

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E  
TECNOLOGIA PARA RECURSOS AMAZÔNICOS -  
PPGCTRA

**Levantamento taxonômico e padrões de distribuição da fauna  
de peixes em ambientes antropizados: estrutura, composição e  
fatores ambientais**

RAYANE DA SILVA PEREIRA

ITACOATIARA - AM

2019

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E  
TECNOLOGIA PARA RECURSOS AMAZÔNICOS –  
PPGCTRA

RAYANE DA SILVA PEREIRA

**Levantamento taxonômico e padrões de distribuição da fauna  
de peixes em ambientes antropizados: estrutura, composição e  
fatores ambientais**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia para Recursos Amazônicos, no Instituto de Ciências Exatas e Tecnologia da Universidade Federal do Amazonas, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

Orientador: Prof. Dr. Erico Luis Hoshiba Takahashi

ITACOATIARA - AM

2019

## Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

P436l      **Pereira, Rayane da Silva**  
Levantamento taxonômico e padrões de distribuição da fauna de peixes em ambientes antropizados : Estrutura, composição e fatores ambientais / Rayane da Silva Pereira. 2019  
89 f.: il.; 31 cm.

Orientador: Erico Luis Hoshiba Takahashi  
Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia para Recursos Amazônicos) - Universidade Federal do Amazonas.

1. Peixes Amazônicos. 2. Antropização. 3. Diversidade. 4. Corpos Hídricos. I. Takahashi, Erico Luis Hoshiba II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

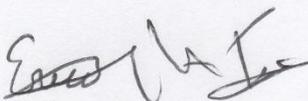
Rayane da Silva Pereira

Levantamento taxonômico e padrões de distribuição da fauna de peixes em ambientes antropizados: estrutura, composição e fatores ambientais.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia para Recursos Amazônicos da Universidade Federal do Amazonas, como parte do requisito para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia para Recursos Amazônicos, área de concentração Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Recursos Amazônicos.

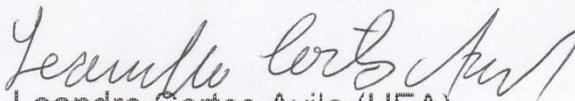
Aprovado em 15 de agosto de 2019.

BANCA EXAMINADORA



Dr. Erico Luis Hoshiba Takahashi (PPGCTRA-ICET/UFAM)  
(Presidente)

Universidade Federal do Amazonas



Dr. Leandro Cortes Avila (UEA)

Universidade Federal do Amazonas



Dr. Louri Klemann Júnior (UEA)(PPGCTRA-ICET/UFAM)

Universidade Federal do Amazonas

Dedico essa dissertação, aos meus familiares, em especial meus pais (Reijane e Antônio Marcos), que, mesmo sem entenderem muito bem a área científica, sempre acreditaram em mim e me deram todo o apoio para que o presente trabalho fosse possível. Dedico, também, ao meu namorado (Ney Pacheco), que sempre me apoiou e seu companheirismo foi essencial para a conclusão dessa dissertação.

## AGRADECIMENTOS

Ao meu Deus, pela saúde, coragem e força para concretizar mais uma etapa da minha formação.

*In memoriam* ao meu querido avô Antônio Gomes, que participou da minha criação, só tenho lembranças lindas e essa saudade que chega a doer é eterna meu vizinho, infelizmente não deu tempo do senhor ver a finalização dessa etapa da minha formação.

Aos meus familiares, pais, tias, tios, primos e avós, em especial, minha mãe Reijane Silva que incansavelmente me ajudou nas minhas coletas de campo, na organização, preparo da comida, “arrumar os peixes” e a desembaraçar e arrumar as malhadeiras, ou seja, me ajudou em tudo rsrsrsrs. Ah! Nunca vou esquecer daquele dia que a senhora me deu colo e força para não desistir. Te amo imensamente mãezinha. E ao meu tio “Berlam” pela ajuda em campo, graças a sua moto e carroça conseguimos transportar a canoa para um dos pontos de coleta, além de ter levado os materiais das coletas. Obrigada pela ajuda e motivação!!!

Ao meu amado, namorado Ney Pacheco, pelo apoio, companheirismo e por sempre acreditar em mim. Passamos por tantos perrengues juntos nas coletas. Muito obrigada por tudo, por ter se doado tanto por mim, você não tinha experiência nenhuma em campo e mesmo assim me ajudou, até faltou trabalho para estar ao meu lado nas coletas, você foi essencial para a conclusão desse trabalho.

Ao professor Erico Takahashi, agradeço pela oportunidade, por me apresentar os peixes e me fazer apaixonar por essa área da ictiologia. Desde do PIBIC eu venho trabalhando com o senhor, depois foi TCC e agora foi a vez do Mestrado. Obrigada pelos conselhos e ensinamentos, pela orientação tranquila que me acalmou nos momentos de desespero. Obrigada por acreditar em mim quando nem eu acreditava.

Àqueles que vestiram a camisa, ou melhor, a bota, calça e chapéu e me ajudaram nas coletas. Aos integrantes da nossa pequena equipe de coleta de peixes, Rayanna Amaral, Rafael Hinnah e Sidney Sousa. Enfrentaram condições não tão favoráveis, mas levaram tudo numa boa. Foram muitos os momentos de sofrimento em campo, mas teve aqueles momentos bons de conversas e risadas. Muito obrigada!!!

Ao laboratório de Zoologia (lab 212) e seus alunos. Obrigada pelo compartilhamento de experiências, de histórias, de risadas e de lágrimas. Em especial ao

Pedro, Rafaela, Nelcilene, Emerson e nosso querido colega Leo Jaime que nos deixou de forma tão precoce, sentimos muita saudade meu colega, você faz muita falta.

Aos amigos que a turma de mestrado me deu, além dos amigos de fora do mestrado. Aos amigos da turma do mestrado, em especial a Monique, Jarleson e Naiara. A Rayanna minha amiga tanto no mestrado como também fora dele. Aos amigos “velhos” Loyanna, Aldeiza e Cissa, mesmo de longe me apoiaram muito. Obrigada amigos pelas conversas, risadas, lágrimas e principalmente pelos conselhos durante essa etapa. Sei que pedir conselho de muita gente, desculpa por não ter citado todos os nomes (pois são muitos), mas esse agradecimento é para todos vocês que me ajudaram e me deram conselhos nos momentos de desmotivação. Obrigada pelo carinho!

A todas as pessoas, que de alguma forma me ajudaram, a vocês a minha eterna gratidão.

Aos professores do programa de pós-graduação em Ciência e Tecnologia para Recursos Amazônicos – PPGCTRA, pelas contribuições, conselhos e puxões de orelha. Em especial, ao professor Jorge Souza pelas conversas, conselhos e contribuições para melhorar meu trabalho e principalmente por ser esse professor tão humilde que me ajudou muito na parte estatística da minha dissertação. MUITÍSSIMO obrigada!!!

Aos professores Rafaela Ota e Bruno Morales. A professora Rafaela Ota pelas conversas, contribuições, ensinamentos e pela disponibilidade do seu tempo para identificação taxonômica dos peixes. Ao professor Bruno Morales pela ajuda na escolha dos pontos amostrais e contribuições para o trabalho. Muito obrigada!!!

Aos proprietários dos locais que foram realizadas as coletas, que permitiram nossa entrada e estadia em suas propriedades. Ao seu Jander por ter me ajudado a conseguir a permissão da nossa entrada em dois locais. Ao seu Junior por ter me apresentado seu tio João do Joca, dono de um dos locais de coleta, a sua canoa que foi cedida para as coletas, lembro que senhor Junior sempre estava disposto a nos ajudar e principalmente a transportar a canoa que não era nada fácil. A dona Val, pela permissão de um dos locais e também pelas conversas e risadas sempre que ia ao seu encontro. Ao seu Almir do Ita Park e seus funcionários pelo carinhoso tratamento quando as coletas eram na sua propriedade. Ao pastor Francisco e a igreja Batista pela permissão cedida. Ao Professor Rondon por ter cedido seu caiaque para as coletas. Enfim, meu muito obrigada a todos!!!

Agradeço aos membros da banca avaliadora que gentilmente dispuseram do seu precioso tempo para leitura e presença neste momento tão esperado.

A Universidade Federal do Amazonas – UFAM, por disponibilizar condições de ensino e excelentes professores para a formação acadêmica.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo auxílio concedido na forma de bolsa durante meus estudos.

Ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) pela licença de coleta e pelo transporte (veículo) durante a realização de duas coletas.

**A TODOS VOCÊS, MUITO OBRIGADA!!**

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO II

- Figura 1.** Mapa das unidades morfoestruturais da região de Itacoatiara – AM, indicando os locais de coleta (círculos verdes). Mapa modificado de Santos (2006)..... 33
- Figura 2.** Visão parcial dos seis locais selecionados para o estudo no município de Itacoatiara-AM. (a) ponto 1 – Desmatamento e Pastagem, (b) ponto 2 – Desmatamento e Pastagem, (c) ponto 3 – Piscicultura desativada, (d) ponto 4 – Uso recreativo, (e) ponto 5 – Pesca esportiva esporádica e (f) ponto 6 – Uso recreativo ..... 34
- Figura 3.** Riqueza de espécies por ordens coletadas em seis corpos hídricos antropizados na região do Médio Amazonas, Brasil. .... 40
- Figura 4.** Riqueza de espécies por famílias coletadas em seis corpos hídricos antropizados na região do Médio Amazonas, Brasil. .... 40
- Figura 5.** Representantes da família Cichlidae, espécies comuns em todos os pontos amostrais: (a) *Acarichthys heckelii*, 10 cm; (b) *Geophagus altifrons*, 15,5 cm; (c) *Acaronia nassa*, 5,5 cm; (d) *Biotocetus opercularis*, 1,5 cm; (e) *Laetacara thayeri*, 2,0 cm; (f) *Mesonauta festivus*, 5,5 cm; (g) *Satanoperca litith*, 16,5 cm e (h) *Cichla monoculus*, 25 cm.....41
- Figura 6.** *Hemigrammus levis* espécie mais abundante no estudo.....41
- Figura 7.** Abundância relativa em relação aos pontos amostrais. (1) Desmatamento e pastagem, (2) Desmatamento e pastagem, (3) Pequena pastagem, piscicultura e pesca esportiva esporádica, (4) Uso recreativo e piscicultura ao entorno, (5) Pesca esportiva esporádica e (6) Uso recreativo esporádico.....43
- Figura 8.** Riqueza de espécies em relação aos pontos amostrais. (1) Desmatamento e pastagem, (2) Desmatamento e pastagem, (3) Pequena pastagem, piscicultura e pesca esportiva esporádica, (4) Uso recreativo e piscicultura ao entorno, (5) Pesca esportiva esporádica e (6) Uso recreativo esporádico.....42
- Figura 9.** Representantes de 12 espécies coletadas neste estudo: (a) *Eigenmannia muirapinima*, 13,7 cm; (b) *Metynnis melanogrammus*, 12,5 cm; (c) *Moenkhausia aff. colletii*, 6,5 cm; (d) *Uaru amphiacanthoides*, 22 cm; (e) *Heros spurius*, 20 cm; (f) *Crenicichla lenticulata*, 23 cm; (g) *Apistogramma agassizii*, 2,8 cm; (h) *Colossoma macropomum*, 22 cm; (i) *Cichla temensis*, 15 cm; (j) *Hypophthalmus edentatus*, 43 cm.....43

### CAPÍTULO III

- Figura 1.** Mapa da região de Itacoatiara – AM com os corpos hídricos que foram os pontos de coleta. Modificado a partir do Google Earth em 10/09/2018.....60

- Figura 2.** Seis ambientes selecionados para o estudo. Ambientes: (1) a (3) – água barrenta, (4) a (6) – água preta.....61
- Figura 3.** Exemplos de algumas estruturas de conexão dos ambientes de estudo: (a), (b) e (c) canal lateral (d) Bueiro circular.....63
- Figura 4.** Métodos de coleta e triagem (quantificação e identificação) dos peixes.....64
- Figura 5.** (a) Equipamentos eletrônicos e (b) disco de Secchi utilizados para mensurar as variáveis físico-químicas.....65
- Figura 6.** Número de espécies em relação as ordens entre os ambientes de água preta e barrenta.....71
- Figura 7.** Número de espécies em relação as famílias entre os ambientes de água preta e barrenta.....71
- Figura 8.** Espécies mais abundantes em água preta: (a) *Curimatopsis macrolepis*, 4,0 cm; *Moenkhausia* aff. *colletii*, 6,5 cm; *Curimatopsis cryptica*, 4,5 cm; (d) *Metynnys melanogrammus*, 12,5 cm. Espécies mais abundantes em água barrenta: (e) *Apistogramma pertensis*, 1,5 cm; (f) *Brachyhypopomus brevirostris*, 11,0 cm; (g) *Rhamdia quelen*, 20,5; (h) *Hypophthalmus edentatus*, 43 cm.....72
- Figura 9.** Relação da Riqueza de espécies entre o tipo de água. Círculos brancos: valores da riqueza de espécies para cada ambiente durante 4 coletas. Círculos pretos: riqueza média.....74
- Figura 10.** Relação do Índice de dominância de Berger-Parker (D) entre o tipo de água.  
Círculos brancos: valores do Índice de Dominância para cada ambiente durante 4 coletas. Círculos pretos: média dos valores do Índice de Dominância.....74
- Figura 11.** Relação do Índice de Shannon (H') entre o tipo de água. Círculos brancos: valores do Índice de Shannon para cada ambiente durante 4 coletas. Círculos pretos: média dos valores do Índice de Shannon.....75
- Figura 12.** Relação do Índice de Equitabilidade de Pielou (J) entre o tipo de água. Círculos brancos: valores do Índice de Equitabilidade para cada ambiente durante 4 coletas. Círculos pretos: média dos valores do Índice de Equitabilidade.....75
- Figura 13.** Relação da riqueza de espécies entre as coletas. Círculos brancos: valores da riqueza dos ambientes para cada coleta. Círculos pretos: média dos valores da riqueza de espécies.....76
- Figura 14.** Gráfico de ordenação NMDS (Stress = 0,148; perturbações = 999) de similaridade de agrupamento (Bray-curtis) com base na abundância de espécies para os ambientes de água preta e barrenta.....77

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO II

**Tabela 1.** Características dos seis pontos de coleta selecionados para o estudo na região de Itacoatiara- AM.....34

**Tabela 2.** Lista de espécies de peixes capturados em ambientes antropizados na região do Médio Amazonas, Brasil.....36

### CAPÍTULO III

**Tabela 1.** Características dos seis ambientes selecionados para o estudo.....62

**Tabela 2.** Lista de espécies de peixes capturados em ambientes antropizados em Itacoatiara - AM em 2018 e 2019. Tipo de água: Preta (P) e Barrenta (B).....67

**Tabela 3.** Resultado do IndVal para as espécies indicadoras de cada ambiente de água preta e barrenta.....73

**Tabela 4.** Resultado do teste t entre ambientes de água preta (P) e barrenta (B) para cada descritor ecológico. (D = dominância de Berger-Parker, H' = índice de Shannon-Wiener, J = equitabilidade de Pielou).....73

**Tabela 5.** Resultado da PERMANOVA para os fatores ambientais sobre a composição de espécies.....77

## SUMÁRIO

### CAPÍTULO I – REVISÃO DE LITERATURA -

#### REVISÃO DE LITERATURA - PEIXES AMAZÔNICOS: DISTRIBUIÇÃO E IMPACTOS ANTRÓPICOS..... 13

1. **Introdução**..... 14
  - 1.1 **Peixes da bacia Amazônica**..... 14
  - 1.2 **Fatores ambientais e a fauna de peixes** ..... 16
  - 1.3 **Fontes antropogênicas – Estradas e seus impactos** ..... 18
2. **Referências**..... 20

#### INVENTÁRIO DA FAUNA DE PEIXES EM AMBIENTES ANTROPIZADOS NA REGIÃO DO MÉDIO AMAZONAS, BRASIL ..... 28

**Resumo** ..... 29

**Abstract**..... 30

1. **Introdução**..... 31
2. **Material e Métodos**..... 32
  - 2.1 **Área de estudo** ..... 32
  - 2.2 **Coleta e análise de dados** ..... 35
3. **Resultados** ..... 36
4. **Discussão** ..... 43
5. **Conclusão** ..... 47
6. **Referências**..... 47

#### CARACTERIZAÇÃO DA FAUNA DE PEIXES EM AMBIENTES BARRADOS ARTIFICIALMENTE NA REGIÃO DE ITACOATIARA -AM..... 54

**RESUMO** ..... 55

1. **Introdução**..... 57
2. **Material e Métodos**..... 59
  - 2.1 **Caracterização da Área de Estudo** ..... 59
  - 2.2 **Amostragem**..... 64
  - 2.3 **Variáveis Físico-químicas** ..... 65
  - 2.4 **Análise dos Dados**..... 66
3. **Resultados** ..... 67
4. **Discussão** ..... 78
5. **Conclusão** ..... 81
6. **Referências**..... 81

## **CAPÍTULO I**

### **REVISÃO DE LITERATURA - PEIXES AMAZÔNICOS: DISTRIBUIÇÃO E IMPACTOS ANTRÓPICOS**

## 1. Introdução

### 1.1 Peixes da bacia Amazônica

A América do Sul possui as maiores e incalculáveis redes hidrográficas do mundo (REIS *et al.*, 2016), na qual três grandes bacias de água doce dominam o continente sul-americano, a Amazônica, Orinoco e do Paraná-Paraguai (REIS *et al.*, 2016). A bacia Amazônica é a maior e a mais diversificada, estende-se por uma área de 7 milhões km<sup>2</sup> (JUNK; SOARES; BAYLEY, 2007). Esta bacia drena territórios da Colômbia, Equador, Peru, Bolívia e cerca de 60% do território brasileiro (JUNK; SOARES; BAYLEY, 2007, REIS *et al.*, 2016). É formada pelo seu rio principal, o Amazonas, e junto com seus principais tributários ao longo da região média e baixa compõem uma vasta planície de inundação que cobre uma área de cerca de 300.000 km<sup>2</sup> (JUNK, 2013). Dessa forma, a bacia Amazônica abriga um complexo sistema fluvial constituído por rios, riachos, lagos, córregos e áreas de inundação, que podem se distinguir no tamanho, forma, origem e tipos de água (por exemplo, água preta, branca ou barrenta e clara) (BARLETTA *et al.*, 2010, VAL; FEARNSIDE; ALMEIDA-VAL, 2016).

O complexo sistema fluvial amazônico possui riachos de terra-firme, popularmente conhecidos como igarapés. Esses riachos drenam grande parte da bacia amazônica, em sua maioria possuem água preta e ácidas e pouca condutividade elétrica e produção primária (VAN-DER-SLEEN; ALBERT, 2017). As áreas de inundação, como as florestas de várzeas possuem água branca devido a alta matéria em suspensão e nutrientes, enquanto, as florestas de igapó possui água escura ácida, pobre em nutrientes e material em suspensão (SIOLI, 1984, 1985). Contudo, associado com a grande complexidade espacial da bacia Amazônica, existem os micro-habitats, que incluem as corredeiras, poças e praias temporárias, bancos de herbácias e nas margens dos ambientes aquáticos raízes de árvores (CARVALHO; ZUANON; SAZIMA 2007, VAN-DER-SLEEN; ALBERT, 2017).

Estimativas sugerem que a diversidade de peixe de água doce varie entre 8.000 e 9.000 espécies (REIS *et al.*, 2016), tendo a bacia Amazônica como uma complexa e extensa rede aquática, contendo a mais diversificada fauna de peixes de água doce do mundo (REIS *et al.*, 2016), abrigando mais de 2.700 espécies atualmente consideradas

válidas, das quais 1.696 são endêmicas (DAGOSTA; PINNA, 2019), distribuídas em 18 ordens, 60 famílias, 529 gêneros (DAGOSTA; PINNA, 2019), onde as ordens com maior riqueza de espécies e abundância total são as ordens Characiformes (piranhas, pacus, lambaris, traíras etc.), Siluriformes (bagres de diversos tamanhos e formas) e Perciformes (carás, tucunarés, pescadas, jacundás) (REIS *et al.*, 2016).

A fauna de peixes da bacia Amazônica possui espécies com importância econômica, como o pirarucu *Arapaima gigas* (Schinz, 1822), *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1816) (SOUSA; FREITAS, 2011, REIS *et al.*, 2016) e duas espécies de aruanã (*Osteoglossum* spp.) que representam a ordem primitiva Osteoglossiformes (REIS *et al.*, 2016). Além disso, existem os peixes ornamentais, cerca de 25 espécies de peixes são exportadas, onde a família Cichlidae é uma das mais importante nesse cenário econômico (CHAO *et al.*, 2001). As principais espécies comercializadas da ordem Characiformes são de pequeno porte, cujos representantes mais conhecidos são: o cardinal tetra (*Paracheirodon axelrodi*), o néon verde (*Paracheirodon simulans*), o rodóstomo (*Hemigrammus bleheri*), (*Petitella georgiae*), o rosacéu (*Hyphessobrycon* spp.; 5 spp.) e a borboleta (*Carnegiella* spp.; 2 spp.) (CHAO *et al.*, 2001, ANJOS; SIQUEIRA; AMORIM, 2007). E entre os peixes mais temidos da bacia Amazônica podemos citar a enguia elétrica ou poraquê *Electrophorus electricus* (L. 1766) e as diversas espécies de piranhas (REIS *et al.*, 2016).

Devido as características ambientais da bacia Amazônica, a sua fauna de peixe recebe uma das formas de classificação principais, sendo elas, (1) espécies sedentárias (migração em curta distância), (2) espécies migratórias que usam a floresta inundada durante uma parte de seu ciclo de vida e (3) espécies migratórias que executam movimentos de longa distância (BARLETTA *et al.*, 2010). Com referência ao tamanho dos peixes, o mesmo pode variar conforme os ambientes, em grandes rios os peixes possuem tamanho de médio e/ou grande porte, geralmente os peixes que habitam esses locais possuem hábitos migratórios de longa distância, em corpos hídricos menores é comum o tamanho dos peixes variar de pequeno (1 cm) a médio porte (20-60 cm) e comumente é habitado por peixes sedentários (LOWE-MCCONNEL, 1999, BARLETTA *et al.*, 2010).

Ademais, existem alguns grupos de peixes que são encontrados em água doce e água salgada, incluímos nessa categoria as anchovas (Engraulidae), pescadas (Sciaenidae), peixes chatos (Achloridae), caboz (Gobiidae), peixe agulha (Belontiidae), baiacus (Tetraodontidae) e arraias (Potamotrygonidae) (VAN-DER-SLEEN; ALBERT,

2017). Em relação aos grupos tróficos, os peixes neotropicais são classificados em dentrívoros, invertívoros (aquático/terrestre), piscívoros e herbívoros (ABELHA; AGOSTINHO; GOULART, 2001, MELO; MACHADO; PINTO-SILVA, 2004). Porém, os peixes de água doce tem grande plasticidade alimentar, devido as variações sazonais, heterogeneidade e dinâmica que ocorrem nos ambientes amazônicos (ABELHA; AGOSTINHO; GOULART, 2001, ADRIAN; SILVA; PERETTI, 2001). Portanto, a Amazônia abriga uma mega diversidade de peixes de diferentes formas, tamanhos, cores, hábitos e com grande importância ecológica e no cenário econômico.

## 1.2 Fatores ambientais e a fauna de peixes

A estrutura e distribuição da fauna de peixes podem ser fortemente influenciadas por vários fatores ambientais, dentre eles, a biogeográfica e os fatores históricos (RIBEIRO, 2006), ciclo sazonal (RÖPKE *et al.*, 2015, SIQUEIRA-SOUZA *et al.*, 2016), diferentes biótipos (rios, lagos e pequenos corpos hídricos) e habitat (banco de herbáceas e floresta inundada) (FREITAS *et al.*, 2010, SIQUEIRA-SOUZA *et al.*, 2016) variáveis físico/químicas (CASATTI *et al.*, 2006, GONÇALVES; BRAGA, 2012, PETRY *et al.*, 2013) e interações bióticas como predação e competição (FERNANDES *et al.*, 2009).

A ictiofauna neotropical evoluiu e se adaptou às modificações geológicas e climáticas e a grandes eventos históricos, como a mudança de curso do rio Amazonas, separação da Pangeia e elevação da cordilheira dos Andes. Além da formação das bacias hidrogeográficas e a grandes formações panorâmicas, bem como, a úmida tropical (DAGOSTA; PINNA, 2017, ALBERT; REIS, 2011). Tais eventos contribuíram para a diminuição das taxas de extinção, como também para a elevada riqueza da biota de água doce constituída por uma fauna única com um número expressivo de espécies endêmicas (ALBERT; REIS, 2011, REIS *et al.*, 2016).

O pulso de inundação é um dos principais fatores ambientes que interferem na estruturação das assembleias biológicas como a fauna de peixes (AGOSTINHO; AKAMA; LUCINDA, 2009). O mesmo é caracterizado pelo aumento do nível da água durante o período de chuvas, e atua como principal força responsável pela produtividade e interações da biota (JUNK; BAYLEY; SPARKS, 1989). As características das variações do nível da água como duração, extensão e possibilidade de ocorrência afetam fortemente os espécimes, que precisam desenvolver estratégias de sobrevivência e adaptações para coabitar com as cheias e secas. Entretanto, o efeito dessas variações deve

distinguir-se conforme a heterogeneidade geomorfológica dos ambientes (JUNK *et al.*, 2011).

No período da enchente e cheia nos meses de janeiro a julho (BITTENCOURT; AMADIO, 2007), os corpos hídricos se conectam com demais redes hídricas (THOMAZ; BINI; BOZELLI, 2007), fornecendo o potencial de homogeneização na distribuição de espécies de peixes (HOEINGHAUS *et al.*, 2003, FREITAS *et al.*, 2010). Enquanto que durante o período de vazante e seca nos meses de agosto a dezembro (BITTENCOURT; AMADIO, 2007), ocorre a desconexão dos habitats, isolando a fauna peixes, e consequentemente aumentando a densidade populacional, predação e competição intra e interespecíficas entre eles (FERNANDES *et al.*, 2009, BOZELLI *et al.*, 2015).

Durante o período da variação do nível da água fortes interações ecológicas ocorrem no sistema aquático, habitats como bancos de herbáceas, florestas alagadas e áreas abertas de lagos possuem grande relação com a fauna de peixes, sendo ocupados por uma variedade de espécies, pois propiciam áreas de alimentação, reprodução, crescimento e refúgio, tornando-se um berçário para muitas espécies de peixe (DIBBLE; PELICICE, 2010, DIAS *et al.*, 2011, GOMES *et al.*, 2012). Diante disso, estudos foram realizados para identificar os efeitos dos diferentes biótipos na organização da fauna de peixes, tal como, em ambientes lênticos (MACEDO-SOARES *et al.*, 2010), trechos dos lagos (NOLAN; FABRE; BATISTA, 2009) e ambientes de conexão com outros corpos hídricos (MIYAZONO *et al.*, 2010, GOMES *et al.*, 2012).

Além disso, as variações sazonais e os processos biológicos que ocorrem no sistema aquático são interligados com os fatores abióticos, dentre eles, oxigênio dissolvido, transparência, pH, temperatura e a profundidade da água são fatores muito importantes (PETRY; AGOSTINHO; GOMES, 2003, CASATTI *et al.*, 2006, ANJOS; OLIVEIRA; ZUANON, 2008, SCARABOTTI; LÓPEZ; POUILLY, 2011). O oxigênio dissolvido e o pH têm papel muito fundamental na renovação da água e suas concentrações ideais são gradientes indispensáveis para a sobrevivência dos peixes (JACKSON; PERES-NETO; OLDEN, 2001). Quando a concentração do oxigênio diminui, algumas espécies que não são tolerantes a baixa concentração de oxigênio se deslocam para áreas com maior concentração ou desenvolvem adaptações morfológicas e fisiológicas para aumentar as chances de sobrevivência (SOARES; MENEZES; JUNK, 2006, ANJOS; OLIVEIRA; ZUANON, 2008).

