

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS – UFAM**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS PESQUEIRAS NOS**  
**TRÓPICOS – PPG/CIPET**

**Assembléias de peixes consumidoras de frutos e dispersoras  
de sementes em uma área de igapó da Amazônia Central,  
Brasil.**

**MESTRANDO: FILIPE AZEVEDO DE NORONHA**

**ORIENTADORA: Prof<sup>a</sup>. Dra. KEDMA CRISTINE YAMAMOTO (UFAM)**

**CO-ORIENTADORA: Prof<sup>a</sup>. Dra. VERIDIANA VIZONI SCUDELLER (UFAM)**

**Maio - 2018**  
**Manaus – Am**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS – UFAM**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS PESQUEIRAS NOS**  
**TRÓPICOS – PPG/CIPET**

**Assembléias de peixes consumidoras de frutos e**  
**dispersoras de sementes em uma área de igapó da**  
**Amazônia Central, Brasil.**

Dissertação apresentada ao Programa de PósGraduação em Ciências Pesqueira nos Trópicos - CIPET/UFAM como parte dos requisitos para obtenção do Grau de Mestre em Ciências Pesqueiras nos Trópicos, área de concentração Uso Sustentável de Recursos Pesqueiros Tropicais

**MESTRANDO: FILIPE AZEVEDO DE NORONHA**

**ORIENTADORA: Prof<sup>ª</sup>. Dra. KEDMA CRISTINE YAMAMOTO (UFAM)**

**CO-ORIENTADORA: Prof<sup>ª</sup>. Dra. VERIDIANA VIZONI SCUDELLER (UFAM)**

**Maio - 2018**

**Manaus – Am**

## Ficha Catalográfica

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

Noronha, Filipe Azevedo de  
N852a Assembleias de peixes consumidoras de frutos e dispersoras de sementes em uma área de igapó da Amazônia Central, Brasil. / Filipe Azevedo de Noronha. 2018.  
71 f.: il. color; 31 cm.

Orientadora: Kedma Cristine Yamamoto  
Coorientadora: Veridiana Vizoni Scudeller  
Dissertação (Mestrado em Ciências Pesqueiras nos Trópicos) - Universidade Federal do Amazonas.

1. Ictiocoria. 2. Dispersão de peixes. 3. Interação peixe-planta. 4. Igapó. I. Yamamoto, Kedma Cristine. II. Universidade Federal do Amazonas III. Título



Ata de Avaliação da versão definitiva da Dissertação  
de Mestrado do discente Filipe Azevedo de  
Noronha.

Aos onze dias do mês de junho de dois mil e dezoito, foi emitido parecer sobre a versão definitiva da Dissertação intitulada: **Assembléias de peixes consumidoras de frutos e dispersoras de sementes em uma área de igapó da Amazônia Central, Brasil**, do discente Filipe Azevedo de Noronha, área de concentração em **Uso Sustentável de Recursos Pesqueiros Tropicais**. A banca Examinadora foi composta pelos seguintes membros: Dra. Kedma Yamamoto - Presidente da banca, Dra. Ana Cristina Belarmino de Oliveira e Dra. Lucirene de Souza Aguiar. Após análise, os membros da banca decidiram pela Aprovação do mestrando. E nada mais havendo a tratar, eu, Antônia Costa Pereira, lavrei a presente ata que será lida, aprovada e assinada pelos demais membros presentes.

Manaus, Amazonas 11 de junho de 2018.

Banca Examinadora:

Dra. Kedma Cristine Yamamoto - UFAM

Dra. Ana Cristina Belarmino de Oliveira - UFAM

Dra. Lucirene de Souza Aguiar - UFAM

## DEDICATÓRIA

*Dedico ao meu Deus, a minha esposa Thais Noronha,  
aos meus pais Francisco e Maria, meu irmão Victor,  
minhas irmãs Isabelle e Cássia, meus sobrinhos Bruno,  
Jasmine e Aurora, que sempre me apoiaram e me  
deram forças para concretizar meu sonho e para  
conquistar essa vitória.*

## **AGRADECIMENTOS**

- Em primeiro lugar agradeço ao meu Deus, o qual sempre foi aquele amigo fiel em tempo e fora de tempo em que nas horas de dificuldade em que passei, escutou o meu clamor e me ajudou quando mais precisei.

- A minha querida e amada esposa Thais Noronha, que sempre esteve ao meu lado e me apoiava em todo esse processo, e até mesmo foi a coleta comigo, te amo princesa, ela é um dos motivos na busca do meu crescimento profissional.

- Aos meus pais Francisco e Maria, meu irmão Victor e sua esposa Pamela, minha irmã Isabelle e seu esposo Renan, minha irmã caçula Cássia e seu esposo Rodrigo, e minhas sobrinhas Jasmine e Aurora e meu sobrinho Bruno que me apoiaram em todos os momentos da dissertação com confiança que conquistaria essa vitória.

- A família Azevedo e família Noronha, em especial as minhas avós Dalva e Alice, como também minha prima Larissa Noronha (in memoriam).

- A Professora Dra. Kedma Cristine Yamamoto minha orientadora na dissertação, a qual sou grato de todo o coração pela paciência, confiança, força e dedicação que ela teve por mim mesmo tendo visto as minhas dificuldades e limitações, nesta caminhada ela acreditou no meu potencial.

- A Co-Orientadora Dra. Veridiana Vizoni Scudeller pela imensa ajuda na dissertação, principalmente na identificação das sementes e todo auxílio nas dúvidas na parte da botânica.

- A todos os professores do PPGCIPET, pelos ensinamentos durante toda minha dissertação, muito obrigado.

- Aos colegas do Laboratório de Ictiologia: Jairo (chico picadinho), Sara Loebens, Daniel, Markus Leal, Eletuza, Eder, Sofia, Luana e Catarina pela amizade e companhia no laboratório, em especial Jairo e Sara pelo auxílio na identificação dos peixes, no esclarecimento de dúvidas e companhia nas coletas, e ao Daniel e Markus no auxílio nas coletas ao Tupé. Ao pescador Pepe pela ajuda nas coletas.

- Aos meus colegas de turma de 2009 que me ajudaram nas coletas: Felipe (Bronks), Elton (Fátima) e Adailson (tesoso) pelo auxílio nas coletas ao Tupé. E aos amigos Kleison, Ray e Biscoito que também ajudaram nas coletas.

- Aos amigos que tive o prazer de conhecer durante a minha dissertação: Samantha, Vinicius, Moises, Jairo, Inês, Dreyfus, dentre outros, pelas várias disciplinas que pagamos juntos e pelos esclarecimentos que obtive deles.

- Aos amigos e amigas que tenho na minha amada Igreja Batista Nacional Vida, pois estes são os amigos e amigas de verdade que estão comigo no meu dia a dia fora da universidade.

- A todos aqueles que me ajudaram de alguma forma aqui vai o meu muito obrigado.

- Agradeço a capes pela bolsa e a Ufam pela estrutura.

AGRADEÇO

## RESUMO

Na Amazônia existem uma intensa interação da floresta alagável com a comunidade de peixes oferecendo alimentação, área de refúgio e dispersão de sementes. A dispersão de frutos realizada por peixes que é denominada como ictiocoria, resulta no deslocamento dos propágulos vegetais para longe da planta mãe, pois, à medida que a semente se afasta, aumenta a chance de sobrevivência das plântulas. Estima-se que os peixes frugívoros podem ser os dispersores de sementes bióticas dominantes em 300.000 km<sup>2</sup> de floresta de várzea, igapós e savanas ao longo da bacia, esse processo é comum e essencial para manutenção das florestas inundadas, uma vez que o ambiente é sujeito à inundação sazonal ao longo do ano. O objetivo deste trabalho foi identificar espécies de peixes da floresta de igapó consumidoras de frutos e verificar a viabilidade de germinação das sementes encontradas no trato digestivo e de sementes encontradas na natureza. As amostragens ocorreram nos meses onde havia a presença de floresta de igapó no lago Tupé, em setembro de 2016 até setembro de 2017. O apetrecho utilizado foram duas baterias de malhadeiras, armadas em dois pontos da floresta de igapó, por 48 horas, com despescas a cada seis horas. A biometria e a retirada dos tratos digestórios foram realizadas ainda em campo. Para dieta foram estimados o grau de repleção, frequência de ocorrência dos itens e o índice alimentar, as sementes presentes no estômago e intestino dos peixes foram colocadas para a semeadura, juntamente com a oriundas da planta-mãe. Foi calculada a porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação e o tempo médio de germinação, uma Anova One-way e teste *t*. Foram coletados um total de 878 peixes, distribuídos em 4 ordens, 20 famílias, 46 gêneros e 67 espécies. Os itens alimentares mais abundantes na dieta dos peixes foram: peixes, insetos, crustáceos, material vegetal, frutos e sementes, material de origem animal e vegetal. A espécie consumidora de frutos viáveis para a semeadura foi do *Auchenipterichthys longimanus*, consumindo 131 sementes de quatro famílias botânicas e sete espécies. 59,54% das sementes foram obtidas do estômago e 40,46% do intestino das espécies myrtaceae *Myrciaria dubia*, *Eugenia inundata*, *Myrcia guianensis*, da família Lecythidaceae, *Gustavia augusta*, da família Dilleniaceae, *Doliocarpus aracaensis* e da família Annonaceae *Oxandra riedeliana*. Os resultados indicaram para algumas espécies diferenças significativas quanto a sua germinação. Concluiu-se que apenas a espécie *A. longimanus* tiveram sementes intactas para a germinação e que essa espécie é um potencial dispersor de sementes sendo assim pode ser considerada uma espécie chave para a manutenção da área de estudo.

**Palavras-chaves:** Rio Negro; floresta alagável; ictiocoria, interação peixe-planta;

## ABSTRACT

In the Amazon there is an intense interaction of the floodplain with the fish community offering food, refuge area and seed dispersal. The dispersion of fruits carried out by fishes that is denominated as ichthyocoria, results in the displacement of the vegetal propagules away from the mother plant, because, as the seed moves away, it increases the chance of survival of the seedlings. It is estimated that frugivorous fish may be the dominant biotic seed dispersers in 300,000 km<sup>2</sup> of floodplain forest, igapós and savannas along the basin, this process is common and essential for the maintenance of flooded forests, since the environment is subject to seasonal flooding throughout the year. The objective of this work was to identify species of fish from the forest of fruit-eating igapó and verify the viability of germination of the seeds found in the digestive tract and seeds found in nature. Samplings occurred in the months where there was the presence of igapó forest in Lake Tupé, in September 2016 until September 2017. The equipment used was two batteries of hammers, armed in two points of the forest of igapó, for 48 hours, with expenses every six hours. Biometry and the withdrawal of the digestive tract were performed in the field. For the diet were estimated the degree of repletion, frequency of occurrence of the items and the food index, the seeds present in the stomach and intestine of the fish were placed for sowing, together with the deriving of the mother plant, the percentage of germination was calculated, index of germination speed and the mean germination time. The data were tabulated and organized for use in an Anova One-way and t-test. A total of 878 individuals were collected, distributed in 4 orders, 20 families, 46 genera and 67 species. The most abundant food items were: fish, insects, crustaceans, plant material, fruits and seeds, material of animal and vegetable origin, where there is species consuming viable fruits for sowing was *Auchenipterichthys longimanus*, consuming 131 seeds of four botanical families, 59.54% obtained from the stomach and 40.46% from the intestine, the myrtaceae *Myrriaria dubia*, *Eugenia inundata*, *Myrcia guianensis*, the family Lecythidaceae, *Gustavia augusta*, the family Dilleniaceae, *Doliocarpus aracaensis* and the family Annoaceae *Oxandra riedeliana*, and other unidentified species. The results indicated in some species significant differences regarding their germination, but in others they did not present differences. It was concluded that only the species *A. longimanus* had intact seeds for germination and that this species is a potential seed disperser and thus can be considered a key species for the maintenance of the study area.

**Key-words:** Rio Negro; flooded forests; ichthyochory; fish-plant interaction

## **SUMÁRIO**

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. INTRODUÇÃO .....</b>                             | <b>13</b> |
| <b>2. JUSTIFICATIVA.....</b>                           | <b>15</b> |
| <b>3. REVISÃO DE LITERATURA .....</b>                  | <b>16</b> |
| <b>4. OBJETIVOS.....</b>                               | <b>24</b> |
| <b>4.1. Objetivo Geral.....</b>                        | <b>24</b> |
| <b>4.2. Objetivos Específicos .....</b>                | <b>24</b> |
| <b>5. HIPOTESE .....</b>                               | <b>24</b> |
| <b>6. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>                     | <b>25</b> |
| <b>6.1. Localização do estudo.....</b>                 | <b>25</b> |
| <b>6.2. Amostragem .....</b>                           | <b>26</b> |
| <b>6.3. Análise do conteúdo estomacal.....</b>         | <b>26</b> |
| <b>6.4. Semeadura oriunda do trato digestivo .....</b> | <b>27</b> |
| <b>6.5. Semeadura oriunda da planta mãe.....</b>       | <b>27</b> |
| <b>6.6. Análise dos dados.....</b>                     | <b>28</b> |
| <b>6.7. Análise Estatística.....</b>                   | <b>30</b> |
| <b>7. RESULTADOS.....</b>                              | <b>32</b> |
| <b>8. DISCUSSÃO .....</b>                              | <b>50</b> |
| <b>9. CONCLUSÃO .....</b>                              | <b>59</b> |
| <b>10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>            | <b>60</b> |

## **LISTA DE TABELAS**

|  |    |
|--|----|
| Tabela 01. Descrição dos aspectos externos para estimativa do grau de repleção dos estômagos com os respectivos pontos atribuídos (BENNEMANN 1985; YABE & BENNEMANN 1994).....   | 29 |
| Tabela 02. Delimitação Experimental.....   | 30 |
| Tabela 03. Número de estômagos analisados com alimento por espécie durante o experimento; Ordem; Família; Espécie; nº de indivíduos; Índice Alimentar (IAi) % de cada espécie.....   | 36 |
| Tabela 04. Grau de Repleção de cada espécie capturada durante o experimento.....   | 41 |
| Tabela 05. Apresenta o número de exemplares e sua biometria da espécie <i>Auchenipterichthys longimanus</i> contendo itens alimentares encontrados no trato digestório (estômago e/ou intestino) e número de sementes que os peixes consumiram.....  | 44 |
| Tabela 06. Lista de sementes encontradas no trato digestório do <i>Auchenipterichthys longimanus</i> e oriundas da planta-mãe com a porcentagem de germinação das sementes encontradas nos três tratamentos: Intestino, Estômago e planta-mãe; número total (n) de sementes das espécies vegetais retiradas do trato digestórios (estômago e/ou intestino) dos peixes e da planta-mãe colocadas para germinação; número total (n) de sementes das espécies vegetais que germinaram; Desempenho germinativo Índice de Velocidade de Germinação (IVG) e tempo médio germinação das sementes..... | 45 |
| Tabela 07. Lista em ordem cronológica de estudos relacionados a ictiocoria de 1978 a 2016 .....  | 51 |

## LISTA DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 01. Local da área de estudo – RDS Tupé e os pontos de coleta no lago Tupé.....   | 25 |
| Figura 02. Variação do nível da água do Rio Negro nos anos 2015, 2016, 2017 e início de 2018 .....  | 32 |
| Figura 03. Porcentagem do número de indivíduos dentro de cada ordem capturados na floresta de igapó na RDS Tupé.....                                  | 33 |
| Figura 04. Porcentagem do número de indivíduos por famílias capturadas na floresta de igapó na RDS Tupé .....   | 34 |
| Figura 05. Porcentagem do número de espécies presentes em cada família para a floresta de igapó da RDS Tupé.....                                      | 35 |
| Figura 06. Abundância relativa do número de indivíduos das dez espécies mais abundantes na floresta de igapó da RDS Tupé.....                         | 36 |
| Figura 07. Frequência relativa (%) das categorias tróficas encontradas para as espécies analisadas pertencentes a floresta de igapó da RDS Tupé ..... | 39 |
| Figura 08. Dendrograma da similaridade da dieta dos peixes analisados com valores de IAI (%) presentes na floresta de igapó da RDS Tupé.....          | 41 |
| Figura 09. Espécie consumidora de sementes <i>Auchenipterichthys longimanus</i> .....   | 44 |
| Figura 10. Resultado da Anova e do Teste de Tukey para espécie <i>Eugenia inundata</i> . Estômago (1), Intestino (2), Planta-mãe (3).....             | 46 |
| Figura 11. Resultado da Anova e do Teste de Tukey para espécie <i>Myrciaria dubia</i> . Estômago (1), Intestino (2), Planta-mãe (3) .....             | 47 |
| Figura 12. Resultado da Anova e do Teste de Tukey para espécie <i>Gustavia augusta</i> . Estômago (1), Intestino (2), Planta-mãe (3).....             | 47 |
| Figura 13. Resultado da Anova e do Teste de Tukey para espécie <i>Myrcia guianensis</i> . Estômago (1), Intestino (2), Planta-mãe (3).....            | 48 |
| Figura 14. Resultado do Teste <i>T</i> para espécie <i>Doliodarpus aracaensis</i> . Estômago (1), Intestino (2).....                                  | 48 |

**Figura 15. Resultado do Teste *T* para espécie *Oxandra riedeliana*. Estômago (1), Intestino (2)..... 49**

## 1. Introdução

Na região Amazônica existem áreas inundáveis que estão associadas aos grandes rios como Amazonas, Solimões, Negro e Tapajós, correspondendo a um total de 6% da área da Amazônia brasileira, com estimativa de aproximadamente de 300.000 Km<sup>2</sup>, sendo cerca de 200.000 Km<sup>2</sup> de várzeas e 100.000 Km<sup>2</sup> de igapós (JUNK, 1993).

Conforme o tipo de água, as áreas alagáveis são denominadas de igapós ou várzeas. As florestas de igapó ocorrem ao longo dos rios que drenam os escudos Paleozoicos e/ou Pré-Cambrianos da Guiana e do Brasil Central (WITTMANN et al., 2010), que carregam águas claras e pretas, com baixa fertilidade, baixa carga sedimentar, elevada acidez, sobre solos pobres em nutrientes (SIOLI, 1984).

Vários estudos realizados na Amazônia Central mostraram a intensa interação da floresta alagável com a comunidade de peixes sobre os aspectos de alimentação, área de refúgio e dispersão de sementes (GOTTSBERGER, 1978; GOULDING, 1980; MAIA, 1997; WALDHOFF, 1996; MAIA, 2000; SANTOS et al., 2004). Estudos mais recentes indicam que a interação floresta alagável e ictiofauna é muito eficaz, que a alta diversidade de peixes se deve pela integridade biótica existente nesse habitat, conseqüentemente, contribuindo para a manutenção da biodiversidade (LOEBENS et al., 2016). As áreas de igapós são altamente diversas, pelo fato de proporcionarem áreas de refúgio e fonte de recursos alimentares, possibilitando assim diversos nichos ecológicos para os peixes (NOVARES et al., (2012).

No ecossistema aquático, o processo de dispersão de sementes é fundamental para a manutenção, diversidade e regeneração das florestas tropicais alagadas (GOTTSBERGER, 1978). Por mais que sementes de algumas espécies vegetais sejam disseminadas através da água (hidrocoria), os peixes podem prover um transporte rio acima, que naturalmente não seria possível por via aquática através da ictiocoria (BAWA, HADLEY, 1990). A ictiocoria, dispersão de sementes realizada por peixes, resulta no deslocamento dos propágulos vegetais para longe da planta mãe, pois, à medida que a semente se afasta, aumenta a chance de sobrevivência das plântulas. Por sua vez, as plantas necessitam de seres dispersores eficientes que garantam a sobrevivência e o desenvolvimento de suas sementes, deslocando-as para ambientes com

condições adequadas para germinarem e se estabelecerem (FENNER, 1985; DEMICINIS, 2009).

Estima-se que os peixes frugívoros podem ser os dispersores de sementes bióticas dominantes em 300.000 km<sup>2</sup> de floresta de várzea, igapó e savanas ao longo do rio Amazonas, Orinoco e seus afluentes (GOULDING 1980; KUBITZKI E ZIBURSKI 1994; SAINT-PAUL et al., 2000; EVA et al., 2004).

Outro aspecto chave da relação peixe-planta, diz respeito ao tamanho dos consumidores, peixes de grande porte parecem possuir habilidades de engolir pequenas sementes, liberando-as de forma intacta. Por outro lado, sementes grandes, possivelmente serão mastigadas por peixes pequenos, inviabilizando assim o embrião (CORREA et al., 2015). O modo como as sementes são consumidas, também varia de acordo com a ordem ao qual o peixe pertence, e o tipo de dentição. Consumidores de sementes da ordem Characiformes, que possuem dentes molariformes e/ou cuspidados, como o tambaqui (*Colossoma macropomum*) e a matrinhã (*Brycon amazonicus*), são capazes de destruir parte das sementes consumidas (GOULDING, 1980). Entretanto, peixes pertencentes a ordem dos Siluriformes como os bagres, que possuem boca grande, dentes viliformes ou ausência de dentes, geralmente têm o hábito de engolir itens inteiros, excretando sementes intactas (MANNHEIMER et al., 2003; CORREA et al., 2007).

Correa et al., (2015) em uma revisão sobre ictiocoria, identificaram em 62 estudos desenvolvidos entre os anos de 1990 a 2013, que os frutos e sementes de pelo menos 344 espécies de árvores foram consumidas por 69 espécies de peixes, indicando que o conhecimento sobre a ictiocoria ainda é fragmentado e derivado principalmente de estudos em área Neotropical de águas brancas.

