



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA**

**LUIZ FERNANDO GOMES DOS PASSOS**

**DINÂMICA ALIMENTAR DA PIRANHA VERMELHA *Pygocentrus nattereri* KNER,  
1858 DO LAGO DA HIDRELÉTRICA DE TUCURUÍ, PARA O PERÍODO  
CHUVOSO**

**BELÉM**  
**2019**

LUIZ FERNANDO GOMES DOS PASSOS

DINÂMICA ALIMENTAR DA PIRANHA VERMELHA *Pygocentrus nattereri* KNER,  
1858 DO LAGO DA HIDRELÉTRICA DE TUCURUÍ, PARA O PERÍODO CHUVOSO

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao curso de Graduação em Engenharia de Pesca da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) como requisito necessário para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Pesca.

Área de concentração: Ecologia Aquática.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. MSc. Rosália Furtado Cutrim Souza

BELÉM

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Bibliotecas da Universidade Federal Rural da Amazônia  
Gerada automaticamente mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- P289d    Passos, Luiz Fernando Gomes  
          DINÂMICA ALIMENTAR DA PIRANHA VERMELHA *Pygocentrus nattereri* KNER, 1858 DO  
LAGO DA HIDRELÉTRICA DE TUCURUÍ, PARA O PERÍODO CHUVOSO / Luiz Fernando Gomes  
Passos. - 2019.  
          42 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Curso de Engenharia de Pesca, Campus Universitário  
de Belém, Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2019.  
          Orientador: Profa. Rosália Furtado Cutrim Souza
1. Cadeia trófica. 2. Piscívoros . 3. Carnívoros. I. Souza, Rosália Furtado Cutrim , *orient.* II. Título

---

CDD 577.609811

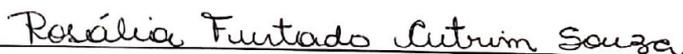
**LUIZ FERNANDO GOMES DOS PASSOS**

**DINÂMICA ALIMENTAR DA PIRANHA VERMELHA *Pygocentrus nattereri* KNER,  
1858 DO LAGO DA HIDRELÉTRICA DE TUCURUÍ, PARA O PERÍODO  
CHUVOSO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do curso de graduação em Engenharia de Pesca, área de concentração Ecologia aquática, para obtenção do título de Bacharel.

Aprovado em 04 de novembro de 2019

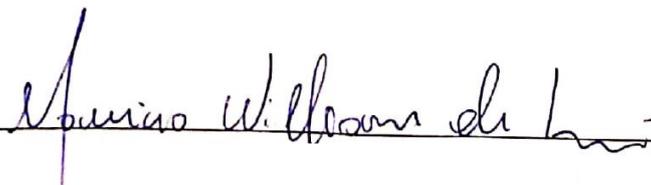
BANCA EXAMINADORA



Prof<sup>a</sup>. M.Sc. Rosália Furtado Cutrim Souza  
Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA



Prof<sup>o</sup>. Dr. Ivan Furtado Júnior  
Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA



Prof<sup>o</sup>. Dr. Mauricio Willians de Lima  
Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA

Aos meus pais e avós, Ana Maria Gomes dos Passos e José Fernandes Ferreira dos Passos, Raimunda Maciel dos Passos, Astrogilda Corrêa Gomes e Orlando Corrêa Gomes, que sempre me apoiaram e incentivaram a realizar meus sonhos. Obrigado por tudo, vocês são muito importantes para mim.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) e ao Instituto Socioambiental e dos Recursos Hídricos (ISARH), por todo o apoio e oportunidade a mim oferecidas durante os cinco anos de curso.

Agradeço ao Ideflor Bio e Greentec pela disponibilização dos dados biológicos no qual utilizei para elaboração deste trabalho incrível.

À minha orientadora, Prof<sup>a</sup>. MSc Rosália Souza, pela paciência, coragem, ensinamentos e conselhos repassados a mim nesse período no qual fiquei estagiando em seu laboratório e durante as horas de orientação para elaboração deste trabalho.

Ao grupo PET/Pesca UFRA que me acolheu e me deu muitos ensinamentos durante esses 2 anos que estou fazendo parte, sou extremamente grato a todos, em especial ao Prof<sup>o</sup> Dr. Marko Herrmann por acreditar em mim, confiar que seria responsável o suficiente para comandar e executar as nossas atividades. Aos amigos Emely Rodrigues, Hana Saleira, Cibele Oeiras, Rafaela Horst, Cássia Vieitas, Matheus Almeida, Valdo Abreu, David Oliveira, Lucas Mota, Lucas Martins, Nilo Nascimento, Felipe Junior, Lorene Souza e Pablo Alves, quero levar cada um de vocês comigo a qualquer lugar em que eu tiver que ir, vocês me ensinaram muita coisa, obrigado por tudo.

Ao meu amigo Renê Silva, que esteve comigo quase todos os momentos no qual eu precisava ir ao laboratório processar os dados, obrigado por todos os ensinamentos, todos os conselhos, todas as risadas e fofocas na qual vivenciamos durante esse curto período no laboratório, você foi de extrema importância para a minha formação.

Agradeço a minha prima e comadre Ana Karoliny, por se abdicar do seu computador durante um longo período de tempo para que eu pudesse analisar meus dados e escrever meu trabalho de conclusão de curso, muito obrigado prima, eu não sei nem o que posso fazer para retribuir tudo o que fez por mim, você sabe o quanto eu te amo e o quanto nossa ligação é importante para mim.

As minhas tias e irmã que estão movendo uma “coleta” para que eu possa fazer as impressões do meu trabalho, eu agradeço a cada uma de vocês, Léia, Nilda, Lene, Marilete Nayara, tias e irmã, muito obrigado pela força que estão me dando nesse momento tão importante da minha vida.

Agradeço a minha amiga mestranda Taiana Passos, que inúmeras vezes me incentivou, me mostrou o lado correto, me ajudou quando eu precisava e sempre me acompanhou durante

o período da graduação, obrigado pra por todas as risadas, conselhos tortos que trocamos e por ser esse ser incrível que você é, és extremamente especial para mim.

Aos amigos que conheci na Universidade e com certeza quero leva-los para o resto da minha vida, Aline Leão, Izabela Penha, Kassia Salimos, Raissa Nunes, Joelen Cruz e Alex Quaresma. Muito obrigado por todos os momentos que tivemos juntos, todas nossas risadas e todos os nossos momentos impares, vocês são muito especiais pra mim.

Obrigado meu Deus, por tudo que podes me oferecer, por ter me dado força para chegar até onde cheguei e finalizar mais uma etapa da minha vida e ter me tornado quem eu sou hoje.

## RESUMO

Estudos sobre a dinâmica alimentar das espécies de peixes carnívoras são de suma importância para conhecimento das condições tróficas dos ecossistemas na qual esses peixes habitam, principalmente quando se trata de um ambiente represado. O objetivo deste trabalho foi descrever o trato digestivo da piranha vermelha e analisar a diversidade de alimento que compõe a dieta desta espécie. A área de estudo compreende o lago da hidrelétrica de Tucuruí. Durante os meses de dezembro de 2017 a janeiro de 2019 foram realizadas cinco amostragens. Dos 100 indivíduos de piranhas vermelha foram registrados o comprimento total, o grau de repleção dos estômagos, grau de digestibilidade dos alimentos e os conteúdos foram identificados e pesados. A piranha vermelha apresentou o trato digestivo similar aos dos peixes carnívoros. Dentre os estômagos analisados 27% dos estômagos estavam vazios, 63% meio cheio e 10% cheio. A piranha vermelha apresentou hábito carnívoro com forte tendência a piscívora decorrente a grande porcentagem de peixes encontrados no seu conteúdo estomacal, item esse observado para todas as suas fases de vida, mas também foi possível identificar outros itens que compõe a alimentação da espécie, como insetos e camarão, além da observação de vegetação (pedaços de galho e folhas) ingerida acidentalmente no ataque da presa inseto. Essa diversidade de itens podem ser justificada, pelo período de coleta que compreende a maioria na estação chuvosa, ou seja, o nível de água do reservatório eleva, fazendo com que haja maior dispersão dos peixes que serviria de alimento para a piranha, com isso, as piranhas se deslocam para as margens com vegetação em busca de alimento e temperaturas amenas nas florestas inundadas. Portanto, no lago da hidrelétrica de Tucuruí (UHE) existe uma importante relação da alimentação da piranha vermelha com as inundações das florestas marginais, devido ao registro de estômagos analisados que continham insetos junto com vegetação.

**Palavras-chaves:** Cadeia trófica, piscívoro, carnívoros.

## ABSTRACT

Studies on the feeding dynamics of carnivorous fish species are of paramount importance for understanding the trophic conditions of the ecosystems in which they live, especially when dealing with a dammed environment. The objective of this work was to describe the digestive tract of red piranha and to analyze the food diversity that makes up the diet of this species. The study area comprises the Tucuruí hydroelectric lake. From December 2017 to January 2019, five samples were taken. Of the 100 individuals of red piranhas, the total length, the degree of stomach fullness, the degree of food digestibility and the contents were identified and weighed. The red piranha presented the digestive tract similar to carnivorous fish. Among the analyzed stomachs 27% of the stomachs were empty, 63% half full and 10% full. The red piranha had a carnivore habit with a strong tendency to piscivore due to the large percentage of fish found in its stomach content, an item observed for all its life stages, but it was also possible to identify other items that make up the species' food, such as insects. and shrimp, in addition to the observation of vegetation (pieces of branches and leaves) accidentally ingested in the prey attack. This diversity of items can be justified by the collection period that comprises the majority in the rainy season, that is, the reservoir water level rises, causing greater dispersion of fish that would serve as food for the piranha, thus, piranhas move to the vegetated shores in search of food and mild temperatures in flooded forests. Therefore, no lake in the Tucuruí hydroelectric dam (UHE) has an important relationship between red piranha feeding and flooding of marginal forests, due to the recording of analyzed images that contain insects in the vegetation.

**Key-words:** Food chain, piscivorous, carnivorous.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1</b> - Vista lateral da piranha vermelha <i>Pygocentrus nattereri</i> capturado no lago de Tucuruí. ....	13
<b>Figura 2</b> - Países de ocorrência da piranha vermelha na América do sul. ....	14
<b>Figura 3</b> - Área de abrangência do lago da hidrelétrica de Tucuruí. ....	18
<b>Figura 4</b> - Periodicidade pluviométrica do município de Tucuruí. ....	18
<b>Figura 5</b> - Pesqueiros e pontos de coletas para a piranha vermelha. ....	19
<b>Figura 6</b> - Anatomia do trato digestivo da piranha vermelha, a) esôfago, b) estômago ascendente, c) estômago descendente, d) cecos pilóricos, e) intestino. ....	23
<b>Figura 7</b> - Boca da piranha vermelha A) vista lateral da boca e dos dentes; B) vista frontal da boca e dos dentes. ....	24
<b>Figura 8</b> - Primeiro arco branquial da piranha vermelha. ....	24
<b>Figura 9</b> - Grau de repleção dos totais estômagos analisados. ....	26
<b>Figura 10</b> - Grau de repleção dos totais estômagos de analisados por mês de coleta. ....	27
<b>Figura 11</b> - Porcentagem de digestão de alimentos. ....	28
<b>Figura 12</b> - Composição da dieta alimentar da piranha vermelha. ....	28
<b>Figura 13</b> - Variação da dieta por classe de tamanho. ....	29
<b>Figura 14</b> - Variação da dieta alimentar entre jovens e adultos. ....	30
<b>Figura 15</b> - Variação da dieta para macho e fêmea durante o período de estudo. ....	32
<b>Figura 16</b> - Variação da dieta por estágio de maturidade. ....	33
<b>Figura 17</b> - Variação da dieta por mês de coleta. ....	34
<b>Figura 18</b> - Variação do índice de repleção médio. ....	35

