



**Universidade Federal do Oeste do Pará
Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação Tecnológica
Instituto de Ciências e Tecnologia das Águas
Programa de Pós-Graduação em Recursos Aquáticos Continentais
Amazônicos**

**ESTRUTURA DA ICTIOFAUNA EM IGARAPÉS DA
FLORESTA NACIONAL DO TAPAJÓS, PARÁ, BRASIL, EM DOIS
PERÍODOS DO CICLO SAZONAL**

ALBERTO CONCEIÇÃO FIGUEIRA DA SILVA

Santarém, Pará

Abril de 2018

ALBERTO CONCEIÇÃO FIGUEIRA DA SILVA

**ESTRUTURA DA ICTIOFAUNA EM IGARAPÉS DA
FLORESTA NACIONAL DO TAPAJÓS, PARÁ, BRASIL, EM DOIS
PERÍODOS DO CICLO SAZONAL**

ORIENTADOR: Dr. FRANK RAYNNER VASCONCELOS RIBEIRO

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Aquáticos Continentais Amazônicos, como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre em Recursos Aquáticos Continentais Amazônicos pela Universidade Federal do Oeste do Pará.

Santarém, Pará

Abril de 2018

FICHA CATALOGRÁFICA

**Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas – SIGI/UFOPA**

S586e Silva, Alberto Conceição Figueira da
Estrutura da ictiofauna em igarapés da Floresta Nacional do Tapajós,
Pará, Brasil, em dois períodos do ciclo sazonal. / Alberto Conceição Figueira
da Silva. – Santarém, 2018.
81 fls.: il.
Inclui bibliografias.

Orientador: Frank Raynner Vasconcelos Ribeiro
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Oeste do Pará, Pró-Rei-
toria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação Tecnológica, Instituto de Ciências
e Tecnologias das Águas, Programa de Pós-Graduação em Recursos Aquáticos
Continentais Amazônicos.

1. Região Neotropical. 2. Floresta Nacional do Tapajós. 3. Peixes. I. Ribeiro,
Frank Raynner Vasconcelos, *orient.* II. Título.

CDD: 23 ed. 639.9098115

Bibliotecária - Documentalista: Renata Ferreira – CRB/2 1440

SINOPSE:

Investigou-se a riqueza, abundância, diversidade, equitabilidade e variáveis que podem determinar a estrutura das assembleias de peixes em 22 igarapés da Floresta Nacional do Tapajós em dois períodos do ciclo sazonal (estiagem e chuvoso) e o efeito do fenômeno climático El Niño na estrutura fisiográfica e ictiofaunística desses igarapés.

Palavras-chave: Região Neotropical, Peixes, Sazonalidade.

FOLHA DE APROVAÇÃO

ALBERTO CONCEIÇÃO FIGUEIRA DA SILVA

ESTRUTURA DA ICTIOFAUNA EM IGARAPÉS DA FLORESTA NACIONAL DO TAPAJÓS, PARÁ, BRASIL, EM DOIS PERÍODOS DO CICLO SAZONAL

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Aquáticos Continentais Amazônicos, como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre em Recursos Aquáticos Continentais Amazônicos pela Universidade Federal do Oeste do Pará

Orientador: Prof. Dr Frank Rayner Vasconcelos Ribeiro
Universidade Federal do Oeste do Pará

Dr Jorge Ivan Rebelo Porto
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia

Profa. Dra. Amanda Frederico Mortati
Universidade Federal do Oeste do Pará

Prof. Dr. Edson Vargas Lopes
Universidade Federal do Oeste do Pará

*Ao meu falecido pai José Pereira e meu avô
Alberto Figueira da Silva, meus amores.*

AGRADECIMENTOS

À minha família, meus irmãos, meu Pai José Pereira, minha mãe Sirley Figueira, minha esposa Márcia Daniela e minha amada filha Melissa Peloso da Silva, meus grandes amores;

Ao amigo, Dr. Frank Ribeiro pelo apoio e confiança depositada no momento que aceitou a orientação;

Ao amigo, Fabio Carvalho pelo apoio e motivação de sempre.

Ao amigo, professor André Canto, parceiro, que sempre me aconselhou e ajudou nas identificações;

Aos amigos Carlison e Jordson que me apoiaram nas coletas de campo (etapa difícilíssima);

Aos colegas da coleção ictiológica da UFOPA, Tháís, Raianny, Dimara, Chaverinho e Hugo, que sempre tiveram o bom humor no trado diário.

A amiga Deise que ajudou nas análises de dados;

A todos os professores do Programa de Pós Graduação em Recursos Aquáticos Continentais Amazônicos (PPG- RACAM), pelos conhecimentos passados;

A Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA)/Instituto de Ciências e Tecnologia das Águas (ICTA) ao Programa de Pós- Graduação em Recursos Aquáticos Continentais Amazônicos (PPG-RACAM), pela oportunidade de cursar um mestrado de alto nível em um lugar tão privilegiado;

Ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – (ICMBio) pela autorização de entrada na FLONA e licença de coleta concedida;

Aos que me ajudaram direta ou indiretamente para a realização desse trabalho e não foram citados aqui, minhas desculpas e meu muito obrigado.

“O homem roubado, que sorri, rouba alguma coisa do ladrão.”

Shakespeare, William, 1835.

RESUMO

Os peixes constituem o grupo mais especioso entre os Craniata, compreendendo cerca da metade de vertebrados conhecidas no mundo. No que tange a peixes de água doce a maior diversidade encontra-se na região Neotropical, que abrange, dentre outras regiões, a bacia amazônica detentora de gigantesca rede de pequenos riachos, chamados regionalmente de igarapés, responsáveis por grande parte dessa biodiversidade ictia. As águas desses igarapés são relativamente ácidas, pobres em sais minerais e com baixa concentração de cálcio e magnésio. Esses igarapés, sobretudo quanto de menor ordem e em terra firme e/ou de cabeceiras, normalmente têm seus cursos cobertos pelo dossel tornando sua fauna dependente da floresta adjacente. Neste estudo objetivou-se conhecer a estruturada das assembleias de peixes em igarapés da Floresta Nacional do Tapajós em dois períodos do ciclo sazonal, e também avaliar os efeitos do fenômeno climático El Niño na fisiografia e na ictiofauna desses igarapés. Para o primeiro objetivo foram feitas coletas em dois períodos distintos, o primeiro na estiagem, (de setembro a novembro de 2015), e o segundo, no período chuvoso, (de março a maio de 2016). Para o segundo objetivos foram analisadas amostragens de variáveis ambientais e de ictiofauna da estiagem do ano de 2013 e das coletas recentes de das estiagens de 2015. Os peixes foram coletados com redes de arrasto e peneiras em 22 igarapés de 1ª a 3ª ordem. No período da estiagem 2.431 indivíduos distribuídos em 92 espécies foram coletados, enquanto que no período chuvoso foram coletados 1.077 indivíduos compondo 67 espécies. Os 3.517 indivíduos estão distribuídos em 105 espécies que compõem em 27 famílias e seis ordens. As maiores riquezas ficaram nas famílias Characidae, Cichlidae e Loricariidae. Os resultados mostraram que não houve diferenças quanto à composição nos diferentes períodos amostrados. Quanto à riqueza e abundância, houve diferenças significativas. O conhecimento científico gerado através desse estudo poderá nortear futuras ações de manejo na unidade de conservação. Ações que subsidiarão desde a adequação do zoneamento da unidade para preservação de espécies raras ou endêmicas, até o manejo econômico de espécies para aquariofilia ou mergulho de observação.

ABSTRACT

Fish constitute the most speciose group among the Craniata, comprising about half of vertebrates known in the world. With regard to freshwater fishes, the greatest diversity is found in the Neotropical region, which includes, among other regions, the Amazon basin, which has a gigantic network of small streams, called regionally streams, responsible for much of this biodiversity. The waters of these streams are relatively acidic, poor in mineral salts and with low concentration of calcium and magnesium. These streams, especially of smaller order and on land and / or headwaters, usually have their courses covered by the canopy making their fauna dependent on the adjacent forest. The objective of this study was to know the structure of the fish assemblages in streams of the streams National Forest in two periods of the seasonal cycle, as well as to evaluate the effects of the El Niño climate phenomenon on the physiography and ichthyofauna of these streams. For the first objective, collections were made in two distinct periods, the first in the dry season (from September to November 2015), and the second in the rainy season (March to May 2016). The second objective was to analyze samples of environmental and ichthyofauna variables from the drought of the year 2013 and from the recent drought surveys of 2015. The fish were collected with trawls and sieves in 22 1st and 3rd order streams. During the dry season, 2,452 individuals distributed in 96 species were collected. In the rainy season, 1,092 individuals were collected in 67 species. The 3,517 individuals are distributed in 105 species that compose in 27 families and six orders. The greatest richness was in the families Characidae, Cichlidae and Loricariidae. The results showed that there were no differences regarding composition in the different periods sampled. As for richness and abundance, there were significant differences. The scientific knowledge generated through this study may guide future management actions in the conservation unit. Actions that will subsidize from the adaptation of the zoning of the unit for the preservation of rare or endemic species, to the economic management of species for aquarium or observation dive.

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 01

- Tabela 01.** Relação e localização dos igarapés amostrados na Floresta Nacional do Tapajós, Pará, Brasil. 24
- Tabela 02.** Valores das variáveis ambientais em trechos de 22 igarapés amostrados na Floresta Nacional do Tapajós, Pará, Brasil. E = Estiagem; C = Chuvoso 27
- Tabela 03.** Valores de riqueza, abundância, diversidade, equitabilidade dos igarapés amostrados quanto à ictiofauna da FLONA do Tapajós, Pará, Brasil, em dois períodos de amostragem. 29
- Tabela 04.** Correlação entre os descritores ecológicos de ictiofauna e as variáveis ambientais, no período da estiagem, em igarapés da Floresta Nacional do Tapajós, Pará, Brasil. Triângulo de cima são valores de (p) e o de baixo os valores de (r). Cond. = Condutividade; Temp. = Temperatura; OD = Oxigênio Dissolvido; Vel. = Velocidade; Larg. = Largura; Prof. = Profundidade; Riq. = Riqueza; Abund. = Abundância; Div. = Diversidade; Equit. = Equitabilidade. 31
- Tabela 05.** Correlação entre os descritores ecológicos de ictiofauna e variáveis ambientais, no período chuvoso, em igarapés na Floresta Nacional do Tapajós, Pará, Brasil. Triângulo superior são os valores de (p) e o triângulo de baixo os valores de (r). Cond. = Condutividade; Temp. = Temperatura; OD = Oxigênio Dissolvido; Vel. = Velocidade; Larg. = Largura; Prof. = Profundidade; Riq. = Riqueza; Abund. = Abundância; Div. = Diversidade; Equit. = Equitabilidade. 33
- Tabela 06.** Correlação entre os descritores ecológicos de ictiofauna e categorias de substrato, no período chuvoso, em igarapés na Floresta Nacional do Tapajós, Pará, Brasil. Triângulo superior são valores de (p) e o triângulo de baixo são valores de (r). Lit. = Liteira; Lit. Fina = Liteira Fina; Macrof. = Macrófita; Riq. = Riqueza; Abund. = Abundância; Div. = Diversidade; Equit. = Equitabilidade..... 33

CAPÍTULO 02

- Tabela 01.** Descritores ecológicos de ictiofauna amostrada em 22 igarapés da Floresta Nacional do Tapajós nos anos de 2013 e 2015. 54

LISTA DE FIGURAS

CAPITULO 01

- Figura 01.** Mapa de parte Estado Pará (PA), destacando os limites da Floresta Nacional do Tapajós, Pará, Brasil e os 22 sítios de amostragens 23
- Figura 02.** Temperatura da água nos 22 igarapés amostrados na Flona do Tapajós, na estiagem de 2015 e no período chuvoso de 2016.....26
- Figura 03.** Riqueza total estimada para espécies de peixes amostradas em trechos de 22 igarapés da Floresta Nacional do Tapajós, Pará, Brasil. 28
- Figura 04.** Riqueza de espécies de peixes em trechos amostrais de 22 igarapés da Floresta Nacional do Tapajós, Pará, Brasil, nos dois períodos de amostragem. IG = igarapé..... 30
- Figura 05.** Abundância de peixes em trechos amostrais de 22 igarapés da Floresta Nacional do Tapajós, Pará, Brasil, nos dois períodos de amostragem. IG = igarapé 30
- Figura 06.** Regressões entre variáveis ambientais e descritores de ictiofana no período de estiagem em trechos de 22 igarapés da Floresta Nacional do Tapajós, Pará, Brasil..... 32
- Figura 07.** Regressões entre descritores de ictiofana e variáveis ambientais no período chuvoso em trechos de 22 igarapés da Floresta Nacional do Tapajós, Pará, Brasil..... 34
- Figura 08.** Regressões entre descritores de ictiofana e substratos nas categorias de tronco e seixo, no período de chuvoso em trechos de 22 igarapés da Floresta Nacional do Tapajós, Pará, Brasil 35

CAPÍTULO 02

- Figura 01.** Mapa de parte Estado Pará (PA), destacando os limites da Floresta Nacional do Tapajós, Pará, Brasil e os 22 sítios de amostragens. 50
- Figura 02.** Acumulo de chuvas x normal climatológica na Floresta Nacional do Tapajós nos meses do ano de 2013 (figura A) e 2015 (Figura B) pela estação 82246 do município de Belterra, Pará, Brasil. Fonte CPTEC/INPE. 53
- Figura 03.** Variáveis ambientais que apresentaram mudanças significativas entre uma amostragem de El Nino (ano de 2013) e sem El Nino (ano de 2015) Floresta Nacional do Tapajós, Pará, Brasil. 53

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	- 14 -
2.1 Objetivo Geral	- 18 -
2.2 Objetivos específicos	- 18 -
ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO	- 19 -
CAPÍTULO 01. Da Silva, A. C. F, F. R. V. Ribeiro & A. L. C. Canto. Efeitos da sazonalidade na estrutura das assembleias de peixes em igarapés da Floresta Nacional do Tapajós, Pará, Brasil. Manuscrito formatado para a revista “ <i>Neotropical Ichthyology</i> ”	
Material e Método	23
Área de Estudo	23
Ictiofauna.....	27
Variação da ictiofauna em dois do ciclo sazonal.	29
Correlação das variáveis ambientais com a ictiofauna.....	31
Discussão.....	35
Variação das variáveis ambientais em dois períodos do ciclo sazonal	35
Variação da Ictiofauna em dois períodos sazonais.....	37
Correlações das variáveis ambientais com a ictiofauna.	38
Conclusões	40
Agradecimentos.....	41
Referências	42
CAPÍTULO 02. Da Silva, A. C. F, F. R. V. Ribeiro & A. L. C. Canto. Assembleia de peixes da Floresta Nacional do Tapajós sob influencia do Fenômeno Climático El Niño. Manuscrito formatado para a revista “ <i>Neotropical Ichthyology</i> ”	
Área de estudo.....	49
Análise de Dados.....	52
Resultados	52
Agradecimentos.....	57
Referências	58

Considerações finais.....	60
Referências (Introdução geral)	61
ANEXO: Instruções para publicação na revista Neotropical Ichthyology.	66
APÊNDICE A - Autorização do SISBio.....	73
APÊNDICE B - Certificado do comitê de ética da Universidade Federal do Oeste do Pará...	74
APÊNDICE C – Lista classifica das espécies de peixes.....	75

INTRODUÇÃO GERAL

Dentre todos os vertebrados no mundo os peixes constituem o grupo mais especioso, compreendendo cerca de 32 mil espécies dos 60 mil vertebrados conhecidos até então (Nelson, 2016), no entanto, o conhecimento do número exato de espécies válidas ainda é objetivo de muitos estudos. Sobre a diversidade de peixes, pesquisadores têm cronologicamente reconhecido números surpreendentes de espécies no grupo, Eschmeyer (2005) contabilizou 27.300 espécies válidas, enquanto Nelson (2006) propôs que esse número fosse superior a 28.000, estimando que possa alcançar 32.500 espécies. Já Lévêque *et al.* (2008) contabilizaram 29.000 e, mais recentemente, Nelson *et al.* (2016) contabilizaram 32.000 espécies distribuídas em 85 ordens e 536 famílias.

Os peixes de água doce possuem grande representatividade no número total da ictiofauna do planeta (Lévêque *et al.*, 2008; Nelson *et al.*, 2016). De acordo com Nelson *et al.* (2016) cerca de 14.000 espécies de peixes (ca. 43% do total) vivem em águas doces de lagos, rios e riachos, corpos d'água que cobrem aproximadamente 1% da superfície da terra, enquanto que cerca 18.000 espécies (ca. 57% do total) vivem em ambientes marinhos, que cobrem cerca de 70% da superfície terrestre. Grande parte dessa diversidade de peixes de água doce encontra-se na América do Sul, que possui de cerca de 5.160 (56%) espécies conhecidas, com estimativa final entre 8.000 e 9.000 espécies, visto o ritmo de descrições de aproximadamente 100 espécies por ano na última década (Reis, 2003; Reis *et al.*, 2016).

Na América do Sul ressalta-se a região hidrográfica Amazônica, que possui a maior bacia de drenagem do mundo, com cerca de 700.000 km² (Santos & Ferreira, 1999), é detentora da maior e mais diversificada ictiofauna dulcícola do mundo e abriga um elevado número de espécies de peixes desconhecidas e ainda por serem formalmente descritas (Böhlke *et al.*, 1978; Lowe-McConnell, 1999; Reis *et al.*, 2003; Reis *et al.*, 2016). Essa enorme riqueza de espécies pode estar relacionada a fatores climáticos, evolutivos e principalmente à presença de grandes sistemas hidrográficos bastante diversos entre si (Rosa & Lima, 2008). Além disso, a bacia Amazônica apresenta atualmente características físicas peculiares que contribuem para esse grande número de espécies como é caso da sua complexa e extremamente densa rede de pequenos riachos, denominados regionalmente de igarapés (Junk, 1983).

Considerando o elevado quantitativo de pequenos corpos d'água na bacia Amazônica, relativamente poucos estudos sobre a ictiofauna, habitando esses ambientes foram desenvolvidos até meados da década de 1990. Os primeiros estudos sobre a composição da ictiofauna de

igarapés da Amazônia brasileira foram realizados por Knöppel *et al.* (1968) e Knöppel (1970), baseados em coletas realizadas por E. J. Fittkau em 1967. Desde então, estudos sobre peixes em igarapés têm aumentado significativamente, principalmente na Amazônia Central (*e.g.* Kirovsky, 1998; Sabino e Zuanon, 1998; Bührnheim, 1999; Martins, 2000; Bührnheim & Cox-Fernandes, 2001) e especialmente nas últimas décadas, quando impulsionados pela disponibilização de ferramentas analíticas e, particularmente na Amazônia, pela criação do Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais (PDBFF/INPA), com o intuito de sanar lacunas de conhecimentos associada à fauna aquática dos igarapés. A partir de então estudos voltados ao entendimento de processos de colonização, composição, distribuição espacial, efeitos sazonais, história natural e principalmente a estrutura de assembleias de peixes tem sido conduzidos (*e.g.* Mortati, 2004; Mendonça *et al.*, 2005; Carvalho, 2008; Anjos & Zuanon, 2007; Espírito-Santo *et al.*, 2009; Valle, 2013; Silva-Oliveira *et al.*, 2016; Leitão *et al.*, 2016).

Nos estudos que abordam os aspectos sazonais, são destacados as regiões tropicais do planeta, onde a bacia Amazônica está inserida. Estas regiões estão submetidas a pequenas variações sazonais referentes à temperatura e fotoperíodo principalmente se comparadas aos ambientes de regiões temperadas. Por outro lado, variações sazonais decorrentes do regime de ventos e flutuações das chuvas proporcionam às regiões tropicais ambientes aquáticos altamente dinâmicos, disponibilizando uma grande variedade de habitats aos peixes (Junk *et al.*, 1989; Lowe-McConnell, 1999).

Um dos fatores importantes para o dinamismo dos ambientes aquáticos das regiões Tropicais são as anomalias climáticas. Essas regiões, especialmente as localizadas a norte da América do Sul são caracterizadas por precipitações chuvosas influenciadas diretamente por padrões associados ao ciclo do El Niño (Ropelewski & Halpert, 1987; Kayano & Moura, 1986; Marengo 1992). O El Niño é um fenômeno atmosférico-oceânico caracterizado por um aquecimento anormal das águas superficiais no Oceano Pacífico Tropical (Nery, 2005) que altera o clima regional e global, mudando os padrões de vento a nível mundial, afetando assim os regimes de chuva em regiões tropicais e de latitudes médias (INPE/CPTEC, 2017).

Portanto, no Brasil, em anos normais, sem influencia de fenômenos climáticos como o El Niño o regime de precipitação chuvosa ocorre com intensidade e em meses diferentes dependendo da região do território nacional. No estado do Pará (região norte do Brasil), segundo Moraes *et al.* (2005), o regime de precipitação é caracterizado por um período chuvoso (nos meses de dezembro a maio, com maior volume nos meses de fevereiro a abril), e um período menos chuvoso (estação seca) nos meses de junho a novembro. Como os igarapés de terra firme, em geral, não seguem a mesma tendência anual dos rios e lagos das planícies de inundação

(Walker, 1995), as flutuações da precipitação chuvosa geram uma variação no volume das águas desses igarapés, proporcionando pulsos de inundação em escala de tempo muito menor, mas com uma elevada frequência (Walker, 1995). Segundo Espirito – Santo *et al.*(2009), na presença das chuvas o volume d'água dos igarapés tende a aumentar consideravelmente, aumentando a turbidez da água, espalhando bancos de liteira em todo o leito. O volume de água dos igarapés volta ao estado inicial algumas horas após o término das chuvas.