## 2. Justificativa

Entende-se que a frugivoria é uma interação planta-animal considerada chave para a manutenção de sistemas biológicos e, para a diversidade em comunidades de plantas tropicais e temperadas. Ainda sobre esta interação, existe a ictiocoria, que é o mecanismo em que os peixes ingerem as sementes, e posteriormente, dispersam-nas no ambiente aquático, facilitando a germinação e, muitas vezes, aumentando o potencial germinativo das sementes ingeridas após a passagem pelo trato digestivo (STEVENSON, 2011). Mannheimer et al., (2013), comparou o potencial germinativo das espécies de plantas consumidas pelo *Auchenipterichthys longimanus* presentes no intestino e estômago, evidenciando a interação com o aumento da velocidade de germinação quando a semente passa pelo estômago e principalmente pelo intestino. Essa interação representa uma elevada importância para a manutenção das florestas alagadas e para sua biodiversidade (HOWE & MIRITI, 2004).

Alguns estudos sobre ictiocoria já foram realizados na bacia amazônica, como o de Gottsberger (1978) no rio Madeira, Anderson et al, (2011) no rio Amazonas, Weiss et al., (2016) em lagos de várzea, e Correa et al., (2012) ou seja, todos em ambientes de águas brancas. Entretanto, em ambientes de águas pretas, raríssimos os estudos foram realizados sobre a ictiocoria, dentre eles podemos citar o de Waldhoff et al., (1996), que descreveram a composição química de 19 frutos consumidos por peixes coletados na água branca (lago Inácio, rio Manacapuru) e na água preta (lago Prato, Anavilhanas).

Nos ambientes de águas pretas da Amazônia, ainda são desconhecidas quais espécies de peixes desempenham o papel da ictiocoria, e se realmente contribuem para a manutenção da floresta de igapó, como observado nas florestas de várzea. Assim sendo, este estudo propõe testar as hipóteses de identificar quais espécies de peixes que consomem frutos e sementes, realizam ictiocoria em sistema de água preta, e ainda, se existem diferenças no potencial germinativo entre sementes encontradas no estômago e no intestino dos peixes devido as diferenças estruturais no trato digestivo de cada espécie, e comparando com as sementes encontrada na planta-mãe em uma área de floresta de igapó do Médio rio Negro.

### 3. Revisão de literatura

#### 3.1. As florestas de igapó e a diversidade íctica.

A grande diversidade de espécies de peixe na bacia do rio Negro deve-se provavelmente ao número de habitats disponíveis, caracterizados pela variabilidade de biótopos como praias arenosas, corredeiras, remansos, ilhas, paranás, lagos, igarapés e florestas alagadas. (SIOLI, 1984; LOWE-MCCONNEL, 1987).

A estimativa de riqueza para o rio Negro é de cerca de 450 espécies de peixes, mesmo considerando as características químicas das águas pretas com baixos níveis de nutrientes, não podem ser considerados fatores que limitam a diversidade de peixes e que futuros trabalhos podem incrementar outras informações e estimaram o potencial da riqueza para mais de 700 espécies. (GOULDING, 1988).

As planícies inundadas de rios de águas pretas, que consistem em solos arenosos pobres em nutriente e com praias altamente arenosas, servem de suporte para florestas chamadas de igapó que são florestas inundadas permanentemente ou inundadas por longo período (PRANCE, 1978).

As áreas de florestas de igapó são distribuídas em faixas estreitas, estima-se que cubram 15000km<sup>2</sup> da bacia Amazônica (PIRES, 1974). Árvores comuns de igapó de águas pretas são: *Aldina latifolia*, *Eschweilera* sp., *Couepia paraensis*, *Crudia amazônica*, *Borreria capitata*, *Virola elongata* (PRANCE, 1979; AYRES, 1995). Segundo o trabalho de Scudeller & Souza, (2009), na floresta de igapó do Tupé foram encontradas uma baixa biomassa de plantas, porém uma grande variedade de comunidades, distribuídas em 159 espécies.

Saint-Paul et al., (2000) comparando as comunidades de peixes da floresta de igapó com a floresta de várzea, concluíram que no ambiente de águas pretas havia maior diversidade e riqueza (172 espécies), do que na água branca (148 espécies), que apresentou destaque para a abundâncias dos indivíduos. As espécies mais abundantes entre os peixes da floresta de igapó foram *Plagioscion squamosissimus*, *Serrasalmus rhombeus* e *Serrasalmus manueli*, enquanto na floresta de várzea, *Colossoma macropomum*, *Liposarcus pardalis*, *Pygocentrus nattereri* e *Pellona flavipinnis*.

Quanto a diversidade de peixes no igapó do Parque Nacional de Anavilhanas, Novares et al., (2012) encontraram uma alta riqueza, representada

por 41 espécies de peixes, onde as ordens mais abundantes foram Characiformes e Siluriformes, e as espécies dominantes foram *Ageneiosus ucayalensis*, *Auchenipterichthys longimanus*, *Agoniatas halecinus*, *Hemiodus immaculatus*, *Hypophthalmus marginatus*, *Opsodoras ternetzi*, *Pellona flavipinnis* e *Plagioscion squamosissimus*. Já Loebens et al., (2016), ainda em Anavilhanas, encontraram diversidade ainda maior, estimada pelo índice de Shanon-Wiener igual a 3,318, riqueza de 62 espécies, e novamente dominância de Characiformes e Siluriformes.

### **3.2. A frugivoria e os estudos sobre ictiocoria em peixes neotropicais.**

#### **A Frugivoria**

Frugivoria é a ação de comer frutos, constituindo um sistema interagente, onde tanto as espécies animais quanto as vegetais são beneficiadas, sendo assim um fator muito importante para a co-evolução das plantas como também dos animais (RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2001).

Sementes dispersas por animais geralmente possuem polpas comestíveis, são doces e coloridas, mostrando-se atraentes a diversos animais ou a uma espécie em específico (SORK, 1987), sendo que muitas dessas características aparentemente são moldadas pela interação mutualista (RECH & BRITO, 2012).

A dispersão de sementes por animais representa a interação-chave planta-animal para a manutenção de sistemas biológicos e diversidade em comunidades de plantas tropicais e temperadas (HOWE & MIRITI, 2000). Seja pela função dispersiva de sementes ou predadora, os vertebrados frugívoros influenciam na dinâmica de recrutamento, padrões de distribuição e variabilidade genética de uma diversidade de plantas (RUSSO & AUGSPURGER, 2004; SEIDLER & PLOTKIN, 2006; STEVENSON, 2011; ASLAN et al., 2013; HARRISON et al., 2013).

O processo coevolutivo, em alguns casos, se desenvolveu de modo tão específico que algumas sementes só germinam ao passar pelo trato digestivo dos animais ou tem seu potencial germinativo aumentado (STEVENSON, 2011). Animais vertebrados como aves e mamíferos são reconhecidos como importantes dispersores em florestas tropicais terrestres, e os peixes,

representam os principais dispersores em ecossistemas aquáticos (HORN et al., 2011).

A dispersão para longe da planta mãe, promovida pela frugivoria, permitiria uma redução na competição das plântulas com a planta mãe, entre plântulas irmãs e, também reduziria as chances de predação por herbívoros ou ação de patógenos espécie-específicos (RICKLEFS, 2013). Conseqüentemente isso promoveria a germinação em um local com maiores probabilidades do indivíduo atingir a vida adulta (CORLETT, 2014).

Estima-se que 50 a 90% das espécies de árvores encontradas em florestas tropicais, produzam frutos cujas sementes são dispersas por animais (zoocoria) (HOWE & SMALLWOOD, 1982; CAZETTA, 2002).

Esta interação mutualística pode ser mais específica, como a existente entre angiospermas e vertebrados frugívoros nas florestas tropicais, (HOWE & SMALLWOOD, 1982, BASCOMPTE & JORDANO, 2008). Estudos demonstram que as interações de frugivoria entre planta - animal surgiram há cerca de 300 milhões de anos (BASCOMPTE & JORDANO, 2008).

A região neotropical, possui a maior riqueza de aves, mamíferos e peixes frugívoros do mundo, distribuídos em numerosas e diversificadas guildas alimentares (FLEMING et al., 1987; HOWE & WESTLEY, 1988; TERBORGH, 1992). Segundo Deminici et al., (2009), existem diferentes tipos de dispersão realizada por animais (zoocoria), como a mamaliocoria que é a dispersão de sementes realizada por mamíferos; antropocoria, sendo a dispersão realizada pelo homem; a ornitocoria, dispersão realizada pelas aves; saurocoria, dispersão atribuída aos répteis; mimercocoria, realizada pelas formigas; e a ictiocoria, que é a realização da dispersão de sementes por peixes.

No entanto, vale ressaltar que nem todo animal frugívoro é dispersor de sementes, muitos indivíduos podem consumir as sementes, porém não as tornam viáveis para a germinação. Mais recentemente, tem-se obtidos evidências de que mesmo para espécies com relações mutualísticas comprovadas, nem todos os indivíduos na população agem como dispersores, isso é especialmente relacionado ao tamanho dos indivíduos e capacidade de engolir as sementes sem quebrá-las (GALETTI et al., 2013; MARKL et al., 2012; VALIENTE-BANUET et al., 2015; CORREA et al., 2015).

### 3.3. Ictiocoria em regiões Neotropicais

Trabalhos sobre ecologia trófica de peixes em lagos de várzea e igapó na Amazônia têm gerado informações científicas importantes para o entendimento das complexas relações tróficas que envolvem a biota aquática (GOULDING, 1982; SOARES et al., 1986; YAMAMOTO et al., 2004).

A importância da ictiocoria para dispersão de plantas nas planícies de inundação da região Neotropical é evidenciada, pela grande diversidade de plantas cujos frutos são carnosos e pesados, ou seja, que afundam na coluna d'água e não seriam dispersos de modo eficiente somente pela correnteza (KUBITZKI & ZIBURSKI, 1994).

Correa et al., (2015) em uma revisão recente listam que a interrupção da polinização e o mutualismo (existente entre planta-animal) de dispersão de sementes, afeta diretamente o sucesso reprodutivo das plantas e ameaça a biodiversidade, isso ocorre em pelo menos seis famílias de plantas Neotropicais com alta diversidade. Justificando a ideia de que essa relação mutualística seja crucial para a manutenção da diversidade de plantas Neotropicais. Deste modo, o período de frutificação que ocorre na subida das águas não está relacionada à possibilidade de transporte para a água, mas sim, em função do acesso dos dispersores aos frutos.

No período da cheia, os peixes se deslocam para as florestas alagáveis em busca de alimento, consumindo grandes quantidades e variedades de frutos e sementes amadurecidos durante esta época, que caem no sistema aquático (GOTTSBERGER, 1978; KUBITZKI & ZIBURSKI, 1994; CORREA et al., 2007; GALETTI et al., 2008).

Até agora sabe-se que mais de 270 espécies de peixes consomem frutos, distribuídos em diferentes grupos taxonômicos como Characiformes, Siluriformes (principalmente Neotropicais) e Cypriniformes na região Holoártica e Indomalaia (HORN et al., 2011). Pelo menos na região Neotropical, há indicativos de que a interação peixes-frutos é mais antiga que a relação entre qualquer outro vertebrado e os frutos (CORREA et al., 2015).

Em um estudo realizado com dados levantados para peixes frugívoros Correa et al. (2015), identificaram 42.938 sementes intactas pertencentes a 53 espécies de plantas, nos sistemas digestivos de 229 exemplares de peixes no Pantanal brasileiro e, 150.624 sementes de 70 espécies diferentes em 163

exemplares de peixes na Amazônia. No entanto, nos peixes, a eficácia como dispersores de sementes, parece aumentar juntamente com as mudanças ontogenéticas (CORREA et al., 2007, GALETTI et al., 2008).

Os peixes frugívoros de grande porte, são capazes de consumir grandes quantidades de frutos inteiros, frutos maiores, ter longos períodos de retenção intestinal de sementes, e padrões de movimento mais extensos, tendo uma capacidade única de dispersar espécies que produzem grandes sementes (GALETTI et al., 2008; ANDERSON et al., 2011; KITAMURA, 2011; WOTTON & KELLY, 2012; STEVENSON et al., 2014; CORREA et al., 2015). Além disso, peixes de grande porte possuem maiores chances e habilidades para ingerir sementes intactas (GALETTI et al., 2008; ANDERSON et al., 2009 e 2011; CORREA et al., 2015).

Indivíduos de pequeno porte tem mais chances de triturar as sementes pois, o tamanho é superior ao da cavidade oral do peixe impedindo que sejam engolidas inteiras, o que pode inviabilizar o embrião da planta e afetar a sua germinação (CORREA et al., 2015). O efeito do tamanho foi observado por Correa et al., (2015) em todas as três espécies de *Brycon*.

Ao contrário dos mamíferos e pássaros frugívoros, pouco se sabe sobre a eficácia da dispersão de sementes de peixes (GOULDING, 1980; ANDERSON et al., 2009). Estudos realizados como *Colossoma macropomum* (tambaqui), talvez a espécie melhor estudada em termos de sua função dispersiva, sugerem que as sementes podem ser dispersas para habitats favoráveis a longas distâncias. Anderson et al., (2011), registraram que as distâncias percorridas pelos peixes foram em média de 337-552 metros, no entanto, houveram deslocamentos extremamente longos, de 5.495 metros, estando entre os maiores já relatados, demonstrando que o tamanho dos peixes também está relacionada com a distância de dispersão das sementes.

Anderson et al., (2009) em estudo realizado na Reserva Nacional Pacaya-Samiria (Peru), com as espécies *C. macropomum* e *Piaractus brachypomus*, constataram que os peixes adultos são dispersores de sementes muito mais eficientes do que os peixes juvenis.

Correa et al., (2015), Em seus estudos reforçam que a ictiocoria por peixes Neotropicais se dá como uma relação de mutualismo com uma ou mais espécies, sendo frugívoros generalistas que consomem frutos de múltiplas

espécies de plantas. Por isso, em geral, os valores de riqueza de espécies de plantas encontrados a partir de levantamentos são elevados. Assim em sua revisão sobre ictiocoria mais de 62 estudos realizados entre 1990 e 2013, onde foram identificados os frutos e sementes de pelo menos 344 espécies de árvores foram consumidas por 69 espécies de peixes. No entanto, a maior parte desses estudos, se baseiam somente na análise da dieta, e a real diversidade de espécies que realmente se beneficiam dos peixes como dispersores ainda representa uma importante lacuna de conhecimento. Muitas espécies podem consumir uma elevada riqueza de sementes mas não atuar como dispersores de todas.

Estudando um lago de várzea (lago Catalão) na confluência dos rios Amazonas e Negro, Weiss et al., (2016), obtiveram sementes de 18 espécies de planta a partir do trato digestivo de 14 espécies de peixes, sendo que destas 8 consumiam sementes de 4 ou mais espécies.

Weiss et al., (2016) reportam que das 18 espécies de plantas encontradas no trato digestivo dos peixes, apenas três tiveram 100% de germinação (*Psychotria ernestii*, *Ficus trigona*, e *Cissampelos andromorpha*), oito tiveram germinação acima de 50% (*Cecropia spp.*, *Dollicarpus sp.*, *Lophantera longifolia*, *Allophyllus amazonicus*, *Alchornea discolor*, *Endlicheria anomala*, *Vitex cymosa*, e *Ficus insipida*), cinco germinaram abaixo de 50% (*Crataeva tapia*, *Macrolobium sp.*, *Tococa cordata*, *Nectandra amazonum*, e *Laetia corymbulosa*) e duas espécies não germinaram.

Ao nível de espécie, a eficácia da dispersão de sementes pelo bagre *Auchenipterichthys longimanus* (cangati) no lago Batata, rio Trombetas, foi estudada por MANNHEIMER et al., (2003), onde os autores verificaram diferenças na germinação de sementes retiradas do estômago e do intestino em três espécies de plantas consumidas, e as mesmas diferiram em suas respostas de germinação. As sementes de *Cecropia sp.* germinaram igualmente independentemente de estarem no estômago ou intestino; as sementes de *Psychotria sp.* apresentaram porcentagem de germinação significativamente maior para as sementes retiradas do intestino (14 dias) quando comparadas aquelas retiradas do estômago (16 dias); e sementes de *Alchornea schomburgkiana* não mostraram protrusão radicular em 120 dias. Os autores concluíram que *A. longimanus* é um potencial dispersor de sementes florestais,

com padrões distintos de germinação e dormência para as espécies consumidas.

Outro ponto importante ainda pouco explorado para compreensão da eficiência da ictiocoria pelos peixes, diz respeito ao tempo de passagem das sementes pelo trato digestivo, que também pode afetar a germinação de sementes. Estudo realizado por Horn, (1997) na Estação Biológica La Selva, na Costa Rica, observou que as sementes de *Ficus glabrata* requerem aproximadamente 18-36 horas para passar pelo trato digestivo de *Brycon guatemalensis*. As sementes ainda eram viáveis depois de passar pelo intestino do peixe, mas germinaram um pouco mais lentamente, do que as sementes que haviam deixado sido expostas ao ar ou as que flutuavam em água.

Ao contrário de Anderson et al., (2009), encontraram que as sementes processadas por peixes tiveram germinação com altas taxas nas espécies *Annona muricata*, *Cecropia* spp., *Cayaponia cruegeri*, ou seja, os peixes aumentaram a potencial germinativo, apenas um número limitado de *Crateva tapia*, os peixes inibiram o sucesso de protusão, e que a passagem das sementes pelo intestino dos peixes, pode aumentar a velocidade de germinação, que é provavelmente vital para que as mudas sobrevivam às inundações subsequentes.

Gottsberger, (1978) estudou o papel dos peixes na dispersão de sementes a floresta de várzea do Rio Madeira, e observou que, em geral, as sementes foram ingeridas sem serem quebradas pelos dentes dos peixes, passando pelo tubo digestivo sem serem destruídas, principalmente plantas das famílias: Annonaceae, Myristicaceae, Moraceae, cf. Elaeocarpaceae, Sapotaceae, Chrysobalanaceae, Burseraceae, Simaroubaceae, Arecaceae. Fato importante destacado neste estudo, foi que as sementes dispersas pelos peixes pertencem a grupos de plantas relativamente primitivas, ou seja, plantas consideradas antigas, enquanto que aqueles que são destruídos pelos dentes dos peixes são mais recentes, confirmando que a ictiocoria é uma atividade arcaica na dispersão dentro de angiospermas primitivas, que tem sido mantida em regiões tropicais inundadas. Estudos evolutivos no consumo de sementes e dispersão revelam que os peixes, provavelmente, foram os primeiros dispersores de sementes dentre os vertebrados (CORREA et al., 2007) e sugere-se que esta relação teve início a cerca de 70 milhões de anos atrás (CORREA et al., 2015b).

Outros estudos abordam a importância da ictiocoria e consistem na análise da composição química dos frutos encontrados no trato digestivo dos peixes (SOUZA-STEVAUX et al., 1994; WALDHOFF et al., 1996; PIEDADE et al., 2003), e a avaliação da viabilidade das sementes ingeridas (PIRES, 1997).

## **4. Objetivos**

### **4.1. Objetivo geral**

Identificar espécies de peixes da floresta de igapó consumidoras de frutos e verificar a viabilidade de germinação das sementes encontradas no trato digestivo.

### **4.2. Objetivos específicos**

1. Determinar a composição alimentar das assembleias de peixes nas florestas de igapó da RDS Tupé;

2. Comparar a viabilidade de germinação das sementes consumidas pelos peixes nas florestas de igapó da RDS Tupé encontradas no estômago e no intestino;

3. Comparar o potencial germinativo das sementes retiradas do trato digestivo dos peixes com as sementes retiradas da planta-mãe;

## **5. Hipótese**

$H_1$  = Todos os peixes capturados consomem frutos da floresta de igapó do lago Tupé realizam ictiocoria.

$H_2$  = Existem diferenças de germinação entre as sementes encontradas no estômago e no intestino dos peixes, como também diferenças das sementes encontradas na planta-mãe.

## 6. Material e Métodos

### 6.1. Área de estudo

O estudo foi realizado em área de igapó da Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé, coordenadas geográficas 60°19'08''W – 03°04'22''S e 60°13'46''W - 02°57'50''S. O lago Tupé encontra-se na margem esquerda do rio Negro, nas proximidades da comunidade ribeirinha de São João do Tupé, no município de Manaus - Am, com uma distância de aproximadamente 25 km em linha reta do centro.

