

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL REI
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS NATURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA

Comportamento predatório da traíra (*Hoplias aff. malabaricus*) (Bloch, 1794) em um riacho de altitude, avaliado pelo uso de BRUVs

Maria Julia de Paula França

São João del Rei

2022

Maria Julia de Paula França

Comportamento predatório da traíra (*Hoplias aff. malabaricus*)
(Bloch, 1794) em um riacho de altitude, avaliado pelo uso de
BRUVs

Orientador: Dr. Andrey Leonardo Fagundes de Castro

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em
Ecologia da Universidade Federal
de São João del-Rei, como requisito
parcial à obtenção do título de
mestre.

São João del Rei

2022

Nome: Maria Julia de Paula França

Título: Comportamento predatório da traíra (*Hoplias aff. malabaricus*) (Bloch, 1794) em um riacho de altitude, avaliado pelo uso de BRUVs

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia da Universidade Federal de São João del-Rei, como requisito parcial à obtenção do título de mestre.

Aprovado em:

Banca examinadora:

Prof. Dr. Andrey L. F. de Castro (Orientador)

Universidade Federal de São João del-Rei

Prof. Dr. Cristiano Schetini de Azevedo (Membro titular)

Universidade Federal de Ouro Preto

Prof. Dr. Ricardo Macedo Corrêa e Castro (Membro titular)

Universidade de São Paulo – Ribeirão Preto



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL-REI
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO Nº 6 / 2022 - PGE (13.08)

Nº do Protocolo: 23122.036547/2022-86

São João del-Rei-MG, 06 de setembro de 2022.

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL - REI / UFSJ
ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO - M.Sc.



ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO PARA CONCESSÃO DO GRAU DE MESTRE EM ECOLOGIA

Aos 13 dias do mês de julho do ano de dois mil e vinte e dois, às 09h, pela plataforma Google meet (<https://meet.google.com/xom-osim-xga>), foi instalada a banca examinadora de dissertação de mestrado da discente **Maria Julia de Paula França**. A banca examinadora foi composta pelo professor Dr. Andrey Leonardo Fagundes de Castro (UFSJ) presidente, pelo professor Dr. Ricardo Macedo Corrêa e Castro (USP), examinador externo, pelo professor Dr. Cristiano Schetini de Azevedo (UFOP), examinador interno. O professor Dr. Andrey Leonardo Fagundes de Castro, Presidente da Banca, fez a abertura dos trabalhos e, após apresentar os membros da banca examinadora e esclarecer a tramitação da defesa, solicitou à candidata que iniciasse a apresentação da dissertação, intitulada "**Comportamento predatório da traíra (*Hoplias aff. malabaricus*) (Bloch, 1794) em um riacho de altitude, avaliado pelo uso de BRUVs**" marcando um tempo de até sessenta minutos para a apresentação. Concluída a exposição, o Prof. Andrey Leonardo Fagundes de Castro, presidente, passou a palavra ao examinador externo, Prof. Dr. Ricardo Macedo Corrêa e Castro para arguir a candidata, e, em seguida para o examinador interno Prof. Dr. Cristiano Schetini de Azevedo para que fizesse o mesmo. Concluídos os trabalhos de apresentação e arguição, o resultado da avaliação da banca foi **aprovada, sem a necessidade de alterações substanciais na dissertação**, conforme as normas vigentes na Universidade Federal de São João del-Rei. A versão final da dissertação deverá ser entregue ao programa no prazo de 30 (trinta) dias, a contar a partir da data da defesa, contendo as modificações sugeridas pela banca examinadora e constante na folha de correção anexa Resolução Consu Nº 062, de 07 de novembro de 2011, modificada pela Resolução CONSU Nº 005, de 29 de fevereiro de 2016. A candidata não terá o título se não cumprir as exigências acima descritas.

(Assinado digitalmente em 08/09/2022 19:05)

ANDREY LEONARDO FAGUNDES DE CASTRO
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR
PGE (13.08)
Matricula: 1626222

(Assinado digitalmente em 06/09/2022 15:15)

CRISTIANO SHETINI DE AZEVEDO
ASSINANTE EXTERNO
CPF: 032.396.116-94

(Assinado digitalmente em 09/09/2022 10:18)

RICARDO MACEDO CORREA E CASTRO
ASSINANTE EXTERNO
CPF: 543.900.527-72

Para verificar a autenticidade deste documento entre em
<https://sipac.ufsj.edu.br/public/documentos/index.jsp> informando seu número: **6**, ano:
2022, tipo: **ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO**, data de emissão: **06/09/2022** e o código de
verificação: **798e4f79c3**

Ficha catalográfica elaborada pela Divisão de Biblioteca (DIBIB)
e Núcleo de Tecnologia da Informação (NTINF) da UFSJ,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

F814c França, Maria Julia de Paula.
Comportamento predatório da traíra (*Hoplias aff. malabaricus*) (Bloch, 1794) em um riacho de altitude, avaliado pelo uso de BRUVs / Maria Julia de Paula França ; orientador Andrey Leonardo Fagundes de Castro. -- São João del-Rei, 2022.
48 p.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Ecologia) -- Universidade Federal de São João del Rei, 2022.

1. Predação. 2. Coloração. 3. BRUV. 4. Tocaia. 5. Espreita. I. Castro, Andrey Leonardo Fagundes de, orient. II. Título.

Financiamento:



Universidade Federal
de São João del-Rei

Apoio e colaboradores:



Universidade Federal
de São João del-Rei



Laboratório de Ecologia
Molecular e Ictiologia



AGRADECIMENTOS

Aos meus familiares, principalmente minha mãe Silvia, meu pai Ivo e irmão Leonardo, que me apoiaram durante o mestrado e no período conturbado da pandemia.

Aos meus amigos, Kessin (Cabral), Daniel (Jack), Guilherme (Topa) e Lucas (LittleHair) pelo companheirismo, por sempre me apoiarem e incentivarem.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia, pela oportunidade na continuação dos meus estudos e formação profissional.

À Universidade Federal de São João del Rei, pelos quase 8 anos de aprendizado e pelo financiamento concedido durante o mestrado.

À turma de 2020/1 do PGE, Sofia, Isis, Luana, Larissa e Paula, pela amizade e apoio no período que mais nos afetaram.

Aos professores do PGE pelos ensinamentos durante este período, pelas sugestões e incentivos ao longo do mestrado.

Aos colegas do Laboratório de Ecologia Molecular e Ictiologia (LEMI) pelo companheirismo.

Aos Drs. Cristiano Schetini de Azevedo, Ricardo Macedo Côrrea e Castro e Rafael Félix de Magalhães por terem aceitado participar da banca examinadora.

Aos Profs. Drs. Davi Butturi-Gomes e Leonardo Mitrano Neves pelo auxílio nas análises estatísticas. Agradecimento à Rafaela G. Rauber e Maria Salete Ribelatto Arita por me ajudarem na busca de artigos e livros não disponíveis.

Ao Prof. Dr. Andrey Leonardo Fagundes de Castro, pela confiança depositada para conduzir este trabalho, pelas valiosas correções e sugestões e pelos últimos 5 anos de orientação durante a graduação e o mestrado, tornando este estudo possível.

Agradecimento em especial, para Lucas, Kessin, Daniel, Guilherme, Sofia, Luana e Natalia que ajudaram em campo, enriquecendo meus dados.

*“O que prevemos raramente ocorre;
o que menos esperamos geralmente acontece”
- Benjamin Disraeli*

Lista de Figuras

Figura 1 – Mapa geográfico delimitando o estado de Minas Gerais (traço preto), a bacia do Rio Grande (azul claro), a APA São José (laranja) e córrego do Mangue (amarelo). Fonte: IDE Sisema.

Figura 2 - Mapa da Serra São José com os pontos amostrais no córrego do Mangue e indicação do Rio das Mortes, traçado em azul (Google Earth).

Figura 3 – Estrutura de PVC da BRUV, contendo (a) câmera GoPro, (b) lanterna subaquática e (c) e (d) a haste de tamanho com seções transversais de 5cm como referência, onde possível colocar o recipiente para isca.

Figura 4 – Os pontos de coleta amostrados pela BRUV, (a) habitat com baixa complexidade estrutural, com proporção inferior a 15% de macrófitas aquáticas; (b) habitat com média complexidade estrutural, com proporção de macrófitas aquáticas entre 15% e 70% do campo de imagem; e (c) habitat com alta complexidade estrutural com proporção superior a 70% de macrófitas aquáticas presentes no campo de imagem.

Figura 5 – Utilizando o software ImageJ® para estimativa de tamanho dos indivíduos. Calibrando o software com o comprimento das hastes de referências de 5cm (linha azul) e estimando o tamanho do indivíduo de acordo com a linha traçada da extremidade da boca ao pedúnculo caudal (linha preto).

Figura 6 – Frequência de ocorrência de eventos comportamentais de *H. aff. malabaricus* em um riacho de altitude em função da complexidade estrutural do habitat. SON: Sondagem; TOC: Tocaia; ESP: Espreita; ATQ: Ataque; CAP: Captura.

Figura 7 – Frequência de ocorrência dos comportamentos observadas para *H. aff. malabaricus* em um riacho de atitude. INA: inatividade; NAD: nadando; SON: sondagem; TOC: tocaia; ESP: espreita; ATQ: ataque; CAP: captura; OUT: outro.

Figura 8 – Sequência do ataque realizado pela *Hoplias aff. malabaricus* (indicada na seta em azul) com a estratégia de “espreita”, ao se aproximar lentamente da presa *Hyphessobrycon bifasciatus* e capturá-la. (a) detecção da presa; (b) aproximação da presa; (c) atacando a presa; (d) capturando a presa e saindo do campo de imagem.

Figura 9 – Sequência do ataque realizado pela *Hoplias aff. malabaricus* (indicada na seta em azul) com a estratégia de “tocaia”, ao realizar o comportamento de ‘senta-e-espera’, utilizando uma macrófita aquática (canto superior esquerdo) para realizar uma emboscada e atacar a presa *Hyphessobrycon bifasciatus* e capturá-la; (a) detecção da presa; (b) mudança de coloração do predador; (c) emboscando na macrófita aquática; (d) iniciando o ataque, abrindo a nadadeira caudal; (e) atacando e capturando a presa; (f) saindo do campo de imagem.

Figura 10 – Frequência de ocorrência da alteração da coloração por eventos comportamentais. INA: inatividade; NAD: nadando; SON: sondagem; TOC: tocaia; ESP: espreita; ATQ: ataque; CAP: captura; OUT: outro.

Figura 11 – Esquema ilustrativo da mudança de coloração com um padrão mais escuro e críptico observada em alguns eventos comportamentais pela BRUV em um riacho de altitude.

Figura 12 – Média e desvio padrão de cada um dos 8 comportamentos observadas por variável amostrada, sendo elas: (a) Nmax_presa; (b) Nmax_evento; (c) Distância média entre as presas; (d) Tamanho médio das presas e (e) Tamanho do predador.

Figura 13 – Tamanho dos indivíduos focal (atacados/capturados) e tamanho médio geral das presas, tamanhos estimados em centímetros (cm) pelo software ImageJ®, (*) significativamente menor.

Figura 14 – Relação entre o tamanho do predador (*Hoplias aff. malabaricus*) e o tamanho da presa (*Hyphessobrycon bifasciatus*) em um riacho de altitude.

Figura 15 – Distribuição de tamanhos do predador (*Hoplias aff. malabaricus*) e da presa (*Hyphessobrycon bifasciatus*), tamanhos estimados em centímetros (cm) pelo software ImageJ®, (*) significativamente menor.

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Descrição dos comportamentos dos indivíduos de traíra (*Hoplias aff. malabaricus*) registrados durante censos por BRUVs no córrego do Manguê

Tabela 2 – Valores estatísticos básicos (média e desvio padrão) das variáveis avaliadas separadas por eventos comportamentais, valores de tamanho e distância estimados em centímetros (cm).

