



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL DE RECURSOS HÍDRICOS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PESCA

EMILY DE LIMA BARBOSA

DINÂMICA ALIMENTAR DA PIRANHA BRANCA *Serrasalmus calmoni*
(Steindachner, 1908) NO MOSAICO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DO LAGO
DE TUCURUÍ, RIO TOCANTINS, PA

BELEM
2025

EMILY DE LIMA BARBOSA

**DINÂMICA ALIMENTAR DA PIRANHA BRANCA *Serrasalmus calmoni*
(Steindachner, 1908) NO MOSAICO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DO LAGO
DE TUCURUÍ, RIO TOCANTINS, PA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Pesca, da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), como parte dos requisitos para obtenção do título de Graduado.

Área de concentração: Ecologia Aquática.

Orientadora: Prof^a MSc. Rosália Furtado Cutrim Souza

**BELÉM
2025**

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

- B238d Barbosa, Emily de Lima
 DINÂMICA ALIMENTAR DA PIRANHA BRANCA *Serrasalmus calmoni* (Steindachner, 1908) NO
 MOSAICO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DO LAGO DE TUCURUÍ, RIO TOCANTINS, PA /
 Emily de Lima Barbosa. - 2025.
 36 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Curso de Engenharia de Pesca, Campus Universitário
 de Belém, Universidade Federal Rural Da Amazônia, Belém, 2025.
 Orientador: Profa. MSc. Rosália Furtado Cutrim Souza
1. Trato digestivo. 2. Ecologia trófica. 3. Dieta. 4. Morfologia . I. Souza, Rosália Furtado Cutrim,
 orient. II. Título
-

CDD 574.5222

EMILY DE LIMA BARBOSA

**DINÂMICA ALIMENTAR DA PIRANHA BRANCA *Serrasalmus calmoni*
(Steindachner, 1908) NO MOSAICO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DO LAGO
DE TUCURUÍ, RIO TOCANTINS, PA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Pesca, da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), como parte dos requisitos para obtenção do título de Graduado.
Área de concentração: Ecologia Aquática.

Orientadora: Prof^ª MSc. Rosália Furtado Cutrim Souza

Aprovado em: 19 de Março de 2025.

Banca Examinadora:

Documento assinado digitalmente

gov.br

ROSALIA FURTADO CUTRIM SOUZA

Data: 28/03/2025 14:04:51-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

MSc. ROSALIA FURTADO CUTRIM

Universidade Federal Rural da Amazônia

Documento assinado digitalmente

gov.br

PAULO ARTHUR DE ABREU TRINDADE

Data: 26/03/2025 20:48:31-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. Paulo Arthur de Abreu Trindade

Universidade Federal do Pará

Documento assinado digitalmente

gov.br

IVAN FURTADO JUNIOR

Data: 27/03/2025 19:20:49-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. Ivan Furtado Junior

Universidade Federal Rural da Amazônia

“Portanto, não desanimamos! Ainda que o nosso exterior esteja se desgastando, o nosso interior está em plena renovação dia após dia. Pois as nossas aflições leves e passageiras estão produzindo para nós uma glória incomparável, de valor eterno. Sendo assim, fixamos nossos olhos, não naquilo que se pode enxergar, mas nos elementos que não são vistos; pois os visíveis são temporais, ao passo que os que não se vêem são eternos”.

(2 Coríntios 4:16-18)

AGRADECIMENTO

Agradeço primeiramente a Deus, pela sabedoria, força e coragem para enfrentar os desafios desta jornada, sempre me guiando e me sustentando com sua infinita graça.

Ao Instituto de Desenvolvimento Florestal e da Biodiversidade do Estado do Pará – IDEFLOR-BIO e GREENTEC SOLUÇÕES pelo financiamento e concessão de dados, que me proporcionou todas as ferramentas necessárias para o desenvolvimento e a elaboração deste estudo.

A Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) e ao Instituto Socioambiental e dos Recursos Hídricos (ISARH) pela oportunidade de realizar este trabalho e pelo suporte oferecido durante toda a minha formação acadêmica.

Agradeço ao Laboratório de Ictiologia e Dinâmica de Populações Pesqueiras (LAID) e sua equipe por todo o auxílio, dedicação e zelo para elaboração deste trabalho.

Ao Grupo de Ecologia Aquática (GEA) por disponibilizar o laboratório e seus equipamentos para realização das análises deste trabalho.

Agradeço em especial a Professora MSc. Rosália Furtado Cutrim por sua orientação, paciência, dedicação e pelas valiosas contribuições na minha carreira Acadêmica, profissional e Pessoal ao longo deste processo. Sem o seu apoio, este trabalho não teria sido possível.

À Dra. Jenny Johanna Morales Parrado, pela paciência diária, pelos seus ensinamentos e experiências que colaboraram para o meu crescimento pessoal e profissional.

Agradeço a todos meus familiares, principalmente aos meus pais dona Joyce de Lima, Sr. Sidney Barbosa e minha irmã Eduarda Barbosa por sempre acreditarem em mim e por me darem a base que preciso para seguir em frente durante toda essa jornada.

Ao meu amor, pelo apoio incondicional, compreensão e companheirismo, que foram fundamentais em todos os momentos desta trajetória.

Por fim, agradeço aos meus amigos por compartilhar conhecimentos e momentos inesquecíveis durante toda a graduação.

RESUMO

A Piranha branca, *Serrasalmus calmoni*, é um peixe carnívoro da família Serrasalminae, amplamente distribuído na bacia do rio Tocantins. Este estudo teve como objetivo analisar a dinâmica alimentar da Piranha branca no Mosaico de Unidades de Conservação do Lago de Tucuruí, no estado do Pará, Brasil. No período de dezembro de 2017 e janeiro de 2019 foram realizadas cinco campanhas de amostragens. Após a coleta, os indivíduos foram levados a análises biométricas e morfológicas, incluindo a descrição do trato digestivo, grau de repleção e grau de digestão. Os resultados indicaram que o trato digestivo da Piranha branca apresenta características típicas de peixes carnívoros, como boca ampla, lábios pouco desenvolvidos, dentes afiados e um intestino relativamente curto. A análise do conteúdo estomacal revelou uma dieta predominantemente piscívora, com peixes representando 66,4% dos itens alimentares identificados. No entanto, foram encontrados também materiais vegetais (13,6%), insetos alóctones (4,3%), insetos autóctones (7%), crustáceos (6,4%), sementes (0,7%), moluscos (0,7%) e vertebrados (0,7%), apresentando uma predominância alimentar piscívora. A análise do grau de repleção dos estômagos revelou que 60,5% dos indivíduos analisados continham alimento no trato digestivo, indicando uma boa disponibilidade de recursos alimentares no Mosaico de Unidades do Lago de Tucuruí. Além disso, os dados sugerem uma diferenciação na dieta entre sexo e classes de comprimento. As Fêmeas apresentaram maior diversidade alimentar em relação aos Machos. Em relação ao tamanho, os indivíduos juvenis consumiram uma variedade mais ampla de itens alimentares, enquanto os adultos demonstraram uma dieta mais especializada. O estudo contribui para o conhecimento da ecologia trófica de *Serrasalmus calmoni* no Lago de Tucuruí, destacando sua importância ecológica. Além disso, os resultados indicam que a espécie se adapta bem às condições ambientais do reservatório, reforçando sua característica oportunista. Essas informações podem ser fundamentais para conservação da biodiversidade na região.

Palavras-chave: Trato digestivo, Dieta, Ecologia trófica, Morfologia.

ABSTRACT

The White Piranha, *Serrasalmus calmoni*, is a carnivorous fish from the Serrasalminidae family, widely distributed in the Tocantins River basin. This study aimed to analyze the feeding dynamics of the White Piranha in the Tucuruí Lake Mosaic of Conservation Units, in the state of Pará, Brazil. Five sampling campaigns were carried out between December 2017 and January 2019. After collection, the individuals were taken for biometric and morphological analysis, including a description of the digestive tract, degree of repletion and degree of digestion. The results indicated that the digestive tract of the White Piranha has characteristics typical of carnivorous fish, such as a wide mouth, poorly developed lips, sharp teeth and a relatively short intestine. Analysis of the stomach contents revealed a predominantly piscivorous diet, with fish accounting for 66.4% of the food items identified. However, plant materials (13.6%), allochthonous insects (4.3%), autochthonous insects (7%), crustaceans (6.4%), seeds (0.7%), molluscs (0.7%) and vertebrates (0.7%) were also found, showing a predominantly piscivorous diet. Analysis of the degree to which the stomachs were full revealed that 60.5% of the individuals analyzed had food in their digestive tracts, indicating a good availability of food resources in the Tucuruí Lake Mosaic of Units. In addition, the data suggest a differentiation in diet between sexes and length classes. Females showed greater dietary diversity than males. In relation to size, juvenile individuals consumed a wider variety of food items, while adults showed a more specialized diet. The study contributes to knowledge of the trophic ecology of *Serrasalmus calmoni* in Tucuruí Lake, highlighting its ecological importance. In addition, the results indicate that the species adapts well to the environmental conditions of the reservoir, reinforcing its opportunistic characteristic. This information could be fundamental for the conservation of biodiversity in the region.