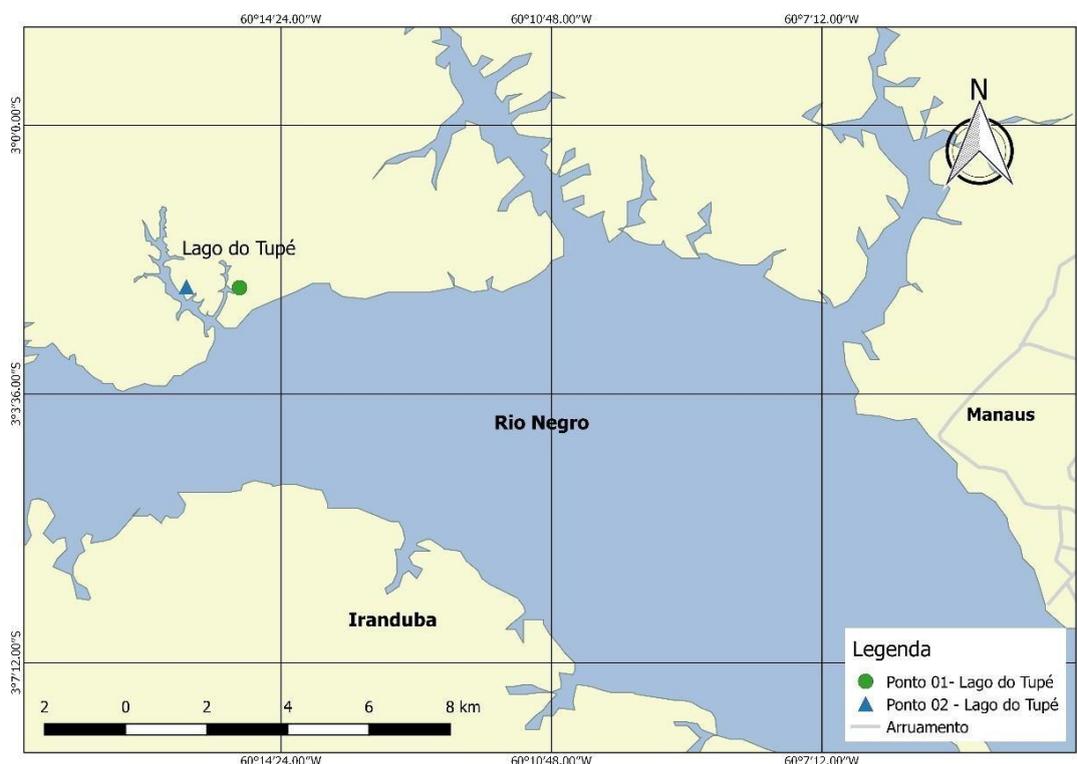


Figura 01. Local da área de estudo – RDS Tupé e os pontos de coleta no lago Tupé.

O lago do Tupé está conectado a bacia do rio Negro por um canal de cerca de 20m de largura, por 0,5m de profundidade e 150m de comprimento durante a fase de seca. Na cheia, o lago apresenta profundidades médias cerca de 15m em sua região central e de 10m nas cabeceiras. No lago Tupé, as são margens íngremes, com vale em forma de “V” (APRILE & DARWICH, 2005).

O pulso de inundação influencia diretamente a transparência da água do lago, podendo atingir valores de até 1,5m na coluna de água de 4,5m, o lago apresenta uma zona eufótica assim como os igarapés, nos quais a transparência

equivale à profundidade máxima, com 0,6m em média (APRILE & DARWICH, 2005).

## **6.2. Amostragens**

As amostragens ocorreram nos meses onde havia a presença de floresta de igapó no lago Tupé, assim sendo, as coletas foram realizadas em setembro de 2016, fevereiro, março, abril, junho, julho, agosto e setembro de 2017. Durante três dias em cada mês, foram mantidas duas baterias de malhadeiras composta por redes de 30 a 120mm entre nós opostos (cada rede com dimensionamento de 10 m de comprimento e altura entre 1,5m), armadas em dois pontos da floresta de igapó, e próxima as árvores que estavam em fase de queda dos frutos. As malhadeiras foram vistoriadas quatro vezes ao dia, em intervalos de seis horas.

Após as coletas, os peixes foram etiquetados e levados para a base de apoio da RDS Tupé, para realização de biometria (peso e medida padrão) dos exemplares e identificação taxonômica dos peixes com o auxílio de chaves de identificação (FERREIRA et al., 1998; SANTOS et al., 2006; SOARES et al., 2008) e de especialistas.

As coletas foram realizadas sob as licenças do SISBIO Número: 50778-1 e SEMMAS Número: 16/2017, e 15/06/16 a proposta encontra-se em avaliação na Comissão de Ética no Uso de Animais da UFAM (CEUA-UFAM).

## **6.3. Análise do conteúdo estomacal**

Após a realização da biometria, os espécimes foram submetidos a um processo de incisão ventral, afim de aferir o conteúdo estômecal ainda em campo. O conteúdo retirado dos estômagos e intestinos foram examinados sob placa de Petri, e separado os frutos existentes para a posterior semeadura. Os demais itens encontrados nos estômagos dos peixes, foram etiquetados, colocados em sacos plásticos, conservados em gelo e levados para Manaus onde, sob microscópio estereoscópio foram identificados até o menor nível taxonômico possível, com ajuda de guias (CAMARGO et al., 2008) e chaves de identificação.

#### **6.4. Semeadura oriunda do trato digestivo**

Após a identificação das sementes em campo, as mesmas foram lavadas em água corrente com o objetivo de eliminar o excesso do material digerido e as secreções digestivas dos peixes. Frutos encontrados ainda com polpa foram cuidadosamente despulpados antes da semeadura (FERREIRA, 2004). Posteriormente, as sementes foram colocadas em sementeiras individuais contendo solo das margens do lago Tupé, área de estudo, sendo assim considerada o tempo inicial no processo de semeadura e transportadas em bandejas de plásticos para o laboratório de ictiologia na Universidade Federal do Amazonas.

O experimento de viabilidade das sementes (germinação) foi mantido no laboratório sob condições de temperatura, luz e umidade relativa ambiente, e com irrigação diária. O critério estabelecido para a germinação de sementes de todas as espécies de plantas foi a observação da protrusão da radícula do embrião, através de monitoramento diário, sendo a data final anotada para posterior comparação.

#### **6.5. Semeadura oriunda da planta – mãe**

Os frutos encontrados à deriva na coluna d'água, juntamente com frutos maduros presentes nas árvores, foram coletados, etiquetados, despulpados e lavados antes das semeaduras, e posteriormente, colocados em sementeiras individuais contendo solo das margens do lago Tupé, sendo assim considerada o tempo inicial no processo de semeadura e transportadas em bandejas de plásticos para o laboratório de ictiologia da UFAM. O experimento de viabilidade das sementes (germinação) foi mantido no laboratório sob condições de temperatura, luz e umidade relativa ambiente, e com irrigação diária. O critério estabelecido para a germinação de sementes de todas as espécies de plantas foi a observação da protrusão da radícula do embrião, através de monitoramento diário, sendo a data final anotada para posterior comparação. A identificação das espécies foi realizada através de chaves botânicas, e ajuda de especialistas do Herbarium da UFAM.

## 6.6 Análise de dados

### 6.6.1 Composição alimentar

A determinação da dieta foi efetuada através da análise do conteúdo estomacal, utilizando os métodos da frequência de ocorrência (F.O) e do volume relativo (%).

A frequência de ocorrência será calculada conforme a fórmula:

$$F.O = \sum i.100/ N$$

Onde,

F.O= Frequência de ocorrência, i = Número de estômagos em que cada item alimentar será identificado; N = Número de estômagos analisados com alimento.

O volume relativo é a estimativa visual do volume de cada item alimentar em relação ao volume total do alimento em cada estômago, em percentagem (HYSLOP, 1980). Os resultados individuais de ambos os métodos foram combinados no Índice Alimentar (IAi) e expressos em percentagem (KAWAKAMI & VAZZOLER, 1980). O cálculo do IAi (%) de cada item, adotou a seguinte fórmula:

$$IAi = F_i * V / \sum_{n=1}^n (F_i * V), \text{ onde:}$$

Onde,

i = item alimentar; F = frequência de ocorrência (%) do determinado item; V= volume (%) de determinado item. Este índice avalia o grau de importância que cada alimento possuiu na dieta dos peixes.

A atividade alimentar foi avaliada através da identificação do Grau de Repleção dos estômagos conforme a escala utilizada por Bennemann, (1985) e modificada por Yabe & Bennemann, (1994) (Tabela 01).

**Tabela 01. Descrição dos aspectos externos para estimativa do grau de repleção dos estômagos com os respectivos pontos atribuídos.**

| <b>Grau de repleção</b>       | <b>Características externas</b>  |
|-------------------------------|--|
| 0% - vazio                    | Estômago sem alimento presente. Parede das porções cárdica e pilórica muito espessa. Diâmetro da porção pilórica correspondente à espessura da parede que ao ser palpada, sente-se muito consistente.                          |
| 25% - pouco cheio (1/4 cheio) | Alimento na porção cárdica em maior quantidade que o grau anterior   |
| 50% - frequente (1/2 cheio)   | Alimento ocupando as duas porções, estando a maior Quantidade na região cárdica, cuja parede torna-se mais delgada em metade de sua extensão. O diâmetro da porção pilórica aumenta na região anterior.                        |
| 75% - cheio (3/4 cheio)       | Alimento ocupando toda a porção cárdica e metade da pilórica. A parede da porção cárdica torna-se delgada em toda a sua extensão. O diâmetro da porção pilórica aumenta muito na metade anterior e em menos graus na restante. |
| 100% - distendido (4/4 cheio) | Alimento ocupando totalmente todo o estômago. A parede das duas porções torna-se tão delgada, que ao ser manuseada facilmente se rompe. O diâmetro da porção pilórica aumenta em toda a extensão.                              |

Fonte: BENNEMANN 1985; YABE & BENNEMANN 1994

A similaridade entre as espécies e a composição alimentar das mesmas foi verificada utilizando a análise de cluster tendo como medida de distância o coeficiente de Bray-curtis (LEGENDRE, 2012). Em seguida foi realizado o cálculo da hierarquia utilizando o método da Distância Mínima ou Vizinho Mais Próximo (Single Linkage) onde é calculada a matriz de distâncias entre os 'n' indivíduos da população e em seguida os indivíduos mais próximos são agrupados. O coeficiente de correlação cofenética foi utilizado para se demonstrar a fidelidade do dendrograma em relação a matriz inicial, sendo que o valor de 0,75 foi definido como mínimo para que o dendrograma fosse considerado fiel à matriz de similaridade (JONGMAN et al., 1995). Foram utilizadas para esta análise somente as espécies que tinham o número amostral superiores há 10 indivíduos.

## 6.6.2 Viabilidade das Sementes

Os seguintes parâmetros germinativos foram calculados de acordo com Ferreira e Borgetti (2004), por meio das seguintes equações:

### a) Porcentagem de germinação (PG):

$$PG = (SG \cdot 100) / AM$$

Onde,

PG= porcentagem de germinação;

SG= número de sementes germinadas;

AM= total de sementes da amostra.

### b) Índice de Velocidade de Germinação (IVG):

$$IVG = \sum (n1/t1)$$

Onde,

IVG = índice de velocidade de germinação;

n1 = número de germinações computadas ao longo dos dias de experimento;

t1 = tempo de experimento.

### c) Tempo Médio de germinação (Tm):

$$tm = \sum ni \cdot ti / \sum ni, \text{ onde}$$

tm = média do tempo necessário para um conjunto de sementes germinar

ni = número de sementes germinadas no intervalo de tempo  $t_{i-1}$  e  $t_i$ .

## 6.7 Análise Estatística

### Delineamento Experimental

O desenho experimental foi conduzido sob três tratamentos estabelecidos conforme o local onde as sementes foram encontradas: Tratamento (1) sementes da região do intestino, Tratamento (2) sementes do estômago e Tratamento (c) denominado tratamento controle pela semente oriunda da própria planta-mãe.

**Tabela 02. Delineamento experimental**

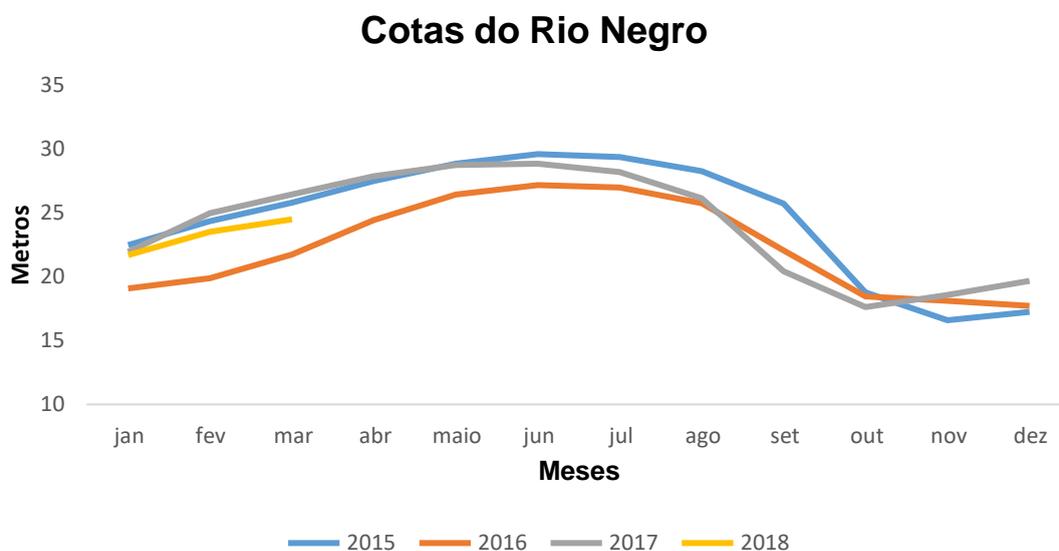
|      | IGAPÓ         |              |                |
|------|---------------|--------------|----------------|
|      | Intestino (1) | Estômago (2) | Planta-Mãe (C) |
| sp 1 |               |              |                |
| sp 2 |               |              |                |
| sp 3 |               |              |                |
| sp N |               |              |                |

Os dados foram tabulados e organizados para uso em uma Anova One-way com nível de significância a 5%, para verificar se existem diferenças significativas entre os tratamentos (tratamento 1 = sementes presentes no intestino, tratamento 2 = sementes presentes no estômago e tratamento controle = sementes oriundas diretamente da planta mãe), considerando os exemplares de peixes como replica. Para as espécies que não foram encontradas sementes da planta mãe foi aplicado o teste *t*. O teste Post-hoc utilizado foi o teste de Tukey ( $P < 0,05$ ). O software utilizado será o R versão 3.1.10. (R Development Core Team 2016).

## 7. Resultados

### 7.1 Nível da água do rio Negro

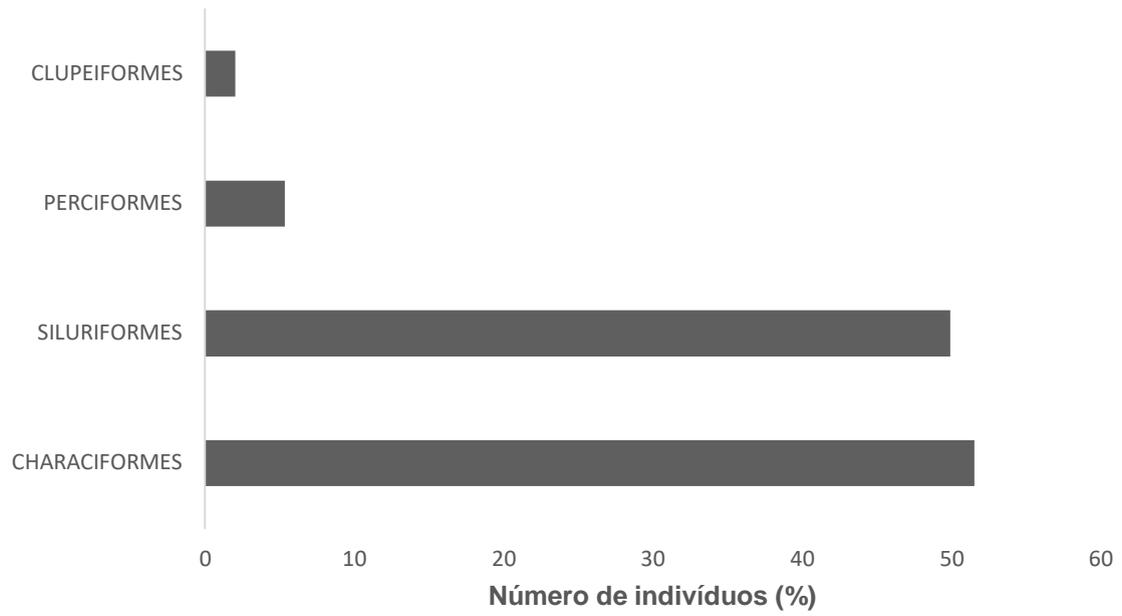
Os resultados obtidos durante o período das coletas do experimento mostraram que as cotas estavam dentro da normalidade quando comparadas com outros anos. A cota mínima foi de 20,41 metros encontrada no mês de setembro de 2017, e a cota máxima de 28,83 metros verificada no mês de junho de 2017 (Figura 02).



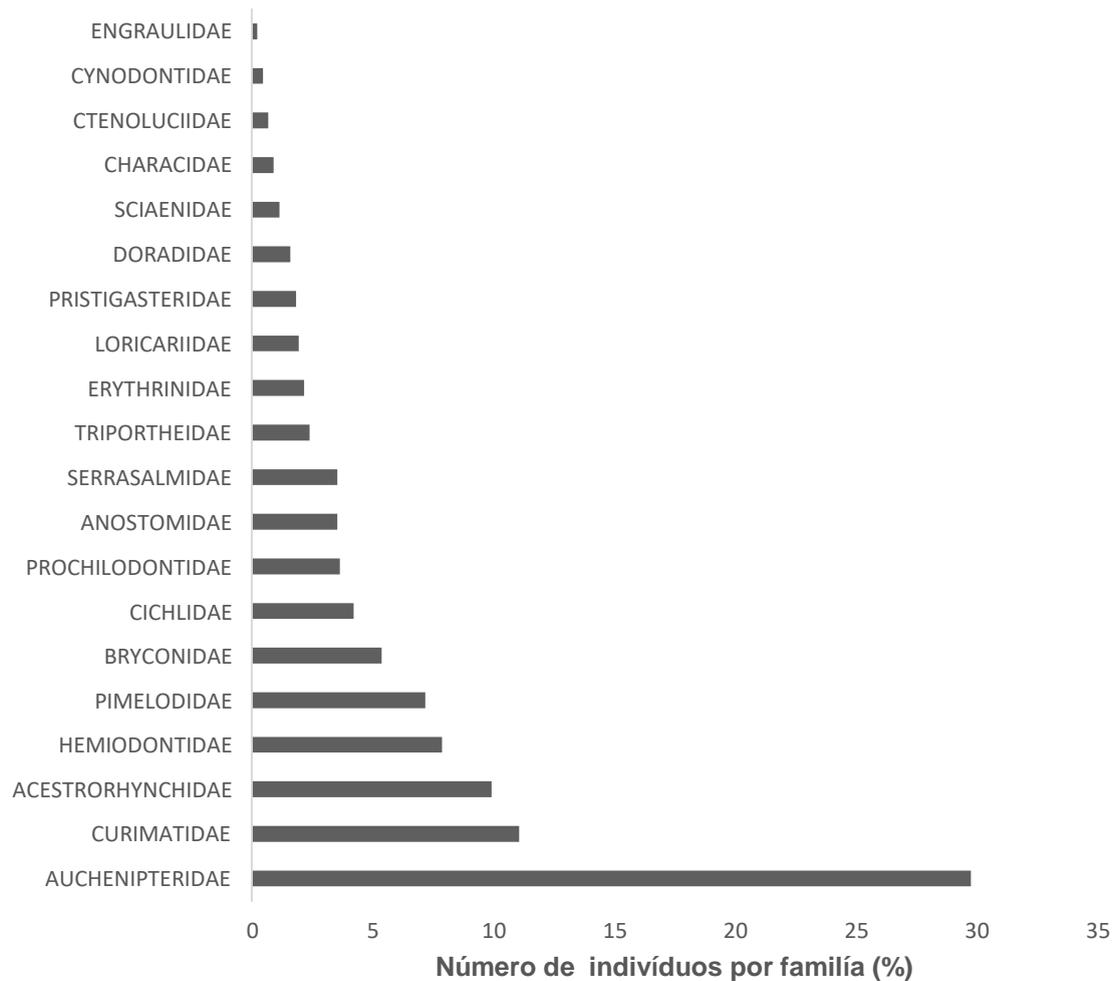
**Figura 02. Variação do nível da água do Rio Negro nos anos 2015, 2016, 2017 e início de 2018. Fonte: CPRM**

### 7.2 Assembleias de peixes e estrutura trófica

Foram coletados um total de 878 indivíduos, distribuídos em 4 ordens, 20 famílias, 46 gêneros e 67 espécies (Tabela 03). A ordem predominante em relação a abundância numérica foi Characiformes (51,60%), seguido por Siluriformes (40,98%), Perciformes (5,37%) e Clupeiformes (2,05) (Figura 03).