SUMÁRIO

Resumo	14
Abstract	15
1. Introdução	16
2. Objetivos	20
3. Material E Métodos	21
3.1. Área de Estudo	21
3.2. Coleta de Dados	22
3.3. Análise de Vídeos	24
3.4. Análise Estatística	27
4. Resultados	28
5. Discussão	39
6. Referências Bibliográficas	43

RESUMO

Esse estudo teve como objetivo avaliar o comportamento predatório da traíra, *Hoplias aff. malabaricus* (Bloch, 1794), em um riacho de altitude, localizado na sub-bacia do Rio das Mortes (bacia do Alto Rio Grande), Minas Gerais. Para tanto, foram utilizados vídeos remotos subaquáticos iscados (BRUVs), sendo registrados 184 eventos comportamentais. Através do método *ad libitum* foram identificadas oito (08) comportamentos da traíra e cinco (05) relacionados diretamente à predação, sendo eles: SON: sondagem; TOC: tocaia; ESP: espreita; ATQ: ataque; CAP: captura. Dentre os comportamentos registrados, 54,3% se relacionavam à predação (SON, TOC, ESP, ATQ e CAP). A traíra predou uma única espécie, *Hyphessobrycon bifasciatus*, onde duas estratégias de aproximação às presas foram identificadas: “tocaia” e “espreita”, sendo que na tocaia o predador permanecia imóvel, aguardando a aproximação da presa para atacá-la, enquanto na espreita o predador se mantinha inicialmente imóvel, e iniciava movimentos discretos em direção às presas até iniciar o ataque quando esta distância se mostrava próxima à um comprimento corpóreo do predador. Mudanças no padrão de coloração foram observadas em direção à uma coloração mais escura e críptica durante a tocaia e espreita. Em ambos, os ataques subsequentes se caracterizavam por um nado rápido e vigoroso em direção à presa. Os ataques ocorreram mais frequentemente quando as presas apresentavam-se mais abundantes (abundância total), assim como menores amplitudes da distância média dentre indivíduos (máximo e mínimo), e do tamanho médio das presas. As presas atacadas eram significativamente menores que os demais indivíduos. Apenas 11,86% da variabilidade do tamanho da presa foi explicada pela variabilidade do tamanho do predador, porém os indivíduos-presa menores que 1/3 do comprimento do predador foram atacadas e capturadas.

Palavras-chave: predação, coloração, BRUV, tocaia, espreita.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the predatory behavior of the trahira, *Hoplias aff. malabaricus* (Bloch, 1794), in an altitude stream, located in the Rio das Mortes sub-basin (Alto Rio Grande basin), Minas Gerais. The use of Baited Remote Underwater Videos (BRUVs) allowed the record of 184 behavioral events. Through the *ad libitum* method, eight (08) behaviors of the trahira were identified, and five (05) were directly related to predation: SEA: searching; AMB: ambushing; STK: stalking; ATK: attack; CAP: capture. Among the behaviors recorded, 54.3% were related to predation (SEA, AMB, STK, ATK and CAP). The trahira preyed on a single species, *Hyphessobrycon bifasciatus*, where two strategies for approaching the prey were identified: “ambushing” and “stalking”, in which during the ambush the predator remained immobile, waiting for the prey to approach to attack it, while during the stalking, the predator initially remained immobile, and began discreet movements towards the prey, attacking it when the distance was close to the predator’s body length. Changes in the color pattern were observed towards darker and cryptic patterns during ambushing and stalking. In both, the subsequent attacks were characterized by a fast and vigorous swim towards the prey. The attacks occurred more frequently when the prey was more abundant (total abundance), as well as with the smaller ranges of the average distance between individuals (maximum and minimum), and of the average size of the prey. The prey attacked were significantly smaller than the other individuals. Only 11.86% of the prey size variability was explained by the predator size variability, but prey individuals smaller than 1/3 of the predator’s length were attacked and captured.

Key-words: predation, coloration, BRUV, ambushing, stalking

1. INTRODUÇÃO

A relação entre peixes predadores e suas presas vai além da simples retirada de um indivíduo-presa da população e ganho de energia pelo predador, uma vez que tal relação desempenha uma pressão adaptativa tanto na espécie-predadora quanto na espécie-presa, interferindo fortemente na comunidade aquática (Lowe-McConnell 1999, Kirchheim & Goulart 2010, Phenix et al. 2019). Peixes predadores controlam não apenas o tamanho populacional das presas, mas também o comportamento destas, considerando o desenvolvimento constante de novas estratégias de captura em busca de maior sucesso na predação e conseqüentemente resposta por parte das presas, em busca do maior sucesso na fuga (Turesson & Bronmark 2007, Klages et al. 2014, Junior 2015, Mitchell & Harborne 2020, Lester et al. 2021, Mihalitsis et al. 2021). Nesse sentido, o entendimento das estratégias de predação de uma dada espécie se mostra importante para avaliar a dinâmica das interações e conseqüentemente a própria composição da ictiofauna de um dado local.

As estratégias de forrageamento e predação tem se mostrado dependentes da morfologia do predador e da presa, assim como as características do ambiente em que está inserido, período do dia, padrão de atividade das presas, assim como sua abundância, ou mesmo o estado de saciedade do predador (Lowe-McConnell 1999, Sabino 1999, Kirchheim & Goulart 2010, Junior 2015, Villares-Junior 2015). No entanto, muitos dos estudos que abordam as relações predador-presa em peixes se baseiam em análises dos conteúdos estomacais dos predadores e inferências indiretas sobre os comportamentos e estratégias de predação e fuga (Sabino e Castro 1990, Barla et al. 2003, Lowry et al. 2005, Côrrea e Piedras 2009, Pessoa 2014, Junior 2015).

Apesar de recorrentes na literatura, estudos baseados na observação direta dos comportamentos de predação em espécies de peixes se mostram consideravelmente menos frequentes ao se comparado com espécies terrestres, muito pela inerente dificuldade que o ambiente subaquático impõe para a obtenção de dados (Turesson & Bronmark 2007, Ebner et al. 2009). Além do mais, a vasta maioria destes estudos são realizados em ambientes marinhos, em função das características de suas águas, de maior transparência e conseqüente visibilidade, permitindo a observação dos comportamentos (Garrone-Neto & Sazima 2009, Gadig & Garrone-Neto 2013, Klages et al. 2014, Griffiths 2020, Mitchell & Harborne 2020,

Lester et al. 2021). Em ambientes de águas continentais, a notória turbidez da maioria dos corpos d'água limitam a capacidade de se estudar de forma direta tais comportamentos predatórios.

Outro aspecto importante que determina a capacidade de inferências sobre o comportamento de uma dada espécie de peixes são os métodos de coleta de dados ictiofaunísticos (Yamamoto & Volpato 2011). Muito do que define o emprego de uma determinada técnica para a obtenção dos dados ictiofaunísticos são as características do ambiente a ser estudados, tipo de substrato, velocidade/vazão de suas águas, sua complexidade estrutural, dentre outros (Sabino 1999, Uieda & Castro 1999). Nesse contexto, a vasta maioria dos estudos ictiofaunísticos em águas continentais priorizam a utilização de técnicas de coleta utilizando petrechos de pesca, tais como redes-de-emalhar, tarrafas, puçás/peneiras, arrastos, dentre outros, que limitam sobremaneira a capacidade de se avaliar comportamentos (Sabino 1999, Uieda & Castro 1999).

Nesse contexto, metodologias que se utilizam de filmagens subaquáticas vêm ganhando notoriedade em estudos ictiológicos. Mais recentemente, uma vasta variedade de estudos tem se utilizado de estações de vídeos remotos, tais como as RUVs (Remote Underwater Video) e BRUVs (Baited Remote Underwater Video) em estudos ictiofaunísticos. Os registros em vídeo obtidos por tais metodologias permitem a obtenção de dados de composição ictiofaunística (i.e riqueza e abundância), sem a necessidade da retirada desses animais de seus habitats naturais, mantendo assim a integridade das populações (Frezza et al. 2003, Melo 2018, Tibúrcio 2018, Phenix et al. 2019). Além disso, tais técnicas também permitem fazer observações comportamentais dos indivíduos *in situ*, seja interações intra e/ou interespecíficas (Ebner et al. 2009, Klages et al. 2014, Phenix et al. 2019, Lester et al. 2021). Vale destacar, no entanto, que a maioria dos estudos utilizando de metodologias de vídeo remotos subaquáticos ainda se limitam aos ambientes marinhos, em especial devido a limitações quanto a necessidade de águas com boa visibilidade.

Por outro lado, a elevada transparências da água de vários ambientes de riachos de pequena ordem os coloca como ambientes ideais para o uso de metodologias dependentes de registros de imagem, como as RUVs/BRUVs. Nestes ambientes, vale destacar, existem estudos importantes utilizando técnicas de observação direta de peixes (i.e. censos visuais) e/ou descrições de comportamento de espécies Neotropicais (Sabino 1999, Garrone-Neto & Sazima 2009, Souza et al.

2019). O uso de RUVs/BRUVs em rios e riachos Neotropicais ainda se limitam a poucos estudos (Schmid et al. 2016, Melo 2018, Tibúrcio 2018). O uso destas metodologias apresenta um grande potencial para, não só descrever qualitativamente os comportamentos de predação eventualmente registrados em vídeo, como também avaliar quantitativamente aspectos associados a estes comportamentos, tais quais i) efeito da abundância das presas, ii) distância do predador, iii) tamanho das presas, dentre outros.

É importante destacar também que muitas das inferências equivocadas sobre o comportamento de uma dada espécie se devem aos efeitos associados ao observador (Lehner 1998, Yamamoto & Volpato 2011). Tais efeitos variam desde o fato de que diferentes observadores podem levar a diferenças na classificação comportamental, assim como a presença do observador pode comprometer a realidade do comportamento do animal, a inexperiência e expectativas do observador pode levar a inconsistências na construção de um etograma, ou mesmo a escolha do equipamento pode não ser a ideal para os registros (Lehner 1998, Sabino 1999, Bolgan et al. 2016).

Não obstante aos desafios acima apontados para a realização de observações diretas do comportamento em ambientes subaquáticos, a literatura sobre comportamentos de predação em peixes tem permitido identificar diferentes estratégias comportamentais associadas aos eventos que resultam em predação. De modo geral, tais eventos podem ser subdivididos em etapas, tais quais i) a **procura** da presa pelo predador, ii) sua **aproximação** à presa, iii) o **ataque e captura** da presa, iv) **manipulação**, e v) **transporte** (breve descrição em Helfman et al. 2009). Entretanto, vale destacar que muito dos dados que resultaram na caracterização de tais eventos ainda se mostram majoritariamente descritivos, sendo ainda limitada a avaliação quantitativa dos comportamentos associados a tais etapas.

Dentre os peixes predadores Neotropicais, um grupo de espécies que possui descrições sobre o comportamento de predação são as traíras, do gênero *Hoplias*, família Erythrinidae. Elas se destacam pela sua ampla distribuição, podendo ser encontrada em todas as bacias da América do Sul (Oyakawa et al. 2006). A espécie *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) pode ser encontrada em diferentes tipos de habitat, como rios, lagoas, riachos de planícies, reservatórios, riachos de altitude, preferencialmente em locais com pouca ou nenhuma correnteza (Azevedo & Gomes

1943, Paiva 1972, Sant'Anna 2006, Côrrea & Piedras 2009, Balboni et al. 2011). As traíras desta espécie apresentam comportamento sedentário, possuindo hábitos bentônicos. São comumente associadas ao comportamento de busca e aproximação do tipo “senta-e-espera” e/ou emboscada, onde o predador escolhe um local para se abrigar, ficando imóvel em tocaia, esperando a aproximação da presa e o melhor momento para atacá-la (Azevedo & Gomes 1943, Paiva 1972, Martins 2009). A traíra é um peixe oportunista com alta flexibilidade alimentar, se alimentando de peixes pertencentes a diversas famílias, e em alguns casos, demonstrando canibalismo, tanto na fase adulta quando juvenil e larval (Paiva 1972, Oliveros & Rossi 1991, Bialetzki et al. 2008, Martins 2009, Delaix-Zaqueo et al. 2017).