Como características peculiares dos igarapés de terra firme, estudos pretéritos (Sioli, 1984; Walker, 1990) destacam que esses igarapés apresentam águas relativamente ácidas, pobres em sais minerais e com baixa concentração de cálcio e magnésio. Quanto à velocidade da correnteza, profundidade e substrato, estes corpos d'água geralmente possuem dois ambientes diferentes: um menos profundos, com correnteza mais acentuada e substrato composto principalmente por areia e seixos; e outro mais profundo, com menor correnteza e substrato geralmente constituído de liteira (Fittkau, 1967).

Igarapés de menor ordem e em terra firme normalmente têm seus leitos cobertos pelo dossel da floresta ripária ao longo do contínuo. A cobertura do dossel dificulta a penetração de luz e conseqüentemente a produção primária nesses sistemas aquáticos, tornando sua fauna tróficamente dependente do material alóctone advindo do sistema terrestre circundante, tais como flores, frutos, folhas e insetos (Goulding, 1980; Walker, 1991; Lowe-McConnell, 1999). Apesar da baixa produção primária, os igarapés abrigam um grande número de espécies de pequenos peixes, com registro quantitativo de até cinquenta espécies em um único trecho de 50m de igarapé (Sabino & Zuanon, 1998; Anjos & Zuanon, 2007), representados principalmente pelas ordens Characiformes, Siluriformes, Cichliformes, Gymnotiformes, Synbranchiformes e Cyprinodontiformes, sendo Characiformes a mais rica e abundante (Sabino & Zuanon, 1998; Espirito – Santo *et al.*,2009; Silva-Oliveira *et al.*, 2016).

Para a composição e estrutura dessas assembleias de peixes em igarapés de terra firme diversos fatores ambientais podem influenciar, citam-se as interações ecológicas como a predação e competição (Power, 1983; Harvey & Stewart, 1991); as condições abióticas como a morfologia do canal (largura, profundidade e declive), velocidade da corrente, tipo de substrato, tipo e quantidade de partículas em suspensão na água (Uieda & Barreto, 1999; Bührnheim & Cox-Fernandes, 2001; Suarez & Lima-Junior, 2009), parâmetros físico-químicos da água (Mendonça *et al.*, 2005), heterogeneidade de habitats (Caramaschi, 1986; Garutti, 1988; São Thiago, 1990; Peres Neto *et al.*, 1995; Uieda, 1995; Bührnheim, 2002) e fatores históricos como os sistemas de drenagem na qual essa ictiofauna está Silva-Oliveira *et al.* (2016),

Muitos desses fatores reconhecidamente estruturantes para a ictiofauna em igarapés de terra firme, sofrem efeitos diretos e/ou indiretos de atividades antrópicas, o que por vezes acaba suprimindo informações ambientais antes mesmo dos estudos serem realizados (Ferreira *et al.*, 2012), e dessa forma dificultando o entendimento de suas consequências para a fauna aquática. A falta de conhecimento sobre a comunidade ictíca é agravada pelo fato das amostragens não acompanharem o ritmo do desenvolvimento econômico regional (Pianka, 1978; Odum *et al.*, 1986; Lowe-McConnel, 1987), o que acarreta como consequência principal alterações do ambiente provocadas, entre outros fatores, por desmatamentos e construção de barragens, causando muitas das vezes a extinção local de espécies ou daquelas com distribuição restrita.

Nesse contexto, o estabelecimento de unidades de conservação tem sido uma das principais estratégias para conservação da biodiversidade a nível global (Mascia *et al.*, 2014). Com mais de 144 mil unidades espalhadas pelo mundo, cobrindo mais de 19 milhões de Km², mais de 12% da superfície da terra (Chape *et al.*, 2008) as unidades de conservação têm fornecido oportunidades para a realização de vários estudos sobre ictiofauna, com destaque para a região amazônica (*e. g.* Mendonça *et al.*, 2005; Espírito-Santo *et al.*, 2009; Kemenes & Forsberg, 2014; Silva-Oliveira *et al.*, 2016).

No Brasil a gestão dessas áreas, que abrange cerca de 20% do território nacional, (ICMBio, 2014) de grande relevância científica e socioambiental, principalmente no bioma Amazônico, onde parte considerável da biodiversidade é desconhecida (SISBio/ICMBio, 2016). Dessa forma, estudos ictiofaunísticos na Amazônia, em especial em unidades de conservação, fornecem informações básicas que podem subsidiar em diversos aspectos a conservação, gestão do território, desenvolvimento científico e desenvolvimento sustentável na região, ressaltando a importância de se conhecer como a ictiofauna estrutura-se em escalas temporais, assim como se comporta diante de extremas estiagens provocadas por anomalias climáticas.

Dentre as unidades de conservação destaca-se a Floresta Nacional do Tapajós, unidade federal mais pesquisada no Bioma Amazônia (SISBio, 2016), habitada por aproximadamente 4.000 moradores distribuídos em 726 famílias, das quais 12% se reconhecem como indígenas (Silva *et al.*, 2014) que poderão ser beneficiados com os conhecimentos científico gerado através deste estudo. Estes conhecimentos poderão nortear futuras ações de manejo na unidade de conservação. Ações que subsidiarão desde a adequação do zoneamento da unidade para preservação de espécies raras ou endêmicas bem como medidas protetivas para a manutenção dos igarapés, principalmente àqueles com características especiais associadas à ictiofauna.

OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

- Caracterizar a estrutura das assembleias de peixes em igarapés da Floresta Nacional do Tapajós, em dois períodos do ciclo sazonal amazônico.

2.2 Objetivos específicos

- Inventariar a ictiofauna em igarapés da Floresta Nacional do Tapajós;
- Analisar os efeitos da sazonalidade sobre variáveis ambientais em igarapés da Floresta Nacional do Tapajós.
- Caracterizar as assembleias de peixes em igarapés da Floresta Nacional do Tapajós quanto à riqueza, abundância, diversidade e equitabilidade;
- Avaliar o efeito da sazonalidade na composição, riqueza e abundância de peixes em igarapés da Floresta Nacional do Tapajós;
- Analisar as correlações entre as variáveis ambientais e descritores ecológicos (riqueza, diversidade, abundância e equitabilidade) em igarapés da Floresta Nacional do Tapajós;
- Analisar a influência do fenômeno climático El Niño nas variáveis ambientais de igarapés da Floresta Nacional do Tapajós;
- Avaliar a influência do fenômeno climático El Niño na composição e nos descritores das assembleias de peixes em igarapés da Floresta Nacional do Tapajós.

ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

Os resultados do presente estudo são apresentados em dois capítulos com diferentes abordagens e serão submetidos para revista científica *Neotropical Ichthyology*. Para facilitar a compreensão do conteúdo, salvo a lista de espécies, as imagens e tabelas foram inseridas no corpo do texto de cada capítulo, embora nas versões finais dos manuscritos a serem submetidos às revistas as imagens e tabelas sejam enviadas separadamente, conforme as normas da revista.

CAPÍTULO 01. Da Silva, A. C. F, F. R. V. Ribeiro & A. L. C. Canto. Efeitos da sazonalidade na estrutura das assembleias de peixes em igarapés da Floresta Nacional do Tapajós, Pará, Brasil. Manuscrito formatado para a revista “*Neotropical Ichthyology*”.

Efeitos da sazonalidade na estrutura das assembleias de peixes em igarapés da Floresta Nacional do Tapajós, Pará, Brasil

Alberto Conceição Figueira da Silva¹, Frank Raynner Vasconcelos Ribeiro^{1,2} e André Luiz Colares Canto².

A Floresta Nacional do Tapajós é uma unidade de conservação drenada por uma vasta rede de pequenos igarapés. Em 22 desses igarapés, de 1ª a 3ª ordem, além da ictiofauna, foram coletados dados referentes às variáveis ambientais (temperatura de água, oxigênio dissolvido, pH, condutividade elétrica, velocidade da correnteza, abertura de dossel, profundidade, substrato do canal e largura) que poderiam estruturar as assembleias de peixes. Foram realizadas amostragens em dois períodos do ciclo sazonal (período de estiagem de setembro a dezembro de 2015 e no período chuvoso de fevereiro a maio de 2016). Os peixes foram coletados com redes de arrasto e peneiras. No período de estiagem em 92 espécies foram coletados, já no período chuvoso foram coletadas 67 espécies. No total, 3517 indivíduos foram capturados e estão distribuídos em 105 espécies que compõem em 27 famílias e seis ordens. As maiores riquezas ficaram nas famílias Characidae, Cichlidae e Loricariidae. Não houve diferenças estatisticamente significativas quanto à composição de espécies entre os dois períodos amostrados. A Riqueza e abundância apresentaram diferenças significativas.

¹Programa de Pós-Graduação em Recursos Aquáticos Continentais Amazônicos (PPG-RACAM), Instituto de Ciências e Tecnologia das águas (ICTA), Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), Av. Mendonça Furtado, nº 2946 - Fátima, 68040-470, Santarém, Pará, Brasil. (ACFS) albertotucuman@gmail.com (autor correspondente), (FRVR) fraynner@yahoo.com.
²Coleção Ictiológica da Universidade Federal do Oeste do Pará, Av. Mendonça Furtado, nº 2946 - Fátima, 68040-470, Santarém, Pará, Brasil. cantoandre@gmail.com

The National Forest of Tapajós is a conservation unit drained by a vast network of small streams. In 22 of these streams, from 1st to 3rd order, in addition to the ichthyofauna, data were collected concerning environmental variables (water temperature, dissolved oxygen, pH, electrical conductivity, stream velocity, canopy opening, depth, channel substrate and width) That could structure the fish assemblies. Samplings were carried out in two periods of the seasonal cycle (drought period from September to December 2015 and in the rainy season from February to May 2016). The fish were collected with trawls and sieves. In the period of drought 96 species were collected, already in the rainy season 67 species were collected. In total, 3,543 individuals were captured and are distributed in 105 species that comprise in 27 families and six orders. The greatest riches were in the families Characidae, Cichlidae and Loricariidae. There were no significant differences in species composition between the two sampling periods. Wealth and abundance presented significant differences.

Keywords: Unidade de Conservação, sazonalidade, ictiofauna, igarapés.

Introdução

A variação sazonal é um dos fatores mais importantes que afeta a estrutura das comunidades de peixes (LOWE-MCCONNELL 1999). Ela influencia essas comunidades à medida que muda o volume d'água desses ambientes. Um dos agentes desse contexto ecológico é pulso de inundação, considerado um dos principais reguladores dos processos biológicos e ecológicos nos ambientes de rios e lagos da bacia amazônica, sobretudo aqueles sob influência direta de sua planície de inundação (Junk *et al.*, 1989; Junk & Wantzen, 2003).

Além do pulso de inundação, que afeta periodicamente rios e lagos (Junk, 1989) as variações sazonais causadas principalmente por flutuações da precipitação chuvosa, também influenciam, direta ou indiretamente, na estrutura de comunidades de peixes de riachos (Espírito-santo *et al.* 2016) principalmente de 1ª a 3ª ordem, conhecidos regionalmente como os igarapés, ambientes aquáticos aonde a dinâmica ainda é pouco compreendida.

Estudos indicam que esses corpos d'água menores não seguem a mesma tendência anual dos rios e lagos das planícies de inundação (Walker, 1995), portanto, as variações sazonais nesses ambientes, normalmente alteram significativamente as características físicas e químicas da água, como pH, condutividade, oxigênio dissolvido, fluxo e temperatura, o que é

determinante na estruturação da sua ictiofauna (Tejerina-Garro *et al.* 1998). Além disso, essas mudanças expandem e contraem sazonalmente os ambientes, regulando as comunidades aquáticas (Junk *et al.* 1989) e tornando estes ambientes muito dinâmicos e diversos em espécies.

Sobre a influência da sazonalidade na estrutura das assembleias de peixes na Amazônia ainda são poucos os estudos desenvolvidos, normalmente em pequena escala espacial e têm produzido resultados diferentes. Bührnheim & Cox-Fernandes (2001) na Amazônia Central (região Ocidental), não encontraram influência das estações chuvosa e seca na estrutura das assembleias de peixes. Por outro lado (Espírito-santo *et al.* 2016) destaca considerável tendência sazonal para a composição da ictiofauna em igarapés da Reserva Florestal Adolfo Ducke na mesma região.

Ressalta-se que embora os estudos estejam concentrados na Amazônia Central, nenhum deles explora a região da Amazônia Oriental (no estado do Pará), aonde as diferenças quanto a pressões pluviométricas, altitude e sistemas de drenagem podem diferir das regiões da Amazônia Ocidental.

Nesse sentido, o presente estudo foi desenvolvido com a finalidade de investigar efeitos da sazonalidade na ictiofauna dos igarapés da Floresta Nacional (Flona) do Tapajós, na região oeste do Pará, na Amazônia Central. Para isto comparamos parâmetros ecológicos das assembleias (i.e. riqueza e composição de espécies e abundância de indivíduos) entre o período de estiagem e o período chuvoso. Paralelamente foram analisadas variáveis ambientais correlacionadas com a ictiofauna em ambos os períodos.

Material e Método

Área de Estudo

A Flona do Tapajós, localizada a Oeste do estado do Pará (-3.187972, -55.030279) (Figura 1) ocupa uma área de aproximadamente 527.000 hectares, abrangendo os municípios de Aveiro, Belterra, Placas e Rurópolis (ICMBio, 2014). Na amplitude de seus mais de 500 mil hectares a vegetação predominante é ombrófila densa, com presença de espécies do gênero *Elterpe* características na mata ripária dos igarapés estudados. O relevo diversificado, com presença de áreas montanhosas e de planície de inundação, forma igarapés que drenam para duas bacias hidrográficas distintas: rio Curuá-Una e rio Cupari, além de afluentes diretos do rio Tapajós. Os igarapés amostrados (Fig.1, Tabela 1) possuem canais em sua maioria estreitos (<8 m) e rasos (<1 m) com substrato formado predominantemente por areia e cascalho. O clima da região é quente úmido com temperaturas médias, máximas e mínimas anuais que oscilam entre 25 e 26° C, 30 e 31°C e 21 e 23°C, respectivamente (Embrapa, 2000). A precipitação pluviométrica apresenta valores anuais oscilando em 1.301,5 mm em 2015 e 1.211,88 mm em 2016, com distribuição irregular, mostrando a ocorrência de dois períodos distintos – um chuvoso (de janeiro a junho) e um de estiagem (de julho a dezembro).

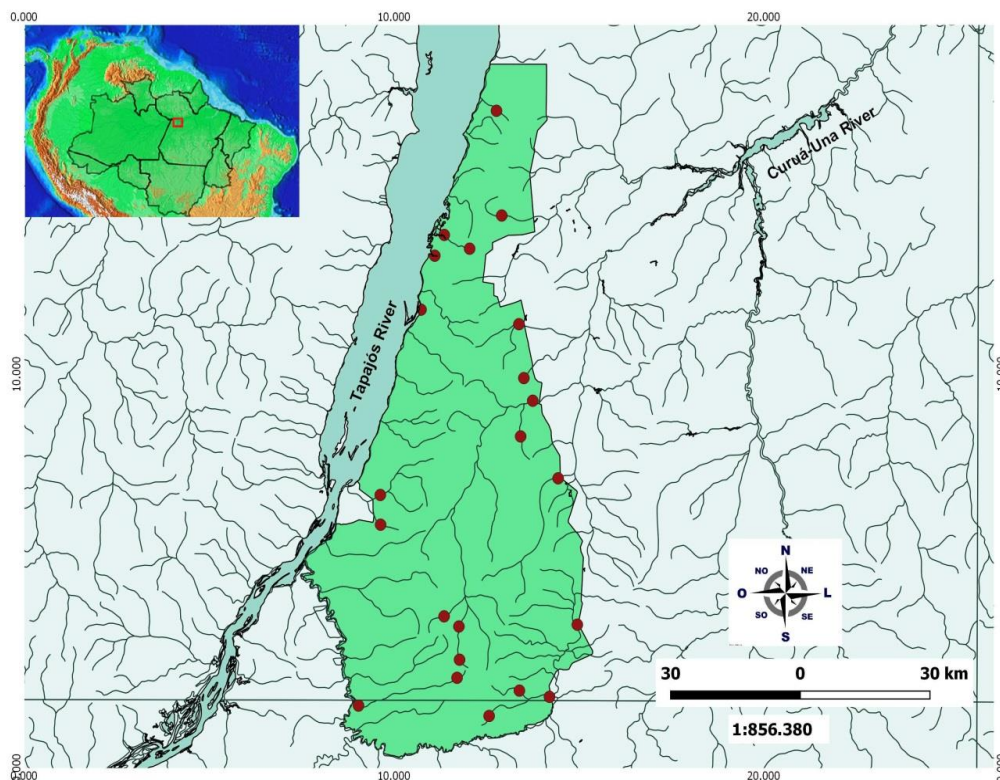


Figura 01. Mapa de parte Estado Pará (PA), destacando os limites da Floresta Nacional do Tapajós, Pará, Brasil e os 22 sítios de amostragens.

Tabela 01. Relação e localização dos igarapés amostrados na Floresta Nacional do Tapajós, Pará, Brasil.

Igarapés	Local	Ordem	Coordenadas
1	Ig. Km 85	1 ^a	03°02'50.9" S, 54°59'32.9" W
2	Ig. Sem nome	3 ^a	03°15'39.2" S, 54°57'22.7" W
3	Ig. Corredor ecológico	1 ^a	03°10'20.61" S, 55°98'35.8" W
4	Ig. Sem nome	1 ^a	03°07'8.54" S, 55°03'42.4" W
5	Ig. Km 117	1 ^a	03°23'26.2" S, 54°56'26.7" W
6	Ig. sem nome	2 ^a	03°25'57.0" S, 54°55'01.8" W
7	Ig. Do onça	3 ^a	03°33'48.9" S, 54°52'26.3" W
8	Ig. Água preta	1 ^a	03°59'34.5" S, 54°53'27.5" W
9	Ig. Sem nome	3 ^a	03°51'03.7" S, 54°50'00.0" W
10	Ig. Sem nome	1 ^a	03°29'02.1" S, 54°56'45.8" W
11	Ig. Açú	3 ^a	03°35'49.4" S, 55°14'39.6" W
12	Ig. Cachoeirinha	2 ^a	03°39'19.7" S, 55°14'37.1" W
13	Ig. Maguari	1 ^a	02°49'26.9" S, 55°00'40.6" W
14	Ig. Sem nome	3 ^a	03°59'04.3" S, 54°54'49.4" W
15	Ig. Sem nome	1 ^a	04°00'52.5" S, 55°03'24.1" W
16	Ig. Sem nome	2 ^a	04°01'11.6" S, 55°18'02.7" W
17	Ig. Sem nome	1 ^a	03°51'41.7" S, 55°05'49.7" W
18	Ig. Sem nome	1 ^a	03°53'47.6" S, 55°04'56.7" W
19	Ig. Sem nome	1 ^a	03°54'53.3" S, 55°04'04.6" W
20	Ig. Sem nome	1 ^a	03°57'21.5" S, 55°05'01.2" W
21	Ig. Sem nome	2 ^a	03°13'57.8" S, 55°09'36.9" W
22	Ig. Sem nome	1 ^a	03°07'44.8" S, 55°06'42.6" W

Protocolo de amostragem

As amostragens de campo ocorreram na estiagem de 2015 (de setembro a dezembro) e no período chuvoso de 2016 (de Fevereiro a maio) em 22 sítios amostrais em diferentes igarapés de 1^a a 3^a ordem (Figura 1; Tabela 01). As amostragens seguiram parcialmente o protocolo proposto por Mendonça *et al.* (2005), no qual cada sítio corresponde a um trecho de 50m de igarapé que foi bloqueado com redes de malhas finas (5 mm entre nós opostos). Depois de bloquear o trecho, com auxílio de um medidor multiparâmetro (Akso AK 88) foram registradas as variáveis ambientais - (pH), condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$), oxigênio dissolvido (mg/l^{-1}) e temperatura ($^{\circ}\text{C}$). Em seguida, dentro do trecho de 50m, foram delimitados quatro transectos equidistantes (0 m, 17 m, 34 m e 50 m), nos quais se realizou as medidas padronizadas das variáveis: **velocidade da correnteza (m/s)** com cinco repetições por transecto (estimada pelo registro de tempo em que um plástico flutuante de 30 mm de diâmetro levou à deriva em 1m a

jusante); **largura do canal** e **profundidade** (em metros). A composição do **substrato** foi obtida simultaneamente à tomada da profundidade. O substrato encontrado foi classificado em sete categorias: areia, argila, tronco, liteira, liteira fina, raiz e macrófitas.

Para calcular a abertura média de dossel (%) foram tiradas quatro fotografias do dossel em cada transecto, no leito do igarapé, obedecendo aos sentidos dos pontos cardeais (16 fotografias por sítio amostral) e utilizando o programa Adobe Photoshop®, as imagens foram submetidas à função threshold, que deixa as imagens monocromáticas, permitindo calcular a porcentagem de pixels brancos.