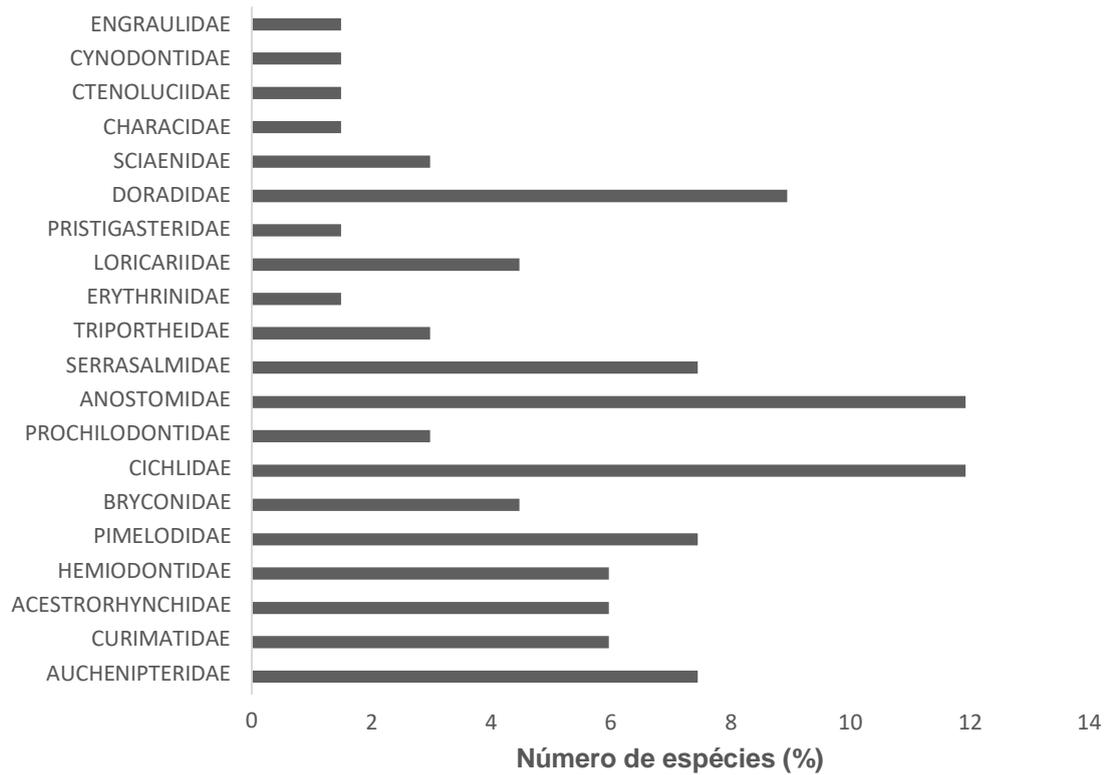


**Figura 03. Porcentagem do número de indivíduos dentro de cada ordem capturados na floresta de igapó na RDS Tupé.**



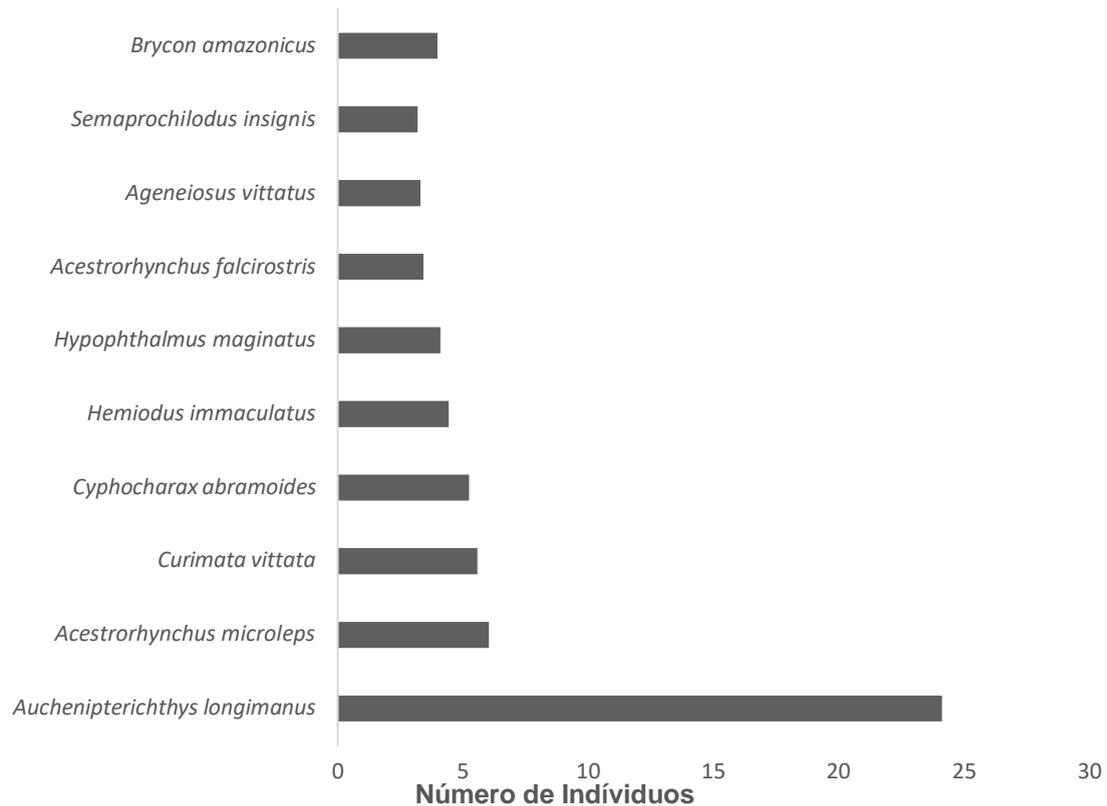
**Figura 04. Porcentagem do número de indivíduos por famílias capturadas na floresta de igapó na RDS Tupé.**

As famílias mais representativas em número de indivíduos foram Auchenipteridae (29,79%), Curimatidae (11,07%), Acestrorhynchidae (9,93%) e Hemiodontidae (7,87%) (Figura 04). A família Anostomidae também apresentou a maior abundância em número de espécies (11,59%), o mesmo número de espécies para Cichlidae (11,59%) e seguida por Auchenipteridae (8,70%) (Figura 05).



**Figura 05. Porcentagem do número de espécies presentes em cada família para a floresta de igapó da RDS Tupé.**

As três espécies mais abundantes em número de indivíduos no igapó da RDS Tupé foram *Auchenipterichthys longimanus* (24,20%) *Acestrorhynchus mycrolepis* (6,05%) e *Curimata vitatta* (5,59%) (Figura 06). O número de indivíduos por espécie demonstrou que poucas dominaram numericamente. As espécies *L. bimaculatus*, *T. galeatus*, *P. latior*, *Astrodoras sp.*, *A. microlepis*, *M. insignis*, *P. ananás*, *R. argenteofuscus*, *A. spinosissimus*, *P. flavipinnis*, *Potamorhina sp.*, *A. nassa*, *P. granulatus*, *S. lima*, *P. scalare*, *C. monoculus* e *S. altispinis* apresentaram apenas um único indivíduo no ambiente de coleta.



**Figura 06. Abundância relativa do número de indivíduos das dez espécies mais abundantes na floresta de igapó da RDS Tupé.**

### **7.3 Estrutura trófica das assembleias de peixes da floresta de igapó**

Os resultados das análises dos 523 conteúdos estomacais revelaram uma dieta diversificada na qual os peixes consumiram como itens alimentares principais: insetos (IN), representados por insetos imaturos, larvas, ninfas, insetos adultos, e fragmentos de insetos não identificados; crustáceos (CR), constituídos por camarões e caranguejos; micro crustáceos (ZOO), constituídos por cladóceras e copépodos; peixes (P), constituídos por peixes inteiros, restos de peixes e escamas; frutos e sementes (FS), constituídos por frutos e sementes, inteiros ou não; material vegetal (MV), constituídos por pedaços de folhas, flores e raízes, e material digerido o qual não foi possível identificar suas origens devido ao estágio avançado de digestão (Tabela 03).

**Tabela 03. Número de estômagos analisados com alimento por espécie durante o experimento; Ordem; Família; Espécie; nº de indivíduos; Índice Alimentar (IAi) % de cada espécie. Peixe (P); Fruto/Semente (FS); Insetos (I); Material Vegetal (MV); Detritos (D); Crustáceos (CR); Material Digerido (MD); Zooplankton (ZOO).**

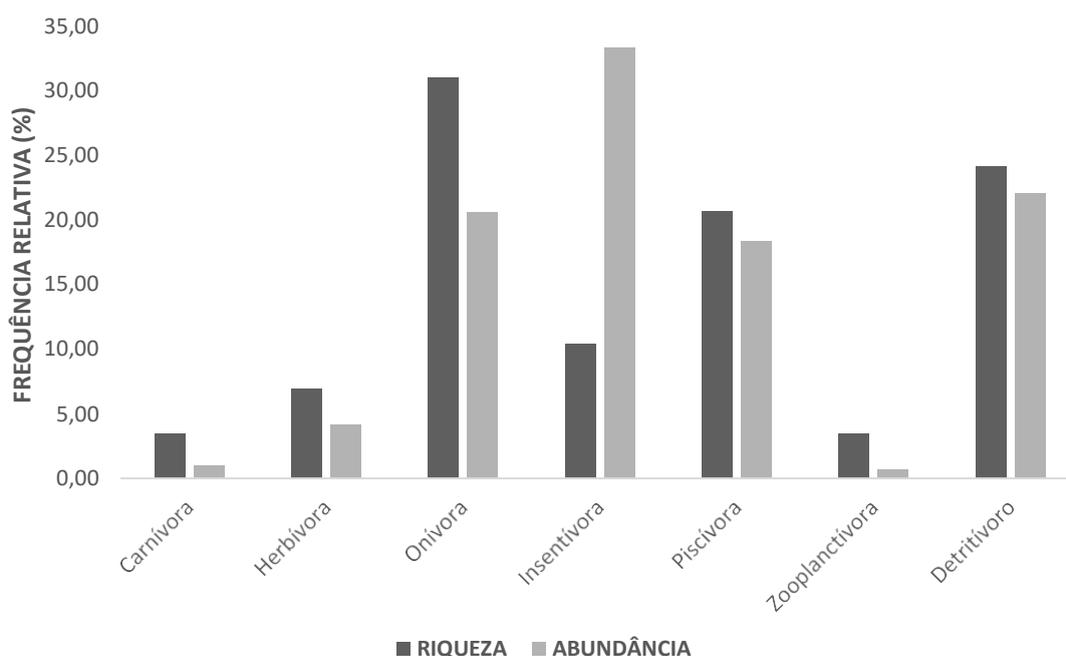
| ORDEM/ FAMÍLIA/ ESPÉCIES                                    | N  | Índice Alimentar (IAi) % |       |       |       |       |       |       |       |
|---|----|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|   |    | P                        | FS    | IN    | MV    | DT    | CR    | MD    | ZOO   |
| <b>CLUPEIFORMES</b>   |    |                          |       |       |       |       |       |       |       |
| <b>Pristigasteridae</b>                                     |    |                          |       |       |       |       |       |       |       |
| <i>Pellona flavipinnis</i> (Valenciennes, 1837)             | 13 | 7,32                     | 1,25  | 35,12 | 6,13  | -     | 1,39  | 48,78 | -     |
| <b>CHARACIFORMES</b>  |    |                          |       |       |       |       |       |       |       |
| <b>Acestrorhynchidae</b>                                    |    |                          |       |       |       |       |       |       |       |
| <i>Acestrorhynchus microlepis</i> (Jardine, 1841)           | 12 | 83,00                    | -     | -     | 0,89  | -     | -     | 16,11 | -     |
| <i>Acestrorhynchus falcirostris</i> (Cuvier, 1819)          | 8  | 73,53                    | -     | -     | -     | -     | -     | 26,47 | -     |
| <b>Characidae</b>   |    |                          |       |       |       |       |       |       |       |
| <i>Charax gibbosus</i> (Linnaeus, 1758)                     | 2  | 14,29                    | -     | -     | -     | -     | -     | 85,71 | -     |
| <b>Ctenoluciidae</b>  |    |                          |       |       |       |       |       |       |       |
| <i>Boulengerella lucius</i> (Cuvier, 1816)                  | 3  | 100,0                    | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
| <b>Erythrindae</b>  |    |                          |       |       |       |       |       |       |       |
| <i>Hoplias malabaricus</i> (Bloch, 1794)                    | 4  | 83,33                    | -     | -     | -     | -     | 11,11 | 5,56  | -     |
| <b>Cynodontidae</b>   |    |                          |       |       |       |       |       |       |       |
| <i>Cynodon gibbus</i> (Agassiz, 1829)                       | 4  | 25,51                    | -     | 19,39 | -     | -     | -     | 55,10 | -     |
| <b>Bryconidae</b>   |    |                          |       |       |       |       |       |       |       |
| <i>Brycon melanopterus</i> (Cope, 1872)                     | 5  | -                        | 31,65 | -     | 68,35 | -     | -     | -     | -     |
| <i>Brycon amazonicus</i> (Spix & Agassiz, 1829)             | 24 | -                        | 17,41 | 7,26  | 17,43 | -     | -     | 61,81 | -     |
| <i>Brycon pesu</i> (Müller & Troschel, 1845)                | 4  | -                        | -     | 18,27 | -     | -     | -     | 81,73 | -     |
| <b>Serrasalmidae</b>  |    |                          |       |       |       |       |       |       |       |
| <i>Serrasalmus gouldingi</i> (Fink & Machado-Allison, 1992) | 4  | -                        | 4,10  | -     | 11,62 | -     | -     | 84,28 | -     |
| <i>Serrasalmus altispinis</i> (Merckx, Jégu & Santos, 2000) | 1  | -                        | -     | 50,00 | -     | -     | -     | 50,00 | -     |
| <i>Serrasalmus rhombeus</i> (Linnaeus, 1766)                | 4  | -                        | 27,03 | -     | 40,54 | -     | -     | 32,43 | -     |
| <i>Metynnis hypsauchen</i> (Müller & Troschel, 1844)        | 14 | -                        | 10,70 | -     | 66,27 | -     | -     | 23,03 | -     |
| <i>Metynnis lippincottianus</i> (Cope, 1870)                | 3  | -                        | -     | -     | -     | -     | -     | 100,0 | -     |
| <b>Hemiodontidae</b>  |    |                          |       |       |       |       |       |       |       |
| <i>Argonectes longiceps</i> (Eigenmann, 1912)               | 7  | -                        | -     | 0,23  | 4,60  | -     | -     | 95,16 | -     |
| <i>Anodus elongatus</i> (Agassiz, 1829)                     | 3  | -                        | -     | -     | -     | -     | -     | -     | 100,0 |
| <i>Hemiodus atranalis</i> (Fowler, 1940)                    | 9  | -                        | -     | -     | -     | 25,00 | -     | 75,00 | -     |
| <i>Hemiodus immaculatus</i> (Kner, 1858)                    | 29 | -                        | -     | 14,34 | 4,50  | 0,53  | -     | 80,63 | -     |
| <b>Triporthidae</b>   |    |                          |       |       |       |       |       |       |       |
| <i>Triporthes elongatus</i> (Günther, 1864)                 | 8  | -                        | -     | 49,54 | 11,43 | -     | -     | 39,02 | -     |
| <i>Agoniates halecinus</i> (Müller & Troschel, 1845)        | 3  | -                        | -     | -     | -     | -     | -     | 100,0 | -     |
| <b>Anostomidae</b>  |    |                          |       |       |       |       |       |       |       |
| <i>Laemolyta taeniata</i> (Kner, 1858)                      | 12 | -                        | -     | 0,50  | 6,59  | -     | -     | 92,91 | -     |
| <i>Laemolyta varia</i> (Garman, 1890)                       | 1  | -                        | -     | -     | 50,00 | 50,00 | -     | -     | -     |
| <i>Leporinus affinis</i> (Gunther, 1864)                    | 4  | -                        | -     | -     | -     | -     | -     | 100,0 | -     |
| <i>Leporinus</i> sp.  | 2  | -                        | -     | -     | -     | -     | -     | 100,0 | -     |
| <i>Leporinus fasciatus</i> (Bloch, 1794)                    | 2  | -                        | -     | -     | 50,00 | -     | 50,00 | -     | -     |
| <i>Pseudanos trimaculatus</i> (Kner, 1858)                  | 2  | -                        | -     | -     | -     | -     | -     | 100,0 | -     |

|   |            |       |      |       |       |       |       |       |   |   |
|---|------------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|---|---|
| <b>Prochilodontidae</b>                                 |            |       |      |       |       |       |       |       |   |   |
| <i>Semaprochilodus insignis</i> (Jardine, 1841)         | 23         | -     | -    | -     | -     | 100,0 | -     | -     | - | - |
| <i>Semaprochilodus taeniurus</i> (Valenciennes, 1821)   | 1          | -     | -    | -     | -     | 100,0 | -     | -     | - | - |
| <b>Curimatidae</b>                                      |            |       |      |       |       |       |       |       |   |   |
| <i>Cyphocharax abramoides</i> (Kner, 1858)              | 42         | -     | -    | -     | -     | 100,0 | -     | -     | - | - |
| <i>Potamorhina latior</i> (Spix & Agassiz, 1829)        | 1          | -     | -    | -     | -     | 100,0 | -     | -     | - | - |
| <i>Curimata vittata</i> (Kner, 1858)                    | 31         | -     | -    | -     | -     | 100,0 | -     | -     | - | - |
| <b>SILURIFORMES</b>                                     |            |       |      |       |       |       |       |       |   |   |
| <b>Loricariidae</b>                                     |            |       |      |       |       |       |       |       |   |   |
| <i>Ancistrus</i> sp.                                    | 2          | -     | -    | -     | -     | 100,0 | -     | -     | - | - |
| <i>Dekeyseria amazonica</i>                             | 5          | -     | -    | -     | -     | 100,0 | -     | -     | - | - |
| <b>Pimelodidae</b>                                      |            |       |      |       |       |       |       |       |   |   |
| <i>Pimelodina flavipinnis</i> (Steindachner, 1876)      | 1          | -     | -    | -     | -     | -     | -     | 100,0 | - | - |
| <b>Auchenipteridae</b>                                  |            |       |      |       |       |       |       |       |   |   |
| <i>Auchenipterichthys longimanus</i> (Günther, 1864)    | 172        | 0,07  | 4,46 | 73,99 | 0,32  | -     | -     | 21,16 | - | - |
| <i>Trachelyopterus taeniatus</i> (Kner, 1858)           | 15         | -     | -    | 83,73 | -     | -     | -     | 16,27 | - | - |
| <i>Ageneiosus vittatus</i> (Steindachner, 1908)         | 15         | -     | -    | -     | 3,73  | 2,26  | -     | 94,01 | - | - |
| <b>Doradidae</b>  |            |       |      |       |       |       |       |       |   |   |
| <i>Scorpidoras</i> sp.                                  | 2          | -     | -    | -     | -     | -     | -     | 100,0 | - | - |
| <i>Physopyxis ananas</i> (Souza & Rapp Py-Daniel, 2005) | 1          | -     | -    | -     | -     | -     | -     | 100,0 | - | - |
| <b>PERCIFORMES</b>                                      |            |       |      |       |       |       |       |       |   |   |
| <b>Sciaenidae</b>                                       |            |       |      |       |       |       |       |       |   |   |
| <i>Plagioscion monteii</i> (Heckel, 1840)               | 5          | 5,00  | -    | 10,00 | -     | -     | 10,00 | 75,00 | - | - |
| <i>Plagioscion squamosissimu</i> (Heckel, 1840)         | 1          | 100,0 | -    | -     | -     | -     | -     | -     | - | - |
| <b>Cichlidae</b>  |            |       |      |       |       |       |       |       |   |   |
| <i>Geophagus proximus</i> (Castelnau, 1855)             | 7          | -     | -    | -     | -     | 100,0 | -     | -     | - | - |
| <i>Cichla temensis</i> (Humboldt, 1821)                 | 5          | 96,59 | -    | -     | -     | 3,40  | -     | -     | - | - |
| <i>Cichla monoculus</i> (Agassiz, 1831)                 | 1          | -     | -    | -     | -     | -     | -     | 100,0 | - | - |
| <i>Pterophyllum scalare</i> (Lichtenstein, 1823)        | 1          | -     | -    | -     | -     | -     | -     | 100,0 | - | - |
| <i>Acaronia nassa</i> (Heckel, 1840)                    | 1          | -     | -    | -     | -     | 100,0 | -     | -     | - | - |
| <i>Acarichthys heckelii</i> (Müller & Troschel, 1849)   | 1          | -     | -    | -     | -     | 100,0 | -     | -     | - | - |
| <i>Mesonauta insignis</i> (Heckel, 1840)                | 1          | -     | -    | -     | 50,00 | -     | -     | 50,00 | - | - |
| <i>Uaru amphiacanthoides</i> (Heckel, 1840)             | 2          | -     | -    | -     | -     | -     | -     | 100,0 | - | - |
| <b>TOTAL</b>  | <b>523</b> |       |      |       |       |       |       |       |   |   |

A partir do cálculo do Índice de Importância Alimentar (%) (IAi), as 66 espécies foram agrupadas em categorias segundo Zavala-Camin (1996), de acordo com o regime alimentar, sendo classificadas como carnívoras (ingerem principalmente itens de origem animal), piscívoras (ingerem principalmente peixes), insetívoras (ingerem principalmente insetos), frugívoras (ingerem principalmente frutos e sementes), onívoras (ingerem alimentos de origem animal e vegetal), herbívoras (ingerem alimentos de origem vegetal) e

zooplanctívoras (ingerem microrganismos de origem animal ou zooplâncton) (Figura 07). Foram encontradas sete espécies de peixes consumidoras de frutos e sementes pertencentes às famílias Myrtaceae, Dilleniaceae e Lecythydaceae e também, por insetos pertencentes às ordens Himenóptera, Coleóptera, Hemíptera, Díptera, Lepidóptera (Tabela 06).

A categoria dos onívoros apresentou o maior número de espécies (31,03%), seguidas dos detritívoros (24,14%) e piscívoros (20,69%) (Figura 07). Os insetívoros apresentaram a maior abundância (33,29%), seguida dos detritívoros (22,05%) e dos onívoros (20,55%) (Figura 07). Apesar disso, a dieta de 40 espécies com 146 indivíduos não pode ser determinada, uma vez que apresentaram poucos indivíduos coletados e estômagos analisados, inviabilizando assim uma conclusão precisa do seu conteúdo (Tabela 04).