Predadores necessitam que o ambiente em que estão precisam ser compostos por presas em abundâncias e alta densidade (Turesson & Bronmark 2007, Griffiths 2020). Entretanto, predadores de emboscada despendem pouca energia para a captura das presas, por isso além da abundância das presas influenciando o predador, acredita-se que o tamanho das presas e as condições do habitat sejam mais relevante para o predador (Takeuchi 2009, Montenegro et al. 2013). As informações acerca da atividade alimentar da traíra, no entanto, são majoritariamente de estudos com análises estomacais, através de coletas ativas, normalmente com redes de emalhar e petrechos de pesca tradicional em rios de grande porte e reservatórios (Oliveros & Rossi 1991, Bialetzki et al. 2008, Junior 2015). Para uma maior compreensão acerca da história natural da traíra, estudos comportamentais baseados na observação dos eventos de procura, aproximação e ataque/captura se mostram importantes, assim como aqueles que avaliem os fatores que afetam o engajamento do predador ao evento de predação.

2. OBJETIVOS

O objetivo principal do estudo foi estudar o comportamento predatório de *Hoplias aff. malabaricus* em um riacho de altitude, através de observações por vídeos remotos subaquáticos iscados. Especificamente, o presente estudo pretende-se:

- descrever os comportamentos relacionados à predação através da construção de um etograma;
- avaliar os comportamentos observados em relação à complexidade estrutural do habitat;
- descrever a sequência do processo de predação nas traíras observadas;
- avaliar se a abundância das presas, total e no momento do evento de predação, afetam o engajamento ao comportamento de predação;
- avaliar se a densidade das presas afeta os comportamentos da traíra observados;
- avaliar a relação tamanho corporal do predador e tamanho corporal da presa.

pontos ao longo do curso do riacho com diferentes características a serem avaliadas (Fig. 2).



Figura 2 - Mapa da Serra São José com os pontos amostrais no córrego do Mangue e indicação do Rio das Mortes, traçado em azul (Google Earth).

3.2 Coleta de dados

O comportamento de predação da traíra (*Hoplias aff. malabaricus*) foi avaliado a partir de vídeos registrados por estações remotas subaquáticas iscadas (BRUV – “Baited Remote Underwater Video”). As BRUVs (Fig. 3) foram construídas no Laboratório de Ecologia Molecular e Ictiologia (LEMI) na Universidade Federal de São João del Rei – UFSJ, consistindo de uma estrutura de PVC contendo uma câmera que registra vídeos em alta resolução (GoPro Hero5), uma lanterna subaquática (1.000 lumens) para auxiliar na luminosidade do ambiente, se houvesse necessidade, uma haste de referência de tamanho e recipiente para isca. Como isca foram utilizadas ração comercial para peixes, mistura de sardinha e ração comercial, milho fermentado e controle (recipiente vazio).

A haste de referência de tamanho possuía 50 cm de comprimento, com barras transversais de 5 cm, dispostas a cada 10 cm ao longo da haste principal. A haste era disposta em ângulo ($\sim 80^\circ$ em relação ao plano de imagem), de modo que toda a sua extensão pudesse ser capturada em vídeo, sendo as barras transversais mantidas paralelas ao plano de imagem. O registro de toda a extensão da haste e suas barras

transversais conferiam referência de profundidade e tamanho, permitindo a realização de estimativas de distância por processamento das imagens capturadas.

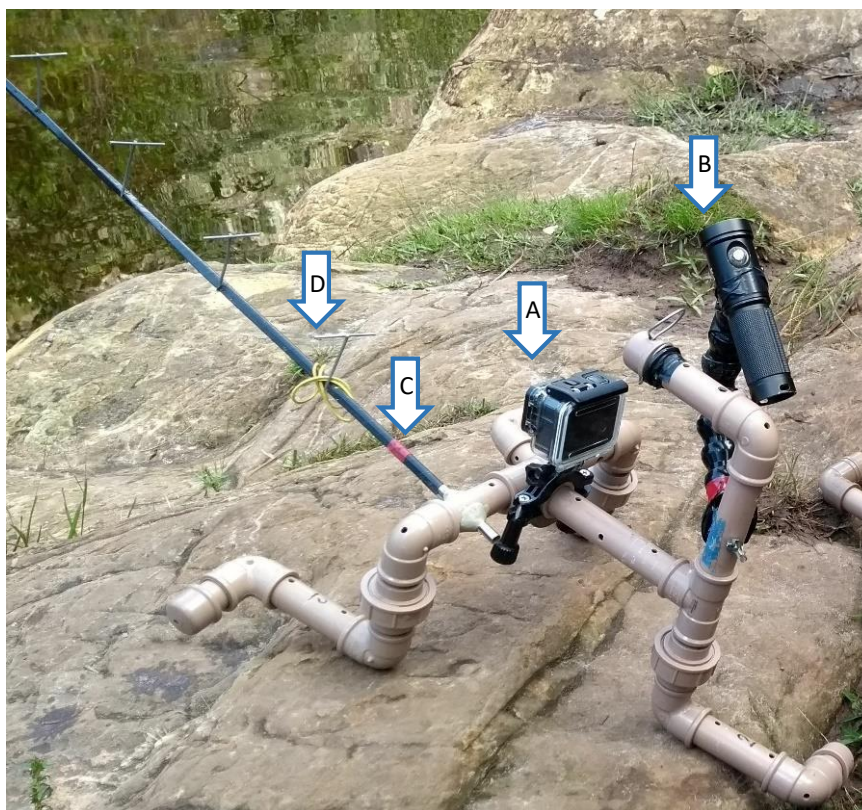


Figura 3 – Estrutura de PVC da BRUV, contendo (a) câmera GoPro, (b) lanterna subaquática e (c) e (d) a haste de tamanho com seções transversais de 5cm como referência, onde possível colocar o recipiente para isca.

As coletas foram realizadas entre os meses de outubro e dezembro de 2017, janeiro e março de 2018 e setembro e dezembro de 2021. Nas amostragens de 2017 e 2018, as BRUVs foram expostas em três pontos amostrais distribuídos ao longo de todo o curso do córrego do Mangue, com objetivo de avaliar a eficiência de diferentes tipos de iscas para o levantamento da composição ictiofaunística daquele riacho (Tibúrcio 2018). Para complementação dos dados, em 2021, as amostragens se limitaram à pontos e tipos de habitat onde comportamentos de predação haviam sido previamente identificados e se mostravam mais prevalentes, sendo utilizada como isca apenas mistura de ração comercial e sardinha. Considerando que há registros de atividade da traíra em todos os períodos, os eventos amostrais do presente estudo se limitaram ao período diurno, entre 08:00 às 16:00. Em cada evento, as BRUVs foram expostas por um período de 60 minutos, sendo registrados vídeos com resolução de 1.080p e 60 fps (quadros por segundo).

3.3 Análise de vídeos

Os vídeos foram reproduzidos com o software VLC Media Player e analisados por apenas um observador. Inicialmente todos os vídeos foram analisados com o intuito de se identificar aqueles em que constava a presença da traíra, sendo que os vídeos com ausência do predador foram desconsiderados.

A partir da análise das imagens obtidas em 2017 e 2018, foram avaliados os pontos de coleta e tipos de habitat onde os comportamentos se mostraram mais prevalentes. Para a caracterização do ambiente, levou-se em consideração a proporção de macrófitas aquáticas das 4 BRUVs que foram colocadas em cada ponto amostral. Em seguida, foram separadas em 3 grupos: complexidade baixa – macrófitas aquáticas com proporção inferior a 15% do campo de imagem; complexidade intermediária – macrófitas aquáticas com proporção entre 15% e 70%; e complexidade elevada – proporção de macrófitas aquáticas no campo de imagem superior a 70% (Fig. 4a-c).



Figura 4 – Os pontos de coleta amostrados pela BRUV, (a) habitat com baixa complexidade estrutural, com proporção inferior a 15% de macrófitas aquáticas; (b) habitat com média complexidade estrutural, com proporção de macrófitas aquáticas entre 15% e 70% do campo de imagem; e (c) habitat com alta complexidade estrutural com proporção superior a 70% de macrófitas aquáticas presentes no campo de imagem.

Para tanto, os ambientes foram divididos em três níveis: a) categoria I (complexidade baixa): substrato com fundo pedregoso, areia média, ausência de seixos e de macrófitas aquáticas; b) categoria II (complexidade intermediária): substrato com seixos abundantes, cascalho e areia fina, quantidade intermediária de macrófitas aquáticas; e c) categoria III (complexidade elevada): substrato com poucos seixos, areia média e fina e argila, macrófitas aquáticas abundante. A prevalência dos comportamentos foi contrastada quanto à complexidade do habitat, de modo a

direcionar as amostragens realizadas em 2021, cujo objetivo foi registrar o maior número de eventos comportamentais realizados por indivíduos de traíras.

Para avaliação do comportamento da traíra, foi escolhido o método *ad libitum*, para observações preliminares, a fim de construir o etograma baseado no comportamento predatório da espécie, através de observações contínuas de todos os comportamentos realizados e registrados em vídeo. Após a construção do etograma, cada vídeo com presença de traíra foi re-analisado, e utilizada a amostragem focal ("*focal sampling*") com a regra de registro de comportamento, permitindo avaliações quantitativas e qualitativas dos comportamentos de interesse, associados à predação.

A alteração da coloração durante o processo de aproximação, tocaia, espreita e ataque foi avaliado ao se comparar imagens capturadas (PrintScreen) assim que a traíra apareceu no campo de filmagem e aquela capturada após a mudança na coloração.

Em todos os vídeos com presença de traíra foram estimados os seguintes parâmetros: a) abundância máxima das espécies-presas (N_{max_presa}); b) abundância da espécie-presa no momento do evento comportamental (N_{max_evento}); c) tamanho da traíra; d) média de tamanho da espécie-presa; e) distância médias entre os indivíduos da espécie-presa; f) distância entre o predador e a presa atacada no momento do evento; g) tamanho da presa atacada e/ou capturada.

A abundância máxima da presa (N_{max_presa}) foi obtida para todos os vídeos com a presença da traíra, sendo definida como o número máximo de indivíduos de uma dada presa, presentes em um mesmo quadro de imagem, considerando todo o vídeo registrado (60 min.). A abundância da espécie-presa no momento do evento (N_{max_evento}) foi definido como o número de indivíduos de uma dada presa registrado no quadro de imagem no momento quando um dado evento comportamental se iniciava (e.g. tentativa de predação).

As estimativas de tamanho e distâncias foram obtidas por análise de imagem pelo software ImageJ® (Adrialovanirina et al. 2020), utilizando a haste de referência de tamanho, presente no campo de imagem, para a calibração das medidas. Para as estimativas do tamanho da traíra selecionava-se o momento do vídeo em que o indivíduo a ser medido se posicionava/movimentava paralelamente entre duas barras

transversais da haste de referência. Com o vídeo pausado, a imagem era capturada (PrintScreen) e transferida para o software de análise de imagem.

No ImageJ®, utilizou-se as barras transversais da haste de referência (5cm) para calibrar a correspondência entre o número de pixels da imagem e seu comprimento (cm). Assim, o comprimento padrão (CP) foi medido por uma linha traçada da extremidade da boca do indivíduo até o pedúnculo caudal (Gonçalves et al. 2017). Para cada indivíduo medido, foram obtidas duas estimativas de CP utilizando a barra transversal imediatamente anterior e posterior ao peixe, e em seguida realizado uma relação entre as duas medidas e assim, estimando o tamanho do peixe (Fig. 5). Um procedimento analítico similar foi utilizado para se estimar o tamanho dos indivíduos da espécie-presa.