Keywords: Digestive tract, Diet, Trophic ecology, Morphology.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1-Vista lateral da espécie <i>S.calmoni</i> capturada no rio Tocantins, durante as amostragens do Lago de Tucuruí, Pará.....	13
Figura 2- Distribuição da espécie <i>S. calmoni</i> na América do Sul, com destaque para a região Amazônica.	14
Figura 3- Localização da área de estudo: Mosaico de Unidades de Conservação do Lago da UHE e os municípios de Tucuruí, Breu Branco; Novo Repartimento; Itupiranga; Nova Ipixuna; Jacundá; Goianésia do Pará.....	16
Figura 4- Distribuição geográfica dos pontos de coleta da amostragem de <i>S. Calmoni</i> no Mosaico de Unidades de Conservação do Lago de Tucuruí	17
Figura 5- Procedimento biométrico da Piranha branca, realizado no Laboratório de Ictiologia e Dinâmica de Populações Pesqueiras (LAID).....	18
Figura 6- Boca da Piranha branca A: vista lateral B: vista frontal da boca e dos Dentes	21
Figura 7- Primeiro arco branquial da Piranha branca	22
Figura 8- Anatomia do trato digestivo da Piranha branca, destacando suas principais estruturas	23
Figura 9- Grau de repleção dos estômagos analisados.....	23
Figura 10- Grau de digestão do conteúdo estomacal da Piranha branca.....	24
Figura 11- Descrição das categorias tróficas da <i>S. calmoni</i>	24
Figura 12- Frequência de ocorrência das categorias alimentares da espécie <i>S. calmoni</i> entre sexo (Fêmea e Macho).....	25
Figura 13- Frequência de ocorrência das categorias alimentares da espécie <i>S. calmoni</i> para diferentes classes de comprimento	26
Figura 14 - Frequência de ocorrência das categorias alimentares da espécie <i>S. calmoni</i> entre juvenil e adulto.....	27
Figura 15- Frequência de ocorrência das categorias alimentares da espécie <i>S. calmoni</i> por campanha.	28
Figura 16 - Correlação da relação peso-comprimento da espécie <i>S. calmoni</i>	29

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. OBJETIVO	11
2.1 Objetivo geral.....	11
2.2 Objetivos específicos	11
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
3.1 Sistemática.....	12
3.2 Característica morfológica.....	13
3.3 Distribuição geográfica.....	13
3.4 Reprodução	14
3.5 Ecologia trófica	14
3.6 Características do trato digestivo	15
4. MATERIAL E MÉTODOS	16
4.1. Área de estudo.....	16
4.2 Campanhas de amostragem.....	16
4.3 Captura dos peixes	17
4.4 Processamentos das amostras	17
4.4.1 Grau de repleção e grau de digestão	18
4.4.2 Análises de conteúdos estomacais.....	19
4.4.3 Frequência de ocorrência das categorias alimentares	19
4.4.4 Índice de importancia alimentar	20
4.4.5 Relação peso-comprimento	20
4.4.6 Fator de Condição	20
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
5.1 Descrição do trato digestivo da Piranha branca	21
5.5.1 Boca.....	21
5.5.2 Rastros branquiais.....	22
5.5.3 Esôfago	22
5.5.4 Estômago	22
5.5.5 Intestino	23
5.6 Grau de repleção dos estômagos da Piranha branca.....	23
5.7 Digestão dos alimentos da Piranha branca.....	23
5.8 Identificação dos componentes da dieta da Piranha branca.....	24
5.9 Variação da dieta por sexo.....	25
5.10 Variação de classes de comprimento.....	26
5.11 Variação da dieta entre juvenil e adulto.....	26
5.12 Variação da dieta por campanha	27
5.13 Índice de importância alimentar	28

5.14 Relação peso-comprimento	29
5.15 Fator de Condição	29
6. CONCLUSÃO.....	30
REFERENCIAS.....	31

1. INTRODUÇÃO

A dinâmica alimentar é um campo de estudo que investiga os processos alimentares em diferentes níveis tróficos. Esse campo abrange aspectos como a amplitude do nicho trófico, a posição trófica e o papel da alimentação (Esteves; Aranha.; Albrecht, 2021). Além disso, fornece informações essenciais para a gestão sustentável dos recursos pesqueiros, contribuindo para evitar a sobre-exploração e promover a recuperação de populações.

A descrição da dieta busca entender as relações alimentares entre organismos em um ecossistema (Sabo; Gerber 2014). E por está diretamente relacionados à obtenção de energia, ela ajuda a entender as atividades envolvidas nos processos de desenvolvimento, crescimento, reprodução e manutenção do organismo (Nikolskii, 1963; Williams, 1979; Zavala-Camin, 1996; Pough; Heiser; Mcfarland, 2003).

Esse estudo da ecologia trófica é fundamental também para avaliar os impactos das mudanças ambientais, incluindo os efeitos da construção de usinas hidrelétricas sobre os recursos pesqueiros. Essas alterações são significativas e de difícil mensuração, além de apresentarem baixa capacidade de mitigação. Isso ocorre devido à alterações nos habitats, resultando nas mudanças na qualidade da água ao transformar um ambiente lótico em lêntico (Tundisi 2007). Os peixes de água doce possuem uma variedade na sua alimentação e fornecem táticas para favorecer a sua adaptação a ambientes alterados (Hahn; Fugi, 2007).

A ordem Characiformes é o grupo de peixes caracterizados por possuírem corpo coberto por escamas, apresentando uma nadadeira adiposa, nadadeira dorsal, nadadeira anal e pares nadadeiras pélvicas e peitorais; pré-maxilar fixo ao crânio (Reis *et al.*, 2016). Uma das diversas famílias que compõem o grupo dos Characiformes, são os Serrasalmidae. Embora eles sejam um grupo facilmente reconhecível, a identificação em nível específico é dificultada pela variação morfológica do corpo e padrão de colorido gerados pela ontogenia e dimorfismo sexual (Gimênes Junior; Rech, 2022).

Freeman et al. (2007), Relata que, a complexidade das relações filogenéticas entre os gêneros de piranhas foi amplamente discutida na taxonomia do grupo, em particular, as delimitações entre *Pristobrycon* e *Serrasalmus*, mesmo diante de sucessivas análises morfológicas e genéticas. No entanto, Machado-Allison (1985) já havia identificado que algumas espécies de *Pristobrycon* estavam mais proximamente relacionadas a *Serrasalmus*. Os morfotipos identificados como *Pristobrycon sp.*, *Pristobrycon sp. rio negro* e *Pristobrycon cf. eigenmanni* agruparam-se junto às espécies do gênero *Serrasalmus*.

A natureza das piranhas, está associada à sua territorialidade na alimentação, áreas e

locais de nidificação, tornando esses peixes um sistema interessante para examinar (Kolmann; Urban; Summers, 2018). Entretanto, existe uma vasta escassez de estudos voltados para a espécie *Serrasalmus calmoni*, e a dinâmica alimentar desta espécie. Sendo assim, o intuito desta pesquisa é gerar informações que contribuam na ecologia trófica da Piranha branca (*S. calmoni*) para o Mosaico de Unidades de Conservação do Lago de Tucuruí.

2. OBJETIVO

2.1 Objetivo geral

Determinar a dinâmica alimentar da espécie *Serrasalmus calmoni* (Steindachner, 1908) capturadas no Mosaico de Unidades de Conservação do Lago de Tucuruí, rio Tocantins, PA

2.2 Objetivos específicos

Descrever o trato digestivo da Piranha branca;

Calcular o percentual do grau de repleção dos estômagos e digestão dos alimentos;

Identificar as categorias alimentares que compõe a dieta da espécie;

Determinar a frequência de ocorrência das categorias tróficas;

Verificar as diferenças da dieta a nível intraespecífico (juvenil/adulto; Macho/Fêmea);

Examinar diferenças espaciais na dieta da espécie.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Sistemática

Entre os Characiformes, a família Serrasalminidae constitui um grupo monofilético, abrigando os peixes popularmente conhecidos como "piranhas" e "pacus" (Caspers 1983; Machado-Allison, 1983; Jégu, 2003). No entanto, a taxonomia desse grupo ainda apresenta desafios, especialmente no que diz respeito à classificação e relações filogenéticas entre seus membros.

Uma classificação mais recente proposta por Mateussi *et al.* (2020) redefiniu a família Serrasalminidae, dividindo-a em duas subfamílias. Dentro da tribo Serrasalmini, que inclui as piranhas, existem incertezas taxonômicas significativas, especialmente na relação entre os gêneros *Pristobrycon* e *Serrasalmus*. Machado-Allison (1985), em uma análise morfológica detalhada, observou a não monofilia do gênero *Pristobrycon*, identificando espécies mais relacionadas ao gênero *Serrasalmus*. Estudos posteriores de Ortí *et al.* (1996; 2008) e Thompson *et al.* (2014) corroboraram essa observação, demonstrando que *Pygopristis denticulata* e *Pristobrycon calmoni* apresentam maior proximidade filogenética com *Serrasalmus*.

O gênero *Serrasalmus*, descrito por Lacepede (1803), pertence a um grupo comumente denominado "piranhas verdadeiras", que inclui também os gêneros *Pristobrycon*, *Pygocentrus* e *Pygopristis*.

No que diz respeito à classificação taxonômica, a espécie *Serrasalmus calmoni* (Steindachner, 1908), ilustrada na Figura 1 e popularmente conhecida como 'Piranha branca', está descrita de acordo com os critérios estabelecidos por Toledo-Piza *et al.* (2024).

Reino: Animalia

Filo: Chordata

Classe: Teleostei

Ordem: Characiformes

Família: Serrasalminidae

Gênero: *Serrasalmus* Lacepede, 1803.

Espécie: *Serrasalmus calmoni* (Steindachner, 1908)

Figura 1-Vista lateral da espécie *S.calmoni* capturada no rio Tocantins, durante as amostragens do Lago de Tucuruí, Pará.



Fonte: LAID

3.2 Característica morfológica

Os indivíduos do gênero *Serrasalmus* apresentam uma série de características morfológicas que os distinguem de outros membros da família Serrasalminidae. Entre as características mais notáveis, destacam-se as suas denticões incomuns, com variação no número de cúspides, um aspecto que é pouco comum entre os outros gêneros desta família (Jégu, 2003; Kolmann; Urban; Summers, 2018). Além disso, o corpo destes peixes é geralmente profundo e comprimido lateralmente, o que contribui para sua morfologia única.