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>2 OBJETIVOS .....</b>	<b>12</b>
<b>2.1 Objetivo geral.....</b>	<b>12</b>
<b>2.2 Objetivos específicos.....</b>	<b>12</b>
<b>3 REVISÃO BIBLIOGRAFICA .....</b>	<b>13</b>
<b>3.1 Características morfológicas .....</b>	<b>13</b>
<b>3.2 Sistemática.....</b>	<b>13</b>
<b>3.3 Distribuição .....</b>	<b>14</b>
<b>3.5 Sistema digestivo.....</b>	<b>15</b>
<b>3.6 Dinâmica alimentar .....</b>	<b>16</b>
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>18</b>
<b>4.1 Área de estudo.....</b>	<b>18</b>
<b>4.2 Coleta de dados .....</b>	<b>19</b>
<b>4.3 Procedimentos em laboratório .....</b>	<b>20</b>
<b>4.4 Análise de dados .....</b>	<b>21</b>
4.4.1 Descrição do trato digestivo da piranha vermelha.....	21
4.4.2 Percentual do grau de repleção e digestão dos alimentos.....	21
4.4.3 Índices de repleção dos estômagos da piranha vermelha .....	22
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>23</b>
<b>5.1 Descrição do trato digestivo da Piranha vermelha.....</b>	<b>23</b>
5.1.1 Boca.....	23
5.1.2 Brânquias .....	24
5.1.3 Esôfago .....	25
5.1.4 Estômago .....	25
5.1.5 Cecos pilóricos .....	25
5.1.6 Intestino .....	25
<b>5.2 Grau de repleção dos estômagos da piranha.....</b>	<b>26</b>
<b>5.3 Digestão dos alimentos .....</b>	<b>27</b>
<b>5.4 Frequência de ocorrência dos itens alimentares para todo período de estudo .....</b>	<b>28</b>
<b>5.5 Variação da dieta por classe de comprimento .....</b>	<b>29</b>
<b>5.6 Variação da dieta para jovens e adultos.....</b>	<b>30</b>
<b>5.7 Variação da dieta por gênero .....</b>	<b>31</b>

<b>5.8</b>	<b>Varição da dieta por estágios de maturidade das gônadas.....</b>	<b>33</b>
<b>5.9</b>	<b>Varição da dieta por mês .....</b>	<b>34</b>
<b>5.10</b>	<b>Cálculo do índice de repleção médio para piranha vermelha .....</b>	<b>35</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>36</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>37</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A alimentação natural de peixes e o estabelecimento da estrutura trófica indicam informações sobre o funcionamento do ecossistema no qual esses peixes estão inseridos, permitindo compreender a autoecologia das espécies e seu papel no meio ambiente, além de identificar os padrões de alimentação dos peixes ao longo do seu ciclo de vida. Isso é importante para melhor compreensão dos processos que alteram o hábito alimentar dos peixes a diferentes tipos de alterações ambientais (OLIVEIRA et al., 2016).

O estudo da ecologia trófica tem revelado uma considerável versatilidade alimentar para a maioria dos teleósteos. Este é um aspecto marcante para os peixes de ecossistemas tropicais, especialmente em rios onde apresenta elevadas taxas de variações sazonais., onde as espécies de peixes podem diversificar seus alimentos de item para outro, podendo ser observado uma alteração na abundância do recurso alimentar em uso (ABELHA; AGOSTINHO; GOULART, 2001).

A alimentação de peixes tem grande importância por estarem diretamente relacionados à obtenção de energia e ajudarem a entender as atividades envolvidas nos processos de desenvolvimento, crescimento, reprodução e manutenção do organismo. Além disso, o estudo sobre a dieta permite interpretar as relações tróficas que uma determinada espécie apresenta nos ecossistemas aquáticos (VILLARES-JUNIOR; GOMEIRO; GOITEIN, 2008).

As piranhas vermelhas *Pygocentrus nattereri* Kner, 1858 são espécies de peixes predadores e comumente apresentam hábitos piscívoros, ou seja, costumam se alimentar de partes do corpo de outros peixes, estão inclusas dentro da família serrasalmídeos que constitui cerca de 15 gêneros e 80 espécies válidas. A dieta e a ecologia trófica desse grupo foram muito estudadas, porém ainda é escasso para as piranhas em questão (BEVILAQUA; SOARES, 2010).

As piranhas vermelhas podem formar grupos de 3 a 20 indivíduos e atacam suas presas em momentos de distração, desorientação ou quando estas estiverem se debatendo, são ativas principalmente durante o dia e estendem o tempo de forrageamento até o início da noite. Isto porque se orientam visualmente para alimentação (SAZIMA; MACHADO, 1990; SAZIMA; POMBAL-JUNIOR, 1988).

Este estudo foi direcionado para a dieta alimentar da piranha vermelha capturada no lago da hidrelétrica de Tucuruí (UHE), visto que se trata de uma espécie considerada topo de cadeia. Com isso, este trabalho vem contribuir com informações sobre as condições tróficas para a piranha em ambiente represado.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Determinar a dinâmica alimentar da piranha vermelha *Pygocentrus nattereri*, para o período chuvoso, capturada no lago da hidrelétrica de Tucuruí, Pará.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Descrever o trato digestivo da piranha vermelha;
- Calcular o percentual do grau de repleção dos estômagos e digestão dos alimentos;
- Indicar a frequência de ocorrência dos itens alimentares para todo o período de estudo, por tamanho, jovens e adultos, gênero; grau de maturidade e mês;
- Determinar o índice de repleção dos estômagos da piranha vermelha.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRAFICA

#### 3.1 Características morfológicas

A piranha vermelha trata-se de um peixe comumente identificado por apresentar o corpo arredondado e com um padrão colorido cinza-prateado, a região do dorso possui uma coloração mais escura e a antero-ventral alaranjada a avermelhada está com presença serras caracterizadas como pré e pós pélvica que porta em média de 17 serras ao longo do ventre (Figura 1) (FINK, 1993; PIORSKI et al., 2005).

A espécie possui uma nadadeira anal que está compreendida desde próximo o orifício urogenital até ao pedúnculo caudal com raios distribuídos ao longo da nadadeira. A nadadeira dorsal possui em média 14 raios moles e a espécie tem focinho curto e arredondado com mandíbula volumosa e prognata e retém de 8 a 15 arcos branquiais (FINK, 1993; HUBERT et al., 2007).

**Figura 1** - Vista lateral da piranha vermelha *Pygocentrus nattereri* capturado no lago de Tucuruí.



**Fonte:** Elaborado pelo autor

#### 3.2 Sistemática

Nos estudos referentes aos peixes, há um grande descaso na nomenclatura zoológica, tendo uma demanda para consolidar a estatística pesqueira. Sendo assim foram tomados nomes para diversas espécies de organismos a base em situações empíricas e assim originando nomes vulgares para muitos organismos (BARBOSA; FERRAZ, 2008).

A espécie estudada pode ser conhecida popularmente por piranha vermelha, piranha caju, piranha da barriga vermelha e piranha (QUEIROZ et al., 2013) nomes estes utilizados

para identificar a espécie cujo o nome científico é *Pygocentrus nattereri* e apresenta a seguinte sistemática:

**Reino:** Animalia

**Filo:** Chordata

**Classe:** Teleostei

**Ordem:** Characiformes

**Família:** Serrasalmidae

**Gênero:** *Pygocentrus*, Müller e Troschel, 1844

**Espécie:** *Pygocentrus nattereri*, Kner, 1858

### 3.3 Distribuição

A piranha pode ser encontrada em todas as regiões do Brasil, especificamente nos seguintes estados: Acre, Amapá, Amazonas, Espírito Santo, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Pará, Piauí, Rio Grande do Norte, Rio Grande do Sul, Rondônia e Tocantins (SOARES; PINHEIRO, 2014). Além disso, essa são também ocorrentes na bacia do rio Paraguai-Paraná e bacia do rio Essequibo de outros países. (Figura 2) (QUEIROZ et al., 2013), podendo ser identificadas também em outros continentes como Ásia e Europa, nesses são classificadas como espécie introduzidas na região.

**Figura 2** - Países de ocorrência da piranha vermelha na América do sul.



**Fonte:** Elaborado pelo autor

### 3.4 Reprodução

Os aspectos reprodutivos da piranha é observado a partir da desova dos óvulos (fêmeas) e espermatozoides (machos) em regiões inundadas e com presença de vegetações marginais, comumente exibido dentro dos lagos habitado pela espécie, esta técnica ocorre principalmente em períodos transição do período seco com o período chuvoso em ambientes de várzea, devido ao grande aporte de nutrientes (BAILLY, 2006; LATINI; PETRERE-JR, 2004).

A atividade é observada após os organismos atingirem o tamanho de primeira maturação, ou seja, estão aptos a reproduzir. Dependendo da região estudada esta escala pode variar devido as condições ambientais e aporte de alimentos. Queiroz; Sobanski; Magurran (2010) sugerem que este valor é de 15,9 cm para as fêmeas e 16,2 cm para os machos da região Amazônica, porém para Lowe-McConnell (1964) o tamanho compreende quando a mesma atinge 16 cm para ambos os sexos.

### 3.5 Sistema digestivo

As características anatômicas são aspectos fundamentais para entendimento sobre a fisiologia e os hábitos alimentares das espécies de peixes (AGOSTINHO; GOMES, 1997). As estruturas que compõem o sistema digestivo dos peixes corroboram de forma significativa para compreensão dos hábitos alimentares, evidenciando a maleabilidade da alimentação desses organismos (CANAN et al., 2012; WOOTTON, 1999).

O processo de alimentação para os peixes carnívoros se inicia na boca do animal, onde acontece com captura dos itens que compõem a sua dieta, passando pelo esôfago, estômago, cecos pilóricos e intestino.

A boca desses organismos possui a função de apreensão da presa, pois a posição, formato e tamanho indicam o hábito alimentar de peixe (SILVA; SANTOS; LEÃO, 1999).

O esôfago dos peixes em geral são órgãos geralmente curtos, variando em relação ao comprimento do corpo e posição do estômago do organismo, apresenta forma tubular e auxilia na passagem dos alimentos ao estômago (ZAVALA-CAMIN, 1996).

O estômago é um órgão responsável pelo armazenamento dos itens alimentares que compõem a dieta dos peixes. Quando se trata de uma espécie carnívora é possível identificar este órgão com uma musculatura mais desenvolvidas, cuja finalidade é digerir os alimentos ingeridos (ZAVALA-CAMIN, 1996; SILVA; SANTOS; LEÃO, 1999).

Os cecos pilóricos são pequenos túbulos ligados ao intestino que tem função de acelerar a absorção dos nutrientes extraídos dos alimentos ingeridos, porém dependendo da espécie este

órgão tem função de armazenar os itens ingeridos pelos animais (HARDER, 1975; FINK, 1993).

O intestino é o órgão responsável pela maior absorção de nutrientes dos itens alimentares, também é por onde os alimentos transitam durante o processo digestivo. O aumento ou diminuição da absorção é controlada de acordo com o comprimento do intestino, isso faz referência ao hábito alimentar dos peixes (ZAVALA-CAMIN, 1996; PERETTI, 2006).

A fisiologia está diretamente relacionada com as condições morfológicas do trato gastrointestinal dos peixes. Tendo vista que, essas relações são de suma importância para compreender o funcionamento da dinâmica alimentar das espécies de peixes (ROTTA, 2003).

### **3.6 Dinâmica alimentar**

A maior parte da população de piranhas apresenta em sua dieta alimentar a predominância de itens de caráter animal, ou seja, se alimentam de outros organismos que habitam o mesmo ambiente no qual está se encontra, a composição alimentar das piranhas se dá basicamente por peixes. Com isso, estes podem ser classificados também como ictiófagos ou piscívoros (RESENDE et al., 1996).

