi evidenciada por Barreto e Aranha

(2005), em um estudo de composição e distribuição espacial com assembleia de peixes do rio Morato, Paraná.

Ferreira & Casatti (2006) observaram em um estudo realizado no riacho Córrego Água limpa, no rio São José dos Dourados, que houve forte influência da estrutura física de cada local sobre a estrutura da ictiofauna, sendo que os trechos mais complexos apresentaram maior diversidade específica. No presente estudo as variáveis mocrorô, gorgulho, laje, velocidade da correnteza e blocos médios foram as mais influentes explicando 30% da variabilidade na estrutura da ictiofauna (Tabela 3). Os trechos com correnteza moderada a rápida, com blocos rochosos e complexo de seixos, apresentaram maior diversidade de espécies, devido serem mais complexos. Por outro lado, ambientes com substrato arenoso, correnteza fraca e baixa complexidade, resultam em menor riqueza de espécies, padrão também observado no estudo do riacho Córrego Água limpa. Guimarães *et al.* (2010) observaram que à medida que ocorre a diminuição da granulometria do substrato ao longo do rio, ocorre a diminuição da frequência de ocorrência de espécies de siluriformes, devido a baixa complexidade de habitats.

Segundo Allan & Castilho (2007), a fauna de ecossistemas fluviais está intimamente associada com o substrato, e grande parte dos estudos desenvolvidos buscam investigar como o substrato influencia na estrutura de habitats das assembleias biológicas. No entanto, Guimarães *et al.* (2010) afirmam que muitos estudos enfatizam a evidência de relação entre a distribuição das espécies e a fisiografia dos ambientes, porém são controversas as opiniões na literatura sobre as variáveis que influenciam diretamente na distribuição das assembleias de peixes. Silva *et al.* (2016) afirmaram que fatores como predação, competição, fatores regionais (variação climática) ou ações antrópicas (sobrepesca), também podem estar influenciando na variação da abundância e riqueza das comunidades de peixes.

A composição do substrato é importante para a ecologia aquática e biodiversidade no médio rio Xingu (Sawakuchi *et al.*, 2015). A complexidade de ambientes oferece maior disponibilidade de nichos, permite a acomodação de novas espécies, oferece abrigo contra predadores, maior quantidade de recursos disponíveis (Araújo-Lima *et al.*, 1999; Gratwicke & Speight, 2005). No entanto, toda essa biodiversidade física e biológica presente no rio Xingu encontra-se ameaçada com a operação da usina hidrelétrica de Belo Monte.

Medeiros (2014) mencionou que o barramento de rios para operação de usinas hidrelétricas alterou fortemente áreas de corredeiras em diversos rios amazônicos,

dentre elas cita-se a UHE de Tucuruí no rio Tocantins, UHE de Samuel no rio Jamari e UHE de Balbina no rio Uatumã. Estudos realizados no reservatório de Itaipu no rio Paraná, revelaram que houve alterações na abundância de espécies e na estrutura da ictiofauna em toda a área influenciada. Algumas espécies oportunistas obtiveram sucesso na exploração dos recursos disponíveis, enquanto outras adaptadas a ambientes lóticos, como é o caso dos loricarídeos, tiveram suas abundâncias reduzidas ou mesmo não foram registradas em amostragens realizadas após o barramento (Agostinho *et al.*, 1992, Cecilio *et al.*, 1997, Agostinho *et al.*, 2008). Santos & Oliveira (1999) relataram impactos no trecho do Uatumã, localizado à jusante de Balbina, onde nos primeiros meses de funcionamento da hidrelétrica, ocorreu a mortandade de peixes por causa da diminuição do teor de oxigênio da água evertida pelas turbinas.

O número de espécies de peixes presentes em reservatórios tende ser menor que em áreas não represadas, o que se dá por causa da redução do número de habitats e pela incapacidade da maioria das espécies de se adaptar ao ambiente léticos (Santos & Oliveira, 1999).

A operação da UHE Belo Monte, coloca em risco a permanência das espécies de corredeiras do médio rio Xingu (Rapp Py-Daniel *et al.*, 2011; Medeiros, 2014). A formação de um reservatório vai dar origem a um grande lago, acarretando na perda de boa parte das corredeiras existentes nessa região (Medeiros, 2014), bem como a perda da ictiofauna associada (Zuanon, 1999). Ambientes antes caracterizados como lóticos, servindo como habitats para uma grande diversidade de loricarídeos, darão lugar a um ambiente com águas paradas, impactando diretamente a estrutura da ictiofauna. Podemos destacar *Baryancistrus xanthellus*, uma espécie tipicamente reofílica, abundante em ambientes de corredeiras e pedrais (Carvalho Jr., 2008), que assim como outras espécies de loricarídeos, habitam especificamente estes ambientes (Medeiros, 2014).

Sabaj-Peréz (2015) afirma que no caso da usina hidrelétrica de Belo Monte, não ocorrerá a perda apenas de um ponto no mapa. Espera-se que irreversivelmente, se perca as extensas corredeiras, ambientes de canais profundos e pulsos de inundação que são extremamente variáveis e contribuem para a extraordinária complexidade física e sazonal do rio Xingu, bem como sua excepcional diversidade de espécies. Levando em consideração o atual cenário de investimento em empreendimentos hidrelétricos nos rios da Amazônia brasileira, pode-se afirmar que as espécies de peixes que são diretamente dependentes de ambientes de corredeiras estão altamente ameaçadas (Chamon & Rapp

Py-Daniel, 2014). Este estudo ressalta a importância de estabelecer estratégias de conservação e manutenção da ictiofauna do médio rio Xingu, bem como manter a integridade dos majestosos rios amazônicos.