Quanto à temperatura, ela possui importante papel na fisiologia dos peixes (BRETT; GLASS, 1973, OLIVEIRA *et al.*, 2008). Essa variável pode interferir no ciclo

de vida da fauna de peixes que apresenta taxas de tolerância e resistência a diferentes faixas de temperatura (WISMER; CHRISTIE, 1987). Além disso, a temperatura corporal da maioria dos peixes varia de acordo com a do ambiente em que estão. Dessa forma, quando ocorre uma mudança de temperatura no ambiente, o processo de adaptação é lento para os peixes, ocasionando a migração dos mesmos para um local com temperaturas mais favoráveis (WOOTTON, 1990). No entanto, caso os peixes permaneçam em um ambiente com a temperatura muito alterada, os mesmos podem sofrer estresse térmico (BARTON, 2002).

Em relação a transferência da água, muitos grupos de peixes se orientam visualmente favorecendo a ocorrência de espécies que habitam preferencialmente áreas com maior transparência e em ambientes com pouca transparência são habitados por espécies de fundo que possuem estruturas sensoriais que possibilita sua orientação sem precisar unicamente da visão (POUILLY; RODRIGUEZ, 2004, MELO; LIMA; SILVA, 2009, MIRANDA, 2011). Com referência à profundidade, a mesma pode ser um fator que pode influenciar a riqueza e diversidade de espécies ao longo do contínuo sistema fluvial, pois ambientes mais profundos permitiriam a acomodação de espécies em diferentes nichos ecológicos (BÜHRNHEIM; COX FERNANDES, 2003). Deste modo, muitos são os fatores associados aos ambientes e as variações sazonais que podem influenciar de forma positiva ou negativa a fauna de peixes.

### **1.3 Fontes antropogênicas – Estradas e seus impactos**

Os ecossistemas de água doce da Amazônia possuem grande importância ecológica abrigando a maior e mais diversificada fauna de peixes, porém cada vez mais as ações antropogênicas vêm atingindo essa complexa rede aquática (JUNK; SOARES; BAYLEY, 2007, RENÓ *et al.*, 2011, CASTELLO *et al.*, 2013). As crescentes atividades econômicas estão contribuindo para degradação do meio aquático e terrestre na região Amazônica (CASTELLO *et al.*, 2013), as principais causas para essa degradação é o desmatamento (BOJSEN; BARRIGA, 2002, RENÓ *et al.*, 2011, CASTELLO *et al.*, 2013, BARBER *et al.*, 2014), poluição (AGOSTINHO; THOMAZ; GOMES, 2005, CASTELLO *et al.*, 2013), sobrepesca (AGOSTINHO; THOMAZ; GOMES, 2005, JUNK; SOARES; BAYLEY, 2007, CASTELLO *et al.*, 2013, ALHO; REIS; AQUINO, 2015, REIS *et al.*, 2016), construção e instalação de barragens hidrelétricas (AGOSTINHO; THOMAZ; GOMES, 2005, CASTELLO *et al.*, 2013,

CAETANO *et al.*, 2016, HURD *et al.*, 2016) e construção de estradas (JONES *et al.*, 2000, BARBER *et al.*, 2014, SMITH *et al.*, 2018).

Os impactos causados pelas modificações da paisagem amazônica geram diversas consequências, como a perda da biodiversidade, temperaturas mais elevadas, maior frequência de incêndios, mudanças nos ciclos biogeoquímicos, transporte da matéria orgânica/inorgânica e na estrutura e funcionalidade da fauna local (CASTELLO; MACEDO 2016, ARANTES *et al.*, 2017). Em particular, a construção de estradas é uma modificação antropogênica que vem sendo evidência pela comunidade científica. Elas são usadas como vias de transporte para o desenvolvimento de minerais, energia, extração de madeira, recreação comercial e pública e, em alguns casos, para o acesso a propriedades privadas (DAIGLE, 2010), porém quase 95 % do desamamento ocorrem perto de estradas e/ou rios e existe um crescente número de estradas ilegais ou não oficiais na Amazônia (BARBER *et al.*, 2014).

As consequências das obras de estradas são mais expressivas para redes hídricas menores (por exemplo, córregos e nascentes) (SMITH *et al.*, 2018), pois as mesmas são mais sensíveis às ações antrópicas devido ao seu tamanho limitado (FAUSCH *et al.*, 2002). Os pequenos corpos hídricos correspondem cerca de 80% do sistema aquático de uma bacia hidrográfica e são os principais afluentes dos grandes rios (BENDA *et al.*, 2005). Além disso, possuem grande importância ecológica, servindo de refúgio e áreas de desova e alimentação, além de abrigarem uma variedade de espécies únicas de hábitos sedentários e migratórios (MEYER *et al.*, 2007, TOMPALSKI *et al.*, 2017).

As construções de estradas provocam mudanças na conectividade hidrológica, tornam-se obstáculos para deslocamento dos peixes (montante/jusante), dispersão de espécies e restabelecimento das populações de peixes (FREEMAN; PRINGLE; JACKSON, 2007, BENTON; ENSIGN; FREEMAN 2008, LUCE *et al.*, 2012). Além disso, a passagem restrita causada por essa barreira artificial contribui para a eliminação ou redução ao acesso a locais de alimentação e desova (OLIVEIRA; BENNEMANN, 2005, DAIGLE, 2010).

Ademais, cerca de 70% dos cruzamentos rodoviários atuam como obstáculo no deslocamento de pelo menos uma espécie ou em determinado estágio de vida do peixe (por exemplo, período de reprodução). Isso acontece devido a canalização abaixo da estrada que causa alterações no fluxo e no ciclo hidrológico, mudanças no volume e correnteza do corpo hídrico, contribuindo para um maior risco de extinção de algumas espécies (OLIVEIRA; BENNEMANN, 2005, DAIGLE, 2010, DIEBEL *et al.*, 2014).

Com relação a estrutura física dos ambientes aquáticos, os efeitos mais comuns são na largura, profundidade e vazão (DAIGLE, 2010). Além disso, as características químicas da água também são alteradas, como o pH, oxigênio dissolvido, condutividade (KHAN; COLBO, 2008). Portanto, os efeitos da construção de uma estrada exibem consequências que se estendem ao longo do tempo e local de construção (TROMBULAK; FRISSELL, 2000).

A estrada AM-010 Manaus-Itacoatiara foi construída através de expedições terrestres para explorar o terreno no Baixo Amazonas e aquáticas para o levantamento de dados dos corpos hídricos existentes ao entorno do terreno, os dados obtidos nessas expedições foram um total de 57 ladeiras, atravessadas por 66 igarapés e 3 rios (OLIVEIRA, 1965). Além disso, os métodos utilizados para executar o desmatamento foram os mais rudes e primitivos. As árvores mais altas foram derrubadas por foices, terçados e machados; as capoeiras de mato rasteiro e árvores de até cinco metros de comprimento foram devastadas por tratores. No entanto, houve grandes dificuldades na conclusão da AM-010, devido as inúmeras árvores e a frequência das chuvas (SILVA, 1965). Dessa maneira, a construção da AM-010 não teve tantos planejamentos, a mesma foi construída nos mais rudes métodos visando o crescimento econômico do município de Itacoatiara.

Sendo assim, para evitar grandes danos a rede aquática regional e de escala global é necessário investir em boas projeções, como nas instalações de bueiros mais apropriados para melhorar a passagem dos peixes (BAKER; VOTAPKA, 1990, OLIVEIRA; BENNEMANN, 2005, DAIGLE, 2010). Na América do Norte cerca de 36% dos cruzamentos rodoviários são totalmente passíveis para os peixes (JANUCHOWSKI-HARTLEY *et al.*, 2013). Desta forma, ressaltamos a importância de estratégias de restauração da rede aquática, pois dependendo do nível dos danos causados muitos corpos hídricos e sua fauna podem desaparecer (LEAL *et al.*, 2016).

## 2. Referências

ABELHA, M. C. F.; AGOSTINHO, A. A.; GOULART, E. Plasticidade trófica em peixes de água doce. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 23, n. 4, p. 425-434, 2001.

ADRIAN, I. F.; SILVA, H. B. R.; PERETTI, D. Dieta de *Astyanax bimaculatus* (Linnaeus, 1758) (Characiformes, Characidae), da área de influência do reservatório de Corumbá, Estado de Goiás, Brasil. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 23, n. 2, p. 435-440, 2001.

AGOSTINHO, A. A.; THOMAZ, S. M.; GOMES, L. C. Conservação da biodiversidade em águas continentais do Brasil. **Megadiversidade**, Paraná, v. 1, n. 1, p. 70-78, 2005.

AGOSTINHO, C. S.; AKAMA, A.; LUCINDA, P. H. F. Inserção da UHE Peixe Angical na bacia Araguaia-Tocantins e metodologia de amostragem. *In*: AGOSTINHO, C. S.; PELICICE, F. M.; MARQUES, E. E. (ed). **Reservatório de Peixe Angical: bases ecológicas para manejo da ictiofauna**. São Carlos: RiMa, 2009.

ANJOS, H. D. B; SIQUEIRA, J. A.; AMORIM, R. M. S. Comércio de peixes ornamentais do Estado do Amazonas. **Boletim do Instituto de Pesca**, Rio de Janeiro, v. 87, n. 87, p. 4-5, 2007.

ANJOS, M. B.; OLIEVEIRA, R. R DE; ZUANON, J. Hypoxic environments as refuge against predatory fish in the Amazonian floodplains. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 68, n. 1, p. 45-50, 2008.

ALBERT, J. S.; REIS, R. E. Introduction to the biogeography of Neotropical freshwaters. *In*: ALBERT, J. S.; REIS, R. E. (ed). **Historical Biogeography of Neotropical Freshwater Fishes**, Berkeley CA: University of California Press, 2011. p. 1-20

ALHO, C. J. R.; REIS, R. E; AQUINO, P. P. U. Amazonian freshwater habitats experiencing environmental and socioeconomic threats affecting subsistence fisheries. **Ambio**, Dordrecht, v. 44, n. 5, p. 412-425, 2015.

ARANTES, C. C. *et al.* Relationships between forest cover and fish diversity in the Amazon River floodplain. **Journal of Applied Ecology**, Hoboken, v.55, n. 1, p. 386-395, 2017.

BAKER, C. O.; VOTAPKA, F. E. **Fish passages through culverts**. San Dimas, California: USDA Forest Service, 1990.

BARBER, C. P. *et al.* Roads, deforestation, and the mitigating effect of protected areas in the Amazon. **Biological Conservation**, Oxford, v. 177, n. 1, p. 203–209, 2014.

BARLETTA, M. *et al.* Fish and aquatic habitat conservation in South America: a continental overview with emphasis on neotropical systems. **Journal of Fish Biology**, Hoboken, v. 76, n. 9, p. 2118-2176, 2010.

BARTON, B. A. Stress in fishes: A diversity of responses with particular reference to changes in circulating corticosteroids. **Integrative and Comparative Biology**, Cary, v. 42, n. 3, p. 517-525, 2002.

BENDA, L. *et al.* Geomorphology of steepland headwaters: the transition from hill slopes to channels. **Journal of the American Water Resources Association**, Hoboken, v. 41, n. 4, p. 835-851, 2005.

BENTON, P. D.; ENSIGN, W. E; FREEMAN, B. J. The effect of road crossing on fish movements in small Etowah sasin streams. **Southeastern Naturalist**, Steuben, v. 7, n. 2, p. 301-310, 2008.

- BITTENCOURT, M. M.; AMADIO, S. A. Proposta para identificação rápida dos períodos hidrológicos em áreas de várzea do rio Solimões-Amazonas nas proximidades de Manaus, **Acta Amazonica**, Manaus, v. 37, n. 2, p. 303 – 308, 2007.
- BOJSEN, B. H.; BARRIGA, R. Effects of deforestation on fish community structure in Ecuadorian Amazon streams. **Freshwater Biology**, Hoboken, v. 47, n. 11, p. 2246-2260, 2002.
- BOZELLI, R. L. *et al.* Floods decrease zooplankton beta diversity and environmental heterogeneity in an Amazonian floodplain system. **Hydrobiologia**, Dordrecht, v. 753, n. 1, p. 233–241, 2015.
- BUHRNHEIM, C. M.; COX-FERNANDES, C. Structure of fish assemblages in Amazonian rainforest streams: effects of habitats and locality. **Copeia**, Charleston, v. 2, n. 2, p. 255-262, 2003.
- BRETT, J. R.; GLASS, N. R. Metabolic rates and critical swimming speeds of sockeye salmon (*Onchorhynchus nerka*) in relation to size and temperature. **Journal of the Fisheries Research Board of Canada**, Ottawa v. 30, n. 3, p. 379 – 387, 1973.
- CAETANO, D. L. F. *et al.* Influence of an artificial dam on the fish assemblage of a Neotropical stream. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, Maringá, v. 38, n. 3, p. 305-311, 2016.
- CARVALHO, L. N.; ZUANON, J.; SAZIMA, I. Natural history of Amazon fishes. *In*: DEL-CLARO, K. (ed). **Tropical Biology and Natural Resources**, Oxford: Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS). Eolss Publishers, 2007.
- CASATTI, L. F.; LANGEANI, A. M.; CASTRO, R. M. C. Stream fish, water and habitat quality in a pasture dominated basin, southeastern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, São Paulo, v. 66, n. 2, p. 681-696, 2006.
- CASTELLO, L. *et al.* The vulnerability of Amazon freshwater ecosystems. **Conservation Letters**, Hoboken, v. 6, n. 4, p. 217–229, 2013.
- CASTELLO, L.; MACEDO, M. N. Large-scale degradation of Amazonian freshwater ecosystems. **Global Change Biology**, Hoboken, v. 22, n. 3, p. 990–1007, 2016.
- CHAO, N. L. *et al.* **Conservation and management of ornamental fish resources of the Rio Negro basin, Amazonas, Brasil- Projet Piaba**. Manaus: Editora da Universidade Federal do Amazonas-EDUA, 2001.
- DAIGLE, P. A. Summary of the environmental impacts of roads, management responses, and research gaps: A literature review. **BC Journal of Ecosystems and Management**, Canadá, v. 10, n. 3, p. 65-89, 2010.
- DAGOSTA, F. C. P.; PINNA, M. Biogeography of Amazonian fishes: deconstructing river basins as biogeographic units. **Neotropical Ichthyology**, New York, v. 15, n. 3, p. e170034, 2017.

- DAGOSTA, F. C. P.; PINNA, M. The fishes of the amazon: distribution and biogeographical patterns, with a comprehensive list of species. **Bulletin of the American Museum of Natural History**, v. 431, n. 431, p. 1-163, 2019.
- DIAS, M. S. *et al.* Congruence between fish and plant assemblages in drifting macrophyte rafts in Central Amazônia. **Hydrobiologia**, Dordrecht v. 661, n. 1, p.457-461, 2011.
- DIBBLE, E. D; PELICICE, F. M. Influence of aquatic plant-specific habitat on an assemblage of small neotropical floodplain fishes. **Ecology of Freshwater Fish**, v. 19, n. 3, Hoboken, p. 381-389, 2010.
- DIEBEL, M. W. *et al.* Effects of road crossings on habitat connectivity for stream-resident fish. **River Research and Applications**, Hoboken, v. 31, n. 10, p. 1251-1261, 2014.
- FAUSCH, K. S. *et al.* Landscapes to riverscapes: bridging the gap between research and conservation of stream fishes. **BioScience**, Washington, v. 52, n. 6, p. 483-498, 2002.
- FERNANDES, R. *et al.* Temporal organization of fish assemblages in floodplain lagoons: the role of hydrological connectivity. **Environmental Biology of Fishes**, New York, v. 85, n. 2, p. 99–108, 2009.
- FREEMAN, M. C.; PRINGLE, C. M.; JACKSON, C. R. Hydrologic connectivity and the contribution of stream headwaters to ecological integrity at regional scales. **Journal of the American Water Resources Association**, Hoboken, v. 43, n. 1, p. 5-14, 2007.
- FREITAS, C. *et al.* Factors determining fish species diversity in Amazonian floodplain lakes. In: ROJAS, N; PRIETO, R. (ed). **Amazon Basin: Plant Life, Wildlife and Environment**. New York: Environmental Research and Advances Series. Nova Science Publ: Inc., 2010.
- SOUSA, R. G. C.; FREITAS, C. E. C. Seasonal catch distribution of tambaqui. (*Colossoma macropomum*), Characidae in a central Amazon floodplain lake: implications for sustainable fisheries management. **Journal of Applied Ichthyology**, Malden, v. 27, n. 1, p. 118–121, 2011.
- GOMES, L.C. *et al.* Fish assemblage dynamics in a Neotropical floodplain relative to aquatic macrophytes and the homogenizing effect of a flood pulse. **Hydrobiologia**, Dordrecht, v. 685, n. 1, p. 97–107, 2012.
- GONÇALVES, C. S.; BRAGA, F. M. S. Changes in ichthyofauna composition along a gradient from clearwaters to blackwaters in coastal streams of Atlantic forest (southeastern Brazil) in relation to environmental variables. **Neotropical Ichthyology**, Porto Alegre, v. 10, n. 3, p. 675-684, 2012.
- HOEINGHAUS, D. J. *et al.* Spatiotemporal variation in fish assemblage structure in tropical floodplain creeks. **Environmental Biology of Fishes**, Dordrecht, v. 67, n.4, p. 379–387, 2003.

- HURD, L. E. *et al.* Amazon floodplain fish communities: Habitat connectivity and conservation in a rapidly deteriorating environment. **Biological Conservation**, Oxford, v. 195, n. 1, p. 118–127, 2016.
- JACKSON, D. A.; PERES-NETO, P. R.; OLDEN, J. D. What controls who is where in freshwater fish communities - the roles of biotic, abiotic, and spatial factors. **Canadian Journal of Fisheries Aquatic Sciences**, Canadá, v. 58, n. 1, p. 157-170, 2001.
- JANUCHOWSKI-HARTLEY, S. R. *et al.* Restoring aquatic ecosystem connectivity requires expanding inventories of both dams and road crossings. **Frontiers Ecology and the Environment**, Washington, v. 11, n. 4, p. 211–217, 2013.
- JONES, J. A. *et al.* Effects of Roads on Hydrology Geomorphology, and Disturbance Patches in Stream Networks. **Conservation Biology**, Malden, v. 14, n. 1, p. 76-85, 2000.
- JUNK, W. J.; BAYLEY, P. B.; SPARKS, R. E. The flood pulse concept in river floodplain systems. *In*: DODGE, DP. (ed.). **Proceedings of the International Large River Symposium (LARS)**. Ottawa: Department of Fisheries and Oceans. Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences, 1989.
- JUNK, W. J.; SOARES, M. G. M.; BAYLEY, P. B. Freshwater fishes of South America: their biodiversity, fisheries, and habitats – a synthesis. **Aquatic Ecosystem Health and Management**, Filadélfia, v. 10, n. 2, p. 228–242, 2007.
- JUNK, W. J. *et al.* A Classification of Major Naturally-Occurring Amazonian Lowland. **Wetlands**, Dordrecht, v. 31, n. 4, p. 623-640, 2011.
- JUNK, W. J. Current state of knowledge regarding South America wetlands and their future under global climate change. **Aquatic Sciences**, Suíça, v. 75, n. 1, p. 113–131, 2013.
- KHAN, B.; COLBO, M. H. The impacts of physical disturbance on stream communities: lesson from road culverts. **Hydrobiology**, Dordrecht, v. 600, n. 1, p. 229-235, 2008.
- LEAL, C. G. *et al.* Multi-scale assessment of human-induced changes to Amazonian instream habitats. **Landscape Ecology**, Dordrecht, v. 31, n. 8, p. 1725-1745, 2016.
- LOWE-MCCONNELL, R. H. **Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais**. São Paulo: EDUSP, 1999.
- LUCE, C. *et al.* **Climate change, forests, fire, water, and fish: Building resilient landscapes, streams, and managers**. General Technical Report RMRS-GTR-290. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, 2012.
- MACEDO-SOARES, P. H. M. *et al.* Hydrological connectivity in coastal inland systems: lessons from a Neotropical fish metacommunity. **Ecology of Freshwater Fish**, Hoboken, v. 19, n. 1, p. 7-18, 2010.

- MELO, C. E.; MACHADO, F. A.; PINTO-SILVA, V. Feeding habits of fish from a stream in the savanna of Central Brazil, Araguaia Basin. **Neotropical Ichthyology**, Porto Alegre, v. 2, n. 1, p. 37-44, 2004.
- MELO, C. E.; LIMA, J. D.; SILVA, E. F. Relationship between water transparency and abundance of Cynodontidae species in the Bananal floodplain, Mato Grosso, Brazil. **Neotropical Ichthyology**, Porto Alegre, v. 7, n. 2, p. 251-256, 2009.
- MEYER, J. L. *et al.* The Contribution of Headwater Streams to Biodiversity in River Networks. **Journal of the American Water Resources Association**, Malden, v. 43, n. 1, p. 86–103, 2007.
- MIRANDA, L. E. Depth as an organizer of fish assemblages in floodplain lakes. **Aquatic Sciences**, Suíça, v. 73, n. 2, p. 211-221, 2011.
- MIYAZONO, S. *et al.* Assemblage patterns of fish functional groups relative to habitat connectivity and conditions in floodplain lakes. **Ecology of Freshwater Fish**, Malden, v. 19, n. 4, p. 578–585, 2010.
- NOLAN, K. S.; FABRE, N. N.; BATISTA, V. S. Landscape variables affecting fishery yield in lake systems of the Central Amazon region, Brazil. **Journal of Applied Ichthyology**, Malden, v. 25, n. 3, p. 294-298, 2009.
- OLIVEIRA, J. C. **Estrada Manaus-Itacoatiara: AM - 1 (Aspectos Históricos)**. Manaus: Governo do Estado do Amazonas: Secretária de Imprensa e Divulgação, 1965.
- OLIVEIRA, D. C.; BENNEMANN, S. T. Ictiofauna, Recursos Alimentares e Relações com as Interferências Antrópicas em um Riacho Urbano no Sul do Brasil. **Biota Neotropical**, Campinas, v. 5, n. 1, p. 95-107, 2005.
- OLIVEIRA, S. R. *et al.* Tolerance to temperature, pH, ammonia and nitrite in cardinal tetra, *Paracheirodon axelrodi*, an amazonian ornamental fish. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 38, n. 4, p. 773-780, 2008.
- PETRY, A. C.; AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C. Fish assemblages of tropical floodplain lagoons: exploring the role of connectivity in a dry year. **Neotropical Ichthyology**, Porto Alegre, v. 1, n. 2, p. 111–119, 2003.
- PETRY, A. C. *et al.* Effects of the interannual variations in the flood pulse mediated by hypoxia tolerance: the case of the fish assemblages in the upper Paraná River floodplain. **Neotropical Ichthyology**, Porto Alegre, v. 11, n. 2, p. 413-424, 2013.
- POUILLY, M.; RODRÍGUEZ, M. A. Determinis of fish assemblage structure in Neotropical floodplain lakes: Influence of internal and landscape lake condition. *In*: WELCOMME, R.; PETR, T. (ed.). **Proceedings of the Second International Symposium on the Management of Large Rivers for Fisheries**. Thailand: FAO Regional Office for Asia and the Pacific, RAP Publication, 2004.
- REIS, R. E. Fish biodiversity and conservation in South America. **Journal of Fish Biology**, Hoboken, v. 89, n. 1, p. 12-47, 2016.

RENÓ, V. F. *et al.* Assessment of deforestation in the Lower Amazon floodplain using historical Landsat MSS/TM imagery. **Remote Sensing of Environment**, New York, v. 115, n. 12, p. 3446–3456, 2011.

RIBEIRO, A. C. Tectonic history and the biogeography of the freshwater fishes from the coastal drainages of eastern Brazil: an example of faunal evolution associated with a divergente continental margin. **Neotropical Ichthyology**, Porto Alegre, v. 4, n. 2, p. 225-246, 2006.

RÖPKE, C. P. *et al.* Seasonal dynamics of the fish assemblage in a floodplain lake at the confluence of the Negro and Amazon Rivers. **Journal of Fish Biology**, Hoboken, v. 89, n. 1, p. 194-212, 2015.

SIOLI, H. The amazon and its main affluents: hydrography, morphology of the river courses, and river types. *In*: SIOLI, H. (ed.). **The Amazon: Limnology and Landscape Ecology of a Mighty Tropical River and its Basin**. Dordrecht South Holland: (Dr. W. Junk. Publishers), 1984.

SIOLI, H. **Fundamentos da Ecologia da Maior Região de Florestas Tropicais**. Petrópolis: Vozes, 1985.

SCARABOTTI, P. A.; LÓPEZ, J. A.; POUILLY, M. Flood pulse and the dynamics of fish assemblage structure from neotropical floodplain lakes: Dynamics of fish assemblages in floodplain lakes. **Ecology of Freshwater Fish**, Hoboken, v. 20, n. 4, p. 605–618, 2011.

SILVA, F. G. **Itacoatiara: Roteiro de uma cidade**. Manaus: Imprensa Oficial de Estado Amazonas, 1965.

SIQUEIRA-SOUZA, F. K. *et al.* Amazon floodplain fish diversity at different scales: do time and place really matter?. **Hydrobiologia**, Dordrecht, v. 776, n. 1, p. 99–110, 2016.

SMITH, W. S. *et al.* A duplicação de rodovias no Brasil sob o olhar da Ictiofauna. **Boletim Sociedade Brasileira de Ictiofauna**, Londrina, v. 125, n. 125, p. 16-23, 2018.

SOARES, M. G. M.; MENEZES, N.; JUNK, W. J. Adaptations of fish species to oxygen depletion in a central Amazonian floodplain lake. **Hydrobiologia**, Dordrecht, v. 568, n. 1, p. 353- 367, 2006.

TOMPALSKI, P. *et al.* Characterizing streams and riparian áreas with airborne laser scanning data. **Remote Sensing of Environment**, New York, v. 192, n. 1, p. 73-86, 2017.

THOMAZ, S. M.; BINI, L. M.; BOZELLI, R. L. Floods increase similarity among aquatic habitats in river-floodplain systems. **Hydrobiologia**, Dordrecht, v. 579, n. 1, p. 1–13, 2007.

TROMBULAK, S. C.; FRISSELL, C. A. 2000. Review of Ecological Effects of Roads on Terrestrial and Aquatic Communities. **Conservation Biology**, Malden, v. 14, n. 1, p. 18-30.

VAL, A. L.; FEARNSIDE, P. M.; ALMEIDA-VAL, V. M. F. Environmental disturbances and fishes in the Amazon. **Journal of Fish Biology**, Hoboken, v. 89, n. 1, p. 192-193, 2016.

VAN-DER- SLEEN, P.; ALBERT, J. S. **Field Guide to the Fishes of the Amazon, Orinoco, and Guianas**. Princeton: Princeton University Press, 2017.

WISMER, D. A.; CHRISTIE, A. E. **Temperature Relationships of Great Lakes Fishes: a Data Compilation**. Ann Arbor, Mich: Great Lakes. Fishery Commission. Special Publication, 1987.

WOOTTON, R. J. **Ecology of Teleost Fishes**. Lodon: Editora Chapman and Hall, 1990.

## **CAPÍTULO II**

### **INVENTÁRIO DA FAUNA DE PEIXES EM AMBIENTES ANTROPIZADOS NA REGIÃO DO MÉDIO AMAZONAS, BRASIL**

## Resumo

As crescentes atividades antropogênicas sobre a rede hídrica demandam com urgência medidas de conservação e restauração dos ambientes aquáticos. Além disso, inventários de peixes, em geral, são escassos na região do Médio Amazonas. Dessa forma, o objetivo desse estudo foi realizar um levantamento da ictiofauna em ambientes antropizados na região do Médio Amazonas, Brasil. As coletas foram realizadas em seis pontos amostrais situados no sistema no Urubu e lago do Canaçari nos meses de junho, setembro, novembro de 2018 e março de 2019. Para a captura dos espécimes foram utilizadas redes de malhadeira e arrasto manual. Foram capturados um total de 67 espécies, distribuídas em 12 ordens, 7 famílias e 43 gêneros. As ordens com maior número de espécies foram Characiformes, Cichliformes e Siluriformes. As famílias mais representativas em relação ao número de espécies foram a Cichlidae, Characidae e Lebiasinidae. Foram capturadas espécies tolerantes a ambientes antropizados, o principal exemplo são os representantes da família Cichlidae, onde as espécies comuns em todos os pontos amostrais foram a *Acarichthys heckelii*, *Acaronia nassa*, *Biotocetus opercularis*, *Cichla monoculus*, *Geophagus altifrons*, *Laetacara thayeri*, *Mesonauta festivus* e *Satanoperca lithi*. Entre os ciclídeos comuns em todos os pontos amostrais o mais abundante foi *Acarichthys heckelii*. A espécie mais abundante em nosso estudo foi *Hemigrammus levis*. O ponto menor abundância relativa e riqueza de espécies foi o ponto 2, visualmente o corpo hídrico mais impactado com desmatamento e pastagem ao entorno. Foram coletadas espécies de interesse econômico, assim como espécies recentemente descritas e uma que ainda aguarda descrição formal, identificada aqui como *Moenkhausia* aff. *colletii*. Desse modo, enfatizamos a importância em catalogar e conhecer a fauna de peixes em ambientes modificados, para investigar os impactos potenciais da composição, manutenção e sobrevivência da fauna de peixes nestes ambientes diretamente afetados por atividades humanas, e gerar medidas de conservação e informações sobre a ictiofauna local.