Alguns estudos foram realizados para melhor compreensão sobre as características alimentar das piranhas, onde as literaturas indicam que a piranha vermelha apresenta hábito carnívoro oportunista, tendo em vista as restrições de tamanho, forma e velocidades de locomoção (SAZIMA; MACHADO, 1990). Para Behr; Signor (2008) a dieta da piranha vermelha é constituída essencialmente por peixes, porém isso não indica que a dieta desta espécie não seja composta por outros itens.

Ao analisar a alimentação das piranhas, os peixe foram classificados como principal item alimentar que compõe a dieta desta espécie, porém Resende et al., (1996) indica que é possível encontrar no conteúdo estomacal também algumas vegetações, crustáceos, insetos e matéria de fundo, para o estudo realizado no rio Miranda, no estado do Mato Grosso do Sul, entretanto, Behr e Signor (2008) realizou coletas no rio Ibucuí, no Rio Grande do Sul e constatou a presença de vegetais e insetos presentes no estômago da piranha, enfatizando que estes integram a alimentação secundária da piranha.

Assim a piranha vermelha apresenta uma dinâmica alimentar semelhante quando equiparada para os machos e fêmeas, ocorrendo possíveis mudança no período reprodutivo da mesma. Tal mudança está relacionada com o tamanho dos espécimes, não necessariamente com o sexo de cada um deles (MAGALHÃES et al., 2015).

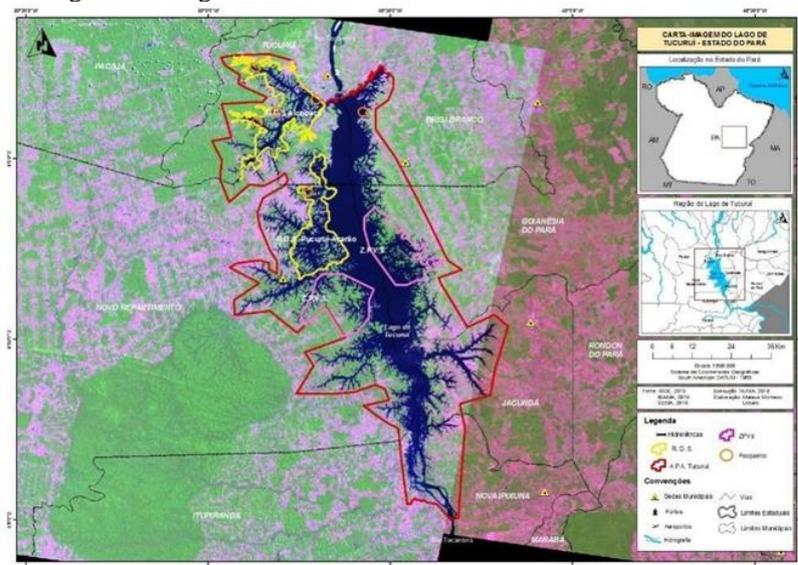
Piorski et al., (2005) realizou algumas análises no lago de Viana, no Maranhão, onde separou exemplares de piranhas em seis classes de comprimento distintas, apresentando diferença significativa somente para três dessas classes. De acordo com Queiroz, Sobanski, e Magurran (2010) estes formam o grupo jovens de parte do estoque, assim implicando que os jovens se alimentam de forma distintas dos adultos. Diante disso, é possível identificar a versatilidade alimentar da espécie.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Área de estudo

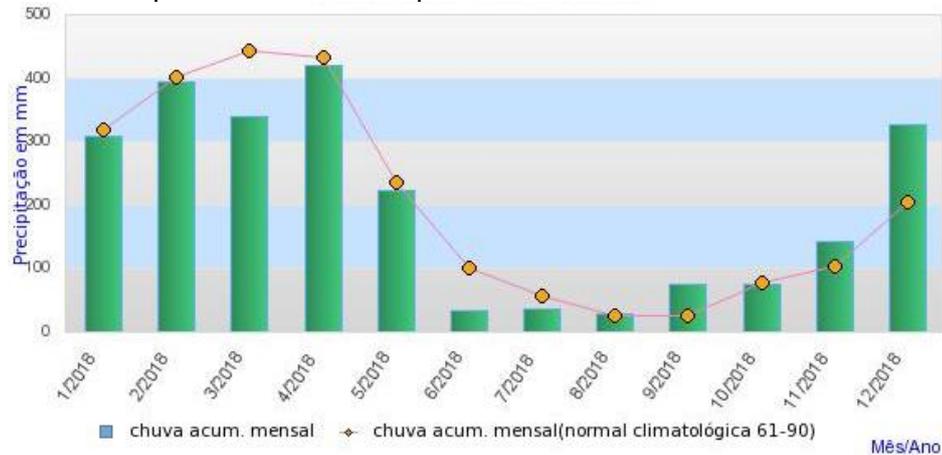
O grande lago formado pelo barramento do rio Tocantins possui um volume de 45,8 bilhões de m<sup>3</sup> (Figura 3). O clima, na área do reservatório da UHE de Tucuruí, é tropical quente e úmido, de acordo com os dados da Eletronorte (1987) a região apresenta temperatura média anual que variam entre os valores similar a 25°C e 29°C. O clima da região de Tucuruí é classificado como tendo duas estações bem definidas, um período chuvoso de dezembro a maio com chuvas intensas, e outro período seco de junho a novembro (Figura 4). As temperaturas são altas durante o ano inteiro com médias mensais superiores a 24°C (FISCH; JANUÁRIO; SENNA, 1990).

**Figura 3** - Área de abrangência do lago da hidrelétrica de Tucuruí.



**Fonte:** Diretoria de áreas protegidas da Secretaria de meio ambiente do estado do Pará.

**Figura 4** - Periodicidade pluviométrica do município de Tucuruí.

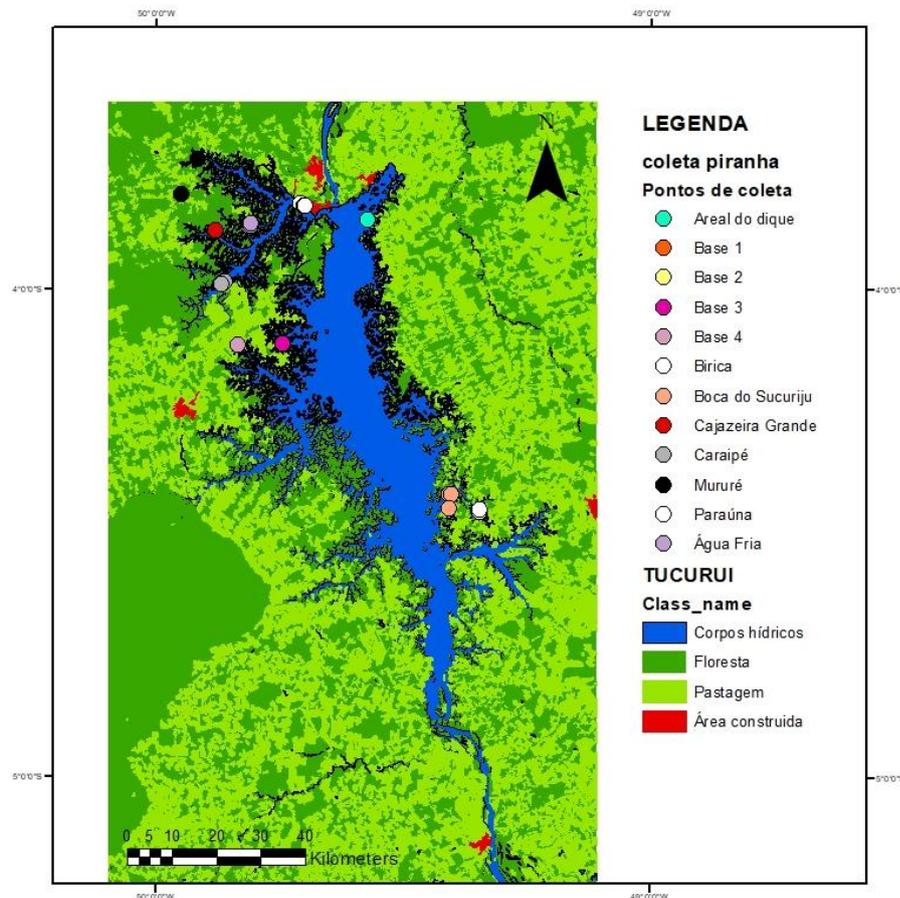


**Fonte:** www.inmet.gov.br

## 4.2 Coleta de dados

As coletas aconteceram no período de dezembro de 2017 a janeiro de 2019, totalizando 5 coletas, nos seguintes meses: dezembro de 2017; março de 2018; abril de 2018; novembro de 2018 e janeiro de 2019. As viagens possuíram duração de 5 dias efetivos de coleta onde os lançamentos das redes aconteceram nos seguintes pesqueiros (Água Fria, Areal do Dique, Base 1, Birica, Boca do Sucuriju, Caraipé, Cajazeira Grande, Mururé e Paraúna) (Figura 5).

**Figura 5** - Pesqueiros e pontos de coletas para a piranha vermelha.



**Fonte:** Elaborado pelo autor.

As áreas de coleta apresentaram profundidades que variaram de 1,5 m (metros) a 12,2 m de profundidades. Os apetrechos utilizados para a captura das amostras foram 8 redes de monofilamento com 40 m de comprimento cada uma, e tamanhos de malhas distintos, sendo esses de 4, 5, 7, 8, 9, 10, 14 e 17 cm, entre nós opostos e duas redes de multifilamentos cada uma com 40 m de comprimento e tamanhos de malhas de 10 e 12 cm entre nós opostos. Para o deslocamento da equipe até a área de pesca foi utilizado uma embarcação de casco de madeira com motor na popa e casaria em todo o convés (barco principal). Para realizar o lançamento

das redes foi utilizada uma voadeira com motor de “rabeta”. O tempo de imersão de cada rede foi de 24 horas em cada área de pesca, sendo vistoriadas a cada 4 horas para a retirada dos peixes capturados.

Após a retirada dos peixes mortos da rede, os mesmos foram acondicionados em sacos plásticos de polietileno. Cada saco recebe um lacre com numeração específica que foi anotado no caderno de bordo. Posteriormente as amostras foram acondicionadas em caixas térmicas com gelo e transportadas para o barco principal.

### 4.3 Procedimentos em laboratório

Os exemplares capturados foram transportados ao laboratório de dinâmica de populações pesqueiras situado na Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA).

Os peixes foram medidos com o auxílio de um ictiômetro e paquímetros e pesados em uma balança digital. Os sexos foram determinados e as gônadas descritas macroscopicamente quanto à forma, posição e ocupação na cavidade abdominal, coloração, presença de vasos sanguíneos e ovócitos visíveis nas fêmeas. Uma escala de maturação previamente estabelecida foi utilizada para classificação macroscópica das gônadas, de acordo com Vazzoler, (1996) que classifica os estádios da seguinte forma: Estádio I (Imaturo); Estádio II (Em maturação); Estádio III (Maduro) e Estádio IV (Esvaziado).

Para cada indivíduo foi verificado o grau de repleção dos estômagos segundo Santos (1978) que classifica a repleção dos estômagos em:

**Vazio:** quando não há nenhum alimento no estômago.

**Meio cheio:** quando o estômago contém alimento e este ocupa metade do volume estomacal.

**Cheio:** quando o estômago contém alimento suficiente para preencher todo o volume estomacal.

**Pelo avesso:** quando o estômago está regurgitado todo o seu conteúdo e encontra-se localizado no esôfago ou na boca do animal.