### **Agradecimentos**

Agradecemos ao apoio dos integrantes do Laboratório de Ictiologia de Altamira que contribuíram diretamente nas expedições de monitoramento da ictiofauna no âmbito do Plano Básico Ambiental da construção da UHE Belo Monte, bem como coletas adicionais propiciadas pelo projeto CNPq Universal processo 486376/2013-3.

### **Referências Bibliográficas**

- Anderson, M. J. 2001. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecology*, 26:32-46
- Anderson, M. J, R. N. GORLEY, K. R. CLARKE. 2008. PERMANOVA + for PRIMER: Guide to software and statistical methods. PRIMER-E, Plymouth, UK.
- Agostinho, A. A, F. M. Pelicice & L. C. Gomes. 2008. Dams and the fish fauna of the Neotropical region: impacts and management related to diversity and fisheries. *Brazilian Journal of Biology*, 68: 1119-1132.
- Agostinho, A. A, H. F. Julio Jr. & J. R. Borghetti. 1992. Considerações sobre os impactos dos represamentos na ictiofauna e medidas para sua atenuação. Um estudo de caso: Reservatório de ITAIPU. *Revista Unimar*, 14: 89–107.
- Agostinho, A. A, H. F. Julio Jr., L. C. Gomes, L. M. Bini & C. S. Agostinho. 1997. Composição, abundância e distribuição espaço-temporal da ictiofauna. Pp. 179-208. In: *A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos*. Editora da Universidade Estadual de Maringá.
- Allan, J. D. & M. M. Castillo. 2007. *Stream ecology: structure and function of running waters*. Springer, 436p.
- Araujo-Lima, C. A. R. M, L. F. Jiménez, P. C. Eterovick, U. Mendoza & A. Jerozolimnki. 1999. Relação entre o número de espécies de peixes, complexidade do hábitat e ordem do riacho nas cabeceiras de um tributário do rio Urubu, Amazônia Central. *Acta Limnológica Brasiliensia*, 11: 127-135.
- Barbosa, T. A. P, L. N. Benone, T. O. R. Begot, A. Gonçalves, L. Sousa, T. Giarrizzo, L. Juen & L. F. A. Montag. 2015. Effect of waterfalls and the flood pulse on the structure of fish assemblages of the middle Xingu River in the eastern Amazon basin. *Brazilian Journal of Biology*, 75: 78-94.



- Barreto, A. P. & J. M. R. Aranha. 2005. Assembleia de peixes de um riacho da Floresta Atlântica: composição e distribuição espacial (Guaraqueçaba, Paraná, Brasil). *Acta Scientiarum - Biological Sciences*, 27: 153–160.
- Beukers, J. S. & G. P. Jones. 1997. Habitat complexity modifies the impact of piscivores on a coral reef fish population. *Oecologia*, 114: 50–59.
- Camargo, M, H. G. Junior & L. H. R. Py-Daniel. 2012. *Acaris ornamentais do médio rio Xingu*. Belém, 177 p.
- Camargo, M, T. Giarrizzo & V. Isaac. 2004. Review of the Geographic Distribution of Fish Fauna of the Xingu River Basin, Brazil. *Ecotropica*. Society for tropical Ecology, 10: 123-147.
- Camargo, M. & R. Ghilardi. 2009. *Entre a terra, as águas e os pescadores do médio rio Xingu: uma abordagem ecológica*. Belém, 216p.
- Carvalho-Junior, J. M. 2008. *A composição e distribuição da ictiofauna de interesse ornamental no Estado do Pará*. Unpublished Ph. D. Dissertation, Universidade Federal do Pará, Belém, 99p.
- Cecilio, E. B, A. A. Agostinho, H. F. Júlio Jr. & C. S. Pavanelli. 1997. Colonização ictiofaunística do reservatório de Itaipu e áreas adjacentes. *Revista Brasileira de Zoologia*, 14: 1-14.
- Cesar, F. B. 2004. *Idade, crescimento e uso do habitat das espécies *Stegastes rocasensis*, no Atol das Rocas e *Stegastes sanctipauli*, no arquipélago de São Pedro e São Paulo*. Unpublished Ph. D. Dissertation, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 91p.
- Chamon, C. C. & L. H. Rapp Py-Daniel. 2014. Taxonomic revision of *Spectracanthicus* Nijssen & Isbrücker (Loricariidae: Hypostominae: Ancistrini), with description of three new species. *Neotropical Ichthyology*, 12: 1-25.
- Clarke, K.R. & R. N. Gorley. 2015. *PRIMER v7: User Manual/Tutorial*. PRIMER-E, Plymouth UK, 91p.
- Colwell, R.K. *EstimateS Win 8.20: Statistical estimation of species richness and shared species from samples*. Software e Guia do Usuário. 2009.
- Ferreira, C. D. P. & L. Casatti. 2006. Influência da estrutura do hábitat sobre a ictiofauna de um riacho em uma micro-bacia de pastagem, São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 23: 642–651.
- Graham, N. A. J. & K. L. Nash. 2013. The importance of structural complexity in coral reef ecosystems. *Coral Reefs*, 32:315–326.
- Gratwicke, B. & M. R. Speight. 2005. The relationship between fish species richness, abundance and habitat complexity in a range of shallow tropical marine habitats. *Journal of Fish Biology*, 66: 650-667.