A presença de uma série de espinhos ou escápulas abdominais ventrais, assim como uma barbatana dorsal longa, com mais de 16 raios, são outras características que reforçam essa distinção (Freeman *et al.*, 2007).

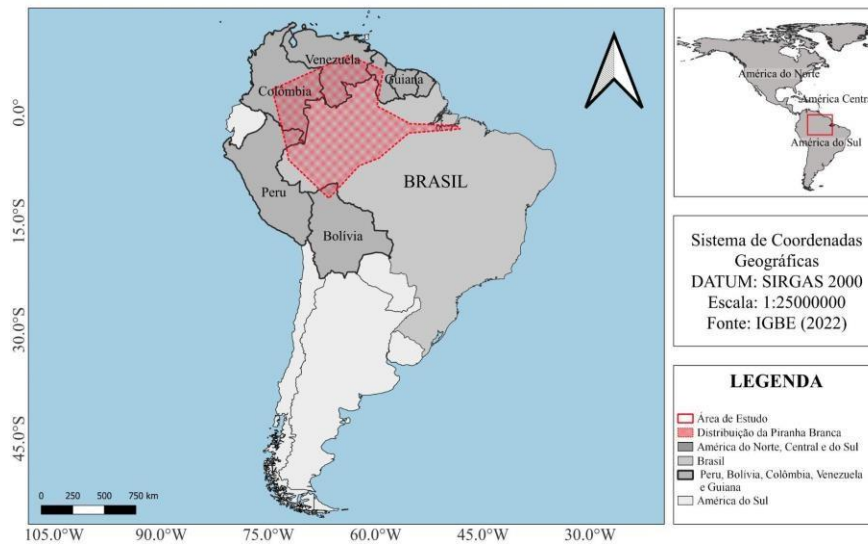
Essas adaptações morfológicas não apenas destacam *Serrasalmus* dentro da família Serrasalminidae, mas também podem estar relacionadas a estratégias específicas de alimentação e comportamento, comuns entre os representantes desse gênero.

3.3 Distribuição geográfica

Segundo Kolmann; Urban; Summers (2018), a Amazônia e as bacias hidrográficas vizinhas da América do Sul abrigam os conjuntos mais diversos de peixes de água doce do mundo. Uma das famílias de peixes mais proeminentes da região é a Serrasalminidae (pacus e piranhas), que pode ser encontrada em quase todas as bacias continentais da América do Sul (Figura 2).

As piranhas, presentes em águas continentais, ocupam uma vasta gama de ambientes e apresentam inúmeras adaptações, principalmente relacionadas ao seu hábito alimentar (Machado-Alisson, 1983; Mirande, 2010).

Figura 2- Distribuição da espécie *S. calmoni* na América do Sul, com destaque para a região Amazônica.



Fonte: Autor 2025

3.4 Reprodução

A maioria da reprodução dos peixes tropicais é influenciada pela variação de fatores abióticos como temperatura da água, precipitações pluviométricas e disponibilidade de alimentos (Bagenal 1971, Stacey 1984, Winemiller 1987).

Devido à escassez de informações sobre a biologia reprodutiva da Piranha branca, o estudo foi realizado a partir de dados ao nível da família Serrasalminidae. Nesse contexto, os aspectos reprodutivos da piranha são observados durante a desova, quando os óvulos (das Fêmeas) e os espermatozoides (dos Machos) são liberados em áreas inundadas, com vegetação marginal, comumente encontrada em lagos habitados pela espécie. Esse processo ocorre principalmente durante a transição entre o período seco e o chuvoso, em ambientes de várzea, devido ao grande transporte de nutrientes (Latini; Petrere-Jr, 2004 ;Bailly, 2006).

3.5 Ecologia trófica

As piranhas apresentam uma dieta predominantemente composta por itens de origem animal, ou seja, alimenta-se de outros organismos que habitam o mesmo ambiente. No caso das piranhas, sua alimentação é basicamente constituída por peixes (Resende *et al.*, 1996). No entanto, Machado-Alison (1983) destaca que as espécies da família Serrasalminidae possuem diversas adaptações, especialmente em relação ao hábito alimentar. Assim, é possível identificar guildas tróficas variando de predominantemente herbívoras, como os representantes do gênero *Piaractus*, até espécies consideradas majoritariamente carnívoras, pertencentes aos

gênero *Serrasalmus*, Lacepède (1803) (Machado-Alisson, 1983; Correa *et al.*, 2007). Além disso, Nico & Taphorn (1988) discutem que o hábito alimentar e a dieta de oito espécies de piranhas, mudam com a idade, passando de mutilador de nadadeiras e/ou comedor de escamas quando juvenis, até predominantemente piscívoro quando adulto.

As piranhas apresentam uma grande contribuição na manutenção da estrutura das comunidades aquáticas, podendo interferir em processos como o de exclusão competitiva de espécies presas e conseqüentemente influenciando na diversidade, distribuição e composição local das assembleias de peixes de água doce neotropical (Nico e Taphorn, 1988). O grupo Serrasalmidae, que inclui as piranhas, é conhecido pelos relatos de comportamento predatório em grupo (Ortí *et al.*, 2008) podem formar grupos de até vinte indivíduos e atacam suas presas em momentos de distração, desorientação ou quando estas estiverem se debatendo; são ativos principalmente durante o dia e estendem o tempo de forrageamento até o início da noite (Sazima e Machado, 1990).

3.6 Características do trato digestivo

O sistema digestório dos peixes é composto pelas estruturas que vão da boca ao ânus, sendo subdividido em cavidade bucofaríngea, denominada assim por formar uma única cavidade com a região bucal e a região faríngeana, onde o alimento é selecionado, apreendido e conduzido até o esôfago, sendo este um órgão quase sempre curto, largo, reto e musculoso, com função de degustar o alimento e transportá-lo até o estômago (Guedes *et al.*, 2021).

A pesquisa foi realizada em nível de gênero, com informações baseadas na espécie *Serrasalmus marginatus*. A Piranha apresenta um trato digestivo adaptado ao seu hábito piscívoro, com características estruturais que favorecem a captura, retenção e digestão de presas. *S. marginatus* possui cinco arcos branquiais, sendo o último anexado. Seus rastros branquiais são curtos, refinados e bem espaçados. A boca é ampla e externa para cima, equipada com dentes tricúspides dispostos em uma fileira, adaptados para cortar partes das presas. Os rastros branquiais apresentam características semelhantes, sendo curtos e espaçados, provavelmente desempenhando a função de manter a presa na cadência oro-branquial. O número de rastros branquiais é pequeno, mas sempre acompanhado por estruturas rudimentares distribuídas ao longo dos arcos branquiais, o estômago é saciforme com uma parede fina e elástica. (Peretti; Andrian, 2008).

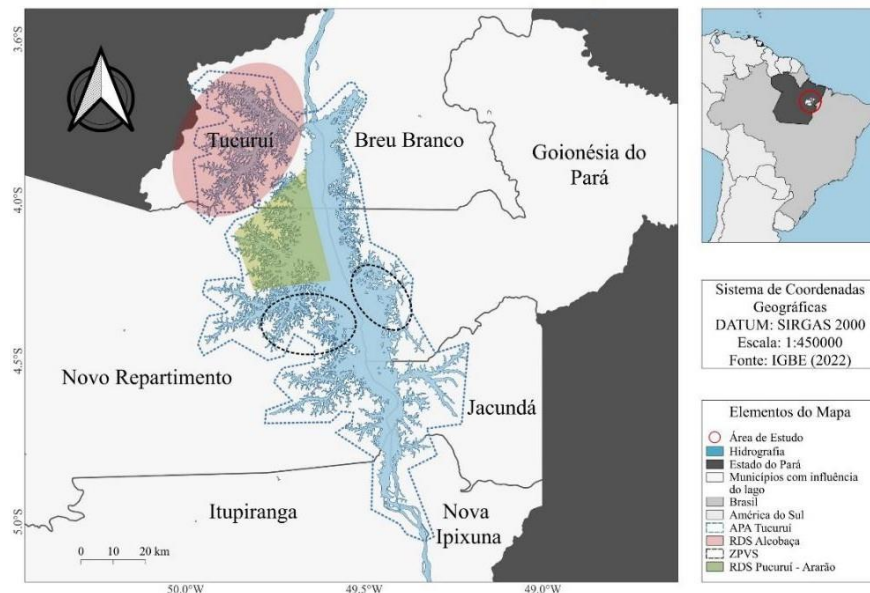
Jobling (1995) descreve o intestino dos peixes piscívoros como relativamente curto, geralmente menor que o comprimento total do animal, o que se justifica pela alta qualidade nutricional da dieta e pela facilidade de digestão.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Área de estudo

A área de estudo localizada na cidade de Tucuruí, na bacia hidrográfica do rio Tocantins, abrange 767.000 km², estendendo-se por 2.500 km no sentido norte-sul, no estado do Pará, abrangendo os municípios de Tucuruí, Breu Branco, Novo Repartimento, Itupiranga, Nova Ipixuna, Jacundá e Goianésia do Pará. O Lago é caracterizado por fazer parte do primeiro Mosaico de Unidades de Conservação (Figura 3). Com base nas informações da Eletronorte (1987), o clima na região do reservatório da UHE de Tucuruí é caracterizado como tropical, quente e úmido.

Figura 3- Localização da área de estudo: Mosaico de Unidades de Conservação do Lago da UHE e os municípios de Tucuruí, Breu Branco; Novo Repartimento; Itupiranga; Nova Ipixuna; Jacundá; Goianésia do Pará.