Amostragem da Ictiofauna

Tomada as variáveis ambientais, dois coletores realizaram coleta ativa dos peixes por um período de aproximadamente duas horas, utilizando redes de arrasto de tração manual e peneiras, ambas com malhas de 5 mm entre nós opostos. Os peixes foram anestesiados com solução de eugenol (óleo de cravo), fixados em formalina a 10% e posteriormente transferido para etanol a 70%. Após a contagem os animais foram identificados ao nível taxonômico mais baixo possível, para tanto, foram utilizadas chaves de identificação para os diferentes grupos (*e.g.* Géry, 1977; Kullander, 1986; Vari, 1992; Buckup, 1993; Mago-Leccia, 1994; Queiroz *et.al.*, 2013.), além de diagnoses de espécies recentemente descritas (*e.g.* Marinho e Langeani, 2010; Caires e Figueiredo, 2012).

Análise dos dados

Foi utilizado o **Test t-Studente** para verificar se houveram diferenças significativas **nas variáveis ambientais** entre os dois períodos do ciclo sazonal. As variáveis ambientais que não atenderam as premissas do Test t-Studente foram logaritmizadas. Para as variáveis que continuaram não apresentando uma distribuição normal, foi utilizada a análise não paramétrica de Mann-Whitney.

Para caracterizar as assembleias de peixes foram utilizados os seguintes descritores ecológicos: índice de **diversidade** (Shannon), equitabilidade (Pielou), **abundância e riqueza**. A riqueza total foi estimada através do estimador Jackknife1 (Heltshe & Forrester, 1983) com o auxílio do programa Estimate S 9.1.

Uma análise de dissimilaridade (Anosim) com índice de Bray-Curtis (abundância) e Jaccard (presença e ausência) foi utilizada para comparar a composição de espécies nos

diferentes períodos sazonais. Para avaliar diferenças na riqueza e abundância das espécies entre os dois períodos amostrados foram utilizados o Test t-Studente.

Para avaliar a correlação das **variáveis ambientais com a riqueza, abundância, diversidade e equitabilidade foi utilizada uma correlação Pearson**. Para as correlações significativas foram feitas análises de regressão. Todas as análises foram realizadas utilizando o software Past (Hammer *et al.*, 2001).

Resultados

O Test t-Studente pareado analisou as variáveis ambientais entre os períodos amostrados (Tabela 02) e demonstrou diferenças estatisticamente significativas na temperatura da água ($t=4,10$ e $p=0,0006$) (**Figura 02**)

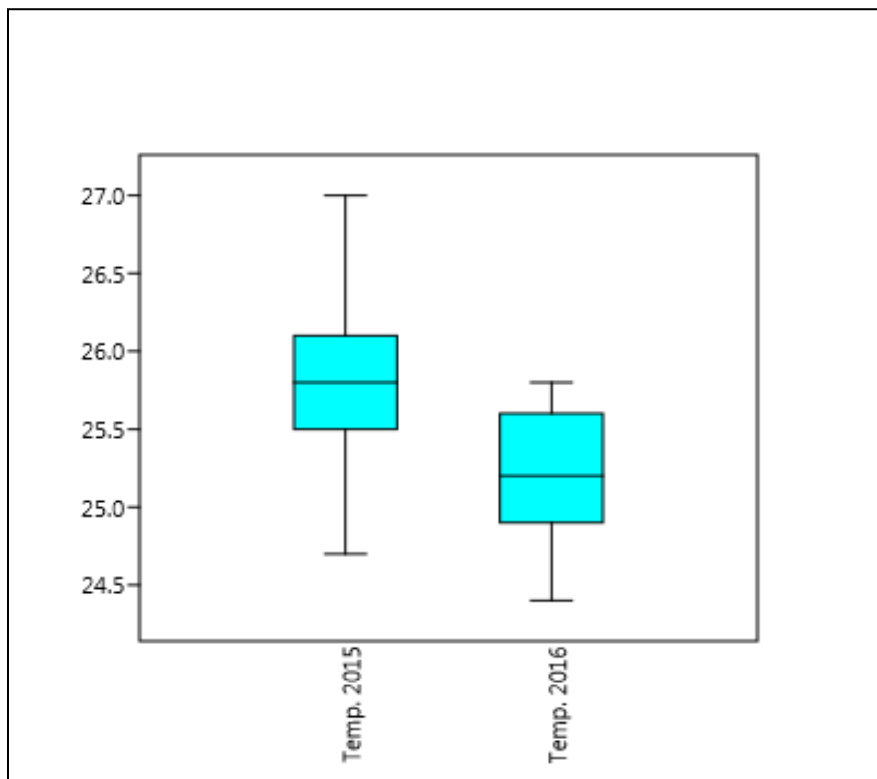


Figura 02. Temperatura da água nos 22 igarapés amostrados na Flona do Tapajós, na estiagem de 2015 e no período chuvoso de 2016.

Tabela 02. Valores das variáveis ambientais em trechos de 22 igarapés amostrados na Floresta Nacional do Tapajós, Pará, Brasil. E = Estiagem; C = Chuvoso. OD = Oxigênio Dissolvido. Cond.=Condutividade. Temp. = Temperatura. Vel.=Velocidade da corrente. Prof.= Profundidade.

	VARIÁVEIS AMBIENTAIS																	
	pH		Cond. $\mu\text{S/cm}$		Temp. (Co)		OD (mg/L)		Vel. (m/s)		Largura (m)		Dossel (%)		Prof. (m)		Vazão	
	E	C	E	C	E	C	E	C	E	C	E	C	E	C	E	C	E	C
IG1	4,9	3,7	13	15	26	25	2,9	5,7	0,2	0,2	1,2	3,9	11	13	0,2	0,4	0,1	0,4
IG2	5,1	4,7	9,8	11	27	26	5,2	5,3	0,2	0,3	2	2,3	6,2	5,6	0,3	0,3	0,1	0,2
IG3	3,7	4,6	15	12	26	26	6,7	7	0,4	0,6	6,9	7,2	19	17	0,4	0,9	1,1	3,6
IG4	3,5	3,5	16	15	26	25	6,6	6,2	0,4	0,4	3,1	12	17	11	0,3	0,4	0,4	1,9
IG5	5,1	5,6	15	15	26	25	8,3	6,9	0,4	0,4	2,1	2,2	12	12	0,1	0,2	0,1	0,1
IG6	4,4	5,4	15	15	26	25	7,8	4,9	0,3	0,4	3,6	3,7	16	11	0,4	0,4	0,5	0,6
IG7	4,6	6,6	13	17	25	26	4,5	6,1	0,1	0,1	2,6	3,2	21	12	0,3	0,5	0,1	0,2
IG8	6,9	6,2	42	47	26	25	7,4	4,7	0,1	0,2	6,1	7,3	14	5,4	0,5	1,2	0,3	1,7
IG9	6,6	5,4	22	26	26	26	4,8	6,8	0,4	0,5	7,8	9,2	66	55	0,7	1,1	1,9	4,5
IG10		3,5	-	14	-	25	-	6	-	0,03	-	3,7	-	12	-	0,3	-	0,03
IG11	5,5	3,8	12	11	26	25	7,3	7,3	0,4	0,3	5,1	7	27	24	0,7	0,8	1,4	1,7
IG12	6,3	3,6	11	11	26	25	5,8	6,3	0,2	0,2	2,4	2,9	26	22	0,3	0,3	0,2	0,2
IG13	4,2	3,7	17	17	26	26	5	5,2	0,2	0,1	1,7	1,9	21	12	0,2	0,2	0,1	0,1
IG14	4,9	7,2	12	7	27	25	6,1	6	0,2	0,2	0,9	1,1	29	27	0,1	0,2	0,01	0,04
IG15	6,2	5	55	32	25	24	1,9	5,1	0	0,1	2,6	3,1	16	5,5	0,2	0,3	0	0,1
IG16	5,3	-	11	-	26	-	5	-	0,2	-	0,9	-	26	-	0,1	-	0	0,02
IG17	4	4,5	17	16	25	25	8,3	7,8	0,2	0,2	1,1	1,3	21	19	0,1	0,5	0,2	0,3
IG18	5,6	3,8	15	25	26	26	6,8	8,8	0,2	0,3	2,6	2,7	15	8,7	0,3	0,8	0,2	0,7
IG19	4,7	3,8	18	26	25	25	6,5	6	0,7	0,2	1,7	2,1	13	19	0,2	0,3	0,3	0,1
IG20	-	6,5	-	22	-	25	-	4,2	-	0,2	-	1,7	-	9,7	-	0,3	-	0,1
IG21	5,1	4,4	13	17	26	26	7,1	6,8	0,1	0,3	2,1	3,4	29	33	0,1	0,4	0,02	0,4
IG22	4,3	4,3	14	14	26	25	7,5	6,8	0,2	0,2	3,9	4,3	13	15	0,5	0,6	0,4	0,5

Ictiofauna.

Coletamos 3.517 indivíduos pertencentes a 105 espécies distribuídas em 27 famílias e seis ordens (Apêndice C) com estimativa para a área estudada de 159 espécies (Figura 03). Esse conjunto de igarapés apresentou ictiofauna composta por 60 (55%) espécies Characiformes; 20 (18%) espécies de Siluriformes; 14 (13%) espécies de Cicliformes; 11 (10%) espécies de Gymnotiformes; três (3%) espécies de Cyprinodontiformes e uma (1%) de Synbranchiformes. Os maiores valores de riquezas ficaram concentrados em três famílias: Characidae com 40 espécies (38%), Cichlidae com 14 (13%) e Loricariidae com nove espécies (8%).

As 10 espécies mais abundantes foram *Bryconops* sp. nov. “corredor” com 414 (11,7%) indivíduos; *Hemigrammus bellottii* com 230 (6,5%); *Aequidens tetramerus* com 221 (6,2%); *Hemigrammus vorderwinkleri* com 206 (5,8%); *Copella nigrofasciata* com 176 (4,9%); *Hemigrammus ocellifer* com 159 (4,5%); *Bryconops* cf. *imitator* com 130 (3,7%); *Hypopygus lepturus* com 125 (3,5%); *Helogenes marmoratus* com 114 (3,3%); *Pyrrhulina* cf. *brevis* com

105 (2,9%) e *Apistogramma* cf. *agassizii*, com 100 exemplares (2,8%). Juntas essas espécies somaram 1.980 indivíduos (55,8% do total coletado). No período da estiagem *Bryconops* sp. "corredor" apresentou maior abundância, com 373 indivíduos enquanto no período chuvoso *Hemigrammus vorderwinkleri* foi a mais abundante com 145 espécimes. *Aequidens tetramerus* foi a espécie mais amplamente distribuída, presente em 13 igarapés, seguida por *Helogenes marmoratus* e *Gymnotus coropinae*, ambas presentes em 11 dos 22 igarapés amostrados.

Para os dois períodos de amostragens os maiores registros de riqueza e diversidade foram no igarapé nove (ig 09) enquanto que a maior abundância foi aquela do igarapé três (ig 03) (Tabela 03). Já a equitabilidade apresentou maior registro nos igarapés um (ig 01) no período de estiagem e no igarapé dois (ig 02) no período chuvoso (Tabela 03).

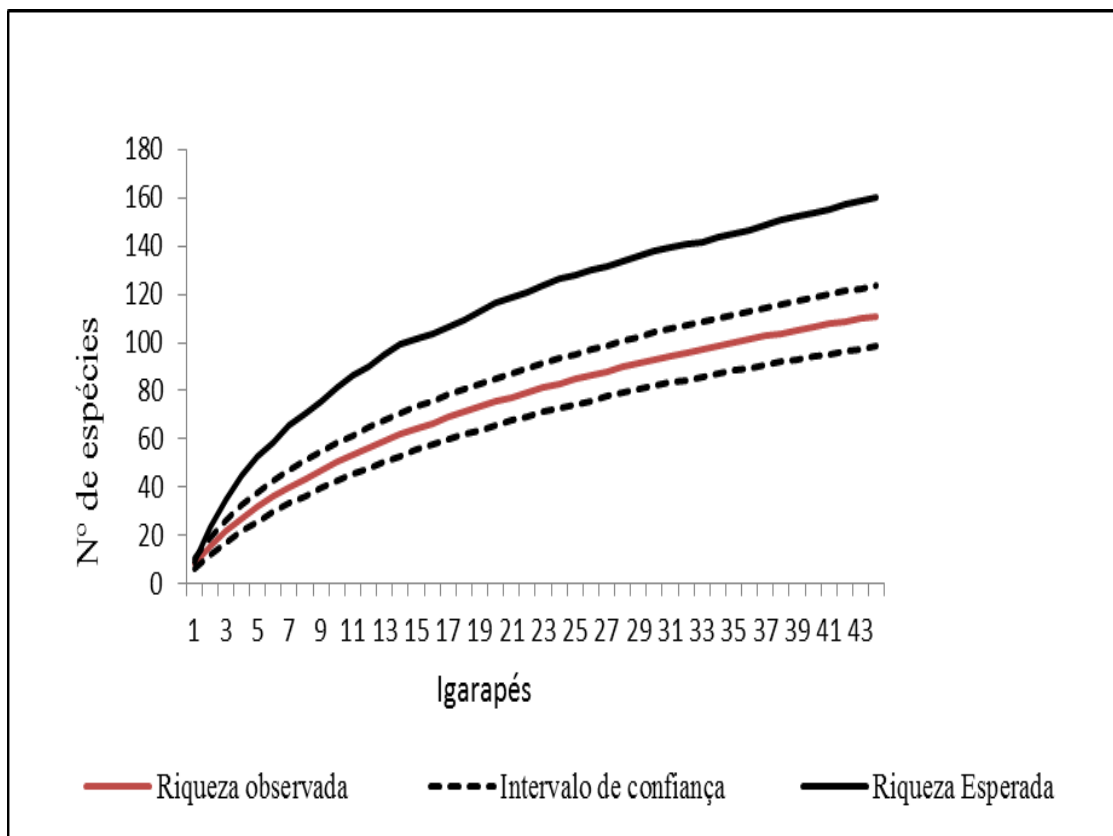


Figura 03. Riqueza total estimada para espécies de peixes amostradas em trechos de 22 igarapés da Floresta Nacional do Tapajós, Pará, Brasil.

Tabela 03. Valores de riqueza, abundância, diversidade, equitabilidade dos igarapés amostrados quanto à ictiofauna da Floresta Nacional do Tapajós, Pará, Brasil, em dois períodos de amostragem.

	Riqueza		Abundância		Diversidade		Equitabilidade	
	Estiagem	Chuvoso	Estiagem	Chuvoso	Estiagem	Chuvoso	Estiagem	Chuvoso
IG1	13	14	57	100	2,31	2,31	0,90	0,87
IG2	7	7	47	9	1,51	1,83	0,77	0,94
IG3	19	9	495	199	1,64	1,10	0,55	0,50
IG4	10	8	122	93	1,02	1,39	0,44	0,66
IG5	5	5	48	18	0,47	1,37	0,29	0,85
IG6	12	13	52	65	1,52	1,66	0,61	0,64
IG7	18	12	204	62	2,03	1,69	0,70	0,68
IG8	18	5	141	36	2,45	1,21	0,84	0,75
IG9	30	21	234	116	2,65	2,47	0,77	0,80
IG10	-	3	-	7	-	1,07	-	0,98
IG11	16	12	76	115	2,28	1,99	0,82	0,80
IG12	9	11	74	52	1,72	1,68	0,78	0,70
IG13	-	-	-	-	-	-	-	-
IG14	5	2	36	6	0,86	0,45	0,53	0,65
IG15	7	1	293	10	0,89	0	0,46	0
IG16	3		5		1,05	-	0,96	-
IG17	5	4	18	9	1,16	1,27	0,72	0,91
IG18	6	5	40	37	1,07	0,92	0,60	0,57
IG19	9	4	92	43	1,71	1,04	0,78	0,75
IG20	-	2	-	10	-	0,50	-	0,72
IG21	17	11	273	53	2,24	2,22	0,79	0,92
IG22	13	6	144	26	1,72	1,54	0,67	0,85

Varição da ictiofauna em dois do ciclo sazonal.

No período de estiagem foram registradas 92 espécies, das quais 38 foram exclusivas desse período. No período chuvoso foram registradas 67, com 12 exclusivas.

Não foi registrada mudança estatisticamente significativa na composição da ictiofauna entre os períodos ($P = 0,68$ para presença e ausência; $P = 0,64$ para abundância). A riqueza ($P = 0,03$) e abundância ($P = 0,008$) tiveram diferenças significativas entre os períodos amostrados com maior riqueza e abundância registradas no período de estiagem, exceto nos igarapés seis (06) e um (01) nos quais foram registrados maiores riqueza e abundância no período chuvoso (Figuras 04 e 05).

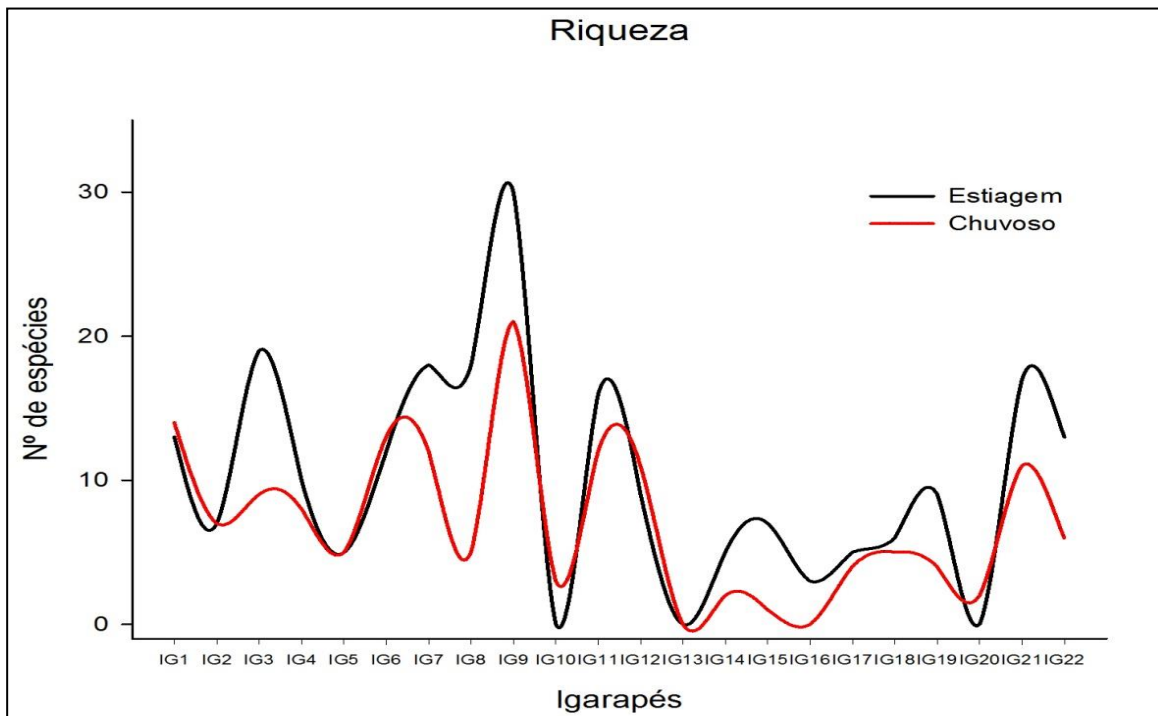


Figura 04. Riqueza de espécies de peixes em trechos amostrais de 22 igarapés da Floresta Nacional do Tapajós, Pará, Brasil, nos dois períodos de amostragem. IG = igarapé.

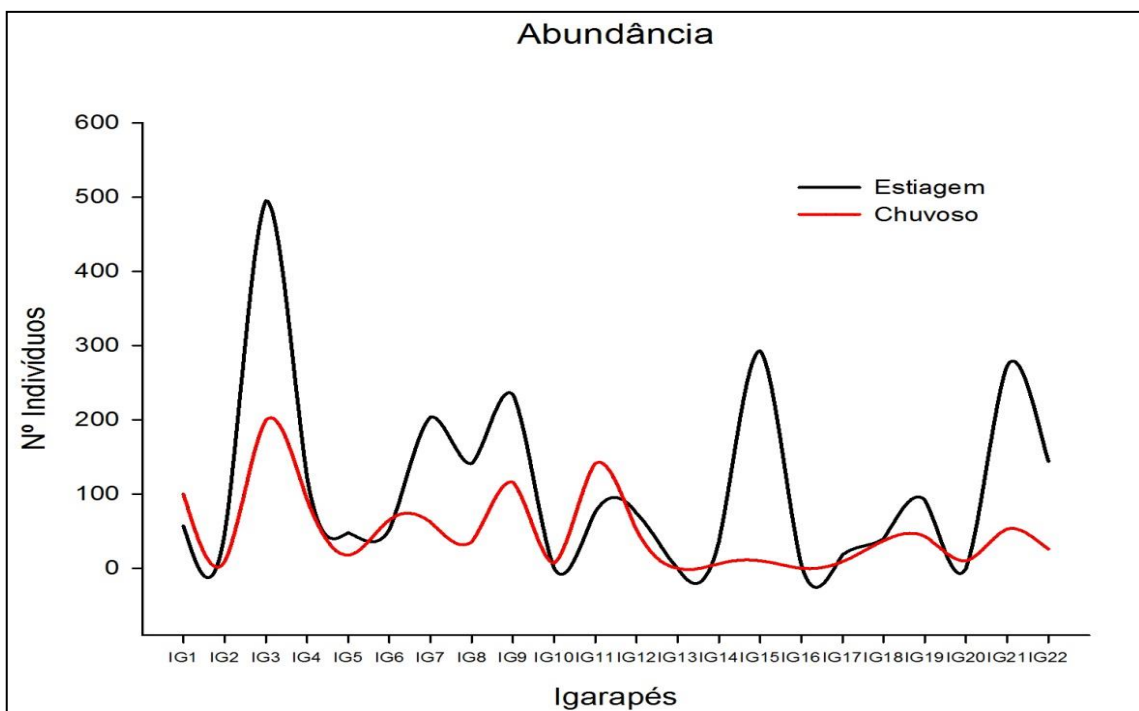


Figura 05. Abundância de peixes em trechos amostrais de 22 igarapés da Floresta Nacional do Tapajós, Pará, Brasil, nos dois períodos de amostragem. IG = igarapé.