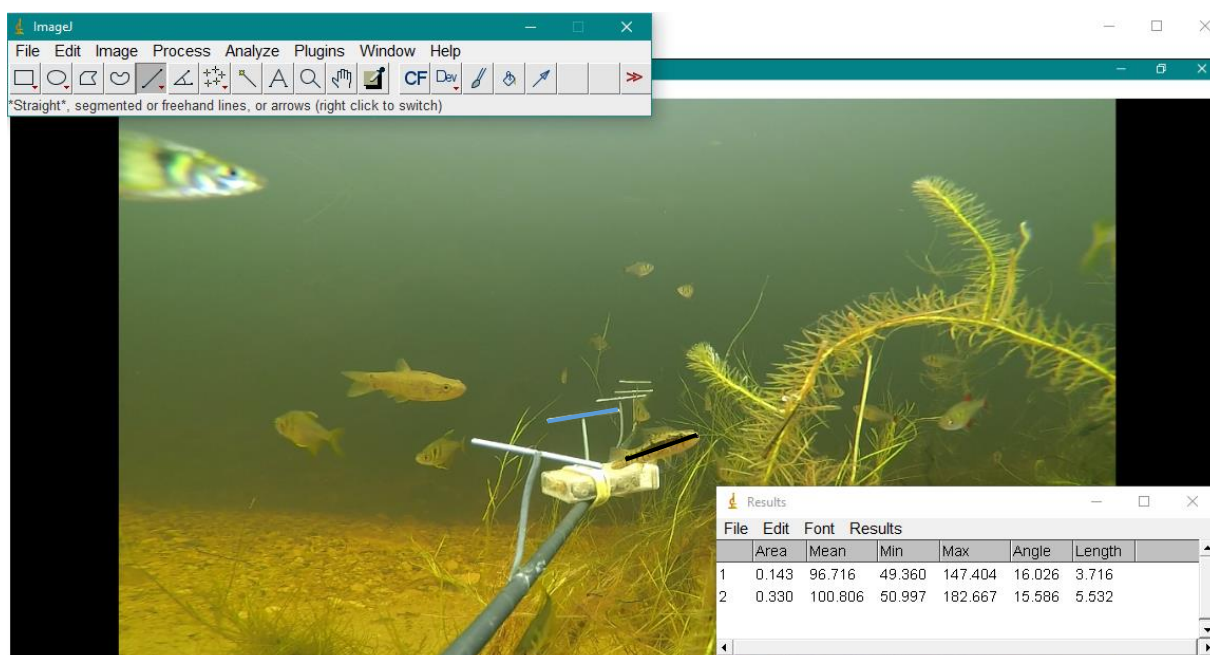


Figura 5 – Utilizando o software ImageJ® para estimativa de tamanho dos indivíduos. Calibrando o software com o comprimento das hastes de referências de 5cm (linha azul) e estimando o tamanho do indivíduo de acordo com a linha traçada da extremidade da boca ao pedúnculo caudal (linha preto).

No entanto, vale ressaltar que a média dos tamanhos foi calculada para os indivíduos computados em Nmax_evento. Similarmente, a distância média entre os indivíduos da espécie-presa foi estimada utilizando a haste de referência para calibração pixels-distância. Para tanto, foi selecionado um peixe-presa que estava mais ao centro da imagem, como ponto de referência para calcular a distância para os demais indivíduos daquele quadro de imagem. A distância linear foi medida entre o olho deste peixe central e os olhos dos demais indivíduos, permitindo a obtenção de um valor médio de distância. A distância média das presas foi utilizada como

estimativa de densidade, já que indivíduos com uma distância média menor estão mais densamente concentrados no campo de filmagem.

Para analisar a relação de tamanho entre o predador e a presa atacada, foram identificados eventos em que ambos predadores e presas pudessem ser medidos, sendo o tamanho da presa atacada estimado em função do tamanho do predador. Por fim, a distância entre a traíra engajada no comportamento de predação e o indivíduo atacado foi estimada utilizando o corpo do predador como distância.

3.4 Análise estatística

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa Rstudio. Primeiro, foi realizado o teste de normalidade para em seguida, realizarmos os testes adequados. Para comparações entre os tamanhos das presas atacadas e capturadas e a média das presas, assim como a comparação entre os tamanhos dos predadores e das presas atacadas e capturadas foi utilizado o teste T-Student. Foi realizada a correlação e a regressão entre os tamanhos do predador e da presa com significância de 95%. Para a análise da significância de camuflagem por comportamentos, foi realizado o teste de qui-quadrado com significância de 95%. Já, para a análise conjunta das possíveis variáveis explicativas no engajamento da predação foi utilizado uma Regressão Múltipla Logística com significância de 95%.

4. RESULTADOS

Entre os meses de outubro e dezembro de 2017 e janeiro e março de 2018 foram realizados censos por BRUVs em três pontos distribuídos ao longo do córrego do Mangue, onde quatro BRUVs foram expostas simultaneamente em cada ponto (quatro censos). Neste período, um total de 260 censo de 60 minutos cada foram realizados, permitindo 129 registros de traíra.

Dentre os três pontos amostrados em 2017 e 2018, a maioria dos registros de traíras relacionados à predação (73,2%) foram realizados no ponto 02. Quando se considerou a complexidade dos habitats amostrados, os comportamentos associados à predação por traíra se mostraram mais prevalentes em ambientes de maior complexidade estrutural (Fig. 6). A partir destes resultados, as amostragens realizadas entre setembro e dezembro de 2021 foram limitadas ao ponto 02 e direcionadas aos ambientes de maior complexidade estrutural. Neste período foram realizados 99 censos (60 minutos cada), permitindo outros 55 registros de traíras, totalizando 184 registros.

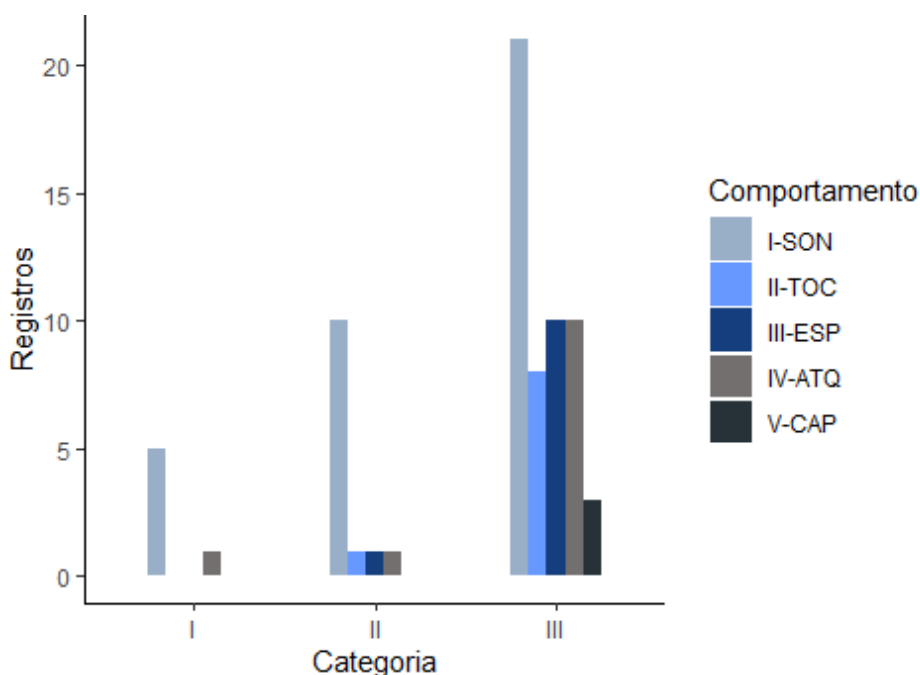


Figura 6 – Frequência de ocorrência de eventos comportamentais de *H. aff. malabaricus* em um riacho de altitude em função da complexidade estrutural do habitat. SON: Sondagem; TOC: Tocaia; ESP: Espreita; ATQ: Ataque; CAP: Captura

Além dos registros de traíra, outras quatro espécies foram observadas nos locais amostrados, sendo elas: *Geophagus brasiliensis*, *Hyphessobrycon bifasciatus*, *Oligosarcus paranensis* e *Phalloceros uai*. Apesar da presença destas espécies, todos

os comportamentos que remetiam intenção de predação foram direcionados exclusivamente ao lambari *H. bifasciatus*. Vale destacar que, diferente da traíra, *H. bifasciatus* se mostrava fortemente atraído por todos os tipos de isca, formando grandes concentrações de indivíduos no entorno do recipiente da isca.

Após as análises preliminares dos vídeos com registro de traíra, foram identificados oito comportamentos (Tabela 1, Fig. 7). Cinco dos comportamentos (sondagem, tocaia, espreita, ataque e captura) apresentavam clara associação com a predação e foram observadas em 54,3% dos 184 registros. Dentre eles, a “sondagem” se mostrou mais recorrente (28,8%), seguindo pelo “ataque” (14,3%), “espreita” (8,7%) e “tocaia” (8,15%). O sucesso na predação, aqui representada pela “captura”, representou 2,17% dos eventos.

Os comportamentos denominados como “outro” teve um total de 13 registros, sendo estes (i) forrageamento na isca, (ii) abandono da área, e (iii) ataque na haste referencial, estes comportamentos foram observados principalmente nos habitats com complexidade estrutural intermediária e elevada. Os comportamentos de forrageamento na isca e ataque na haste referencial ocorreram nos vídeos com baixa abundância de presas (N_{max_presa}), uma média de doze indivíduos e no momento do evento comportamento (N_{max_evento}) a média foi de zero indivíduo.

Em 95% dos 184 registros, apenas um único indivíduo da traíra foi detectado. Quando mais de uma traíra foi registrada, em 6 registros, indivíduos de tamanhos semelhantes permaneciam no local e apresentavam padrões de movimentação e comportamento semelhantes. Em duas ocasiões foi observado que um dos indivíduos se manteve em movimento e visível para as presas, ao passo que o outro indivíduo se manteve imóvel e em tocaia, resultando em um evento de ataque por este indivíduo. Nos dois registros onde as traíras apresentava tamanhos diferentes, a chegada da traíra de maior tamanho resultava no abandono do local pela traíra menor.

Tabela 1 – Descrição dos comportamentos dos indivíduos de traíra (*Hoplias aff. malabaricus*) registrados durante censos por BRUVs no córrego do Mangue.

Comportamento	Sigla	Descrição
Inatividade	INA	Quando um indivíduo aparece no campo de filmagem e por lá permanece inativo por um dado período, próximo a alguma estrutura ou vegetação marginal, sem clara orientação em direção às potenciais presas.
Nadando	NAD	Quando um indivíduo passa pelo campo de filmagem sem demonstrar interesse pela estrutura da BRUV, isca ou pelas potenciais presas presentes na área, abandonando a área em seguida.
Sondagem	SON	Quando um indivíduo entra no campo de filmagem e por lá permanece, em nado continuado, demonstrando interesse pela estrutura da BRUV, pela isca ou pelas potenciais presas presentes na área.
Tocaia	TOC	Quando um indivíduo aparece no campo de filmagem, demonstra interesse pelas potenciais presas, passando a utilizar alguma estrutura ou vegetação marginal para se esconder, se mantendo orientada em direção às potenciais presas. Tal comportamento comumente antecipava o ataque.
Espreita	ESP	Quando um indivíduo aparece no campo de filmagem, demonstra interesse pelas potenciais presas, se aproximando da presa lentamente. Tal comportamento comumente antecipava o ataque.
Ataque	ATC	Quando um indivíduo nada de forma vigorosa e direcionada em direção à uma presa na tentativa de capturá-la, sem que tenha sucesso.
Captura	CAP	Quando um indivíduo nada de forma vigorosa e direcionada em direção à uma presa, e a captura.
Outro	OUT	Quando um indivíduo realiza algum outro comportamento não relacionado a predação.