**Figura 07. Frequência relativa (%) das categorias tróficas encontradas para as espécies analisadas pertencentes a floresta de igapó da RDS Tupé.**

A espécie mais abundante representante da guilda dos carnívoros foi a traíra *H. malabaricus*, alimentando-se principalmente peixes, e tendo a presença de crustáceos, apresentando forte tendência a piscivoria (83,33%).

O cangati *A. longimanus* apresentou o IAI de 73,99% para insetos das ordens Hymenoptera, Hemiptera, Lepidoptera, Coleoptera e também restos de

insetos e ovos não identificados. O também cangati *Trachelyopterus taeniatus* com IAi de 83,33% para insetos das ordens Hymenoptera, Lepidoptera, Coleoptera, caracterizam-se como as espécies mais abundantes pertencentes a guilda dos insetívoros, respectivamente.

As principais representantes da categoria trófica de onívoros foram as espécies *H. immaculatus*, *P. flavipinnis* e *B. amazonicus* onde foram encontrados a presença de vários itens tanto de origem vegetal como animal. Dentre o item insetos, sendo o mais representativo, destacam-se os insetos das ordens Hymenoptera, Coleoptera, porém também foi constatado material vegetal, e o material digerido sendo possivelmente parte animal principalmente insetos e outra parte de restos de plantas, frutos e sementes, mostrando uma variação no hábito alimentar da espécie.

As espécies mais representativa na guilda trófica dos piscívoros foram as espécies *Acestrorhynchus mycroleps*, *Cichla temensis*, *Acestrorhynchus falcistrostris* e *Hoplias malabaricus* que apresentaram valores elevados para o item alimentar peixe com a presença de peixe inteiros, escamas e restos de peixe.

Não houve a presença da guilda trófica frugívora, porém, as espécies de matrinxã *B. melanopterus* *B. amazonicus* apresentaram valores de IAi (%) de 31,65% e 17,41%, respectivamente, como também *Serrasalmus rhombeus* que teve 27,03%. O cangati *A. longimanus*, apresentou uma quantidade de frutos e sementes com o IAi (%) de 4,46%.

Na guilda dos herbívoros as espécies de pacú *M. hysauchen*, *B. melanopterus* e *S. rhombeus* destacaram por apresentarem em sua alimentação números superiores a 65% para material de origem vegetal.

Através da análise de agrupamento, constatamos que a composição da dieta dividiu as espécies em quatro guildas tróficas, o grupo 1 como os consumidores dos detritos, o grupo 2 agrupou os carnívoros, enquanto o grupo 3 e 4 teve resultados pendendo para a onivoria, embora o grupo 3 mostre uma tendência para o consumo dos insetos (Figura 08).

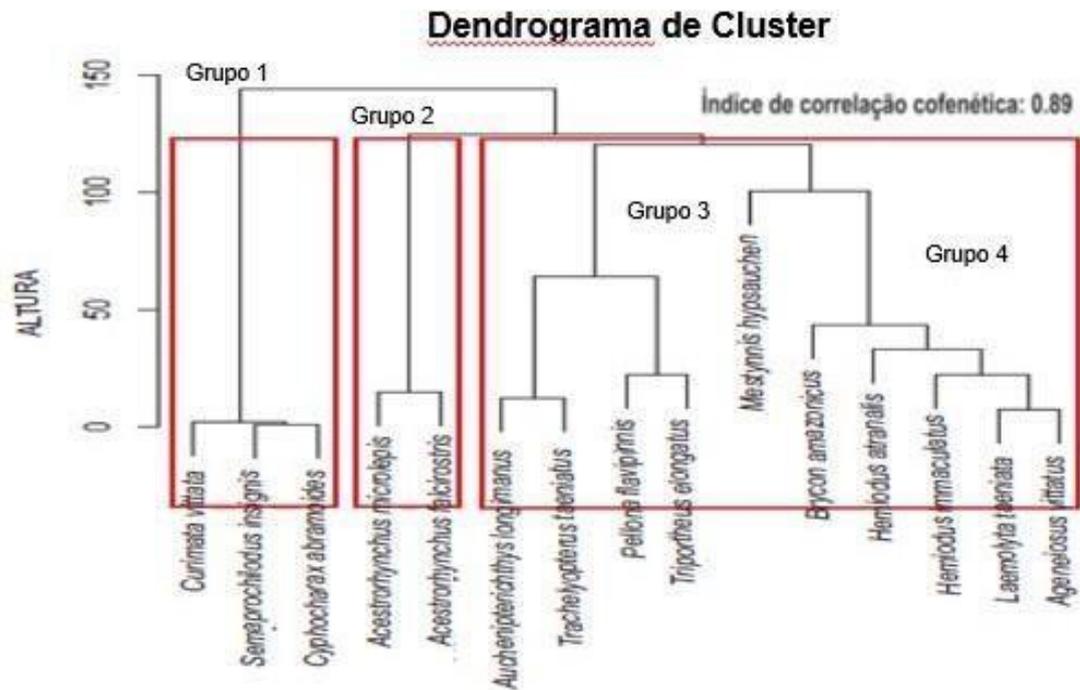


Figura 08. Dendrograma da similaridade da dieta dos peixes analisados com valores de IAi (%) presentes na floresta de igapó da RDS Tupé.

#### 7.4 Atividade alimentar das assembleias de peixes da floresta de igapó

Foram analisados o conteúdo estomacal de 817 exemplares pertencentes a 64 espécies do igapó, sendo que 523 estômagos apresentaram contendo algum alimento, sendo que do total, 294 foram classificados como estômagos vazios (35,98%), 166 como pouco cheios (20,31%), 118 como frequente (14,43%), 93 como cheios (11,38%) e 146 como distendidos (17,87%) (Tabela 04).

Tabela 04. Grau de Repleção de cada espécie capturada durante o experimento.

| ORDEM/FAMÍLIA/ESPÉCIES                                    | N  | Grau de Repleção % |     |     |     |      |
|---|----|--------------------|-----|-----|-----|------|
|   |    | 0%                 | 25% | 50% | 75% | 100% |
| <b>CLUPEIFORMES</b>                                       |    |                    |     |     |     |      |
| <b>Pristigasteridae</b>                                   |    |                    |     |     |     |      |
| <i>Pellona flavipinnis</i> (Valenciennes, 1837)           | 16 | 3                  | 5   | 3   | 3   | 2    |
| <b>Engraulidae</b>  |    |                    |     |     |     |      |
| <i>Anchovia surinamensis</i> (Bleeker, 1865)              | 2  | 2                  | -   | -   | -   | -    |
| <b>CHARACIFORMES</b>                                      |    |                    |     |     |     |      |
| <b>Acestrorhynchidae</b>                                  |    |                    |     |     |     |      |
| <i>Acestrorhynchus microlepis</i> (Jardine, 1841)         | 53 | 41                 | 4   | 2   | -   | 6    |
| <i>Acestrorhynchus falcatus</i> (Bloch, 1794)             | 2  | 2                  | -   | -   | -   | -    |
| <i>Acestrorhynchus grandoculis</i> (Menezes & Géry, 1983) | 2  | 2                  | -   | -   | -   | -    |
| <i>Acestrorhynchus falcirostris</i> (Cuvier, 1819)        | 30 | 22                 | 4   | -   | -   | 4    |
| <b>Characidae</b>   |    |                    |     |     |     |      |
| <i>Charax gibbosus</i> (Linnaeus, 1758)                   | 8  | 6                  | 1   | -   | 1   | -    |

|   |     |    |    |    |    |    |
|---|-----|----|----|----|----|----|
| <b>Ctenoluciidae</b>  |     |    |    |    |    |    |
| <i>Boulengerella lucius</i> (Cuvier, 1816)                  | 6   | 3  | -  | 1  | 1  | 1  |
| <b>Erythrinidae</b>   |     |    |    |    |    |    |
| <i>Hoplias malabaricus</i> (Bloch, 1794)                    | 19  | 15 | 2  | -  | 1  | 1  |
| <b>Cynodontidae</b>   |     |    |    |    |    |    |
| <i>Cynodon gibbus</i> (Agassiz, 1829)                       | 4   | -  | 1  | 2  | 1  | -  |
| <b>Bryconidae</b>   |     |    |    |    |    |    |
| <i>Brycon melanopterus</i> (Cope, 1872)                     | 7   | 2  | 2  | 1  | 2  | -  |
| <i>Brycon amazonicus</i> (Spix & Agassiz, 1829)             | 35  | 11 | 9  | 6  | 1  | 8  |
| <i>Brycon pesu</i> (Müller & Troschel, 1845)                | 5   | 1  | 3  | 1  | -  | -  |
| <b>Serrasalminidae</b>                                      |     |    |    |    |    |    |
| <i>Serrasalmus gouldingi</i> (Fink & Machado-Allison, 1992) | 8   | 3  | 1  | 2  | -  | 2  |
| <i>Serrasalmus altispinis</i> (Merckx, Jégu & Santos, 2000) | 1   | -  | -  | 1  | -  | -  |
| <i>Serrasalmus rhombeus</i> (Linnaeus, 1766)                | 5   | 1  | 1  | 2  | -  | 1  |
| <i>Metynnis hypsauchen</i> (Müller & Troschel, 1844)        | 16  | 2  | 2  | 5  | 3  | 4  |
| <i>Metynnis lippincottianus</i> (Cope, 1870)                | 3   | -  | -  | -  | 2  | 1  |
| <b>Hemiodontidae</b>  |     |    |    |    |    |    |
| <i>Argonectes longiceps</i> (Eigenmann, 1912)               | 12  | 5  | 4  | 1  | 1  | 1  |
| <i>Anodus elongatus</i> (Agassiz, 1829)                     | 5   | 2  | 2  | 1  | -  | -  |
| <i>Hemiodus atranalis</i> (Fowler, 1940)                    | 13  | 4  | 4  | 1  | -  | 4  |
| <i>Hemiodus immaculatus</i> Kner, 1858                      | 39  | 10 | 12 | 12 | 4  | 1  |
| <b>Triporthidae</b>   |     |    |    |    |    |    |
| <i>Triporthus elongatus</i> (Günther, 1864)                 | 13  | 5  | 6  | 2  | -  | -  |
| <i>Agoniatas halecinus</i> (Müller & Troschel, 1845)        | 8   | 5  | 3  | -  | -  | -  |
| <b>Anostomidae</b>  |     |    |    |    |    |    |
| <i>Laemolyta taeniata</i> (Kner, 1858)                      | 14  | 2  | 9  | 1  | -  | 2  |
| <i>Laemolyta varia</i> (Garman, 1890)                       | 2   | 1  | 1  | -  | -  | -  |
| <i>Leporinus affinis</i> (Gunther, 1864)                    | 6   | 2  | -  | 3  | -  | 1  |
| <i>Leporinus</i> sp.  | 3   | 1  | 2  | -  | -  | -  |
| <i>Leporinus bimaculatus</i> (Castelnau, 1855)              | 1   | 1  | -  | -  | -  | -  |
| <i>Leporinus fasciatus</i> (Bloch, 1794)                    | 2   | -  | -  | 2  | -  | -  |
| <i>Rhytidus argenteofuscus</i> (Kner, 1858)                 | 1   | 1  | -  | -  | -  | -  |
| <i>Pseudanos trimaculatus</i> (Kner, 1858)                  | 2   | -  | 1  | 1  | -  | -  |
| <b>Prochilodontidae</b>                                     |     |    |    |    |    |    |
| <i>Semaprochilodus insignis</i> (Jardine, 1841)             | 28  | 5  | 8  | 6  | 1  | 8  |
| <i>Semaprochilodus taeniurus</i> (Valenciennes, 1821)       | 4   | 3  | -  | -  | -  | 1  |
| <b>Curimatidae</b>  |     |    |    |    |    |    |
| <i>Cyphocharax abramoides</i> (Kner, 1858)                  | 46  | 4  | -  | -  | -  | 42 |
| <i>Potamorhina</i> sp.                                      | 1   | 1  | -  | -  | -  | -  |
| <i>Potamorhina latior</i> (Spix & Agassiz, 1829)            | 1   | -  | -  | 1  | -  | -  |
| <i>Curimata vittata</i> (Kner, 1858)                        | 49  | 18 | -  | -  | 31 |    |
| <b>SILURIFORMES</b>   |     |    |    |    |    |    |
| <b>Loricariidae</b>   |     |    |    |    |    |    |
| <i>Ancistrus</i> sp.  | 7   | 5  | 2  | -  | -  | -  |
| <i>Dekeyseria amazonica</i> (Rapp Py-Daniel, 1985)          | 7   | 2  | 4  | 1  | -  | -  |
| <i>Loricariichthys acutus</i> (Valenciennes, 1840)          | 3   | 3  | -  | -  | -  | -  |
| <b>Pimelodidae</b>  |     |    |    |    |    |    |
| <i>Pimelodina flavipinnis</i> (Steindachner, 1876)          | 1   | -  | 1  | -  | -  | -  |
| <i>Hypophthalmus marginatus</i> (Valenciennes, 1840)        | 36  | -  | -  | -  | -  | -  |
| <i>Hypophthalmus fimbriatus</i> (Kner, 1858)                | 10  | -  | -  | -  | -  | -  |
| <i>Hypophthalmus edentatus</i> (Spix & Agassiz, 1829)       | 15  | -  | -  | -  | -  | -  |
| <i>Sorubim lima</i> (Block & Schneider, 1801)               | 1   | 1  | -  | -  | -  | -  |
| <b>Auchenipteridae</b>                                      |     |    |    |    |    |    |
| <i>Auchenipterichthys longimanus</i> (Günther, 1864)        | 212 | 40 | 49 | 43 | 35 | 45 |
| <i>Trachelyopterus taeniatus</i> (Kner,1858)                | 18  | 3  | 1  | 4  | 5  | 5  |
| <i>Trachelyopterus galeatus</i> (Linnaeus, 1766)            | 1   | 1  | -  | -  | -  | -  |
| <i>Ageneiosus ucayalensis</i> (Castelnau, 1855)             | 5   | 5  | -  | -  | -  | -  |
| <i>Ageneiosus vittatus</i> (Steindachner, 1908)             | 29  | 14 | 9  | 4  | -  | 2  |

| <b>Doradidae</b>  |            |            |            |            |           |            |
|---|------------|------------|------------|------------|-----------|------------|
| <i>Astrodoras asterifrons</i> (Kner, 1853)                      | 1          | 1          | -          | -          | -         | -          |
| <i>Scorpidoras</i> sp.  | 5          | 3          | 1          | 1          | -         | -          |
| <i>Pterodoras granulatus</i> (Valenciennes, 1821)               | 1          | 1          | -          | -          | -         | -          |
| <i>Acanthodoras spinosissimus</i> (Eigenmann & Eigenmann, 1888) | 1          | 1          | -          | -          | -         | -          |
| <i>Physopyxis ananas</i> (Souza & Rapp Py-Daniel, 2005)         | 1          | -          | 1          | -          | -         | -          |
| <i>Nemadoras hemipeltis</i> (Eigenmann, 1825)                   | 5          | 5          | -          | -          | -         | -          |
| <b>PERCIFORMES</b>  |            |            |            |            |           |            |
| <b>Sciaenidae</b>   |            |            |            |            |           |            |
| <i>Plagioscion monteii</i> (Heckel, 1840)                       | 7          | 2          | 1          | 3          | 1         | -          |
| <i>Plagioscion squamosissimu</i> (Heckel, 1840)                 | 3          | 2          | 1          | -          | -         | -          |
| <b>Cichlidae</b>  |            |            |            |            |           |            |
| <i>Geophagus proximus</i> (Castelnau, 1855)                     | 11         | 4          | 3          | 4          | -         | -          |
| <i>Cichla temensis</i> (Humboldt, 1821)                         | 18         | 13         | 1          | -          | -         | 4          |
| <i>Cichla monoculus</i> (Agassiz, 1831)                         | 1          | 1          | -          | -          | -         | -          |
| <i>Pterophyllum scalare</i> (Lichtenstein, 1823)                | 1          | -          | 1          | -          | -         | -          |
| <i>Acaronia nassa</i> (Heckel, 1840)                            | 1          | -          | 1          | -          | -         | -          |
| <i>Acarichthys heckelii</i> (Müller & Troschel, 1849)           | 2          | 1          | 1          | -          | -         | -          |
| <i>Mesonauta insignis</i> (Heckel, 1840)                        | 1          | -          | -          | 1          | -         | -          |
| <i>Uaru amphiacanthoides</i> (Heckel, 1840)                     | 2          | -          | 2          | -          | -         | -          |
| <b>TOTAL</b>  | <b>878</b> | <b>294</b> | <b>166</b> | <b>118</b> | <b>93</b> | <b>146</b> |

## 7.5 Peixes consumidores de sementes e potenciais dispersores

Sementes mastigadas e completamente trituradas foram encontradas no trato digestório de exemplares de *Pellona flavipinis* (Pristigasteridae) (n=1), *Metynnis hypsauchen*, *Serrasalmus gouldingi*, *Serrasalmus rhombeus* (Serrasalmidae) (n=10) *Brycon amazonicus*, *Brycon melanopterus* (Bryconidae) (n=11), sendo assim em nenhuma delas foi realizada o processo de sementeira devido ao estado das sementes. Porém foram encontradas sementes inteiras em apenas 35 indivíduos na espécie *Auchenipterichthys longimanus* (cangati), num total de 172 estômagos contendo vários itens alimentares, principalmente insetos (Tabela 05). Os resultados nos levam a recusar a hipótese de que todos os peixes capturados da floresta do igapó do lago Tupé realizam a ictiocoria, sugerindo que o consumo de frutas por peixes é realizado por um grupo restrito ou por apenas uma espécie, no caso de nossos resultados.

**Tabela 05. Número de exemplares, biometria da espécie *Auchenipterichthys longimanus* contendo itens alimentares encontrados no trato digestório (estômago e/ou intestino) e número de sementes que os peixes consumiram.**

| <b>Espécie</b>                       | <b>Nome comum</b> | <b>n</b> | <b>Cp (cm)</b> | <b>Peso (g)</b> | <b>Com alimento</b> | <b>Com semente</b> |
|--------------------------------------|-------------------|----------|----------------|-----------------|---------------------|--------------------|
| <i>Auchenipterichthys longimanus</i> | Cangati           | 212      | 11,1           | 33,4            | 172                 | 35                 |



**Figura 09. Espécie consumidora de sementes inteiras, *Auchenipterichthys longimanus*.**

Do trato digestório de *A. longimanus* foram retiradas 131 sementes inteiras pertencentes a quatro famílias botânicas e sete espécies, sendo 59,54% obtidas do estômago e 40,46% do intestino. A *Myrciaria dubia* (Camu-camu) (n=31) apresentou o maior número de sementes, a maior frequência de ocorrência (FO=23,66%) e, assim como *Eugenea inundata* (Arati) e *Gustavia augusta* (Jeniparana), foram as mais comumente consumidas ao longo do período de amostragem. *Eugenea inundata* (n=27) foi a segunda espécie mais encontrada no trato digestório dos peixes com a frequência de ocorrência (FO=20,61%), seguida pela *Gustavia augusta* (n=26) (FO=20%).

A tabela 06 mostra a porcentagem de germinação de cada semente encontrada no trato digestório dos *Auchenipterichthys longimanus* (cangati), como também os encontrados na planta-mãe. As sementes mais consumidas encontradas no intestino foram de *Eugenea inundata*, já no estômago a mais presente foi de *Myrciaria dubia*. Das seis espécies de plantas encontradas no trato digestório do *Auchenipterichthys longimanus*, apenas duas não foram encontrados na planta-mãe. A ausência de dados para algumas espécies de sementes em determinados meses, deveu-se ao fato de não ter ocorrência das mesmas no trato digestório dos peixes, outro fator que justifica a ausência de

dados para determinadas espécies em certos meses foi a captura de exemplares com o trato digestório vazio.