Correlação das variáveis ambientais com a ictiofauna.

No período da estiagem as variáveis ambientais largura, abertura de dossel, profundidade e vazão apresentaram correlação significativa com a riqueza, enquanto que a largura dos igarapés apresentou correlação significativa com abundância (Tabela 04 e Figura 06). Por outro lado, substrato não mostrou correlação significativa com os descritores da ictiofauna.

Tabela 04. Correlação entre os descritores ecológicos de ictiofauna e as variáveis ambientais, no período da estiagem, em igarapés da Floresta Nacional do Tapajós, Pará, Brasil. Triângulo de cima são valores de (p) e o de baixo os valores de (r). Cond. = Condutividade; Temp. = Temperatura; OD = Oxigênio Dissolvido; Vel. = Velocidade; Larg. = Largura; Prof. = Profundidade; Riq. = Riqueza; Abun. = Abundância; Div. = Diversidade; Equit. = Equitabilidade.

	pH	Cond.	Temp.	OD	Vel.	Larg.	Dossel	Prof.	Vazão	Riq.	Abun.	Div.	Equit.
pH		0,034	0,751	0,198	0,204	0,296	0,028	0,246	0,541	0,978	0,516	0,866	0,704
Cond.	0,487		0,073	0,139	0,145	0,281	0,598	0,616	0,873	0,495	0,378	0,128	0,051
Temp.	0,077	-0,420		0,546	0,798	0,434	0,498	0,710	0,708	0,529	0,528	0,173	0,250
OD	-0,308	-0,352	-0,147		0,194	0,582	0,797	0,705	0,680	0,569	0,324	0,379	0,284
Vel.	-0,305	-0,346	-0,062	0,311		0,429	0,980	0,440	0,059	0,569	0,997	0,748	0,904
Larg.	0,252	0,260	-0,190	0,134	0,192		0,005	0,002	0,008	0,015	0,042	0,442	0,284
Dossel	0,504	0,129	-0,165	-0,063	0,0057	0,613		0,022	0,002	0,007	0,377	0,089	0,410
Prof.	0,279	0,122	-0,091	0,092	0,18	0,859	0,519		0,008	0,034	0,525	0,189	0,890
Vazão	0,149	-0,039	-0,091	0,100	0,439	0,849	0,686	0,835		0,001	0,137	0,067	0,892
Riq.	0,006	-0,166	0,153	-0,139	0,142	0,544	0,595	0,487	0,678		0,007	0,001	0,317
Abun.	-0,158	0,214	-0,153	-0,238	0,007	0,470	0,214	0,155	0,353	0,589		0,247	0,420
Div.	0,051	-0,361	0,325	-0,213	0,078	0,187	0,399	0,314	0,428	0,830	0,278		0,001
Equit.	0,093	-0,452	0,277	-0,258	-0,029	-0,258	0,2	-0,033	0,033	0,242	-0,196	0,672	

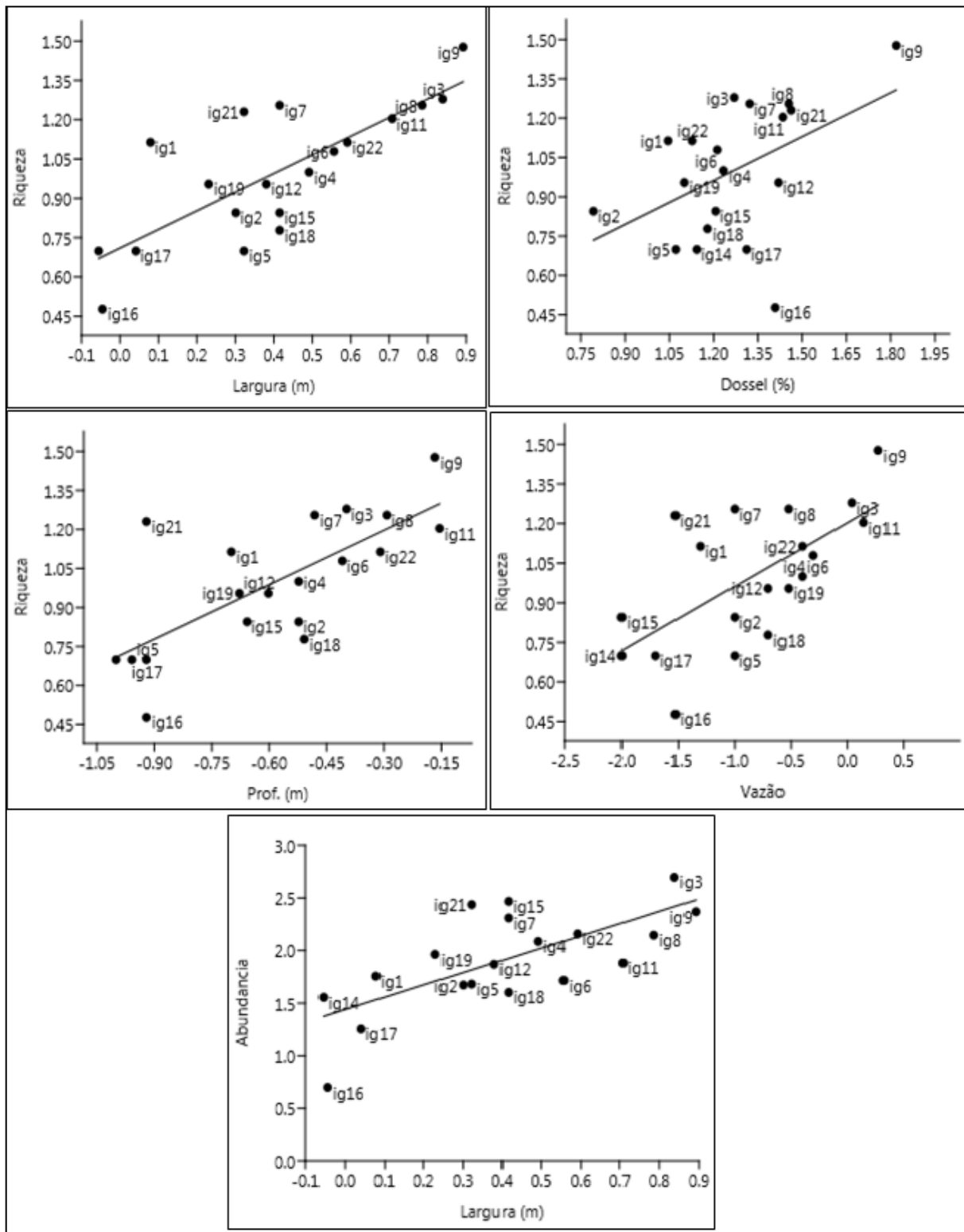


Figura 06. Regressões entre variáveis ambientais e descritores de ictiofauna no período de estiagem em trechos de 22 igarapés da Floresta Nacional do Tapajós, Pará, Brasil.

No período chuvoso a velocidade, largura, abertura de dossel e a vazão correlacionaram significativamente de forma positiva com a riqueza, enquanto a velocidade, largura e vazão correlacionaram positivamente com abundância (Tabela 05 e Figura 07). O substrato nas categorias de seixo e tronco correlacionou positivamente, respectivamente, com riqueza e abundância (Tabela 06 e Figura 08).

Tabela 05. Correlação entre os descritores ecológicos de ictiofauna e variáveis ambientais, no período chuvoso, em igarapés na Floresta Nacional do Tapajós, Pará, Brasil. Triângulo superior são os valores de (p) e o triângulo de baixo os valores de (r). Cond. = Condutividade; Temp. = Temperatura; OD = Oxigênio Dissolvido; Vel. = Velocidade; Larg. = Largura; Prof. = Profundidade; Riq. = Riqueza; Abun. = Abundância; Div. = Diversidade; Eq. = Equitabilidade.

	pH	Cond	Temp	OD	Vel.	Larg.	Dossel	Prof.	Vaz	Riq.	Ab.	Div.	Equit.
pH		0,384	0,879	0,063	0,614	0,776	0,806	0,926	0,963	0,759	0,331	0,480	0,494
Cond.	0,200		0,847	0,242	0,689	0,170	0,239	0,020	0,329	0,239	0,222	0,164	0,068
Temp.	0,030	-0,046		0,094	0,144	0,541	0,282	0,124	0,198	0,511	0,551	0,597	0,137
OD	-0,422	-0,274	0,385		0,146	0,744	0,367	0,272	0,425	0,412	0,210	0,890	0,426
Vel.	-0,122	-0,096	0,339	0,337		0,020	0,119	0,272	0,001	0,030	0,005	0,209	0,905
Larg.	-0,227	0,318	0,145	0,078	0,515		0,008	0,005	0,007	0,017	0,003	0,091	0,763
Dossel	-0,050	0,255	0,253	0,213	0,359	0,685		0,005	0,006	0,003	0,130	0,141	0,294
Prof.	0,020	0,515	0,355	0,258	0,470	0,845	0,597		0,003	0,199	0,061	0,833	0,693
Vazão	-0,013	0,229	0,300	0,189	0,745	0,880	0,661	0,800		0,016	0,005	0,161	0,641
Riq.	-0,033	-0,275	0,156	0,194	0,485	0,526	0,624	0,299	0,529		0,002	0,003	0,336
Abun.	-0,284	-0,287	0,141	0,290	0,706	0,625	0,343	0,421	0,704	0,655		0,024	0,715
Div.	-0,166	-0,323	-0,130	-0,030	0,293	0,387	0,387	0,050	0,325	0,804	0,50		0,421
Eq.	-0,162	-0,412	0,344	0,180	-0,030	-0,072	0,246	-0,093	-0,110	0,226	-0,09	0,190	

Tabela 06. Correlação entre os descritores ecológicos de ictiofauna e categorias de substrato, no período chuvoso, em igarapés na Floresta Nacional do Tapajós, Pará, Brasil. Triângulo superior são valores de (p) e o triângulo de baixo são valores de (r). Lit. = Liteira; L. F = Liteira Fina; Mac. = Macrófita; Arg. = argila; Riq. = Riqueza; Abun. = Abundância; Div. = Diversidade; Equit. = Equitabilidade.

	Lit.	L.F	Arg.	Seixo	Areia	Raiz	Mac.	Tronco	Rocha	Riq.	Abun.	Div.	Equit.
Lit.		0,626	0,603	0,149	0,001	0,698	0,392	0,652	0,839	0,074	0,196	0,888	0,242
L.F	0,116		0,643	0,024	0,076	0,665	0,903	0,738	0,185	0,573	0,307	0,505	0,370
Arg	0,123	0,110		0,021	0,027	0,556	0,492	0,190	0,546	0,295	0,582	0,435	0,856
Seixo	-0,335	-0,503	-0,512		0,060	0,977	0,618	0,549	0,610	0,038	0,222	0,190	0,776
Areia	-0,760	-0,405	-0,492	0,428		0,734	0,73	0,711	0,407	0,267	0,594	0,664	0,512
Raiz	-0,092	-0,103	-0,140	0,007	0,080		0,243	0,447	0,936	0,913	0,094	0,962	0,918
Mac.	-0,202	0,029	-0,163	-0,119	0,082	-0,274		0,323	0,629	0,459	0,941	0,619	0,232
Tronco	-0,107	-0,080	0,305	-0,142	-0,088	0,179	-0,233		0,674	0,321	0,011	0,129	0,715
Rocha	0,048	-0,309	0,143	0,121	-0,196	0,018	-0,115	-0,100		0,767	0,581	0,373	0,060
Riq.	-0,408	-0,134	-0,246	0,467	0,260	-0,030	0,175	0,233	-0,070		0,001	0,002	0,336
Abun.	-0,301	-0,240	-0,131	0,286	0,126	0,384	-0,020	0,554	0,131	0,655		0,024	0,715
Div.	-0,035	-0,159	-0,185	0,306	0,103	-0,010	-0,118	0,350	-0,210	0,804	0,500		0,421
Equit.	-0,274	0,21	0,04	-0,068	0,155	0,024	0,279	0,087	-0,593	0,226	-0,086	0,190	

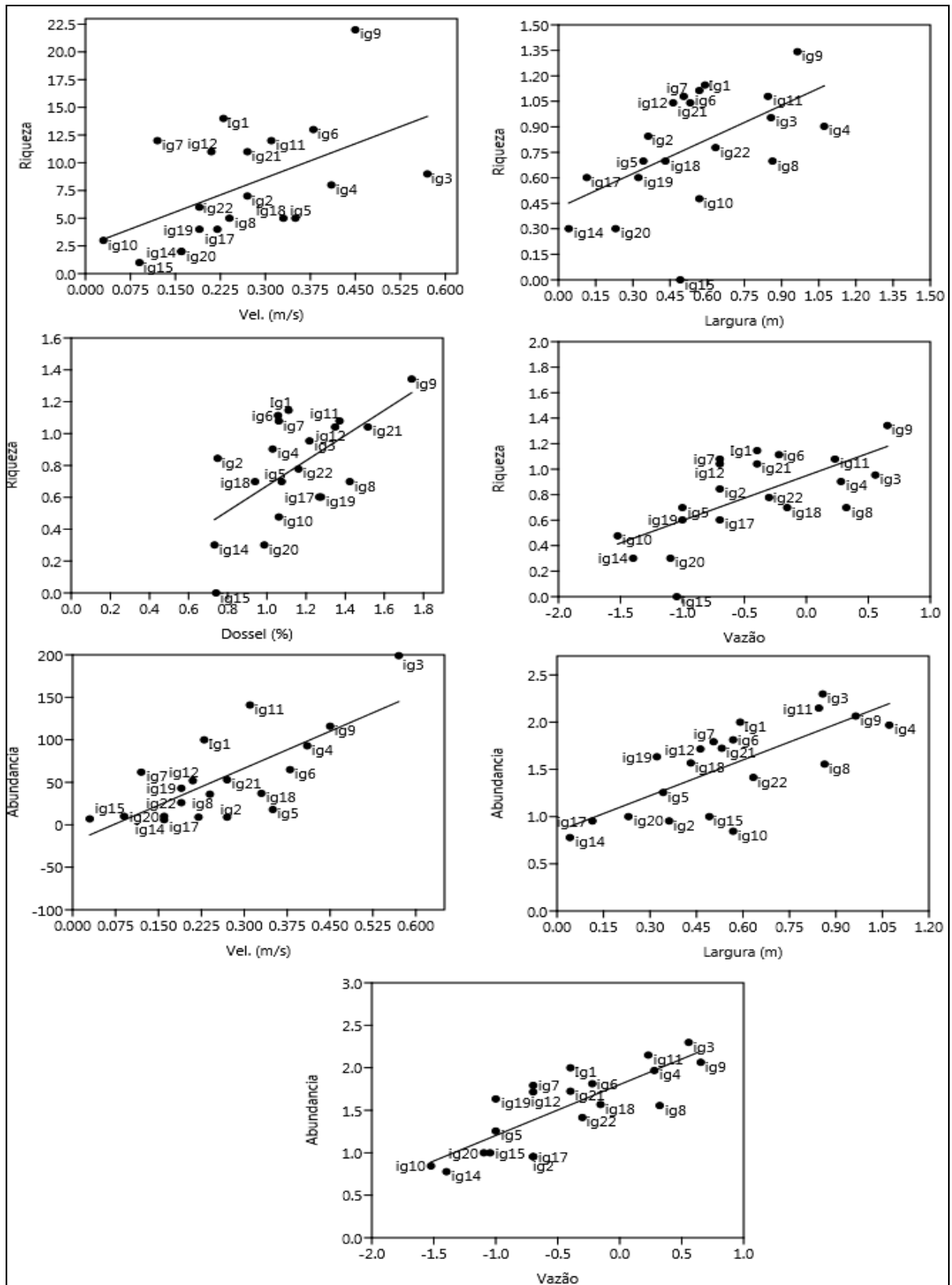


Figura 07. Regressões entre descritores de ictiofana e variáveis ambientais no período chuvoso em trechos de 22 igarapés da Floresta Nacional do Tapajós, Pará, Brasil.

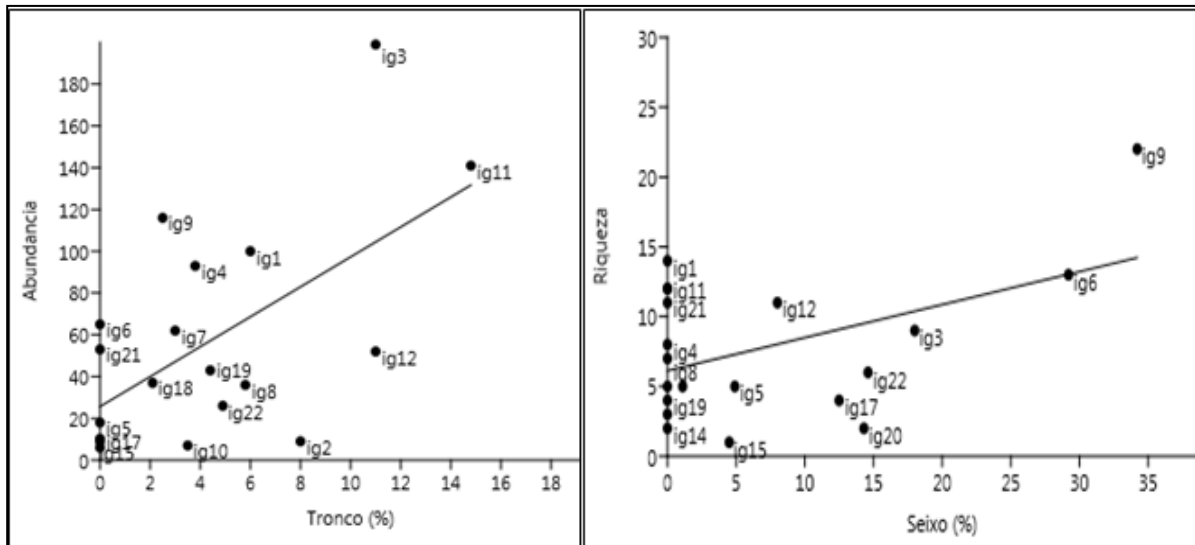


Figura 08. Regressões entre descritores de ictiofana e substratos nas categorias de tronco e seixo, no período de chuvoso em trechos de 22 igarapés da Floresta Nacional do Tapajós, Pará, Brasil.

Discussão

Variação das variáveis ambientais em dois períodos do ciclo sazonal

A ausência de mudanças estatisticamente significativas nas variáveis como pH, condutividade elétrica e oxigênio dissolvido entre os períodos de estiagem e chuvoso do presente estudo confirmam a elevada estabilidade físico-química preconizada para igarapés de terra firme na região Amazônica (Lowe-McConnell, 1999; Schwassman, 1992; Bührnheim & Cox-Fernandes, 2001). Por outro lado, Espirito-Santo *et al.* (2009), em estudo na Amazônia Central, identificaram variações significativas na temperatura da água, condutividade elétrica e oxigênio dissolvido, atribuindo essas alterações à presença de fortes chuvas registradas nos igarapés naquele período.

Nesse contexto, a ausência de alterações significativas nas variáveis físico-químicas na água dos igarapés do presente estudo pode também ser associada à falta de fortes chuvas nos períodos estudados. A forte estiagem com ocorrência de baixa precipitação chuvosa (com 80 mm de julho a dezembro de 2015) ficou destacada com três meses sem registro de chuvas, enquanto que o período chuvoso (janeiro a maio de 2016) embora com acúmulo para os quatro primeiros meses de 137 mm também teve registros considerado abaixo do normal (INMET, 2017).

Essa baixa precipitação, incapaz de produzir efeitos estatisticamente significativos na maioria das variáveis físico-químicas, foi suficiente para provocar mudanças pontuais significativas, especialmente na profundidade e temperatura da água dos igarapés estudados. Ao que parece os igarapés da Flona do Tapajós comportam-se de forma distinta às flutuações sazonais (o efeito das chuvas na profundidade e temperatura da água) quando comparados a estudos realizados na Amazônia Central (e.g. Bührnheim & Cox-Fernandes, 2001; Espírito-Santo *et al.*, 2009) que mesmo sob influência de chuvas não apresentaram diferenças na profundidade dos igarapés entre os períodos sazonais.

Ictiofauna.