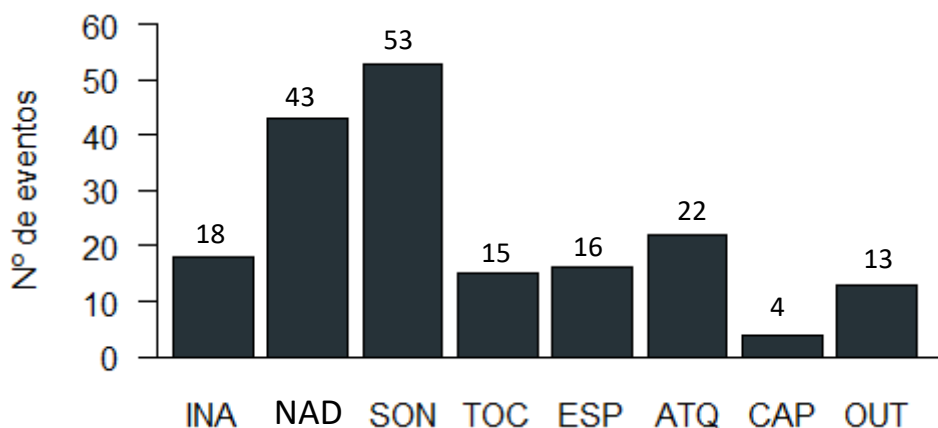


Figura 7 – Frequência de ocorrência dos comportamentos observados para *H. aff. malabaricus* em um riacho de altitude. INA: inatividade; NAD: nadando; SON: sondagem; TOC: tocaia; ESP: espreita; ATQ: ataque; CAP: captura; OUT: outro.

Através da análise dos vídeos de predação (e/ou tentativa de predação) da traíra sobre lambaris *H. bifasciatus*, é possível descrever o processo de predação como uma sucessão dos comportamentos aqui categorizados. Inicialmente, ao entrar no campo de filmagem, normalmente repleto de *H. bifasciatus* atraídos pela isca, as traíras apresentam um comportamento de sondagem. Tal comportamento se destaca pela manutenção de uma natação exploratória, podendo alternar entre nado de baixa ou nenhuma velocidade (mas com constante batimento das nadadeiras peitorais para manutenção da posição) e nados curtos e rápidos, sempre em direção ou no entorno do local onde se concentrava às potenciais presas. Vale destacar que tal comportamento se difere de forma notória da “nadando” ou mesmo “inatividade” uma vez que estes apresentavam uma perceptível indiferença à presença das potenciais presas.

Nos casos de engajamento ao processo de predação, duas principais estratégias de aproximação da traíra às presas foram identificadas: “espreita” e “tocaia”, aparentemente o predador utilizava de uma das duas estratégias. Na espreita, total de 16 eventos, o predador se mantinha imóvel, seja na coluna d’água, próximo a um objeto (que podia ser a própria estrutura da BRUV) ou à vegetação, com notória alteração no padrão de coloração. Dependendo da distância do predador em relação a câmera foi possível perceber que ele acompanhava o movimento das presas com os olhos. A partir desse ponto, o predador iniciava movimentos discretos em direção às presas, configurando o comportamento de “espreita”. A aproximação por espreita se dava até alcançar a distância entre o predador e sua presa de um (01) comprimento padrão do predador, onde iniciava o comportamento de ataque. Este se

caracterizava como um nado súbito, veloz e em direção à presa, na tentativa de capturá-la (fig. 8).

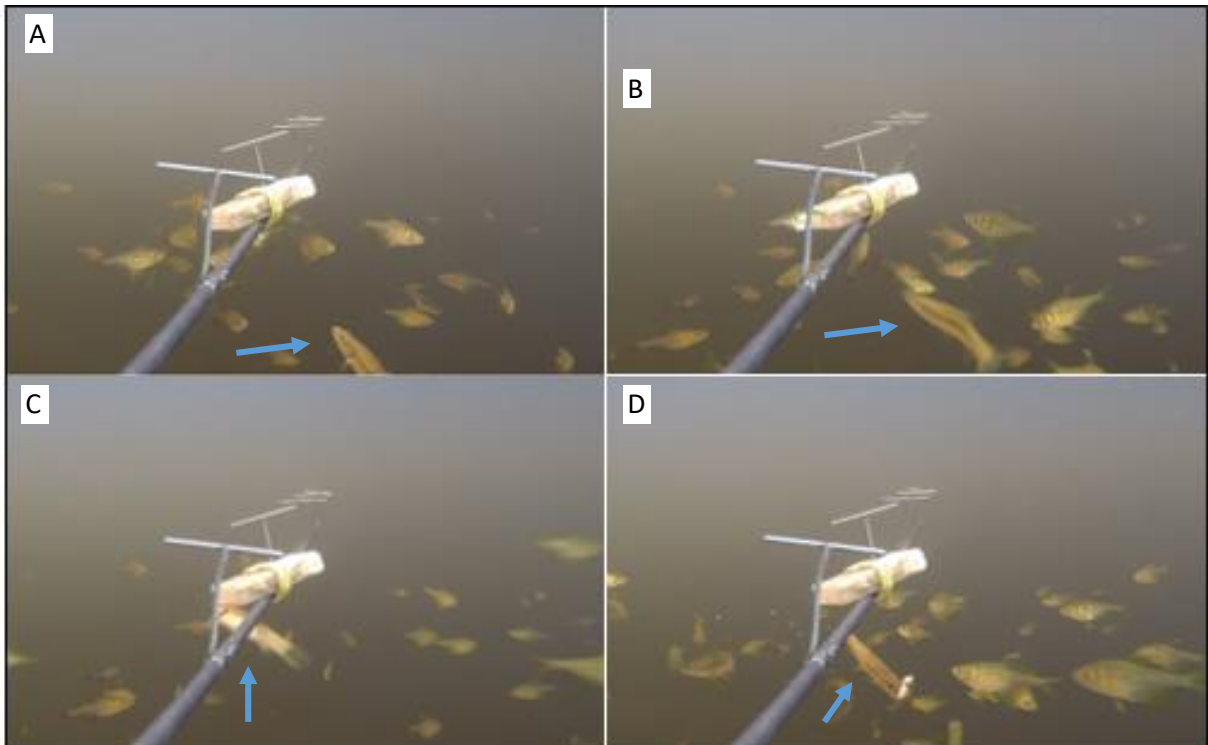


Figura 8 – Sequência do ataque realizado pela *Hoplías* aff. *malabaricus* (indicada na seta em azul) com a estratégia de “espreita”, ao se aproximar lentamente da presa *Hyphessobrycon bifasciatus* e capturá-la. (a) detecção da presa; (b) aproximação da presa; (c) atacando a presa; (d) capturando a presa e saindo do campo de imagem.

Alternativamente, o predador assumia a estratégia da “tocaia”. Na tocaia, total de 15 eventos, o predador permanecia imóvel em um determinado local, semelhante à espreita, mas sem buscar uma aproximação ativa até a presa. Também foi possível perceber que o predador acompanha com os olhos a movimentação das presas. Durante a tocaia, o ataque acontecia a medida que as presas se aproximavam do predador imóvel, remetendo o comportamento senta-e-espera (Fig. 9). Mudanças de coloração podiam também ser observadas.

Em 84% das estratégias de predação, “tocaia” e “espreita”, sucedia o comportamento de “ataque”, conseqüentemente duas eram as opções, ou o predador conseguia capturar a presa ou então, abandonava a área. Apenas em um único evento de “ataque” onde o predador não obteve sucesso na captura, o mesmo retornou ao campo de imagem e tentou novamente por duas vezes, conseguindo capturar a presa. Após a captura das presas, foi observado duas formas de manipulação da presa, ou optando por manipular a presa no local de ataque e engolindo a presa, ou

transportando a presa em sua boca e manipulando em outro local fora do campo de imagem. Nos 16% dos registros de “tocaia” e “espreita” que não sucederam em “ataque” ocorreram devido ao tempo de exposição da BRUV, nesses registros a BRUV foi retirada da água antes da continuação dos comportamentos.

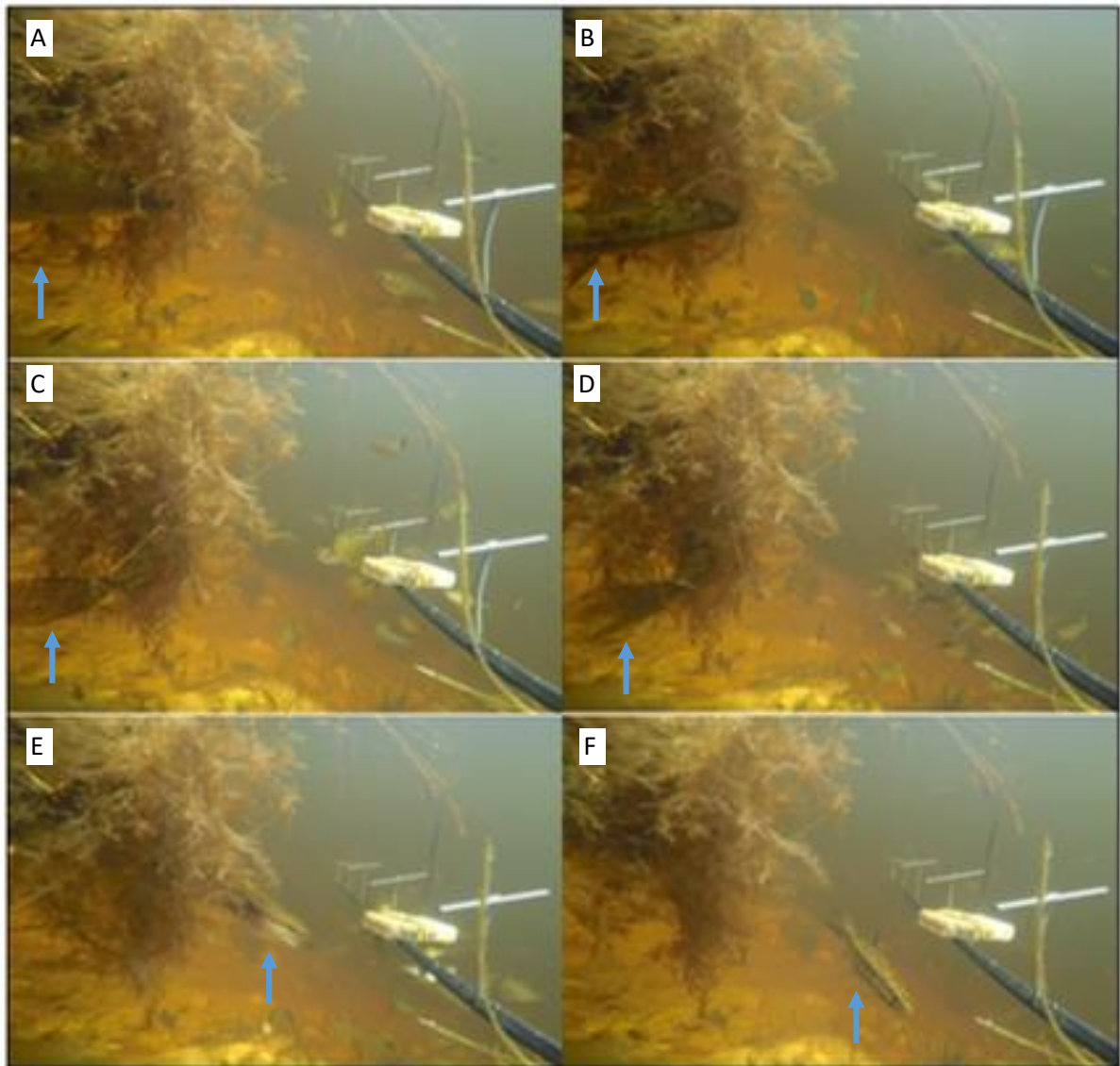


Figura 9 – Sequência do ataque realizado pela *Hoplias* aff. *malabaricus* (indicada na seta em azul) com a estratégia de “tocaia”, ao realizar o comportamento de ‘senta-e-espera’, utilizando uma macrófita aquática (canto superior esquerdo) para realizar uma emboscada e atacar a presa *Hyphessobrycon bifasciatus* e capturá-la; (a) detecção da presa; (b) mudança de coloração do predador; (c) emboscando na macrófita aquática; (d) iniciando o ataque, abrindo a nadadeira caudal; (e) atacando e capturando a presa; (f) saindo do campo de imagem.