**Palavras-chave:** Ação humana, levantamento ictiológico, peixes amazônicos, diversidade.

## Abstract

The increasing anthropogenic activities on the water network urgently require measures of conservation and restoration of aquatic environments. In addition, fish inventory, in general, are scarce in the Middle Amazon region. Thus, the objective of this study was to conduct a survey of the ichthyofauna in anthropic environments in the Middle Amazon region, Brazil. The samples were collected at six sampling points located in the system at the Urubu and Canaçari lake in the June, September, November, 2018 and March, 2019. For the capture of the specimens, were used gillnets and seine. A total of 67 species were captured, distributed in 12 orders, 7 families and 43 genera. The orders with the greatest number of species were Characiformes, Cichliformes and Siluriformes. The most representative families in relation to the number of species were Cichlidae, Characidae and Lebiasinidae. Species tolerant to anthropic environments were captured, the main example being the representatives of the family Cichlidae, where the common species in all the sampling points were the *Acarichthys heckelii*, *Acaronia nassa*, *Biotococcus opercularis*, *Cichla monoculus*, *Geophagus altifrons*, *Laetacara thayeri*, *Mesonauta festivus* e *Satanoperca litith*. Among the common cichlids at all sampling points the most abundant was *Acarichthys heckelii*. The most abundant species in our study was *Hemigrammus levis*. The point with lower relative abundance and number of species were point 2, visually the most impacted body of water with deforestation and surrounding pasture. Species of economic interest were collected, as well as species recently described and one that still awaits formal description, identified here as *Moenkhausia* aff. *colletii*. In this way, we emphasize the importance of cataloging and get to know fish fauna in modified environments, to investigate the potential impacts of fish fauna composition, maintenance and survival in these environments directly affected by human activities, and to generate conservation measures and information on local ichthyofauna.

**Keywords:** Human action, ichthyological survey, Amazonian fish, diversity.

## 1. Introdução

Os corpos hídricos são sistemas naturais que desempenham importante função ecológica, pois abrigam grupos endêmicos e uma grande diversidade de espécies de animais e plantas (ZHAO *et al.*, 2015). A bacia Amazônica é uma complexa rede hídrica constituída por inúmeros ambientes aquáticos, ela é considerada como o maior centro da diversidade de peixes de água doce do mundo (VAN-DER-SLEEN; ALBERT, 2017), devido aos seus aspectos ambientais únicos continuamente novas espécies são descobertas (REIS *et al.*, 2016). A grande heterogeneidade espacial é um dos fatores que contribuem para a elevada riqueza de espécies (REIS *et al.*, 2016), o número total de peixes de água doce na região neotropical excede 8.000 espécies, esse fato pode ser atribuído ao grande número de espécies descritas (SCHAEFER, 1998).

Entre os sistemas hídricos da região do Médio Amazonas podemos mencionar o rio Urubu, o mesmo é um afluente de água preta da margem esquerda do rio Amazonas (SIOLI, 1985, AB'SÁBER, 2003), com origem entre os municípios de Rio Preto da Eva e Presidente Figueiredo e 430 km de extensão até sua foz no rio Amazonas (CAVALLINI, 2014), com 20 espécies registradas apenas em um de seus tributários (ARAÚJO-LIMA *et al.*, 1999). Próximo ao município de Itacoatiara – AM, recebe os seus dois maiores afluentes, os rios Caru e Anebá, que juntamente com o rio Urubu expandem-se na vasta bacia do lago Canaçari (SILVA, 1997). Este lago está conectado à foz do rio Uatumã através do paraná de Silves, no município de São Sebastião do Uatumã (CAVALLINI, 2014).

Dessa forma, a região de Itacoatiara é drenada por um complexo sistema fluvial, composto por canais, furos, paranás e lagos que integram tanto ambientes de águas pretas, como igapós, como uma vasta área de várzea enriquecida pelos depósitos aluviais de rios de águas brancas como os rios Amazonas e Madeira (CAVALLINI, 2014). Assim, à riqueza de espécies do município está compartilhada por essas drenagens que possuem características físico-químicas distintas e com espécies endêmicas a cada bacia.

Nos dias atuais, os ambientes de pequeno porte da América do Sul têm recebido uma maior atenção por parte dos pesquisadores por serem considerados ambientes que possivelmente abrigam novas espécies (DIAS, 2016). Todavia, o conhecimento científico para algumas regiões sobre a fauna de peixe que habitam pequenos corpos hídricos ainda é insatisfatório (AZEVEDO; MESQUITA; YOUNG, 2010). Ademais, a composição da ictiofauna da bacia do rio Urubu ainda é pouca conhecida, esse fato restringe o

conhecimento sobre as espécies endêmicas e espécies comuns que são compartilhadas com as demais bacias de drenagem do rio Amazonas (DAGOSTA; PINNA, 2019).

Além disso, cada vez mais as redes hídricas estão sendo alvos de ações antropogênicas. Dentre as mais importantes destaca-se o desmatamento (CASATTI *et al.*, 2012, BARBER *et al.*, 2014, ARANTES *et al.*, 2017, MONTAG *et al.* 2018), introduções de espécies (AGOSTINHO; THOMAZ; GOMES, 2005), criação de pastagem (FERREIRA; CASATTI, 2006, CASATTI; LANGEANI; CASTRO, 2006, ALHO; REIS; AQUINO, 2015, ROA-FUENTE; CASATTI, 2017) e a construção e expansão de estradas (PLUYM; EGGLESTON; LEVINE, 2008, FAVARO; MOORE, 2015) que geram impactos nos ambientes e na sua fauna. O município de Itacoatiara está ligado a Manaus pela rodovia AM-010, o que causou muitos impactos e até interrompeu o curso de algumas drenagens da região.

Portanto, o crescente número de corpos hídricos que sofrem danos por alguma fonte antropogênica é cada vez mais comum e o levantamento da ictiofauna da região do Médio Amazonas, de modo geral, ainda são escassos. Nessa perspectiva, o conhecimento taxonômico é uma das formas importantes de gerar informações adicionais sobre a distribuição de espécies e contribui em futuras estratégias de conservação, dados para estabelecimento de áreas protegidas e consequentemente pode ajudar na recuperação ambiental. Nesse contexto, o objetivo do presente estudo foi elaborar um levantamento da ictiofauna em pequenos corpos hídricos antropizados nas proximidades de Itacoatiara (AM), a partir das drenagens do rio Urubu na região do Médio Amazonas, Brasil.

## **2. Material e Métodos**

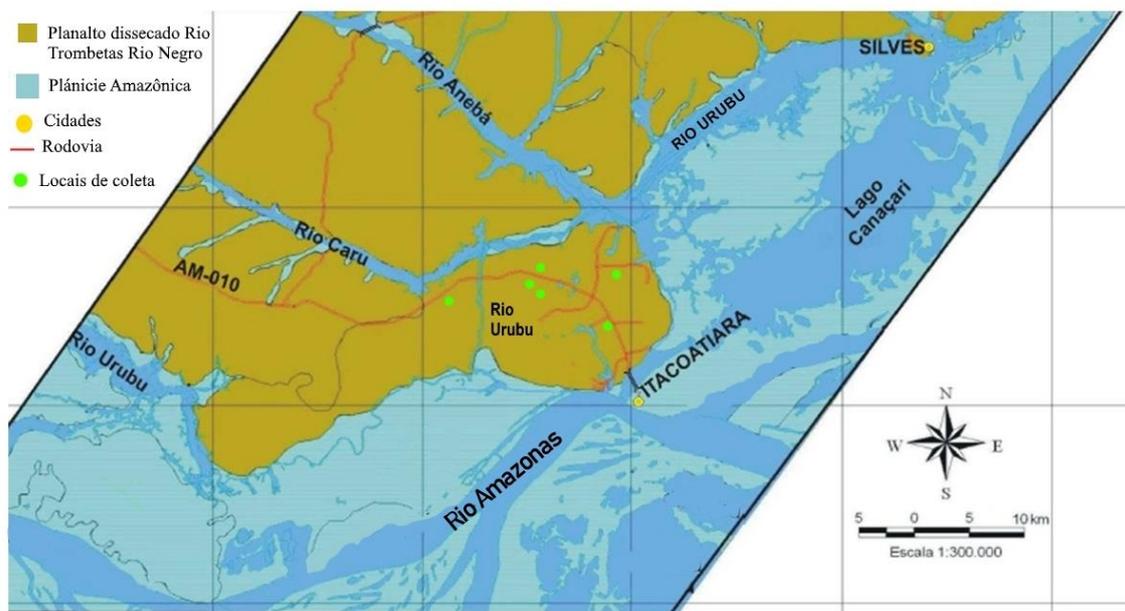
### **2.1 Área de estudo**

A cidade de Itacoatiara está localizada na margem esquerda do rio Amazonas, próximo à principal ligação ao rio Amazonas com o lago Canaçari, logo a jusante da confluência dos rios Amazonas-Madeira (ABRIL *et al.*, 2014). O lago Canaçari é um ambiente muito homogêneo, desconectado da floresta inundada a maior parte do ano, mas durante cheia recebe influência dos rios Amazonas e Madeira (POLSENAERE *et al.*, 2013). Na margem esquerda, o rio Urubu (e seu afluente rio Caru) deságua no lago Canaçari (ABRIL *et al.*, 2014) que também está ligado ao rio Uatumã (CAVALLINI, 2014). Os rios Urubu e Uatumã são bacias de águas claras que se originam dos antigos

platôs do Escudo das Guianas e carregam uma carga de sedimentos mais leve, são mais ácidos e menos produtivos que os rios de águas brancas (HURD *et al.*, 2016).

Os pontos de amostragens foram localizados na área rural do município de Itacoatiara, com influência direta do rio Urubu e do lago Canaçari (Figura 1). As amostras foram coletadas em seis cursos d'água ao longo da rodovia AM-010. Os mesmos sofreram barramento artificial pela rodovia AM-10 ou por estradas particulares.

As características e uso ao entorno de cada ponto selecionado foram avaliadas visualmente e com base nas informações cedidas pelos proprietários dos locais. Os pontos de amostragens estão sujeitos a diferentes impactos ao entorno, como desmatamento, pastagem, piscicultura, pesca esporádica e uso recreativo (Figura 2, Tabela 1).



**Figura 1.** Mapa das unidades morfoestruturais da região de Itacoatiara – AM, indicando os locais de coleta (círculos verdes). Mapa modificado de Santos (2006).



**Figura 2.** Visão parcial dos seis locais selecionados para o estudo no município de Itacoatiara-AM. (a) ponto 1 – Desmatamento e pastagem, (b) ponto 2 - Desmatamento e pastagem, (c) ponto 3 – Piscicultura desativa, (d) ponto 4 – Uso recreativo, (e) ponto 5 – Pesca esportiva esporádica e (f) ponto 6 – Uso recreativo.

**Tabela 1.** Características dos seis pontos de coleta selecionados para o estudo na região de Itacoatiara-AM.

Pontos	Coordenadas	Características/Usos do entorno
1	3°05'19.0"S 58°27'42.8"W	Área com pequeno grau de desmatamento; Pastagem e loteamento; Água barrenta; Desagua no lago Canaçari.
2	3°02'41.6"S 58°29'44.5"W	Área com pequeno grau de desmatamento; Presença de pastagem; Água barrenta; Barrado por estrada particular; Desagua no rio Urubu.
3	3°02'53.3"S 58°29'47.4"W	Piscicultura desativada; Pesca esporádica; Presença moderada de pastagem; Água barrenta; Barrado por estrada particular. Recebe água do ponto 5 que têm conexão com o rio Urubu.

4	3°04'27.6"S 58°26'27.7"W	Balneário comercial; Piscicultura ao entorno (período da cheia se conecta com o ponto 4); Água preta; Barrado por estrada secundária que desagua no lago Canaçari.
5	3°02'49.1"S 58°29'53.5"W	Pesca esporádica; Corpo hídrico que desagua no rio Urubu; Água preta; Barrado pela rodovia AM-010.
6	3°02'39.1"S 58°35'40.8"W	Banho esporádico que desagua no rio Caru; Água preta; Corpo hídrico sofreu barramento pela rodovia AM-010.

---

## 2.2 Coleta e análise de dados

Os exemplares foram coletados em junho (cheia), setembro (vazante), novembro (seca) de 2018 e março (enchente) de 2019 no período diurno e noturno, onde foi realizada uma coleta em cada mês. Os espécimes foram capturados através de duas baterias de malhadeira de tamanhos diferentes (20, 30, 40, 60, 80 mm X entre os nós opostos), cada malha possui 10,0 m de comprimento e 2,0 m de altura. As malhadeiras foram colocadas paralelas as margens, permaneceram no período de 24 horas na água e as despescas foram realizadas a cada seis horas. Além disso, também foi utilizado um arrasto manual medindo 1,3 m de altura por 10 m de comprimento (5 mm X entre os nós), realizados três lances na margem de cada ponto de amostragem no período da manhã, tarde e noite, totalizando nove lances. As coletas realizadas foram autorizadas pelo Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO, com o número de registro 62905-2.

Os espécimes coletados foram eutanasiados de acordo com a Diretriz da eutanásia do Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA) com o número de protocolo nº 015 cedido pela Comissão de Ética no Uso de Animais - CEUA, e transferidos para uma solução de formol a 10%. Em laboratório, os peixes foram transferidos para uma solução de álcool 70%. Os peixes foram identificados através de chaves de identificação, as literaturas utilizadas para identificação foram de Betancur-R. *et al.* (2017), para as sub-famílias Acestrorhynchidae, Characidae e Auchenipteridae seguiram Oliveira *et al.* (2011), Mirande (2018) e Birindelli (2014), respectivamente. Além disso, outras literaturas foram utilizadas para a identificação, tais como, Weitzman

e Cobb (1975), Kullander (1986), Ploeg (1991), Vari (1992), Langeani (1996), Zarske e Géry (1999), Lasso e Machado-Allison (2000), Toledo-Piza (2000), Machado-Allison (2002), Staeck (2003), Chernoff e Machado-Allison (2005), Mendonça e Wosiacki (2011), Queiroz *et al.* (2013), Menezes e Lucena (2014), Peixoto *et al.* (2015), Marinho e Langeani (2016), Ota *et al.* (2016) e Melo e Oliveira (2017). Ainda, os espécimes tiveram sua identificação confirmada por uma especislista e foram depositados no acervo ictiológico do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA. E com auxílio dos livros Peixes comerciais de Manaus (SANTOS; FERREIRA; ZUANON, 2009), Guia de Peixes da Reserva Ducke (ZUANON *et al.*, 2015), artigos sobre peixes ornamentais (CHAO *et al.*, 2001, ANJOS; SIQUEIRA; AMORIM, 2007, ANJOS *et al.*, 2009, GRAÇA *et al.*, 2013) e outras literaturas inerente a cada grupo taxonômico, as espécies foram classificadas de acordo com seu uso (comercial) e importância taxonômica (espécies novas e descritas recentemente)

### 3. Resultados

Foram capturados um total de 67 espécies, distribuídas em 7 ordens, 43 gêneros e 20 famílias (Tabela 2). As ordens registradas que apresentaram maior número de espécies foram a Characiformes (37 espécies), Cichliformes (20 espécies) e Siluriformes (5 espécies) (Figura 3). Em relação a família, a maior riqueza de espécies encontrada foi para a família Cichlidae Cichliformes (20 espécies), Characidae (10 espécies), e Lebiasinidae (7 espécies) (Figura 4). Em termos de gêneros, as famílias mais representativas foram Cichlidae (15 gêneros), Lebiasinidae (4 gêneros) e Serrasalmidae (4 gêneros).

**Tabela 2.** Lista de espécies de peixes capturados em ambientes antropizados na região do Médio Amazonas, Brasil.

Classificação	Pontos de Ocorrência	Nº de tombamento/INPA
TELEOSTEI		
ACTINOPTERI		
<b>CHARACIFORMES</b>		
Acestrorhynchidae		
Acestrorhynchinae		
<i>Acestrorhynchus falcistrostris</i> (Cuvier, 1819)	1, 4, 6	58971

<i>Acestrorhynchus microlepis</i> (Jardine, 1841)	1, 6	58790
<i>Acestrorhynchus minimus</i> Menezes, 1969	1, 5, 6	57902
<b>Heterocharacinae</b>		
<i>Heterocharax macrolepis</i> Eigenmann, 1912	4	57882
<i>Heterocharax virgulatus</i> Toledo-Piza, 2000	1, 3, 5, 6	57922
<b>Characidae</b>		
<b>Characinae</b>		
<i>Charax condei</i> (Géry & Knöppel, 1976)	5	57921
<b>Stethaprioninae</b>		
<i>Hemigrammus analis</i> Durbin, 1909	1, 4, 5, 6	57891
<i>Hemigrammus bellottii</i> (Steindachner, 1882)	3, 4, 5	57917
** <i>Hemigrammus diagonicus</i> Mendonça & Wosiacki, 2011	4	57881
<i>Hemigrammus levis</i> Durbin, 1908	1, 2, 3, 4, 5, 6	57912
<i>Hemigrammus</i> aff. <i>melanochrous</i> Fowler, 1913	4	57880
* <i>Hemigrammus ocellifer</i> (Steindachner, 1882)	4	58803
* <i>Hemigrammus stictus</i> (Durbin, 1909)	1, 3, 4, 5, 6	57915
*** <i>Moenkhausia</i> aff. <i>colletii</i> (Steindachner, 1882)	4	LBP 26690
<i>Moenkhausia lepidura</i> (Kner, 1858)	5	58805
<b>Ctenoluciidae</b>		
<i>Boulengerella maculata</i> (Valenciennes, 1850)	6	58792
<b>Curimatidae</b>		
<i>Curimatopsis cryptica</i> Vari, 1982	6	57933
<i>Curimatopsis macrolepis</i> (Steindachner, 1876)	4	57883
<i>Cyphocharax abramoides</i> (Kner, 1858)	2,3, 5, 6	57900
<i>Cyphocharax plumbeus</i> (Eigenmann & Eigenmann, 1889)	6	57927
<i>Cyphocharax spiluropsis</i> (Eigenmann & Eigenmann, 1889)	5	58804
<b>Erythrinidae</b>		
<i>Hoplias malabaricus</i> (Bloch, 1794)	1, 2, 3, 4, 5, 6	58795
<b>Hemiodontidae</b>		
<i>Hemiodus gracilis</i> Günther, 1864	1, 5	57919
<i>Hemiodus unimaculatus</i> (Bloch, 1794)	5	58802
<b>Iguanodectidae</b>		
* <i>Bryconops caudomaculatus</i> (Günther, 1864)	6	57895
<i>Bryconops melanurus</i> (Bloch, 1794)	1,5	57896

**Lebiasinidae**

<i>Copella callolepis</i> (Regan, 1912)	4	57894
<i>Copella nattereri</i> (Steindachner, 1876)	6	58807
* <i>Nannostomus digrammus</i> (Fowler, 1913)	1, 3, 4, 5, 6	57892
* <i>Nannostomus eques</i> Steindachner, 1876	1, 3, 4, 5, 6	57901
* <i>Nannostomus harrisoni</i> (Eigenmann, 1909)	3, 4	57893
<i>Pyrrhulina</i> cf. <i>australis</i> Eigenmann & Kennedy, 1903	1, 2, 3, 5, 4	57885

**Serrasalminidae**

<i>Catoprion mento</i> (Cuvier, 1819)	1, 3, 5, 6	57920
* <i>Colossoma macropomum</i> (Cuvier, 1816)	4	58793
<i>Metynnis lippincottianus</i> (Cope, 1870)	1, 3, 4, 5	57884
** <i>Metynnis melanogrammus</i> Ota, Rapp Py-Daniel & Jégu 2016	5	57925
<i>Pygopristis denticulata</i> (Cuvier, 1819)	1, 2, 3, 4, 5, 6	57899

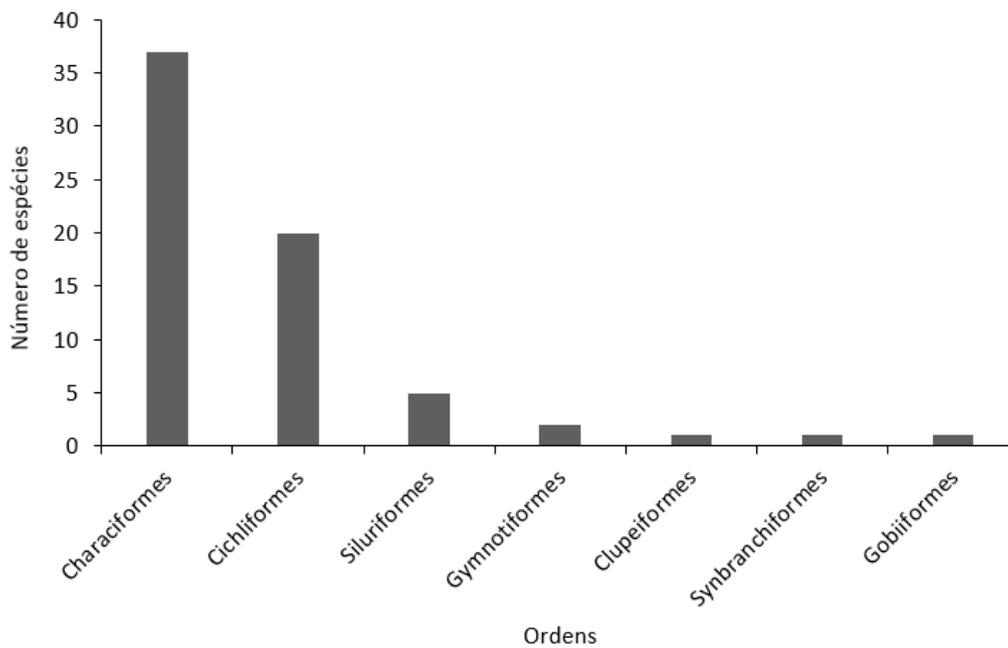
**CICHLIFORMES****Cichlidae**

* <i>Acarichthys heckelii</i> (Müller & Troschel, 1849)	1, 2, 3, 4, 5, 6	57914
<i>Acaronia nassa</i> (Heckel, 1840)	1, 2, 3, 4, 5, 6	57887
<i>Aequidens pallidus</i> (Heckel, 1840)	6	58806
<i>Aequidens tetramerus</i> (Heckel, 1840)	1, 2, 3, 4	58798
* <i>Apistogramma agassizii</i> (Steindachner, 1875)	1, 3, 4	57904
* <i>Apistogramma pertensis</i> (Haseman, 1911)	2, 3, 4	57908
<i>Biotoecus opercularis</i> (Steindachner, 1875)	1, 2, 3, 4, 5, 6	57913
* <i>Cichla monoculus</i> Spix & Agassiz, 1831	1, 2, 3, 4, 5, 6	58796
* <i>Cichla temensis</i> Humboldt, 1821	1, 3, 4, 5, 6	58794
* <i>Crenicichla lenticulata</i> Heckel, 1840	1, 3, 6	58797
* <i>Geophagus altifrons</i> Heckel, 1840	1, 2, 3, 4, 5, 6	57886
* <i>Heros spurius</i> Heckel, 1840	1, 2, 3, 4	57890
<i>Hypselecara temporalis</i> (Günther, 1862)	2, 3, 4, 5, 6	58799
<i>Laetacara thayeri</i> (Steindachner, 1875)	1, 2, 3, 4, 5, 6	57888
* <i>Mesonauta festivus</i> (Heckel, 1840)	1, 2, 3, 4, 5, 6	57916
<i>Satanoperca acuticeps</i> (Heckel, 1840)	1, 2, 3, 5	57888
* <i>Satanoperca jurupari</i> (Heckel, 1840)	1, 4, 5, 6	57931
<i>Satanoperca lilith</i> Kullander & Ferreira, 1988	2, 3, 4, 5, 6	57898

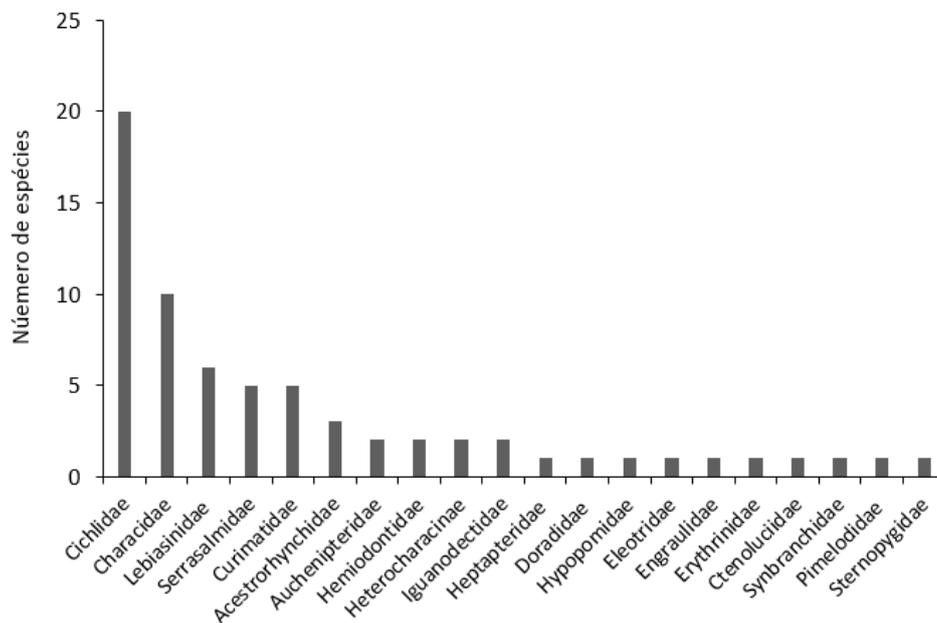
<i>Taeniacara candidi</i> Myers, 1935	1	57926
* <i>Uaru amphiacanthoides</i> Heckel, 1840	2, 4	58788
<b>SILURIFORMES</b>		
<b>Auchenipteridae</b>		
<b>Auchenipterinae</b>		
<i>Auchenipterichthys coracoideus</i> (Eigenmann & Allen, 1942)	2, 5	58800
<i>Trachelyichthys exilis</i> Greenfield & Glodek, 1977	1, 5, 6	57923
<b>Doradidae</b>		
<i>Oxydoras niger</i> (Valenciennes, 1821)	2, 5	58787
<b>Heptapteridae</b>		
<i>Rhamdia quelen</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	2, 3	58801
<b>Pimelodidae</b>		
* <i>Hypophthalmus edentatus</i> Spix & Agassiz, 1829	2	58789
<b>GYMNOTIFORMES</b>		
<b>Hypopomidae</b>		
<i>Brachyhypopomus brevirostris</i> (Steindachner, 1868)	3	57929
<b>Sternopygidae</b>		
** <i>Eigenmannia muiirapinima</i> Peixoto, Dutra & Wosiacki, 2015	2, 3, 5	57907
<b>CLUPEIFORMES</b>		
<b>Engraulidae</b>		
<i>Anchoviella guianensis</i> (Eigenmann, 1912)	2, 3, 5, 6	57918
<b>SYNBRANCHIFORMES</b>		
<b>Synbranchidae</b>		
<i>Synbranchus</i> sp.	3, 5, 6	57903
<b>GOBIIFORMES</b>		
<b>Eleotridae</b>		
<i>Microphilypnus ternetzi</i> Myers, 1927	1, 6	57928

---

\*Espécies com importância econômica (ornamental ou pesqueiro), \*\*Espécies descritas recentemente, \*\*\*Espécies novas.