Após a classificação do grau de repleção, o conteúdo alimentar foi pesado em balança analítica digital e determinado o grau de digestão dos alimentos em: Mal digerido; Quase digerido e Digerido.

**Mal digerido:** refere-se aos itens alimentares encontrados no estômago ainda inteiros ou em pedaços em estado íntegro, não iniciado o processo de decomposição.

**Quase digerido:** quando os itens alimentares se encontram em processo de decomposição, porém ainda é possível identificar os itens alimentares.

**Digerido:** quando não é possível distinguir os itens alimentares macroscopicamente.

Os itens alimentares foram identificados em grupos taxonômicos em escala macro a partir dos conteúdos alimentares mal digerido e quase digerido.

Alguns exemplares de piranha vermelha foram analisados separadamente com o intuito de descrever o trato digestivo. Com auxílio de um bisturi foi feita uma incisão na região do esôfago e no reto do animal para a retirada do trato digestivo sem seccionar. Em seguida foi feito registro fotográfico da boca, dentes brânquias, cecos pilóricos, esôfago, estômago e intestino.

#### 4.4 Análise de dados

##### 4.4.1 Descrição do trato digestivo da piranha vermelha

A partir das observações *in loco* e de registros fotográficos foram possíveis descrever as características de todo o trato digestivo da piranha vermelha.

##### 4.4.2 Percentual do grau de repleção e digestão dos alimentos

A frequência relativa em percentual do grau de repleção dos estômagos e do grau de digestão do conteúdo alimentar foram calculados para todo o período de estudo, por mês e por classe de comprimento. Os dados de comprimento total foram agrupados de acordo com a menor classe de comprimento, a partir de análises foram gerados gráficos para melhor visualização e interpretação dos dados.

##### 4.4.3 Frequência de ocorrência dos itens alimentares para todo o período de estudo, por tamanho, jovens e adultos, sexo e mês

Para verificar a possível ocorrência de diferença significativa entre frequência absoluta de ocorrência dos itens alimentares para jovens e adultos, por tamanho, gênero e para todo o período de estudo foi utilizado teste do  $X^2$  (qui-quadrado) a nível de 5% de significância e n-1 de grau de liberdade e atribuído a correção de Yates para melhor ajuste dos dados. Estabelecido um tamanho de primeira maturação da piranha vermelha de 15,99 cm para as fêmeas e 16,22 cm para os machos de comprimento, sugerido por Queiroz, Sobanski e Magurran (2010), os indivíduos foram separados em jovens, que se encontram abaixo desse comprimento e adultos superior a esse valor.

$$X^2 = \frac{2(O - E)^2}{E};$$

$$\text{Correção de Yates} = \frac{2(O - E - 0,5)^2}{E}$$

Onde (O) frequência do item observado, (E) frequência do item esperado e ( $X^2$ ) qui-quadrado.

#### 4.4.3 Índices de repleção dos estômagos da piranha vermelha

Os valores médios do índice de repleção e grau de repleção foram calculados através das seguintes expressões:

$$Ir = \frac{We}{Wi} \quad Ir = \frac{\sum_{i=1}^3 Ir}{n}$$

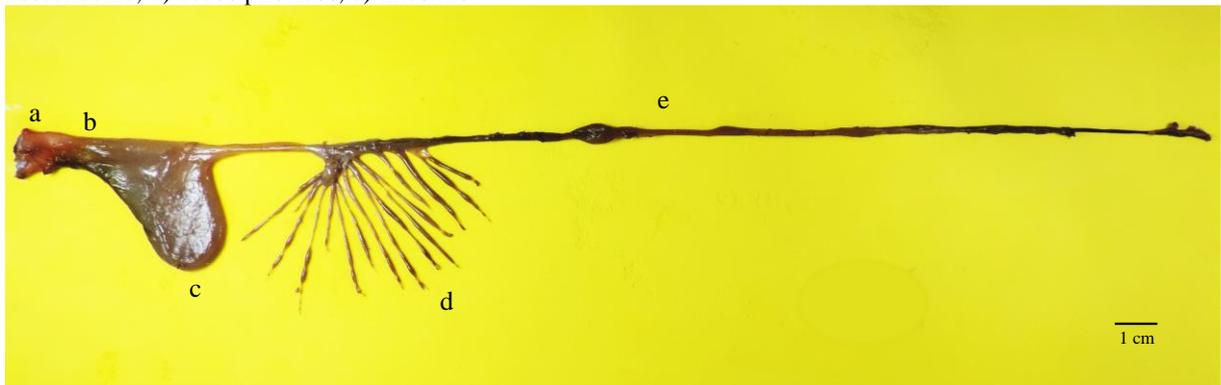
Onde: (We) peso do conteúdo estomacal (g), (Wi) peso total (g), (n) número de exemplares analisados, (Ir) índice de repleção para cada estômago e índice médio de repleção para todo o período do estudo.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Descrição do trato digestivo da piranha vermelha

O trato digestivo da piranha vermelha (Figura 6) é constituído por cinco regiões bem nítidas: esôfago estrutura que compreende o primeiro contato com o alimento assim que ingerido; estômago ascendente é a menor parte e mais estreita que compõe o sistema digestivo da piranha; estômago descendente constituído por um saco muscular bem desenvolvido, ambas estruturas apresentam funcionabilidade igual, armazenar o volume de alimento ingerido; cecos pilóricos que auxilia na absorção de nutrientes e intestino região onde a maior parte dos nutrientes advindos do alimento ingerido são absorvidos.

**Figura 6** - Anatomia do trato digestivo da piranha vermelha, a) esôfago, b) estômago ascendente, c) estômago descendente, d) cecos pilóricos, e) intestino.



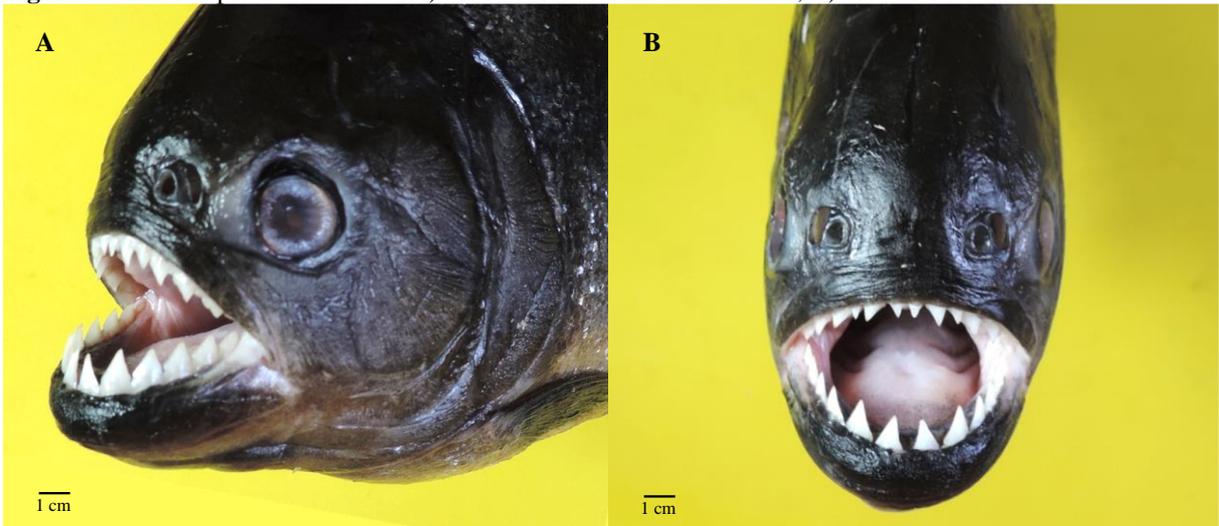
**Fonte:** Elaborado pelo autor.

#### 5.1.1 Boca

A piranha vermelha apresenta uma boca terminal com abertura relativamente grande, lábios pouco desenvolvidos (Figura 7A), possuem duas fileiras de dentes do tipo caniniformes bem retratados com média de dez dentes tanto na mandíbula superior quanto na mandíbula inferior (Figura 7B).

Silva, Santos e Leão (1999) descrevem as características semelhantes para a boca de nove gênero de piranhas que compõe a família Serrasalminidae.

**Figura 7** - Boca da piranha vermelha A) vista lateral da boca e dos dentes; B) vista frontal da boca e dos dentes.

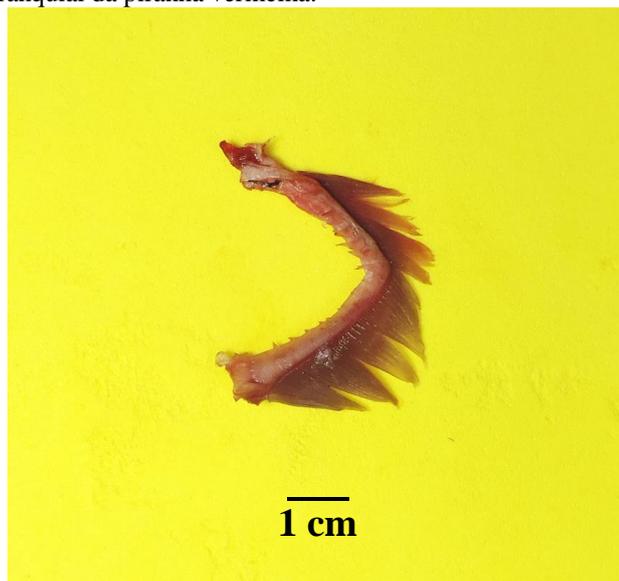


**Fonte:** Elaborado pelo autor.

### 5.1.2 Brânquias

A piranha vermelha possui cinco brânquias dispostas em cada lado e encontrados protegidos pelos opérculos, as brânquias são constituídas por arco, filamentos e rastros branquiais. Os arcos branquiais são estruturas ósseas que moldam as brânquias, os filamentos são estruturas moles que auxiliam a respiração dos animais e os rastros são estruturas rígidas que possuem a função de retenção dos alimentos ingeridos, para a piranha vermelha estes apresentam-se levemente distantes um dos outros. A partir dessas observações é possível destacar que o hábito alimentar da espécie é carnívoro (Figura 8).

**Figura 8** - Primeiro arco branquial da piranha vermelha.



**Fonte:** Elaborado pelo autor.

As brânquias trata-se de uma estrutura de suma importância para os peixes, pois auxilia na respiração e alimentação (ROTTA, 2003). Assim, as considerações feitas para a piranha vermelha, corroboram com as identificadas para os peixes carnívoros (HUBERT et al., 2007).

### 5.1.3 Esôfago

A piranha vermelha apresenta um esôfago curto em forma tubular e bem desenvolvido muscularmente, responsável pelo transporte dos alimentos da boca para o estômago.

Zavala-Camin (1996) é o responsável pela descrição do esôfago dos peixes carnívoros, cuja características descritas são semelhantes aos das piranhas vermelhas.

### 5.1.4 Estômago

O estômago da piranha vermelha demonstra uma forma de “J”, capaz de armazenar uma quantidade significativa de alimento e é bem desenvolvido muscularmente para o processo de digestão dos alimentos ingeridos.

Zavala-Camin (1996) e Silva; Santos; Leão (1999) constataam propriedades similares para peixes carnívoros.

### 5.1.5 Cecos pilóricos

A piranha vermelha dispõe de 16 cecos pilóricos com funcionabilidade de melhor absorção dos nutrientes advindos da alimentação.

Harder (1975) descreve caracteres similares para a os peixes carnívoros, esta informação corrobora com a de Fink (1993) que destaca semelhança para as piranhas capturadas no rio São Francisco, nordeste do Brasil.

### 5.1.6 Intestino

A piranha vermelha é uma espécie que apresenta um intestino relativamente curto, isso acontece pela espécie apresentar um estômago grande e musculoso para digestão dos itens alimentares.