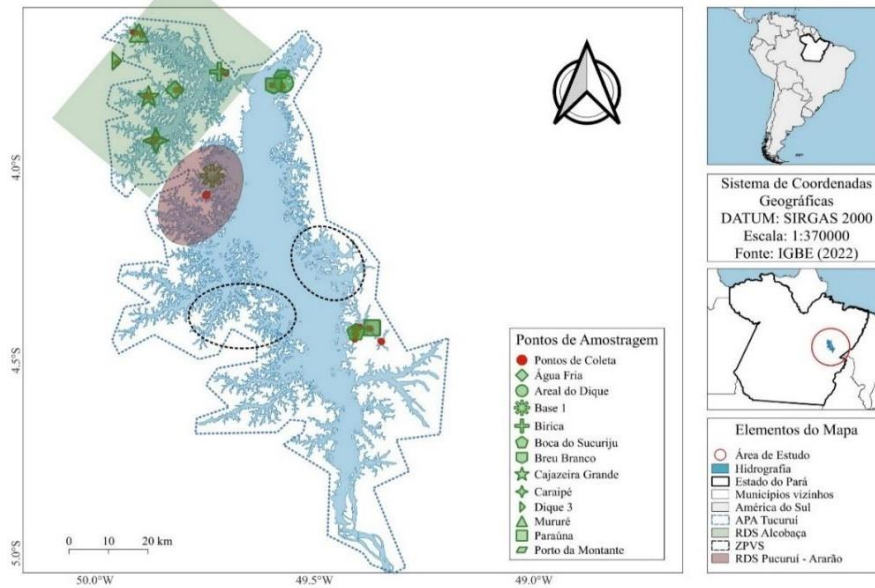


Fonte: autor 2024

4.2 Campanhas de amostragem

As coletas foram realizadas entre dezembro de 2017 até janeiro de 2019 em doze pesqueiros (Água Fria, Areal do Dique Base 1, Breu-Branco, Bririca Caraipé, Cajazeira grande, Dique 3 Mururé, Paraúna, Porto a montante (próximo à barragem) e Boca do Sucuriju). Os pesqueiros citados estão localizados em duas grandes zonas de preservação e reserva (Figura 4), a RDS (Reserva de Desenvolvimento Sustentável) e a ZPVS (Zona de Preservação da Vida Silvestre).

Figura 4- Distribuição geográfica dos pontos de coleta da amostragem de *S. Calmoni* no Mosaico de Unidades de Conservação do Lago de Tucuruí.



Fonte: Autor 2025

4.3 Captura dos peixes

Os apetrechos utilizados para a captura dos indivíduos foram oito redes de espera, do tipo monofilamento tendo 40 m de comprimento cada uma, possuindo diferentes tamanhos da malha, sendo esses de 4, 5, 7, 8, 9, 10, 14 e 17 cm, entre nós opostos assim como duas redes de espera de multifilamentos cada uma com 40 m de comprimento, contendo tamanhos de malha de 10 e 12 cm entre nós opostos.

O transporte da equipe até a área de pesca foi realizado em uma embarcação de casco de madeira, equipada com motor de popa e casaria em todo o convés (barco principal). Após a remoção dos peixes das redes, estes foram acondicionados em sacos plásticos, cada um identificado com um lacre numerado, cuja informação foi registrada no caderno de bordo. Após esse procedimento, as amostras foram acondicionadas em caixas térmicas com gelo e transportadas para o barco principal para posterior processamento no Laboratório de Ictiologia e Dinâmica de Populações Pesqueiras (LAID), localizado na Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA).

4.4 Processamentos das amostras

Os peixes foram medidos com o auxílio de um ictiômetro e paquímetro para obter o comprimento padrão (cm), além disso, foram pesados (g) em uma balança digital (0,01), foram registradas imagens fotográficas para auxiliar na descrição do sistema digestivo (Figura 5).

Com auxílio de um bisturi foi feita uma incisão na região do ânus até a região da cabeça para a retirada do trato digestivo sem seccionar. Registros fotográficos foi feito da boca, dentes

brânquias, cecos pilóricos, esôfago, estômago e intestino. Posteriormente, o conteúdo estomacal foi pesado e depositado em recipientes com álcool 70% para em seguida a realização de análises dos conteúdos estomacais.

Figura 5- Procedimento biométrico da Piranha branca, realizado no Laboratório de Ictiologia e Dinâmica de Populações Pesqueiras (LAID).



Fonte; Autor 2025

4.4.1 Grau de repleção e grau de digestão

Para cada indivíduo foi determinado o grau de repleção dos estômagos segundo Santos (1978), que rotula a repleção dos estômagos nas seguintes categorias ilustradas (Quadro 1) a seguir. 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.

Quadro 1- Classificação do grau de repleção do estômago, indicando diferentes níveis de enchimento, conforme a metodologia de Santos (1978).

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 regurgitando todo o seu conteúdo e encontra-se localizado no esôfago ou na boca do animal

Fonte. Autor 2025

Após classificar o grau de repleção, o conteúdo alimentar foi pesado em balança analítica digital e foi determinado o grau de digestão dos alimentos, conforme o Quadro 2.

Quadro 2 - Classificação do grau de digestão do conteúdo estomacal, conforme a metodologia de Santos (1978).

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.

Fonte: Autor 2025

4.4.2 Análises de conteúdos estomacais

O conteúdo alimentar armazenado em álcool 70%, foi despejado em placas de Petri e analisados sob estereoscópio Motic SMZ-161. A identificação taxonômica dos alimentos foi realizada usando a literatura disponível como referência.

As categorias alimentares foi quantificada pela frequência de ocorrência (FO%), que é o número de vezes que um tipo de item é repetido na dieta da espécie que foram necessários para determinar a dieta da espécie e suas possíveis diferenças intraespecíficas e espaciais.

4.4.3 Frequência de ocorrência das categorias alimentares

Para avaliar a possível ocorrência de diferenças da dieta a nível intraespecífico (juvenil/adulto; Macho/Fêmea). A classificação entre juvenil e adulto foi baseada no tamanho de primeira maturação, conforme os dados apresentados no estudo de Santos (2025). De acordo com esse estudo, o tamanho de primeira maturação estimado para os sexos agrupados foi de 14,19 cm.

Para avaliar possíveis diferenças na dieta entre sexo, foi utilizado um teste do Qui-quadrado (χ^2) a nível de 5% de significância e n-1 de grau de liberdade, $\chi^2_{tab} = 3,84$.

Onde (H₀): não existe diferença alimentar nas categorias alimentares entre Macho x Fêmea e juvenil x Adulto.

(H₁): existe diferença alimentar nas categorias alimentares entre Macho x Fêmea e juvenil x adulto.

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

Onde: (O) frequência do item observado, (E) frequência do item esperado e (χ^2) Qui-quadrado.

No entanto, para amostras pequenas, Frank Yates (1934) propôs uma correção para tornar o teste mais preciso, evitando a superestimação da significância estatística. Essa correção

consiste em reduzir em 0,5 a diferença entre as frequências observadas e esperadas antes de elevar ao quadrado (Fontelles, 2012).

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

4.4.4 Índice de importância alimentar

O Índice de Importância Alimentar (IAi %) (Kawakami; Vazzoler, 1980) foi quantificada pela Frequência de Ocorrência (FO%), que é o número de vezes que um tipo de item é repetido na dieta da espécie, e pelo peso de cada item alimentar (P %).

4.4.5 Relação peso-comprimento

Para calcular a relação peso-comprimento foi usada a equação $W_t = aL^b$, onde W_t é o peso total em gramas e L o comprimento total (Lt) em cm, a e b são coeficientes da regressão.

$$W = a \times L^b$$

4.4.6 Fator de Condição

O fator de condição (K) foi aplicado utilizando a relação peso-comprimento, método usado para descrever a condição corporal do indivíduos. Indica o bem estar do peixe.

O fator de condição (K) foi calculado utilizando a fórmula:

$$K = \frac{W}{L^b}$$

Onde W : peso do indivíduo em (g); L : comprimento total do indivíduo (cm); b : coeficiente alométrico.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Descrição do trato digestivo da Piranha branca

O sistema digestório inicia no aparelho bucal, em seguida, o alimento ao ser ingerido passa pelos rastros branquiais até o esôfago, estômago, e por fim, o intestino, cada um desempenhando um papel específico no processo de digestão.

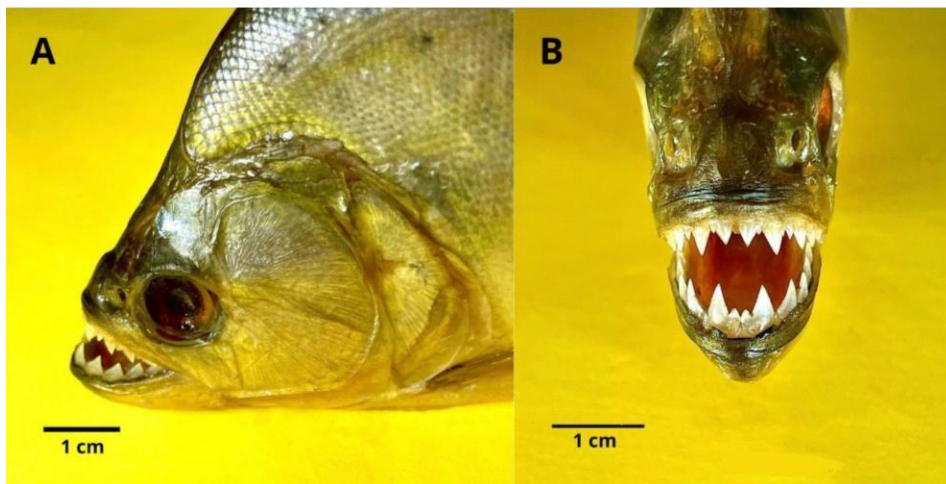
O trato digestivo do *Serrasalmus calmoni* apresenta características morfológicas típicas de peixes carnívoros. Comparando com outras espécies de piranhas do grupo *Serrasalmus*, e com base no estudo do trato digestivo da espécie *S. Marginatus* (Peretti; Andrian, 2008), observa-se que a morfologia digestiva de *S. calmoni* é relativamente semelhante.