O número total de 105 espécies registradas no presente estudo pode ser considerado alto se comparado a outros registrados em igarapés na bacia Amazônica, nos quais a riqueza variou de 26 a 117 espécies (média de 62) (Martins, 2000; Mendonça *et al.*, 2005; Espírito-Santo *et al.*, 2009; Kemenes & Forsberg, 2014; Silva-Oliveira *et al.*, 2016). O quantitativo de 119 espécies de peixes era até então o número registrado para os igarapés da Floresta Nacional do Tapajós (Silva-Oliveira *et al.*, 2016), com as amostragens do presente estudo 30 espécies tiveram seus primeiros registros para a unidade de conservação, perfazendo um total de 149 espécies de peixes registradas atualmente nos igarapés da Floresta Nacional do Tapajós. A estimativa de 159 espécies (Figura 03), no entanto, sugere a necessidade de estudos complementares para registro de espécies de peixes na unidade.

A composição da ictiofauna registrada no presente estudo, com predominância de representantes das ordens Characiformes, Siluriformes e Cichliformes e, em menor número, por Gymnotiformes, Cyprinodontiformes e Synbranchiformes é similar ao registrado por (Silva-Oliveira *et al.*, 2016) e está em consonância com o que é comumente registrada em pequenos igarapés da bacia amazônica (Bührnheim & Cox-Fernandes, 2001; Martins, 2000; Mendonça *et al.*, 2005; Espírito-Santo *et al.*, 2009). Contudo, apesar de possuir 208 espécies válidas a ordem Gymnotiformes em alguns casos pode alternar com a ordem, Cichliformes que possui mais de 515 espécies válidas, como a terceira ordem mais especiosa (Nelson, 2016).

As famílias Characidae, Cichlidae e Loricaridae, que tiveram registros similares ao encontrado por Silva-Oliveira *et al.* (2016), concentram maior número de espécies na América do Sul (Nelson, 2016) e no Brasil (Buckup *et al.*, 2007). Contudo, não é incomum em estudos ictiofaunísticos na Amazônia Central encontrarmos registros de outras famílias como mais especiosas (e.g. Characidae, Cichlidae e Hypopomidae por Mendonça *et al.* (2005); Characidae e Gymnotidae por Espírito-Santo *et al.* (2009)).

O registro total das espécies dos gêneros *Bryconops*, *Hemigrammus* e *Aequidens* como mais abundantes, similar ao registrado por Silva-Oliveira *et al.* (2016), pode ser atribuída a diversidade de habitats nos igarapés amostrados, que variam desde de ambientes de correnteza, com vários tipos de substratos, a ambientes lentos caracterizados pela presença de literas/folhiços, que são tipicamente explorados por essas espécies (referencias).

Os ciclídeos são reconhecidos como um grupo de peixes amplamente distribuído pela região Neotropical com características morfológicas peculiares e com especializações tróficas que lhes permitem viver sob diversas condições ambientais (Lowe-McConnell 1991; Meyer, 1993) o que possibilita a *Aequidens tetramerus* grande abundância e a ampla distribuição, como também registrado por Silva-Oliveira *et al.* (2016) nesta unidade de conservação e por outros estudos na Amazônia Central (*e. g.* Mendonça *et al.*, 2005; Brejão *et al.*, 2013).

Variação da Ictiofauna em dois períodos sazonais.

Apesar das regiões tropicais do planeta estarem submetidas a pequenas variações sazonais de temperatura, eventos como regime dos ventos e principalmente as flutuações chuvosas proporcionam a essas regiões ambientes aquáticos altamente dinâmicos (Junk *et al.*, 1989).

Essas flutuações chuvosas podem influenciar na composição das assembleias de peixes dos igarapés amazônicos, um bom exemplo é o estudo de Espírito-Santo *et al.* (2009) que registraram tendências sazonais para a composição da ictiofauna em igarapés na Amazônia central, resultado que corrobora com os registrados no presente estudo, que apesar de não ter apresentado diferenças significativas quanto a composição, a riqueza e a abundancia diferiram entre os períodos amostrados.

Quanto a essas diferenças, certamente a forte estiagem e a pouca precipitação chuvosa estão associadas. Os igarapés amostrados em sua maioria são altamente heterogêneos quanto a seus ambientes, proporcionando a presença de diferentes espécies (Bührnheim., 2002) o que associado ao menor volume d'água característico do período de estiagem podem ter contribuído para a maior riqueza e abundancia nesse período. Igarapés com menor volume de água tende a oferecer menor quantitativo de microhabitat para esconderijo dos animais o que facilita a coleta dos mesmos. Em igarapés tropicais, da Amazônia equatoriana, Galacatos *et al.* (2004), registrou na estação seca maior número de indivíduos e de espécies nos igarapés e lagos, atribuindo a esse resultado a concentração desses animais em áreas com menores quantitativo de habitats.

Apesar do maior registro de abundância e riqueza no período da estiagem, os igarapés um (01) e o igarapé seis (06), que tiveram parte de sua vegetação ripária atingida por queimadas, registraram maiores riquezas e abundância no período chuvoso. Com a presença de mata ripária predominantemente da vegetação do gênero *Euterpe* (açazeiros) o trecho amostrado do igarapé um (01) resultou, no período da estiagem, na presença de muita matéria orgânica em decomposição com pouco oxigênio dissolvido (2,9 mg/L), com profundidade e largura reduzidas se contrapondo ao período chuvoso, que provavelmente associado às chuvas pontuais, apresentou um aumento tanto de oxigênio dissolvido (5,7 mg/L) como na profundidade e na largura, proporcionando um incremento de algumas espécies como é o caso de *Moenkhausia copiscua*, representante de um gênero de espécies caracterizadas como ágeis nadadores que ocupam predominantemente a meia água e a superfície para coleta itens alimentares (Machado-Allison 1987; Casatti *et al.* 2001); *Helogenes marmoratus* normalmente encontrado em meio a folhiços/literas e troncos (Sabino & Zuanon, 1998; Mortati, 2004; Jiquiriçá, 2015) e *Rhamdia quelen* com preferencia por ambientes de águas mais calmas com fundo de areia e lama, abrigados em troncos de onde saem à noite a procura de alimento (Guedes, 1980).

Por outro lado, o igarapé seis (06), que também possui velocidade da corrente relativamente acentuada e presença de diversos tipos de substratos, em maioria do tipo areia, também apresentou incremento da ictiofauna no período chuvoso com presença das espécies *Moenkhausia* sp, *Bryconops melanurus*; *Hoplias corupira*; *Rivulus urophthalmus*; *Crenicichla* sp. e *Brachyglanis microphthalmus*, provavelmente associadas ao processo de migração e recolonização desse ambiente haja vista que esse trecho de igarapé encontra-se próximo a foz do corpo d'água para o qual tributa. Taylor & Warren (2001) sugerem que nos trechos inferiores das bacias hidrográficas as comunidades de peixes são mais influenciadas pela dinâmica da migração, uma vez que as condições hidrológicas destes igarapés são menos restritivas. A migração dos peixes se dá em função da busca de habitats para reprodução, para alimentação ou para refúgio durante períodos em que as condições bióticas ou abióticas do ambiente se tornem mais ou menos favoráveis (Alcock, 1979; Huntingford, 1993; Wooton, 1990). Godoi (2008) estudando diversidade e hábitos alimentares de peixes da drenagem do rio Tapajós, no estado do Mato Grosso, identificou nesse período a migração de algumas espécies dentre elas *Crenicichla* sp. “curta” e *Bryconops melanurus*.

Correlações das variáveis ambientais com a ictiofauna.

A relação entre descritores da ictiofauna e a heterogeneidade dos ambientes aquáticos foi observada em diferentes estudos realizados em corpos d'água tropicais (Garutti, 1988; Casatti,

2005; Pedroza *et al.*, 2012). Sobre esse entendimento ressaltamos a significativa correlação ocorrida, tanto no período de estiagem quanto no período chuvoso, entre os descritores ecológicos e as variáveis ambientais relacionadas à morfometria dos igarapés estudados.

A largura, a vazão, a profundidade e a velocidade da corrente estiveram significativamente correlacionadas com a riqueza e abundância ictiofaunística. Essas correlações são similares a outros estudos envolvendo estrutura de ictiofauna em igarapés de terra firme. Barros (2008) analisando a estrutura de comunidades de peixes na região do interflúvio Madeira-Purus na Amazônia Central, identificou que a ictiofauna foi significativamente correlacionada com a largura, profundidade e vazão dos igarapés. Outros estudos em riachos tropicais também apresentaram resultados similares, em que o aumento da abundância e da riqueza estão associados ao aumento das dimensões dos riachos ou a maior disponibilidade de micro-habitat (Angermeier & Karr, 1983; Barrella & Petrere, 1993; Uieda & Barreto, 1999; Casatti, 2005; e Casatti *et al.*, 2009).

Para Gorman & Karr, 1978 a vazão é considerada um bom descritor de diversidades de habitats aquáticos, com esse entendimento destaca-se no período chuvoso, a correlação significativa da abundância das espécies com a velocidade da corrente, largura e consequentemente com a vazão. Essa correlação é associada principalmente à presença de espécies exploradoras de ambientes lóticos, como as pertencentes ao gênero *Bryconops* e *Hemigrammus*. Todavia, igarapés com correnteza também disponibilizam ambientes heterogêneos associados a diversos tipos de substratos e a presença de remansos que se formam nas áreas de meandros onde a água permanece praticamente parada (Mortati, 2004) e que podem influenciar na colonização, abundância e manutenção de diversas espécies de peixes (Mendonça *et al.*, 2010) a exemplo os representantes das espécies dos gêneros *Aequidens*, *Copella* e *Pyrrhulina* também abundantes no presente estudo.

Já correlação significativa entre abertura de dossel e riqueza de espécies pode estar associada principalmente à largura dos trechos amostrados, uma vez que as duas variáveis estiverem correlacionadas neste estudo ($P = 0,005$ e $0,008$ nos períodos de estiagem e chuvoso, respectivamente). Igarapés mais largos permitem maior abertura de dossel pela distância conferida entre a vegetação em suas margens. Nesse contexto destaca-se o igarapé nove (09), o igarapé onze (11) e o igarapé vinte e um (21), que são igarapés de maior porte, com largura média acima de três metros na estiagem e de cinco metros no período chuvoso, especialmente logo após as chuvas, com abertura média de dossel acima de 50% o que os torna capaz de realizar maior produção primária e suportar grandes quantidades de espécies (Vannote *et al.*, 1980). Contudo, foi registrada nos igarapés três (03) e quatorze (14) significativa riqueza de

espécies, mas pouca abertura de dossel, reforçando a associação da riqueza com a largura do canal.

Conclusões

1. Não Existem diferenças estatisticamente significativas na composição da ictiofauna nos igarapés da Floresta Nacional do Tapajós entre períodos de seca e chuva, porém a Riqueza e a abundancia apresentaram diferenças.

2. Diferentes variáveis ambientais correlacionaram com a ictiofauna nos diferentes períodos, demonstrando a intensa dinâmica ecológica nos ambientes de igarapé.

3. Com a amostragem de 105 espécies e estimativa estatística de 159, estudos complementares precisam ser realizados para contemplar valores próximos ao estimado.

Agradecimentos

À Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA) pelo apoio logístico. Ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. A equipe da coleção ictiológica da UFOPA.

Referências

- Alcock, J. *Animal behavior*. 2. ed. Sunderland, MA: Sinauer Associates, 1979. 532 p
- Albert, J., P. Petry and R. E. Reis. 2011. Major Biogeographic and Phylogenetic Patterns. pp. 21-58. In J. Albert and R. E. Reis. *Historical biogeography of neotropical freshwater fishes*. University of California Press. Berkeley and Los Angeles, California.
- Angermeier, P.L. & J.R. KARR. 1983. Fish communities along environmental gradients in a system of tropical streams. *Environmental Biology of fishes*, Dordrecht, **9** (2): 117-135.
- Araújo-Lima, C. A. R. M., Jiménez, I. F., Oliveira, R. S., Eterovick, P. C., Mendoza, U. & Jerolimski, A. 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 127-135, 1999.
- Agostinho, AA., VAZZOLER, AEAM., GOMES, LC. and OKADA, EK., 1993. Estratificación espacial y comportamiento de *Prochilodus scrofa* en distintas fases del ciclo de vida, en la planicie de inundación del alto río Paraná y embalse de Itaipu, Paraná, Brazil. *Rev. Hydrobiol. Trop.*, vol. 26, no.1, p. 79-90.
- Barrella, W. & PETRERE-Jr., M. 2003. Fish community alterations due to pollution and damming in Tietê and Paranapanema rivers (Brazil). *River Res. Appl.* 19(1):59-76.
- Barros, Daniela de França. Efeito de bacias e de variáveis ambientais na estrutura de comunidades de peixes de igarapés na região do interflúvio Madeira-Purus. 2008. 72 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Museu Paraense Emílio Goeldi, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Belém, 2008. Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais.
- Buckup, P.A., 1993. Review of the characidiin fishes (Teleostei: Characiformes), with descriptions of four new genera and ten new species. *Ichthyol. Explor. Freshwat.* 4(2):97-154. (Ref. 13683)
- Buckup, P.A.; Menezes, N.A.; Ghazzi, M.S. 2007. *Catálogo das espécies de peixes de água doce do Brasil*. Rio Janeiro: Museu Nacional, 195pp.
- Bührnheim, C.M. & Cox-Fernandes, C. 2001. Low seasonal variation of fish assemblages in Amazonian rain forest streams. *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, 12: 65-78

- Bührnheim, C.M. 2002. Heterogeneidade de habitats: rasos x fundos em assembleias de peixes de igarapés de terra firme na Amazônia Central, Brasil. *Revta bras. Zool.* 19 (3): 889 - 905, 2002.
- Brejão, G. L., P.Gerhard and J. Zuanon. 2013. Functional trophic composition of the ichthyofauna of forest streams in eastern Brazilian Amazon. *Neotropical Ichthyology*, 11(2): 361-373.
- Caires, R. A & Figueiredo, J. L. Revisão taxonômica, anatomia esquelética e filogenia do gênero *Microphilypnus* Myers, 1927 (Teleostei: Gobiiformes: Eleotridae. 2012. 265f. Tese (Doutorado em Ciências, área de zoologia) Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo. 2012.
- Casatti, L., Castro, R.M.C. & Langeani, F. 2001. Peixes de riacho do Parque Estadual Morro do Diabo, Bacia do alto rio Paraná Peixes de riacho do Parque Estadual Morro do Diabo, Bacia do alto rio Paraná, SP. *Biota Neotropica*1(1):1-15.
- Casatti, L. 2005. Fish assemblage structure in a first order stream, southeastern Brazil: longitudinal distribution, seasonality, and microhabitat diversity. *Biota Neotropica*, 5(1): 1-9.
- Casatti, L., Ferreira, C.P. & Carvalho, F.R. 2009. Grass-dominated stream sites exhibit low fish species diversity and dominance by guppies: an assessment of two tropical pasture river basins. *Hydrobiologia* 632:273-283.
- Espírito-Santo, H. M. V., W. E. Magnusson, J. Zuanon, F. P. Mendonça & V. L. Landeiro. 2009. Seasonal variation in the composition assemblages in small Amazonian forest streams: evidence for predictable changes. *Freshwater Biology*, 54: 536-548
- Felipe, T.R.A. & Suárez, Y.R. Characterization and influence of environmental factors on stream fish assemblages in two small urban sub-basins, Upper Paraná River. *BiotaNeotropica*. 10 (2): 2010.
- Galacatos, K., Barriga-Salazar, R. & Stewart, D.J. 2004. Seasonal and habitat influences on fish communities within the lower Yasuni River basin of Ecuadorian Amazon. *Environmental Biology of Fishes*. 71: 33-51.
- Garutti, V. 1988. Distribuição longitudinal da ictiofauna em um córrego da região noroeste do Estado de São Paulo, bacia do rio Paraná. *Revista Brasileira de Biologia*, 48(4):747-759.
- Géry, J. 1977. Characoids of the world. Neptune City: TFH Publications. 672p.
- Guedes, D.S. Contribuição ao estudo da sistemática e alimentação de jundiás (*Rhamdia spp*) na região central do Rio Grande do Sul (Pisces, Pimelodidae). Santa Maria – RS,

1980. 99p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria, 1980.
- Godoi, S.D. Diversidade de hábitos alimentares de peixes de afluentes do rio Teles Pires drenagem do rio Tapajós. 2008. 95f. Tese de doutorado em aquicultura. Centro de aquicultura da Universidade Estadual Paulista, São paulo. 2008.
- Gorman, O.T. & KARR, J.R. 1978. Habitat structure and stream fish communities. *Ecology* 59:507-515.
- Hammer, O., D. A. T. Harper & P. D. Ryan. 2001. Past: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4: 1-9.
- Heltsh, J. F. & N. E Forrester. 1983. The jackknife estimate of species richness. *Biometrics*, Arlington, 39: 1-11.
- Huntingford, F. A. Can cost -benefit analysis explain fish distribution patterns. *J. fish Biol.*, 43: 289-308, 1993.
- INMET. 2017. Dados históricos. Disponível em <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep>>. Acessado em 04/03/2017.
- Jiquiriçá, P. R I. Efeitos da conversão de florestas em áreas agrícolas sobre assembleias de peixes das cabeceiras do Rio Xingu. 2015. 100f Tese de doutorado em Ciências, na área de Ecologia. Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo. 2015.
- Junk, W. J.; Bayley, Peter B.; Sparks, R. E. 1989. The flood pulse concept in riverfloodplain systems. *Canadian special publication of fisheries and aquatic sciences*, v. 106, n. 1, p. 110-127.
- Junk, W. J. & K. M. Wantzen. 2003. The flood pulse concept: new aspects, approaches and applications _ an update. Pp. 117-140. In: Welcomme, R. L. & T. Petr (Eds.). *Proceedings of the Second International Symposium on the Management of Large Rivers for Fisheries*. Volume 2. Food and Agriculture Organization of the United Nations & Mekong River Commission. FAO Regional Office for Asia and the Pacific. Bangkok, RAP Publication, 285p
- Lowe-McConnell, R.H. 1999. Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais. São Paulo, EDUSP, 584p.
- Machado-Allison, A. 1987. Los peces de los llanos de Venezuela, um ensayo su historia natural. Universidad Central de Venezuela.
- Mago-leccia, F., 1994. *Electric fishes of the continental waters of America*. Ed. Clemente, Venezuela. 206 pp.

- Marinho, M.M.F.; Langeani, F. 2010. *Moenkhausiacelibela*: a new species from the Amazon basin, Brazil (Characiformes: Characidae). *Journal of Fish Biology*, 77(1): 879-889.
- Martins, C.S. 2000. Estrutura da comunidade da ictiofauna em igarapés da bacia do rio Urubu, Amazônia Central, Brasil. Dissertação de Mestrado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/ Universidade do Amazonas. 49pp.
- Meyer, A. 1993. Phylogenetic relationships and evolutionary processes in east african cichlid fishes. *Trends in Ecology & Evolution*, 8: 279-284, [http://dx.doi.org/10.1016/0169-5347\(93\)90255-N](http://dx.doi.org/10.1016/0169-5347(93)90255-N)
- Mendonça, F. P.; Magnusson, W. E.; Zuanon, J. 2005. Relationships between habitat characteristics and fish assemblages in small streams of central Amazonia. *Copeia*, (4): 751-764
- Mendonça, F.P. de, Magnusson. Níveis de similaridade entre assembleias de peixes em riachos de terra-firme: padrões locais, coexistência em mesoescala e perspectivas macroregionais na Amazônia Brasileira. Manaus, Amazonas. Tese de Doutorado em Ciências Biológicas (ecologia). Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Universidade Federal do Amazonas. 2010
- Mortati, A.F. Colonização por peixes no folhiço submerso: implicações das mudanças na cobertura florestal sobre a dinâmica da ictiofauna de igarapés na Amazônia Central. 2004. 79f. Dissertação (Mestre em Ciências Biológicas, área de concentração Ecologia). Universidade Federal do Amazonas – UFAM, Manaus, 2004.
- Nelson, J. S., T. C. Grande & M. V. H. Wilson.2016. *Fishes of the world*. 5rd ed. John Wiley and Sons, New York. 707pp.
- Walker, I. 1995. Amazonian streams and small rivers. pp. 167193. In: Tundisi, J. G., Bicudo, C. E. M., Matsumura Tundisi, T. (Eds). *Limnology in Brazil*. Sociedade. Brasileira. De Limnologia/Academia Brasileira. de Ciência.
- PPBio. Manuais e protocolos de amostragem. Disponível em <<https://ppbio.inpa.gov.br/manuais>>. Acessado em 02/02/2015.
- Pedroza WS, Ribeiro FRV, Teixeira TF, Ohara WM, Rapp Py-Daniel LH. Ichthyofaunal survey of stretches of the Guariba and Roosevelt Rivers, in Guariba State Park and Guariba Extractive Reserve, Madeira River basin, Amazonas, Brazil. *Check List*. 2012; 8(1):8-15.