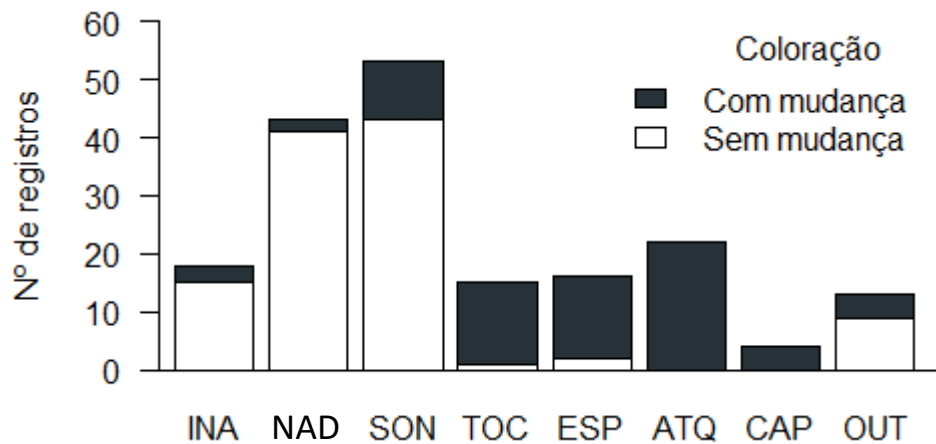


Figura 10 – Frequência de ocorrência da alteração da coloração por eventos comportamentais. INA: inatividade; NAD: nadando; SON: sondagem; TOC: tocaia; ESP: espreita; ATQ: ataque; CAP: captura; OUT: outro.

Como acima mencionado, alteração no padrão de coloração foi observada tanto durante a emboscada e tocaia, quanto nos demais comportamentos (Fig. 10). Com frequência, a alteração na coloração se dava de uma cor mais clara para um padrão mais escuro e críptico em uma faixa medial escura principal do pedúnculo caudal até a extremidade da cabeça, cobrindo os olhos e machas escurecidas pontuais ao longo do corpo (Fig. 11). Ao se aproximar das presas durante a sondagem, as traíras mantinham uma coloração mais clara, sendo menos frequente mudanças de cor (18,9%). Durante a emboscada e tocaia foi quando mudanças para uma coloração críptica se fazia evidente, sendo mais frequentemente detectada (93,3% e 87,5%, respectivamente). A totalidade dos eventos de ataque e captura se davam por indivíduos com o padrão críptico.

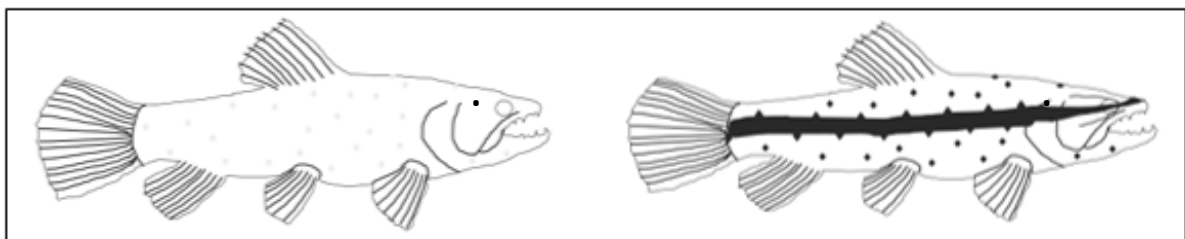


Figura 11 – Esquema ilustrativo da mudança de coloração com um padrão mais escuro e críptico observada em alguns eventos comportamentais pela BRUV em um riacho de altitude.

Para avaliar a influência da presa sobre o comportamento de predação, foram testadas variáveis de abundância, distância média entre as presas e tamanho das presas como gatilhos para predação. Considerando a abundância da presa (N_{max_presa}), pode-se perceber que uma relação entre ao N_{max_presa} e a incidência de ataques, onde a maioria dos ataques/capturas se deram quando havia

uma maior abundância da presa na área, de acordo com a análise de dados, a partir do comportamento “sondagem”, o Nmax_presa teve diferenças significativas (Tabela 2). O mesmo padrão foi observado para a abundância de presas no momento da predação (ataque/captura), assim como nas estratégias de tocaia e espreita. Apesar de observar um aumento na abundância da espécie-presa relacionadas aos comportamentos predatórios, esse valor não foi significativamente relevante ($p > 0.05$; Fig12a-b).

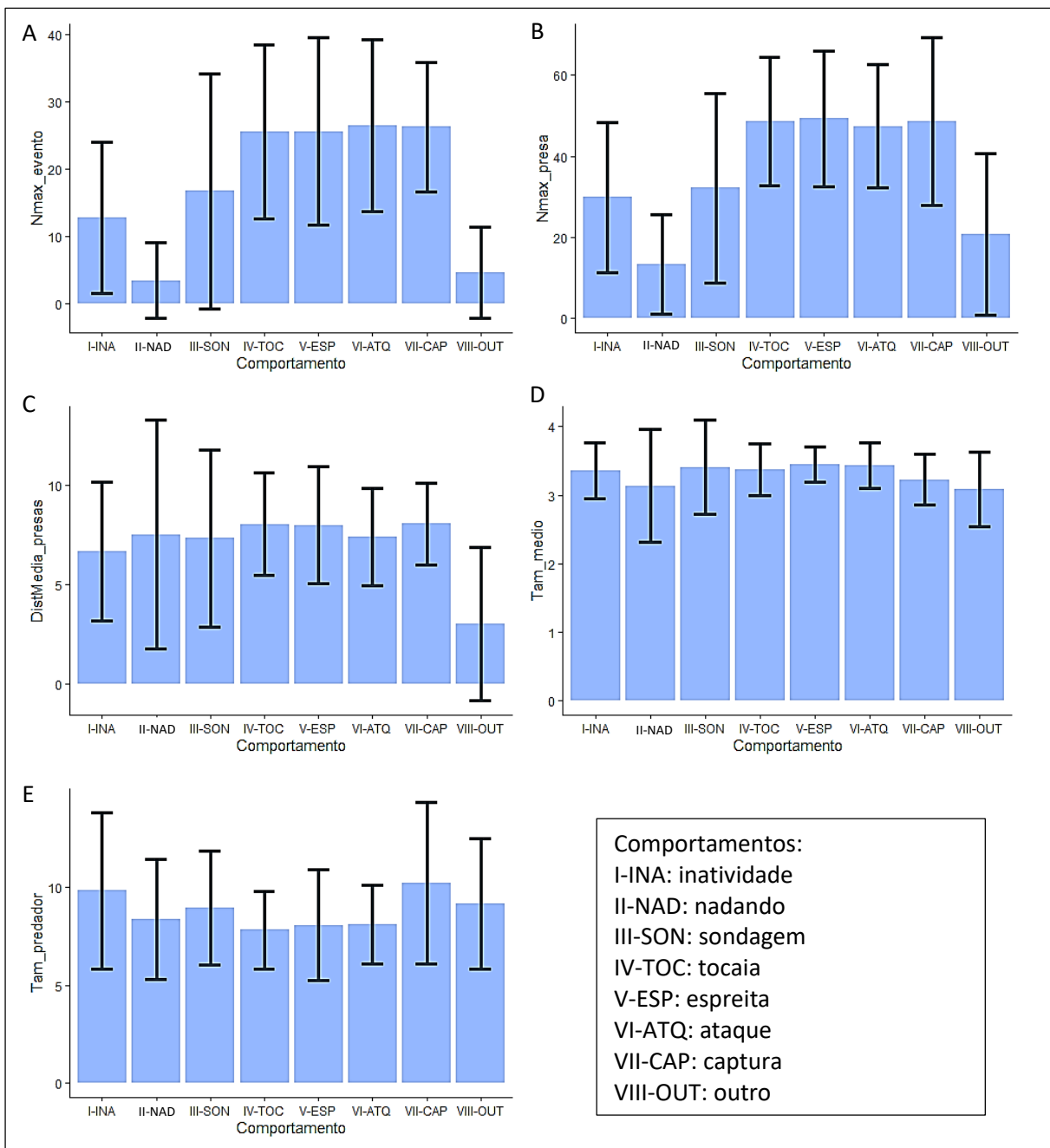


Figura 12 – Média e desvio padrão de cada um dos 8 comportamentos observadas por variável amostrada, sendo elas: (a) Nmax_presa; (b) Nmax_evento; (c) Distância Média entre as presas; (d) Tamanho médio das presas e (e) Tamanho do predador.

Tabela 2 – Valores estatísticos básicos (média e desvio padrão) das variáveis avaliadas separadas por eventos comportamentais, valores de tamanho e distância estimados em centímetros (cm).

	<i>Hoplias aff. malabaricus</i>					<i>Hyphessobrycon bifasciatus</i>														
	Tamanho (cm)			Registro	Coloração	Nmax_presa			Nmax_evento			Tamanho médio (cm)			Tamanho (cm)			Distância média (cm)		
	Mínimo	$\bar{x} \pm \sigma$	Máximo	nº	frequência	Mínimo	$\bar{x} \pm \sigma$	Máximo	Mínimo	$\bar{x} \pm \sigma$	Máximo	Mínimo	$\bar{x} \pm \sigma$	Máximo	Mínimo	$\bar{x} \pm \sigma$	Máximo	Mínimo	$\bar{x} \pm \sigma$	Máximo
Inatividade	4.3	10.5 ± 4.1	16.6	18	0.17	3	29.8 ± 18.5	61	0	12.7 ± 11.2	42	2.6	3.3 ± 0.4	4.2	-	-	-	4.9	7.6 ± 2.5	14.4
Nadando	3.4	8.5 ± 4.1	17.5	43	0.05	2	13.4 ± 12.2	60	0	3.4 ± 5.6	24	2.1	3.1 ± 0.8	5	-	-	-	1.7	9.6 ± 4.6	18.7
Sondagem	3.5	8.9 ± 2.9	16.2	53	0.19	0	32.2 ± 23.3	76	0	16.7 ± 17.5	72	1.6	3.6 ± 0.6	5.2	-	-	-	4.8	8.5 ± 3.6	18.2
Tocaia	3.9	7.9 ± 2	10.8	15	0.93	15	48.5 ± 15.8	73	0	27.4 ± 11.2	45	2.9	3.3 ± 0.4	4.3	-	-	-	4.9	8 ± 2.6	11.5
Espreita	3.9	8 ± 2.8	16.2	16	0.87	15	49.2 ± 16.7	73	4	25.6 ± 14	50	2.9	3.4 ± 0.3	3.8	-	-	-	3.7	8 ± 3	14.4
Ataque	5.1	8.1 ± 2	11.3	22	1	15	47.3 ± 15.2	68	4	26.5 ± 12.8	49	2.9	3.4 ± 0.3	4.3	2.4	3.1 ± 0.4	3.7	3.7	7.4 ± 2.5	14.4
Captura	7	10.2 ± 4.1	16.2	4	1	18	48.5 ± 20.6	61	12	26.2 ± 9.6	32	2.9	3.2 ± 0.4	3.6	2.3	3.2 ± 1.1	4.8	6.5	8.1 ± 2.1	10.7
Outro	3.9	9.5 ± 5.2	15.5	13	0.31	0	20.7 ± 19.9	73	0	4.5 ± 6.8	21	1.9	3.1 ± 0.5	3.6	-	-	-	3.4	6.7 ± 2.4	9

Considerando a distância média das presas, pode-se afirmar que não houve uma variação significativa entre as médias dos 8 comportamentos. Entretanto, pode-se observar, nos comportamentos não relacionados a predação uma maior amplitude da distância média (máximo e mínimo) (Fig. 12c).

Quando ao tamanho das presas atacadas, não foi possível detectar um aumento na predação com o tamanho das presas, não havendo diferença significativa entre os 8 comportamentos observados ($p > 0.05$; Fig.12d). Ao se avaliar o tamanho do indivíduo atacado/capturado (indivíduo focal), estes se mostravam significativamente menores que o tamanho médio dos demais indivíduos ali presentes no momento do ataque ($p < 0.05$; Fig.13).