5.5.1 Boca

Na cavidade bucal e faringe, estão os lábios, boca, dentes, a Piranha branca é reconhecida por seus dentes afiados, que apresentam variação no número de cúspides. Além disso, ela possui uma boca terminal de grande abertura e lábios pouco desenvolvidos, conforme descreve a Figura 6. A espécie conta com uma fileira de dentes caniniformes, com uma média de dez a doze dentes em cada mandíbula, tanto na superior quanto na inferior.

Em comparação com a *Serrasalmus marginatus*, a Piranha branca apresenta uma estrutura bucal adaptada para a captura e consumo de presas, semelhantes a espécies do grupo (Peretti; Andrian, 2008).

Figura 6- Boca da Piranha branca A: vista lateral B: vista frontal da boca e dos Dentes.



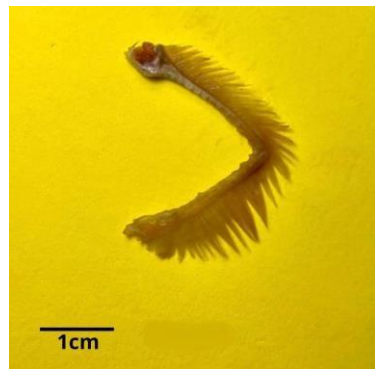
Fonte: Autor 2025

5.5.2 Rastros branquiais

Os rastros branquiais é onde ocorrem os processos de seleção, atuando na filtragem e retenção de partículas alimentares antes que sejam transportados ao esôfago. O arco branquial é uma estrutura fundamental para a alimentação dos peixes. A estruturas apresentam grande relação com o comportamento e preferência alimentar. Uma estrutura composta por arcos, filamentos e rastros branquiais, localizados abaixo do opérculo na Figura 7.

A Piranha branca, Apresentaram rastros que tendem a ser mais espaçados entre si, estrutura correspondente, a *S. Marginatus* (Peretti; Andrian, 2008). Assim, permitindo a passagem de presas maiores e evitando a retenção de alimentos não desejados.

Figura 7- Primeiro arco branquial da Piranha branca.



Fonte: Autor 2025

5.5.3 Esôfago

O esôfago da Piranha branca é uma estrutura curta, musculosa e altamente elástica, adaptada para facilitar a ingestão de presas inteiras ou grandes pedaços, sua principal função é lubrificar o alimento e transportá-lo para o estômago (Figura 8a). Características semelhante descritas em Guedes *et al.*, 2021.

5.5.4 Estômago

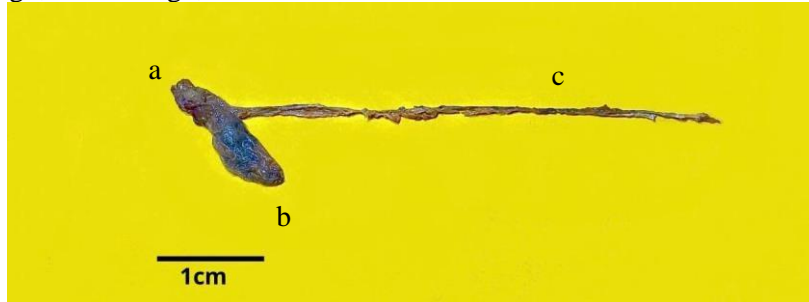
O estômago da Piranha branca (Figura 8b), possui um formato de saco caracterizada por sua estrutura muscular bem desenvolvida, e tem como função principal armazenar o alimento ingerido. São realizadas funções mecânicas e químicas que auxiliam na trituração do alimento e iniciam o processo de digestão.

Peretti; Andrian, 2008, descrevem que a morfologia do estômago saciforme, está em conformidade com a ampla gama de itens ingeridos pela espécie.

5.5.5 Intestino

A Piranha branca apresenta um intestino relativamente curto (Figura 8c), que é característico de carnívoros, se alimentam de itens rígidos, como peixes e insetos, conforme descrito por Jobling (1995). Além disso, o intestino é o local onde predomina a digestão química e onde ocorre grande parte da absorção dos nutrientes.

Figura 8- Anatomia do trato digestivo da Piranha branca, destacando suas principais estruturas a: esôfago, b: estômago, c: intestino

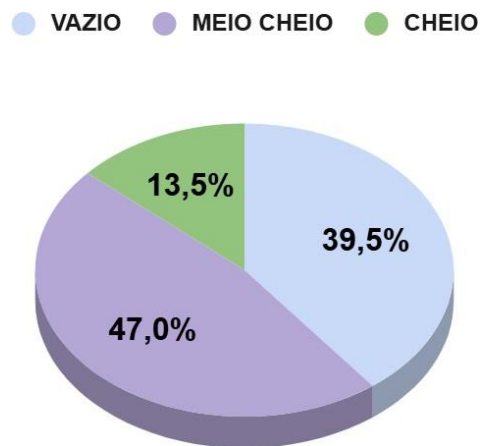


Fonte: Autor 2025

5.6 Grau de repleção dos estômagos da Piranha branca

Durante o período de coleta foram analisados 200 estômagos de Piranha branca, destes 121 (60,5%) apresentaram conteúdo, e 79 (39,5%) dos estômagos analisados estavam vazios. (figura 9), podendo indicar que a área de estudo oferta grande quantidade de alimento para a Piranha branca.

Figura 9- Grau de repleção dos estômagos analisados.



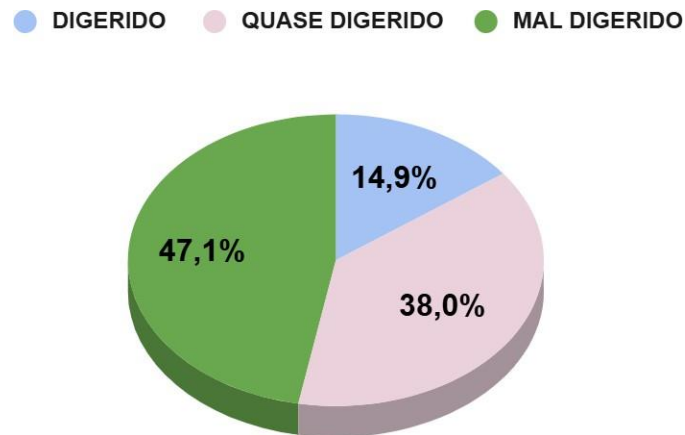
Fonte: Autor 2025

5.7 Digestão dos alimentos da Piranha branca

Dos 121 estômagos analisados que apresentaram conteúdo estomacal, foi possível observar que 47,1% foi de itens mal digeridos, 38,0% de itens quase digeridos, e 14,9% dos conteúdos estavam completamente digeridos (Figura 10).

Comparando os horários de captura, pode se observar que a Piranha branca apresentou conteúdo estomacal em todos os períodos do dia, o que corresponde, que a espécie não apresenta um período específico para sua alimentação. Havendo similaridade no que descreve Sazima e Machado, 1990.

Figura 10- Grau de digestão do conteúdo estomacal da Piranha branca.

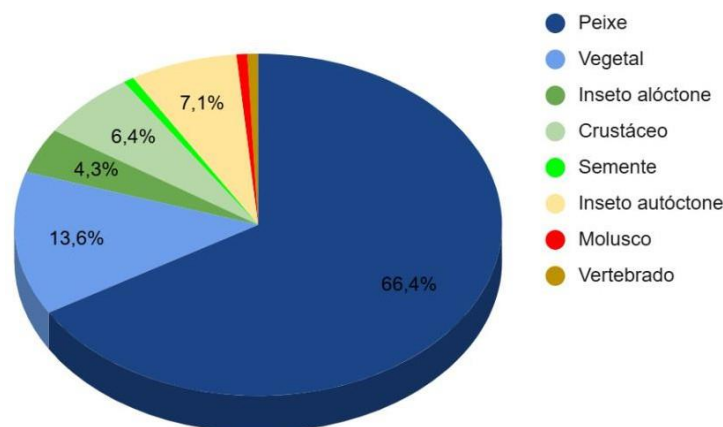


Fonte: Autor 2025

5.8 Identificação dos componentes da dieta da Piranha branca.

A composição trófica da Piranha branca foi dividida em 8 categorias tróficas, sendo elas: Peixes (66,4%), Vegetal (13,6%), Insetos alóctones (Hymenoptera e Hemiptera) (4,3%), Insetos autóctones (7%), Crustáceos (6,4%), Sementes (0,7%), Moluscos (0,7%) e Vertebrados (0,7%) (Figura 11). Resende *et al.*, 1996, alega que o hábito alimentar das piranhas é basicamente constituída por peixe, no entanto, Sazima e Machado (1990) mencionam que materiais vegetais presentes no conteúdo estomacal são abocanhados, e não são apenas uma mera ingestão acidental.

Figura 11- Descrição das categorias tróficas da *S. calmoni*.