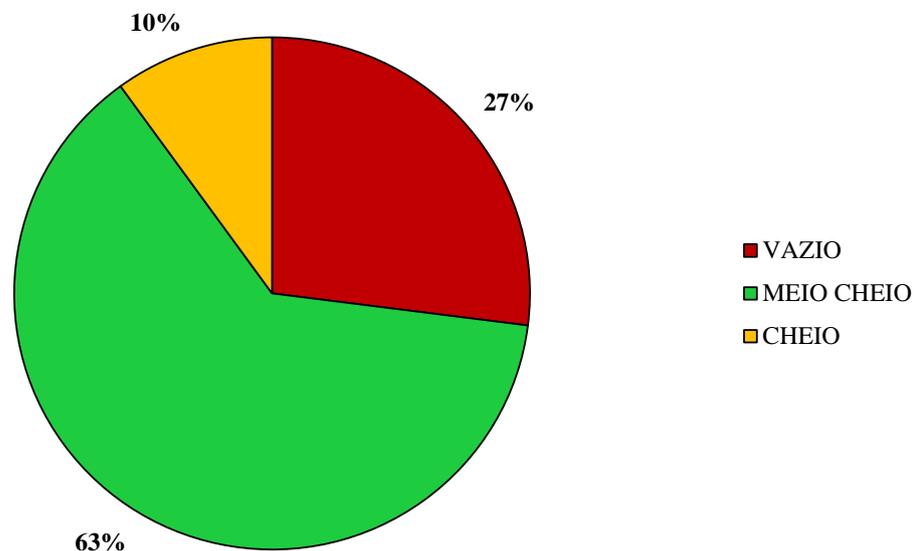
Zavala-Camin (1996) indicam que os carnívoros não necessitam de um intestino longo, pois este órgão é utilizado para a absorção dos nutrientes. Peretti (2006) relatou similaridade para as piranhas estudadas no sul do país.

## 5.2 Grau de repleção dos estômagos da piranha

Durante o período de coleta foram analisados 100 estômagos de piranha vermelha, entretanto 73 apresentaram conteúdo no seu interior, podendo ser classificados como meio cheio ou cheio e 27% dos estômagos analisados estavam vazios.

Sendo assim é possível considerar que há um elevado percentual de estômagos com alimento, totalizando 73% de toda a amostra e apenas 27% dos estômagos analisados não apresentaram nenhum tipo de conteúdo no seu interior (Figura 9), podendo indicar que a área de estudo oferta grande quantidade de alimento para a espécie em questão.

**Figura 9** - Grau de repleção dos totais estômagos analisados.

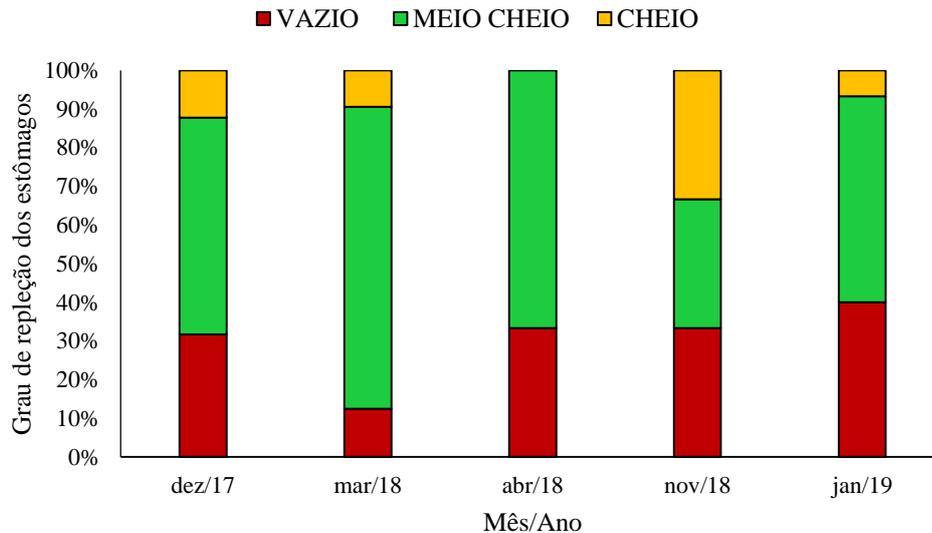


**Fonte:** Elaborado pelo autor.

Ferreira et al., (2014) encontram valores do grau de repleção para a piranha vermelha da planície de inundação do rio Negro no Pantanal, inferior ao encontrado para este estudo. Isso, corrobora que as espécies de piranhas possuem uma dieta flexível, a qual varia de acordo com sua distribuição geográfica (ABELHA; AGOSTINHO; GOULART, 2001).

Os estômagos que apresentaram maior volume de conteúdo alimentar foram observados nos meses de mar/18 (Figura 10), pois este mês é o período de maior intensidade pluviométrica, ou seja, mais dias chuvosos para a região de Tucuruí (BASTOS; PACHÊCO 2005).

**Figura 10** - Grau de repleção dos totais estômagos de analisados por mês de coleta.



**Fonte:** Elaborado pelo autor.

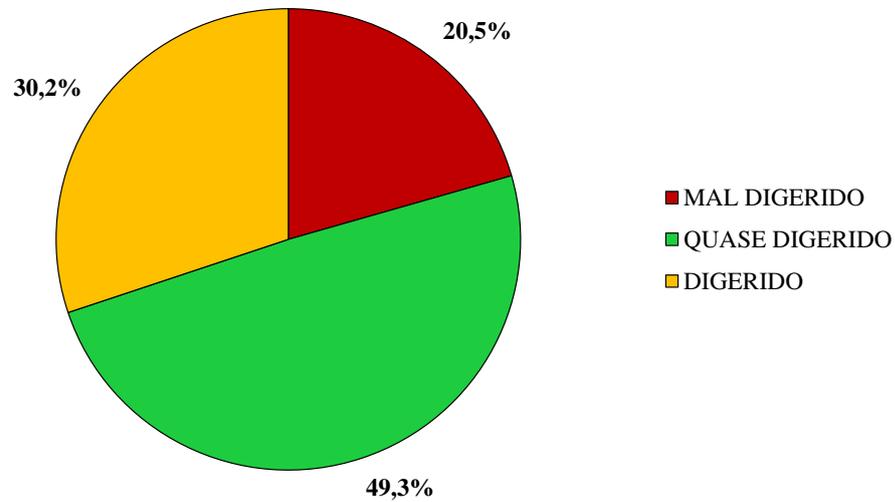
A explicação para o pico de estômagos com maior volume de conteúdo observado no mês de mar/18, pode ser justificada por dois fatores que se corroboram, a migração sazonal e a estratégia alimentar adotada pela piranha vermelha, pois quando há uma elevação no nível de água no reservatório a espécie se desloca para as áreas mais rasas, próximo as margens, a procura de alimentos. Isso acontece, devido baixa circulação de água no local (nas margens) evidenciando uma produtividade primária mais intensa, que serviria de alimento para outras espécies, assim a piranha se beneficiaria das condições do local para atacar suas presas.

Costa et al., (2008) relatam semelhança no comportamento migratório para a piranha vermelha estudada no rio Caiapó, ambiente que também sofreu alterações decorrente de barramentos e Pompeu (1999) observa que a estratégia alimentar das piranhas no períodos chuvosos estão relacionada com a abundância de alimentos, como o nível da água aumenta, os peixes se encontram mais dispersos, ou seja, menos alimentos disponível, assim aderindo a estratégia para garantir a alimentação.

### 5.3 Digestão dos alimentos

Dos 73% dos estômagos que apresentaram conteúdo estomacal, o valor mais representativo em percentual foi de 49,3% de itens quase digerido, assim, podendo identificar partes do tipo de alimento, 30,2% mal digerido facilita a identificação do tipo de alimento que compõe a dieta desse organismo e 20,5% estavam digeridos não identificando qual o tipo de alimento, apresentando um volume estomacal homogêneo (Figura 11).

**Figura 11** - Porcentagem de digestão de alimentos.

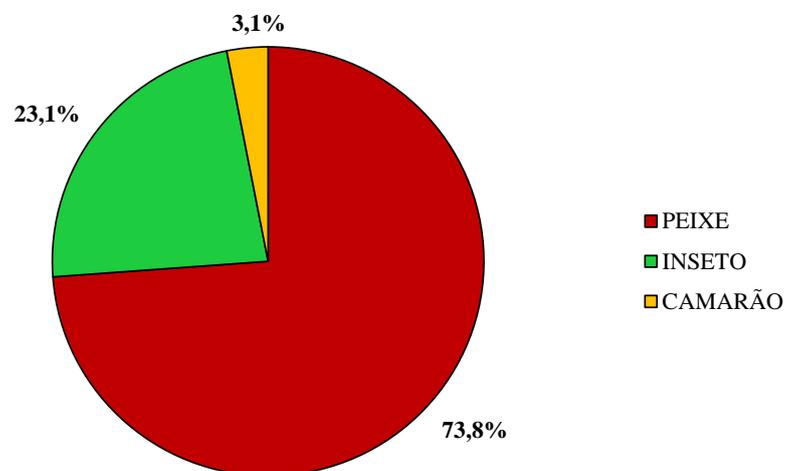


**Fonte:** Elaborado pelo autor.

#### 5.4 Frequência de ocorrência dos itens alimentares para todo período de estudo

A alimentação da piranha vermelha apresenta uma variação simples de alimentos, podendo ser observado apenas três itens que compõe a dieta principal da espécie. Os peixes foram os mais observados, contribuindo com um percentual de 73,8% de todos os estômagos analisados, seguindo de insetos que apresentou uma porcentagem de 23,1% e camarão 3,1% (Figura 12) vale ressaltar que também foi registrado a ocorrência de vegetação (fragmentos de galhos e folhas) que foram ingerido acidentalmente pela piranha vermelha, no momento a qual a mesma alimentava-se dos insetos.

**Figura 12** - Composição da dieta alimentar da piranha vermelha.



**Fonte:** Elaborado pelo autor.

As espécies de piranha que compõe a família Serrasalmidæ têm os peixes como alimento principal nas suas dietas, com frequentes observações de fragmentos do corpo desses animais no conteúdo estomacal das mesmas, também foi observado partes do corpo de insetos compondo a dieta da piranhas, Behr; Sigmor (2008) classificam os insetos como a segunda categoria mais importante de alimentos para piranha do rio Ibicuí, Sul do Brasil.

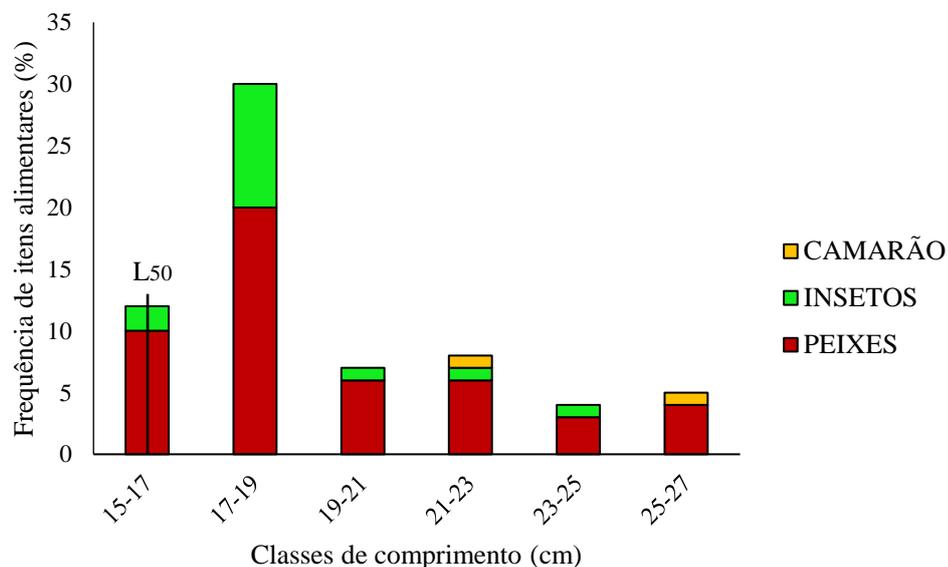
As piranhas vermelhas de Tucuruí, apresentaram semelhança na composição dos itens alimentares descritos por Prudente et al., (2016) para piranha *Serrasalmus gouldingi* do baixo rio Anapu na Amazônia, ou seja. Além disso, Piorski et al., (2005) evidenciam uma similaridade de itens ingeridos em seu estudo realizado no Nordeste e Ferreira et al., (2014) para o centro oeste para a piranha vermelha.