- Guimarães, A. T. B., M. S. de Menezes & A. C. Peret. 2010. Composição da ictiofauna em função da fisiografia de um riacho costeiro de Floresta Atlântica - Brasil. *Biota Neotropica*, 10: 57–65.
- Guimarães, A. T. B. 2009. Estrutura e funcionamento de um riacho costeiro de floresta atlântica: avaliação física, química e da composição da ictiofauna. Unpublished Ph. D. Dissertation, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 95p.
- Harborne, A. R., P. J. Mumby & R. Ferrari. 2012. The effectiveness of different meso-scale rugosity metrics for predicting intra-habitat variation in coral-reef fish assemblages. *Environmental Biology of Fishes*, 94: 431–442.
- Harriott, V. J., S. D. A. Smith & P. L. Harrison. 1994. Patterns of coral community structure of subtropical reefs in the Solitary Islands Marine Reserve, Eastern Australia. *Marine Ecology Progress Series*, 109: 67-76.
- Kruskal, J. B.; Wish, M. 1978. *Multidimensional Scaling. Paper Series on Quantitative Applications in the Social Sciences*. Sage Publications, Sage University Newbury Park, v.11.
- Leal, C. G. 2009. Uso de Atributos Ecomorfológicos e Seleção de Habitat para a Caracterização de Espécies e Comunidades de Peixes na Bacia do Rio das Velhas, MG. Unpublished Ph. D. Dissertation, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 146p.
- Luckhurst, B. E. & K. Luckhurst. 1978. Analysis of the Influence of Substrate Variables on Coral Reef Fish Communities. *Marine Biology*, 323: 317–323.
- McConnell, R. H. L. 1999. *Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais*. São Paulo: Edusp, 536 p.
- McArdle, B. H. and M. J. Anderson. 2001. Fitting multivariate models to community data: A comment on distance-based redundancy analysis. *Ecology*, 82: 290–297.
- Medeiros, L. A. 2014. Citogenética comparativa de *Baryancistrus Xanthellus* Rapp Py-Daniel, Zuanon e De Oliveira, 2011 (Loricariidae, Ancistrini) de diferentes localidades da porção média do rio Xingu, Altamira, Pará. Unpublished Ph. D. Dissertation, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 68p.
- Medeiros, P. R. 2011. Distribuição e uso de habitat por peixes recifais e sua relação com a complexidade ambiental no arquipélago Fernando de Noronha, Nordeste do Brasil. Unpublished Ph. D. Thesis, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 195p.
- Neely, K. L. 2008. Influence of Substrate on Coral Reef Fish Communities. Unpublished Ph. D. Dissertation, Escola de Pós-Graduação da Universidade de Duke, 115p.
- Oliveira, E. F. & E. Goulart. 2000. Distribuição espacial de peixes em ambientes lênticos: interação de fatores. *Acta Scientiarum*, 22: 445–453.

- Ostrander, G. K., K. M. Armstrong, E. T. Knobbe, D. Gerace & E. P. Scully. 2000. Rapid transition in the structure of a coral reef community: The effects of coral bleaching and physical disturbance. *Ecology*, 97: 5297-5302.
- Perkol-Finkel, S., N. Shashar & Y. Benayahu. 2006. Can artificial reefs mimic natural reef communities? The roles of structural features and age. *Marine Environmental Research* 61: 121–135.
- Rapp Py-Daniel, L. H., J. Zuanon & R. R. Oliveira. 2011. Two new ornamental loriciid catfishes of *Baryancistrus* from rio Xingu drainage (Siluriformes: Hypostominae). *Neotropical Ichthyology*, 9:241-252.
- Rocha, D. F. 2010. Composição e distribuição espaço-temporal da taxocenose íctica e os impactos da abertura de barra sobre sua estrutura, na Lagoa de Iquipari, Norte do Estado do Rio de Janeiro. Unpublished Ph. D. Dissertation, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Campos do Goytacazes, Rio de Janeiro, 77p.
- Sabaj Pérez, M. H. 2015. Where the Xingu Bends and Will Soon Break. *American Scientist*, 103: 395–403.
- Santos, G. M. & A. B. Oliveira. 1999. A pesca no reservatório da hidrelétrica de Balbina (Amazonas, Brasil). *Acta. Amazônica*, 29: 145-163.
- Sawakuchi, A. O., G. A. Hartmann, H. O. Sawakuchi, F. N. Pupim, D. J. Bertassoli, M. Parra, J. L. Antina, L. M. Sousa, M. H. Sabaj Pérez, P. E. Oliveira, R. A. Santos, J. F. Savian, C. H. Grohmann, V. B. Medeiros, M. M. Mcglue, D. C. Bicudo & S. B. Faustino. 2015. The Volta Grande do Xingu: Reconstruction of past environments and forecasting of future scenarios of a unique Amazonian fluvial landscape. *Scientific Drilling*, 20: 1–12.
- Silva, J. C., É. A. Gubiani, P. A. Piana & R. L. Delariva. 2016. Effects of a small natural barrier on the spatial distribution of the fish assemblage in the Verde River, Upper Paraná River Basin, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 30: 1–13.
- Silveira, M. 2010. Relações entre Complexidade de Habitat e Comunidade de Peixes de Costão Rochoso. 2010. Unpublished Ph. D. Dissertation, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 86p.
- Statsoft Inc. *Statistica* (data analysis software system), version 8.0, 2006.
- Súarez, Y. R. 2008. Variação espacial e temporal na diversidade e composição de espécies de peixes em riachos da bacia do Rio Ivinhema, Alto Rio Paraná. *Biota Neotropica*, 8: 197-204.
- Winemiller, K. O. 1996. Dynamic diversity in fish assemblages o tropical rivers. Pp. 99-132. In: *All Rights of Reproduction in Any Form Reserved. Long-Term Studie, of Yertebrate Communitie*. By Academic Pres. Texas.
- Zuanon, J. 2010. Diversidade de peixes nas corredeiras. *Boletim Sociedade Brasileira de Ictiologia*, 98: 20p.