**Tabela 06. Lista de sementes encontradas no trato digestório do *Auchenipterichthys longimanus* e oriundas da planta-mãe com a porcentagem de germinação das sementes encontradas nos três tratamentos: Intestino, Estômago e planta-mãe; número total (n) de sementes das espécies vegetais retiradas do trato digestórios (estômago e/ou intestino) dos peixes e da planta-mãe colocadas para germinação; número total (n) de sementes das espécies vegetais que germinaram; Desempenho germinativo Índice de Velocidade de Germinação (IVG) e tempo médio germinação das sementes.**

| Família       | Espécies de sementes                       | Nome comum   | Sementes para germinação | Sementes que germinaram | %Germinação | IVG   | Tempo médio (dia) |
|---------------|--|--------------|--------------------------|-------------------------|-------------|-------|-------------------|
|               | <i>Eugenia inundata</i> (intestino)        |              | 15                       | 11                      | 73,33       | 0,073 | 14,18             |
|               | <i>Eugenia inundata</i> (estômago)         | Arati        | 12                       | 9                       | 75          | 0,052 | 19,22             |
|               | <b><i>Eugenia inundata</i> (p.mãe)</b>     |              | 10                       | 8                       | 80          | 0,029 | 33,75             |
| Myrtaceae     | <i>Myrciaria dubia</i> (intestino)         |              | 9                        | 6                       | 66,67       | 0,082 | 12,16             |
|               | <i>Myrciaria dubia</i> (estômago)          | Camu-camu    | 22                       | 16                      | 72,73       | 0,062 | 17,06             |
|               | <b><i>Myrciaria dubia</i> (p.mãe)</b>      |              | 12                       | 10                      | 83,33       | 0,04  | 24,90             |
|               | <i>Myrcia guianensis</i> (estômago)        |              | 8                        | 5                       | 62,5        | 0,062 | 12,71             |
|               | <i>Myrcia guianensis</i> (intestino)       | Guamiri      | 10                       | 7                       | 70          | 0,078 | 16,00             |
|               | <b><i>Myrcia guianensis</i> (p.mãe)</b>    |              | 6                        | 6                       | 100         | 0,042 | 23,50             |
| Lecythidaceae | <i>Gustavia augusta</i> (intestino)        |              | 9                        | 7                       | 77,78       | 0,072 | 13,50             |
|               | <i>Gustavia augusta</i> (estômago)         | Jeniparana   | 17                       | 13                      | 76,47       | 0,052 | 19,07             |
|               | <b><i>Gustavia augusta</i> (p.mãe)</b>     |              | 11                       | 9                       | 81,82       | 0,04  | 24,44             |
| Dilleniaceae  | <i>Dolioscarpus aracaensis</i> (intestino) | Cipó         | 5                        | 3                       | 60          | 0,04  | 26,00             |
|               | <i>Dolioscarpus aracaensis</i> (estômago)  | Cipó         | 6                        | 4                       | 66,67       | 0,038 | 24,66             |
| Annonaceae    | <i>Oxandra riedeliana</i> (intestino)      | Envira-preta | 3                        | 3                       | 100         | 0,04  | 25,00             |
|               | <i>Oxandra riedeliana</i> (estômago)       | Envira-preta | 6                        | 5                       | 83,33       | 0,042 | 23,40             |
| Sp7           | spn (intestino)                            |              | 2                        | 0                       | 0           | -     | -                 |
|               | spn (estômago)                             |              | 7                        | 0                       | 0           | -     | -                 |

Quanto à germinação, das seis espécies vegetais identificadas no intestino ou estômago do peixe, apenas uma da espécie de semente germinou em 100% sendo apenas do intestino, a espécie *Oxandra riedeliana*. As outras espécies apresentaram porcentagem de germinação acima de 50% no trato digestório (*Eugenia inundata*, *Myrciaria dubia*, *Gustavia augusta*, *Dolioscarpus aracaensis*, *Myrcia guianensis*, juntamente com a espécie com origem no estômago *Oxandra riedeliana*). Já as quatro sementes encontradas na natureza

(planta-mãe), o percentual de germinação foi superior a 80% para *Eugenia inundata*, *Myrciaria dúbia*, *Gustavia augusta* e *Myrcia guianensis*, em *M. guianensis* germinação de 100% das sementes. Durante as coletas, apenas uma espécie não germinou e conseqüentemente não foi identificada (Tabela 06).

A porcentagem de germinação apresentou valores muito próximos entre sementes retiradas do estômago e do intestino, no entanto, os valores da planta-mãe em todas as espécies foram superiores (Tabela 06). Os valores de Índice de Velocidade de Germinação (IVG) observados (Tabela 06), mostraram diferenças significativas entre os tratamentos e no Tempo Médio de germinação de sementes coletadas, mostrando que em todas as espécies oriundas do tratamento intestino, foram superiores as dos estômagos como também superiores as da planta-mãe. Comparando a germinação das sementes encontradas nos estômagos, os valores foram mais satisfatórios do que os da planta-mãe (Tabela 06).

A figura 10 mostrou no resultado da Anova que houve diferenças significativas entre todos os tratamentos (1= estômago, 2= intestino e 3= planta-mãe), e essa diferença foi confirmada pelo teste de Tukey onde constatou que todos os tratamentos demonstraram diferenças entre si para a espécie *E. inundata* (Arati).

| <i>Eugenia inundata</i> |                 |            |
|-------------------------|-----------------|------------|
| Valor p - Anova         | Valor p - Tukey | Tratamento |
| <2e-16***               | 3,10e-06        | 2-1        |
|                         | 0,00e+00        | 3-1        |
|                         | 0,00e+00        | 3-2        |
| Grau de liberdade       |                 |            |
| origem = 2              | residuals= 25   |            |

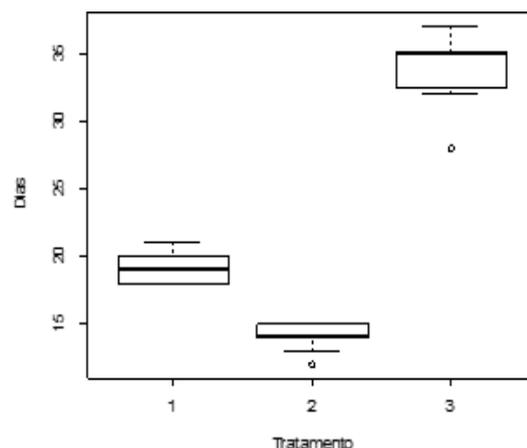


Figura 10. Resultado da Anova e do Teste de Tukey para espécie *Eugenia inundata*. Estômago (1), Intestino (2), Planta-mãe (3).

O resultado da Anova mostrou que houve diferenças significativas entre os tratamentos, diferenças confirmada posteriormente no resultado do

teste de Tukey onde constatou que todos os tratamentos (1= estômago, 2= intestino e 3= planta-mãe) demonstraram diferenças entre si para a espécie Camu-camu *M.Dubia* (Figura 11).

| <i>Myrciaria dubia</i> |                 |            |
|------------------------|-----------------|------------|
| Valor p - Anova        | Valor p - Tukey | Tratamento |
| 3,37e-09***            | 3,54e-03        | 2-1        |
|                        | 7,00e-07        | 3-1        |
|                        | 0,00e+00        | 3-2        |
| Grau de liberdade      |                 |            |
| origem = 2             | residuals= 28   |            |

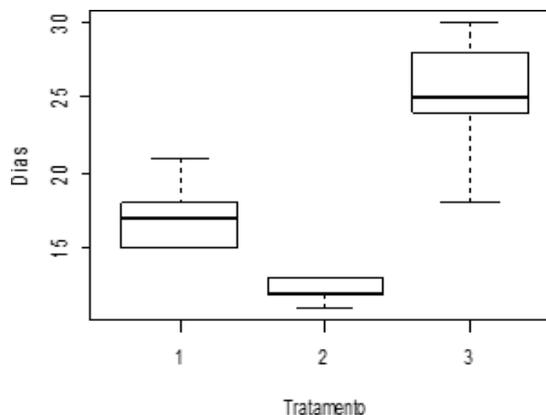


Figura 11. Resultado da Anova e do Teste de Tukey para espécie *Myrciaria dubia*. Estômago (1), Intestino (2), Planta-mãe (3).

A estatística aplicada mostra que houveram diferenças significativas entre os tratamentos, constatada a mesma no teste de Tukey onde todos os tratamentos (1= estômago, 2= intestino e 3= planta-mãe) demonstraram diferenças entre si para a espécie *G. augusta* (Figura 12).

| <i>Gustavia augusta</i> |                 |            |
|-------------------------|-----------------|------------|
| Valor p - Anova         | Valor p - Tukey | Tratamento |
| 1,25e-07***             | 6,07e-04        | 2-1        |
|                         | 2,10e-04        | 3-1        |
|                         | 1,00e-07        | 3-2        |
| Grau de liberdade       |                 |            |
| origem = 2              | residuals= 25   |            |

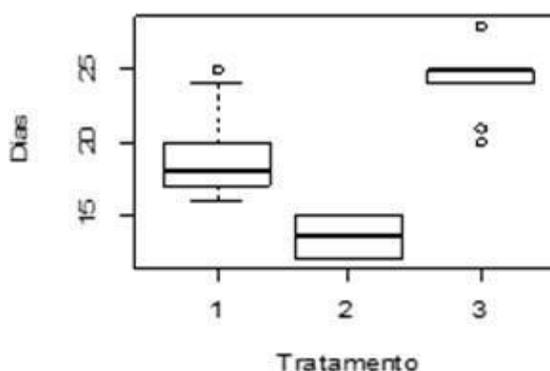


Figura 12. Resultado da Anova e do Teste de Tukey para espécie *Gustavia augusta*. Estômago (1), Intestino (2), Planta-mãe (3).

O resultado da Anova mostrou que houve diferenças significativas, diferenças confirmada posteriormente no resultado do teste de Tukey entre os tratamentos (1= estômago, 2= intestino e 3= planta-mãe), porém não houve

diferença significativa entre os tratamentos (2-1) para a espécie *M. guianensis* (Figura 13).

| <i>Myrcia guianensis</i>    |                 |            |
|-----------------------------|-----------------|------------|
| Valor p - Anova             | Valor p - Tukey | Tratamento |
| 9,67e-05***                 | 2,29E-01        | 2-1        |
|                             | 4,62E-03        | 3-1        |
|                             | 7,39E-05        | 3-2        |
| Grau de liberdade           |                 |            |
| origem = 2    residuals= 15 |                 |            |

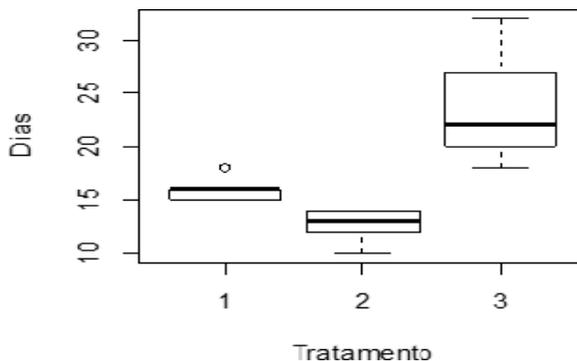


Figura 13. Resultado da Anova e do Teste de Tukey para espécie *Myrcia guianensis*. Estômago (1), Intestino (2), Planta-mãe (3).

O resultado do teste T mostrou que não houve diferenças significativas entre os tratamentos, embora a amplitude nos dias para germinação no tratamento intestino foi maior que a do tratamento estômago para a espécie *D. aracaensis* (Figura 14).

| <i>Doliocarpus aracaensis</i> |
|-------------------------------|
| Valor p - Teste T             |
| 0,495                         |
| Grau de liberdade             |
| origem = 3                    |

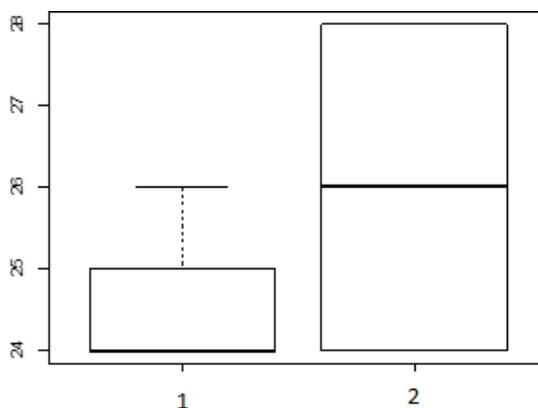


Figura 14. Resultado do Teste T para espécie *Doliocarpus aracaensis*. Estômago (1), Intestino (2).

O teste T mostrou que não houve diferenças significativas entre os tratamentos, embora a amplitude no tempo germinativo no tratamento intestino foi maior que a do tratamento estômago para a espécie *O. riedeliana* (Envira-preta) (Figura 15).

|                           |
|---------------------------|
| <i>Oxandra riedeliana</i> |
| Valor p - Teste T         |
| 0,4816                    |
| Grau de liberdade         |
| origem = 6                |

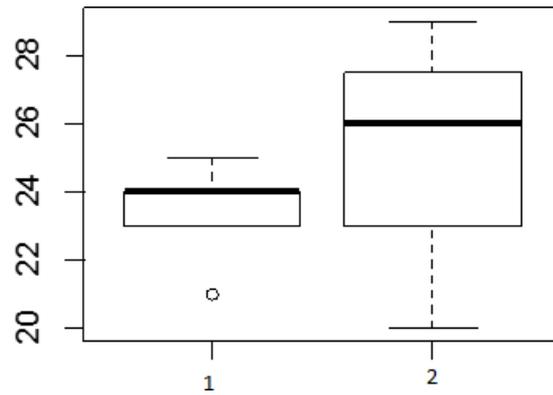


Figura 15. Resultado do Teste *T* para espécie *Oxandra riedeliana*. Estômago (1), Intestino (2).

Os resultados demonstram que existem diferenças significativas na velocidade de germinação entre as espécies de sementes do grupo das Myrtaceae encontradas no trato digestório do estudo em questão, porém tivemos espécies em que não apresentaram diferenças significativas.

## 8. Discussão

Nosso estudo mostra a predominância das ordens Characiformes (51,60%) e Siluriformes (40,98%), assim como nos estudos realizados em outros ambientes de floresta alagada da Amazônia (GOULDING, 1980; SAINTPAUL et al., 2000; CLARO-Jr., 2003; SIQUEIRA-SOUZA; FREITAS, 2004; SOARES; YAMAMOTO, 2005; NOVERAS et al., 2012, LOEBENS et al., 2016).

O número elevado de espécies capturados chegando ao total de 67, pode ser ocasionado pela variedade de biótopos e a disponibilidade de alimentos disponíveis na floresta de igapó da RDS Tupé (GOULDING, 1980; LOWE-McCONNELL, 1999; SOARES; YAMAMOTO, 2005). Porém, a riqueza de espécies foi inferior as encontradas a floresta de igapó por Saint-paul et al., (2000) (178 espécies), mas um pouco superior a quantidade encontradas por Loebens et al., (2016) (62 espécies) e Novares et al., (2012) (41 espécies) no igapó do Parque Nacional de Anavilhanas.

Os maiores números de exemplares capturados pertencem às famílias Auchenipteridae, Curimatidae, Acestrorhynchidae e Hemiodontidae. As famílias Auchenipteridae e Acestrorhynchidae são constituídas por várias espécies que formam a comunidade residente no lago, onde a maioria é considerada espécie pelágica e explora os recursos disponíveis na área aberta do lago (SOARES; YAMAMOTO, 2005). Já as famílias Hemiodontidae e Curimatidae são os grupos de espécies que entram no lago durante a enchente em busca de abrigo e alimentação (CLARO-JR. 2003; SOARES., 1986; FERREIRA, 1993; SOARES; YAMAMOTO, 2005).

Quanto a composição alimentar, foram encontradas a presença de espécies onívoras, carnívoras, piscívoras, detritívoras, herbívoras, insetívoras, zooplânctívoras e frugívoras, segundo a descrição de Zavala-Camin (1996), realizando uma comparação com o trabalho de Novares et al., (2012), verificamos resultados parecidos com este estudo quanto a composição alimentar. Novares et al., (2012) ainda indentificou que predadores estavam mais ativos a noite nos e que os onívoros, filtradores e detritívoros foram mais capturados durante o dia.

Isso se deve ao fato da frutificação das árvores ocorrer durante o período das cheias (GOULDING, 1980) e da floresta alagada apresentar grande oferta de invertebrados, que são fonte rica em proteínas (JUNK et al., 1997;

GOULDING, 1980; ZAVALA-CAMIN, 1996), como revelado em trabalhos da grande quantidade de insetos nas florestas alagáveis de água preta (LOEBENS et al., 2016), como também foi encontrada elevada quantidade e diversidade de insetos nos trabalhos na Amazônia, mais precisamente em águas pretas (IRMLER, 1975; LOPES, 2005).

Os valores analisados pelos Índices Alimentares demonstram que os parâmetros tróficos definem o nicho de um organismo podendo assim concluir no número e no processo da presa e predador (BEARHOP et al., 2004). Nos ambientes de florestas alagáveis ocorrem mudanças na estrutura das comunidades, devido a amplitude que esse ambiente oferece em itens alimentares quando comparado aos outros ambientes aquáticos, o que nos faz entender a essência e importância quando se leva em consideração as possíveis mudanças espaço-temporais que podem ser observadas em uma estrutura trófica e nos organismos pertencentes a ela (ARAÚJO et al., 2011; VAN DER LINGEN & MILLER, 2014).

A frugivoria e a ictiocoria são essenciais para manutenção de processo ecológicos em toda região amazônica (KUBITZKI; ZIBURSKI, 1994; AYRES, 1995; PIRES, 1997; GOULDING, 1988; CORREA et al., 2007; CORREA et al., 2015), no pantanal (COSTA-PEREIRA et al., 2011; GALETTI et al., 2008; CORREA et al., 2017), na Costa Rica (HORN, 1997) como também, importante para ecologia em regiões da América do Norte (ADAMS et al., 2007). O presente estudo vem reforçar essas informações, como também evidenciar que ela ocorre em florestas alagáveis de águas pretas, já que os demais trabalhos se concentraram na floresta de várzea (Tabela 08).

**Tabela 08. Lista em ordem cronológica de estudos sobre a ictiocoria de 1978 a 2017.**

| <b>Autores</b>                 | <b>Ano</b> | <b>Objetivo</b>  | <b>Local do estudo</b>                 |
|--------------------------------|------------|--|--|
| <b>GOTTSBERGER</b>             | 1978       | Determinar as sementes dispersada por peixes em um lago de várzea                                  | Rio Madeira, Humaitá, Amazonas, Brasil |
| <b>ERICSON</b>                 | 1979       | Descrição dos processos de dispersão de sementes por peixes  | Artigo de revisão                      |
| <b>SCHUPP</b>                  | 1993       | Descrição de fatores que afetam a sobrevivência de sementes pós-dispersão em uma floresta tropical | Artigo de revisão                      |
| <b>HOWE &amp; SMALLWOOD</b>    | 1982       | Descrição dos processos ecológicos da dispersão de sementes  | Artigo de revisão                      |
| <b>KUBITZKI &amp; ZIBURSKI</b> | 1994       | Investigar a dispersão de sementes em floresta de várzea e floresta de igapó                       | Amazônia Central, Brasil               |

|                           |      |   |  |
|---------------------------|------|---|--|
| <b>SOUZA-STEVAUX</b>      | 1994 | Avaliar a dispersão de sementes pelo peixe <i>Pterodoras granulatus</i> na Bacia do Rio Paraná  | Bacia do Rio Paraná, Brasil  |
| <b>BEVILACQUA</b>         | 1995 | Avaliar o desempenho germinativo de sementes de <i>Cecropia sp.</i> do trato digestório de <i>Auchenipterichthys longimanus</i>   | Lago Batata, Rio Trombetas, Pará   |
| <b>WALDHOFF et al.,</b>   | 1996 | Descrever a composição química de 19 frutos consumidos por peixes coletados em dois ambientes   | Floresta de várzea e floresta de igapó, Amazônia Central, Brasil                         |
| <b>HORN</b>               | 1997 | Avaliar o papel potencial de um peixe neotropical <i>Brycon guatemalensis</i> na dispersão sementes de uma árvore <i>Ficus glabrata</i> da floresta tropical.   | Estação Biológica La Selva na Costa Rica   |
| <b>HORN</b>               | 2011 | Dispersão de sementes por peixes em águas doces tropicais e temperadas  | Artigo de revisão  |
| <b>PIRES</b>              | 1997 | Determinar os frutos e sementes de varzeas que são dispersos  | Médio rio Solimões, Amazonas, Brasil   |
| <b>PILATI et al.,</b>     | 1999 | Avaliar o desempenho germinativo de sementes de <i>Cecropia pachystachya recuperadas</i> do trato digestório de <i>Pterodoras granulatus</i>  | Planície de inundação do alto rio Paraná, Paraná, Brasil                                 |
| <b>PIEIDADE</b>           | 2003 | Estabelecer a dinâmica de produção sazonal e biomassa de frutos de <i>Astrocaryum jauari</i> em relação aos níveis de inundação de sua área de ocorrência e suas implicações em termos da dispersão e distribuição local da palmeira. | Floresta de igapó, Rio Negro, Amazonas, Brasil   |
| <b>MANNHEIMER et al.,</b> | 2003 | Avaliar a viabilidade das sementes presentes no trato digestório da espécie de bagre <i>Auchenipterichthys longimanus</i>   | Lago Batata, Rio Trombetas, Pará, Brasil   |
| <b>SANTOS &amp; MAIA</b>  | 2004 | Avaliar a germinação de sementes de <i>Vitex cymosa</i> recuperadas do trato digestório de <i>Triporthus angulatus</i>  | Lago Camaleão, Manaus, Amazonas, Brasil  |
| <b>SANTOS et al.,</b>     | 2004 | Avaliar a germinação de sementes de <i>Cecropia latiloba</i> recuperadas do trato digestório de <i>Brycon cephalus</i>  | Lago Camaleão, Manaus, Amazonas, Brasil  |
| <b>SOUZA</b>              | 2005 | Determinar a dieta dos principais peixes frugívoros do igapó e investigar a viabilidade das sementes recuperadas  | Igapó da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Amanã (médio Solimões), Amazonas, Brasil |
| <b>MAIA et al.,</b>       | 2007 | Investigar a germinação de sementes de <i>Bothriospora corymbosa</i> (Rubiaceae) recuperadas do trato digestório de <i>Triporthus angulatus</i> (sardinha)  | Lago Camaleão, Manaus, Amazonas, Brasil  |
| <b>CORREA et al.,</b>     | 2007 | Descrição das perspectivas evolutivas, consumo de sementes e dispersão por peixes   | Artigo de revisão  |
| <b>ADAMS et al.,</b>      | 2007 | Avaliar os papéis de potenciais dispersores da semente <i>Forestiera acuminata</i> entre peixes, pássaros e água no Privet do Pântano   | Lago Ferguson, Washington, EUA   |
| <b>GALETTI et al.,</b>    | 2008 | Dispersão de Sementes ( <i>Forestiera acuminata</i> )   | Fazenda Rio Negro, Pantanal Brasileiro   |

|                              |      |   |   |
|------------------------------|------|---|---|
| <b>COSTA-PEREIRA et al.,</b> | 2011 | Avaliar a comunidades de peixes dispersora da espécie de planta <i>Banana arguta</i>  | Rio Miranda, Mato Grosso do Sul, Brasil                           |
| <b>ANDERSON et al.,</b>      | 2009 | Investigar a abundância e diversidade de sementes dispersas pelas espécies <i>Colossoma macropomum</i> e <i>Piaractus brachypomus</i> , avaliar a viabilidade de sementes consumidas e determinar se a eficácia da dispersão das sementes aumenta com o tamanho e a idade dos peixes. | Reserva Nacional Pacaya-Samiria, Peru                             |
| <b>ANDERSON et al.,</b>      | 2011 | Analisar padrões de movimento em escala e uso de habitat de <i>Colossoma macropomum</i> da natureza, e a viabilidade de sementes no trato digestivo de indivíduos em cativeiro  | Reserva Nacional Pacaya-Samiria, Peru                             |
| <b>CORREA et al.,</b>        | 2015 | Examinar a origem evolutiva das interações peixe-fruta, descrever as características dos frutos associadas à dispersão de sementes e a predação de sementes e avaliar a influência do tamanho dos peixes na eficácia da dispersão de sementes por peixes                              | Artigo de revisão   |
| <b>BARBOSA et al.,</b>       | 2015 | Investigar a ecologia alimentar do bacu-pedra <i>Lithodoras dorsalis</i> em furos próximos no delta do estuário Amazônico   | Confluência do rio Tocantins e rio Pará, Abaetetuba, Pará, Brasil |
| <b>WEISS et al.,</b>         | 2016 | Avaliar a viabilidade de sementes intactas retiradas do estômago e intestino de peixes capturados durante o período de cheia.   | Lago Catalão, Iranduba, Amazonas, Brasil                          |
| <b>CORREA et al.,</b>        | 2017 | Determinar que os frutos são mais abundantes em áreas úmidas do que as florestas de terra firme   | Região do Pantanal do Norte, Mato Grosso, Brasil                  |