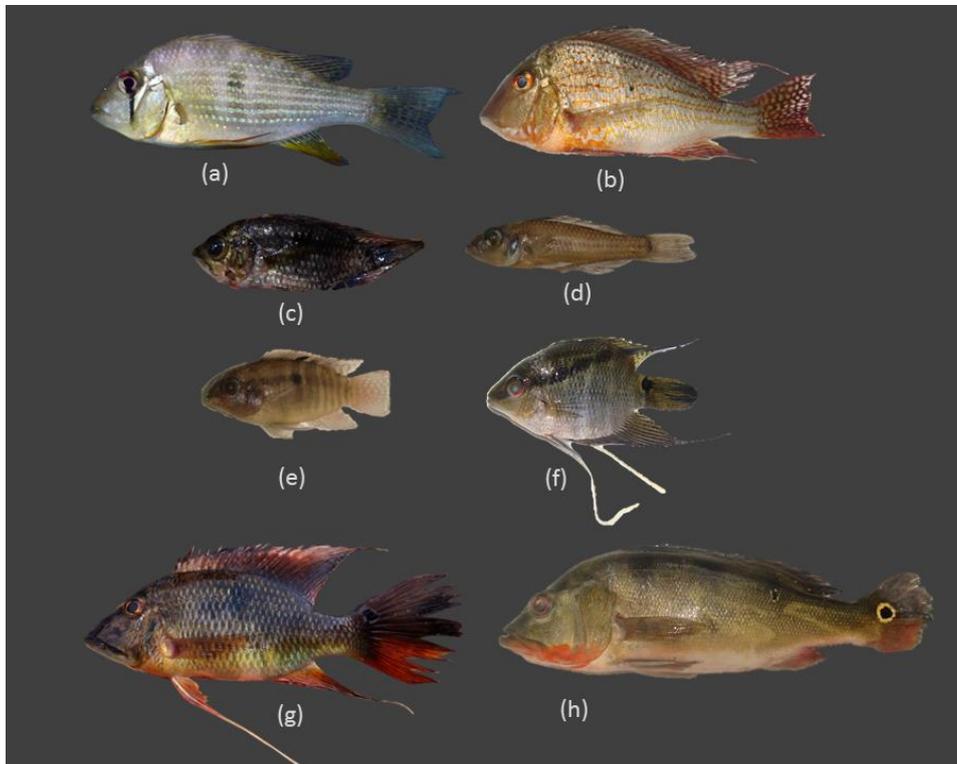
**Figura 1.** Riqueza de espécies por ordens coletadas em seis corpos hídricos antropizados na região do Médio Amazonas, Brasil.



**Figura 2.** Riqueza de espécies por famílias coletadas em seis corpos hídricos antropizados na região do Médio Amazonas, Brasil.

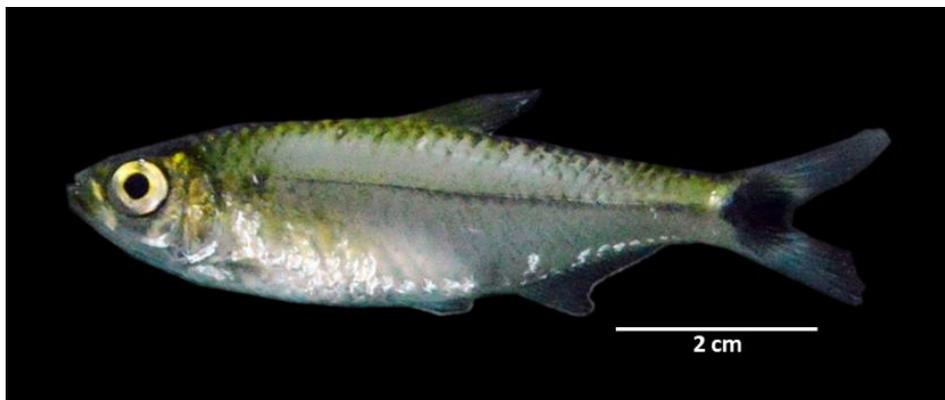
Foram capturadas espécies tolerantes a ambientes antropizados, o principal exemplo são os representantes da família Cichlidae, em que as espécies comuns compartilhadas em todos os pontos amostrais foram *Acarichthys heckelii*, *Acaronia*

*nassa*, *Biotoecus opercularis*, *Cichla monoculus*, *Geophagus altifrons*, *Laetacara thayeri*, *Mesonauta festivus* e *Satanoperca litith* (Figura 5), em que a *Acarichthys heckelii* foi a mais abundante entre os ciclídeos.



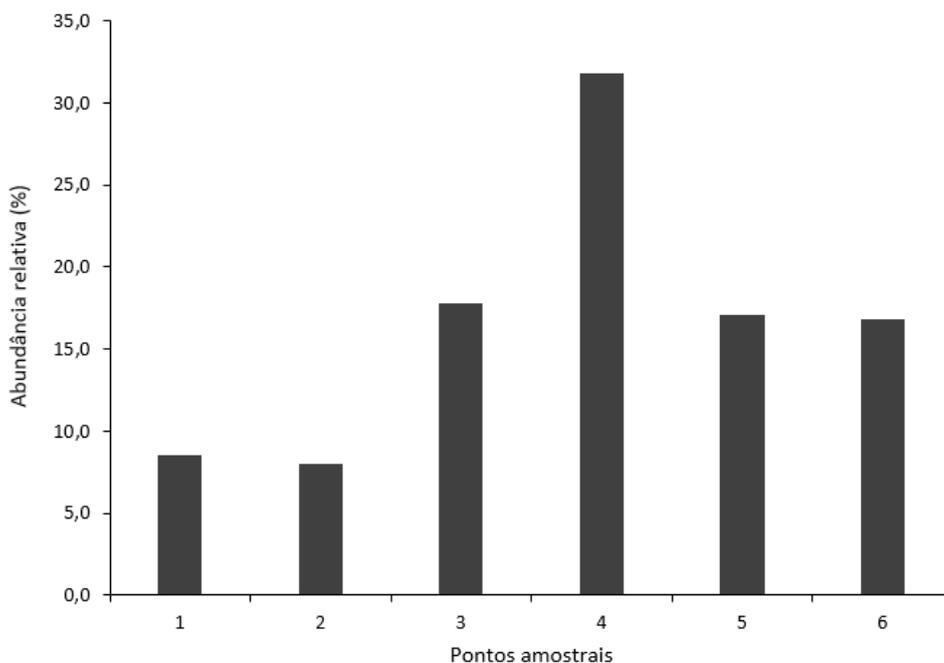
**Figura 5.** Representantes da família Cichlidae, espécies comuns em todos os pontos amostrais: (a) *Acarichthys heckelii*, 10 cm; (b) *Geophagus altifrons*, 15,5 cm; (c) *Acaronia nassa*, 5,5 cm; (d) *Biotoecus opercularis*, 1,5 cm; (e) *Laetacara thayeri*, 2,0 cm; (f) *Mesonauta festivus*, 5,5 cm; (g) *Satanoperca litith*, 16,5 cm e (h) *Cichla monoculus*, 25 cm.

As espécies mais abundantes em todos os pontos de coleta foram *Hemigrammus levis* (74,5%) (Figura 6), *Acarichthys heckelii* e (3,5%) *Hemigrammus stictus* (3,1%).

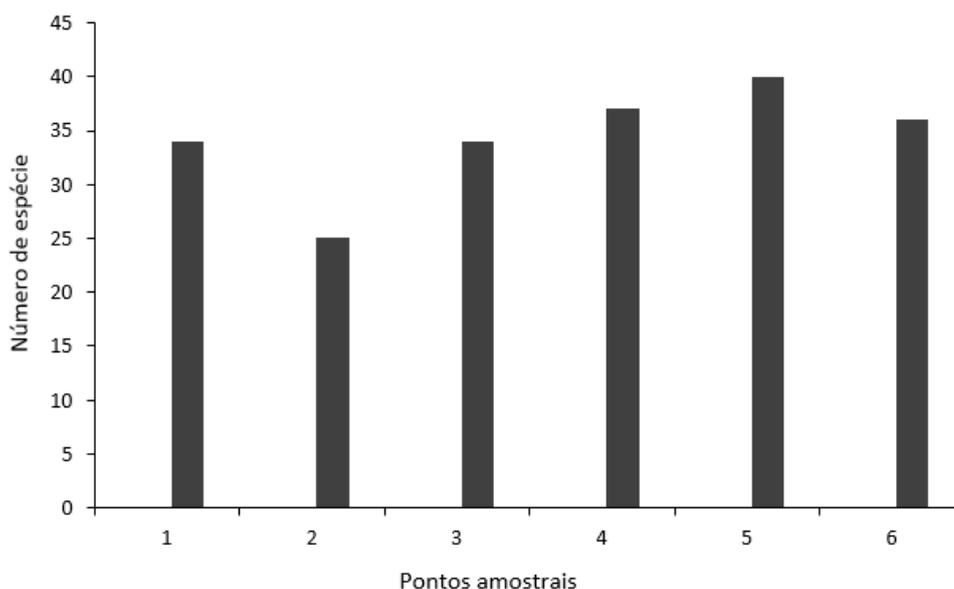


**Figura 6.** *Hemigrammus levis* espécie mais abundante no estudo.

O ponto com maior e menor abundância relativa foi o ponto 4 e 2, respectivamente (Figura 7). Em relação ao número de espécies, o ponto com maior e menor número foi o ponto 5 e 2, respectivamente (Figura 8).

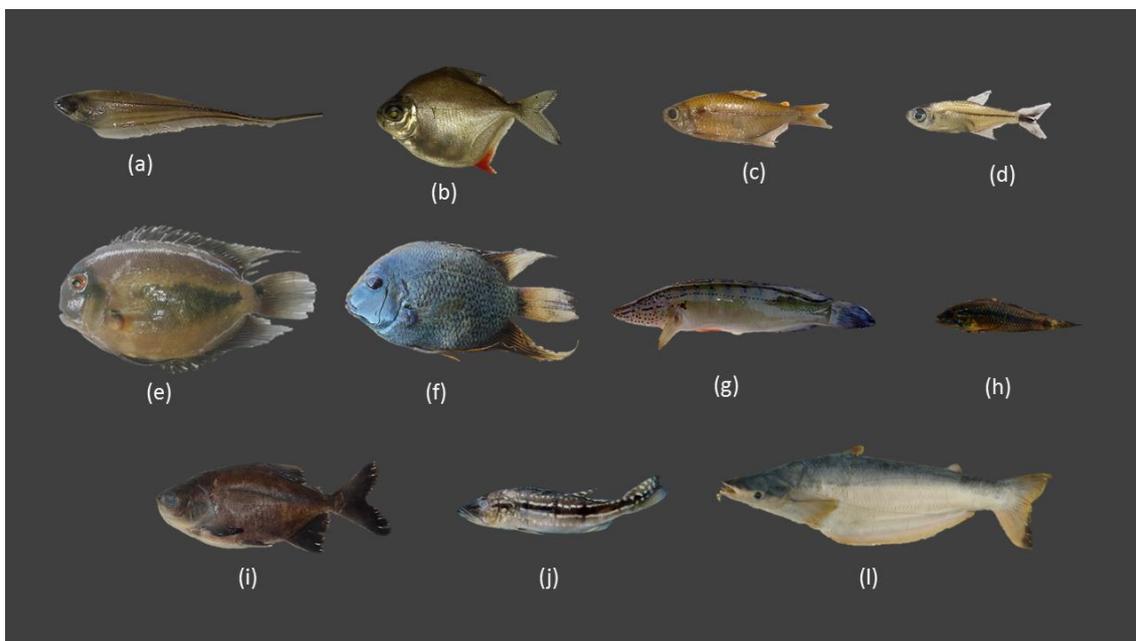


**Figura 7.** Abundância relativa em relação aos pontos amostrais. Impactos associado a cada ponto: (1) Desmatamento e pastagem, (2) Desmatamento e pastagem, (3) Presença moderada de pastagem, piscicultura e pesca esportiva esporádica, (4) Uso recreativo e piscicultura ao entorno, (5) Pesca esportiva esporádica e (6) Uso recreativo esporádico.



**Figura 8.** Riqueza de espécies em relação aos pontos amostrais. Impactos associado a cada ponto amostral: (1) Desmatamento e pastagem, (2) Desmatamento e pastagem, (3) Presença moderada de pastagem, piscicultura e pesca esportiva esporádica, (4) Uso recreativo e piscicultura ao entorno, (5) Pesca esportiva esporádica e (6) Uso recreativo esporádico.

Espécies descritas para a bacia do rio Amazonas na última década foram capturadas em nosso estudo, como *Eigenmannia muirapinima*, *Metynnis melanogrammus*, *Hemigrammus diagonicus* (Figura 9) e uma espécie ainda desconhecida pela ciência, identificada aqui como *Moenkhausia* aff. *colletii* (Figura 9). Além disso, registramos espécies importantes para o mercado pesqueiro, como *Colossoma macropomum*, *Cichla temensis* e *Hypophthalmus edentatus* (Figura 7). Ademais, também foram capturas espécies importantes para o comércio de aquários como *Uaru amphiacanthoides*, *Apistogramma agassizii* e *Crenicichla lenticulata* (Figura 9).



**Figura 9.** Representantes de 12 espécies coletadas neste estudo: (a) *Eigenmannia muirapinima*, 13,7 cm; (b) *Metynnis melanogrammus*, 12,5 cm; (c) *Moenkhausia* aff. *colletii*, 6,5 cm; (d) *Hemigrammus diagonicus*, 1 cm; (e) *Uaru amphiacanthoides*, 22 cm; (f) *Heros spurius*, 20 cm; (g) *Crenicichla lenticulata*, 23 cm; (h) *Apistogramma agassizii*, 1,8 cm; (i) *Colossoma macropomum*, 22 cm; (j) *Cichla temensis*, 15 cm; (l) *Hypophthalmus edentatus*, 43 cm.

#### 4. Discussão

O total de espécies encontradas em nosso estudo foi superior aos resultados de outros inventários. No rio Una, Vale do Paraíba do Sul Paulista em 3 pontos amostrais não antropizados (30 espécies) (HONORIO; MARTINS, 2018), em 3 riachos com diferente grau de preservação na porção baixa da bacia do Rio Sapucaí (28 espécies) (AZEVEDO-SANTOS *et al.*, 2019) e no Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses (PNLM) 21 locais de coleta distribuídos dentro e fora dos limites do PNLM (49 espécies)

(BRITO *et al.*, 2019). Ademais, outros inventários com mais pontos amostrais e área de estudo como rios e/ou riachos, o número total de espécies encontradas variou de 146 espécies em 244 pontos amostrais no rio Parnaíba (RAMOS; RAMOS; RAMOS, 2014), 120 espécies em 15 pontos amostrais em ecorregiões do Amapá (MELO *et al.*, 2016) e 74 espécies em 12 pontos amostrais sendo 5 em rios 7 em riachos pertencentes ao longo do rio Tarumã, médio rio Machado, bacia do rio Madeira (COSTA; OHARA; ALMEIDA, 2017).

A predominância das ordens Characiformes, Cichliformes e Siluriformes em relação ao número de espécies não segue o padrão observado para os ambientes de água doce da América do Sul (LEITE *et al.*, 2015, REIS *et al.*, 2016). Estudos realizados em água doce demonstram que a ordem com maior riqueza de espécies pertence à ordem Characiformes seguida da Siluriformes (ESPÍRITO-SANTO *et al.*, 2009, FREITAS *et al.*, 2010, SCARABOTTI; LÓPEZ; POUILLY, M. 2011, CETRA *et al.*, 2012, FREITAS *et al.*, 2013, SIQUEIRA-SOUZA *et al.*, 2016, SOUSA *et al.*, 2017, LOEBENS *et al.*, 2019). No entanto, o maior número de espécies para a ordem Characiformes é o esperado para os ambientes amazônicos. Essa ordem de peixes é a mais abundante e diversa com aproximadamente 2.000 espécies, 520 gêneros e 19 famílias (NELSON; GRANDE; WILSON, 2016).

A Família Cichlidae foi superior em riqueza de espécies e número de representantes em todos os locais de coleta. Essa família é conhecida por representar um dos maiores grupos de peixes com maior variedade de espécies de água doce com mais de 1.700 espécies descritas (FRICKE; ESCHMEYER; FONG, 2019) e aproximadamente 450 espécies são encontradas na América do Sul (SAMPAIO; GOURLAT, 2011). Possui ampla distribuição geográfica, sua grande diversidade se estende pela América do Sul, América do Norte, América Central, África, Israel, Síria, Irã e Índia (KULLANDER, 1986, CHAKRABARTY, 2004).

Além disso, os ciclídeos são tolerantes a águas anóxicas (CHIPARRI-GOMES, 2005), apresentam amplo sucesso reprodutivo em ambientes antropizados (BAUMGARTNER *et al.*, 2012), as espécies desta família conseguem alterar a sua dieta, favorecendo a ocorrência de espécies oportunistas e resistentes as perturbações ambientais que se sobressaem as demais espécies sensíveis (SANTOS; FERREIRA, 1999, OLIVEIRA; BENNEMANN, 2005). Essa alta resistência e tolerância em ambientes modificados está relacionado a plasticidade ecológica, genética e evolutiva dessa família (LOWE-MCCONNEL, 1991). Dentre os ciclídeos comuns em todos os

pontos amostrais, a espécie mais abundante foi *Acarichthys heckelii*. Esta espécie tem uma grande distribuição nas bacias dos rios Amazonas e Essequibo (FRICKE; ESCHEMEYER; VAN DER LAAN, 2019).

As espécies do gênero *Hemigrammus* foram as mais abundantes no presente estudo. Espécies deste gênero são encontradas facilmente em grande parte da bacia Amazônica (MARINHO *et al.*, 2008), habitam preferencialmente áreas marginais onde são encontradas uma variedade de micro-habitat, como troncos submersos e raízes que servem de abrigo e alimento por serem áreas sombreadas de fluxo lento (BELTRÃO; YAMAMOTO; MAGALHÃES, 2017).

Em termos de abundância relativa e riqueza de espécies o ponto 2 teve menor número, esse ponto visualmente é o mais alterado pelas atividades humanas, ele foi barrado por uma estrada particular para atividade pecuária, em consequência dessa atividade uma grande área foi desmatada ao entorno do corpo hídrico. Dessa forma, as mudanças do uso da terra para pastagem ou agricultura causa a supressão da mata ciliar, exercendo forte pressão para os corpos d'água e afetando diretamente as comunidades de peixes (ROA-FUENTES; CASATTI, 2017). Em contrapartida, os pontos com maior valor de abundância relativa e riqueza de espécies foram os pontos 4 e 5. O ponto 4 foi barrado para ser uma área recreativa, sendo que a mesma atualmente não está ativa. No entanto, em seu entorno existe uma piscicultura, que no período da cheia os peixes conseguem migrar para o ponto 4. Já o ponto 5 foi barrado pela AM-010, deste ponto acontece pesca esportiva esporádica. Em comparação com o ponto 2, os impactos dos pontos 4 e 5 são de menor grau.

Cerca de 28% da fauna conhecida na América do Sul tem sido descrita nos últimos 11 anos, devido aos aspectos ambientais únicos da bacia amazônica, que contribuem para novas descobertas de espécies (REIS *et al.*, 2016). Foram catalogadas espécies descritas para a bacia do rio Amazonas na última década, como *Eigenmannia muiRAPINIMA*, *Hemigrammus diagnonicus* e *Metynnis melanogrammus* (PEIXOTO; DUTRA; WOSIACKI, 2015, MENDONÇA *et al.*, 2011, OTA *et al.*, 2016), também encontramos em nosso estudo uma nova espécie para a ciência, identificada como *Moenkhausia aff. colletii*, a mesma está sendo formalmente descrita.

Espécies de interesse econômico foram registradas, por sua vez os peixes amazônicos são mais conhecidos pela sua fauna peculiar do que por seu valor comercial. Contudo, um dos peixes apreciados no mercado regional é o tambaqui (*Colossoma macropomum*), somente na região Norte, a produção chega a 65.000 toneladas

(CAMPOS; ONO; ISTCHUK, 2015). Essa espécie foi introduzida no ponto 4, já que no entorno desse ponto existe uma piscicultura onde no período da cheia os peixes conseguem migrar, somente nesse ponto essa espécie foi capturada. Da mesma forma como o tambaqui no ponto 4, os tucunarés foram introduzidos no ponto 3 e 5, nesses pontos ocorrem pesca esportiva com frequência moderada. As espécies de tucunaré são apreciadas tanto na pesca esportiva e comercial, no médio rio Negro. O tucunaré paca (*Cichla temensis*), uma das espécies capturadas no estudo, está entre as mais importantes no cenário comercial (INOMATA; FREITAS 2015) e devido ao seu comportamento agressivo ao atacar as iscas artificiais é bastante procurado na pesca esportiva (WILLIS *et al.*, 2015).

Por fim, o mapará (*Hypophthalmus edentatus*) também é um dos representantes no mercado pesqueiro, possui relativo valor econômico para a estado do Amazonas e constitui uma parcela considerável do pescado da região (CARVALHO, 1980). Do mesmo modo, essa espécie possui caráter generalista e consegue se adaptar em ambientes modificados (ABELHA *et al.*, 2001), ela foi capturada exclusivamente no ponto 2, ambiente visualmente mais impactado. Dessa forma, tais resultados indicam que, além dos distúrbios ambientais causados principalmente pelas atividades humanas, as áreas de amostragem abrigam espécies apreciadas no comércio de peixes.

Em relação ao mercado ornamental o Estado do Amazonas é um dos principais centros exportadores do Brasil (ANJOS *et al.*, 2009). Entre as espécies mais exportadas, os ciclídeos fazem parte do grupo mais apreciados no mercado ornamental devido a sua ampla variedade de formas, padrão de coloração e de comportamento (GRAÇA *et al.*, 2013), os ciclídeos tiveram o maior número de espécies capturadas no presente estudo. Além dos ciclídeos, espécies da família Characidae, popularmente conhecidas como tetras ou piabas, foram capturadas em nosso estudo, como *Hemigrammus ocellifer* e *H. stictus*, que possuem belos padrões de cor, tamanho pequeno e são comumente encontradas em aquários. Portanto, nossos resultados indicam que a bacia do rio Urubu próxima a Itacoatiara (AM) têm potencial para fornecer fontes para atividade extrativista, tornando-se mais um indicativo de conservação para ambientes que sofrem pressões antropogênicas.

## 5. Conclusão

Considerando que a região amostrada é composta por um complexo sistema fluvial, o número elevado de espécies registradas por nós neste estudo está intrinsecamente relacionado à composição diferente da ictiofauna desses diversos sistemas que possuem características físico-químicas distintas e espécies endêmicas. No entanto, chamamos a atenção para os diferentes impactos antropogênicos que ocorrem nos locais de amostragem, como barragem para construção de áreas para uso recreativo, pastagem, piscicultura e interrupção do fluxo de água para construção de estradas. Dessa maneira, enfatizamos a importância em catalogar a fauna de peixes em ambientes que sofrem determinadas ameaças antropogênicas, a fim de conhecer e acessar a diversidade de peixes nesses locais, para investigar os impactos potenciais da composição, manutenção e sobrevivência da fauna de peixes nestes ambientes diretamente afetados por atividades humanas, subsidiar a formulação de medidas de conservação e disponibilizar informações sobre a ictiofauna local.

## 6. Referências

- ABELHA, M. C. F.; AGOSTINHO, A. A.; GOULART, E. Plasticidade trófica em peixes de água doce. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 23, n. 4, p. 425-434, 2001.
- ABRIL, G. *et al.* Amazon River carbon dioxide outgassing fuelled by wetlands. **Nature**, Londres, v. 505, n. 7483, p. 395-398, 2014.
- AB'SABER, A. **Os domínios da natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.
- ALHO, C. J. R.; REIS, R. E; AQUINO, P. P. U. Amazonian freshwater habitats experiencing environmental and socioeconomic threats affecting subsistence fisheries. **Ambio**, Dordrecht, v. 44, n. 5, p. 412-425, 2015.
- ANJOS, H. D. B; SIQUEIRA, J. A.; AMORIM, R. M. S. Comércio de peixes ornamentais do Estado do Amazonas. **Boletim do Instituto de Pesca**, Rio de Janeiro, v. 87, n. 87, p. 4-5, 2007.
- ANJOS, H. D. B. *et al.* Exportação de Peixes Ornamentais do Estado do Amazonas, Bacia Amazônica, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 259-274, 2009.
- ARAÚJO-LIMA, C. A. R. M. M. *et al.* Relação entre o número de espécies de peixes, complexidade do habitat e ordem do riacho nas cabeceiras de um tributário do rio Urubu, Amazônia Central. **Acta Limnológica Brasiliensia**, Brasil, v. 11, n. 2, p. 127-135, 1999.

- ARANTES, C. C. *et al.* Relationships between forest cover and fish diversity in the Amazon River floodplain. **Journal of Applied Ecology**, Hoboken, v.55, n. 1, p. 386-395, 2017.
- AZEVEDO, P. G.; MESQUITA, F. O.; YOUNG, R. J. Fishing for gaps in science: a bibliographic analysis of Brazilian freshwater ichthyology from 1986 to 2005. **Journal of Fish Biology**, Malden, v. 76, n. 9, p. 2177–2193, 2010.
- AZEVEDO-SANTOS, V. M. *et al.* Ichthyofauna of streams of the Rio Sapucaí basin, upper Rio Paraná system, Minas Gerais, Brazil. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 19, n. 1, p. e20180617, 2019.
- BARBER, C. P. *et al.* Roads, deforestation, and the mitigating effect of protected areas in the Amazon. **Biological Conservation**, Oxford, v. 177, n. 1, p. 203–209, 2014.
- BAUMGARTNER, G. *et al.* **Peixes do Baixo rio Iguaçú**. Maringá: EDUEM, 2012.
- BELTRÃO, H. D. A.; YAMAMOTO, K. C.; MAGALHÃES, E. R. S. Biologia Reprodutiva e Hábitos Alimentares do Rodóstomo (*Hemigrammus bleheri*) Um Peixe Ornamental da Bacia do Médio Rio Negro, Estado do Amazonas, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 43, n. 1, p-65.77, 2017.
- BETANCUR-R, R. *et al.* Phylogenetic classification of bony fishes. **BMC Evolutionary Biology**, Londres, v. 17, n. 1, p. 162, 2017.
- BIRINDELLI, J. L. O. Phylogenetic relationships of the South American Doradoidea (Ostariophysii: Siluriformes). **Neotropical Ichthyology**, São Paulo, v. 12, n. 3, p. 451-564, 2014.
- BRITO, P. S. *et al.* 2019. Freshwater fishes of the Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses and adjacent areas. **Biota Neotropica**. Campinas, v. 19, n. 3, p. e20180660.
- CAMPOS, J. L.; ONO, E. A.; ISTCHUK, P. I. Tambaqui, considerações sobre a cadeia de produção e o preço. **Panorama da Aquicultura**, Brasil, v. 25, n. 149, p. 42-45, 2015.
- CARVALHO, F. M. Alimentação do mapará (*Hypophthalmus edentatus* Spix, 1829) do lago do Castanho, Amazonas (Siluriformes, Hypophthalmidae). **Acta Amazonica**, Manaus, v. 10, n. 3, p. 545-555, 1980.
- CASATTI, L. F.; LANGEANI, A. M.; CASTRO, R. M. C. Stream fish, water and habitat quality in a pasture dominated basin, southeastern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, São Paulo, v. 66, n. 2, p. 681-696, 2006.
- CASATTI, L. F. *et al.* From forests to cattail: How does the riparian zone influence stream fish?. **Neotropical Ichthyology**, Porto Alegre, v. 10, n. 1, p. 205–214, 2012.
- CASTELLO, L. *et al.* The vulnerability of Amazon freshwater ecosystems. **Conservation Letters**, Hoboken, v. 6, n. 4, p. 217–229, 2013.
- CAVALLINI, M. S. **As gravuras rupestres da bacia do rio Urubu: levantamento e análise gráfica do sítio de Caretas, Itacoatiara - Estado do Amazonas: Uma**

- proposta de contextualização.** Dissertação de Mestrado em Arqueologia da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.
- CETRA, M. *et al.* Fish fauna of headwater streams that cross the Atlantic Forest of south São Paulo state. **Check List**, Rio Claro, v. 8, n. 3, p. 421-425, 2012.
- CHAO, N. L. *et al.* **Conservation and management of ornamental fish resources of the Rio Negro basin, Amazonas, Brasil- Projet Piaba.** Manaus: Editora da Universidade Federal do Amazonas-EDUA, 2001.
- CHAKRABARTY, P. Cichlid biogeography: comment and review. **Fish and Fisheries**, Hoboken, v. 5, n. 2, p. 97-119, 2004.
- CHERNOFF, B.; MACHADO-ALLISON, A. *Bryconops magoi* and *Bryconops collettei* (Characiformes: Characidae), two new freshwater fish species from Venezuela, with comments on *B. caudomaculatus* (Günther). **Zootaxa**, Nova Zelândia, v. 1094, n. 1094 p. 1-23, 2005.
- COSTA, I. D.; OHARA, W. M.; ALMEIDA, M. Fishes from the Jaru Biological Reserve, Machado River drainage, Madeira River basin, Rondônia State, northern Brazil. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 17, n.1, p. e20160315, 2017.
- CHIPARRI-GOMES, A. R. **Hypoxia tolerance in Amazon Cichlids.** National Institute for Research in the Amazon, 2005.
- DAGOSTA, F. C. P.; PINNA, M. The fishes of the amazon: distribution and biogeographical patterns, with a comprehensive list of species. **Bulletin of the American Museum of Natural History**, v. 431, n. 431, p. 1-163, 2019.
- DIAS, M. S. *et al.* Trends in studies of Brazilian stream fish assemblages. **Natureza & Conservação**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 2, p. 106-111, 2016.
- ESPÍRITO-SANTO, H. M. V. *et al.* Seasonal variation in the composition of fish assemblages in small Amazonian forest streams: evidence for predictable changes. **Freshwater Biology**, Hoboken, v. 54, n. 3, p. 536-548, 2009.
- FAVARO, C.; MOORE, J. W. Fish assemblages and barriers in an urban stream network. **Freshwater Science**, Chicago, v. 34, n. 3, p. 991-1005, 2015.
- FERREIRA, C. P.; CASATTI, L. Influência da estrutura do hábitat sobre a ictiofauna de um riacho em uma micro-bacia de pastagem, São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 23, n. 3, p. 642-651, 2006.
- FREITAS, C. *et al.* Factors determining fish species diversity in Amazonian floodplain lakes. In: ROJAS, N; PRIETO, R. (ed). **Amazon Basin: Plant Life, Wildlife and Environment.** New York: Environmental Research and Advances Series. Nova Science Publ: Inc., p. 43-78, 2010.
- FREITAS, C. E. C. *et al.* The importance of spatial scales to analysis of fish diversity in Amazonian floodplain lakes and implications for conservation. **Ecology of Freshwater Fish**, Hoboken, v. 23, n. 3, p. 470-477, 2013.
- FRICKE R.; ESCHMEYER W. N.; FONG J. D. Species by family/subfamily in the Catalog of Fishes, 2019. Disponível em: <[http:// researcharchive](http://researcharchive)>.

calacademy.org/research/ichthyology/catalog/SpeciesByFamily.asp.> Acesso em 30 mai. 2019.