Os vegetais foram observados em alguns estudos para a piranha vermelha, onde os autores indicam que a vegetação ingerida pelas piranhas são decorrente ao ato de alimentação de algum outro organismo de origem animal, ou seja, esse item é ingerido de forma acidental junto com os itens que compõe a dieta principal da espécie (RESENDE et al., 1996).

### 5.5 Variação da dieta por classe de comprimento

A piranha vermelha apresentou o peixe como item mais encontrado na dieta alimentar para as classes de comprimento, destacando que a ocorrência desse item foi maior nos intervalos de classe de (17-19 cm) e (15-17 cm) respectivamente, sendo o pico no consumo de peixes observado para o intervalo de (17-19 cm) (Figura 13).

**Figura 13** - Variação da dieta por classe de tamanho.



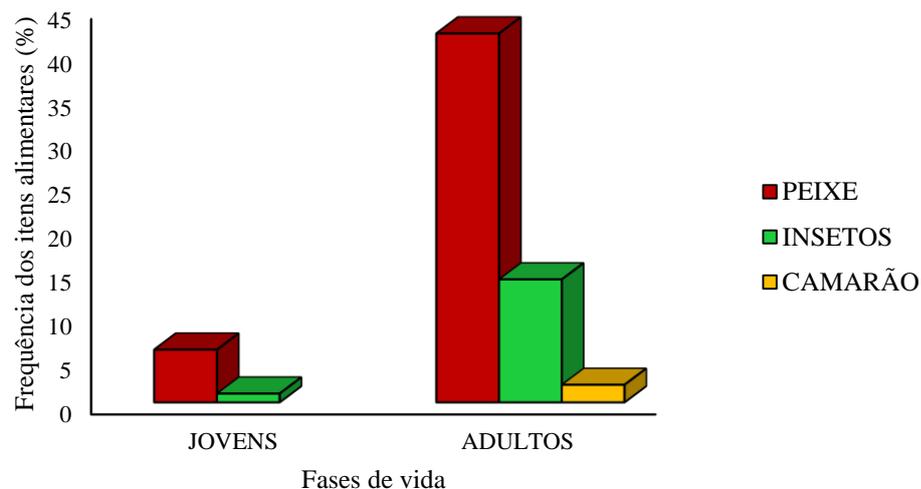
**Fonte:** Elaborado pelo autor.

As classes de comprimentos que apresentaram maior volume de conteúdo estomacal são compostas por indivíduos adultos, que estão realizando as migrações sazonais para áreas de reprodução e alimentação. Essas áreas são caracterizadas pela abundância e diversidade de organismos aquáticos, representando assim uma grande oferta de alimentos principalmente para a piranha vermelha que ocupa o topo da cadeia alimentar (PIORSKI et al., 2005).

### 5.6 Variação da dieta para jovens e adultos

Podemos observar que os indivíduos adultos apresentaram uma frequência na variação da dieta mais evidente quando comparada a dieta dos indivíduos jovens, mostrando que as três categorias de itens alimentares encontradas para este estudo, estão compondo a alimentação dos adultos e apenas o camarão não foi observado para os jovens (Figura 14).

**Figura 14** - Variação da dieta alimentar entre jovens e adultos.



**Fonte:** Elaborado pelo autor.

A justificativa para a frequência dos indivíduos adultos serem mais evidente no estudo, pode ser explicada pelo período de coleta, onde se compreende que grande parte das amostragens aconteceram na estação chuvosa da região. Sendo assim, de acordo com Queiroz, Sobanski e Magurran (2010) o início do período chuvoso está relacionado com a época da reprodutiva da espécie, ou seja, os adultos deslocam-se para as áreas de reprodução para desovar e a partir desse estudo pode-se indicar que o lago de Tucuruí é a área de reprodução e alimentação para os adultos de piranha vermelha, portanto, os jovens ocupam regiões distintas para alimentação na estação chuvosa.

As análises por item alimentar para jovens e adultos indicaram diferença significativa para peixes e insetos (Tabela 1). Ou seja, os adultos alimentam-se com maior frequência de peixes e insetos quando comparado com os jovens. Além disso, pode-se observar camarão compondo a dieta dos adultos, item esse não encontrados para os jovens.

**Tabela 1** – Itens alimentares para jovens e adultos

ITENS	JOVENS	ADULTOS	TOTAL	X <sup>2</sup>	CORREÇÃO DE YATES
PEIXES	6	42	48	21,43	22,88*
INSETOS	1	14	15	10,29	12,07*
CAMARÃO	0	2	2	2,0	4,5
TOTAL	7	58	-	-	-

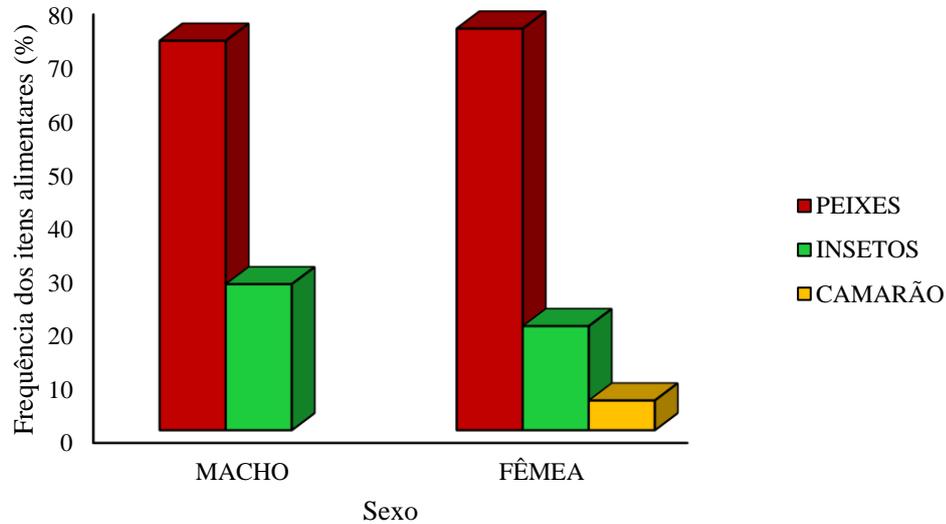
\* = Significativo a nível de 5%

**Fonte:** Elaborado pelo autor

Pompeu (1999) mostra em seu estudo realizado em quatro lagoas marginais do rio São Francisco, que na estação chuvosa as espécies de piranha tendem diversificar a composição da sua dieta alimentar, devido ao aumento na disponibilidade de alimento que não são naturais do ecossistema no qual a piranha está inserida. A partir disso, é possível observar uma quantidade de insetos compondo a dieta da espécie. Para a piranha vermelha os insetos são considerados alimentos de origem alóctone e classificados como itens de importância secundária da dieta, pois para Behr; Signor (2008) a espécie apresenta hábito piscívoro, ou seja, os peixes compõem a dieta principal da piranha vermelha.

### 5.7 Variação da dieta por gênero

Durante o estudo foram analisados 33 estômagos de machos e 63 fêmeas e o peixe esteve presente na dieta da piranha vermelha durante todo o período de estudo, podendo ser observado uma frequência de 75% para as fêmeas e 73% para os machos que apresentaram alimento no conteúdo estomacal. Os insetos também compõem a dieta para ambos os sexos, entretanto, somente as fêmeas apresentaram camarão em seu conteúdo estomacal podendo ser observada uma frequência relativamente baixa de 6% para todos os estômagos analisados (Figura 15).

**Figura 15** - Variação da dieta para macho e fêmea durante o período de estudo.

**Fonte:** Elaborado pelo autor.

Duponchelle et al., (2007) em seu estudo realizado em duas bacias hidrográficas na Amazônia boliviana encontram resultados semelhantes para as piranhas vermelhas da região. Isso implica que tanto os machos quanto as fêmeas alimentam-se em uma escala de itens alimentares iguais, porém não existe uma similaridade que justifique a não ocorrência de diferença na composição alimentar para ambos os sexos.

As análises por itens alimentares para macho e fêmea apresentam uma diferença significativa nos itens peixes e insetos (Tabela 2) para este estudo, mostrando que as fêmeas observadas apresentam uma diversidade mais evidente de itens que compõe a dieta da espécie.

**Tabela 2** – Itens alimentares para fêmea e macho.

ITENS	FÊMEA	MACHO	TOTAL	X <sup>2</sup>	CORREÇÃO DE YATES
PEIXE	27	16	43	90,25	85,56*
INSETOS	7	6	13	10,67	8,17*
CAMARÃO	2	0	2	0	0
TOTAL	36	22	58	-	-

\* = Significativo a nível de 5%

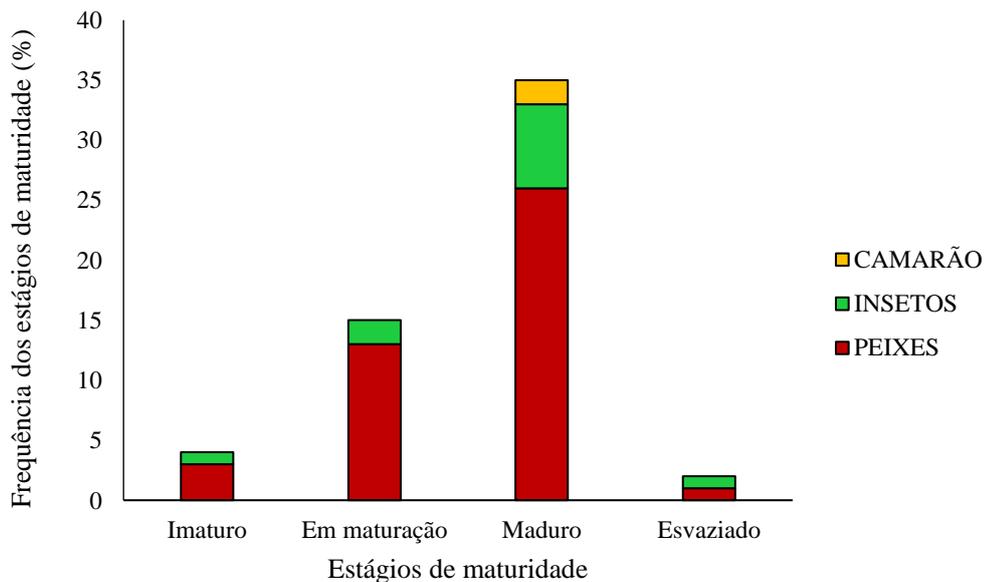
**Fonte:** Elaborado pelo autor.

Agostinho; Hahn e Marques, (2003) propõe que o percentual de espécimes capturados com conteúdo estomacal mal digerido ou quase digerido é decorrente aos peixes que estavam presos na rede, ou seja, supõe que parte das fêmeas que foram capturadas estavam se alimentando dos demais peixes emalhados no apetrecho utilizado para a coleta de dados referentes a esse estudo.