Zuanon, J. A. S. 1999. História natural da ictiofauna de corredeiras do rio Xingu, na região de Altamira, Pará. Unpublished Ph. D. Dissertation, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 220p.

## **Lista de Tabelas**

**Tabela 1.** Caracterização fisiogeográfica das corredeiras da região da volta grande do rio Xingu, no período de seca.

**Tabela 2.** Abundância das espécies da família Loricariidae nos sítios de coleta.

**Tabela 3.** Teste Tukey para comparação a posteriori da abundância. HSD test; variable AbLog (ANOVA) approximate probabilities for post hoc tests error: Between MS = .12192, df = 45.000. \*Negrito valores significativos.

**Tabela 4.** Resultado da modelagem linear com base na distância (DISTLM) das variáveis preditivas para descrever a variação a composição das espécies de peixes da família Loricariidae.

**Tabela 1.** Caracterização fisiogeográfica das corredeiras da região da volta grande do rio Xingu, no período de seca.

<b>Sítio</b>	<b>Denominação</b>	<b>Veloc. (m/s)*</b>	<b>Correnteza</b>	<b>Prof.(m)*</b>	<b>Rug.(m)*</b>	<b>Subtrato</b>
IC01	Iriri	0.50 ± 0.05	Moderada	0.82 ± 0.27	0.85 ± 0.05	Blocos rochosos grandes, gorgulho e areia
IC02	Boa Esperança	0.24 ± 0.02	Lenta	0.65 ± 0.12	0.88 ± 0.01	Mocororô e areia.
IC03	Gorgulho da Rita	0.36 ± 0.06	Moderada	1.02 ± 0.27	0.85 ± 0.09	Mocororô e areia
IC04	Cotovelo	0.34 ± 0.23	Moderada	0.71 ± 0.19	0.81 ± 0.06	Blocos rochosos médios e laje
IC05	Ilha da Fazenda	0.49 ± 0.10	Moderada	1.03 ± 0.40	0.80 ± 0.07	Laje e blocos rochosos médios
IC06	Jericoá	0.49 ± 0.15	Moderada	0.99 ± 0.40	0.71 ± 0.08	Mocororô, blocos rochosos médios e laje
IC07	Belo Monte	0.38 ± 0.16	Moderada	1.40 ± 0.58	0.70 ± 0.09	Blocos rochosos grandes e médios
IC11	Pariaxá	0.55 ± 0.10	Rápida	0.98 ± 0.15	0.81 ± 0.07	Blocos rochosos pequenos, gorgulho e blocos médios
IC12	Seca Farinha	0.41 ± 0.13	Moderada	0.64 ± 0.19	0.85 ± 0.02	Blocos rochosos pequenos, grandes e gorgulho
<b>(*) média e desvio padrão</b>						

**Tabela 2.** Abundância das espécies da família Loricariidae nos sítios de coleta.

<b>TAXON</b>	<b>IC01</b>	<b>IC02</b>	<b>IC03</b>	<b>IC04</b>	<b>IC05</b>	<b>IC06</b>	<b>IC07</b>	<b>IC11</b>	<b>IC12</b>	<b>Total Geral</b>
<i>Ancistrus ranunculus</i>	2			12	19	5	57			95
<i>Ancistrus</i> sp. "baixo"						1				4
<i>Ancistrus</i> sp. "mariscadinho"	1									1
<i>Ancistrus</i> sp. "pinta"	2	4			1			4	2	13
<i>Baryancistrus</i> aff. <i>niveatus</i>	6	3				1		10		20
<i>Baryancistrus chrysolomus</i>					1					1
<i>Baryancistrus</i> sp. "verde"						1	103			104
<i>Baryancistrus xanthellus</i>	83		1	23	25	62		12	28	244
<i>Hopliancistrus</i> sp. "mancha"								19	23	42
<i>Hopliancistrus</i> sp. "pinta"	1	1				2				4
<i>Hypancistrus</i> sp. "pão"							2			2
<i>Hypostomus</i> gr. <i>chochliodon</i>								1	9	10
<i>Leporacanthicus heterodon</i>					6	5	5			16
<i>Loricaria birindellii</i>								1		1
<i>Panaque armbrusteri</i>						2				2
<i>Parancistrus aurantiacus</i>	109	4	1							114
<i>Parancistrus nudiventris</i>				6	34	1				53
<i>Peckoltia</i> cf. <i>cavatica</i>								50	31	81
<i>Peckoltia feldbergae</i>	48	29	17							94
<i>Peckoltia sabaji</i>	1							9		10
<i>Peckoltia vittata</i>		1						1		2
<i>Pseudancistrus asurini</i>	6	1		1	5	4	15	7	1	40
<i>Scobinancistrus aureatus</i>		6	3							9
<i>Scobinancistrus pariolispos</i>	1				2					3
<i>Scobinancistrus</i> sp. "tubarão"		11	1							12
<i>Spatuloricaria tuiira</i>		23					2	3		29
<i>Spectracanthicus punctatissimus</i> "bola"	4	112	61	6	9	5	14	12	2	251
<i>Spectracanthicus punctatissimus</i> "pinta"	47	8	6	3	1	2		2		71
<i>Spectracanthicus zuanoni</i>	54	20	12	36	17	14	4	24	7	219
<b>Abundância por sítio</b>	<b>365</b>	<b>223</b>	<b>102</b>	<b>87</b>	<b>120</b>	<b>105</b>	<b>202</b>	<b>155</b>	<b>103</b>	<b>1547</b>
<b>Espécies por sítio</b>	<b>14</b>	<b>13</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>11</b>	<b>13</b>	<b>8</b>	<b>14</b>	<b>8</b>	

**Tabela 3.** Teste Tukey para comparação a posteriori da abundância. HSD test; variable AbLog (ANOVA) approximate probabilities for post hoc tests error: Between MS = .12192, df = 45.000. \*Negrito valores significativos.