FRICKE, R.; ESCHEMEYER, W. N.; VAN DER LAAN, R. Eschmeyer's catalog of fishes: genera, species, references, 2019. Disponível em: <<http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>> Acesso em 10 junh. 2019.

GRAÇA, W. J.; VARELLA, H. R.; VIERA, F. G. Cichlidae. *In*: QUEIROZ, L. J. *et al.* (ed). **Peixes do rio Madeira**. São Paulo. Dialeto Latin American Documentary, 2013.

HONORIO, J. R.; MARTINS, I. A. Ichthyofauna of the Una river in the Paraíba do Sul Paulista River Valley, Southeastern of Brazil. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 18, n. 4, p. e20180528.

HURD, L. E. *et al.* Amazon floodplain fish communities: Habitatconnectivity and conservation in a rapidly deteriorating environment. **Biological Conservation**, Oxford, v. 195, n. 1, p. 118–127, 2016.

INOMATA, S. O.; FREITAS, C. E. C. Fish landings in Barcelos, in the Middle Negro River Region, Amazonas. *In*: GARCIA, J. M.; BREBBIA, C. A. (ed.). **WIT Transactions on Ecology and the Environment**, Southampton: WIT press, 2015.

JUNK, W. J.; SOARES, M. G. M.; BAYLEY, P. B. Freshwater fishes of South America: their biodiversity, fisheries, and habitats – a synthesis. **Aquatic Ecosystem Health and Management**, Filadélfia, v.10, n. 2, p. 228–242, 2007.

KOCHER, T. D. Adaptive evolution and explosive speciation: the cichlid fish model. **Nature Reviews Genetics**, Londres, v. 5, n. 4, p. 288-298, 2004.

KULLANDER, S. O. **Cichlid fishes of the Amazon River drainage of Peru**. Stockholm: Marstatryck AB, 1986.

LANGGANI, F. **Estudo Filogenético e revisão taxonômica da família Hemiodontidae Boulenger, 1904 (sensu Roberts, 1974) (Ostariophysi, Characiformes)**. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

LASSO, C. A.; MACHADO-ALLISON, A. **Sinopsis de las especies de peces de la familia Cichlidae presentes en la cuenca del Río Orinoco. Claves, diagnosis, aspectos bio-ecológicos e ilustraciones**. Caracas: Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT), 2000.

LEITE, G. F. M. *et al.* Effects of conservation status of the riparian vegetation on fish assemblage structure in neotropical headwater streams. **Hydrobiologia**, Dordrecht, v. 762, n. 1, p. 223-238, 2015.

LOEBENS, S. C. *et al.* Influence of hydrological cycle on the composition and structure of fish assemblages in an igapó forest, Amazonas, Brazil. **Boletim do Instituto de Pesca**. São Paulo, v. 45, n. 1, p. e432, 2019.

LOWE-MCCONNELL, R. H. Ecology of cichlids in South American and African waters, excluding the African Great lakes. *In*: KEENLEYNIDE, M. H. L. (ed.).

**Cichlids fishes, behavior, ecology and evolution.** London. Fish and Fisheries Series 2, 1991.

MACHADO-ALLISON, A. Los peces caribes de Venezuela: una aproximación a su estudio taxonómico. **Boletín Academia Ciências Físicas, Matemáticas y Naturales**, Venezuela, v. 62, n. 1, p. 35-88, 2002.

MARINHO, M. M. F.; LANGEANI, F. Reconciling more than 150 years of taxonomic confusion: the true identity of *Moenkhausia lepidura*, with a key to the species of the *M. lepidura* group (Characiformes: Characidae). **Zootaxa**, Nova Zelândia, v. 4107, n. 3, p. 338-352, 2016.

MELO, C. E.; MACHADO, F. A.; PINTO-SILVA, V. Feeding habits of fish from a stream in the savanna of Central Brazil, Araguaia Basin. **Neotropical Ichthyology**, Porto Alegre, v. 2, n. 1, p. 37-44, 2004.

MELO, B. F. An inventory of coastal freshwater fishes from Amapá highlighting the occurrence of eight new records for Brazil. **Zookeys**, Bulgaria, v. 606, n. 1, p. 127-140, 2016.

MELO, B. F.; OLIVEIRA, C. Three new species of *Curimatopsis* (Characiformes: Curimatidae) from the Amazon basin. **Journal of Fish Biology**, Hoboken, v. 91, n. 2, p. 528-544, 2017.

MENDONÇA, M. B.; WOSIACKI, W. B. A new species of *Hemigrammus* from the Lower Amazon floodplain (Characiformes: Characidae). **Copeia**, Miami, v. 2, n. 2, p. 211-215, 2011.

MENEZES, N. A.; LUCENA, C. A. S. A taxonomic review of the species of *Charax* Scopoli, 1777 (Teleostei: Characidae: Characinae) with description of a new species from the rio Negro bearing superficial neuromasts on body scales, Amazon basin, Brazil. **Neotropical Ichthyology**, Porto Alegre, v. 12, n. 2, p. 193-228, 2014.

MIRANDE, J. M. Morphology, molecules and the phylogeny of Characidae (Teleostei, Characiformes). **Cladistics**, Hoboken, v. 35, n. 3, p. 1-19, 2018.

MONTAG, L. F. A. *et al.* Land cover, riparian zones and instream habitat influence stream fish assemblages in the eastern Amazon. **Ecology of Freshwater Fish**, Hoboken, v. 28, n. 2, p. 1-13, 2018.

NELSON, J. S.; GRANDE, T.; WILSON, M. V. H. **Fishes of the World**. Hoboken, New Jersey: Fifth edition, 2016.

OLIVEIRA, C. *et al.* Phylogenetic relationships within the speciose family Characidae (Teleostei: Ostariophysi: Characiformes) based on multilocus analysis and extensive in-group sampling. **BMC Evolutionary Biology**, Londres, v. 11, n. 1, p. 275, 2011.

OLIVEIRA, D.C.; BENNEMANN, S. T. Ictiofauna, Recursos Alimentares e Relações com as Interferências Antrópicas em um Riacho Urbano no Sul do Brasil. **Biota Neotropical**, Campinas, v. 5, n. 1, p. 95-107, 2005.

PEIXOTO, L. A.W.; DUTRA, G. M.; WOSIACKI, W. B. The electric glass knifefishes of the *Eigenmannia trilineata* species-group (Gymnotiformes: Sternopygidae): monophyly and description of seven new species. **Zoological Journal of the Linnean Society**, Hoboken, v. 175, n. 2, p. 384-414, 2015.

POLSENAERE, P. *et al.* Thermal enhancement of gas transfer velocity of CO<sub>2</sub> in an Amazon floodplain lake revealed by eddy covariance measurements. **Geophysical Research Letters**, Washington, v. 40, n. 9, p. 1734-1740, 2013.

PLOEG, A. **Revision of the South American cichlid genus *Crenicichla* Heckel, 1840, with description of fifteen new species and consideration on species groups, phylogeny and biogeography (Pisces, Perciformes, Cichlidae)**. Unpublished PhD Dissertation, Universiteit van Amsterdam, 1991.

PLUYM, J. L.V., EGGLESTON, D. B.; LEVINE, J. F. Impacts of Road Crossings on Fish Movement and Community Structure. **Journal of Freshwater Ecology**, Filadélfia, v. 23, n. 4, p. 565-574, 2008.

QUEIROZ, L. J. *et al.* **Peixes do Rio Madeira**. São Paulo: Dialeto Latin American Documentary, 2013.

RAMOS, T. P. A.; RAMOS, R. T. C.; RAMOS, S. A. Q. A. Ichthyofauna of the Parnaíba river Basin, Northeastern Brazil. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 14, n. 1, p. e20130039, 2014.

REIS, R. E. Fish biodiversity and conservation in South America. **Journal of Fish Biology**, Hoboken, v. 89, n. 1, p. 12-47, 2016.

ROA-FUENTES, C. A.; CASATTI, L. Influence of environmental features at multiple scales and spatial structure on stream fish communities in a tropical agricultural region. **Journal of Freshwater Ecology**, Filadélfia, v. 32, n. 1, p. 281-295, 2017.

SAMPAIO, A. L. A.; GOULART, E. Ciclídeos neotropicais: ecomorfologia trófica. **Oecologia Australis**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 4, p. 775-798, 2011.

SANTOS, G. M.; FERREIRA, F. J. G. Peixes da Bacia Amazônica. *In*: LOWEMCCONNELL, R. H. (ed). **Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais**. São Paulo. Edusp, 1999.

SANTOS, M. M. C. **Análise Geomorfológica da Região entre os Municípios de Itacoatiara, Silves e Itapiranga, Nordeste do Estado Amazonas**. Dissertação de Mestrado em Geociências da Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2006.

SANTOS, G.; FERREIRA, E.; ZUANON, J. **Peixes Comerciais de Manaus**. Manaus: INPA, 2009.

SOUSA, R. G. C. *et al.* Seasonal dynamic of amazonian small-scale fisheries is dictated by the hydrologic pulse. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 43, n. 2, p. 207-221, 2017.

SCARABOTTI, P. A.; LÓPEZ, J. A.; POUILLY, M. Flood pulse and the dynamics of fish assemblage structure from neotropical floodplain lakes: Dynamics of fish

assemblages in floodplain lakes. **Ecology of Freshwater Fish**, Hoboken, v. 20, n. 4, p. 605–618, 2011.

SCHAEFER, S.A. Conflict and revolution: impacto of new taxa on phylogenetic studies of neotropical cascudinhos (Siluoiidei: Locaricariidae). *In*: MALABARBA, L. R., *et al.* (ed.). **Phylogeny and classification of neotropical fishes**. Porto Alegre. EDIPUCRS, 1998.

SILVA, F. G. **Itacoatiara: Roteiro de uma cidade**. Manaus: Imprensa Oficial de Estado Amazonas, 1997.

SIQUEIRA-SOUZA, F. K. *et al.* Amazon floodplain fish diversity at different scales: do time and place really matter?, **Hydrobiologia**, Dordrecht, v. 776, n. 1, p. 99–110, 2016.

STAECK, W. **Cichliden-Lexikon, Teil 3: Südamerikanische Zwergbuntbarsche**. Klassifizierung: Artenübersicht, 2003.

TOLEDO-PIZA, M. Two new *Heterocharax* species (Teleostei: Ostariophysi: Characidae), with a redescription of *H. macrolepis*. **Ichthyological Exploration of Freshwaters**, Germânia, v. 11, n. 4, p. 289-304, 2000.

VAN-DER-SLEEN, P.; ALBERT, J.S. **Field Guide to the Fishes of the Amazon, Orinoco, and Guianas**. Princeton: Princeton University Press, 2017.

VARI, R. P. Systematics of the Neotropical Characiform genus *Cyphocharax* Fowler (Pisces, Ostariophysi). **Smithsonian Contributions to Zoology**, Washington, v. 529, n. 529, p. 1-137, 1992.

WEITZMAN, S. H.; COBB, J. S. A revision of the South American fishes of the genus *Nannostomus* Günther (family Lebiasinidae). **Smithsonian Contributions to Zoology**, Washington, v. 186, n. 186, p. 1-36, 1975.

WILLIS, S. C. *et al.* Population genetics of the speckled peacock bass (*Cichla temensis*), South America's most important inland sport fishery. **Conservation Genetics**, Dordrecht, v. 16, n. 6, p. 1345-1357, 2015.

ZARSKE, A.; GÉRY, J. Revision der neotropischen Gattung *Metynnis* Cope, 1878. Evaluation der Typusexemplare der nominellen Arten (Teleostei: Characiformes: Serrasalminidae). **Zoologische Abhandlungen Staatliches Museum für Tierkunde Dresden**, Alemanha, v. 50, n. 13, p. 169-216, 1999.

ZUANON, J. *et al.* **Guia de Peixes da Reserva Ducke**. Manaus: INPA, 2015.

ZHAO, C. S. *et al.* Linking hydrologic, physical and chemical habitat environments for the potential assessment of fish community rehabilitation in a developing city. **Journal of Hydrology**, Amsterdã, v. 523, n. 523, p. 384-397, 2015.

## **CAPÍTULO III**

### **CARACTERIZAÇÃO DA FAUNA DE PEIXES EM AMBIENTES BARRADOS ARTIFICIALMENTE NA REGIÃO DE ITACOATIARA -AM**

## RESUMO

Um dos fatores que afetam a fauna de peixes são as condições do habitat que cada vez mais sofrem com as intensas atividades antrópicas. O objetivo do presente estudo foi descrever (riqueza, índices ecológicos) e avaliar diferenças na estrutura da fauna de peixes entre os ambientes antropizados de água preta e barrenta e diferentes períodos de coletas, e testar a influência dos fatores ambientais (tipo de água, períodos de coleta e variáveis físico-químicas) sobre a composição de espécies. As coletas foram realizadas em seis pontos amostrais situados no sistema rio Urubu e lago do Canaçari. Três eram de água preta, e três de água barrenta não natural com diferentes situações de antropização ao entorno. As coletas foram realizadas no período cheia, vazante, seca e enchente. Para a captura dos espécimes foram utilizadas redes de malhadeira e arrasto manual. Foram capturadas 63 espécies em água preta e 48 em água barrenta. A abundância relativa foi (62,6%) para água preta e (34,4%) para água barrenta. O maior número de espécie para a ordem Characiformes foi encontrado em água preta. Enquanto, o número de espécie para a família Cichlidae foi próximo para ambos os tipos de água. Foram capturadas 19 espécies exclusivas em água preta, as mais abundantes foram *Curimatopsis macrolepis*, *Moenkhausia* aff. *colletii* (espécie não descrita), *Curimatopsis cryptica* e *Metynnis melanogrammus*. E 5 espécies foram exclusivas em água barrenta, as mais abundantes foram *Apistogramma pertensis*, *Brachyhyopomus brevirostris*, *Rhamdia quelen* e *Hypophthalmus edentatus* e 44 espécies foram capturadas em ambos os tipos de água. A estrutura e composição da fauna de peixes foram fortemente influenciadas pela diferença de água (preta e barrenta), enquanto apenas um descritor ecológico (riqueza) teve diferença estatística entre as coletas. Dessa forma, enfatizamos a importância de verificar os fatores que podem influenciar a fauna de peixes tanto de forma positiva ou negativa para futuramente tomar medidas de conservação das redes aquáticas e de seus recursos.

**Palavras-chaves:** Corpos hídricos, Antropização, Tipo de água, Estrutura, Composição

## ABSTRACT

One of the factors that affect fish fauna is the habitat conditions that are increasingly suffering from intense anthropogenic activities. The objective of the present study was describe the structure of the fish fauna (number of species, ecological indices), and evaluate differences in the structure of the fish fauna between anthropic environments of black and white water and different collection periods, and to test the influence of environmental factors (water type, collection periods and physicochemical variables) on species composition. The samples were collected at six sample points located in the system at Urubu and Canaçari lake. Three were of black water and three of white water unnatural with different situations of anthropization to the environment. The collections were carried out in the full, leakage, dry and flood period. For the capture of the specimens, were used gillnets and seine. Sixty three species were captured in black water and forty eight in white water. The relative abundance was (62.6%) for black water and (34.4%) for white water. The higher number of species for the order Characiformes were found in black water. While, the number of species for the Cichlidae family was close to both types of water. Nineteen exclusives species were captured in black water, the most abundant being *Curimatopsis macrolepis*, *Moenkhausia* aff. *colletii* (species not described), *Curimatopsis cryptica* and *Metynnis melanogrammus*. Five exclusives species were captured in whitw water, the most abundant being *Apistogramma pertensis*, *Brachyhypopomus brevirostris*, *Rhamdia quelen* e *Hypophthalmus edentatus* and forty four species were captured in both types of water. The structure and composition of the fish fauna were strongly influenced by the water difference (black and white), whereas only one ecological descriptor (number of species) had a statistical difference between the collections. Thus, we emphasize the importance of verifying the factors that can influence the fauna of fish in a positive or negative way to take measures of conservation of aquatic nets and their resources in the future.

**Key words:** Water bodies, Human disturbance, Water type, Structure, Composition

## 1. Introdução

A grande riqueza de espécies da bacia Amazônica não está apenas atribuída à sua enorme extensão, mas também a fatores históricos, heterogeneidade ecológica e complexidade geomorfológica (GOULDING; BARTHEM; FERREIRA, 2003, REIS *et al.*, 2016, VAN-DER-SLEEN; ALBERT, 2017). Diante disso, a mesma contém um conjunto diversificado de espécies de peixes com diferentes características morfológicas e comportamentais (SIQUEIRA-SOUSA *et al.*, 2017) que são influenciadas por vários fatores ambientais.

Os rios amazônicos que drenam as planícies de inundação possuem diferentes tipos de água (BARLETTA *et al.*, 2010, VAL; FEARNSSIDE; ALMEIDA-VAL, 2016). Essa diferença está atribuída à sua localização geográfica e os materiais que são depositados em seus leitos (SIOLI, 1984). Desse modo, três classificações foram propostas com base no tipo de água que os compõem, água preta (escura), branca (barrenta) e clara. As mesmas se diferem na quantidade e natureza de seus sedimentos, além de outras variáveis físico-químicas, como pH, densidade e temperatura (VAL; FEARNSSIDE; ALMEIDA-VAL, 2016). Em particular, água preta possuem coloração amarronzada a café, composta por substâncias húmicas, fúlvicas e pouco nutrientes, pH variando entre 3,5 a 5,5 (ácido) e condutividade elétrica baixa, enquanto, águas brancas apresentam coloração ocre ou cor de barro, maior matéria em suspensão e nutrientes, com o pH oscilando entre 6,5 a 7,3 (básico) e condutividade elétrica alta (SIOLI, 1984, RÍOS-VILLAMIZAR *et al.*, 2014, JUNK *et al.*, 2015).

Durante o período da cheia, o nível da água aumenta ocorrendo a mistura entre água preta e branca, resultando em uma mistura homogênea, proporcionando ambientes com diferentes características (BARLETTA *et al.*, 2010). Contudo, ambientes de água preta podem abrigar um maior número de espécies e diversidade biológica do que ambientes de água branca, porém cerca de 50% da riqueza de espécies são iguais entre esses ambientes (GOULDING; CARVALHO; FERREIRA, 1988, SAINT-PAUL *et al.*, 2000). Estudos confirmaram que o tipo de água pode ser um fator ambiental importante na estrutura da fauna de peixes (IBARRA; STEWART, 1989, HENDERSON; GRAMPTON, 1997, SAINT-PAUL *et al.*, 2000, JUNK *et al.* 2011, LOEBENS *et al.*, 2019). Ademais, outros estudos verificaram a influência do tipo de água nos aspectos fisiológicos e comportamentais do peixe (ARAÚJO; GHELFI; VAL, 2017, QUEIROZ *et al.*, 2017, PIRES *et al.*, 2018, STEFANELLI-SILVA; ZUANON; PIRES, 2019).

Apesar da alta diversidade de peixes e importância ecológica, os ecossistemas de água doce da Amazônia estão sendo cada vez mais alterados pelas atividades antrópicas (JUNK; SOARES; BAYLEY, 2007, JUNK, 2013, RENÓ *et al.*, 2011, CASTELLO *et al.*, 2013). Dentre as atividades antrópicas, a construção de estradas vem sendo destacada pela comunidade científica, por suas consequências na estrutura física do ambiente, como por exemplo, conectividade hidrológica, com diminuição da concentração oxigênio de dissolvido, acúmulo de sedimentos, aumento da turbidez e mudanças no aspecto da cor da água (TROMBULAK; FRISSELL, 2000, DAIGLE, 2010). Dessa forma, tais modificações sobre as condições dos ambientes aquáticos podem afetar diretamente a ictiofauna local (BENTON; ENSIGN; FREEMAN, 2008).

Estudos avaliando o efeito dos cruzamentos de estradas sobre a movimentação dos peixes entre os trechos a montante e jusante são comuns em regiões temperadas (NORMAN *et al.*, 2009, POPLAR-JEFFERS *et al.*, 2009, ALEXANDRE; ALMEIDA, 2010, BOUSKA; PAUKERT, 2010, FAVARO; MOORE, 2015). E na região tropical vem sendo evidenciada (MAKRAKIS *et al.*, 2012, MARIANO *et al.*, 2012). No entanto, uma questão ainda pouco explorada é a mudança no aspecto da cor da água, causada pela construção de estradas sobre a estrutura da fauna de peixes.

Outro fator ambiental muito relevante para a fauna de peixe são as mudanças sazonais do nível da água, que modificam as características limnológicas, ecológicas e biológicas dos ambientes aquáticos e consequentemente o modo vida de peixes (JUNK; BAYLEY; SPARKS, 1989, SCARABOTTI; LÓPEZ; POUILLY, 2011). Durante o período da cheia os corpos hídricos estão conectados, favorecendo maior disponibilidade espacial, onde os peixes migram para outras áreas em busca de alimento, reprodução e proteção. Além disso, surgem novos habitats que podem abrigar diversas espécies de peixes, enquanto durante a seca, ocorre desconexão reduzindo a disponibilidade de habitats que combinados com os fatores bióticos e abióticos podem modificar a composição de espécies (MEYER *et al.*, 2007, THOMAZ; BINI; BOZELLI, 2007, FERNANDES *et al.*, 2009, BOZELLI *et al.*, 2015).

As variáveis físico-químicas como oxigênio dissolvido, pH, temperatura, transparência e profundidade tem forte interação com a rede hídrica, e uma das suas alterações ocorrem durante as variações sazonais (RÖPKE *et al.*, 2015). Elas desempenham importante função no ambiente e no modo de vida dos peixes, tornando-se um fator de seleção de habitat (PETRY *et al.*, 2003, FREITAS *et al.*, 2010, MIYAZONO *et al.*, 2010, WOLFSHAAR *et al.*, 2011), devido a sua forte influência na

migração, reprodução e alimentação, como também na taxa de crescimento e sobrevivência dos peixes (SIQUEIRA-SOUZA *et al.*, 2016). Estudos registraram a influência de variáveis físico-químicas na estrutura da fauna de peixes (ANJOS; OLIVEIRA; ZUANON, 2008, MACEDO-SOARES *et al.*, 2010, SÚAREZ *et al.*, 2011, GONÇALVES; BRAGA, 2012, PETRY *et al.*, 2013, COSTA; FREITAS, 2015, BENONE *et al.*, 2018), enfatizando a sua importância na relação ecológica e biológica nos ecossistemas aquáticos.

Portanto, um dos fatores que afetam a fauna de peixes são as condições do habitat que cada vez mais sofrem com as intensas atividades antrópicas (CASATTI *et al.*, 2006, VALÉRIO *et al.*, 2007, SIQUEIRA-SOUZA *et al.*, 2016). A comunidade científica vem se preocupando em investigar como os organismos aquáticos estão inseridos em ambientes antropizados (WANG *et al.*, 2012, ROSENVALD; JÄRVERKÜLG; LÖHMUS, 2014) com o objetivo de delimitar medidas mitigadoras para evitar a perda dos ecossistemas de água doce e de sua fauna. Outrossim, para uma futura estratégia de conservação da biodiversidade é necessário a compreensão dos fatores que atuam sobre a distribuição de espécies (GUISAN, 2013). Dessa forma, o objetivo do presente estudo foi descrever (riqueza e índices ecológicos) e avaliar diferenças na estrutura da fauna de peixes entre os ambientes antropizados de água preta e barrenta e diferentes períodos de coletas, e testar a influência dos fatores ambientais (tipo de água, períodos de coleta e variáveis físico-químicas) sobre a composição de espécies.