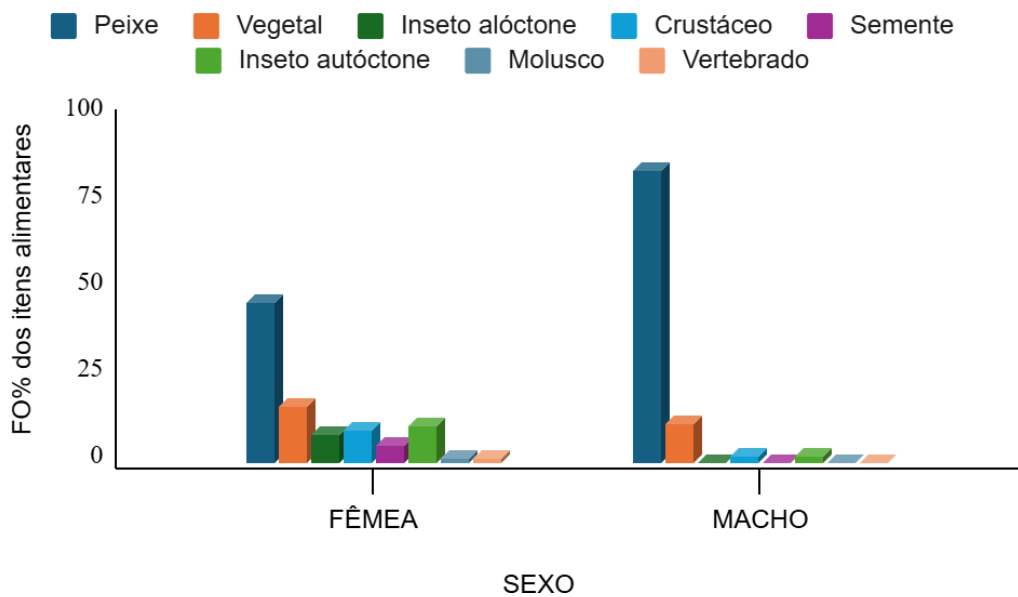


Fonte: Autor 2025

5.9 Variação da dieta por sexo

Os resultados indicam que as fêmeas apresentaram maiores valores de FO% para os itens como vegetal, inseto alóctone, crustáceo, semente, inseto autóctone, molusco e vertebrado quando comparados aos machos. (Figura 12), para ambos os sexos, o item com o maior quantitativo são peixes.

Figura 12- Frequência de ocorrência das categorias alimentares da espécie *S. calmoni* entre sexo (Fêmea e Macho).



Fonte: Autor 2025

De acordo com o teste χ^2 as análises por item alimentar para Fêmeas e Machos, indicaram diferenças significativas, apenas para insetos alóctones (Tabela 1).

Em destaque na tabela, os resultados mostram que as Fêmeas apresentam na sua composição trófica, insetos alóctones significativamente evidente apenas na sua dieta, observando uma alimentação diversificada apenas para essa categoria.

Tabela 1: Análise do Qui-quadrado (χ^2) e Correção de Yates dos itens alimentares para Fêmeas e Machos.

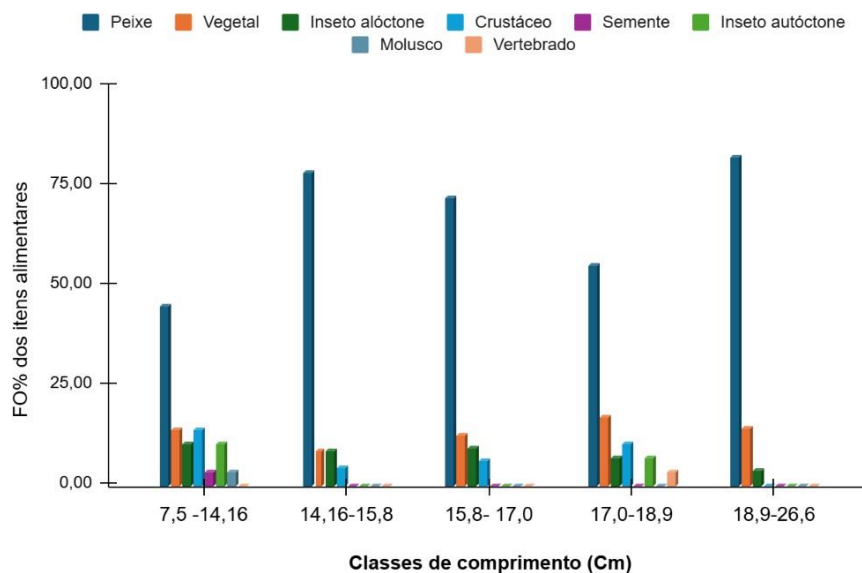
CATEGORIA	FÊMEA	MACHO	TOTAL	χ^2	CORREÇÃO DE YATES
Peixe	33	44	77	1,57	1,87
Vegetal	12	6	18	2,00	1,39
Inseto alóctone	6	0	6	6*	4,17*
Crustáceo	7	1	8	4,5*	3,13
Semente	1	0	1	1,00	0,00
Inseto autóctone	7	1	8	4,5*	3,13
Molusco	1	0	1	1,00	0,00
Vertebrado	1	0	1	1,00	0,00
Total	68	52	120	2,13	1,88

Fonte: Autor 2025

5.10 Variação de classes de comprimento

A frequência de ocorrência das categorias alimentares demonstrou que a Piranha branca apresentou a categoria peixes como mais frequente em sua alimentação, independentemente da classe de comprimento. No entanto, na sua fase juvenil, classificado por (Santos, 2025), os resultados, corroboram que a Piranha branca com tamanho de 7,5 a 14,16 cm (juvenil) aparentemente indicam uma dieta mais variada e no decorrer do seu crescimento, considerando que a ocorrência de peixes foi mais expressiva nos indivíduos (adultos) pertencentes aos intervalos de classe entre 14,19–15,8 cm e 18,9–26,6 cm, conforme ilustrado na Figura 13.

Figura 13- Frequência de ocorrência das categorias alimentares da espécie *S. calmoni* para diferentes classes de comprimento



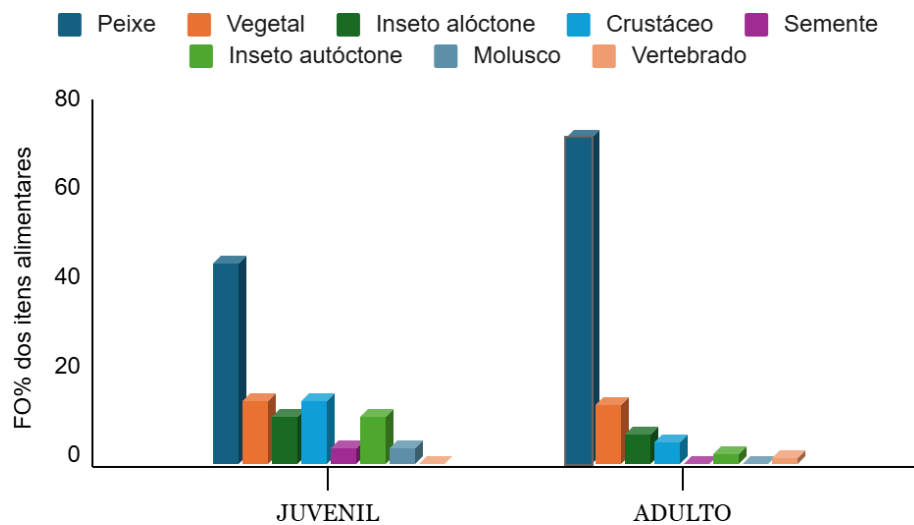
Fonte: Autor 2025

5.11 Variação da dieta entre juvenil e adulto

A análise da dieta alimentar entre juvenil e adulto revelou que os indivíduos juvenis apresentavam uma variação mais evidente na composição alimentar quando comparados aos indivíduos adultos. Por outro lado, os indivíduos adultos, embora ainda apresentassem certa variação nas categorias dos itens alimentares, demonstraram uma clara predominância no consumo de peixes (Figura 14).

A variação da dieta entre juvenil e adultos está alinhada com a análise de Nico; Taphorn (1988), que observaram que, o hábito alimentar de oito espécies de piranhas, mudam com a idade, passando de mutilador de nadadeiras e/ou comedor de escamas quando juvenis, até predominantemente piscívoro quando adulto.

Figura 14 - Frequência de ocorrência das categorias alimentares da espécie *S. calmoni* entre juvenil e adulto.



Fonte: Autor 2025

Os resultados obtidos nas análises teste χ^2 por item alimentar para juvenis e adultos indicaram diferenças significativas, para peixes, material vegetal e vertebrados. (Tabela 2).

Os resultados em destaque mostram que os indivíduos juvenis apresentaram uma dieta significativamente mais diversificada que os indivíduos adultos. Correspondendo a uma modificação alimentar, ao longo do seu ciclo de vida.

Tabela 2- Análise do Qui-quadrado (χ^2) e Correção de Yates dos itens alimentares para juvenis e adultos.

CATEGORIA	JUVENIL	ADULTO	TOTAL	X ²	CORREÇÃO DE YATES
Peixe	13	78	91	46,43	47,87*
Vegetal	4	14	18	5,56	6,72*
Inseto alóctone	3	7	10	1,60	2,50
Crustáceo	4	5	9	0,11	0,44
Semente	1	0	1	1,00	0,00
Inseto autóctone	3	2	5	0,20	0,00
Molusco	1	0	1	1,00	0,00
Vertebrado	0	1	1	1,00	4,00*
Total	29	107	136	44,74	45,89*

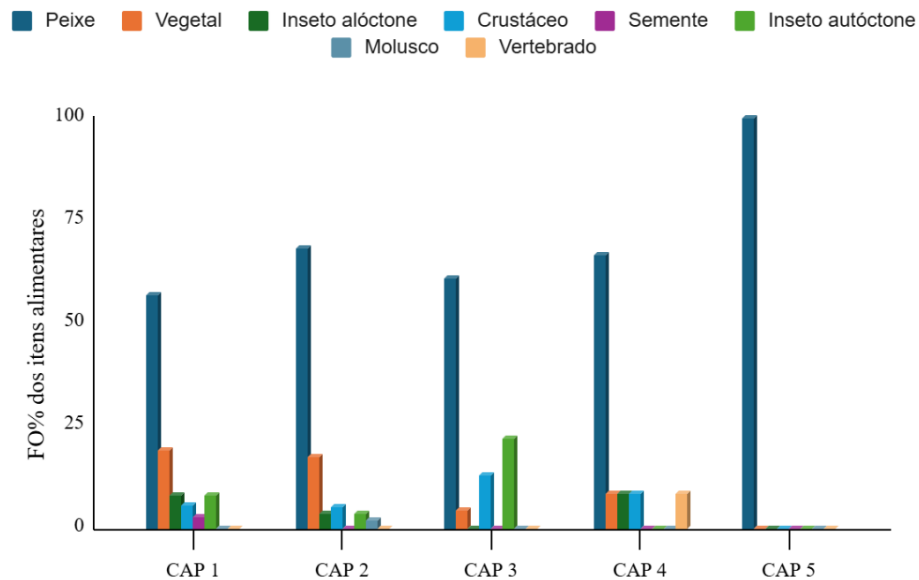
Fonte: Autor 2025

5.12 Variação da dieta por campanha

Durante todo o período de coleta, a análise realizada em cinco campanhas (CAP 1 a CAP 5) demonstrou que o item alimentar mais predominante em todas as categorias são peixes, com maior frequência na Campanha 5, onde ultrapassa 90% de ocorrência. O consumo de vegetais mantém uma presença relativamente constante na Campanha 1, Campanha 2 e Campanha 3. Os insetos autóctones têm maior representatividade na campanha 3. Os insetos

alóctones, crustáceos, moluscos, sementes e vertebrados apresentam frequências menores e mais distribuídas ao longo das campanhas, sem um padrão tão evidente quanto o peixe (Figura 15).