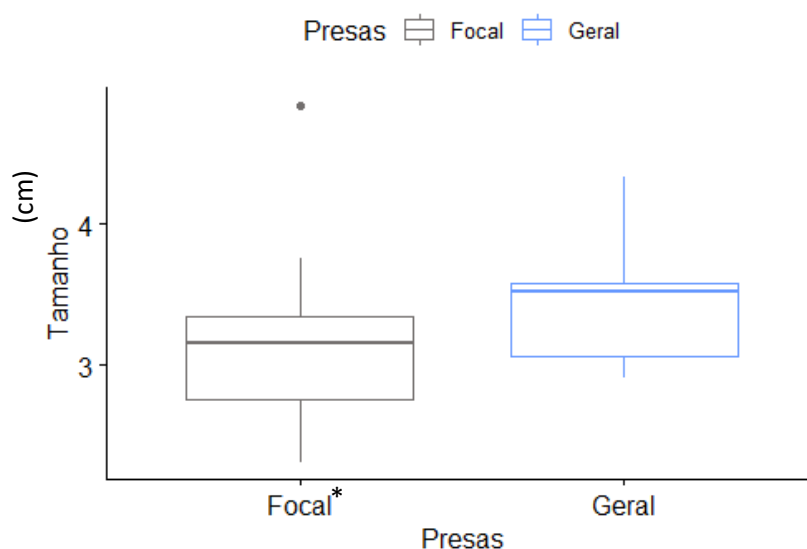


Figura 13 – Tamanho dos indivíduos focal (atacados/capturados) e tamanho médio geral das presas, tamanhos estimados em centímetros (cm) pelo software ImageJ®, (*) significativamente menor.

Nos 26 eventos de predação (ataque/captura) pode-se estimar o tamanho tanto do predador quanto da presa atacada/capturada (Tabela 2), permitindo avaliar a relação de tamanho predador/presa. Mesmo tendo havido uma considerável variação no tamanho dos predadores, as presas se mostraram significativamente menores e com baixa variação de tamanho (Fig.14). Apesar de uma aparente correlação positiva entre o tamanho do predador e o tamanho da presa (Fig. 15), tal correlação não se mostrou significativa ($p = 0.085$), onde 88,14% da variabilidade do tamanho da presa não é explicada pela variabilidade do tamanho do predador.

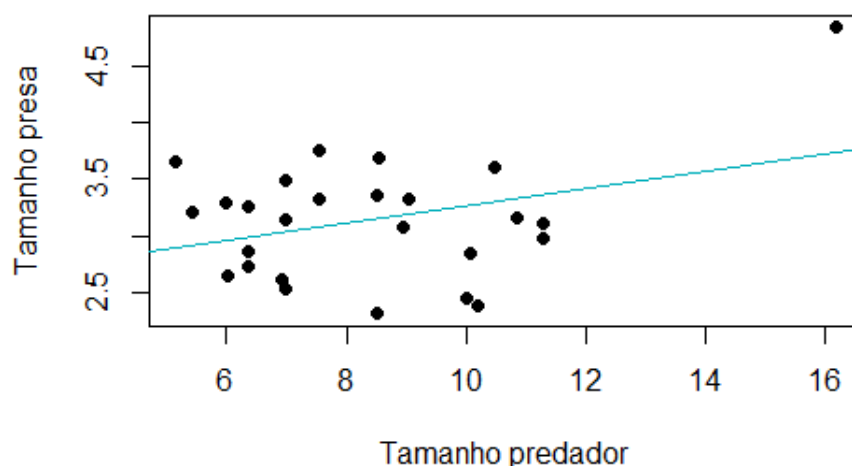


Figura 14 – Relação entre o tamanho do predador (*Hoplias aff. malabaricus*) e o tamanho da presa (*Hyphessobrycon bifasciatus*) em um riacho de altitude.

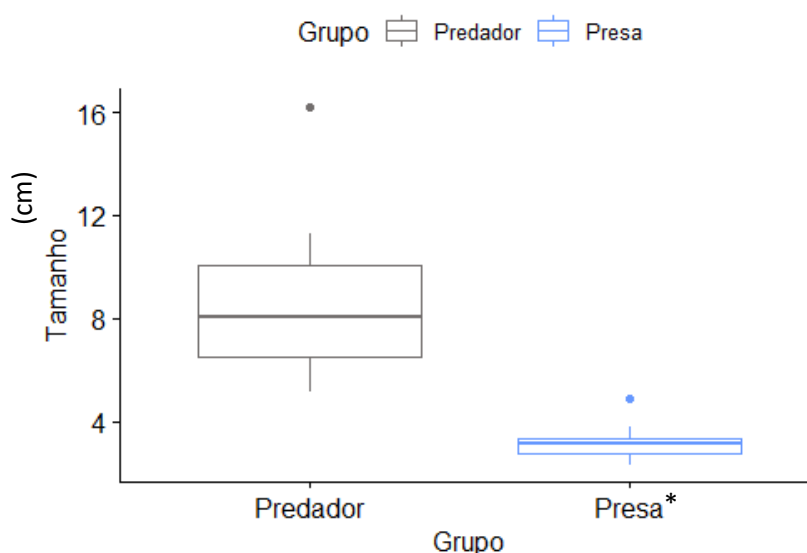


Figura 15 – Distribuição de tamanhos do predador (*Hoplias aff. malabaricus*) e da presa (*Hyphessobrycon bifasciatus*), tamanhos estimados em centímetros (cm) pelo software ImageJ®, (*) significativamente menor.

A proporção entre o tamanho do predador e da presa se mostrou relevante para o sucesso da predação, onde presas menores que 1/3 do comprimento dos predadores foram atacadas e capturadas, a passo que presas maiores foram atacadas, mas não capturadas. Outro dado interessante é que os três menores predadores atacaram presas maiores que metade do seu comprimento e não obtiveram sucesso na predação.

5. DISCUSSÃO

Com o estudo do comportamento predatório da traíra (*Hoplias aff. malabaricus*) em um riacho de altitude, através de vídeos remotos subaquáticos iscados, foi possível não apenas descrever os comportamentos predatórios, mas também, a sequência do processo predatório. Também, foi possível avaliar a influência da complexidade estrutural do habitat, a abundância das presas e a distância média entre as presas sobre a predação, assim como a relação dos tamanhos do predador e presa.

Os comportamentos observados neste estudo para a traíra corroboram as características de um predador de tocaia/emboscada, mas que utiliza da espreita como estratégia de aproximação até as suas presas, comportamento este nunca antes descrito para a espécie (Paiva 1972, Junior 2015). Nota-se que ambos os comportamentos de aproximação (tocaia e espreita) se sucediam ao comportamento de sondagem, e podiam culminar em um ataque. Fez-se evidente durante a adoção da tocaia e espreita a mudança de coloração. Isso pois as traíras observadas durante o nado e sondagem apresentavam uma coloração mais clara, que era completamente alterada para um padrão mais escuro e críptico quando engajadas nos comportamentos associados à predação (tocaia, espreita e ataque/captura). Tal comportamento de adoção de cores crípticas é comumente descrito para espécies que se disfarçam no ambiente (Keenleydise 1962, Sugimoto 2002, Kirchheim & Goulart 2010, Allen et al. 2015, Schweitzer et al. 2015).

Diferente do que se espera para um predador de alta flexibilidade alimentar, como a traíra, os eventos de predação se limitaram à uma única espécie, o lambari *H. bifasciatus*, mesmo tendo sido registradas outras espécies de potenciais presas, como o *G. brasiliensis*, o *O. paranensis* e *P. uai* (Côrrea & Piedras 2009, Takeuchi 2009, Montenegro et al. 2013). Vale destacar, no entanto, que as demais espécies aparecem em abundâncias consideravelmente menores que o *H. bifasciatus*, sendo que os *G. brasiliensis* e *O. paranensis* eram representados por indivíduos de tamanhos consideravelmente superiores aos *H. bifasciatus* (dados não mostrados). Tibúrcio (2018), ao avaliar a influência dos diferentes tipos de iscas presentes nas BRUVs sobre a composição da ictiofauna em riachos de altitude, estudo este realizado no mesmo local, sugere que os *H. bifasciatus*, notoriamente atraídos pela isca da BRUV, exerce um poder secundário de atração para a traíra. Isso pois assim como observado

neste estudo, as traíras se mostraram indiferentes à isca, mas atraídas pela concentração de potenciais presas.

De fato, dentre os eventos comportamentais identificados, a “sondagem” se mostrou aquele mais prevalente, corroborando a ideia de que a aglomeração de potenciais presas pode exercer um efeito atrativo nas traíras, onde a abundância das presas (N_{max_presa}) se mostrou significativamente correlacionado com este comportamento. A abundância das presas também mostrou ser o principal fator que influencia o engajamento nos comportamentos associados à predação, culminando no ataque. Estudos sugerem que uma maior abundância resulta em uma maior probabilidade de sucesso na captura de presa por espécies predadoras (Keenleyside 1962, Nemeth 1997, Lowe-McConnell 1999, Sabino 1999, Turesson & Bronmark 2007, Szopa-Comley et al. 2020, Montero-Quintana et al. 2021).

Quanto a distância média entre as presas, considerado aqui como proxy de densidade, não foi possível detectar uma clara influência quanto gatilho para o ataque. No entanto, isso pode ser explicado pelo fato de não ter havido variações estatisticamente significativas no adensamento das espécies. Por outro lado, em situações em que a amplitude de variação nessa distância entre as presas se mostrou menor, houve de fato uma maior incidência de ataques. Isso pode sugerir que, assim como se observa para outras espécies de predadores, a traíra engajaria o ataque nos indivíduos que se mostrassem mais agrupados (Nemeth 1997, Klages et al. 2014, Montero-Quintana et al. 2021).

Como mencionado anteriormente, a maioria (58,5%) dos 53 eventos de sondagem aqui registrados resultaram ou na tocaia (15 registros) ou na espreita (16 registros), sendo que os demais resultaram no que foi tratado por este estudo como abandono do local. No entanto, vale destacar que, devido ao tempo limitado da exposição da BRUV e o limite do campo de visão inerente de uma câmera, não se pode assegurar que esses indivíduos de fato desistiram do engajamento ao processo de predação, uma vez que eles podem tê-lo feito longe das câmeras. Outro dado importante obtido nesse estudo foi que a maioria dos 31 eventos de tocaia/espreita resultaram em ataques das traíras às presas (26 ataques registrados). No entanto, a taxa de sucesso dos ataques para na captura das presas foi de 1 captura para, aproximadamente, 6 ataques (15,4%).

As análises quantitativas realizadas neste estudo permitiram também avaliar a influência do tamanho das presas sobre a predação. Como observado nos resultados, a principal diferença entre os ataques com e sem sucesso foi a proporção do tamanho da presa em relação ao predador. Como mencionado nos resultados, as presas que foram capturadas tinham em média 1/3 do comprimento do predador, ao passo que ataques sem sucesso se deram em presas de tamanho médio igual à metade do comprimento da traíra. Estudos mostram a importância do tamanho do predador e da presa no sucesso da predação (Loureiro & Hahn 1996, Montenegro et al. 2013, Junior 2015), uma vez que predadores maiores possuem uma maior amplitude bucal e eficiência natatória, facilitando a captura de presas relativamente menores.

Vale lembrar, no entanto, que a correlação entre o tamanho do predador e da presa (considerando os animais atacados e não apenas os predados) se mostrou positiva, mas com valores reduzidos. A falta de forte correlação pode ser explicada, em parte, pela pouca variação de tamanho das presas. Por outro lado, tal resultado pode explicar também o baixo sucesso de captura observado neste estudo. Além disso, é importante destacar que os eventos comportamentais aqui registrados se deram por traíras de pequeno porte. Considerando que predadores menores, e conseqüentemente mais novos, podem possuir uma menor experiência na captura de presas, tal fato pode ter contribuído de forma adicional para o não sucesso dos ataques.