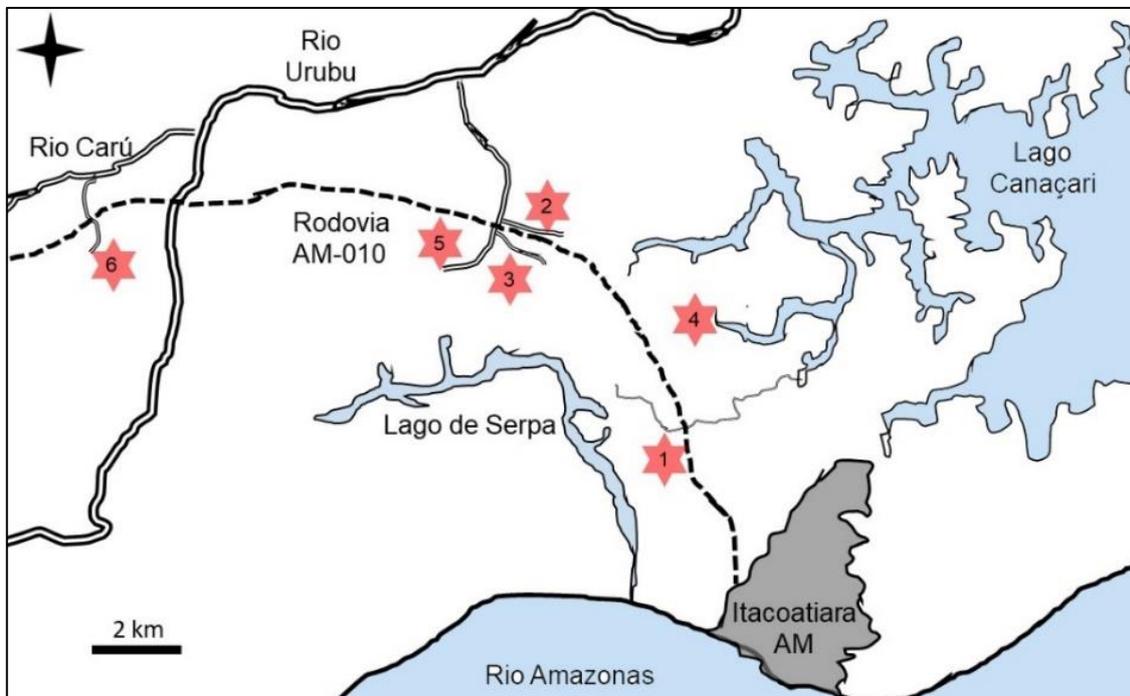
## **2. Material e Métodos**

### **2.1 Caracterização da Área de Estudo**

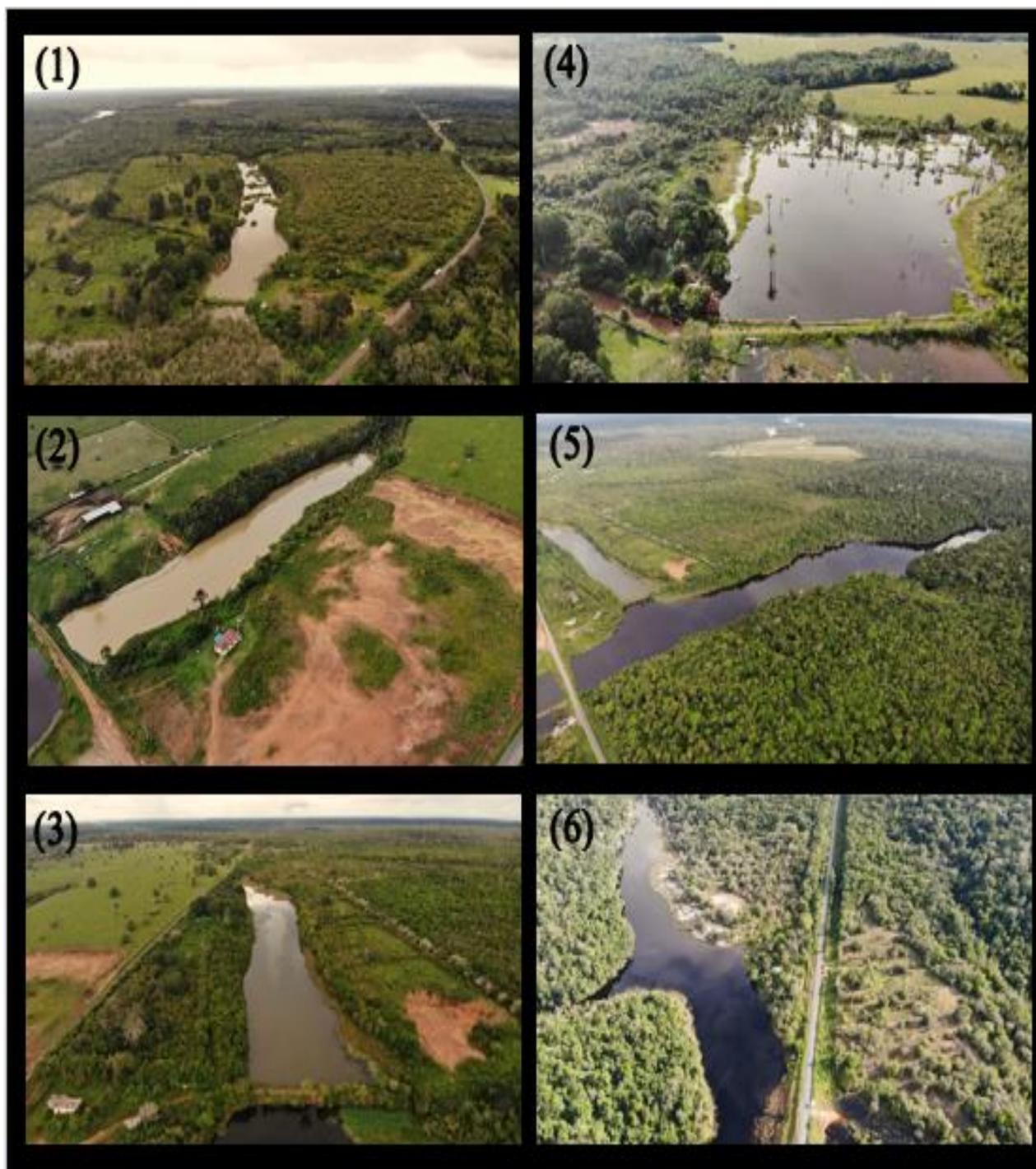
O estudo foi realizado no município de Itacoatiara na região do Médio Amazonas. O mesmo consiste no primeiro município situado na Amazônia Central, na margem esquerda do rio Amazonas, à jusante das confluências dos rios Madeira e Urubu, e à montante da confluência do rio Uatumã, localizado a uma distância de 266 km de Manaus pela rodovia AM-010 e 201 km por via fluvial (BRAGA, 2011).

Foram selecionados seis ambientes que sofreram barramento artificial pela construção da rodovia AM-010 em 1953-1964 (Silva 1965) e de outras estradas secundárias ou particulares (Figura 1 e 2), com diferentes situações de antropização ao entorno (Tabela 1). Antes da construção da rodovia os corpos hídricos eram pequenos

riachos que se transformaram em lagos. Muitos dos corpos hídricos possuem restos de árvores submersas indicando que a região anteriormente não era naturalmente inundada.



**Figura 1.** Mapa da região de Itacoatiara – AM com os corpos hídricos que foram os pontos de coleta. Modificado a partir do Google Earth em 10/09/2018.



**Figura 2.** Seis ambientes selecionados para o estudo. Ambientes: (1) a (3) – água barrenta, (4) a (6) – água preta.

**Tabela 1.** Características dos seis ambientes selecionados para o estudo.

Ambientes	Localização	Tipo de água	Conectividade	Situação/Uso do entorno	Transparência da água (metros) - junho 2018	Profundidade (metros) - junho 2018
1	3°05'19.0"S 58°27'42.8"W	Barrenta	Conexão lateral, canal com cerca de 40 cm de largura e 50 cm altura	Mata ciliar suprimida Pastagem e loteamento	1,0	4,50
2	3°02'41.6"S 58°29'44.5"W	Barrenta	Conexão lateral, canal com cerca de 60 cm de largura e 30 cm altura	Mata ciliar suprimida Pastagem	0,7	2,20
3	3°02'53.3"S 58°29'47.4"W	Barrenta	Conexão lateral, canal com cerca de 40 cm de largura e 50 cm altura	Área de pastagem moderada Piscicultura desativada Pesca esportiva esporádica	0,8	2,90
4	3°04'28.8"S 58°26'29.1"W	Preta	Conexão central, dois bueiros quadrados com 60 cm de largura e 60 cm de altura cada	Balneário comercial aos fins de semana Piscicultura próxima	1,80	2,50
5	3°02'49.1"S 58°29'53.5"W	Preta	Conexão central, bueiro circular com cerca de 1,50 m de diâmetro e 30 m de comprimento para atravessar a rodovia	Pesca esportiva esporádica	1,70	3,10
6	3°02'39.1"S 58°35'40.8"W	Preta	Conexão central, bueiro circular com cerca de 1,70 m de diâmetro e 30 m de comprimento para atravessar a rodovia	Banho esporádico (acampamento religioso)	2,10	2,50

Os seis ambientes escolhidos possuem diferente tipo de água, três são de água preta e três de água barrenta. No entanto, a água barrenta não é natural, os ambientes

provavelmente eram de água preta e devido a antropização houve mudança na cor da água, tornando-se barrenta.

A mudança no aspecto da cor da água pode estar relacionada as estruturas situadas abaixo das estradas, onde as mesmas têm a função de permitir o escoamento da água ao seu fluxo normal. Essas estruturas e outras situações antrópicas relacionadas ao acúmulo de sedimentos (por exemplo, uso da terra e pastagem) podem ter contribuído para a mudança no aspecto da cor da água dos ambientes 1, 2 e 3, pois os canais laterais (Figura 3) com aproximadamente (40 cm de largura X 50 cm de altura) a (60 cm de largura X 30 cm de altura) podem ter limitado o escoamento da água, ocasionando o acúmulo de sedimentos e conseqüentemente aumentando a turbidez da água. Dessa maneira, os ambientes de água barrenta eram antes da antropização ambientes de água preta.

Em relação aos ambientes 4, 5 e 6, as estruturas de conexão estão localizadas centralmente. No ambiente 4 são dois bueiros quadrados com cerca de (60 cm de largura X 60 cm de altura). Já para os ambientes 5 e 6 são bueiros circulares (Figura 3) com cerca de (1,50 m a 1,70 m de diâmetro) e (30 m de comprimento) para atravessar a rodovia, essas estruturas permitem o livre escoamento da água ao seu fluxo normal, não provocando o acúmulo de sedimentos. Dessa forma, os ambientes 4, 5 e 6 mesmo com a antropização permaneceram com água preta.



**Figura 3.** Exemplos de algumas estruturas de conexão dos ambientes de estudo: (a), (b) e (c) canal lateral (d) Bueiro circular.

Os ambientes localizam-se na porção final da bacia do rio Urubu e lago do Canaçari. Nesta porção final o rio Urubu corre junto ao limite da região de planície e planalto, recebe as águas dos rios Caru e Anebá e logo depois desagua no lago do Canaçari já na região de várzea (CAVALLINI, 2014). Dessa forma, a proximidade com a região

de várzea faz com que estes ambientes sofram forte influência do ciclo sazonal de enchente e cheias amazônicas. Assim esses corpos hídricos possuem canais, tubos e/ou manilhas que permitem a passagem de água, recebendo água no período de cheia e chegando a ficar parcialmente ou totalmente desconectados na época de seca.

## 2.2 Amostragem

As coletas foram realizadas no período de cheia (junho 2018), vazante (setembro 2018), seca (novembro de 2018) e enchente (março de 2019) os meses escolhidos foram baseados na literatura de Bittencourt e Amadio (2007), onde os períodos hidrológicos foram identificados, a partir dos valores obtidos no porto de Manaus, da seguinte forma: Enchente: nível do rio ascendente, entre as cotas 20 e 26 m; Cheia: cota igual ou superior a 26 m; Vazante: nível do rio descendente, entre as cotas 26 e 20 m e Seca: cota igual ou inferior a 20 m. Cada ambiente foi um ponto de coleta totalizando 24 amostragens - n° de ambientes (6) X n° de períodos de coleta (4).

Para captura dos peixes foram utilizados as redes de espera de superfície (Figura 4) formadas de baterias composta por cinco malhadeiras de tamanhos distintos (20, 30, 40, 60 e 80 mm entre nós opostos), cada malha possui 10,0 m de comprimento e 2,0 m de altura. As baterias de malhadeiras foram colocadas paralelas as margens, permaneceram no período de 24 horas na água e as despescas foram feitas a cada seis horas, totalizando quatro revistas. Além disso, foi utilizado um arrasto manual (Figura 4) de 1,3 m de altura e 10 de comprimento (5 mm entre os nós), realizado três lances na margem de cada corpo hídrico no período da manhã, tarde e noite, totalizando nove lances.



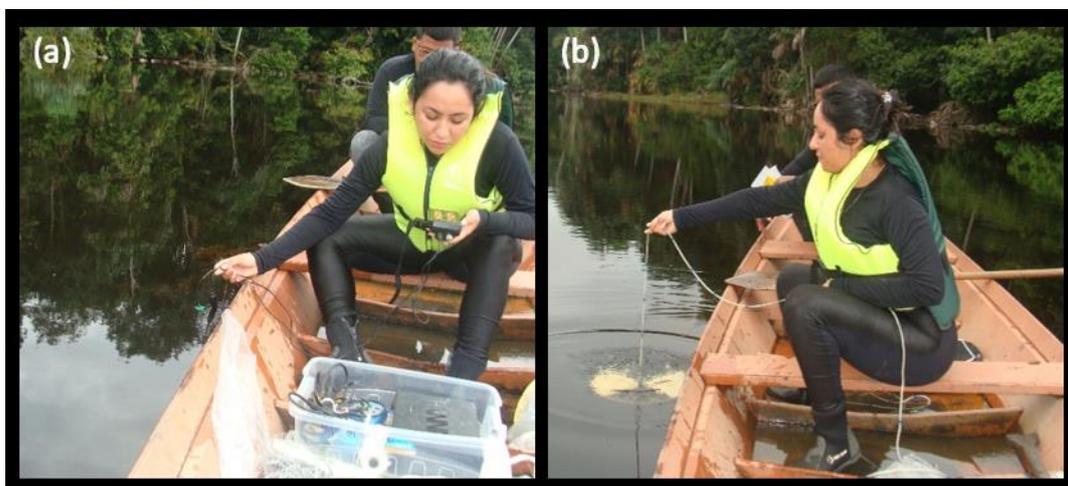
**Figura 4.** Métodos de coleta (redes de espera e arrasto), triagem (quantificação e identificação) dos peixes.

Os exemplares coletados foram eutanasiados de acordo com a Diretriz da eutanásia do Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA) com o número de protocolo nº 015 cedido pela Comissão de Ética no Uso de Animais - CEUA, e transferidos para uma solução de formol a 10%. Os mesmos receberam etiquetas com as seguintes informações: local, método de coleta, tamanho da malha (caso o peixe fosse capturado na rede de espera), data e horário. O material coletado foi transportado para o laboratório de Zoologia do Instituto de Ciência Exatas e Tecnologia da UFAM. Após 72 horas, os peixes foram lavados em água e conservados em álcool 70% para posteriormente serem triados (quantificação e identificação) (Figura 4).

A identificação foi realizada por chaves de identificação do livro dos peixes do rio Madeira volume I, II e III (QUEIROZ *et al.*, 2013) e outras literaturas inerentes a cada grupo taxonômico, algumas espécies foram confirmadas e/ou identificadas pela taxonomista Professora Dra. Rafaela Ota do Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia (INPA). As espécies testemunhos foram depositadas na Coleção de ictiologia do INPA. As coletas possuem autorização para serem realizadas com o número de registro nº 62905-2 cedida pelo Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade (SISBIO).

### 2.3 Variáveis Físico-químicas

Em campo foram realizadas as seguintes análises: (1) pH e (2) Temperatura através de equipamentos eletrônicos portáteis da marca HANNA®instruments (Figura 5), (3) Profundidade e (4) Transparência da água através de um disco de Secchi (Figura 5).



**Figura 5.** (a) Equipamentos eletrônicos e (b) disco de Secchi utilizados para mensurar as variáveis físico-químicas.

**(1) pH e (2) Temperatura (°C)** – As medidas mensuradas com os aparelhos foram realizadas na camada superficial de cada corpo hídrico com aproximadamente um metro de distância da superfície.

**(3) Profundidade e (4) Transparência** – As medidas foram obtidas com uso de disco de Secchi, preso a uma corda graduada a cada um metro. A leitura da profundidade foi feita através da altura em que o disco de Secchi encoste o fundo do corpo hídrico. No que concerne à transparência, foi mensurada através da altura em que o disco não pudesse ser mais visualizado.

Todas as medidas foram mensuradas com aproximadamente 10 metros de distância das malhadeiras às 10 horas da manhã, a escolha do horário foi para padronização das medidas, e no caso da transparência para melhor visualização do disco.

## 2.4 Análise dos Dados

Para caracterizar a estrutura da fauna de peixe foram utilizados descritores ecológicos. A riqueza foi estimada sendo o número de espécies encontradas em cada local e coleta, visto que riqueza de espécies é definida como o número de espécies de determinado táxon em uma assembleia escolhida (MAGURRAN, 2013).

O índice de Shannon é a relação de riqueza com a abundância foi estimada a partir da seguinte expressão (MAGURRAN, 1991):  $H' = -\sum p_i \ln p_i$ , onde  $H'$ : Índice de diversidade de Shannon;  $p_i$ : proporção de indivíduos da espécie  $i$  em relação ao total da amostra;  $\ln p_i$ : logaritmo natural (base  $e$ ) de  $p_i$ .

A equitabilidade é uma medida do quão similares são as espécies em suas abundâncias (MAGURRAN, 2013), ela foi estimada pelo índice de equitabilidade de Pielou através da fórmula (PIELOU, 1966):  $J = H' / \ln S$ , onde  $J$ = Equitabilidade de Pielou  $H'$ = Índice de Shannon Weaver;  $S$ = Número de espécies presentes na amostra.

A dominância está relacionada com a abundância dos indivíduos de uma área, em que uma ou poucas espécies dominam a comunidade (MAGURRAN, 2013). Ela foi estimada pelo índice de dominância de Berger-Parker com a seguinte fórmula (BERGER; PARKER, 1970):  $d = n_{max} / N$ , onde  $n_{max}$  = número de indivíduos de uma espécie mais abundante;  $N$  = número total de indivíduos.

Para avaliar diferenças dos descritores ecológicos (riqueza, dominância, diversidade e equitabilidade) em função dos ambientes de água preta e barrenta foi

realizado um teste t (ARANGO, 2005). Já para períodos de coletas (cheia, vazante, seca e enchente) foi utilizada uma ANOVA com o complemento do teste Tukey a posteriori (ZAR, 1996). Antes da aplicação destes testes foi verificada a normalidade dos dados através do teste de Shapiro-Wilks (ARANGO, 2005), quando  $p > 0,05$  os dados seguem uma distribuição normal.

Para medir o grau de relação entre as variáveis físico-químicas, foi realizada uma correlação de Pearson, se caso valores de  $R^2$  fossem ( $< 0,40$ ), as variáveis seriam usadas em outra análise (PERMANOVA). A influência dos seguintes fatores, tipo de água (preta e barrenta), períodos de coleta (cheia, vazante, seca e enchente) e as variáveis físico-químicas (pH, temperatura, transparência e profundidade) sobre a composição de espécies foram avaliadas através de uma análise multivariada (PERMANOVA) (MCCUNE; GRACE, 2002), e para os resultados significativos foi gerado um gráfico a partir da análise Escalonamento Multidimensional Não-Métrico (NMDS) (MCCUNE; GRACE, 2002), para visualização da similaridade da composição de espécies.

Para encontrar espécies que caracterizam os ambientes (água preta e água barrenta) se utilizou o Método Indicator Value (IndVal), que se baseia no nível de agrupamento, quais espécies são significativamente relevantes ( $p < 0,05$ ) para a classificação do ambiente (MCCUNE; GRACE, 2002).

As análises dos descritores ecológicos foram realizadas no software Past (HAMMER; HARPER; RYAN, 2001), enquanto o teste Indicator value, teste t, ANOVA, correlação e as análises multivariadas foram realizadas no R environment for statistical computing (R CORE TEAM VERSION 3.4.3, 2017).

### 3. Resultados

Das 67 espécies capturadas (Tabela 2), 62 foram encontradas em água preta e 48 em água barrenta. A abundância relativa do número de indivíduos foi maior em água preta 62,6% em relação a água barrenta 34,4%.

**Tabela 2.** Lista de espécies de peixes capturadas em ambientes antropizados de água preta e barrenta em Itacoatiara - AM. **Tipo de água:** Preta (P) e Barrenta (B).

Classificação	Tipo de água Ocorrência	Nº de tombamento/INPA
---------------	-------------------------	-----------------------

---

**TELEOSTEI**
**ACTINOPTERI****CHARACIFORMES****Acestrorhynchidae****Acestrorhynchinae**

*Acestrorhynchus falcirostris* (Cuvier, 1819) P, B 58971

*Acestrorhynchus microlepis* (Jardine, 1841) P, B 58790

*Acestrorhynchus minimus* Menezes, 1969 P, B 57902

**Heterocharacinae**

*Heterocharax macrolepis* Eigenmann, 1912 P 57882

*Heterocharax virgulatus* Toledo-Piza, 2000 P, B 57922

**Characidae****Characinae**

*Charax condei* (Géry & Knöppel, 1976) P 57921

**Stethaprioninae**

*Hemigrammus analis* Durbin, 1909 P, B 57891

*Hemigrammus bellottii* (Steindachner, 1882) P, B 57917

*Hemigrammus diagonicus* Mendonça & Wosiacki, 2011 P 57881

*Hemigrammus levis* Durbin, 1908 P, B 57912

*Hemigrammus* aff. *melanochrous* Fowler, 1913 P 57880

*Hemigrammus ocellifer* (Steindachner, 1882) P 58803

*Hemigrammus stictus* (Durbin, 1909) P, B 57915

*Moenkhausia* aff. *colletii* (Steindachner, 1882) P LBP 26690

*Moenkhausia lepidura* (Kner, 1858) P 58805

**Ctenoluciidae**

*Boulengerella maculata* (Valenciennes, 1850) P 58792

**Curimatidae**

*Curimatopsis cryptica* Vari, 1982 P 57933

*Curimatopsis macrolepis* (Steindachner, 1876) P 57883

*Cyphocharax abramoides* (Kner, 1858) P, B 57900

*Cyphocharax plumbeus* (Eigenmann & Eigenmann, 1889) P 57927

*Cyphocharax spiluroopsis* (Eigenmann & Eigenmann, 1889) P 58804

**Erythrinidae**

*Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) B, P 58795

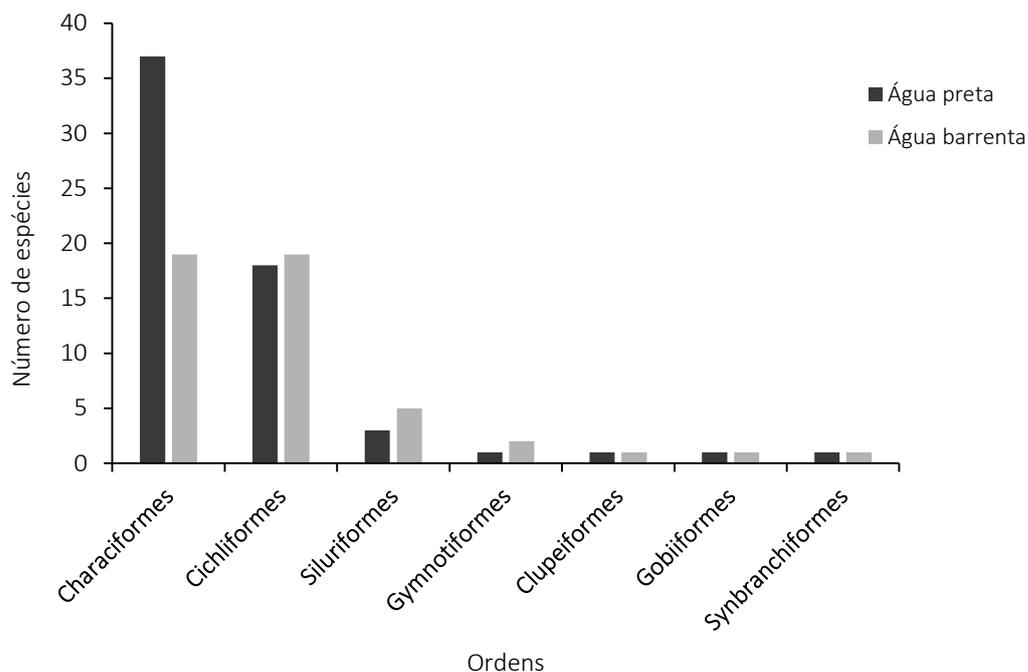
**Hemiodontidae**

<i>Hemiodus gracilis</i> Günther, 1864	B, P	57919
<i>Hemiodus unimaculatus</i> (Bloch, 1794)	P	58802
<b>Iguanodectidae</b>		
<i>Bryconops caudomaculatus</i> (Günther, 1864)	P	57895
<i>Bryconops melanurus</i> (Bloch, 1794)	B, P	57896
<b>Lebiasinidae</b>		
<i>Copella callolepis</i> (Regan, 1912)	P	57894
<i>Copella nattereri</i> (Steindachner, 1876)	P	58807
<i>Nannostomus digrammus</i> (Fowler, 1913)	B, P	57892
<i>Nannostomus eques</i> Steindachner, 1876	B, P	57901
<i>Nannostomus harrisoni</i> (Eigenmann, 1909)	B, P	57893
<i>Pyrrhulina</i> cf. <i>australis</i> Eigenmann & Kennedy, 1903	B, P	57885
<b>Serrasalminidae</b>		
<i>Catoprion mento</i> (Cuvier, 1819)	B, P	57920
<i>Colossoma macropomum</i> (Cuvier, 1816)	P	58793
<i>Metynnis lippincottianus</i> (Cope, 1870)	B, P	57884
<i>Metynnis melanogrammus</i> Ota, Rapp Py-Daniel & Jégu 2016	P	57925
<i>Pygopristis denticulata</i> (Cuvier, 1819)	B, P	57899
<b>CICHLIFORMES</b>		
<b>Cichlidae</b>		
<i>Acarichthys heckelii</i> (Müller & Troschel, 1849)	B, P	57914
<i>Acaronia nassa</i> (Heckel, 1840)	B, P	57887
<i>Aequidens pallidus</i> (Heckel, 1840)	P	58806
<i>Aequidens tetramerus</i> (Heckel, 1840)	B, P	58798
<i>Apistogramma agassizii</i> (Steindachner, 1875)	B, P	57904
<i>Apistogramma pertensis</i> (Haseman, 1911)	B	57908
<i>Biotoecus opercularis</i> (Steindachner, 1875)	B, P	57913
<i>Cichla monoculus</i> Spix & Agassiz, 1831	B, P	58796
<i>Cichla temensis</i> Humboldt, 1821	B, P	58794
<i>Crenicichla lenticulata</i> Heckel, 1840	B, P	58797
<i>Geophagus altifrons</i> Heckel, 1840	B, P	57886
<i>Heros spurius</i> Heckel, 1840	B, P	57890
<i>Hypselecara temporalis</i> (Günther, 1862)	B, P	58799
<i>Laetacara thayeri</i> (Steindachner, 1875)	B, P	57888

<i>Mesonauta festivus</i> (Heckel, 1840)	B, P	57916
<i>Satanoperca acuticeps</i> (Heckel, 1840)	B, P	57888
<i>Satanoperca jurupari</i> (Heckel, 1840)	B, P	57931
<i>Satanoperca lilith</i> Kullander & Ferreira, 1988	B, P	57898
<i>Taeniacara candidi</i> Myers, 1935	B	57926
<i>Uaru amphiacanthoides</i> Heckel, 1840	B, P	58788
<b>SILURIFORMES</b>		
<b>Auchenipteridae</b>		
<b>Auchenipterinae</b>		
<i>Auchenipterichthys coracoideus</i> (Eigenmann & Allen, 1942)	B, P	58800
<i>Trachelyichthys exilis</i> Greenfield & Glodek, 1977	B, P	57923
<b>Doradidae</b>		
<i>Oxydoras niger</i> (Valenciennes, 1821)	B, P	58787
<b>Heptapteridae</b>		
<i>Rhamdia quelen</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	B	58801
<b>Pimelodidae</b>		
<i>Hypophthalmus edentatus</i> Spix & Agassiz, 1829	B	58789
<b>GYMNOTIFORMES</b>		
<b>Hypopomidae</b>		
<i>Brachyhypopomus brevirostris</i> (Steindachner, 1868)	B	57929
<b>Sternopygidae</b>		
<i>Eigenmannia muirapinima</i> Peixoto, Dutra & Wosiacki, 2015	B, P	57907
<b>CLUPEIFORMES</b>		
<b>Engraulidae</b>		
<i>Anchoviella guianensis</i> (Eigenmann, 1912)	B, P	57918
<b>SYNBRANCHIFORMES</b>		
<b>Synbranchidae</b>		
<i>Synbranchus</i> sp.	B, P	57903
<b>GOBIIFORMES</b>		
<b>Eleotridae</b>		
<i>Microphilypnus ternetzi</i> Myers, 1927	B, P	57928

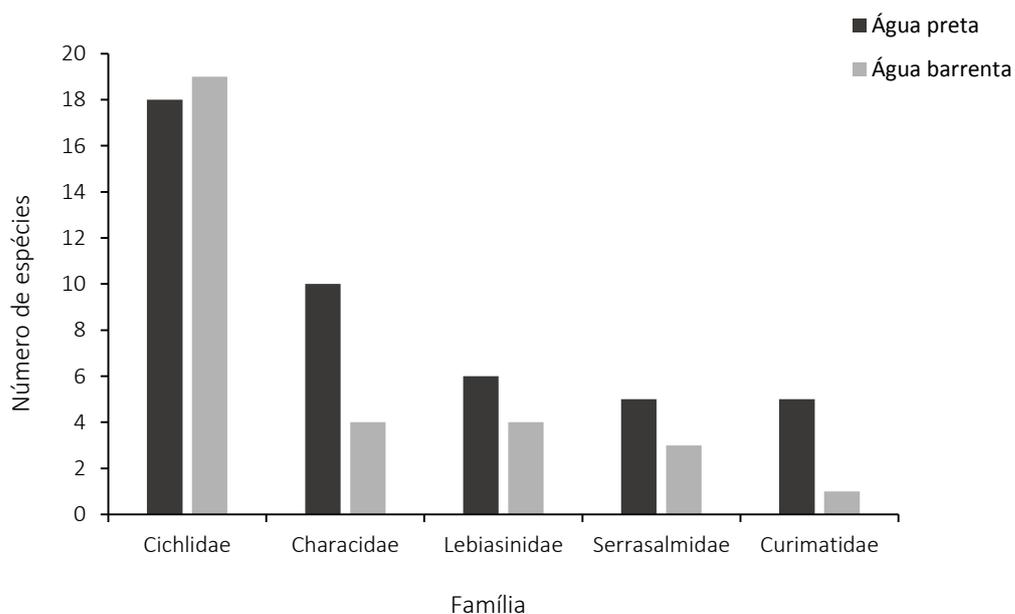
---

Em termos de composição específica de grupos, as ordens com maior número de espécie foram Characiformes (85,5 %) e Cichliformes (12,2%). A ordem Characiformes teve maior número de espécies em água preta (Figura 6), enquanto a ordem Cichliformes o número de espécies foi próximo para ambos os tipos de água (Figura 6).