SITIO	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}
IC01		0.293342	<b>0.000145</b>	<b>0.000143</b>	<b>0.000156</b>	<b>0.000144</b>	0.075475	<b>0.001575</b>	<b>0.000144</b>
IC02	<b>0.293342</b>		<b>0.011524</b>	<b>0.000620</b>	<b>0.035140</b>	<b>0.006710</b>	0.999110	0.508570	<b>0.008454</b>
IC03	<b>0.000145</b>	<b>0.011524</b>		0.981297	0.999974	1.000000	0.065071	0.717653	1.000000
IC04	<b>0.000143</b>	<b>0.000620</b>	0.981297		0.877349	0.995065	<b>0.003995</b>	0.153940	0.990904
IC05	<b>0.000156</b>	<b>0.035140</b>	0.999974	0.877349		0.999545	0.163503	0.916367	0.999843
IC06	<b>0.000144</b>	<b>0.006710</b>	1.000000	0.995065	0.999545		<b>0.040677</b>	0.596203	1.000000
IC07	0.075475	0.999110	0.065071	<b>0.003995</b>	0.163503	<b>0.040677</b>		0.889036	<b>0.049782</b>
IC11	<b>0.001575</b>	0.508570	0.717653	0.153940	0.916367	0.596203	0.889036		0.648644
IC12	<b>0.000144</b>	<b>0.008454</b>	1.000000	0.990904	0.999843	1.000000	<b>0.049782</b>	0.648644	

**Tabela 4.** Resultado da modelagem linear com base na distância (DISTLM) das variáveis preditivas para descrever a variação a composição das espécies de peixes da família Loricariidae.

VARIÁVEL	R <sup>2</sup>	SS(trace)	Pseudo-F	P	Prop.	Cumul.
MOCORORO (%)	0,096597	33103	11,013	0,001	9,6597	9,6597
GORGULHO (%)	0,17069	25390	9,1124	0,001	7,4088	17,069
LAJE (%)	0,22028	16995	6,4237	0,001	4,9591	22,028
VELOC. CORR (m/s)	0,26444	15134	6,0037	0,001	4,4161	26,444
BLOCOS MÉDIOS (%)	0,29695	11141	4,578	0,001	3,2511	29,695
PROF.	0,32356	9121,1	3,856	0,001	2,6616	32,356
BLOCOS PEQUENOS (%)	0,34094	5954,5	2,5574	0,009	1,7376	34,094
AREIA (%)	0,3541	4509,1	1,9556	0,066	1,3158	35,41
BLOCOS GRANDES (%)	0,36571	3979,9	1,7394	0,102	1,1614	36,571
RUGOSIDADE	0,37331	2603,2	1,1394	0,334	0,75963	37,331



## Lista de Figuras

**Fig. 1.** Médio rio Xingu. Á montante do remanso do reservatório recentemente formado pela UHE Belo Monte, sítios Iriri (IC01) e Boa Esperança (IC02); acima de Altamira os sítios Gorgulho da Rita (IC03) e Cotovelo (IC04); na região da Volta Grande os sítios Ilha da Fazenda (IC05) e Jericoá (IC06); à jusante do rio desde a cachoeira de Itamaracá até 10 Km a jusante de Vitória do Xingu, sítio Belo Monte (IC07); no rio Bacajá os sítios Pariaxá (IC11) e Seca Farinha (IC12). Mapa: Leandro Sousa.

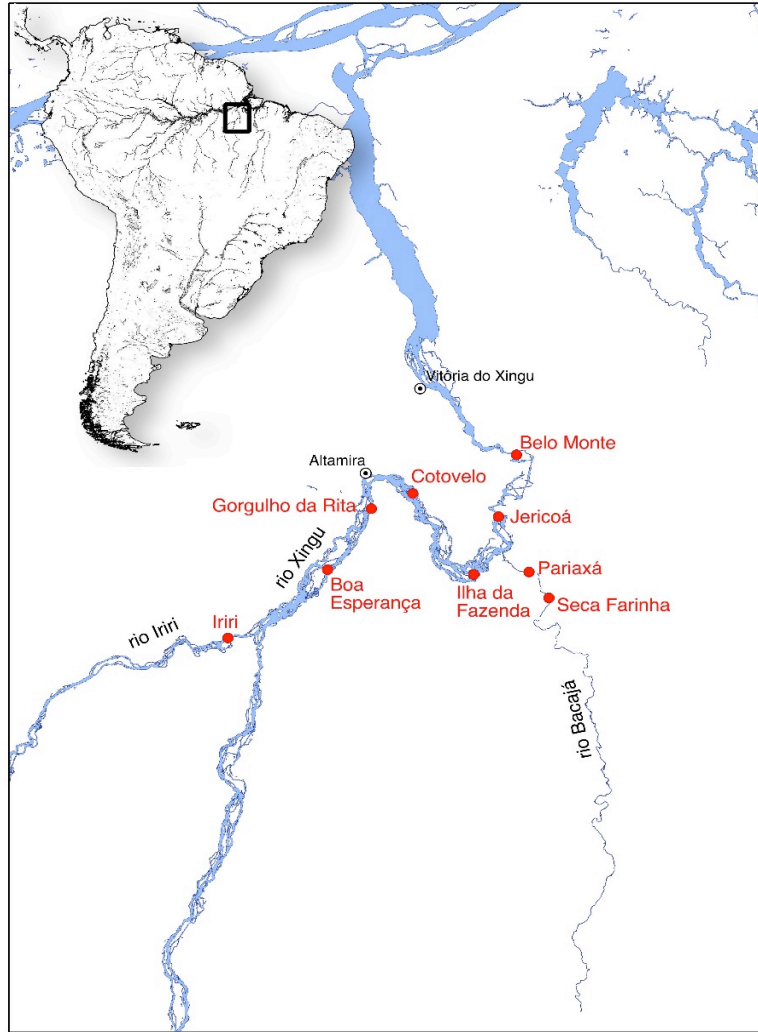
**Fig. 2.** Valor médio e desvio padrão da abundância de loricarídeos entre os sítios amostrados.