Figura 15- Frequência de ocorrência das categorias alimentares da espécie *S. calmoni* por campanha.



Fonte: Autor 2025

5.13 Índice de importância alimentar

As categorias alimentares mais importantes na dieta da Piranha branca são classificadas por peixe, vegetal, crustáceo, inseto alóctone, inseto autóctone, molusco, vertebrado, e por fim, semente (Tabela 3)

Os resultados das análises mostram que a Piranha branca apresentam uma preferência alimentar por peixes.

Tabela 3 – Análise do índice de importância Alimentar da espécie *S. calmoni*.

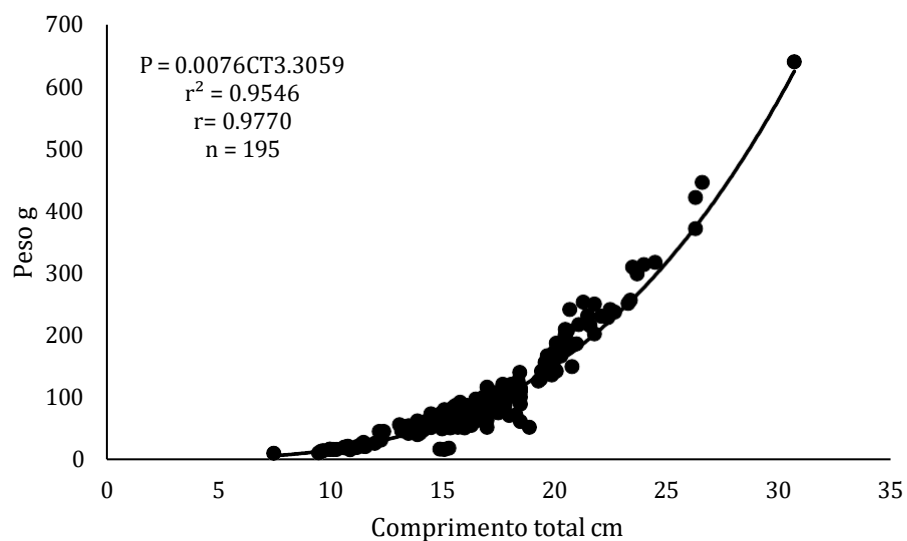
CATEGORIA	FA	FR	PR	IA
Peixe	21	0,3559	0,4268	21,7827
Vegetal	15	0,2542	0,2363	15,4905
Inseto alóctone	7	0,1186	0,0628	7,1814
Crustáceo	7	0,1186	0,0997	7,2184
Semente	1	0,0169	0,0001	1,0171
Inseto autóctone	5	0,0847	0,0245	5,1092
Molusco	2	0,0339	0,0023	2,0362
Vertebrado	1	0,0169	0,1476	1,1645
	59	1	1	

Fonte: Autor 2025

5.14 Relação peso-comprimento

A correlação da relação peso-comprimento da Piranha branca é forte positiva, pois o coeficiente de Pearson calculado foi $(r) = 0,9777$. Os valores dos parâmetros da regressão foram estimados $a = 0.0076$ e $b = 3.3059$, como $b > 3$ indica que a Piranha branca tem alometria positiva, ou seja, o peso aumenta em proporção maior do que o comprimento (Figura 16). O coeficiente angular $b > 3$ informa que o aporte de alimento no ambiente é abundante para essa espécie.

Figura 16 - Correlação da relação peso-comprimento da espécie *S. calmoni*



5.15 Fator de Condição

O fator de condição para a Piranha branca variou no intervalo de 0,0020 a 0,0128 e apresentou média com seu respectivo desvio padrão de $0,0078 \pm 0,0015$. semelhante o que descreve Maciel; Soares; Prestes, (2011) para a espécie *Serrasalmus spilopleura*.

6. CONCLUSÃO

Conclui-se que a Piranha branca possui um trato digestivo com característica de peixes carnívoro, com uma morfologia adaptada para a captura., apresentando lábios finos, dentes afiados, rastros branquiais espaçados e um intestino relativamente curto, características comuns a peixes carnívoros.

A frequência de estômagos com conteúdo indica uma boa disponibilidade de alimento para a Piranha branca no Mosaico de Unidades de Conservação do Lago da UHE de Tucuruí, evidenciando um ambiente favorável à sua alimentação. A Piranha branca, tem uma digestão contínua em todos os períodos do dia.

A composição trófica revelou uma dieta predominantemente piscívora, mas a significativa inclusão de material vegetal e a presença de insetos alóctones e autóctones apontam para um comportamento alimentar oportunista. A Piranha branca exerce um papel ecológico relevante, adaptando-se à oferta de recursos disponíveis.

Existe uma diferença significativa, apenas na ingestão de insetos alóctones observada nas Fêmeas em comparação aos Machos possivelmente o consumo dessa categoria está relacionada a demandas energéticas diferenciadas, como a reprodução. O consumo de todas as sete categorias de itens alimentares reforça essa maior flexibilidade na busca por recursos. Enquanto os Machos, por apresentarem uma dieta menos variada, podem ter preferências alimentares mais específicas.

A dieta alimentar revelou que os indivíduos juvenis apresentaram maior diversidade na alimentação, enquanto os adultos demonstraram um padrão alimentar mais estável, com predominância no consumo de peixes. Esses resultados sugerem que, com o decorrer da vida, ocorre uma tendência à especialização alimentar, possivelmente influenciada por fatores ecológicos e comportamentais.

É importante destacar que a conservação de ambientes com vegetação marginal, são essenciais para sustentabilidade do ecossistema aquático, são importantes para a alimentação, reprodução e todo ciclo de vida da Piranha branca, e para fauna nativa.

REFERENCIAS

- BAGENAL, T. B. The interrelation of the size of fish eggs, the date of spawning and the production cycle. **Journal of Fish Biology**, vol. 3, no. 2, p. 207-219, Apr. 1971. Available from: <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1971.tb03665.x>. Accessed: 10 Mar. 2025.
- 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**. 34p. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais), Universidade Estadual de Maringá - UEM, Maringá – PR, 2006.
- CASPERS, H. M. G: The Fishes and the Forest. Explorations in Amazonian Natural History.- 280 pp. Berkeley/Los Angeles/London: University of California Press 1980. ISBN 0-520-04131-3. \$\$ 12.00/\$ 25.00. **Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie**, vol. 68, no. 1, p. 148-149, 1983. Available from: <https://doi.org/10.1002/iroh.19830680125>. Accessed: 10 Mar. 2025.
- CORREA, S. B., K. O. Winemiller, H. López-Fernández & M. Galetti. Evolutionary Perspectives on Seed Consumption and Dispersal by Fishes. **BioScience** 57:748-756. 2007
- ELETRONORTE. **Livro sobre o meio ambiente na Usina Hidrelétrica de Tucuruí**. Departamento de Estudos e Efeitos Ambientais. Brasília, 1987. 189p.
- ESTEVES, K. E; ARANHA, J. M. R.; ALBRECHT, M. P. ECOLOGIA TRÓFICA DE PEIXES DE RIACHO: UMA RELEITURA 20 ANOS DEPOIS. **Oecologia Australis**, vol. 25, no. 02, p. 266-282, 16 June 2021. Available from: <https://doi.org/10.4257/oeco.2021.2502.04>. Accessed: 17 Jan. 2025.
- FONTELLES, M. J. 2nd ed. Bioestatística aplicada à pesquisa experimental: volume 2: São Paulo: Editora Livraria da Física, 2012. 408 p. ISBN 978-85-7861-138-5.
- FREEMAN, B.; NICO, L.G.; OSENTOSKI, M.; JELKS, H.L.; COLLINS, T.M. Molecular systematics of Serrasalminae: Deciphering the identities of piranha species and unraveling their evolutionary histories. **Zootaxa**, vol. 1484, no. 1, p. 1-38, 28 May 2007. Available from: <https://doi.org/10.11646/zootaxa.1484.1.1>. Accessed: 10 Mar. 2025.
- GIMÊNES JUNIOR, HERIBERTO; RECH, RICARDO. **Guia ilustrado dos peixes do Pantanal e entorno**. <https://www.imasul.ms.gov.br/wp-content/uploads/2022/11/Montagem-livro-Peixes-versao-final-marco-ISBN97865-81066-05>, 2022. 670 p.
- GUEDES W. F, SILVA R. M, MOREIRA M. C, PESSOA L. M. B, CASTRO E. R. R. S. Anatomia do tubo digestório da espécie *acestorhynchus lacustris* (ostaryohisi, characiformes) lütken, 1875 do rio de ondas, oeste da bahia, brasil. **Veterinária e zootecnia**, vol. 28, 29 nov. 2021. Available from: <https://doi.org/10.35172/rvz.2021.v28.654>. Accessed: 10 mar. 2025.
- HAHN, N. S; FUGI, R. Alimentação de peixes em reservatórios brasileiros: alterações e conseqüências nos estágios iniciais do represamento. **Oecologia Brasiliensis**, vol. 11, no. 04, p. 469-480, Dec. 2007. Available from: <https://doi.org/10.4257/oeco.2007.1104.01>. Accessed: 10 Mar. 2025.
- JÉGU, M. Subfamily Serrasalminae. In: Reis RE, Kullander SO, Ferraris-Junior CJ. **Check List of the Freshwater Fishes of South and Central America**. Porto Alegre: EdIPUCRS, p.