- Sabino, J.; Zuanon, J. 1998. A stream fish assemblage in Central Amazônia: distribution, activity patterns and feeding behavior. *Ichthyol.Explor. Freshwaters*, 8(3): 201-210.
- Sioli, H. 1984. The Amazon: *Limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin*. Dr. W. Junk Publishers, Netherlands. 762p.
- Silva - Oliveira, C.; Canto, A.L.C.; Ribeiro, F.R.V. 2016. Stream ichthyofauna of the Tapajós National Forest, Pará, Brazil. *ZooKeys*, 580: 125-144.
- Taylor, C.M. & Warren Jr, M.L. 2001. Dynamics in species composition of stream fish assemblages: environmental variability and nested subsets. *Ecology* 82(8):2320-2330.
- Uieda, V.S. & Barreto, M.G. 1999. Composição da ictiofauna de quatro trechos de diferentes ordens do rio Capivara, bacia do Tietê, Botucatu, São Paulo. *Rev. Bras. Zoociências*, 1(1): 55-67.
- Vannote, R. L., G. W. Minshall, K. W. Cummins, J. R. Sedell and C. E. Cushing. 1980. River Continuum Concept. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 37: 130- 137.
- Vari, P.R.(1992).Systematics of the Neotropical Characiform Genus *Cyphocharax* Fowler (Pisces: Ostariophysi).Smithsonian Institution Press:Washington, D.C.
- Wootton, R. J. Ecology of Teleost Fishes. New York, Chapman and Hall. 1990. 404p.
- Kullander, S.O. 1986. *Cichlid fishes of the Amazon River drainage of Peru*. Swedish Museum of Natural History, Stockholm, 431 pp.
- Kemenes, A. & Forsberg, BR. 2014. Factors influencing the structure and spatial distribution of fishes in the headwater streams of the Jaú River in the Brazilian Amazon. *Brazilian Journal of Biology*.vol. 74, no. 3 (suppl.), p. S23-S32.

CAPÍTULO 02. Da Silva, A. C. F, F. R. V. Ribeiro & A. L. C. Canto. Assembleia de peixes da Floresta Nacional do Tapajós sob influencia do Fenômeno Climático El Niño. Manuscrito formatado para a revista “*Neotropical Ichthyology*”.

**Assembleia de peixes da Floresta Nacional do Tapajós sob influencia do Fenômeno
Climático El Niño**

Alberto Conceição Figueira da Silva¹, Frank Raynner Vasconcelos Ribeiro^{1, 2} e André
Luiz Colares Canto²

Resumo

A Floresta Nacional do Tapajós é uma unidade de conservação de uso sustentável, localizada a oeste do estado do Pará, dentre as unidades federais é a terceira do país em números de pesquisa científicas e a primeira do bioma Amazônia. Neste trabalho objetivou-se identificar possíveis evidências do efeito do fenômeno climático El Niño na ictiofauna e em variáveis ambientais amostradas em trechos de 22 igarapés no interior da unidade de conservação. Para isso, foram avaliadas e comparadas estatisticamente amostragens do ano de 2013 (sem El Niño) e do ano de 2015 (com El Niño) ambas no período da estiagem. As amostragens seguiram o protocolo padronizado do Programa de Pesquisa em Biodiversidade (PPBio) e foram utilizados o teste-t *Student* e análise de similaridade para análise estatística dos dados. Os resultados revelam diferenças estatisticamente significativas nas variáveis ambientais: profundidade, largura, vazão e abertura de dossel. No entanto, para a ictiofauna, não foi identificado diferenças estatisticamente significativas. Este estudo é pioneiro na região pesquisada, a qual sofre consequências diretas do fenômeno El Niño. Portanto, os resultados deste aqui apresentados tendem a subsidiar estudos posteriores, incluindo análises em escala intrasazonal e interanual.

Palavras chaves: Flona do Tapajós, El Niño, ictiofauna.

The Tapajós National Forest is a conservation unit for sustainable use, located in the western part of the state of Pará, being one of the federal units of the country in terms of scientific research and a first in the Amazon biome. El Niño in ichthyofauna and in variable green tanks in stretches of 22 streams inside the conservation unit. In order to do so, we evaluated and statistically compared year 2013 (without El Niño) and year 2015 (with El Niño) both during the dry season. As follow-up samples, the standardized Biodiversity Research Protocol (PPBio) and the Student-

t test and the similarity analysis for statistical analysis of the data. The results of the survey results are statistically significant in the environmental dimensions: width, width, flow and canopy opening. However, for ichthyofauna, it was not able to become statistically significant. This study is a pioneer in the region researched, a phenomenon called El Niño. Therefore, the results of this study demonstrated a tendency to subsidize studies, intrastrasonal and interannual critical analysis.

Key words: Precipitation, ichthyofauna, streams.

Introdução

Devido a sua localização na região equatorial, o clima da Amazônia é quente e úmido, embora esse comportamento venha sofrendo alterações ao longo dos tempos. O clima atual da região Amazônica é uma combinação de vários fatores, sendo o mais importante, a disponibilidade de energia solar através do balanço de energia (Fisch *et al.*, 1998). A Bacia Amazônica possui uma alta taxa de chuvas, com precipitação média de aproximadamente 2.300 mm ano⁻¹, embora na fronteira entre Brasil e Colômbia, praticamente não exista período de seca (Salati *et al.*, 1978).

Um dos principais sistemas atmosféricos que interfere na distribuição de chuvas na região amazônica é o El Niño Oscilação Sul (ENOS), caracterizado por apresentar altas temperaturas na superfície do mar do Pacífico tropical leste e central com tendência de baixa pressão no Pacífico leste e mais alta no Pacífico oeste (Trenberth, 1997).

Os impactos desse fenômeno são bem conhecidos - com condições mais secas do que o normal para o norte da Bacia Amazônia e nordeste do Brasil e condições mais úmidas que o normal em porções central da América do Sul e sul do Brasil (Marengo *et al.*, 1998a).

Trata-se de um fenômeno que influencia a distribuição e quantidade de precipitação chuvosa e temperatura do ar, podendo afetar indiretamente a ictiofauna da região. Na região sul do Brasil, o El Niño causa elevação na precipitação e conseqüente alta descarga de água doce, afetando as assembleias de peixes, fato que ocorre com as tainhas jovens e adultas que diminuem de tamanhos sob alta precipitação e baixa salinidade no estuário (Vieira *et al.*, 2008).

Estudos de Garcia *et al.* (2001, 2002; 2004) e Garcia e Vieira, (2001) revelam um efeito negativo na diversidade de tainhas jovens com eventos de El Niño. Um efeito contrário, foi observado por Stassen *et al.* (2010) na dinâmica da população de Sábalo (*Prochilodus lineatus*) no Rio Pilcomayo, na Bolívia. Segundo os autores, a diminuição da descarga do rio e a

diminuição relacionada à captura do Sábalo em 1990 pode estar relacionada aos eventos de El Niño de 1990 – 1995.

A temperatura é um fator importante para o crescimento, desenvolvimento e reprodução de um infinito número de espécies, especialmente nos ambientes aquáticos aonde o aquecimento resulta na migração de espécies de peixes para ambientes mais frios (Amaral & Vale, 2010). Apesar de determinadas espécies de peixes possuírem maior tolerância a mudanças ambientais, em estudo de Jiquiriçá (2015) realizados em igarapés de áreas agrícolas nas cabeceiras do rio Xingu identificou uma relação entre o aumento da temperatura da água e a diminuição do tamanho de algumas espécies de peixes.

Nesses ambientes aquáticos tropicais, em períodos normais, as flutuações sazonais são relativamente menores, principalmente se comparadas a rios e lagos (Sioli, 1984), todavia são escassos os estudos na Amazônia central que avaliam a dinâmica dos igarapés sob o efeito de fenômenos climáticos mais severos. Essas baixas flutuações sofridas pelos igarapés tropicais geralmente são caracterizadas pela presença de chuvas, que geram uma variação no volume das águas, proporcionando pulsos de inundação em escala de tempo muito menor, mas com uma elevada frequência (Walker, 1995). Na presença das chuvas o volume d'água nos igarapés aumenta consideravelmente e tende a voltar ao estado inicial algumas horas após o término das chuvas (Espírito-Santo *et al.*, 2009).

A rede de igarapés da Floresta Nacional do Tapajós possui uma rica ictiofauna com mais de 100 espécies registradas (Silva-Oliveira *et al.*, 2016). Nesse contexto, é importante conhecer como as assembleias de peixes permanecem estruturadas e as possíveis mudanças nas variáveis ambientais desses corpos d'água diante dos efeitos de fenômenos climáticos como o El Niño. O entendimento dessas relações são mecanismos importantes e necessários para a conservação ambiental das comunidades íctias, especialmente em unidades de conservação onde podem subsidiar ações de manejo mais eficientes.

Material e Métodos

Área de estudo

A Floresta Nacional do Tapajós (Flona - Tapajós) é uma unidade de conservação localizada a oeste do estado do Pará (Figura 1). Foi criada pelo decreto de lei nº 73.684 de 19/02/1974 e atualmente ocupa uma área de aproximadamente 527.000 hectares, abrangendo os 4 municípios e limite com o rio Tapajós, rodovia BR 163 - Santarém-Cuiabá e com o rio Cupari.

Seu território abrange igarapés que drenam para duas bacias hidrográficas distintas: rio Curuá-Una e rio Cupari, além de afluentes diretos do rio Tapajós. A região apresenta estação chuvosa de novembro a maio, com máxima climatológica de 300 mm em março. A estação seca é de junho a outubro, com mínimo climatológico de 48 mm nos meses de agosto e setembro. O gradiente de temperatura entre as estações é de 1.5 °C, com máxima (mínimo) de 25.3 °C (24.3 °C) em outubro (julho).

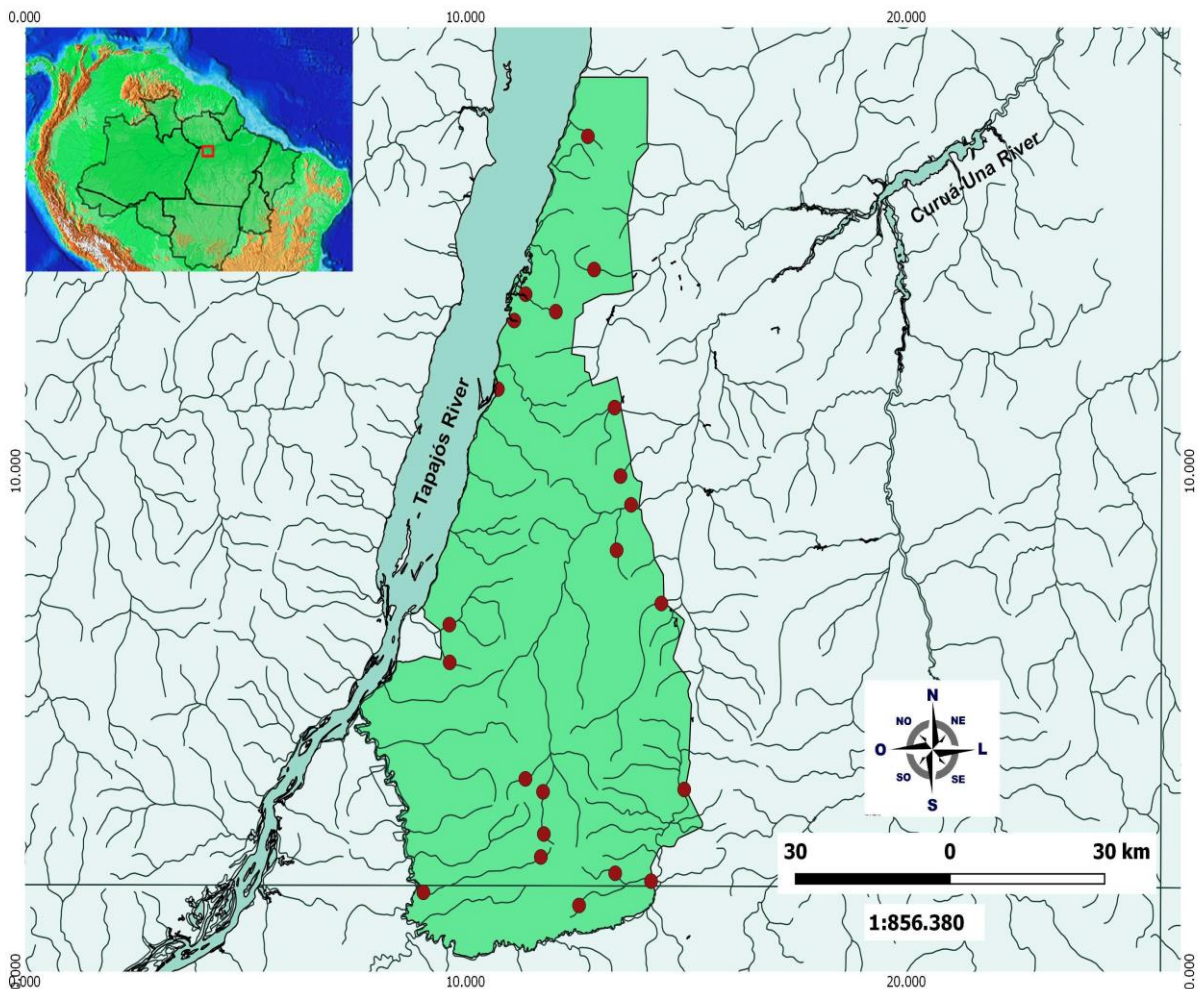


Figura 1. Mapa da hidrografia da área de estudo (Flona do Tapajós). Os círculos em vermelho são os 22 trechos amostrados com destaque para os rios Tapajós e Curuá-Una.

Variáveis meteorológicas

As variáveis meteorológicas usadas para identificar a influencia do El Niño sobre as assembleias de peixes na Flona do Tapajós foram dados de precipitação acumulada mensal dos anos de 2013 - ano normal (sem El Niño), 2015 - ano de El Niño e as médias climatológicas para comparação. Os dados meteorológicos são referentes à estação de Belterra (PA) e foram obtidos no Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP) do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

Coleta de dados

Para as amostragens relacionadas diretamente com os igarapés, a primeira amostragem de campo ocorreu durante o período de estiagem (setembro a dezembro) do ano de 2013, no período sem influência do fenômeno climático El Niño. A segunda amostragem aconteceu na estiagem de 2015, também nos meses de setembro a dezembro desta vez sob influência do fenômeno climático El Niño. As coletas foram realizadas nos mesmos trechos amostrais dos igarapés, seguindo parcialmente o protocolo proposto por Mendonça *et al.* (2005). Foram estudados 22 igarapés de 1ª a 3ª ordem, com registro de seca completa nos igarapés de número 10 e 20 na estiagem de 2015. Cada igarapé estudado foi representado por uma amostragem em um trecho de 50 metros medidos seguindo o curso do canal, nesse trecho foram realizadas amostragens de variáveis ambientais (pH, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, temperatura da água, velocidade da correnteza, largura, profundidade, substrato do canal, e abertura de dossel) e coleta de ictiofauna, da seguinte forma;

Após a delimitação do trecho de 50 do igarapé, foram medidas em um único ponto no meio do canal a cerca de 5-10 cm de profundidade, com auxílio de um medidor multiparâmetro (Akso AK 88) as variáveis físico-químicas da água (potencial hidrogeniônico (pH), condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$), oxigênio dissolvido (mg/l^{-1}) e temperatura da água($^{\circ}\text{C}$).

Depois de realizada a amostragem das variáveis físico-químicas, foi feito um bloqueio do trecho de 50 m com rede de malha de 5 mm entre nós (no início e no fim do trecho) afim de evitar a fuga dos peixes desse perímetro amostral. Nesse trecho de 50 m (já bloqueado) foram estabelecidos quatro transectos equidistantes (0m, 17m, 34m e 50m) em cada um desses transecto as medidas das demais variáveis ambientais foram tomadas, como largura do canal, profundidade, velocidade da correnteza, tipo de substrato (classificado em sete categorias) e abertura de dossel, logo em seguida dois coletores realizaram coleta ativa de ictiofauna (no trecho de 50 m) por um período de aproximadamente duas horas, utilizando redes de arrasto de tração manual e peneiras, ambas com malhas de 5 mm entre nós.

Após a captura, os peixes foram anestesiados com solução contendo eugenol (óleo de cravo) e fixados em formalina 10%. Em laboratório foram lavados e transferidos para etanol 70% de onde foram triados e identificados ao menor nível taxonômico possível.

Análise de Dados

Foi utilizado o Test t-Student para verificar se houveram diferenças estatisticamente significativas para as variáveis ambientais amostrados nos igarapés da estiagem de 2013 e da estiagem de 2015. As variáveis ambientais que não atenderam as premissas do Test t-Student pareado foram logaritmizadas. Para as variáveis que continuaram não apresentando uma distribuição normal, foi utilizada a análise não paramétrica de Mann-Whitney. Também se utilizou o Test t-Student para verificar possíveis diferenças nos descritores da ictiofauna (riqueza, abundância, diversidade e equitabilidade) entre os dois períodos de estiagem. Uma análise de dissimilaridade (Anosim) com índice de Bray-Curtis (abundancia) e Jaccard (presença e ausência) foi utilizada para avaliar a composição das espécies entre os dois períodos de estiagem. Todas as análises foram realizadas utilizando o software Past (Hammer *et al.*, 2001).

Resultados

Na unidade de conservação há registros de precipitação chuvosa (normal) para o ano de 2013, variando de 240,4mm a 14,9mm, enquanto que para o ano de 2015 sob influencia do fenômeno climático El Nino os registros variam de 107,3mm a meses sem precipitação chuvosa.

Observou-se variação na precipitação chuvosa nos anos de 2013 e 2015 (Figura 02), com destaque para os últimos sete meses do ano de 2015 dos quais três não registram precipitação.

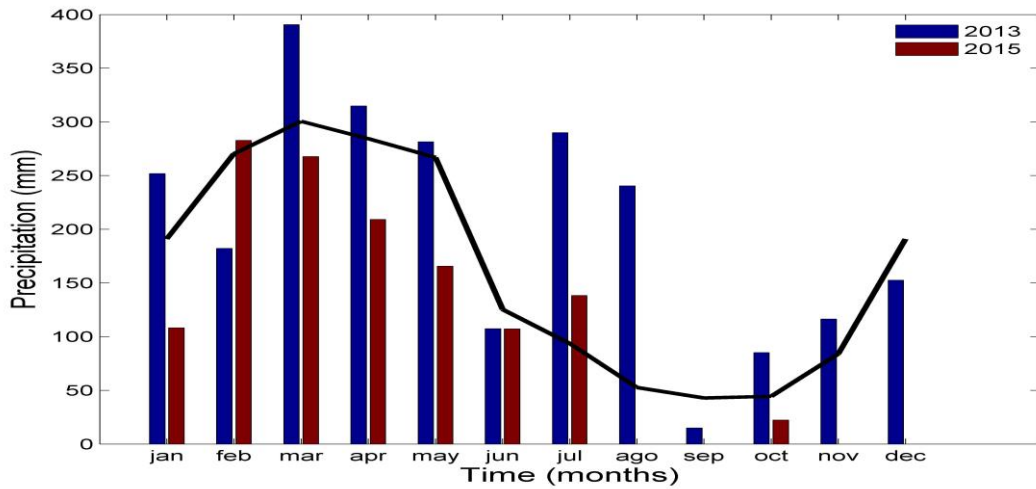


Figura 2. Acúmulo de chuva mensal versus normal climatológica do ano de 2013 e 2015 pela estação 82246 do município de Belterra, Pará, Brasil. Fonte INMET/INPE. A Linha escura representa a média de chuvas mensais acumuladas na região em 30 (trinta) anos de 1961 a 1990 (INMET).

Os valores registrados para as variáveis (vazão, profundidade, largura e abertura de dossel) são apresentados na Figura 03. O Test T-Student demonstrou diferenças estatisticamente significativas na vazão ($p = 0,005$), profundidade ($p = 0,0004$); largura ($p = 0,025$) e abertura de dossel ($p = 0,0001$).

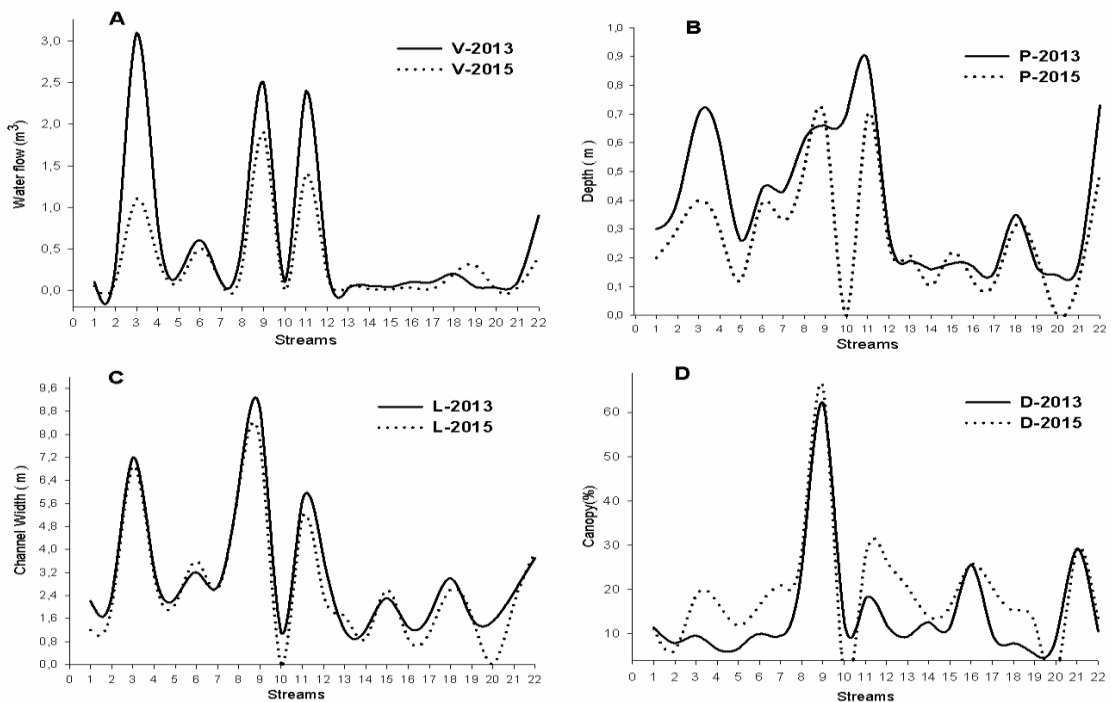


Figura 3. Variáveis ambientais - (A) Vazão; (B) Profundidade; (C) Largura; (D) abertura de dossel - que apresentaram mudanças estatisticamente significativas entre as estiagens

dos anos de 2013 e 2015 nos 22 trechos de igarapés na Floresta Nacional do Tapajós, Pará, Brasil.