Os resultados deste estudo mostraram que *Auchenipterichthys longimanus* (n=131), *Pellona flavipinis* (Pristigasteridae) (n=1), *Metynniss hypsauchen*, *Serrasalmus gouldingi*, *Serrasalmus rhombeus* (Serrasalmidae) (n=10) *Brycon amazonicus* e *Brycon melanopterus* (Bryconidae) (n=11) consumiram sementes, embora somente as encontradas no cangati *Auchenipterichthys longimanus* foram as únicas levadas para a semeadura, já que as demais encontradas nas outras espécies estavam completamente trituradas. Algumas dessas espécies são consideradas como consumidores de frutos e sementes e potenciais dispersores de sementes. *Auchenipterichthys longimanus* (MANNHEIMER et al., 2003) *Brycon amazonicus* e *Brycon melanopterus* (HORN 1997; MAIA 2001; BANACK et al., 2002; MAIA & CHALCO 2002; REYS et al., 2008; CORREA & WINEMILLER, 2014; WEISS et al., 2016).

Os resultados deste estudo diferem dos dados para as matrinxãs *B. melanopterus* e *B. amazonicus* no estudo de Weiss et al., (2016) para os quais

foram encontradas sementes intactas no trato digestório das duas espécies. A análise realizada por Correa et al., (2015) também registrou sementes trituradas por essas espécies, considerando que as menores taxas de destruição foram para aquelas envoltas por polpa carnosa. Outro estudo que difere deste foi o de Souza, (2005), em que *B. amazonicus* pode ter um papel mais importante como dispersor do que como predador de sementes, uma vez que somente 13% das sementes ingeridas por 164 exemplares haviam sido quebradas. A diferença deste presente estudo com os demais pode ser respondida, pela baixa quantidade de sementes encontradas no trato digestório das matrinxãs, como também o tamanho pequeno das espécies encontradas neste trabalho, obrigando assim a trituração das sementes para ingestão.

As espécies *Metynnis* sp. e *Serrasalmus* sp. foram considerados como potenciais dispersores de sementes em outros estudos (CORREA et al., 2015), porém neste estudo só foram encontradas sementes destruídas, inviabilizando a semeadura, podendo o tamanho dos peixes coletados ter influenciado.

O cangati, *Auchenipterichthys longimanus*, no qual foram encontradas as sementes intactas, e realizadas a semeadura, é uma espécie endêmica com ampla distribuição nas Bacias Amazônica e do Orinoco, pertencente a ordem dos Siluriformes e família Auchenipteridae (FERRARIS et al., 2005). A maioria das espécies desta família são onívoras, com hábito noturno e são ativos nadadores na coluna de água (FERRARIS, 2003). Durante a noite, esses peixes podem ser vistos nadando apenas abaixo da superfície da água em busca de insetos que caem da vegetação ripícola (FERRARIS, 2003).

Na Amazônia oriental, *Auchenipterichthys longimanus* é abundante em florestas inundadas, chamados várzea ou igapó (MERONA et al., 2001; LIN & CARAMASCHI, 2005; MONTAG, 2006). Freitas et al., (2011), chegou ao resultado que mais de 75% dos itens alimentares consumidos por *Auchenipterichthys longimanus*, eram insetos e 13% sementes, embora em determinada época do ano como, em maio, o item alimentar semente foi o que obteve o maior índice alimentar. Esses dados são semelhantes aos encontrados neste trabalho, para os valores de insetos e superior quanto ao item alimentar de frutos e sementes, embora o consumo tenha aumentado na época da enchente. Outros trabalhos relataram o potencial de outros bagres como

potenciais dispersores (GOULDING, 1980, GOULDING et al., 1988, KUBITZKI & ZIBURSKI, 1994, SOUZA-STEVAUX et al., 1994).

Quanto as espécies de plantas presentes neste estudo, tivemos a presença de quatro famílias, a Myrtaceae (3), Dilleniaceae (1), Lecythidaceae (1) e Annonaceae (1). A família Myrtaceae é uma das famílias mais importantes do Brasil representada por aproximadamente 1.000 espécies (LANDRUM & KAWASAKI, 1997) destacando-se, com mais de uma centena de espécies, os gêneros *Eugenia*, *Myrcia* e *Calyptanthus*, enquanto o restante dos gêneros possuem menos de 60 espécies brasileiras (BARROSO & PERÓN, 1994; LANDRUM & KAWASAKI, 1997), sendo *Eugenia* e *Myrcia* presentes neste trabalho. E são espécies que possuem frutos carnosos (LANDRUM & KAWASAKI, 1997) cujas sementes são potencialmente dispersas por vertebrados frugívoros.

Embora ocorra a dispersão de mais 115 espécies da família, a maioria é dispersada pelas aves e mamíferos (GRESSLER et al., 2006), apenas as espécies *E. inundata* (PIRES, 1997), *Psidium acutangulum* DC. (KUBITZKI & ZIBURSKI, 1994), *C. crebra* McVaugh (PIRES, 1997) são dispersas por peixes e todas encontradas em florestas de várzea da região amazônica, então sendo assim este trabalho acrescenta quanto as informações de sementes dispersa por peixes, fora a *E. Inundata*, acrescentada a *Myrciaria dubia* e a *Myrcia guianensis* sendo estas encontradas no igapó.

A espécie *Dolioscarpus aracaensis* foi encontrada em pequena quantidade neste trabalho, assim como nos estudos de Weiss et al., (2016); Kubitzki & Ziburski, (1994), sendo assim podemos chegar a duas conclusões, a primeira que durante a época de coleta as árvores dessa espécie não estavam com frutos maduros, já que essa espécie frutifica durante a seca, a outra opção é que essa espécie pouco consumida por peixes, já que essa espécie é bastante encontrada nos trabalhos que estudam a dispersão por pássaros.

Outra planta presente neste estudo faz parte da família Lecythidaceae, a *Gustavia augusta*, são árvores tropicais de planície, que atingiram sua maior diversidade em espécies nos neotrópicos, com dez gêneros e cerca de 700 espécies, incluindo árvores, arbustos e, raramente, lianas (MORI & PRANCE, 1981; TSOU, 1994). Entre os gêneros com ocorrência no Brasil, *Gustavia* é o segundo maior, apresentando cerca de 40 espécies, das quais *Gustavia*

*augusta* destaca-se pela elevada frequência de indivíduos na floresta Atlântica e floresta Amazônica (MORI, 1995). Esta espécie não foi encontrada na dispersão de semente realizadas por peixes, embora esta espécie e outras de sua família presentes na região do rio Negro são dispersas por mamíferos, pela água e pelo vento (OLIVEIRA, 1997; OLIVEIRA & MORI, 1999).

O gênero *Oxandra* é a uma espécie já estudada a sua dispersão dos frutos e sementes é fundamentalmente efectuada por zoocoria, sendo os animais mais comuns os primatas, as aves e os quirópteros, mas estão assinalados casos em que a dispersão é feita por iguanas, tartarugas e jacarés, porém pouco se sabe sobre esse fruto sendo dispersada por peixes (GOTTSBERGER, 1999).

As taxas de germinação para a espécie *E. inundata* encontradas neste estudo foram superiores as encontradas por Souza, (2005), que obteve 8% no estômago, 16% no intestino e 32% na planta-mãe, porém o número de sementes levados para a semeadura deste autor foram superiores. Outro fator que difere do atual é quanto a taxa de germinação do intestino foram mais viáveis do que as do estômago, essa mesma informação segue para as outras espécies de myrtaceae, porém uma observação é que o peixe consumidor era outro.

Quando comparamos a taxa de germinação da *Doliocarpus aracaensis* (60,0% TG do intestino) encontradas nesse estudo com o estudo de Weiss et al., (2016) encontramos valores parecidos, que obteve valor 66,6%, sendo estes valores dos testes de germinação de sementes presentes no intestino, e o peixes consumidor no estudo que estamos comparando é uma espécie de sardinha *triportheus auritus*.

A análise de dispersão de sementes pelo bagre cangati (*Auchenipterichthys longimanus*) no lago Batata, rio Trombetas, verificou diferença estatisticamente significativa na germinação de sementes retiradas do estômago e do intestino, de três espécies de plantas diferiram em suas respostas de germinação a *Cecropia* sp. não apresentou, *Psychotria* sp. apresentaram porcentagem de germinação maior para as sementes retiradas dos intestinos (14 dias) com aquelas retirados dos estômagos (16 dias) e, *Alchornea schomburgkiana* não mostrou protrusão radicular, concluindo que *A. longimanus* é um potencial dispersor de sementes florestais com padrões distintos de germinação e dormência (MANNHEIMER et al., 2003).

Apesar das espécies de frutos deste estudo sejam diferentes do trabalho de MANNHEIMER et al., (2003), podemos ver que há diferenças quanto ao tempo médio de germinação e a IVG da protusão da radícula é específica para cada semente, onde pode ou não ter diferença significativa e cada fruto reage diferentemente as ações enzimáticas dos peixes de acordo com sua composição, constatado por Waldhoff et al., (1996), que analisou a composição química de 19 espécies de frutos consumidos por peixes na Amazônia Central e verificou que eles possuem um alto valor nutricional e energético.

O papel biológico da semente está intimamente relacionado à sobrevivência e propagação da espécie vegetal. Cada nova semente produzida pela planta-mãe durante o período reprodutivo representa não somente o aumento do número potencial de indivíduos que farão parte da população, mas também confere variabilidade genética a ser incorporada à população (JORDANO et al. 2006). Este estudo mostrou que grande parte das sementes intactas consumidas por peixes germinaram, e em todos os tratamentos (estômago, intestino e planta-mãe) foram superiores a 60% na taxa de germinação de todas as espécies encontradas.

O papel potencial de *A. longimanus* na dispersão de sementes para sementes removidas dos estômagos e intestinos foi evidenciado pelos testes de germinação realizados e no IVG, e que os padrões encontrados na germinação são distintos, como também na sua quebra de dormência, podendo esta espécie ser uma das responsáveis pela manutenção do ambiente de igapó no Tupé.

Especialmente nas últimas décadas, a cobertura vegetal das florestas alagáveis amazônicas tem sofrido severos distúrbios antrópicos (JUNK, 1982; JUNK, 2010). A mudança na composição da floresta devido a ações antrópicas pode ocasionar impactos nos hábitos alimentares dos peixes que utilizam frutos e sementes como importantes fontes de recurso alimentar. Isto pode comprometer adicionalmente não apenas os estoques pesqueiros, mas também as populações humanas locais e regionais cujo consumo de peixe é o componente principal da dieta protéica (JUNK, 1984). Por isso há grande importância dos peixes como dispersores de sementes, e que esse processo tem um papel essencial na conservação da região Amazônica.

Sendo assim, podemos aceitar a segunda hipótese de nosso estudo de que existem diferenças de germinação entre as sementes encontradas no

estômago e no intestino dos peixes como também diferença em comparação ao potencial germinativo de sementes oriundas da planta-mãe, embora isso não ocorra com todas as espécies de plantas, ou seja, os resultados mostram que essas diferenças variam de espécies para espécies

## 9. Conclusão

A estrutura das assembleias de peixes da floresta alagáveis da RDS Tupé, têm predominância das ordens Characiformes e Siluiformes, há uma enorme variedade de itens alimentares disponíveis devido a variedade de habitats.

As principais guildas encontradas no igapó do lago Tupé são insetívoras, onívoras e detritívoras. Isso demonstra a relação dos organismos com a floresta, uma vez que esta possui grande quantidade de itens disponíveis principalmente de insetos, além da elevada presença de presas que adentram o igapó em busca de alimento.

*Auchenipterichthys longimanus* foi considerada uma espécie chave para o igapó do lago Tupé, pois utiliza frutos e sementes como um dos recursos alimentares de sua dieta, as quais em sua maioria das espécies vegetais consumidas se mantiveram viáveis e germinaram após a passagem pelo trato digestório.

A análise da viabilidade de sementes presentes no trato digestório de *Auchenipterichthys longimanus* e oriundas da planta-mãe foram comparadas e encontradas diferenças significativas para as espécies *Eugenia inundata*, *Myrciaria dubia*, *Myrcia guianensis* e *Gustavia augusta*. No geral, as sementes presentes no intestino de *A. longimanus* apresentaram maior velocidade na germinação, seguida pelas presentes no estômago quando comparadas com a planta-mãe, com exceção de *Dolioscarpus aracaensis* que não teve diferença na germinação quando comparado estômago x intestino.

Concluimos que nem todos os peixes que consomem frutos e sementes na área estudada são potenciais dispersores. No lago de água preta do Tupé, o pequeno bagre *A. longimanus* foi a única espécie que apresentou potencial para a dispersão de sementes da floresta de igapó, demonstrando ter forte relação com as arbóreas dentro da estratégia ecológica da ictiocoria.

## 10. Referências Bibliográficas

ADAMS, S.B.; HAMEL, P.B.; CONNOR, K.; BURKE, B.; GARDINER, E.S.; WISE, D. 2007. Potential roles of fish, birds, and water in swamp privet (*Forestiera acuminata*) seed dispersal. *Southeastern Naturalist*, 6. 669-682.

ANDERSON, J.T.; NUTTLE, T.; SALDAÑA, ROJAS, J.S; PENDERGAST, T.H.; Flecker, A.S. 2011. Extremely long-distance seed dispersal by an overfished Amazonian frugivore. *The Royal Society (Proc. R. Soc. B)*.

ANDERSON, J.T.; SALDAÑA ROJAS, J.; FLECKER, A.S. 2009. High-quality seed dispersal by fruit-eating fishes in Amazonian floodplain habitats. *Oecologia*, 161: 279-290.

ARAUJO-LIMA, C. A.R.M.; GOULDING, M. 1998. Os frutos do tambaqui: Ecologia, conservação e cultivo na Amazônia. Sociedade Civil Mamirauá. CNPq. Manaus, Amazonas. 186 pp.

ARAÚJO, M.S.; BOLNICK, D.I.; LAYMAN, C.A. 2011. The ecological causes of individual specialization. *Ecological Letters*, 14(9):948-958

ASLAN, C. E., ZAVALETA, E. S., TERSHY, B. & CROLL, D. 2013. Mutualism disruption threatens global plant biodiversity: a systematic review. Ayres, J. M. 1993. *As Matas do Várzea do Mamirauá*. MCT/CNPq, Sociedade Civil Mamirauá, Brasília.

AYRES, J. M. *As matas de várzea de Mamirauá* *As matas de várzea de Mamirauá* *As matas de várzea de Mamirauá* *As matas de várzea de Mamirauá*. Brasília, DF: CNPq, SCM, 1995. 123 p.

BANACK, S. A., M. H. HORN, AND A. GAWLICKA. 2002. Disperser- vs. establishment-limited distribution of a riparian fig tree (*Ficus insipida*) in a Costa Rican tropical rain forest. *Biotropica* 32: 232-243.

BARBOSA, T.A.P.; BARTHEM, R.B.; MONTAG, L.F.A. 2015. Feeding ecology of immature *Lithodoros dorsalis* (Valenciennes, 1840) (Siluriformes: Doradidae) in a tidal environment, estuary of the rio Amazonas. *Neotropical Ichthyology*, 13: 341-348.

BARROSO, G.M.; PERÓN, V. 1994. Myrtaceae. In Reserva Ecológica de MacaË de Cima, Nova Friburgo, RJ. Aspectos florísticos das espécies vasculares. (M.P.M. Lima & R.R. Guedes-Bruni, eds.). Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, v.1, p.261-302

BASCOMPTE, J. & JORDANO, P. 2007. Plant-animal mutualistic networks: the architecture of biodiversity. *Annual review of Ecology and Systematics*, 38, 567-593.

BAWA, K. S.; HADLEY, M. 1990. *Reproductive ecology of tropical forest plants. Man and the Biosphere series, v. 7.*

BEARHOP, S.; ADAMS, C.E.; WALDRON, S.; FUELLER, R.A.; MACLEOD, H. 2004. Determining trophic niche width: a novel approach using stable isotope analysis. *Journal of Animal Ecology*, 73(5):1007-1012.

BEVILACQUA, G.D.; CARAMASCHI, E.P.; SCARANO, F.R. 1995. Germinabilidade de sementes de *Cecropia* sp., coletadas no trato digestório de *Auchenipterichthys longimanus* (Siluriformes Auchenipteridae). In: XI Encontro Brasileiro de Ictiologia. Resumos. PUC de Campinas, Campinas, SP. p 13.

CAMARGO, J.L.C.; FERRAZ, I.D.K; MESQUITA, M.R.; SANTOS, B.A. & BRUM, H.D. 2008. Guia de propágulos e plântulas da Amazônia. Vol. I. INPA, Manaus. 168p.

CAUGHLIN, T.T., FERGUSON, J.M., LICHSTEIN, J.W., ZUIDEMA, P.A., BUNYAVEJCHEWIN, S., LEVEY, D.J., 2015. Loss of animal seed dispersal increases extinction risk in a tropical tree species due to pervasive negative density dependence across life stages. *Proc. R. Soc. Lond. Ser. B Biol. Sci.* 282, 20142095.

CAZZETA, E., P. RUBIM, V.O. LUNARDI, M.R. FRANCISCO e M. GALETTI. 2002. Frugivoria e dispersão de sementes de *Talauma ovalata* (Magnoliaceae) no sudeste brasileiro. *Ararajuba*, 10: 199-206

CLARO-JR, L.H. 2003. A influência da floresta alagada na estrutura trófica de comunidades de peixes em lagos de várzea da Amazônia Central. Dissertação de Mestrado, INPA/UFAM. Manaus, Amazonas. 61 pp.

CORLETT, R.T. *The Ecology of Tropical East Asia* Oxford University Press, New York, 2ª Ed. 2014.

CORREA, S.B., WINEMILLER, K.O., LÓPEZ-FERNÁNDEZ, H., GALETTI, M., 2007. Evolutionary perspectives on seed consumption and dispersal by fishes. *BioScience* 57, 748e756.

CORREA, S. B. (2012). Trophic ecology of frugivorous fishes in floodplain forests of the Colombian Amazon. Dissertation Thesis: Texas A&M University.

CORREA, S.B.; COSTA-PEREIRA, R.; FLEMING, T.; GOULDING, M.; ANDERSON, J.T. 2015. Neotropical fish-fruit interactions: eco-evolutionary dynamics and conservation. *Biological Reviews*.

COSTA-PEREIRA, R., SEVERO-NETO, F., YULE, T. S. & PEREIRA, A. P. T. 2011. Fruit-eating fishes of *Banara arguta* (Salicaceae) in the Miranda River floodplain, Pantanal wetland. *Biota Neotropica* 11, 373-376.

DEMNICIS, B. B.; VIEIRA, H. D.; ARAÚJO, S. A. C.; JARDIM, J. G.; PÁDUA, F. T. CH.; CHAMBELA NETO, A. Dispersão natural de sementes: Importância, classificação e sua dinâmica nas pastagens tropicais. *Archivos Zootecnia*, v. 58 (R), p. 35-58, 2009.

EVA HD, et al., (2002) A vegetation map of South America. European Commission, Joint Research Centre, EUR 20159 EN, p 34

FENNER, M. Seed ecology. London: Chapman and Hall, 1985.