182-196, 2003.

JOBLIN, M. Environmental biology of fishes, xii, 455p. London: Chapman & Hall. (Fish and Fisheries Series 16.) **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, vol. 76, no. 1, p. 264, 1995. Available from: <https://doi.org/10.1017/s0025315400029313>. Accessed: 10 Mar. 2025.

KAWAKAMI, E.; VAZZOLER, G. Método gráfico e estimativa de índice alimentar aplicado no estudo de alimentação de peixes. **Brazilian Journal of Oceanography**, vol. 29, no. 2, p. 205-207, Dec. 1980. Available from: <https://doi.org/10.1590/s1679-87591980000200043>. Accessed: 12 Mar. 2023.

KOLMANN, M. A.; URBAN, P.; SUMMERS, A. P. Structure and Function of the Armored Keel in Piranhas, Pacus, and their Allies. **The Anatomical Record**, v. 303, n. 1, p. 30–43, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/ar.23986>. Acesso em: 12 jan. 2025

LATINI A. O, 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.

MACIEL, H. M; SOARES, M. G. M; PRESTES, L. Reprodução da piranha-amarela *Serrasalmus spilopleura* Kner, 1858, em lagos de várzea, Amazonas, Brasil. **Biota Neotropica**, vol. 11, no. 2, p. 97-102, June 2011. Available from: <https://doi.org/10.1590/s1676-06032011000200011>. Accessed: 29 Mar. 2025.

ORTÍ, G.; PETRY, P.; PORTO, J.I.R.; JÉGU, M.; MEYER, A Patterns of nucleotide change in mitochondrial ribosomal RNA genes and the phylogeny of piranhas. **Journal of Molecular Evolution**, vol. 42, no. 2, p. 169-182, Feb. 1996. Available from: <https://doi.org/10.1007/bf02198843>. Accessed: 10 Mar. 2025.

ORTÍ, G.; SIVASUNDARI, A.; DIETZ, K.; JÉGU, M. Phylogeny of the Serrasalminae (Characiformes) based on mitochondrial DNA sequences. **Genetics and Molecular Biology**, vol. 31, no. 1 suppl, p. 343-351, 2008. Available from: <https://doi.org/10.1590/s1415-47572008000200030>. Accessed: 10 Mar. 2025.

MACHADO-ALLISON, A. Estudios sobre la sistemática de la subfamilia Serrasalminae (Teleostei: Characidae). Parte II. Discusion sobre la condicion monofiletica de la Subfamilia. **Acta Biologica Venezuelica**, 1983 11(4): p. 145-195.

MACHADO-ALLISON, A. Estudios sobre la subfamilia Serrasalminae. Parte III: sobre el estatus genérico y relaciones filogenéticas de los géneros *Pygopristis*, *Pygocentrus*, *Pristobrycon* y *Serrasalmus* (Teleostei Characidae, Serrasalminae). **Acta Biologica Venezuelica**, 12(1): p. 19-42. 1985

MACHADO-ALLISON, A.; GARCIA, C. Food Habits and Morphological Changes during Ontogeny in Three Serrasalmin Fish Species of the Venezuelan Floodplains. **Copeia**, vol. 1986, no. 1, p. 193, 10 Feb. 1986. Available from: <https://doi.org/10.2307/1444905>. Accessed: 17 Jan. 2025.

MATEUSSI, N. T., MELO, B. F., OTA, R. P., ROXO, F. F., OCHOA, L. E., FORESTI, F., OLIVEIRA, C. Filogenômica da família de peixes neotropicais Serrasalminidae com uma nova

classificação intrafamiliar (Teleostei: Characiformes). **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v. 15, <https://doi.org/10.1/j.ymp.2020.10694>.

MIRANDE, J. M. Phylogeny of the family Characidae (Teleostei: Characiformes): from characters to taxonomy. **Neotropical ichthyology**, 2010. 8(3): p. 385-568.

NICO, L. G.; TAPHORN, D. C. Food Habits of Piranhas in the Low Llanos of Venezuela. **Biotropica**, vol. 20, no. 4, p. 311, Dec. 1988. Available from: <https://doi.org/10.2307/2388321>. Accessed: 15 Jan. 2025.

NIKOLSKII, V. The ecology of fishes. **Londres: Academic Press**, 1963. 352 p.

PERETTI, D.; ANDRIAN, IF. Feeding and morphological analysis of the digestive tract of four species of fish (*Astyanax altiparanae*, *Parauchenipterus galeatus*, *Serrasalmus marginatus* and *Hoplias aff. malabaricus*) from the upper Paraná River floodplain, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, vol. 68, no. 3, p. 671-679, Aug. 2008. Available from: <https://doi.org/10.1590/s1519-69842008000300027>. Accessed: 10 Mar. 2025.

POUGH, F. H.; HEISER, J. B.; MCFARLAND, W. N. **A vida dos vertebrados**. São Paulo: Atheneu, 1-718p. 2003.

REIS, E. R.; J. S. ALBERT; F. DI DARIO; M. M. MINCARONE, P. PETRY, L. A. ROCHA. Fish biodiversity and conservation in South America. **Journal of Fish Biology**, vol. 89, no. 1, p. 12-47, 17 June 2016. Available from: <https://doi.org/10.1111/jfb.13016>. Accessed: 14 Jan. 2025.

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.

SABO, J. L.; GERBER, L. R. Trophic ecology. **Access Science**. 394p. 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1036/1097-8542.711650>. Acesso em: 4 ago. 2020.

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

SANTOS, D. C. **Dinâmica reprodutiva da Piranha branca *Serrasalmus calmoni* (Steindachner, 1908) (Characiformes: Serrasalminidae) no primeiro Mosaico de Unidades de Unidades de conservação do Brasil, na Amazônia Oriental**. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 22-23p. 2025.

SAZIMA, I.; MACHADO, F. A. Underwater observations of piranhas in western Brasil. **Environ. Biol. Fishes**, Dordrecht, v. 28, p. 17-31, 1990.

STACEY, N.E. Control of timing of ovulation by exogenous and endogenous factors. In Fish reproduction: strategies and tactics (G.W. Potts & R.J. Wootton, eds.). **Academic Press**, Londres, v.12, p.207-222. 1984

THOMPSON, A.W.; BETANCUR, R.R.; LÓPEZ-FERNÁNDEZ, H.; ORTÍ, G. **A time-calibrated, multi-locus phylogeny of piranhas and pacus (Characiformes: Serrasalminidae)**

and a comparison of species tree methods. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 81: 242- 257. 2014

TOLEDO-PIZA, M; BAENA, E. G; DAGOSTA, F. C. P; MENEZES, N. A; ÂNDRADE, M; BENINE, R. C; BERTACO, V. A; BIRINDELLI, J. L. O; BODEN, G; BUCKUP, P. A; CAMELIER, P; CARVALHO, F. R; CASTRO, R. M. C; CHUCTAYA, J; DECRU, E; DERIJST, E; DILLMAN, C. B; FERREIRA, K. M; MERXEM, D. G; GIOVANNETTI, V; HIRSCHMANN, A; JÉGU, M; JEREP, F. C; LANGEANI, F; LIMA, F. C. T; LUCENA, C. A. S; LUCENA, Z. M. S; MALABARBA, L. R; MALABARBA, M. C. S. L; MARINHO, M. M. F; MATHUBARA, K; MATTOX, G. M. T; MELO, B. F; MOELANTS, T; MOREIRA, C. R; MUSSCHOOT, T; NETTO-FERREIRA, A. L; OTA, R. P; OYAKAWA, O. T; PAVANELLI, C.S; REIS, R. E; SANTOS, O; SERRA, J. P; SILVA, G. S. C; SILVA-OLIVEIRA, C; SOUZA-LIMA, R; VARI, R. P; ZANATA, A. M. Checklist of the species of the Order Characiformes (Teleostei: Ostariophysi). *Neotropical Ichthyology*, 2024. Available from: <https://doi.org/10.1590/1982-0224-2023-0086>. Accessed: 10 Mar. 2025.

TUNDISI, J. G.; Exploração do potencial hidrelétrico da Amazônia. *Estudos Avançados*, v. 21, n. 59, p. 109-117, abr. 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0103-40142007000100009>. Acesso em: 21 jan. 2025.

WILLIAMS, G. C. Biology of fishes. *The Quarterly Review of Biology*, v. 54, n. 4, p. 465, dez. 1979. Disponível em: <https://doi.org/10.1086/411522>.

WINEMILLER, K.O. Feeding and reproductive biology of the currito, *Hoplosternum littorale*, in the Venezuelan llanos with comments on the possible function of the enlarged male pectoral spines. *Environmental Biology of Fishes*, vol. 20, no. 3, p. 219-227, Nov. 1987. Available from: <https://doi.org/10.1007/bf00004956>. Accessed: 10 Mar. 2025.

ZAVALA-CAMIN, L. A. Introdução aos estudos sobre alimentação natural em peixes. **Maringá: Editora da Universidade Estadual de Maringá**, 1996. 129 p.