Nas amostragens realizadas na estiagem do ano de 2013 foram coletados 3.035 peixes distribuídos em 117 espécies, enquanto que nas amostragens realizadas na estiagem de 2015, com registro de seca total (coleta zero de ictiofauna) nos igarapés de número 10 e 20, foram coletados 2.450 indivíduos, distribuídos em 96 espécies. A Ictiofauna das duas amostragens são composta por espécies das ordens Characiformes; Siluriformes; Cichliformes; Gymnotiformes; Cyprinodontiformes e Synbranchiformes com maiores valores de riquezas concentrados nas famílias Characida e Cichlidae. As espécies *Bryconops aff. melanurus* e *Hemigrammus belottii* foram as mais abundantes em ambas as amostragens, assim como a espécie *Aequidens tetramerus* a mais amplamente distribuída nos igarapés, durante os dois períodos de estiagens amostrados.

Não foram registradas mudanças estatisticamente significativas na composição das espécies, isso para presença e ausência ($P = 0,53$) e para abundância ($P = 0,73$). Também não houve diferenças significativas nos descritores ecológicos (riqueza, abundância, diversidade e equitabilidade) quando comparados os períodos de estiagem de 2013 e 2015 (Tabela 01).

Tabela 1. Descritores ecológicos de ictiofauna amostrada em 22 trechos de igarapés da Floresta Nacional do Tapajós nas estiagens dos anos de 2013 e 2015. IG=Igarapé

	Riqueza		Abundância		Diversidade		Equitabilidade	
	2013	2015	2013	2015	2013	2015	2013	2015
IG1	14	13	87	57	2,10	2,31	0,79	0,90
IG2	8	7	23	47	1,66	1,51	0,80	0,77
IG3	21	19	429	495	1,65	1,64	0,54	0,55
IG4	9	10	59	122	1,82	1,02	0,83	0,44
IG5	10	5	39	48	1,92	0,47	0,83	0,29
IG6	10	12	63	52	1,81	1,52	0,78	0,61
IG7	21	18	125	204	2,53	2,03	0,83	0,70
IG8	23	18	99	140	2,52	2,43	0,80	0,84
IG9	31	30	438	234	2,44	2,65	0,71	0,77
IG10	14	-	148	-	1,98	-	0,75	-
IG11	11	16	82	76	1,81	2,28	0,75	0,82
IG12	8	9	108	74	0,55	1,72	0,26	0,78
IG13	0	0	0	0	-	-	-	-
IG14	10	5	51	36	1,51	0,86	0,65	0,53
IG15	8	7	403	293	0,80	0,89	0,38	0,46
IG16	15	3	78	5	2,35	1,05	0,86	0,96

IG17	7	5	13	18	1,73	1,16	0,89	0,72
IG18	0	6	0	40	-	1,07	-	0,60
IG19	5	9	24	92	1,27	1,71	0,79	0,78
IG20	10	-	64	-	1,68	-	0,73	-
IG21	28	17	558	273	1,86	2,24	0,56	0,79
IG22	11	13	142	144	2,03	1,72	0,84	0,67

Discussão

O El Niño é um fenômeno atmosférico caracterizado por um aquecimento anormal das águas superficiais no Oceano Pacífico Tropical (Nery, 2005) que altera o clima global e regional, proporcionando fortes estiagens na região amazônica (INPE/CPTEC, 2017). Com precipitação normal no Oeste do estado do Pará, o ano de 2013 apresentou registro chuvoso em todos os meses (Figura 02 A). Em contrapartida, o ano de 2015 caracterizou-se com uma das maiores estiagens da história na Amazônia, com registro de ausência de chuvas em três meses do ano na região do estudo (Figura 02 B) (INMET, 2017), fato que certamente explica a maior profundidade, largura e conseqüentemente a vazão dos igarapés nas amostragens de 2013.

Além das diferenças registradas para as variáveis referentes à morfometria dos igarapés (largura, profundidade e vazão) também foram registradas mudanças na abertura do dossel entre as estiagens amostradas. Em florestas tropicais existem dois fatores que atuam fortemente na alteração da estrutura do dossel, a dinâmica de clareiras que ocorre naturalmente devido à queda de árvores e os fatores antrópicos como desmatamento (corte seletivo e a fragmentação florestal). Esses fatores podem ter efeitos nas propriedades estruturais e ópticas do dossel (Gobron *et al.*, 2000).

Os efeitos da forte estiagem de 2015, com registros de aproximadamente 582 queimadas na Floresta Nacional do Tapajós (INPE, 2017), potencializou o aumento perceptível de árvores caídas dentro da unidade de conservação, fato que pode ter contribuído para a significativa diferença observada pra a abertura de dossel nos trechos amostrados nos diferentes anos do presente estudo.

A maior incidência de luz nos igarapés provocada pela abertura de dossel, no entanto, não influenciou nas variáveis físico-químicas dá água dos igarapés. Os períodos de estiagens da região oeste do Pará são caracterizados pela ocorrência de poucas chuvas (INMET, 2017). Dessa forma, a estiagem mais intensa, aqui associada principalmente ao fenômeno climático El Niño,

parece não influenciar significativamente nas variáveis físico-químicas da água na maioria dos igarapés amostrados, confirmando elevada estabilidade físico-química preconizada para igarapés de terra firme na região Amazônica (Lowe-McConnell, 1999; Bührnheim & Cox-Fernandes, 2001).

No entanto, apesar disso, alguns estudos sugerem que a alta temperatura pode afetar negativamente as comunidades de peixes, especialmente o tamanho dos animais (*e.g.* Atkinson, 1994; Atkinson & Sibly, 1997; Jiquiriçá, 2015). A ausência de variação estatisticamente significativa para a temperatura da água, assim como para as demais variáveis físico-químicas, nas estiagens aqui estudada, pode ter colaborado para estabilidade da ictiofauna dos igarapés da Floresta Nacional do Tapajós, que ao que parece tem conseguido manter um mesmo padrão estrutural, ainda que diante de mudanças climáticas estabelecidas pelo El Niño.

As flutuações sofridas por esses ambientes ao longo do ano causam poucas mudanças na composição dessas assembleias (Lowe-McConnel, 1999). A similaridade em termos de composição da ictiofauna nos dois períodos de estiagem deste estudo é indicativo de que, apesar de extremos, esses eventos climáticos também não são suficientes para provocarem tal mudança. A permanência das espécies nesses ambientes pode estar relacionada com adaptações fisiológicas. Além das pequenas flutuações sazonais registradas para igarapés de terra firme, destaca-se o papel das unidades de conservação na proteção dos ambientes aquáticos, diminuindo ainda mais os efeitos dos fenômenos climáticos sobre as comunidades ictiofaunísticas locais.

Trata-se de um estudo pioneiro, mas de curta duração e pequena escala espacial, abordando a temática dos efeitos climáticos e suas influências sobre as assembleias de peixes em igarapés que necessita de estudos posteriores e complementares com amostragens em longo prazo que possibilitem melhor entendimento sobre ações de tais fenômenos nas comunidades ícticas das regiões afetadas.

Agradecimentos

À Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA) pelo apoio logístico. Ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) e ao colega Carlison Silva que gentilmente disponibilizou seus dados para este estudo.

Referências

- Bührnheim, C.M. & Cox-Fernandes, C. 2001. Low seasonal variation on fish assemblages in Amazonian rain forest stream. *Ichthyol. Explor. Freshwaters* 12(1):65-78
- Atkinson, D. & Sibley, R.M. 1997. Why are organisms usually bigger in colder environments? Making sense of a life history puzzle. *Trends in Ecology and Evolution*, 12:235-239.
- Atkinson, D. 1994. Temperature and organism size-A biological law for ectotherms? *Advances in Ecological Research* 25: 1
- De Souza, E.B. et al. On the influences of the El Niño, La Niña and Atlantic dipole pattern on the Amazonian rainfall during 1960-1998. *Acta Amazonica*, v. 30, n. 2, p. 305-318, 2000.
- Espírito-Santo, H. M. V., W. E. Magnusson, J. Zuanon, F. P. Mendonça & V. L. Landeiro. 2009. Seasonal variation in the composition assemblages in small Amazonian forest streams: evidence for predictable changes. *Freshwater Biology*, 54: 536-548.
- Gobron, N., B. Pinty, M. M. Verstraete, and J. L. Widlowski 2000. Advanced vegetation indices optimized for up-coming sensors: Design, performance, and applications. *Geoscience and Remote Sensing, IEEE Transactions on* 38:2489-2505.
- Martins, C.S. 2000. Estrutura da comunidade da ictiofauna em igarapés da bacia do rio Urubu, Amazônia Central, Brasil. Dissertação de Mestrado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/ Universidade do Amazonas. 49pp.
- Mendonça, F. P.; Magnusson, W. E.; Zuanon, J. 2005. Relationships between habitat characteristics and fish assemblages in small streams of central Amazonia. *Copeia*, (4): 751-764
- MOLION, L.C.B.; BERNARDO, S.O. Uma revisão da dinâmica das chuvas no Nordeste Brasileiro. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v.17, n.1, p. 1-10, 2002
- Nery, J, T. 2005. Dinâmica Climática da Região Sul do Brasil. *Revista Brasileira de Climatologia*, Vol. 1, No 1.
- Nobre, P.; Shukla, J. Variations of SST, wind stress and rainfall over the tropical Atlantic and South America. *Journal of Climate*, v. 9, p. 2464-2479, 1996.
- Hammer, O., D. A. T. Harper & P. D. Ryan. 2001. Past: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4: 1-9.

- INMET. 2017. BDMEP - Série Histórica - Dados Mensais. Disponível em:<
http://www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa/form_mapas_mensal.php>. Acessado em 25/03/2017.
- INMET/INPE. 2017. Estação de Observação de Superfície Convencional. Disponível em
<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesconvencionais>. Acessado em 25/03/2017.
- INPE/CPTEC. 2017. Condições de neutralidade no pacífico equatorial. Disponível em:
<<http://enos.cptec.inpe.br/>. Acessado em 10/03/2017.
- INPE. 2017. Programa de queimadas. Monitoramento por satélites. Disponível em;<
<https://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/>>. Acessado em 25/03/2017.
- Jiquiriçá, P. R. I. Efeitos da conversão de florestas em áreas agrícolas sobre assembleias de peixes das cabeceiras do Rio Xingu. 2015. 100f Tese de doutorado em Ciências, na área de Ecologia. Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo. 2015.
- Lowe-McConnell, R.H. 1999. Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais. São Paulo, EDUSP, 584p.
- Kayano, M.T.; Moura, A.D. 1986. O El Niño de 1982-83 e a precipitação sobre a América do Sul. *Revista Brasileira de Geofísica*, 4: 201-214.
- Marengo, J.A. 1992. Interannual variability of surface climate in the Amazon basin. *International Journal of Climatology*, 12: 853-863.
- Oliveira, G. S. O El Niño e Você - o fenômeno climático. Editora Transtec - São José dos Campos (SP), março de 2001.
- Sioli, H. 1984. The Amazon: *Limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin*. Dr. W. Junk Publishers, Netherlands. 762p.
- Silva - Oliveira, C.; Canto, A.L.C.; Ribeiro, F.R.V. 2016. Stream ichthyofauna of the Tapajós National Forest, Pará, Brazil. *ZooKeys*, 580: 125-144.
- Walker, I. 1995. Amazonian streams and small rivers. pp. 167-193. In: Tundisi, J. G., Bicudo, C. E. M., Matsumura Tundisi, T. (Eds). *Limnology in Brazil*. Sociedade Brasileira de Limnologia/Academia Brasileira de Ciência.

Considerações finais

Entender como as assembleias de peixes estão estruturadas nas unidades de conservação é extremamente importante para a preservação desse grupo, papel até então intrinsicamente desenvolvido pelas unidades de conservação – de proteger e preservar. Neste estudo, na Floresta Nacional do Tapajós, foi possível perceber a correlação entre variáveis ambientais e a ictiofauna, e como as mudanças sazonais podem influenciar nesse cenário.

Quanto os efeitos da sazonalidade sobre as variáveis ambientais e estrutura da ictiofauna, foi observado que a baixa precipitação chuvosa influenciou nas mudanças e ausências de variações tanto nas variáveis ambientais como nas assembleias de peixes;

Quanto às correlações entre as variáveis ambientais e descritores ecológicos (riqueza, diversidade, abundância) observou-se que igarapés mais largos, com maior abertura de dossel, maior profundidade e maior vazão tiveram correlação direta com a maior riqueza e maior abundância.

Sobre a influência do fenômeno climático El Niño nas variáveis ambientais de igarapés da Floresta Nacional do Tapajós, observou-se que as variáveis ambientais como abertura de dossel, largura, profundidade e vazão foram influenciadas pela forte estiagem associada ao El Niño de 2015;

Quanto à influência do fenômeno climático El Niño na composição e nos descritores das assembleias de peixes em igarapés da Floresta Nacional do Tapajós, foi identificado que não sofreram alterações estatisticamente significativas.

Referências (Introdução geral)

- Anjos, M. B. dos; Zuanon, J 2007. Sampling effort and fish species richness in small terra firme forest streams of central Amazonia, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, v. 5, n. 1, p. 45-52.
- Bührnheim, C. M. 2002. Heterogeneidade de habitats: rasos x fundos em assembleias de peixes de igarapés de terra firme na Amazônia Central, Brasil. *Revista brasileira de Zoologia*.19 (3): 889 – 905.
- Bührnheim, C.M. 1999. Habitat abundance patterns of fish communities in three Amazonian rain forest streams, p. 6374. *In: A.L. Val & V.M.F. A. Val (Eds). Biology of Tropical Fishes*. Manaus, INPA, 460p.
- Bührnheim, C.M. & Cox-Fernandes, C. 2001. Low seasonal variation on fish assemblages in Amazonian rain forest stream. *Ichthyol. Explor. Freshwaters* 12(1):65-78
- Böhlke, J. E., S. H. Weitzman and N. A. Menezes. 1978. Estado atual da sistemática dos peixes da água doce da América do Sul. *Acta Amazônica* 8(4): 657- 677.
- Carvalho, L.N. História natural de peixes de igarapés Amazônicos: utilizando a abordagem do Conceito do Rio Contínuo. Tese de doutorado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Universidade Federal do Amazonas. 142p. 2008.
- Caramaschi, E.P. 1986. Distribuição da ictiofauna de riachos das bacias do Tietê e do Paranapanema, junto ao divisor de águas (Botucatu, SP). Tese de Doutorado, não publicada, Universidade Federal de São Carlos, 245p
- Chape, S., M., Spalding, M., Taylor, A Putney, N., Ishwaran, J., Thorsell, D., blasco, J., Robertson, P., Bridgewater, J., Harrison, McManus E., 2008. History and definition value and global perspective, in: Caape, S., Spalding, M., Jenkins, M. (Eds) *The World's Protected Areas: Status, Values and Prospects in the 21st Century*
- Eschmeyer, W.N. (ed.), 2005. Catalog of fishes. Updated database version of May 2005. Catalog databases as made available to FishBase in May 2005.
- Espírito-Santo, H. M. V., W. E. Magnusson, J. Zuanon, F. P. Mendonça & V. L. Landeiro. 2009. Seasonal variation in the composition assemblages in small Amazonian forest streams: evidence for predictable changes. *Freshwater Biology*, 54: 536-548.
- Fittkau, E.J. 1967. On the ecology of Amazonian rainforest streams. *Atas do Simpósio sobre a Biota Amazônica*. 3: 97-108.

Goulding, M.; Carvalho, M.L; Ferreira, E.G. 1988. Rio Negro, rich life in poor water. SPB Academic Publishing, The Hague, Netherlands. p. 200.

Garutti, V. 1988. Distribuição longitudinal da ictiofauna em um córrego da região noroeste do estado de São Paulo, bacia do rio Paraná. *Revista Brasileira de Biologia*, v. 48, n. 4, p. 747-759.

Harvey, B. e. & A. J. Stewart. 1991. Fish size and habitat depth relationships in headwater streams. *Oecologia*, New York, 87: 336-342.

INPE/CPTEC. 2017. Condições de neutralidade no pacífico equatorial. Disponível em: <<http://enos.cptec.inpe.br/>>. Acessado em 10/03/2017.

ICMBio. Meio Ambiente. 2014. Disponível em < <http://www.brasil.gov.br/meio-ambiente/2014/06/cerca-de-20-do-territorio-nacional-e-protegido-por-unidades-de-conservacao>>. Acessado em 04/02/2017.

Junk, W. J.; Bayley, Peter B.; Sparks, R. E. 1989. The flood pulse concept in river floodplain systems. *Canadian special publication of fisheries and aquatic sciences*, v. 106, n. 1, p. 110-127.

Junk, W. J. 1983. As águas da Região Amazônica. In: Salati, E., Chubart, H. O. R., Junk, W. J. E. Oliveira, A. E. (Eds.). *Amazônia: desenvolvimento, integração e ecologia*. CNPq/Brasiliense, São Paulo. p. 328.

Kayano, M.T.; Moura, A.D. 1986. O El Niño de 1982-83 e a precipitação sobre a América do Sul. *Revista Brasileira de Geofísica*, 4: 201-214.

Knöppel, H.; Junk, W.; Gery, J. 1968. *Bryconops* (Creatochanes) *inpai*, a new characoid fish from the central Amazon region, with a review of the genus *Bryconops*. *Ibid*, 1: 231-246.

Knöppel, H.A. 1970. Food of Central Amazonian fishes: contribution to the nutrient ecology of Amazonian rain forest streams. *Amazoniana* 2:257-352

Kirovsky, A. 1998. Comunidades de peixes de áreas naturais e impactadas por barragens e clareiras artificiais em igarapés da Amazônia Central, AM. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Universidade do Amazonas.

Leitão, Rafael P.; Zuanon, J. ; Villeger, S. ; Williams, S. ; Baraloto, C. ; Fortunel, C. ; Mendonca, F. P. ; Mouillot, D. . Rare species contribute disproportionately to the functional structure of species assemblages. *Proceedings - Royal Society. Biological Sciences (Print)*, v. 283, p. 20160084, 2016.

Lévêque, C.; Oberdorff, T.; Paugy, D.; Stiassny, M. L. J.; Tedesco, P. A. 2008. Global diversity of fish (Pisces) in freshwater. *Hydrobiologia*, 595:545-567.

- Lowe-McConnell, R.H. 1999. Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais. São Paulo, EDUSP, 584p.
- Lowe-McConnell, R.. Ecological Studies. in *Tropical Fish Communities* . London: Cambridge University Press, 1987.
- Mascia, M. B., Pailler, S., krithivasan, R., Roshchanka, V., Burns, D., Mlotha, M. J., Murray, D. R, peng, N., 2014. Protected area downgrading, downsizing, and degazettement (PADDD) in Africa, Asia, and Latin America and the Caribbean, 1900–2010. *Conserv. Biol.* 169, 355-361
- Moraes, B. C; Costa, J. N; Costa, A. C. L; Costa, M. H. 2005. Variação espacial e temporal da precipitação no estado do Pará. *Acta Amazonica*. VOL. 35(2) 2005: 207 – 214
- Marengo, J.A. 1992. Interannual variability of surface climate in the Amazon basin. *International Journal of Climatology*, 12: 853-863.
- Martins, C.S. 2000. Estrutura da comunidade da ictiofauna em igarapés da bacia do rio Urubu, Amazônia Central, Brasil. Dissertação de Mestrado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/ Universidade do Amazonas. 49pp.
- Mendonça, F. P.; Magnusson, W. E.; Zuanon, J. 2005. Relationships between habitat characteristics and fish assemblages in small streams of central Amazonia. *Copeia*, (4): 751-764.
- Mortati, A.F. Colonização por peixes no folhicho submerso: implicações das mudanças na cobertura florestal sobre a dinâmica da ictiofauna de igarapés na Amazônia Central. 2004. 79f. Dissertação (Mestre em Ciências Biológicas, área de concentração Ecologia). Universidade Federal do Amazonas – UFAM, Manaus, 2004.
- Nelson, J. S., T. C. Grande & M. V. H. Wilson. 2016. *Fishes of the world*. 5rd ed. John Wiley and Sons, New York. 707pp.
- Nelson, J. S. 2006. *Fishes of the world*. 4ª ed. John Wiley and Sons, New York. 601p.
- Nery, J, T. 2005. Dinâmica Climática da Região Sul do Brasil. *Revista Brasileira de Climatologia*, Vol. 1, No 1.
- Odum, E. P. Fundamentos da ecologia. 4 ed. Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian. 1988.
- Oliveira, G. S. O El Niño e Você - o fenômeno climático. Editora Transtec - São José dos Campos (SP), março de 2001.
- Peres-Neto, P.R., Bizerril, C.R.F. & IGLESIAS, R. 1995. An overview of some aspects of river ecology: a case study on fish assemblages distribution in an eastern Brazilian coastal river. *Oecol. Bras.* 1:317-334.