**Fig. 3.** Riqueza observada e estimada de Loricariidae nos sítios amostrados.

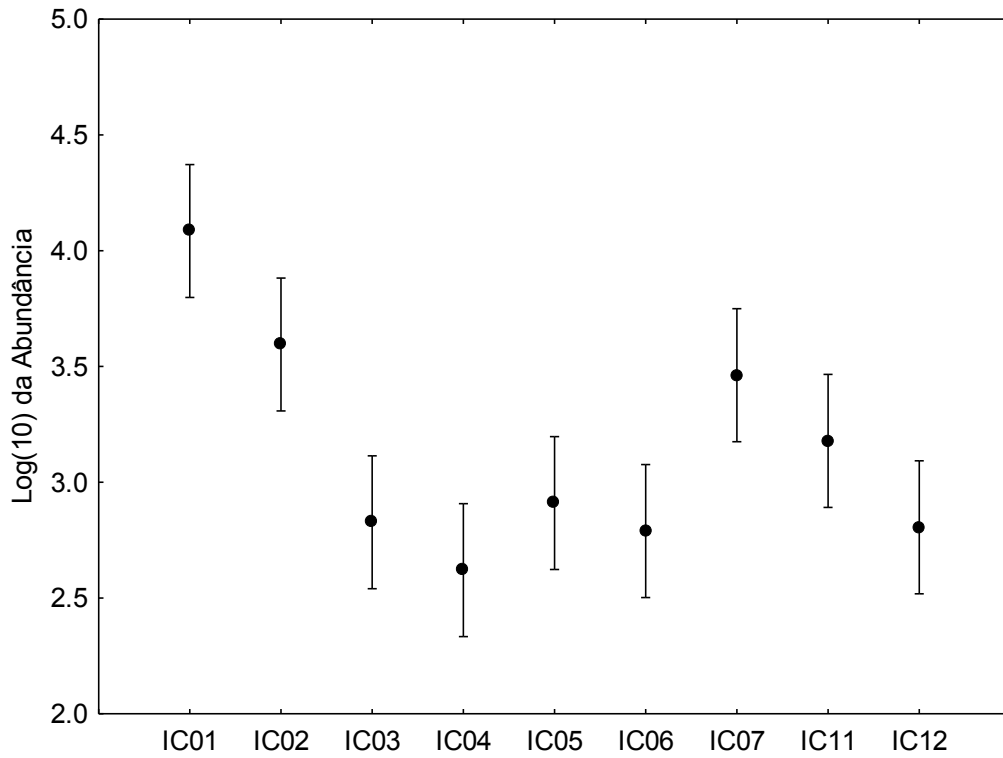
**Fig. 4.** Escalonamento multidimensional não métrico (MDS) a partir da abundância das espécies de peixes de loricarídeos.

**Fig. 5.** Mapa de calor apresentando a distribuição das espécies entre os nove sítios amostrados. O dendrograma superior agrupa os sítios amostrados baseada na composição. O dendrograma na esquerda agrupa as 12 espécies mais comuns e abundantes. A intensidade da cor das células representa altas abundâncias. Células em branco denotam a ausência de uma determinada espécie no sítio.

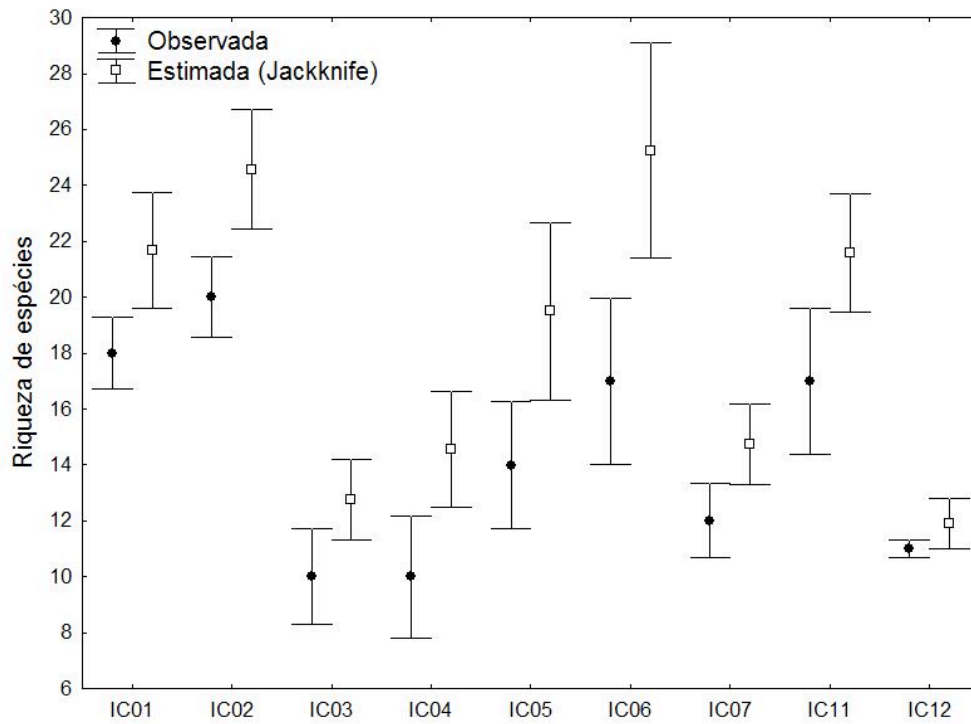
**Fig. 6.** Análise de componente principal (PCA) baseada nas variáveis ambientais das 108 amostras coletadas em nove sítios localizados ao longo do rio Xingu.