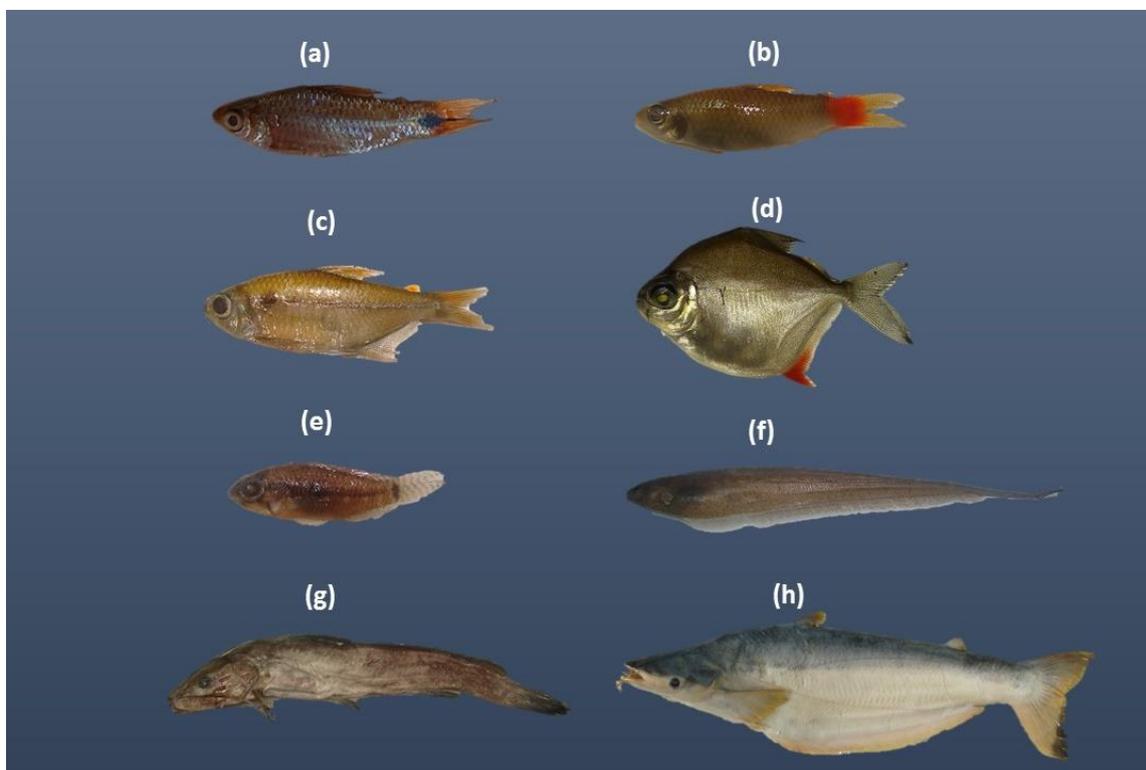
**Figura 6.** Número de espécies em relação as ordens entre água preta e barrenta.

Das 20 famílias encontradas em nosso estudo, as 5 com maior número de espécies foram Cichlidae, Characidae, Lebiasinidae, Serrasalmidae e Curimatidae. A família Cichlidae teve o número de espécies próximo para ambos os tipos de água (Figura 7), enquanto a Characidae, o maior número de espécie foi encontrado em água preta (Figura 7).



**Figura 7.** Número de espécies em relação as famílias entre água preta e barrenta.

Foram capturadas 19 espécies exclusivas em água preta. As 4 mais abundantes foram *Curimatopsis macrolepis*, *Moenkhausia* aff. *colletii* (espécie não descrita), *Curimatopsis cryptica* e *Metynnis melanogrammus* (Figura 8). Foram capturadas 5 espécies exclusivas em água barrenta, sendo as 4 mais abundantes *Apistogramma pertensis*, *Brachyhypopomus brevirostris*, *Rhamdia quelen* e *Hypophthalmus edentatus* (Figura 8) e 44 espécies foram capturadas em ambos os tipos de água (Tabela 2). No entanto, o resultado do IndVal (Tabela 3) encontrou apenas duas espécies indicadoras para cada ambiente, sendo *Cyphocharax spiluroopsis* para água preta e *Apistogramma pertensis* para água barrenta.



**Figura 8.** Espécies mais abundantes em água preta: (a) *Curimatopsis macrolepis*, 4,0 cm; *Moenkhausia* aff. *colletii*, 6,5 cm; *Curimatopsis cryptica*, 4,5 cm; (d) *Metynnis melanogrammus*, 12,5 cm. Espécies mais abundantes em água barrenta: (e) *Apistogramma pertensis*, 1,5 cm; (f) *Brachyhypopomus brevirostris*, 11,0 cm; (g) *Rhamdia quelen*, 20,5; (h) *Hypophthalmus edentatus*, 43 cm.

**Tabela 3.** Resultado do IndVal para as espécies indicadoras de cada ambiente de água preta e barrenta.

<b>Espécies</b>	<b>Água Preta</b>	<b>Água Barrenta</b>	<b>p</b>
<i>Apistogramma pertensis</i>	0,000000000	<b>0,416666667</b>	0,038*
<i>Cyphocharax spiluroopsis</i>	<b>0,416666667</b>	0,000000000	0,032*

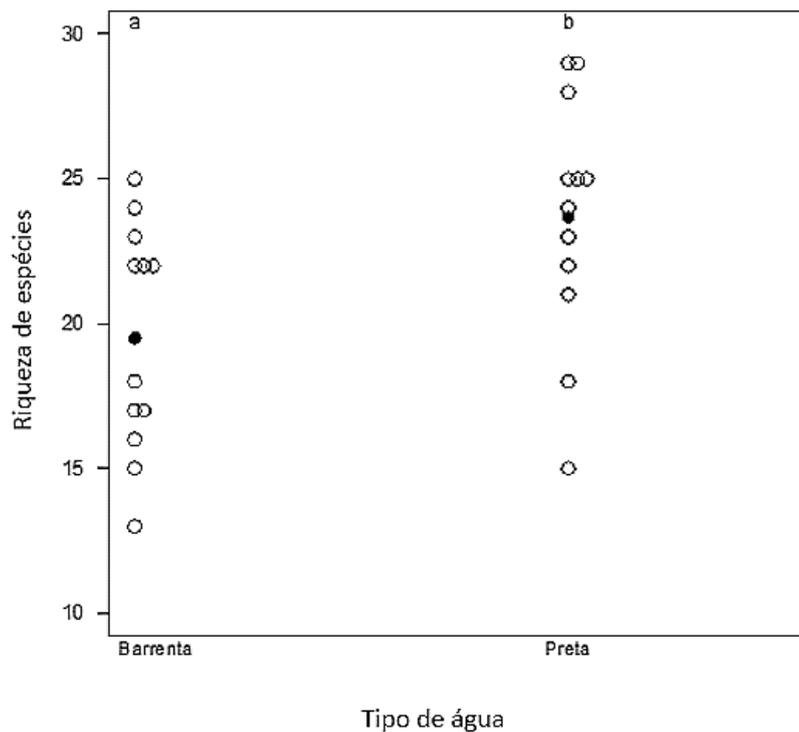
\*Significativo quando  $p < 0,05$ , ns= não significativo quando  $p > 0,05$

O resultado do test t (Tabela 4) para valores da riqueza e índices ecológicos foram significativos ( $p < 0,05$ ). A riqueza média foi maior em água preta (Figura 9), assim como a dominância média (Figura 10), enquanto o valor médio do índice de Shannon (Figura 11) foi maior em água barrenta, tal como o valor médio da Equitabilidade (Figura 12).

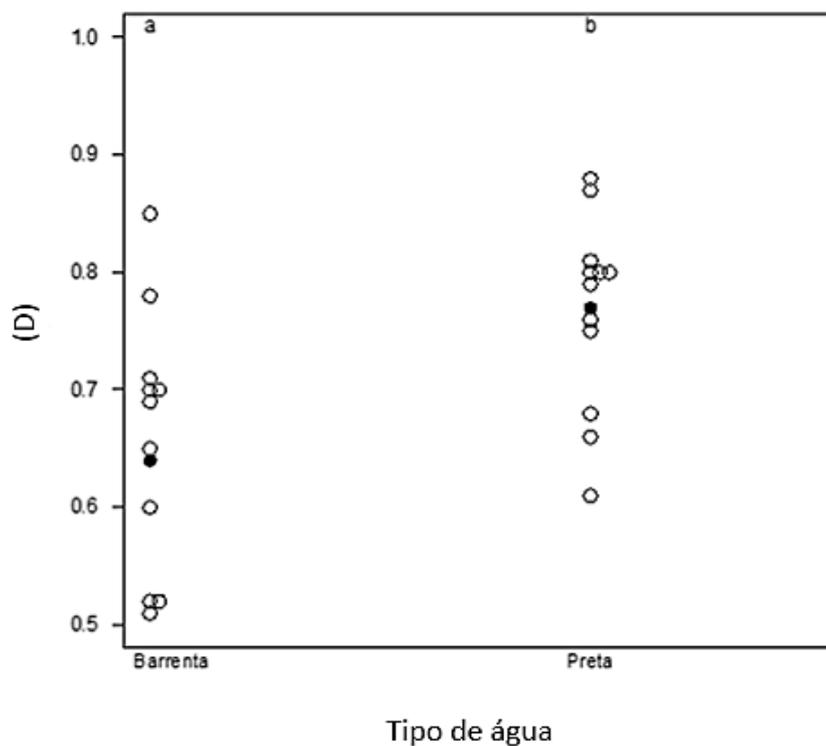
**Tabela 4.** Resultado do teste t entre água preta (P) e barrenta (B) para cada descritor ecológico. (D = dominância de Berger-Parker,  $H'$  = índice de Shannon-Wiener, J = equitabilidade de Pielou).

<b>Descritores ecológicos</b>	<b>t</b>	<b>p</b>
<b>P Riqueza X B Riqueza</b>	-2,48	0,020*
<b>P (D) X B (D)</b>	-3,02	0,006*
<b>P (<math>H'</math>) X B (<math>H'</math>)</b>	2,46	0,022*
<b>P (J) X B (J)</b>	3,29	0,003*

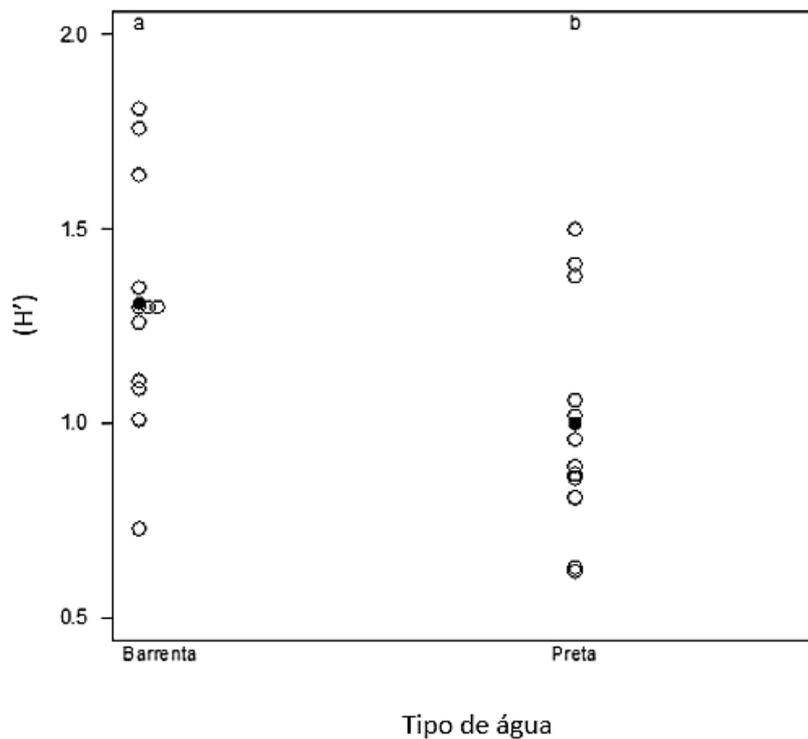
\*Significativo quando  $p < 0,05$ , ns= não significativo quando  $p > 0,05$



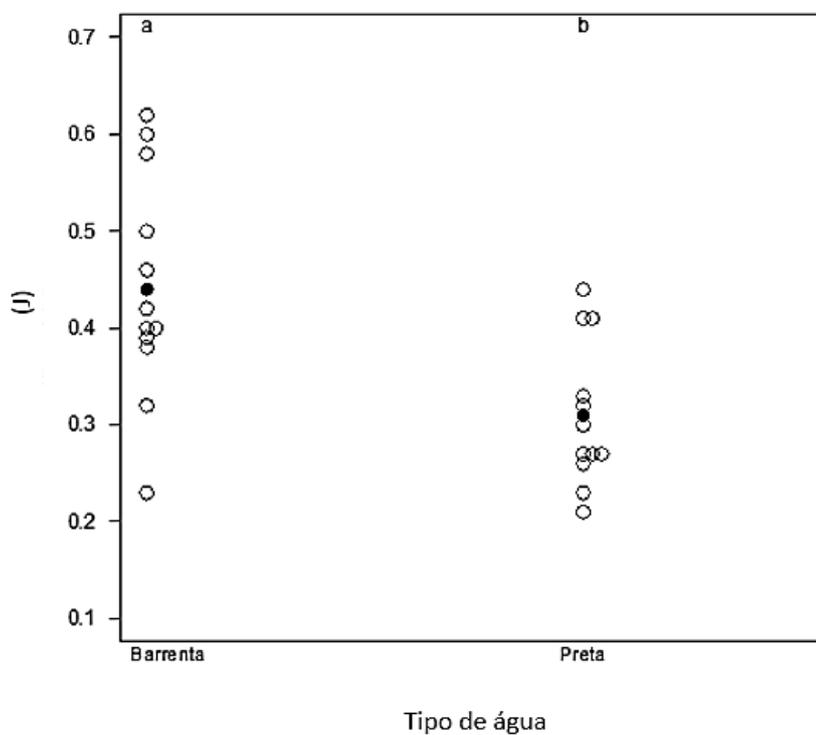
**Figura 9.** Relação da Riqueza de espécies entre o tipo de água. Círculos brancos: valores da riqueza de espécies para cada ambiente durante 4 coletas. Círculos pretos: riqueza média.



**Figura 10.** Relação do Índice de dominância de Berger-Parker (D) entre o tipo de água. Círculos brancos: valores do Índice de Dominância para cada ambiente durante 4 coletas. Círculos pretos: média dos valores do Índice de Dominância.

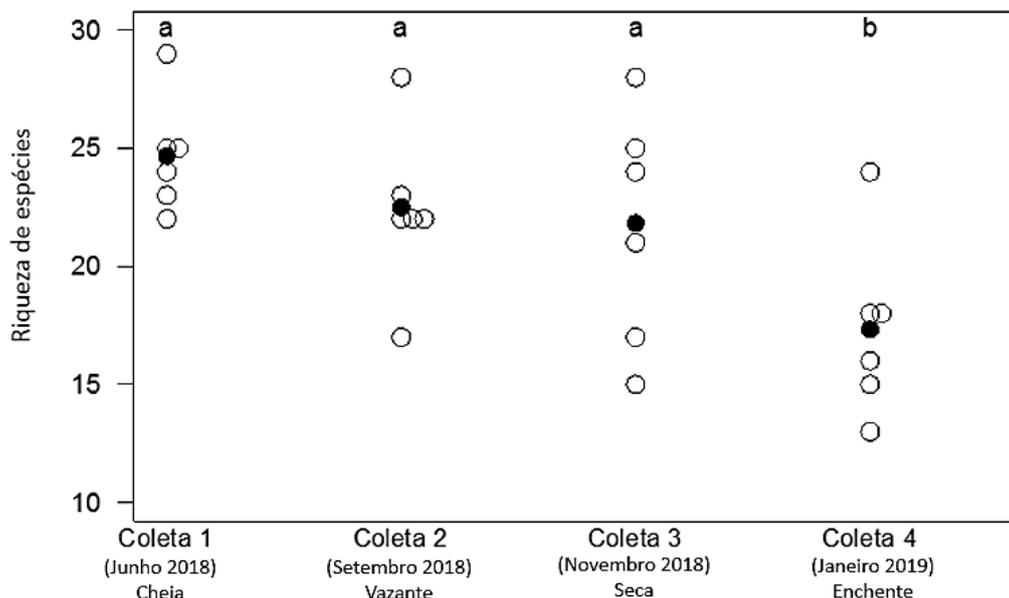


**Figura 11.** Relação do Índice de Shannon ( $H'$ ) entre o tipo de água. Círculos brancos: valores do Índice de Shannon para cada ambiente durante 4 coletas. Círculos pretos: média dos valores do Índice de Shannon.



**Figura 12.** Relação do Índice de Equitabilidade de Pielou ( $J$ ) entre o tipo de água. Círculos brancos: valores do Índice de Equitabilidade para cada ambiente durante 4 coletas. Círculos pretos: média dos valores do Índice de Equitabilidade.

O resultado da ANOVA ( $f= 3,94$ ,  $p=0,02$ ) foi significativo apenas para a riqueza de espécies, o teste de Tukey confirmou a diferença entre a riqueza nas coletas 1 e 4 ( $p<0,05$ ) (Figura 13).



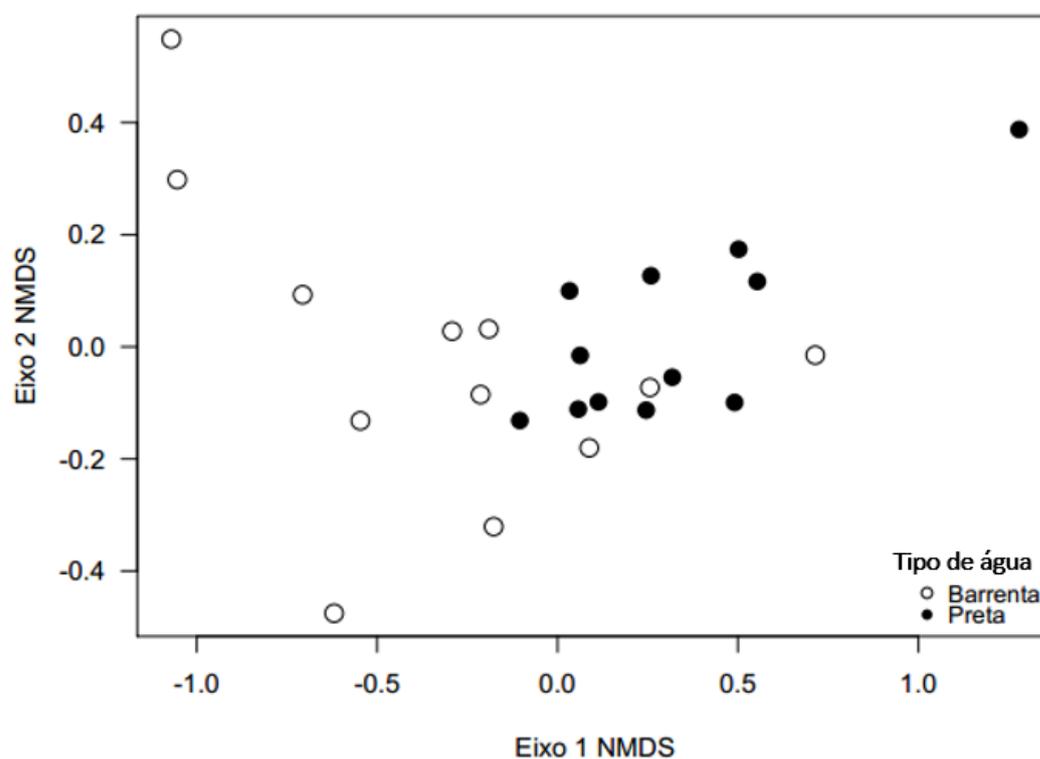
**Figura 13.** Relação da riqueza de espécies entre as coletas. Círculos brancos: valores da riqueza dos ambientes para cada coleta. Círculos pretos: média dos valores da riqueza de espécies.

Os valores gerados da correlação foram baixos ( $<0,40$ ) e o resultado da PERMANOVA (Tabela 5) mostrou diferença estatística na composição de espécies apenas entre o tipo de água). No gráfico 14 os círculos pretos indicam que a composição de espécies para os ambientes de água preta está distribuída de forma semelhante, já os círculos brancos indicam que a composição de espécies para os ambientes de água barrenta está distribuída de forma distinta. A proximidade de alguns círculos pretos e brancos demonstra a similaridade na composição em ambos os tipos de água, em determinado período de coleta, já nos pontos isolados houve o maior número de espécies exclusivas, e conseqüentemente a composição foi distinta nesses pontos em determinado período de coleta (Figura 14).

**Tabela 5.** Resultado da PERMANOVA para os fatores ambientais sobre a composição de espécies.

<b>Fatores Ambientais</b>	<b>F</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>p</b>
Tipo de água (Preta X Barrenta)	5,76	0,20	0,001*
Períodos de coleta (4 Coletas)	1,43	0,15	0,167 <sup>ns</sup>
Temperatura	1,20	0,04	0,279 <sup>ns</sup>
pH	0,79	0,02	0,532 <sup>ns</sup>
Profundidade	1,02	0,03	0,347 <sup>ns</sup>
Transparência	0,31	0,01	0,920 <sup>ns</sup>

\*Significativo quando  $p < 0,05$ , ns= não significativo quando  $p > 0,05$



**Figura 14.** Gráfico de ordenação NMDS (Stress = 0,148; perturbações = 999) de similaridade de agrupamento (Bray-curtis) com base na abundância de espécies para os ambientes de água preta e barrenta.

#### 4. Discussão

A predominância em termos de riqueza e abundância de Characiformes e Cichliformes (Perciformes) encontrada em nosso estudo corrobora com outros trabalhos realizados (MENDONÇA *et al.*, 2005) em riachos na Reserva Florestal Adolfo Ducke (RFAD) Manaus/Amazonas, (MILANI *et al.*, 2010) em ambientes alagáveis do Pantanal e (BENONE *et al.*, 2018) em riachos no baixo Anapu no estado do Pará.

O padrão de grupos em termos de riqueza e abundância para ambientes amazônicos é Characiformes e Siluriformes, porém os resultados podem variar conforme as diferentes biótipos e metodologias de coletas aplicadas (CORREA *et al.*, 2008). Dessa forma, os métodos de coleta empregado em nosso estudo pode ter contribuído para o resultado encontrado, já que os peixes da ordem Siluriformes habitam preferencialmente o fundo dos ambientes, os mesmos podem ter ficado sem serem detectados (MENDONÇA *et al.*, 2005), assim como o maior número de espécie para a família Cichlidae pode estar associada aos métodos de coleta utilizados no presente estudo, já que esta família pertence a ordem Cichliformes a segunda maior em número de espécies.

O maior número de espécies foi encontrado em água preta. Ambientes com alta transparência geralmente possui maior número de peixes visualmente orientados (FEYRER *et al.*, 2004), nessa categoria podemos mencionar os caracídeos (lambaris, piabas, piranhas, matrinhãs, traíras, pacus etc.), assim como os ciclídeos (carás, tucunarés, pescadas, jacundás) (LOWE-MCCONNELL, 1999).

A riqueza total (67) encontrada em nosso estudo é considerada elevada. Esse fato pode estar relacionado aos dois métodos (ativo e passivo) utilizados nas coletas, uma vez que, a captura dos peixes com mais de um método de coleta garante a efetividade das amostragens, contribuindo para o aumento do número de espécies (RIBEIRO; ZUAZON, 2006). Além do mais, ocorreu uma superioridade de espécies de pequeno porte (capturadas exclusivamente pelo método ativo), esse domínio de peixes pequenos é padrão para ambientes menores, e associado aos seus hábitos alimentares (maioria onívoras) facilita seu domínio em ambiente modificados (CASTRO *et al.*, 2004, CASATTI *et al.*, 2012). Estudos realizados com mais de um método de coleta como de Mendonça *et al.* (2005) e Anjos e Zuanon (2007) em riachos sem antropização a riqueza variou de 49 a 61 espécies, em riachos ao longo de três condições de preservação da zona ripária: preservada (PRE), preservação intermediária (INT) e degradada (DEG) a riqueza

encontrada foi de 46 espécies (CASATTI *et al.*, 2012) e a ictiofauna de bueiros de riachos Neotropicais a riqueza obtida foi de 33 espécies (MARIANO *et al.*, 2012).

A equitabilidade foi estatisticamente diferente entre o tipo de água, todavia os valores médios de ambos os tipos de água foram baixos (água preta  $J= 0,31$ ; água barrenta  $J= 0,44$ ), sugerindo que há uma alta dominância de indivíduos de algumas espécies. A dominância foi estatisticamente diferente entre o tipo de água, sendo o maior valor médio encontrado em água preta. O padrão de dominância de espécies para a fauna de peixes da bacia Amazônica é baixo, essa alta dominância de espécies pode estar associada a possíveis efeitos antrópicos sobre o ambiente ou simplesmente a presença de cardumes (SANTOS; FERREIRA, 1999).

Sobre o índice de Shannon, o valor médio também mostrou diferença estatística, sendo maior em água barrenta, no entanto, os valores baixos encontrados em água preta estão relacionados à alta dominância de espécies. Por outro lado, mesmo sendo baixo o valor médio do índice de diversidade de Shannon de ambos os tipos de água, os mesmos estão entre os limites observados para os diferentes ambientes aquáticos amazônicos que variam entre  $H' = 0,82$  e  $H' = 4,44$  (SANTOS; FERREIRA, 1999, SIQUEIRA-SOUZA; FREITAS 2004, LIN; CARAMASCHI, 2005).

As coletas só tiveram diferença estatística para a riqueza de espécies. Os maiores valores de riqueza foram obtidos no período da cheia, nesse período há uma proliferação de plantas aquáticas, que abriga uma concentração grande de peixes e proporciona uma variedade de habitats, disponibilidade de alimento, abrigo para proteção contra predadores e substrato para desova (AGOSTINHO *et al.*, 2003).

Ressalta-se que embora os ambientes de estudo sejam represados por estradas, os mesmos recebem influência do aumento do nível da água, onde provavelmente é possível a entrada de novas espécies de peixes nesse período, sendo que o pulso de inundação ainda é a principal causa que interfere na estruturação das assembleias biológicas como a fauna de peixes (AGOSTINHO; AKAMA; LUCINDA, 2009). Dessa maneira, a entrada de novas espécies pode ter contribuído para um maior número de espécies no período da cheia. A coleta 1 (cheia) e 4 (enchente) tiveram diferença estatística, essa diferença pode estar relacionada ao nível baixo da água (desconexão com seu fluxo normal) durante o início da enchente, o nível da água estava similar com a coleta 2 (vazante) e 3 (seca) que tiveram uma riqueza próxima.