### 5.8 Variação da dieta por estágios de maturidade das gônadas

Para os estágios de maturação gonadal foi possível observar uma dieta equilibrada quanto aos itens alimentares predominantes encontrados nos estômagos da piranha vermelha, indicando o peixe como principal item analisado (Figura 16). Diante disso, supõe que o peixe é classificado como principal alimento da espécie para todos os estágios de maturação.

**Figura 16** - Variação da dieta por estágio de maturidade.



**Fonte:** Elaborado pelo autor.

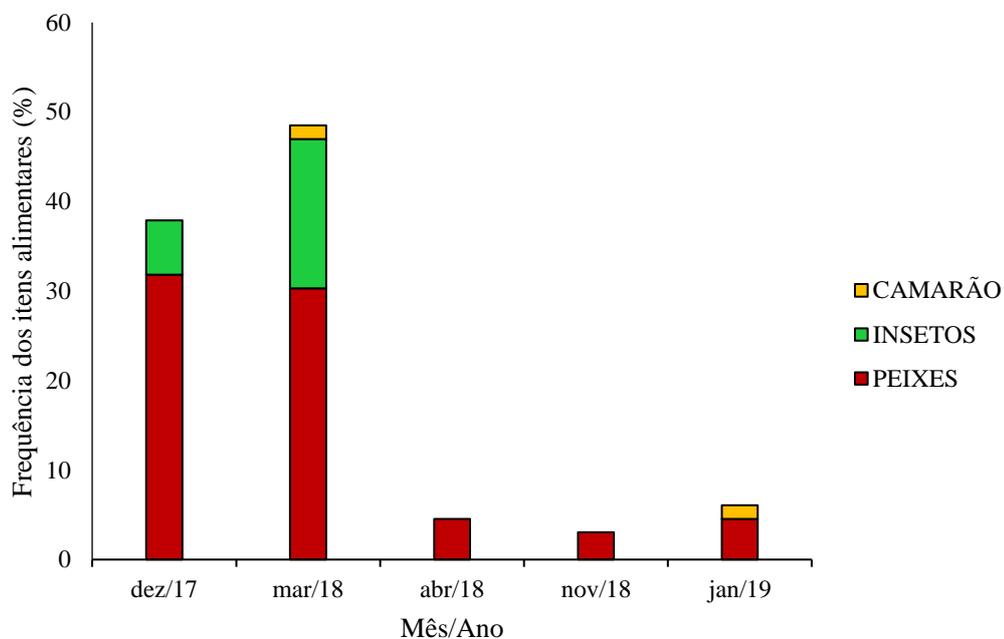
A piranha vermelha é um peixe de ciclo de vida curto, com pequeno tamanho corporal e primeira maturação precoce, isso colabora para melhor entendimento das relações alimentares da espécie, mostrando que o estágio de maduro apresenta maior volume de itens alimentares observados (AGOSTINHO; HAHN; MARQUES, 2003).

Gonçalves (2007) encontra resultados semelhantes para a piranha *Serrasalmus spilopleura* Kner, 1858 em seu estudo realizado no reservatório da Usina Mogi Guaçu e explica que a frequência de peixes observados para todos os estágios de maturação é dada por causa do hábito oportunista, no qual a espécie se aproveita de uma fonte alimentar mais abundante, este hábito vai se aprimorando de acordo com o crescimento das piranhas, o autor também indica que a ingestão de itens de origem alóctone é decorrente as alterações do ambiente no qual a espécie se encontra. Os resultados encontrados para a piranha do reservatório da usina de Mogi Guaçu corroboram com o encontrado para a piranha vermelha do lago da hidrelétrica de Tucuruí.

### 5.9 Variação da dieta por mês

Durante todo o período de coleta, o consumo predominante na dieta da piranha vermelha foi de peixe, seguido de insetos (Figura 17). Sendo que é possível observar o maior consumo de insetos nos meses de dez/17 e mar/18. Isso pode ser justificado pela área de estudo ser o local de alimentação da espécie no período que compreende a maior intensidade pluviométrica. Nas áreas próximas as margens que as piranhas foram capturadas há florestas preservadas, que servem os insetos como um alimento secundário para a piranha vermelha no período em que é evidente a elevação do nível da água, decorrente a inundação das florestas. Além de proporcionar um ambiente sombreado com temperatura amena da água.

**Figura 17** - Variação da dieta por mês de coleta.



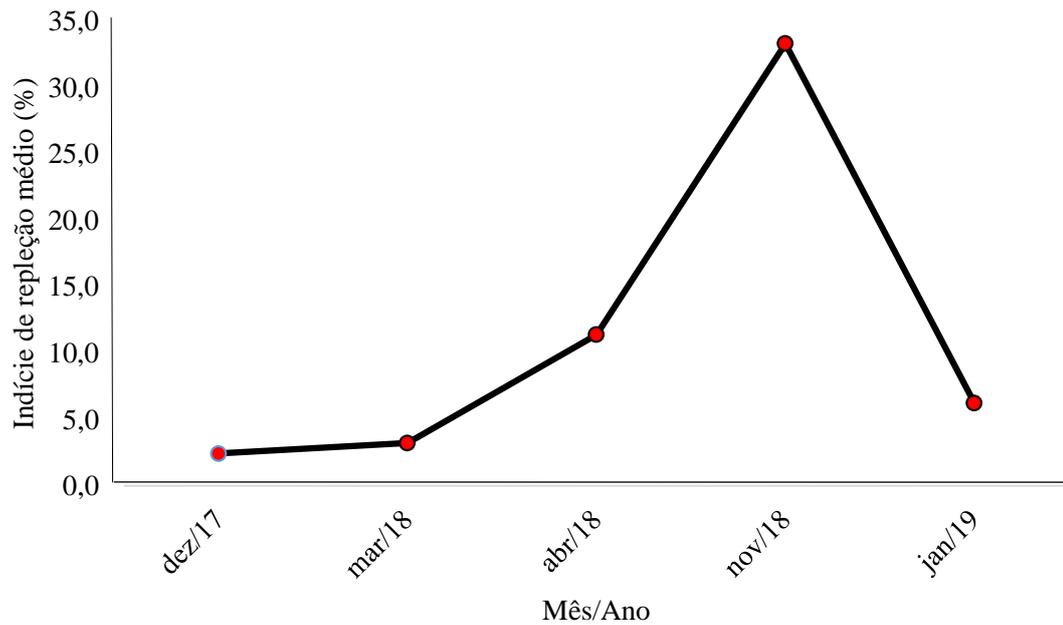
**Fonte:** Elaborado pelo autor.

Segundo Agostinho; Gomes (1997) as espécies que habitam ecossistemas lênticos, possuem uma dieta quase sempre composta por itens autóctones, ou seja, os peixes carnívoros se alimentam de organismo de origem animal que compõe aquele ecossistema, como o observado para a piranha vermelha. Porém, Ribeiro; Biagioni; Smith (2014) explica que a ocorrência de insetos na dieta de organismos que possui o peixe como principal fonte alimentar está devidamente associado a elevação do nível da água em épocas chuvosas, pois há uma inundação mais evidente nas regiões de margens coberta por vegetação e decorrente a isso os insetos acabam se tornando um item alimentar alóctone para os peixes carnívoros.

### 5.10 Cálculo do índice de repleção médio para piranha vermelha

O índice de repleção médio dos estômagos da piranha apresentaram uma variação crescente para o período estudado, onde pode-se observar o maior valor encontrado no período de novembro de 2018 (35,0) de estômagos com conteúdo estomacal e o menor valor encontrado em dezembro de 2017 (3,44) (Figura 18).

**Figura 18** - Variação do índice de repleção médio.



**Fonte:** Elaborado pelo autor.

O alto valor encontrado para novembro de 2018, pode ser justificado por ser a única amostragem realizada no período seco, evidenciando um regime de chuvas e a redução do nível de água do reservatório da hidrelétrica de Tucuruí, deixando claro a menor dispersão dos cardumes de peixes. Isso, torna o ambiente apropriado para a maior alimentação das piranhas, pois há uma abundância de peixes disponível para a espécie se alimentar. Assim, é explicada alto volume de estômagos analisados com presença de itens alimentares (FERREIRA et al., 2014).

Agostinho; Hahn; Marques (2003) apresentam a mesma justificativa para o estudo direcionado a duas espécies de piranhas da família Serrasalminidae realizado na inundação do rio Paraná.

## 6 CONCLUSÃO

A piranha vermelha apresenta hábito carnívoro com tendência piscívora, suas características morfológicas do trato gastrointestinal são semelhantes aos dos peixes carnívoros. Os peixes são os principais itens que compõem a dieta da piranha vermelha para todos os intervalos de comprimento e gênero adotados neste trabalho e a abundância de alimentos foi maior no período seco. O lago da hidrelétrica de Tucuruí compreende a área de alimentação dos jovens e adultos da piranha vermelha. Destaca-se neste estudo a importância da preservação das florestas marginais do lago da hidrelétrica de Tucuruí, pois esta é primordial para a manutenção das populações de piranhas vermelhas devido ao alto registro do alimento secundário, insetos, nos estômagos dos indivíduos.

## REFERÊNCIAS

- ABELHA, M. C. F.; AGOSTINHO A. A.; GOULART, E. Plasticidade trófica em peixes de água doce. **Acta Scientiarum**. v. 23, n. 42, p. 425-434, Maringá – PN, 2001.
- AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L.C. **Reservatório de Segredo: bases. Ecológicas para o manejo**. Maringá: EDUEM, 387 p. 1997.
- AGOSTINHO, C. S.; HAHN, N. S.; MARQUES, E. E. Patterns of food resource use by two Congeneric species of piranhas (*Serrasalmus*) on the upper Paraná river floodplain. **Brazilian Journal of Biology**. v. 63, n. 2, p. 177 – 182, Porto Nacional – TO, 2003.
- ALMEIDA, V. L. L.; HAHN, N. S. VAZZOLER, A. E. A. M. Feeding patterns in five predatory fishes of the high Parana river floodplain PR, Brazil. **Ecology of Freshwater Fish**. v. 6, p. 123 – 133, Maringá – PR, 1997.
- BAILLY, D. **Influência do regime de cheias na reprodução de espécies com diferentes estratégias reprodutivas da planície de inundação do rio Cuiabá, Alto Pantanal, Brasil**. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais), Universidade Estadual de Maringá - UEM, Maringá – PR, 2006. 34p.
- BARBOSA, J. M.; FERRAZ, K. D. S. Sistematização de Nomes Vulgares de Peixes Comerciais do Brasil: 1. Espécies Dulciaquícolas. **Departamento de Pesca e Aqüicultura**. p. 64 – 75, Recife – PE, 2008.
- BASTO, T. X.; PACHÊCO, N. A. Freqüências de Chuva no Estado do Pará no Plano Microrregional. **Embrapa Amazônia Oriental**, Belém – PA, 2005. 26p.
- BEHR, E. R.; SIGNOR, C. A. Distribuição e alimentação de duas espécies simpátricas de piranhas *Serrasalmus maculatus* e *Pygocentrus nattereri* (Characidae, Serrasalminae) do rio Ibicuí, Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia. Série Zoologia**. v. 89, n. 4, p. 501 – 507, Porto Alegre – RS, 2008.
- BELLAVER, S. M.; PEREIRA, J. G. M.; SCHUINGUES, C. O.; LIMA, M. G.; COSTA, G. M. Descrição morfológica do estômago de barbado, *Pinirampus pinirampu* (Teleostei, Pimelodidae). **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, Alta Floresta-MT. v. 10, n. 2, p. 213-218, 2012.
- BEVILAQUA, D. R.; SOARES, M. G. M. Crescimento e mortalidade de *Pygocentrus nattereri* KNER, 1985 em lagos de várzea da região de Manacapuru, Amazônia. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**. v. 5, n. 2, p. 43 – 52, Manaus – AM, 2010.
- CANAN, B.; NASCIMENTO, W. S.; SILVA, N. B; CHELLAPPA, S. Morphohistology of the Digestive Tract of the Damsel Fish *Stegastes*. **The Scientific World Journal**, Article ID 787316, p. 1-9 2012.
- COSTA, M. C.; RIBEIRO, R. S.; SILVA, R. L.; TELLES, M. P. C.; SILVA-JUNIOR, N. J. Diversidade ictiofaunística e compartimentação do Rio Caiapó, Goiás, por usinas hidrelétricas. **Estudos**. v. 35, n, 12, p. 1023 – 1054, Goiânia – GO, 2008.