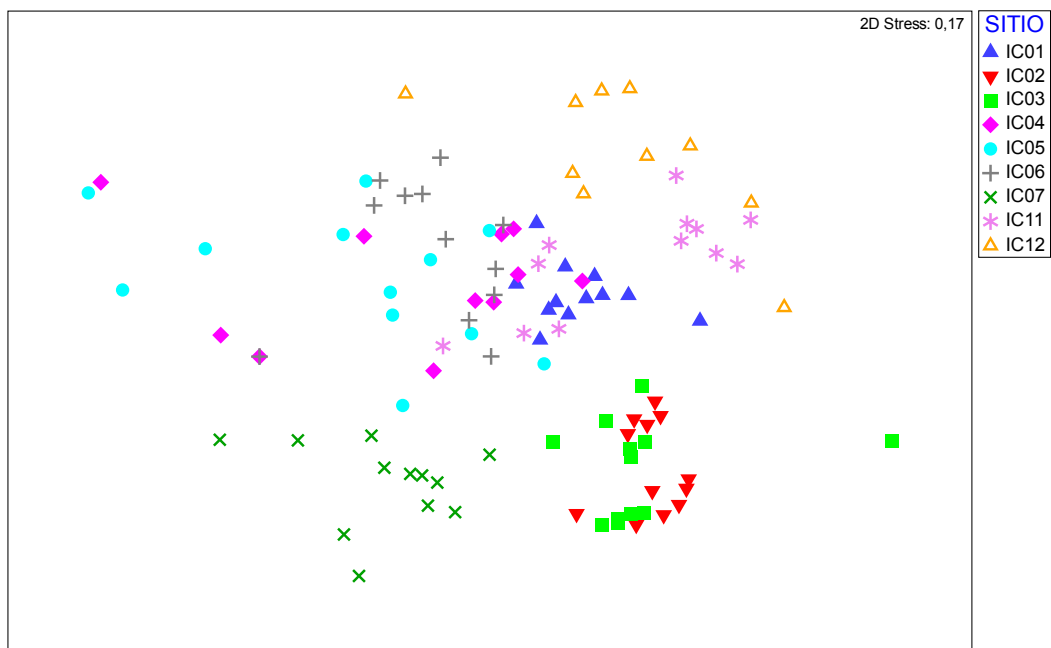
**Fig. 1.** Médio rio Xingu. À montante do remanso do reservatório recentemente formado pela UHE Belo Monte, sítios Iriri (IC01) e Boa Esperança (IC02); acima de Altamira os sítios Gorgulho da Rita (IC03) e Cotovelo (IC04); na região da Volta Grande os sítios Ilha da Fazenda (IC05) e Jericoá (IC06); à jusante do rio desde a cachoeira de Itamaracá até 10 Km a jusante de Vitória do Xingu, sítio Belo Monte (IC07); no rio Bacajá os sítios Pariaxá (IC11) e Seca Farinha (IC12). Mapa: Leandro Sousa.



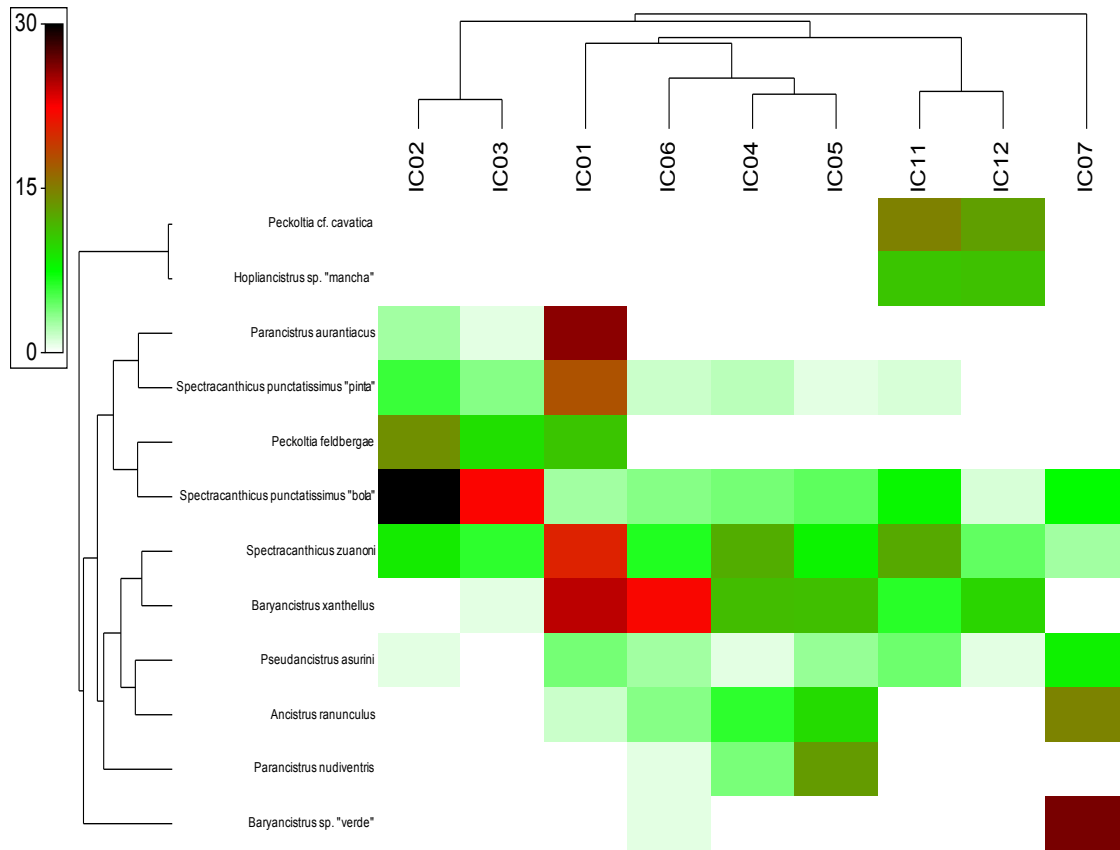
**Fig. 2.** Valor médio e desvio padrão da abundância de loricarídeos entre os sítios amostrados.