O principal fator ambiental que influenciou a riqueza de espécies, índices ecológicos e composição foi a diferença no tipo de água. Estudos realizados em ambientes

naturais confirmaram que o tipo de água foi um fator ambiental que influenciou a estrutura da fauna de peixes. Barletta (1995) em ambientes bentônicos dos rios Solimões e Negro descreveu diferenças na diversidade e composição de peixes. Henderson e Grampton (1997) em pontos amostrais nos rios Solimões e Japurá (água branca) e lagos Amanã, Iamã e Tefé (água preta) descreveu diferenças na abundância, biomassa e diversidade dos peixes. Saint *et al.* (2000) em áreas inundadas no lago do Inacio, rio Manacapuru (água branca) e Lago do Prato, Anavilhanas (água preta) verificou diferença na diversidade de peixes. Contudo, a diferença no tipo de água entre os ambientes no presente estudo foi resultado das ações antropogênicas que, por sua vez, podem causar impactos na diversidade de espécies modificando a estrutura da comunidade de peixes nos diversos ambientes aquáticos (VILLÉGER *et al.*, 2010, MARIANO *et al.*, 2012). Deste modo, os fatores antrópicos como o represamento da estrada e o uso ao entorno modificaram tanto os aspectos da água que conseqüentemente pode ter alterado a estrutura e composição das assembleias de peixes com menos espécies e número de indivíduos nos ambientes de água barrenta.

Dentre as 19 espécies encontradas exclusivamente em água preta destacam-se *Curimatopsis macrolepis*, *Moenkhausia* aff. *colletii* (espécie não descrita), *Curimatopsis cryptica* e *Metynnis melanogrammus* com maiores valores de abundância. Onde as espécies do gênero *Curimatopsis* pertencem a família Curimatidae, com 103 espécies descritas distribuídas em 8 gêneros. Habitam diversos ambientes, como riachos de diferentes tipos de água e podem chegar somente a cerca de 30 mm de comprimento (QUEIROZ *et al.*, 2013).

Já a espécie *Moenkhausia* aff. *colletii* é uma espécie ainda não descrita, o gênero *Moenkhausia* possui 70 espécies válidas (BERTACO; JEREP; CARVALHO, 2011a, 2011b, MARIGUELA *et al.*, 2013), amplamente distribuídas na bacia Amazônica e nas Guianas (Lima *et al.* 2003), e com uma variedade de padrões de forma e pigmentação (Benine *et al.* 2004). A *Metynnis melanogrammus* é uma espécie descrita recentemente, ela é encontrada em água preta e clara, em tributários que incluem os rios Negro, Parauari, Uatumã, Trobetas e Sucunduri (Ota *et al.* 2016).

Dentre as espécies capturadas exclusivamente em água barrenta, como *Apistogramma pertensis*, *Brachyhypopomus brevirostris*, *Rhamdia quelen* e *Hypophthalmus edentatus*, podemos destacar as três últimas. Estas espécies fazem parte das ordens Siluriformes (bagres) e Gymnotiformes (tupiaçu), possuem hábitos noturnos, se movendo principalmente próximo ao fundo, e características morfológicas adaptadas

para atividades em luz limitada, dependem de estímulos químicos, táteis, sonoros e elétricos (CARVALHO; ZUANON; SAZIMA, 2007).

Apenas duas espécies foram indicadoras para cada tipo de água, a *Apistogramma pertensis* para os ambientes de água barrenta e *Cyphocharax spiluroopsis* para os ambientes de água preta. A *Apistogramma pertensis* tem uma ampla distribuição na Amazônia, sendo encontrada desde Santarém, passando por Manaus, e espalhando-se pelo rio Negro (LINKE; STAECK, 1994). Sua maior concentração está em ambientes de água preta (KULLANDER; FERREIRA, 2005). Dessa forma, essa espécie pode ser um indicativo que os ambientes de água barrenta eram antes da antropização ambientes de água preta. A *Cyphocharax spiluroopsis* pertence ao gênero *Cyphocharax* amplamente distribuído em águas doces da América do Sul, onde mais da metade (20 spp.) das espécies desse gênero ocorrem na bacia Amazônica, fazendo com que essa bacia seja o epicentro do gênero em termos de riqueza de espécies, onde evidências para alocação de novas espécies do gênero *Cyphocharax* e a ocorrência de outras espécies de Curimatidae são endêmicas do alto rio Negro (MELO; VARI, 2014).

## 5. Conclusão

Desse modo, as modificações do ambiente causadas por fontes antropogênicas podem causar alteração na estrutura e composição da ictiofauna. Diferenças entre água preta e barrenta foram confirmadas para todos os descritores ecológicos analisados. Dessa forma, em médio ou longo prazo, a perda dos aspectos naturais dos ambientes aquáticos pode afetar a estrutura e composição da fauna de peixes.

## 6. Referências

- AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C.; JÚLIO-JR., H. F. Relações entre macrófitas aquáticas e fauna de peixes. In: THOMAZ, S.M; BINI, L.M. (ed.). **Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas**. Maringá: Eduem, 2003.
- AGOSTINHO, A. A.; THOMAZ, S. M.; GOMES, L. C. Conservação da biodiversidade em águas continentais do Brasil. **Megadiversidade**, Paraná, v. 1, n. 1, p. 70-78, 2005.
- AGOSTINHO, C. S.; AKAMA, A.; LUCINDA, P. H. F. Inserção da UHE Peixe Angical na bacia Araguaia-Tocantins e metodologia de amostragem. In: AGOSTINHO, C. S.; PELICICE, F. M.; MARQUES, E. E. (ed). **Reservatório de Peixe Angical: bases ecológicas para manejo da ictiofauna**. São Carlos: RiMa, 2009.

- ALEXANDRE, C. M.; ALMEIDA, P. R. The impact of small physical obstacles on the structure of freshwater fish assemblages. **River Research and Applications**, Hoboken, v. 26, n. 8, p. 977-994, 2010.
- ANJOS, M.B.; ZUANON, J. Sampling effort and fish species richness in small terra firme forest streams of central Amazonia, Brazil. **Neotropical Ichthyology**, Porto Alegre, v. 5, n. 1, p. 45-52, 2007.
- ANJOS, M. B.; OLIVEIRA, R. R DE; ZUANON, J. Hypoxic environments as refuge against predatory fish in the Amazonian floodplains. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 68, n. 1, p. 45-50, 2008.
- ARANGO, H. G. **Bioestatística: teórica e computacional**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005.
- ARANTES, C. C. *et al.* Relationships between forest cover and fish diversity in the Amazon River floodplain. **Journal of Applied Ecology**, Hoboken, v.55, n. 1, p. 386-395, 2017.
- ARAÚJO, J. D. A.; GHELFI, A. & VAL, A.L. *Triportheus albus* Cope, 1872 in the Blackwater, Clearwater, and Whitewater of the Amazon: A Case of Phenotypic Plasticity?. **Frontiers in Genetics**, Suíça, v. 8, n. 114, p. 114, 2017.
- BARBER, C. P. *et al.* Roads, deforestation, and the mitigating effect of protected areas in the Amazon. **Biological Conservation**, Oxford, v. 177, n. 1, p. 203–209, 2014.
- BARLETTA, M. **Estudos das comunidades de peixes bentônicos em três áreas do canal principal, próximas à confluência dos rios Negro e Solimões-Amazonas (Amazônia-Central – Brasil)**. Dissertação de Mestrado CNPq/INPA/UFAM, Manaus – Amazonas, Brasil, 1995.
- BARLETTA, M. *et al.* Fish and aquatic habitat conservation in South America: a continental overview with emphasis on neotropical systems. **Journal of Fish Biology**, Hoboken, v. 76, n. 9, p. 2118-2176, 2010.
- BAUMGARTNER, G. *et al.* **Peixes do Baixo rio Iguaçu**. Maringá: EDUEM, 2012.
- BENINE, R. C.; CASTRO, R. M. C.; SABINO, J. *Moenkhausia bonita*: a new small characin fish from the Rio Paraguay basin, southwestern Brazil (Characiformes: Characidae). **Copeia**, EUA, n. 1, p. 68-73, 2004.
- BENONE, N. L. *et al.* Role of environmental and spatial processes structuring fish assemblages in streams of the eastern Amazon. **Marine and Freshwater Research**, Austrália, v. 69, n. 2, p. 243–252, 2018.
- BENTON, P. D.; ENSIGN, W. E; FREEMAN, B. J. The effect of road crossing on fish movements in small Etowah sasin streams. **Southeastern Naturalist**, Steuben, v. 7, n. 2, p. 301-310, 2008.
- BERGER, W.H.; PARKER, F.L. Diversity of Planktonic Foraminifera in Deep-Sea Sediments. **Science**, Washington, v. 168, n. 3937, p. 1345-1347, 1970.

- BERTACO, V. A.; JEREP, F. C.; CARVALHO, F. R. New species of *Moenkhausia* Eigenmann (Ostariophysi: Characidae) from the upper Rio Tocantins basin in central Brazil. **Neotropical Ichthyology**, São Paulo, v. 9, n. 1, p. 57-63, 2011a.
- BERTACO, V.A., F. C. JEREP & F.R. CARVALHO. A new characid fish, *Moenkhausia aurantia* (Ostariophysi: Characiformes: Characidae), from the upper rio Tocantins basin in central Brazil. **Zootaxa**, Nova Zelândia, v. 2934, n. 1, p. 29-38, 2011b.
- BITTENCOURT, M. M.; AMADIO, S. A. Proposta para identificação rápida dos períodos hidrológicos em áreas de várzea do rio Solimões-Amazonas nas proximidades de Manaus. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 37, n. 2, p. 303 – 308, 2007.
- BOUSKA, W.W.; PAUKERT, C. P. Road crossing designs and their impact on fish assemblages of Great Plains streams. **Transactions of the American Fisheries Society**, EUA, v. 139, n. 1, p. 214-222, 2010.
- BOZELLI, R. L. *et al.* Floods decrease zooplankton beta diversity and environmental heterogeneity in an Amazonian floodplain system. **Hydrobiologia**, Dordrecht, v. 753, n. 1, p. 233–241, 2015.
- BRAGA, D. B. A. (Re) **Produção do Espaço Urbano: Os bairros Iraci e Prainha – Itacoatiara – AM**. Dissertação de Mestrado Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.
- MCCUNE, B.; GRACE, J. B. **Analysis of Ecological Communities**. MjM Software Design, 2002.
- CARVALHO, L. N; ZUANON, J.; SAZIMA, I. Natural history of Amazon fishes. *In*: DEL-CLARO, K. (ed). **Tropical Biology and Natural Resources**, Oxford: Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS). Eolss Publishers, 2007.
- CASATTI, L. F.; LANGEANI, A. M.; CASTRO, R. M. C. Stream fish, water and habitat quality in a pasture dominated basin, southeastern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, São Paulo, v. 66, n. 2, p. 681-696, 2006.
- CASATTI, L. F. *et al.* From forests to cattail: How does the riparian zone influence stream fish?. **Neotropical Ichthyology**, Porto Alegre, v. 10, n. 1, p. 205–214, 2012.
- CASTELLO, L. *et al.* The vulnerability of Amazon freshwater ecosystems. **Conservation Letters**, Hoboken, v. 6, n. 4, p. 217–229, 2013.
- CASTRO, R. *et al.* Estrutura e composição da ictiofauna de riachos da bacia do rio Grande no estado de São Paulo, sudeste do Brasil. **Biota Neotropica**. Campinas, v. 4, n. 1, p. 1-39, 2004.
- CAVALLINI, M. S. **As gravuras rupestres da bacia do rio Urubu: levantamento e análise gráfica do sítio de Caretas, Itacoatiara - Estado do Amazonas: Uma proposta de contextualização**. Dissertação de Mestrado em Arqueologia da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

- CORREA, S. B. *et al.* A comparison of flooded forest and floating meadow fish assemblages in an upper Amazon floodplain. **Journal of Fish Biology**, EUA, v. 72, n. 3, p. 629-644, 2008.
- COSTA, I. D.; FREITAS, C. E. C. Factors determining the structure of fish assemblages in an Amazonian river near to oil and gas exploration areas in the Amazon basin (Brazil): establishing the baseline for environmental evaluation. **Zoologia**, Curitiba, v. 32, n. 5, p. 351-359, 2015.
- CHAKRABARTY, P. Cichlid biogeography: comment and review. **Fish and Fisheries**, Hoboken, v. 5, n. 2, p. 97-119, 2004.
- DAIGLE, P. A. Summary of the environmental impacts of roads, management responses, and research gaps: A literature review. **BC Journal of Ecosystems and Management**, Canadá, v. 10, n. 3, p. 65-89, 2010.
- FAVARO, C.; MOORE, J. W. Fish assemblages and barriers in an urban stream network. **Freshwater Science**, Chicago, v. 34, n. 3, p. 991-1005, 2015.
- FERNANDES, R. *et al.* Temporal organization of fish assemblages in floodplain lagoons: the role of hydrological connectivity. **Environmental Biology of Fishes**, New York, v. 85, n. 2, p. 99-108, 2009.
- FEYRER, F. *et al.* Fish assemblages of perennial floodplain ponds of the Sacramento River, California (USA), with implications for the conservation of native fishes. **Fisheries Management and Ecology**, Oxford, v. 11, n. 5, p. 335-344, 2004.
- FREITAS, C. E. C. *et al.* Interconnectedness during high water maintains similarity in fish assemblages of island floodplain lakes in the Amazonian Basin. **Zoologia**, Curitiba, v. 27, n. 6, p. 931-938, 2010.
- GOMES, L.C. *et al.* Fish assemblage dynamics in a Neotropical floodplain relative to aquatic macrophytes and the homogenizing effect of a flood pulse. **Hydrobiologia**, Dordrecht, v. 685, n. 1, p. 97-107, 2012.
- GONÇALVES, C. S.; BRAGA, F. M. S. Changes in ichthyofauna composition along a gradient from clearwaters to blackwaters in coastal streams of Atlantic forest (southeastern Brazil) in relation to environmental variables. **Neotropical Ichthyology**, Porto Alegre, v. 10, n. 3, p. 675-684, 2012.
- GOULDING, M.; BARTHEM, R.; FERREIRA, E. **The Smithsonian atlas of the Amazon**. London: Princeton Editorial Associates, 2003.
- GOULDING, M.; CARVALHO, M. L.; FERREIRA, E. **Rio Negro – Rich life in poor water: Amazonian diversity and food chain ecology as seen through fish communities**. The Hague: SPB Academic Publishing, 1988.
- GUISAN, A. *et al.* 2013. Predicting species distributions for conservation decisions. **Ecology Letters**, Hoboken, v. 16, n. 12, p. 1424-1435.
- HAMMER, O.; HARPER, D. A.; RYAN, P. D. Past: paleontological statistics software package for education and data analysis. **Paleontologia electronica**, Oslo, v. 4, n. 1, p. 1-9, 2001.

HENDERSON, P. A.; CRAMPTON, W. G. R. A Comparison of Fish Diversity and Abundance between Nutrient-Rich and Nutrient-Poor Lakes in the Upper Amazon. **Journal of Tropical Ecology**, New York, v. 13, n. 2, p. 175-198, 1997.

IBARRA, M.; STEWART, D. J. Longitudinal zonation of sandy beach fishes in Napo river Basin, Eastern Ecuador. **Copeia**, Carbondale, v. 5, n. 2, p. 364-381, 1989.

JUNK, W. J.; BAYLEY, P. B.; SPARKS, R. E. The flood pulse concept in riverfloodplain systems. In: DODGE, D. P. (ed.). **Proceedings of the International Large River Symposium (LARS)**. Ottawa: Department of Fisheries and Oceans. Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences, 1989.

JUNK, W. J.; SOARES, M. G. M.; BAYLEY, P. B. Freshwater fishes of South America: their biodiversity, fisheries, and habitats – a synthesis. **Aquatic Ecosystem Health and Management**, Filadélfia, v.10, n. 2, p. 228–242, 2007.

JUNK, W. J. *et al.* A Classification of Major Naturally-Occurring Amazonian Lowland. **Wetlands**, Dordrecht, v. 31, n. 4, p. 623-640, 2011.

JUNK, W. J. Current state of knowledge regarding South America wetlands and their future under global climate change. **Aquatic Sciences**, Suíça, v. 75, n. 1, p. 113–131, 2013.

JUNK, W. J. *et al.* A classification of the major habitats of Amazonian black-water river floodplains and a comparison with their white-water counterparts. **Wetlands Ecology and Management**, Dordrecht, v. 23, n. 4, p. 677-693, 2015.

KULLANDER, S. O.; FERREIRA, E. J. G. Two new species of *Apistogramma* Regan (Teleostei: Cichlidae) from the rio Trombetas, Pará State, Brazil. **Neotropical Ichthyology**, Porto Alegre, v. 3, n. 3, p. 361-371, 2005.

LIMA, F. C. T. *et al.* Genera Incertae Sedis in Characidae. In: REIS, R. E.; KULLANDER, S. O.; FERRARIS JR, C. J. (ed.). **Check List of the Freshwater fishes of South and Central America**. Porto Alegre: Edipucrs, 2003.

LIN, D. S. C.; CARAMASCHI, E. P. Responses of the fish community to the flood pulse and siltation in a floodplain lake of the Trombetas River, Brazil. **Hydrobiologia**, Dordrecht, v. 545, n. 1, p. 75-91, 2005.

LINKE, H.; STAECK, W. **American Cichlids I. Dwarf Cichlids. A Handbook For Their Identification, Care and Breeding**. Tetra-Press, 1994.

LOEBENS, S. C. *et al.* Influence of hydrological cycle on the composition and structure of fish assemblages in an igapó forest, Amazonas, Brazil. **Boletim do Instituto de Pesca**, Brasil, v. 45, n. 1, p. e432, 2019.

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

MACEDO-SOARES, P. H. M. *et al.* Hydrological connectivity in coastal inland systems: lessons from a Neotropical fish metacommunity. **Ecology of Freshwater Fish**, Hoboken, v. 19, n. 1, p. 7-18, 2010.

- MAGURRAN, A.E. **Ecological diversity and its measurement**. Princeton: Princeton University Press, 1991.
- MAGURRAN, A. E. **Medindo a Diversidade Biológica**. Curitiba: UFPR, 2013.
- MAKRAKIS, S. *et al.* Culverts in paved roads as suitable passages for Neotropical fish species. **Neotropical Ichthyology**, Porto Alegre, v. 10, n. 4, p. 763-770, 2012.
- MARIANO, J. R. *et al.* Longitudinal habitat disruption in Neotropical streams: fish assemblages under the influence of culverts. **Neotropical Ichthyology**, Porto Alegre, v. 10, n. 4, p. 771-784, 2012.
- MARIGUELA, T. C. *et al.* Molecular phylogeny of *Moenkhausia* (Characidae) inferred from mitochondrial and nuclear DNA evidence. **Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research**, Hoboken, v. 51, n. 4, p. 327-332, 2013.
- MARINHO, M. M. F. *et al.* 2008. A new *Hemigrammus* Gill from upper rio Paraná system, Southeastern Brazil (Characiformes: Characidae). **Zootaxa**, Nova Zelândia, v. 1724, n. 1, p. 52–60.
- MELO, B. F.; VARI, R. P. New species of *Cyphocharax* (Characiformes: Curimatidae) from the upper rio Negro, Amazon basin. **Neotropical Ichthyology**, Porto Alegre, v. 12, n. 2, p. 327-332, 2014.
- MENDONÇA, F. P.; MAGNUSSON, W. E.; ZUANON, J. Relationships between Habitat Characteristics and Fish Assemblages in Small Streams of Central Amazonia. **Copeia**, Miami, v. 1, n. 4, p. 751–764, 2005.
- MEYER, J. L. *et al.* The Contribution of Headwater Streams to Biodiversity in River Networks. **Journal of the American Water Resources Association**, Malden, v. 43, n. 1, p. 86–103, 2007.
- MILANI, V.; MACHADO, F. A.; SILVA, V. C. F. Fish assemblages associated to aquatic macrophytes in wetland environments of Pantanal de Poconé, State of Mato Grosso, Brazil, **Biota Neotropical**, Campinas, v.10, n. 2, p. 361-370, 2010.
- MIYAZONO, S. *et al.* Assemblage patterns of fish functional groups relative to habitat connectivity and conditions in floodplain lakes. **Ecology of Freshwater Fish**, Malden, v. 19, n. 4, p. 578–585, 2010.
- NORMAN, J. R. *et al.* 2009. Application of a Multistate Model to Estimate Culvert Effects on Movement of Small Fishes. **Transactions of the American Fisheries Society**, Filadélfia, v. 138, n. 4, p. 826-838.
- OTA, R. P., RAPP PY-DANIEL, L. H.; JÉGU, M. A new Silver Dollar species of *Metynnis* Cope, 1878 (Characiformes: Serrasalminidae) from Northwestern Brazil and Southern Venezuela. **Neotropical Ichthyology**, Maringá, v. 14, n. 4, p. e160023, 2016.
- PETRY, A. C.; AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C. Fish assemblages of tropical floodplain lagoons: exploring the role of connectivity in a dry year. **Neotropical Ichthyology**, Porto Alegre, v. 1, n. 2, p. 111–119, 2003.

- PETRY, A. C. *et al.* Effects of the interannual variations in the flood pulse mediated by hypoxia tolerance: the case of the fish assemblages in the upper Paraná River floodplain. **Neotropical Ichthyology**, Porto Alegre, v. 11, n. 2, p. 413-424, 2013.
- PIELOU, E. C. The measurement of diversity in different types of biological collections. **Journal of Theoretical Biology**, Canadá, v. 13, n. 1, p. 131-144, 1966.
- PIRES, T. H. S. *et al.* Testing Wallace's intuition: water type, reproductive isolation, and divergence in an Amazonian fish. **Journal of Evolutionary Biology**, Hoboken, v. 31, n. 6, p. 882-892, 2018.
- POPLAR-JEFFERS, I. O. *et al.* Culvert replacement and stream habitat restoration: implications from brook 158 trout management in an Appalachian Watershed, U.S.A. **Restoration Ecology**, Hoboken, v. 17, n. 3, p. 404-413, 2009.
- QUEIROZ, L. J. *et al.* **Peixes do Rio Madeira I**. São Paulo: Diaeto Latin American Documentary, p. 413, 2013.
- QUEIROZ, L. J. *et al.* **Peixes do Rio Madeira II**. São Paulo: Diaeto Latin American Documentary, p. 413, 2013.
- QUEIROZ, L. J. *et al.* **Peixes do Rio Madeira III**. São Paulo: Diaeto Latin American Documentary, p. 413, 2013.
- QUEIROZ, L. J. *et al.* Multifactorial genetic divergence processes drive the onset of speciation in an Amazonian fish. **Plos One**, San Francisco v. 12, n. 12, p. 1-17, 2017.
- R CORE TEAM R. **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, 2017. Disponível em: <<http://www.Rproject.org>> Acesso em: 05 jun. 2019.
- REIS, R. E. Fish biodiversity and conservation in South America. **Journal of Fish Biology**, Hoboken, v. 89, n. 1, p. 12-47, 2016.
- RENÓ, V. F. *et al.* Assessment of deforestation in the Lower Amazon floodplain using historical Landsat MSS/TM imagery. **Remote Sensing of Environment**, New York, v. 115, n. 12, p. 3446-3456, 2011.
- RIBEIRO, O. M; ZUANON, J. Comparação da eficiência de dois métodos de coleta de peixes em igarapés de terra firme da Amazônia Central. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 36, n. 3, p. 389-394, 2006.
- RÍOS-VILLAMIZAR, E. A. *et al.* Chemistry of different Amazonian water types for river classification: a preliminary review. **Water and Society**, EUA, v. 178, n. 2, p. 17-28, 2014.
- RÖPKE, C. P. *et al.* Seasonal dynamics of the fish assemblage in a floodplain lake at the confluence of the Negro and Amazon Rivers. **Journal of Fish Biology**, Hoboken, v. 89, n. 1, p. 194-212, 2015.
- ROSENVALD, R.; JÄRVERKÜLG, R.; LÖHMUS, A. Fish assemblages in forest drainage ditches: Degraded small streams or novel habitats?., **Limnologia**, Jena, v. 46, n. 1, p. 37-44, 2014.

SANT-PAUL, U. *et al.* Fish communities in central Amazonian white- and blackwater floodplains. **Environmental Biology of Fishes**, New York, v. 57, n. 3, p. 235–250, 2000.

SANTOS, G. M.; FERREIRA, F. J. G. Peixes da Bacia Amazônica. *In*: LOWEMCCONNELL, R. H. (ed). **Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais**. São Paulo. Edusp, 1999.

SCARABOTTI, P. A.; LÓPEZ, J. A.; POUILLY, M. Flood pulse and the dynamics of fish assemblage structure from neotropical floodplain lakes: Dynamics of fish assemblages in floodplain lakes. **Ecology of Freshwater Fish**, Hoboken, v. 20, n. 4, p. 605–618, 2011.

SILVA, F. G. **Itacoatiara: Roteiro de uma cidade**. Manaus: Imprensa Oficial de Estado Amazonas, 1965.

SIOLI, H. The amazon and its main affluents: hydrography, morphology of the river courses, and river types. *In*: SIOLI, H. (ed.). **The Amazon: Limnology and Landscape Ecology of a Mighty Tropical River and its Basin**. Dordrecht South Holland: Dr. W. Junk. Publishers, 1984.

SIQUEIRA-SOUZA, F. K.; FREITAS, C. E. C. Fish diversity of floodplan lakes on the lower stretch of the Solimões River. **Brazilian Journal Biology**, São Carlos, v. 64, n. 3, p. 501-510, 2004.

SIQUEIRA-SOUZA, F. K. *et al.* Amazon floodplain fish diversity at different scales: do time and place really matter?, **Hydrobiologia**, Dordrecht, v. 776, n. 1, p. 99–110, 2016.

SIQUEIRA-SOUZA, F. K. *et al.* Ecomorphological correlates of twenty dominant fish species of Amazonian floodplain lakes. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 77, n. 1, p. 199-206, 2017.

SMITH, W. S. *et al.* A duplicação de rodovias no Brasil sob o olhar da Ictiofauna. **Boletim Sociedade Brasileira de Ictiofauna**, Londrina, v. 125, n. 125, p. 16-23, 2018.

STEFANELLI-SILVA, G.; ZUANON, J.; PIRES, T. Revisiting Amazonian water types: experimental evidence highlights the importance of forest stream hydrochemistry in shaping adaptation in a fish species. **Hydrobiologia**, Dordrecht, v. 830, n. 1, p. 151–160, 2019.

SÚAREZ, R. Y. *et al.* Patterns of species richness and composition of fish assemblages in streams of the Ivinhema River basin, Upper Paraná River. **Acta Limnologica Brasiliensia**, Rio Claro, v. 23, n. 23, p. 177-188, 2011.

THOMAZ, S. M.; BINI, L. M.; BOZELLI, R. L. Floods increase similarity among aquatic habitats in river-floodplain systems. **Hydrobiologia**, Dordrecht, v. 579, n. 1, p. 1–13, 2007.

TROMBULAK, S. C.; FRISSELL, C. A. 2000. Review of Ecological Effects of Roads on Terrestrial and Aquatic Communities. **Conservation Biology**, Malden, v. 14, n. 1, p. 18-30.

VAL, A. L.; FEARNSIDE, P. M.; ALMEIDA-VAL, V. M. F. Environmental disturbances and fishes in the Amazon. **Journal of Fish Biology**, Hoboken, v. 89, n. 1, p. 192-193, 2016.

VALÉRIO, S. B. *et al.* Organization patterns of headwater-stream fish communities in the Upper Paraguay–Paraná basins. **Hydrobiologia**, Dordrecht, v. 583, n. 1, p. 241–250, 2007.

VAN-DER- SLEEN, P.; ALBERT, J. S. **Field Guide to the Fishes of the Amazon, Orinoco, and Guianas**. Princeton: Princeton University Press, 2017.

VILLÉGER, S. *et al.* Contrasting changes in taxonomic vs. functional diversity of tropical fish communities after habitat degradation. **Ecological Applications**, Hoboken, v. 20, n. 6, p. 1512-1522, 2010.

WANG, B. *et al.* Impacts of urbanization on stream habitats and macroinvertebrate communities in the tributaries of Qiangtang River, China. **Hydrobiologia**, Dordrecht, v. 680, n. 1, p. 39-51, 2012.

WOLFSHAAR, K. E. VAN de *et al.* Linking Flow Regime, Floodplain Lake Connectivity and Fish Catch in a Large River-Floodplain System, the Volga–Akhtuba Floodplain (Russian Federation). **Ecosystems**, New York, v. 14, n. 6, p. 920–934, 2011.

ZAR, J. H. **Biostatistical analysis**. New Jersey: Third editions Prentice-Hall Internacional Editions, 1996.