FERRARIS JR., C. J. 2003. Family Auchenipteridae. In: Reis, R. E., S. O. Kullander & C. J. Ferraris Jr. (Eds.). Check List of the Freshwater fishes of South and Central America. Porto Alegre, EDIPUCRS, 742p.

FERRARIS JR., C. J.; VARI, R. P. RAREDON, S. J.. 2005. Catfishes of the genus *Auchenipterichthys* (Osteichthyes: Siluriformes: Auchenipteridae): a revisionary study. *Neotropical Ichthyology*, 3: 89-106.

FERREIRA, E. J. G.; ZUANON, J. A. S.; SANTOS, G. M. Peixes comerciais do médio Amazonas: região de Santarém, Pará. Brasília: Ibama, 1998. 211pp.

FERREIRA, G.A. 2004. Germinação: do básico ao aplicado. Artmed, Porto Alegre. 323pp.

FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. Germinação: do básico ao aplicado. Porto Alegre: Artmed, 2004. 323p.

FLEMING, T. H. 1987. Patterns of tropical vertebrate frugivore diversity. *Annual Review of Ecology and Systematics* 18: 91-109.

FREITAS, T. M. D.; ALMEIDA, V. H. D.; VALENTE, R. D.; MONTAG, L. F. D. 2011. Feeding ecology of *Auchenipterichthys longimanus* (Siluriformes: Auchenipteridae) in a riparian flooded forest of Eastern Amazonia, Brazil. *Neotropical Ichthyology* 9, 629-636.

GALETTI, M.; DONATTI, C.I.; PIZO, M.A.; GIACOMINI, H.C. 2008. Big Fish are the Best: Seed Dispersal of *Bactris glaucescens* by the Pacu Fish (*Piaractus mesopotamicus*) in the Pantanal, Brazil. *Biotropica*, 40 (3): 386-389.

GALETTI, M., GUEVARA, R., CÔRTEZ, M. C., FADINI, R., VON MATTER, S., LEITE, A. B., LABECCA, F., RIBEIRO, T., CARVALHO, C. S., COLLEVATTI, R. G., PIRES, M. M., GUIMARÃES, P. R. JR., BRANCALION, P. H., RIBEIRO, M. C. JORDANO, P. 2013. Functional extinction of birds drives rapid evolutionary changes in seed size. *Science* 340, 1086-1090.

GRESSLER, E., PIZO, M.A., MORELLATO, L.P.C., 2006. Pollination and seed dispersal of Brazilian Myrtaceae. *Rev. Brasil. Bot.* 29, 509-530.

GOTTSBERGER, G. *Seed dispersal by fish in the inundated regions of Humaitá, Amazonia. Biotropica*, 10(3):170-183. 1978.

GOULDING, M. *The fishes and the forest. Explorations in Amazonian natural history. Univ. of California Press. Berkeley, CA, USA.* 280pp. 1980.

GOULDING, M.; CARVALHO, M. L.; FERREIRA, E. G. *Rio Negro, Rich Life in Poor Water. SPB Academic Publishing, The Hague, Netherlands.* 1988.

GOULDING, M. *Flood forests of the Amazon. Scientific American*, 268(3):114-120. 1993.

HARRISON, R. D., TAN, S., PLOTKIN, J. B., SLIK, F., DETTO, M., BRENES, T., ITOH, A. & DAVIES, S. J. (2013). Consequences of defaunation for a tropical tree community. *Ecology Letters* **16**, 687-694.

HORN, M. H. *Evidence for dispersal of fig seeds by the fruit-eating characid fish *Brycon guatemalensis* Regan in a Costa Rica tropical rain forest. Oecologia* *Oecologia* *Oecologia* *Oecologia*, v. 109, p. 259-264. 1997.

HORN, M.H.; CORREA, S.B; PAROLIN, P.; POLLUX, B.J.A.; ANDERSON, J.T.; LUCAS, C.; WIDMANN, P.; TJIU, A.; GALETTI, M.; GOULDING, M. 2011. Seed dispersal by fishes in tropical and temperate fresh waters: The growing evidence. *Acta oecologia*, 1-17.

HOWE H. F.; MIRITI M. N. 2000. No question: Seed dispersal matters. *Trends in Ecology and Evolution* 15: 434-436.

HOWE, H. F.; MIRITI, M. N. *When seed dispersal matters. Bioscience*, 54: 651-660. 2004.

HOWE, H. F.; SMALLWOOD, J. *Ecology of Seed Dispersal. Annual Review of Ecology and Systematics*, v. 13. p. 201-228. 1982.

HOWE, H. F.; WESTLY, L.C., 1988. *Ecological Relationships of Plants and Animals.* Oxford University Press, New York.

IRMLER, U. Ecological studies of the aquatic soil Invertebrates in three Inundation forests of Central Amazonia. *Amazoniana*, 5 (3): 337-409

IRION, G.; JUNK, W. J & MELLO, A.S.N.J. 1997. The large central Amazonian river floodplains near Manaus: Geological, climatological, hydrological and geomorphological aspects. In: The central amazon floodplain: ecology of a pulsing system. Springer, Ecological Studies Series, v. 216, pp. 23-46.

JORDANO, P., GALETTI, M., PIZO, M. A. AND SILVA, W. R. 2006. Ligando frugivoria e dispersão de sementes à biologia da conservação. - In: Rocha, C. D. F., Bergallo, H. D., Van Sluys, M. and Alves, M. A. S. (eds.), *Biologia da Conservação: Essências*. Rima Editora, pp. 411-436

JUNK, M. J.; SOARES, G. M.; CARVALHO, F. M. *Distribution of fish species in a lake of the Amazon river floodplain near Manaus (lago Camaleão) with special reference to extreme oxygen conditions. Amazoniana*, 7(4): 397-431. 1983.

JUNK, W. J. Ecology of the varzea, floodplain of Amazonian, whitewater rivers. In SIOLI, H. (ed.). *The Amazon: limnology and landscape of a mighty tropical river and its basin*. Dordrecht, Dr. W. Junk. P.215-243. 1984.

JUNK, W. J. *Wetlands of tropical South America. In: WHIGHAM D. F. et al. (Eds.). Wetlands of the World I. Kluwer Academic Publ. Netherlands. p. 679-739. 1993.*

KAWAKAMI, E. & G. VAZZOLER. 1980. Método gráfico e estimativa de índice alimentar aplicado no estudo de alimentação de peixes. *Boletim do Instituto Oceanográfico*, 29: 205-207.

KAWASAKI, M.L.; LANDRUM, L.R. 1997. A rare and potentially economic fruit of Brazil - cambuci, *Campomanesia phaea* (Myrtaceae). *Economic Botany* 51:403-407.

KITAMURA, S. (2011). Frugivory and seed dispersal by hornbills (Bucerotidae) in tropical forests. *Acta Oecologica-International Journal of Ecology* 37, 531-541.

KUBITZKI, K.; ZIBURSKI, A. *Seed dispersal in flood plain forests of Amazonia. Biotropica*, v. 26, n. 1, p. 30-43, 1994.

JONGMAN, R.H.G.; TER BRAAK, C.J.F.; VAN TONGEREN, O.F.R. *Data analysis in community and landscape ecology*. 2nd ed., Cambridge, Cambridge Univ. Press, 1995.

LEGENDRE P.; LEGENDRE L.F. (2012) Numerical ecology, Third. Elsevier.

LIMA, C. A.; GOULDING, M. Os frutos do tambaqui: ecologia, conservação e cultivo na Amazônia. Brasília, DF: CNPq, Sociedade Civil Mamirauá. 186 p. 1988.

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

LOEBENS, S.C., FARIAS, E. U., & YAMAMOTO, K. C. Diversidade de assembleias de peixes em floresta alagada de águas pretas da Amazônia Central. *Scientia Amazonia*, v. 5, n.1, 37-44, 2016.

LOWE-MCCONNELL, R.H. 1999. Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais. Ed. Da Universidade de São Paulo. 534pp.

MAIA, L. M. A. Influência do pulso de inundação na fisiologia, fenologia e produção de frutos de *Hevea spruceana* (Euphorbiaceae) e *Eschweilera tenuifolia* (Lecythidaceae) em área inundável de igapó da Amazônia Central. Tese de doutorado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Universidade Federal do Amazonas, Manaus, AM. 186pp. 1997.

MAIA, L.M.A.; JACKSON, M.B. 2000. Morphological and growth responses of woody plant seedlings to flooding of the Central Amazon floodplain forest. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 27(4):1711-1716.

MAIA, L.A.; CHALCO, F.P. 2002. Produção de frutos de espécies da floresta de várzea da Amazônia Central importantes na alimentação de peixes. *Acta Amazonica*, 32 (1): 4554.

MANNHEIMER, S.G.; BEVILACQUA, E.; CARAMASCHI, E.P.; SCARANO, F.R. 2003. Evidence for seed dispersal by the catfish *Auchenipterichthys longimanus* in an Amazonian lake. *J. Tropical Ecology*, 19: 215-218.

MARKL, J.S., SCHLEUNING, M., FORGET, P.M., JORDANO, P., LAMBERT, J.E., TRAVESET, A., WRIGHT, S.J. BÖHNING-GAESE, K., 2012. Meta-analysis of the effects of human disturbance on seed dispersal by animals. *Conserv. Biol.* 26, 1072-1081.

MERONA, B.; SANTOS, G.M.; ALMEIDA, R. GONÇALVES. 2001. Short term effects of Tucuruí Dam (Amazonia, Brazil) on the trophic organization of fish communities. *Env. Biol. Fish* 60(4): 375 - 392.

MONTAG, L. F. A. 2006. Ecologia, Pesca e Conservação da Comunidade de Peixes na Floresta Nacional de Caxiuanã (Municípios de Melgaço e Portel, Pará, Brasil). Tese de Doutorado, Universidade Federal do Pará/Museu Paraense Emílio Goeldi, 140p.

MORI, A. S., PRANCE, G. T. Relações entre a classificação genérica de Lecythidaceae do novo mundo e seus polinizadores e dispersadores. Revista Brasileira de Botânica, v. 4, p. 31-37, 1981.

MORI S. A.; PRANCE G. T. 1990. Lecythidaceae. Part II. The zygomorphic-flowered New World genera (*Couroupita*, *Corythophora*, *Bertholletia*, *Couratari*, *Eschweilera* & *Lecythis*). *Flora Neotropica* 21: 1-346.

MORI, S.A.; LEPSCH-CUNHA. N. 1995. The Lecythidaceae of a central Amazonian moist forest. Mem. New York Bot. Gard. 75: 1-55.

NOVERAS, J.; YAMAMOTO, K. C.; FREITAS, C. E. C. Uso do igapó por assembléias de peixes nos lagos no Parque Nacional das Anavilhanas (Amazonas, Brasil). *Acta Amazonica*, Amazonas, v. 42, n. 4, p. 567 – 572, 2012.

OLIVEIRA, A. A. 1997. Diversidade, estrutura e dinâmica do componente arbóreo de uma floresta de terra firme de Manaus, Amazonas. Ph.D. dissertation, Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo

OLIVEIRA, A.A.; MORI, S.A. 1999. A central Amazonian terra firme forest. I. High species diversity on poor soils. *Biodivers. Conserv.* 8: 1219-1244.

PIECADE, M. T. F., PAROLIN, P.; JUNK, W. J. Estratégias de dispersão, produção de frutos e extrativismo da palmeira *Astrocaryum jauari* MART. nos igapós do rio Negro: implicações para a ictiofauna. *Ecologia Aplicada*, v. 2, n. 1, p. 31-40, 2003.

PILATI, R.; ANDRIAN, I.F.; CARNEIRO, J.W.P. 1999. Desempenho germinativo de sementes de *Cecropia pachystachya* Trec. (Cecropiaceae), recuperadas do trato digestório de *Doradidae*, *Pterodoras granulosus* (Valenciennes, 1833), da planície de inundação do alto Paraná. *Interciência*, v. 24. nº6.

PIRES, J. M. Tipos de vegetação da Amazônia, Belém. *Brasil Florestal*, 5: 179-202. 1974.

PIRES, A. F. Dispersão de sementes na várzea do médio Solimões, estado do Amazonas-Brasil. 1997. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Museu Paraense Emílio Goeldi, Pará, 1997

POULSEN, J.R., CLARK, C.J., PALMER, T.M., 2013. Ecological erosion of an Afrotropical forest and potential consequences for tree recruitment and forest biomass. *Biol. Conserv.* 163, 122-130.

PRANCE, G. T., MORI, S. A. 1978. Observations on the fruits and seeds of neotropical Lecythidaceae. *Brittonia* 30: 21-33

PRANCE, G. T. 1979. Notes on the vegetation of Amazonia III. The terminology of Amazonian forest types subject to inundation. *Brittonia* 31: 26-38.

RAVEN, P.H; EVERT, R.F.; EICHHORN, S.E. Regulando o crescimento e o desenvolvimento: os hormônios vegetais. In: RAVEN, P.H; EVERT, R.F.; EICHHORN, S.E. (Ed.). *Biologia Vegetal*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001. p.646-675.

RECH, A.R. & BRITO, V.L.G. 2012. Mutualismos extremos de polinização: história natural e tendências evolutivas. *Oecologia Australis*, 16, 297-310.

REYS, P., SABINO, J. & GALETTI, M. 2008. Frugivory by the fish *Bryconhilarii* (Characidae) in western Brazil. *Acta Oecol.* 35:136-141.

RICKLEFS, R.E. 2003. *A economia da natureza*. Ed. Guanabara Koogan. 5ªed. Rio de Janeiro. 502pp.

RODRIGUEZ, M. A.; RICHARDSON S. E.; LEWIS-JR. W. M. 1990. Nocturnal behavior and aspects of the ecology of a driftwood catfish, *Entomocorus gameroi* (Auchenipteridae). *Biotropica*, 22: 435-438.

RUSSO S. E, AUGSPURGER C (2004) Aggregated seed dispersal by spider monkeys limits recruitment to clumped patterns in *Virola calophylla*. *Ecol Lett* 7:1058-1067

SAINT-PAUL, U.; ZUANON, J.; CORREA, M. A. V .; GARCIA, M.; FABRE, N. N.; BERGER, U.; JUNK, W . J. *Fish communities in central Amazonian white- and blackwater floodplains. Environmental Biology of Fishes* v. 57, p. 235-250, 2000.

SANTOS, G.M.; FERREIRA, E.F.; ZUANON, J. 2006. *Peixes comerciais de Manaus*. Ed. Ibama. ProVárzea. Amazonas, Manaus.144 pp.

SANTOS, L. M.; MAIA, L. M. A. Germinação de sementes de *Vitex cymosa* Bertero ex Spreng. recuperadas do trato digestório de *Triportheus angulatus* (SPIX, 1829) sardinha no lago Camaleão - Amazônia Central. In: XIII Jornada de Iniciação Científica, PIBIC/INPA. pp 39-40. 2004.

SCUDELLER, V. V.; APRILE, F. M.; MELO, S.; SILVA, E. N. DOS S. 2005. Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé: Características Gerais. pp. xi-xxi. In: Silva, E. N. dos S.; Aprile, F. M.; Scudeller, V. V.; Melo, S. Biotupé: Meio Físico, Diversidade Biológica e Sócio-cultural do Baixo Rio Negro, Amazônia Central. I NPA, Manaus.

SEIDLER, T., PLOTKIN, J.B., 2006. Seed dispersal and spatial pattern in tropical trees. *Public Libr. Sci. Biol.* 4, e344.

SIOLI, H. *The Amazon and its main affluents: Hydrography, morphology of the river courses, and river types.* (Eds): H. Sioli. *The Amazon: limnology and landscape ecology of a might tropical river and its basin*pp. Dr. W. Junk Publ., Dordrecht, The Netherlands. Cap 5. p. 127-165. 1984.

SIQUEIRA-SOUZA, F.K.; FREITAS, C.E.C. 2004. Fish diversity of floodplain lakes on the lower stretch of the Solimões river. *Brazilian Journal of Biology*, 64(3): 1-10.

SMYTHE N. 1986. Competition and resource partitioning in the guild of neotropical terrestrial frugivorous mammals. *Annu Rev Ecol Syst* 17:168-188.

SOARES, M. G. M.; ALMEIDA, R. G.; JUNK, W. J. The trophic status of the fish fauna in Lago Camaleão, a macrophyte dominated floodplain lake in the middle Amazon. *Amazoniana*, v. 9, n. 4, p. 511-526, 1986.

SOARES, M. G. M.; YAMAMOTO, K. C. Diversidade e composição da ictiofauna do lago tupé. In: 'Silva, E. N. S.; Aprile, F. M., Scudeller, V. V.; Melo, S. (eds.). Biotupé Meio Físico, diversidade biológica e sociocultural do baixo rio Negro, Amazônia Central. Manaus, INPA. p. 181-197. 2005.

SOARES, M.G.M; COSTA, E.L.; SIQUEIRA, S. F.K; ANJOS, H.D.B.; YAMAMOTO, K.C.; FREITAS, C.E.C. 2008. Peixes de lagos do médio rio Solimões. 2. ed. rev.- Manaus: Instituto Ipiatam, 160 pp.

SOUZA, L. (2005). Frugivoria e dispersao de semestes por peixes na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Amaná. *Uakari* 1, 1-8.

SOUZA-STEVAUX, M. C.; NEGRELLE, R. R. B.; CITADINIZANETTE, V. *Seed dispersal by the fish Pterodoras granulosus in the Paraná River Basin, Brazil. Journal of Topical Ecology*, v. 10, p. 621-626, 1994.

SORK. V. L. Effects of predation and light on seedling establishment in *Gustavia superb.* *Ecology* 1987; 68(5):1341-1350.

STEVENSON, P. R. (2011). The abundance of large Ateline monkeys is positively associated with the diversity of plants regenerating in Neotropical forests. *Biotropica* **43**, 512-519.

STEVENSON, P.R., LINK, A., ONSHUUS, A., QUIROZ, A.J., VELASCO, M., 2014. Estimation of seed shadows generated by Andean woolly monkeys (*Lagothrix lagothricha lugens*). *Int. J. Primatol.* **35**, 1021-1036.

TERBORGH, J., E. LOSOS, M. P. RILEY, AND M. BOLANÑOS RILEY. 1992. Predation by vertebrates and invertebrates on the seeds of five canopy tree species of an Amazonian forest. *Vegetatio* **107/108**:375-386.

TSOU, C. H. The embryology, reproductive morphology, and systematics of Lecythidaceae. *Memoirs of the New York Botanical Garden*, v. 71, p. 1-110, 1994.

VALIENTE-BANUET, A., ET al., 2015. Beyond species loss: the extinction of ecological interactions in a changing world. *Funct. Ecol.* **29**, 299-307.

VAN DER LINGEN, C.D.; MILLER, T.W. 2014. Spatial, ontogenetic and interspecific variability in stable isotope ratios of nitrogen and carbon of *Merluccius capensis* and *Merluccius paradoxus* off South Africa. *Journal of Fish Biology*, **85**(2):456-472

WALDHOFF, D., SAINT-PAUL, U.; FURCH, B. *Value of fruits and seeds from the floodplain forests of central Amazonia as food resource for fish. Ecotropica* v. 2, p. 143-156, 1996.

WALDHOFF, D.; MAIA L. M. A. *Production and chemical composition of fruits from trees in floodplain forests of Central Amazonia and their importance for fish production. In: JUNK, W. J.; OHLY, J. J.; PIEDEDE, M. T. F.; SOARES, M. G. (Eds.): The Central Amazon Floodplain: Actual Use and Options for a Sustainable Management. Backhuys Publishers, Leiden, p. 393-415. 2000.*

WEISS, B., ZUANON, J. A., & PIEDEDE, M. T. (2016). Viability of Seeds Consumed by Fishes in a Lowland Forest in the Brazilian Central Amazon. *Tropical Conservation Science*, **1**, 10.

WITTMANN, F.; SCHÖNGART, J.; JUNK, W. J. *Phytogeography, species diversity, community structure and dynamics of central Amazonian floodplain forests. In: JUNK W. J, PIEDEDE M. T. F, WITTMANN F, SCHÖNGART J,*

PAROLIN P (Eds) *Central Amazonian Floodplain Forests: Ecophysiology, Biodiversity and Sustainable Management. Ecological Studies, Springer Verlag, Dordrecht-Heidelberg-London-New York*, 210: 61-102. 2010.

WOTTON, D. M. & KELLY, D. (2012). Do larger frugivores move seeds further? Body size, seed dispersal distance, and a case study of a large, sedentary pigeon. *Journal of Biogeography* **39**, 1973-1983.

YABE, R.S.; T. BENNEMANN. 1994. Regime alimentar de *Schizodon intermedius* Garavello & Britski do rio Tibagi, Paraná, e sua relação com algumas características morfológicas do trato digestivo (Osteichthyes, Anostomidae). *Rev. bras. Zool.* 11 (4): 777-788.

YAMAMOTO, K. C. *A estrutura de comunidades de peixes em lagos manejados da Amazônia Central*. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Universidade Federal do Amazonas, Manaus, AM. 71 pp. 2004.

YAMAMOTO, K. C; FREITAS, C. E. C.; ZUANON, J.; HURD, L. E. Fish diversity and species composition in small-scale artificial reefs in Amazonian floodplain lakes: Refugia for rare species?. *Ecological Engineering*, p. 165-170, 2014.

ZAVALA-CAMIN, L. A. 1996. Introdução aos estudos sobre alimentação natural em peixes. Maringá, Eduem, 129p.