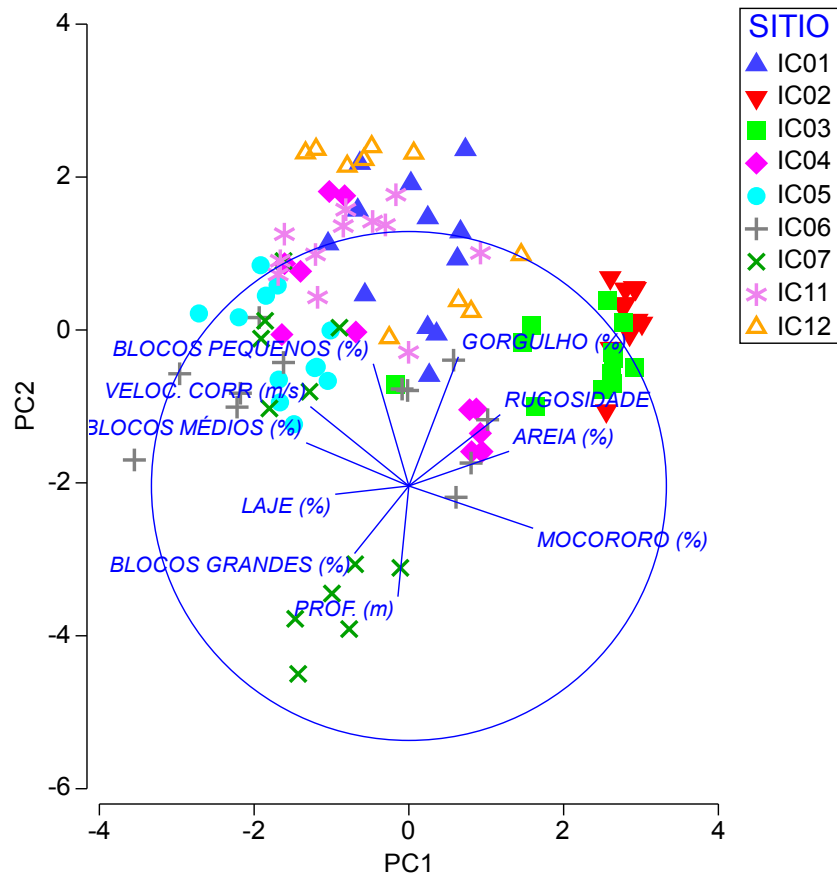
**Fig. 3.** Riqueza observada e estimada de Loricariidae nos sítios amostrados.



**Fig. 4.** Escalonamento multidimensional não métrico (MDS) a partir da abundância das espécies de peixes de loricarídeos.



**Fig. 5.** Mapa de calor apresentando a distribuição das espécies entre os nove sítios amostrados. O dendrograma superior agrupa os sítios amostrados baseada na composição. O dendrograma na esquerda agrupa as 12 espécies mais comuns e abundantes. A intensidade da cor das células representa altas abundâncias. Células em branco denotam a ausência de uma determinada espécie no sítio.



**Fig. 6.** Análise de componente principal (PCA) baseada nas variáveis ambientais das 108 amostras coletadas em nove sítios localizados ao longo do rio Xingu.

## **CONCLUSÃO GERAL**

O setor médio Rio Xingu apresenta alta heterogeneidade de habitats, com fisiografia distintas. Fator que permite a utilização de recursos e a ocupação espacial de forma diferenciada pelas espécies de loricarídeos.

A composição da ictiofauna das corredeiras com substrato rochoso variou significativamente entre os trechos amostrados. A abundância e riqueza de espécies de peixes não foi homogênea entres os sítios.

Considerando que os ambientes de corredeiras são essenciais na manutenção e estrutura de uma alta diversidade de espécies de peixes, principalmente para os loricarídeos, é necessário que tenhamos alternativas de estratégias bem definidas, para evitar que alterações ambientais comprometam a variabilidade ambiental não apenas do médio rio Xingu, mais de toda a diversidade de rios amazônicos que têm sofrido impactos irreversíveis decorrentes da implantação de empreendimentos hidrelétricos, ocasionando também a perda da rica ictiofauna presente nesse rios.