Pianka, E.R. Evolutionary ecology. sec. ed. New York, Harper & Row Publishers. (1978).

Power M. E. 1983. Grazing responses of tropical freshwater fishes to different scales of variation in their food. *Environmental Biology of Fishes*, 9 (2): 103-115.

Reis, R. E., S., O. Kullander and C. J. Ferraris Jr. 2003. *Check list of the freshwater fishes of South and Central America*. Porto Alegre. 729p.

Reis, R.E.; Albert, J.S.; Di Dario, F. Mincarone, M.M; Petry, P.; Rocha, L.A. 2016. Fish Biodiversity and Conservation in South America. *Journal of Fish Biology*. In press.

Rosa, Ricardo. S. & Flávio C. T. Lima. 2008. *Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção, volume II - Os Peixes Brasileiros Ameaçados de Extinção*

Ropelewski, C. F. and Halpert, M. S. (1987). Global and regional scale precipitation patterns associated with the El Niño/Southern Oscillation. *Monthly Weather Review*, 115(8), 1606-1626.

Sabino, J.; Zuanon, J. 1998. A stream fish assemblage in Central Amazônia: distribution, activity patterns and feeding behavior. *Ichthyol.Explor. Freshwaters*, 8(3): 201-210.

São Thiago, H. 1990. Composição e distribuição longitudinal do rio Parati-Mirim (RJ) e período reprodutivo das principais espécies. Dissertação de Mestrado, Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 165 pp.

Silva, M. J. S.; Sousa, A. M. P.; Silva, A. C. F.; Rodrigues, D. S. 2014. Levantamento de Famílias da Floresta Nacional do Tapajós, Pará. Anais do segundo seminário de pesquisa da Flona do Tapajós

Sioli, H. 1984. The Amazon: *Limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin*. Dr. W. Junk Publishers, Netherlands. 762p.

Silva - Oliveira, C.; Canto, A.L.C.; Ribeiro, F.R.V. 2016. Stream ichthyofauna of the Tapajós National Forest, Pará, Brazil. *ZooKeys*, 580: 125-144.

SISBio/ICMBio. Estatísticas. Cadastro e Solicitação. 2016. Disponível em < <http://www.icmbio.gov.br/sisbio/estatisticas.html>>. Acessado em 04/02/2017.

Suárez, Y.R. & Lima-Junior, S.E. 2009. Variação espacial e temporal nas assembleias de peixes de riachos na bacia do rio Guirai, Alto Rio Paraná. *Biota Neotropica*. 2009, 9(1): 101-111.

Uieda, V. S. 1995. Comunidade de peixes de um riacho litorâneo: composição, habitat e hábitos. Campinas, SP, 229p. Tese de Doutorado, Universidade de Campinas.

Uieda, V.S. & Barreto, M.G. 1999. Composição da ictiofauna de quatro trechos de diferentes ordens do rio Capivara, bacia do Tietê, Botucatu, São Paulo. *Rev. Bras. Zool.* 1(1): 55-67.

Valle, F. Influência da Heterogeneidade do Substrato e da Profundidade sobre AS categorias tróficas de peixes de igarapés na Amazônia. 2013. 60f. Dissertação (mestre em Diversidade Biológica, área de concentração em Biologia). Universidade Federal do Amazonas – UFAM, Manaus, 2013.

Walker, I. 1990. Ecologia e biologia dos igapós e igarapés. *Ciência Hoje*, 11 (64): 46- 52.

Walker, I. 1991. Algumas considerações sobre um programa de zoneamento da Amazônia. In: Val, A.L.; Figliuolo, R.; Feldberg, E. (Eds.). *Bases Científicas para Estratégias de Preservação e Desenvolvimento da Amazônia*. Vol.1. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Brasil. p. 37-46

Walker, I. 1995. Amazonian streams and small rivers. pp. 167-193. In: Tundisi, J. G., Bicudo, C. E. M., Matsumura Tundisi, T. (Eds.). *Limnology in Brazil*. Sociedade Brasileira de Limnologia/Academia Brasileira de Ciência.

Kemenes, A. & Forsberg, BR. 2014. Factors influencing the structure and spatial distribution of fishes in the headwater streams of the Jaú River in the Brazilian Amazon. *Brazilian Journal of Biology*. vol. 74, no. 3 (suppl.), p. S23-S32.

ANEXO: Instruções para publicação na revista Neotropical Ichthyology.

INSTRUCTIONS TO AUTHORS

March 2017

Scope and policy

Neotropical Ichthyology is the official journal of the Sociedade Brasileira de Ictiologia (SBI). It is a peer reviewed periodical that publishes original articles on Neotropical freshwater and marine fish in the areas of Biochemistry, Biology, Ecology, Ethology, Genetics, Molecular Biology, Physiology and Systematics.

Submitted manuscripts must be relevant contributions within their specific research area and must provide clear theoretical foundations of the subject, description of the objectives and/or hypotheses under consideration, in addition to sampling and analytical designs consistent with the proposal. Descriptive original works of high quality and relevance will be considered for publication. Casual observations, scientific notes or studies merely descriptive not associated with relevant theoretical issues will not be considered.

Editor and Section Editor of the area will evaluate the submitted manuscript to determine if its content is suitable for publication in the journal *Neotropical Ichthyology*. The journal is open for submissions to all researchers on Neotropical ichthyofauna. Payment of publication costs may be required if none of the authors is a member of the SBI.

Submission of manuscripts

Manuscripts must be submitted as digital files at <http://mc04.manuscriptcentral.com/ni-scielo>. With each new manuscript submission, authors must include a cover letter with a statement that it constitutes original research and is not being submitted to other journals.

In multi-authored papers, author responsible for submission must declare in the cover letter that all coauthors are aware and agree with the submission.

All coauthors and respective mailing addresses and e-mails must be registered in the appropriate forms along with manuscript submission.

During the submission, indicate the area of Ichthyology (Biochemistry and Physiology, Biology, Ecology, Ethology, Genetics and Molecular Biology or Systematics) to which the manuscript is referable.

During the submission, indicate three possible referees (name, institution, country, and e-mail).

Manuscripts that are not formatted according to instructions to authors will be returned to authors. Please, use the checklist below to review your manuscript before submission. Each item of the checklist must be filled and the file must be sent as supplemental file for review when submitting the manuscript. Only items not applicable for the article must be kept empty. Manuscripts submitted out of format, without some required file or in poor English will be returned without review.

Form and preparation of manuscripts

Text must be submitted in English.

Text must be in MS-Word or rtf file formats.

Figures and tables must be uploaded separately as individual files.

Do not duplicate information in the text, Figures and Tables. Submit only Figures and Tables that are strictly necessary. Supplementary files such as appendices, videos and others can be uploaded already formatted, as pdf or video files, and will be available only in the on line version.

In taxonomic papers check also: Neotropical Ichthyology taxonomic contribution style sheet.

Manuscript must contain the following items, in bold, unnumbered, not using pages break, in the cited order: Title, Abstract (in English), Resumo or Resumen (in Portuguese or Spanish), Keywords, Running Head, Introduction, Material and Methods, Results, Discussion, Acknowledgements (optional), and References.

Checklist for formatting rules

Please, be sure you have checked all the items carefully

TITLE

Title is presented in bold and lower case.

In the title, subordinate taxa are separated by “:” as follows: “(Siluriformes: Loricariidae)”.

New taxa names are not given/listed in title or abstract.

Ex. “A new species of loricariid catfish from the rio Ribeira de Iguape basin, Brazil (Ostariophysi: Siluriformes)”.

Title presents the scientific names (instead vernacular names) with authorship and year of description of the species, if applicable, and higher taxonomic categories in parentheses.

Title reflects the contents of the paper.

AUTHORS

Only initial of authors names are in uppercase.

First name of authors is not abbreviated.

Superscript numerals are used to identify multiple addresses.

The names of the last two authors of the manuscript are separated by “and”.

Ex. George S. Myers¹, Carl H. Eigenmann² and Rosa S. Eigenmann^{1,2}.

AUTHORS ADDRESSES

Footnotes are not used.

Full mailing addresses and e-mail of all authors are provided, including institution name, ZIP codes, cities, states and countries.

Corresponding author is informed by adding (corresponding author) after the email address.

Superscript numerals are used to identify multiple addresses.

Names of Institutions and Departments are in the original spelling and not translated to English.

RUNNING HEAD

Provided suggestion for the running head up to 50 characters.

ABSTRACT

It is concise, presented in English and do not contain new taxa names or authorship.

RESUMO or RESUMEN

It is in Portuguese or Spanish.

It is an accurate translation of the Abstract in English.

KEYWORDS

Five keywords are provided in English and in alphabetic order.

Keywords do not repeat title words or expressions, or include Neotropical, that is the name of the Journal.

Keywords mentions key of identification, if applicable.

TEXT

Text pages do not include headers, footers, or footnotes (except page number).

Text is aligned to the left, not fully justified.

All text is in Times New Roman font size 12.

Text is not hyphenated.

Lines are not numbered.

The font “symbol” is used to represent the following characters: χ μ
θ ω ε ρ τ ψ υ ι ο π α σ δ φ γ η φ κ λ ε ρ β ν ≅ Θ Ω Σ Δ Φ

Species, genera, and Latin terms (et al., in vitro, in vivo, vs., i.e, e.g.) are in italics.

Scientific names are cited according to the ICZN (<http://iczn.org/iczn/index.jsp>).

Authorship is given at the first reference of a species or genus.

Spelling, current valid names and authorship of species have been checked in the Catalog of Fishes at

<http://research.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>.

Latin terms presented between the generic and specific names (cf., aff., etc., e.g. *Hoplias cf. malabaricus*) are not in italics.

The genus name is always fully spelled in first appearance in the text, in the beginning of a sentence and at least once in the figure and table caption(s).

There are no underlined words.

Abbreviations used in the text are listed under Material and Methods, except for those in common use (e.g., min, km, mm, kg, m, sec, h, ml, L, g).

Measurements use the metric system.

A list of institutional acronyms is given in Material and Methods section OR a reference to a published paper with a list of acronyms is given in Material and Methods section.

A list of catalog numbers of voucher specimens is furnished.

Reference(s) for species identification and classification used is(are) provided.

Geographic descriptors (rio, igarapé, arroio, córrego) are given in lower case, except when referring to a locality name (e.g., Municipality of Arroio dos Ratos, State of Rio Grande do Sul).

ACKNOWLEDGMENTS

Acknowledgments are concise and include both first and last names of persons.

Names of Sponsor Institutions are listed in their original spelling and not translated to English.

TABLES

Tables are numbered sequentially in Arabic numerals according to the order of citation in the text.

Tables are cited in the text using the following formats: Table 1, Tables 1-2, Tables 1, 4.

In Table caption, the word Table, its respective number and final dot after the number are in bold.

Ex. “Table 1.”....., and must end in period.

Tables are constructed in cells using lines and columns, and not “tab” or “space”.

Table caption is self-explicative and presenting, if applicable, at least once the genus name spelled out.

Tables do not contain vertical lines or footnotes [content of footnotes must be included in the caption].

Captions are listed at the end of the manuscript, in the following format:

Table 1. Monthly variation of the gonadosomatic index in *Diapomaspeculiferum*...

Approximate locations where tables should be inserted must be indicated along the right margin of the text.

FIGURES

Figures are numbered sequentially in Arabic numerals according to their citation in the text.

Figures are cited in the text using the following formats: Fig. 1, Figs. 1-2, Fig. 1a, Figs. 1a-b, Figs. 1a, c.

Citations of subsections of the figures are indicated by not capital letters both in the figure and caption.

Citations of figures from cited articles are cited using the same formats as figures published in the present article, but not capitalized: e.g., ...according to the figs. 2b of Vari & Harold (2001).

In Figure caption, the word Fig., its respective number and final dot after the number are in bold. Ex. “Fig. 1.”...., and must end in period.

Figures are of high quality and definition.

Figures are submitted as Figure files.

Figures are not being submitted as images inserted in Word files.

Text included in graphs and pictures have a font size compatible with reductions to page width (175 mm) or column width (85 mm).

Composed figures are prepared to fit either the page (175 mm) or column width (85 mm).

Illustrations include either a scale or reference to the size of the item in the figure caption.

Objects or illustrations are not included in the figure caption. Replace with text (e.g. “black triangle”) or represent its meaning in the figure itself.

A list of figure captions is presented at the end of the manuscript file in the following format: **Fig. 1.** _____

Approximate locations where figures should be inserted are indicated along the left margin of the text.

REFERENCIAS

References are cited in the following formats in the text: Eigenmann (1915, 1921) or (Eigenmann, 1915, 1921; Fowler, 1945, 1948) or Eigenmann & Norris (1918) or Eigenmann et al. (1910a, 1910b), always in chronological order after alphabetical order in case of more than one author cited.

References do not include abstracts, technical reports or undergraduate monographs.

Master Thesis or Ph.D. dissertations are listed only if necessary.

References are not formatted with “tab” or “space”.

References are rigorously ordered alphabetically.

References published by two or more authors are listed in alphabetic order of the first author surname, then of second author surname, and successively.

Journal names are given in full, not abbreviated.

Italic or bold are not used for books titles and journals.

References rigorously match text citations.

Books are listed in the following formats:

Malabarba, L. R., R. E. Reis, R. P. Vari, Z. M. S. Lucena & C. A. S. Lucena (Eds.). 1998. Phylogeny and classification of Neotropical fishes. Porto Alegre, Edipucrs, 603p.

Graça, W. J. & C. S. Pavanelli. 2007. Peixes da planície de inundação do alto rio Paraná e áreas adjacentes. Maringá, Eduem, 241p.

Chapters are listed in the following format:

Campos-da-Paz, R. & J. S. Albert. 1998. The gymnotiform “eels” of Tropical America: a history of classification and phylogeny of the South American electric knifefishes (Teleostei:

Ostariophysi: Siluriphysi). Pp. 401-417. In: Malabarba, L. R., R. E. Reis, R. P. Vari, Z. M. S. Lucena & C. A. S. Lucena (Eds.). Phylogeny and classification of Neotropical fishes. Porto Alegre, Edipucrs.

Thesis/Dissertations are listed in the following format:

Langeani Neto, F. 1996. Estudo filogenético e revisão taxonômica da família Hemiodontidae Boulenger, 1904 (sensu Roberts, 1974) (Ostariophysi, Characiformes). Unpublished Ph. D. Dissertation, Universidade de São Paulo, São Paulo, 171p.

Articles are listed in the following format:

Vari, R. P., C. J. Ferraris Jr. & M. C. C. de Pinna. 2005. The Neotropical whale catfishes (Siluriformes: Cetopsidae: Cetopsinae), a revisionary study. *Neotropical Ichthyology*, 3: 127-238.

Internet sources are listed in the following format:

Author(s). 2002. Title of website, database or other resources, Publisher name and location (if indicated), number of pages (if known). Available from: <http://xxx.xxx.xxx/> (Date of access – dd Month yyyy, e.g. 20 August 2013).

Softwares available online are listed in the following format:

Author(s). 2003. Title of the Software (Version) [Software], Publisher name and location (if indicated). Available from <http://www.xxxx/> (Date of access – dd Month yyyy, e.g. 20 August 2013).

APÊNDICE A - Autorização do SISBio



Ministério do Meio Ambiente - MMA
 Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio
 Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBio

Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 50003-1	Data da Emissão: 08/09/2015 15:59	Data para Revalidação*: 07/10/2016
* De acordo com o art. 28 da IN 03/2014, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.		

Dados do titular

Nome: alberto conceição figueira da silva	CPF: 728.908.602-30
Título do Projeto: ESTUDO DA ICTIOFAUNA EM IGARAPÉS NA FLORESTA NACIONAL DO TAPAJÓS DURANTE DOIS PERÍODOS DO CICLO SAZONAL AMAZÔNICO ? SECA E CHEICA ?, PARÁ, BRASIL	
Nome da Instituição : Universidade Federal do Oeste do Pará	CNPJ: 11.118.393/0001-59


Cronograma de atividades

#	Descrição da atividade	Início (mês/ano)	Fim (mês/ano)
1	COLETAS EM 22 IGARAPES NO INTERIOR DA FLONA DO TAPAJÓS - NOS PERÍODOS DE APICE DA SECA E DA CHEIA	10/2015	10/2017

Observações e ressalvas

1	As atividades de campo exercidas por pessoa natural ou jurídica estrangeira, em todo o território nacional, que impliquem o deslocamento de recursos humanos e materiais, tendo por objeto coletar dados, materiais, espécimes biológicos e minerais, peças integrantes da cultura nativa e cultura popular, presente e passada, obtidos por meio de recursos e técnicas que se destinem ao estudo, à difusão ou à pesquisa, estão sujeitas a autorização do Ministério de Ciência e Tecnologia.
2	Esta autorização NÃO exige o pesquisador titular e os membros de sua equipe da necessidade de obter as anuências previstas em outros instrumentos legais, bem como do consentimento do responsável pela área, pública ou privada, onde será realizada a atividade, inclusive do órgão gestor de terra indígena (FUNAI), da unidade de conservação estadual, distrital ou municipal, ou do proprietário, arrendatário, posseiro ou morador de área dentro dos limites de unidade de conservação federal cujo processo de regularização fundiária encontra-se em curso.
3	Este documento somente poderá ser utilizado para os fins previstos na Instrução Normativa ICMBio n° 03/2014 ou na Instrução Normativa ICMBio n° 10/2010, no que especifica esta Autorização, não podendo ser utilizado para fins comerciais, industriais ou esportivos. O material biológico coletado deverá ser utilizado para atividades científicas ou didáticas no âmbito do ensino superior.
4	A autorização para envio ao exterior de material biológico não consignado deverá ser requerida por meio do endereço eletrônico www.ibama.gov.br (Serviços on-line - Licença para importação ou exportação de flora e fauna - CITES e não CITES).
5	O titular de licença ou autorização e os membros da sua equipe deverão optar por métodos de coleta e instrumentos de captura direcionados, sempre que possível, ao grupo taxonômico de interesse, evitando a morte ou dano significativo a outros grupos; e empregar esforço de coleta ou captura que não comprometa a viabilidade de populações do grupo taxonômico de interesse em condição in situ.
6	O titular de autorização ou de licença permanente, assim como os membros de sua equipe, quando da violação da legislação vigente, ou quando da inadequação, omissão ou falsa descrição de informações relevantes que subsidiaram a expedição do ato, poderá, mediante decisão motivada, ter a autorização ou licença suspensa ou revogada pelo ICMBio, nos termos da legislação brasileira em vigor.
7	Este documento não dispensa o cumprimento da legislação que dispõe sobre acesso a componente do patrimônio genético existente no território nacional, na plataforma continental e na zona econômica exclusiva, ou ao conhecimento tradicional associado ao patrimônio genético, para fins de pesquisa científica, bioprospecção e desenvolvimento tecnológico. Veja maiores informações em www.mma.gov.br/gen .
8	Em caso de pesquisa em UNIDADE DE CONSERVAÇÃO, o pesquisador titular desta autorização deverá contactar a administração da unidade a fim de CONFIRMAR AS DATAS das expedições, as condições para realização das coletas e de uso da infra-estrutura da unidade.

APÊNDICE B - Certificado do comitê de ética da Universidade Federal do Oeste do Pará.





SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ - UFOPA
COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS – CEUA/UFOPA

CERTIFICADO

Certificamos que o projeto intitulado “Estudo da ictiofauna em igarapés na Floresta Nacional do Tapajós durante dois períodos do ciclo sazonal amazônico – seca e cheia –, Pará, Brasil” protocolado sob o número Nº 10003/2015, utilizando aproximadamente 4000 (Quatro mil peixes), sob a responsabilidade do professor Dr. Frank Raynner Vasconcelos Ribeiro, está de acordo com os princípios éticos de experimentação animal da Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal do Oeste do Pará.

Santarém, 28 de outubro de 2015.





PRESIDENTE CEUA - UFOPA
COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ - UFOPA

CEUA/UFOPA Instituída pela portaria nº 15 de 11 de janeiro de 2013 e credenciada junto ao Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal – CONCEA. Deferimento publicado no Diário Oficial da União Nº 187, 26 de setembro de 2013. C14EP: 01.0055.2013

AUCHENIPTERIDAE*Tatia intermedia* (Steindachner, 1877)

x

CALLICHTHYIDAE*Callichthys callichthys* (Linnaeus, 1758)

x

CETOPSIDAE*Denticetopsis seducta* Vari, Ferraris & de Pinna, 2005

x

x

x

x

Helogenes marmoratus Günther, 1863

x

x

x

x

x

x

x

x

x

x

x

x

x

x

x

x

DORADIDAE*Acanthodoras* cf. *cataphractus* (Linnaeus, 1758)

x

HEPTAPTERIDAE*Brachyglanis microphthalmus* Bizerril, 1991

x

x

Phenacorhamdia cf. *tenebrosa* (Schubart, 1964)

x

Pimelodella cristata (Müller & Troschel, 1848)

x

LORICARIIDAE*Hypostomus* sp.

x

x

x

Ancistrus sp.

x

Ancistrus sp. "bolinha"

x

Farlowella reticulata Boeseman, 1971

x

Farlowella smithi Fowler, 1913

x

Harttia dissidens Rapp Py-Daniel & Oliveira, 2001

x

Rineloricaria lanceolata (Günther, 1868)

x

Curculionichthys sp.

x