CUNICO, A. M.; AGOSTINHO, A. A. Morphological patterns of fish and their relationships with reservoirs hydrodynamics. **Brazilian Archives of Biology and Technology**. v. 49, n. 1 p. 125 – 134. Maringá – PR, 2006.

DUPONCHELLE, F.; LINO, F.; HUBERT, N.; PANFILI, J.; RENNO, J. F.; BARAS, E.; TORRICO, J. P.; DUNGUE, R.; NUÑES, J. Environment-related life-history trait variations of the red-bellied piranha *Pygocentrus nattereri* in two river basins of the Bolivian Amazon. **Journal of Fish Biology**. v. 71, p. 1113 – 1134, Bolívia – BOL, 2007.

ELETRONORTE. Livro sobre o meio ambiente na Usina Hidrelétrica de Tucuruí. **Departamento de Estudos e Efeitos Ambientais**. Brasília, 1987. 189p.

FERNANDES, D. **Caracterização biológica da ictiofauna carnívora da Represa do Beija-Flor, Estação Ecológica de Jataí, Luiz Antônio, SP**. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) Universidade Federal de São Carlos – UFSCar. 102f, São Carlos – SP, 2010.

FERREIRA, F. S.; VICENTIN, W.; COSTA, F. E. S.; RONDON, Y. S. Trophic ecology of two piranha species, *Pygocentrus nattereri* and *Serrasalmus marginatus* (Characiformes, Characidae), in the floodplain of the Negro River, Pantanal. **Acta Limnologica Brasiliensia**. v. 26, n. 4, p. 381 – 391, Mato grosso do Sul – MS, 2014.

FINK, W. L. Revision of the Piranha Genus *Pygocentrus* (Teleostei, Characiformes). **Copeia**. n. 3, p. 665 – 687, 1993.

FISCH, G. F., JANUÁRIO, M. e SENNA, R. C. Impacto ecológico em Tucuruí (PA): Climatologia. **Acta Amazônica**, n. 20, p. 49 – 60, Belém – PA, 1990.

FREIRE, A. G.; AGOSTINHO, A. A. Ecomorfologia de oito espécies dominantes da ictiofauna do reservatório de Itaipu (Paraná/ Brasil). **Acta Limnologica Brasiliensia**. v. 13, n.1, p. 1 – 9, Natal – RN, 2001.

GONÇALVES, C. S. **Biologia alimentar da ictiofauna na área de influência do reservatório da usina Mogi Guaçu e lagoas marginais da Estação Ecológica – Fazenda Campininha (SP)**. Dissertação (Mestrado em Zoologia) Universidade Estadual Paulista – UNESP, 134f, Rio Claro – SP, 2007.

HARDER, W. **Anatomy of fishes**. Stuttgart: E. Schw. Verl. 1975, 132p.

HUBERT, N.; DUPONCHELLE, F.; NUÑES, J.; DAVILA, C. G.; PAUGY, D.; RENNO, J. F. Phylogeography of the piranha genera *Serrasalmus* and *Pygocentrus* : Implications for the diversification of the Neotropical Ichthyofauna. **Molecular Ecology**. n. 16, p. 2115 – 2136, Marselha – FR, 2007.

LATINI AO, PETRERE-JR, M. Reduction of a native fish fauna by alien species: an example from Brazilian freshwater tropical lakes. **Fisheries Management and Ecology**. n. 11, p. 71 – 79, Rio Claro – SP, 2004.

LOWE-MCCONNELL, R. H. **The fishes of the Rupununi Savana district of British Guyana, South America**. J. Linn Soc (Zool) v. 45 p. 103 – 144, 1964.

MAGALHÃES, E. R. S.; YAMAMOTO, K. C.; ANJOS, H. D. B.; LEOBENS, S. C.; SOARES, M. G. M. Bancos de macrófitas aquáticas em lago de várzea: alimentação de duas espécies de peixes na região de Manaus, Amazonas, Brasil. **Acta of Fisheries and Aquatic Resources**. v. 3, n. 1, p. 25 – 40, Manaus – AM, 2015.

MAZZONI, R.; MORAES, M.; REZENDE, R. F.; MIRANDA, J. C. Alimentação e padrões ecomorfológicos das espécies de peixes de riacho do alto rio Tocantins, Goiás, Brasil. **Lheringa série Zoologia**. v. 100, n. 2, p. 162 – 168, Porto Alegre – RS, 2010.

MORAES, B. C.; COSTA, J. M. N.; COSTA, A. C. L.; COSTA, M. H. Variação espacial e temporal da precipitação no estado do Pará. **Acta Amazônica**. v. 35, p. 1-11, Belém – PA, 2005.

OLIVEIRA, M. R.; MORAES, A. L. S.; SILVA, A. M.; LIMA, J. T. A. X.; CARVALHO, M. M.; CHELLAPPA, N. T.; CHELLAPPA, S. Estratégias reprodutivas de sete espécies de peixes das águas costeiras do Rio Grande do Norte, Brasil. **Holos**. v. 6, p. 107 – 122, Natal – RN, 2015.

OLIVEIRA, J. F.; MORAES-SEGUNDO, A. L. N.; NOVAES, J. L. C.; COSTA, R. S.; FRANÇA, J. S.; PERETTI, D. Estrutura trófica da ictiofauna em um reservatório do semiárido brasileiro. **Lheringa Série Zoologia**. v. 106, n. 02, p. 01 – 09, Rio Grande do Norte – RN, 2016.

PERET, A. M. **Dinâmica da alimentação de peixes piscívoros da represa de Três Marias, MG**. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) Universidade Federal de São Carlos – UFSCar. P. 61, São Carlos – SP, 2004.

PERETTI, D. **Alimentação e análise morfológica de quatro espécies de peixes (*Astyanax altiparanae*, *Parauchenipterus galeatus*, *Serrasalmus marginatus* e *Hoplias aff. malabaricus*) na Planície de inundação do alto rio Paraná, Brasil**. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais), Universidade Estadual de Maringá - UEM, 62f, Maringá – PR, 2006.

PIORSKI, N. M.; ALVEZ, J. B. L.; MACHADO, M. R. B.; CORREIA, M. M. F. Alimentação e ecomorfologia de duas espécies de piranhas (Characiformes: Characidae) do lago de Viana, estado do Maranhão, Brasil. **Acta Amazônica**. v. 35, n. 1, p. 63 – 70, São Luís – MA, 2005.

POMPEU, P. S. Dieta da pirambeba *Serrasalmus brandtii* Reinhardt (Teleostei, Characidae) em quatro lagoas marginais do rio São Francisco, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**. v. 16, n. 2, p. 19 – 26, Belo Horizonte – MG, 1999.

PRUDENTE, B. S.; CARNEIRO-MARINHO, P.; VALENTE, R. M.; MONTAG, L. F. A. Feeding ecology of *Serrasalmus gouldingi* (Characiformes: Serrasalmidae) in the lower Anapu River region, Eastern Amazon, Brazil. **Acta Amazonica**. v. 46, n. 3, p. 259 – 270, Belém – PA, 2016.

QUEIROZ, H. L.; SOBANSKI, M. B.; MAGURRAN, A. E. Reproductive strategies of red-bellied Piranha (*Pygocentrus nattereri* Kner, 1858) in the white Waters of the Mamirauá flooded forest, central brazilian Amazon. **Environ Biology Fish**. n. 89, p. 11 – 19, Manaus – AM, 2010.

QUEIROZ, L. J.; TORRENTE-VILARA, G.; OHARA, W. M.; PIRES, T. H. S.; ZUANON, J.; DORIA, C. R. C. **Peixes do Rio Madeira Volume II**, Editora: Santo Antônio, São Paulo – SP, 2013. 354p.

RESENDE, E. K.; PEREIRA, R. A. C.; ALMEIDA, V. L. L.; SILVA, A. G. Alimentação de peixes carnívoros da planície inundável do rio Miranda, pantanal, Mato grosso do sul, Brasil. **Boletim de Pesquisa Embrapa – CPAP**. n. 3, Corumbá – MS, 1996. 36p.

RIBEIRO, A. R.; BIAGIONI, R. C.; SMITH, W. S. Estudo da dieta natural da ictiofauna de um reservatório centenário, São Paulo, Brasil. **Iheringia, Série Zoologia**. v. 104, n. 4, p. 404 – 41, Porto Alegre – PR, 2014.

ROTTA, M. A. **Aspectos gerais da fisiologia e estrutura do sistema digestivo dos peixes relacionados à piscicultura**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2003. 48p.

SANTOS, E. P. **Dinâmica de populações aplicada à pesca e piscicultura**. HUCITEC, São Paulo – SP, 1978. 129p.

SAZIMA, I.; MACHADO, F.A. Underwater observation of piranhas in western Brazil. **Environmental Biology Fishes**, v. 28, n. 14, p. 17 – 31, Dordrecht – NL, 1990.

SAZIMA, I.; POMBAL-JUNIOR, J. P. Mutilação de nadadeiras em acarás *Geophagus brasiliensis* por piranhas *Serrasalmus spilopleura*. **Revista Brasileira de Biologia**. v. 48, n. 3, p. 477 – 483, Rio de Janeiro – RJ, 1988.

SCAPIM, J.; BASSANEZI, R. C. Modelo de von Bertalanffy generalizado aplicado às curvas de crescimento animal. **Biomatemática (UNICAMP)**. v. 18, p. 01 – 14, São Paulo – SP, 2008.

SILVA, J. C.; SANTOS, G. M.; LEÃO, E. L. M. Dieta da piranha *Pristobrycon serrulatus* (Valenciennes, 1849) no arquipélago das anavilhanas, Rio Negro, AM, em função da variação sazonal e ontogênica. **VIII Jornada de Iniciação Científica do INPA**. p. 132 – 135, Manaus – AM, 1999.

SOARES, L. M. S.; PINHEIRO, R. F. M. A fauna de peixes na bacia do rio Barra Seca e na rebio de Sooretama, Espírito Santo, Brasil. **Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão**. v. 2, n. 35, p. 49 – 104, Vitória – ES, 2014.

VAZZOLER A. E. A. M. **Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática**. EDUEM. Maringá – PR, 1996. 191p.

VILLARES-JUNIOR, G. A.; GOMIERO, L. M.; GOITEIN, R. Alimentação de *Serrasalmus maculatus* (Kner, 1858) (Characiformes; Serrasalmidae) no trecho inferior bacia do rio Sorocaba, São Paulo, Brasil. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**. v. 30, n. 3, p. 267 – 273, Maringá – PR, 2008.

WOOTTON, R. J. **Ecology of teleost fish**. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers. 1999. 386p.

YAMATOTO, K. C.; SOARES, M. G. M.; FREITAS, C. E. C. Alimentação de *Triportheus angulatus* (Spix & Agassiz, 1829) no lago Camaleão, Manaus, AM, Brasil. **Acta Amazonica**. v. 34, n. 4, p. 653 – 659, Manaus – AM, 2004.

ZAVALA-CAMIN, L. A. **Introdução aos estudos sobre alimentação natural em peixes**. Maringá: EDUEM/Nupelia, 1996. 129p.