Considerando as poucas tentativas de predação observadas neste estudo, fatores adicionais podem ser listados como explicação, sendo eles: a) a possível baixa demanda energética de um predador senta-espera, tornando-o saciado com pouca quantidade de alimento/energia; b) similarmente, a capacidade da espécie de permanecer por longos períodos de jejum (sendo registrados períodos de até 180 dias); c) o fato de que predadores de emboscadas, quando falham no ataque de predação, raramente, atacam novamente; ou mesmo d) o fato de se encontrar substâncias de alarme (células de alarme) em muitas espécies de peixes que liberam quando estão estressadas ou foram atacadas, o que leva aos indivíduos evitarem essas áreas (Oliveros & Rossi 1991, Chivers & Smith 1998, Carvalho et al. 2002, Rios et al. 2002, Volpato et al. 2006).

Por fim, um comportamento que merece destaque, ainda que não tão diretamente associado à captura de presas, mas importante para o processo de

fORAGEAMENTO foi a existência de comportamento antagonístico/segregação entre indivíduos de traíras. Embora menos frequente, o encontro de duas traíras sempre resultava no abandono do local pelo indivíduo de menor porte, o que remete uma hierarquia intraespecífica para evitar possíveis conflitos, assim como os indivíduos menores de serem presas dos indivíduos maiores, como observado em outros predadores (Azevedo & Gomes 1943, Oliveros & Rossi 1991, Balboni et al. 2011, Becerril-Garcia et al. 2019).

Os dados obtidos pelas filmagens com o uso das BRUVs se mostram de grande valor para a realização de análises do comportamento de predação da traíra (*H. aff. malabaricus*). Além de evitar possíveis interferências do observador na exibição comportamental pela espécie, minimizando a chance de se classificar um comportamento equivocadamente, a possibilidade de se revisar a filmagem sempre que necessário se mostrou uma importante vantagem da técnica. Além do mais, as análises dos vídeos permitiram a realização de uma abordagem quantitativas, ainda escassas em estudos comportamentais de espécies aquáticas. Vale considerar também que os vídeos subaquáticos obtidos poderão ser utilizados em iniciativas de divulgação científica e conscientização as comunidades locais para a preservação e conservação dos ambientes aquáticos.

Até o presente, nenhum outro estudo comportamental sobre a traíra, ou mesmo para outras espécies de peixes Neotropicais, apresentou um número tão elevado de eventos comportamentais a serem analisados. Os vídeos permitiram descrever diferentes etapas do processo de predação da traíra, além de avaliar fatores quantitativos que pudessem afetar tal comportamento. Como esperado e comprovado, ambientes com uma elevada complexidade estrutural apresentaram uma maior incidência de registros de traíras em atividade de forrageamento/predação. Apesar de ser descrita por alguns autores como uma espécie de maior atividade noturna, dos 359 vídeos filmados ao longo do córrego do Mangue e coletados no período diurno, 184 registraram o aparecimento de traíras no campo de filmagem. Tal fato corrobora outros estudos que mostram a traíra sendo voraz em todos os períodos ao longo do dia, tanto no período diurno, quanto no noturno, assim como no período transitório – amanhecer e crepuscular (Carvalho et al. 2002, Sant’Anna 2006, Côrrea & Piedras 2009).

6. REFERÊNCIAS

- Allen, J.J., Akkaynak, D., Sugden, A.U. & Hanlon, R.T. (2015). Adaptive body patterning, three-dimensional skin morphology and camouflage measures of the slender filefish *Monacanthus tockeri* on a Caribbean coral reef. *Biological Journal of the Linnean Society*, 116, 377-396;
- Andrialovanirina, N., Ponton, D., Behivoke, F., Mahafina, J. & Léopold, M. (2020). A powerful method for measuring fish size of small-scale fishery catches using ImageJ. *Fisheries Research* 223, 105425. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2019.105425>;
- Azevedo, P. & Gomes, A.L. (1943). Contribuição ao estudo da biologia da Traíra *Hoplias malabarica* (Bloch, 1794). *Boletim de Indústria Animal*. V.5, p.15-64;
- Balboni, L. Colautti, D.C., Baigún & C.R.M. (2011). Biology of growth of *Hoplias* aff. *malabaricus* (Bloch, 1794) in a shallow pampean lake (Argentina). *Neotropical Ichthyology*, 9(2):437-444;
- Barla, M.J., Vera, M.S., & O'Brien, E.D. (2003). Relative abundance and autecology of three piscivorous fishes in lakes of the upper basin of Salado River (Buenos Aires Province, Argentina). *Ecologia Austral* 13:205-214;
- Becerril-Garcia, E.E., Hoyos-Padilla, E.M., Micarelli, P., Galván-Magaña, F. & Sperone, E. (2019). The surface behaviour of white sharks during ecotourism: A baseline for monitoring this threatened species around Guadalupe Island, Mexico. *Aquatic Conserv: Mar Freshw Ecosyst*. 1–10. <https://doi.org/10.1002/aqc.3057>;
- Bialetzki, A., Nakatani, K., Sanches, P.V., Baumgartner, G., Makrakis, M.C. & Taguti, T.L. (2008). Desenvolvimento inicial de *Hoplias* aff. *malabaricus* (Bloch, 1794) (Osteichthyes, Erythrinidae) da planície alagável do alto rio Paraná, Brasil. *Acta Sci. Biol. Sci. Maringá*, v.30, n.2, p.141-149;
- Bolgan, M., O'Brien, J. & Gammell, M. (2016). The behavioural repertoire of Arctic charr (*Salvelinus alpinus* (L.) in captivity: a case study for testing ethogram completeness and reducing observer effects. *Ecology of Freshwater Fish*: 25: 318-328;

- Carvalho, L.N., Fernandes, C.H.V & Moreira, V.S.S. (2002). Alimentação de *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) (Osteichthyes, Erythrinidae) no rio Vermelho, Pantanal Sul Mato-Grossense. Rev. Bras. Zootecias. Juiz de Fora V.4 N°2 p.227-236;
- Chivers, D.P. & Smith, R.J.F. (1998). Chemical alarm signalling in aquatic predator-prey systems: A review and prospectus. *Ecoscience*, 5(3), 338-352;
- Cirino, J.F & Lima, J.E. (2008). Valoração contingente da Área de Proteção Ambiental (APA) São José – MG: um estudo de caso. RESR, Piracicaba, SP, vol.46, nº03, p.647-672;
- Côrrea, F. & Piedras, S.R.N. (2009). Alimentação de *Hoplias* aff. *malabaricus* (Bloch, 1794) e *Oligosarcus robustus* (Menezes, 1969) em uma lagoa sob influência estuarina, Pelotas, RS. *Revista Biotemas*, 22(3): 121-128;
- Delaix-Zaqueo, K., Melo-Sampaio, P.R., Oliveira I.L.A., Miranda, G.K.D. & Calderon, L.A. (2017). The opportunistic behaviour of a common predator in aquatic systems in Amazonia: predation on robber-frog *Pristimantis* cf. *fenestratus* by trahira *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794). *Herpetology Notes*, vol 10:425-427;
- Ebner, B., Clear, R., Godschalx, S. & Beitzel, M. (2009). In-stream behavior of threatened fishes and their food organisms based on remote video monitoring. *Aquat Ecol* 43:569-576;
- Frezza, T.L., Carl, L.M. & Reid, S.M. (2003). Evaluation of a Portable Underwater Video Camera to Study Fish Communities in Two Lake Ontario Tributaries. *Journal of Freshwater Ecology*, 18:2, 269-276, DOI:10.180/02705060.2003.9664493;
- Gadig, O.B.F., Garrone-Neto, D. (2013). Notes on the feeding behaviour and swimming pattern of *Manta alfredi* (Chondrichthyes, Mobulidae) in the Red Sea. *Acta Etnol.* DOI 10.1007/s10211-013-0165-1;
- Garrone-Neto, D. & Sazima, I. (2009). Stirring, charging, and picking: hunting tactics of Potamotrygonid rays in the upper Paraná River. *Neotropical Ichthyology*, 7(1): 113-116;
- Gonçalves, P., Silva, V.V., Murta, A.G., Melo. A.A & Cabral, H.N. (2017). Image analysis as a tool to age estimations in fishes: an approach using blue whiting on ImageJ. Springer International, pp. 167-174. DOI: 10.1007/978-3-319-56077-9-15;

- Griffiths, D. (2020). Foraging habitat determines predator-prey size relationships in marine fishes. *Journal of Fish Biology*. doi:10.1111/jfb.14451;
- Helfman, G.S., Collette, B.B., Facey, D.E. & Bowen, B.W. (2009). *The Diversity of Fishes: Biology, Evolution, and Ecology*. 2^a ed.;
- Junior, G.A.V. (2015). Aspectos da morfologia na relação presa/predador de três predadores Characiformes e suas principais presas. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas – Zoologia) – Instituto de Biociências do Campus de Rio Claro. Rio Claro;
- Keenleyside, M.H.A. (1962). *Diversity and Adaptations in Fish Behaviour*: Spreinger-Verlag, Berlin, 208 pp.;
- Kirchheim, P.D. & Goulart, E. (2010). Ecomorfologia de predação e antipredação em siluriformes (Osteichthyes). *Oecologia Australis* 14(2):550-568;
- Klages, J., Broad, A., Kelaher, B.P. & Davis, A.R. (2014). The influence of gummy sharks, *Mustelus antarcticus*, on observed fish assemblage structure. *Environ Biol Fish* 97: 215-222;
- Lehner, P.N. (1998). *Handbook of Ethological Methods*. 2nd Edition, Cambridge University Press, 672 pp.;
- Lester, E.K., Langlois, T.J., Simpson, S.D., McCormick, M.I., & Meekan, M.G. (2021). Reef-wide evidence that the presence of sharks modifies behaviors of teleost mesopredators. *Ecosphere*, vol.12(2);
- Loureiro, V.E. & Hahn, N.S. (1996). Dieta e atividade alimentar da traíra, *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) (Osteichthyes, Erythrinidae), nos primeiros anos de formação do reservatório de Segredo – PR. *Acta Limnologica Brasiliensia* vol.8, 195-205;
- Lowe-McConnell, R. H. (1999). Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais. Tradução de Vazzoler, A. E. A. M.; Agostinho, A. A.; Cunnighan, P. São Paulo. Ed. Da Universidade de São Paulo. 538p;
- Lowry, D., Wintzer, A.P., Matott, M.P., Whitenack, L.B., Huber, D.R., Dean, M. & Motta, P.J. (2005). Aerial and aquatic feeding in the silver arawana, *Osteoglossum bicirrhosum*. *Environmental Biology of Fishes* 73: 453-462;

- Martins, J.M.E. (2009). Biologia de *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) (Characiformes, Erythrinidae) na represa de Capim Branco I, Rio Araguari, MG. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação dos Recursos Naturais) – Instituto de Biologia da Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia;
- Melo, N. O. (2018). Uso de censos visuais e vídeo remoto (BRUV) para o estudo da assembleia de peixes em um riacho de altitude. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade Federal de São João de Rei, São João del Rei;
- Mihalitsis, M., Hemingson, C.R., Goatley, C.H.R. & Bellwood, D.R. (2021). The role of fishes as food: A functional perspective on predator-prey interactions. *Functional Ecology*.00:1-11;
- Mitchell, M.D. & Harborne, A.R. (2020). Non-consumptive effects in fish predator-prey interactions on coral reefs. *Coral Reefs*. <https://doi.org/10.1007/s00338-020-01920-y>;
- Montenegro, A.K.A., Vieira, A.C.B., Cardoso, M.M.L., Souza, J.E.R.T. & Crispim, M.C. (2013). Piscivory by *Hoplias* aff. *malabaricus* (Bloch, 1794): a question of prey availability?. *Acta Limnologica Brasiliensia*, vol. 25, no.1, p.68-78;
- Montero-Quintana, A., Ocampo-Valdez, C.F., Vázquez-Halkin, A., Sosa-Nishizak, O. & Osorio-Beristain, M. (2021). Whale shark (*Rhincodon typus*) predatory flexible feeding behaviors on schooling fish. *Journal of Ethology* 39:399-410;
- Nemeth, D.H. (1997). Modulation of attack behavior and its effect on feeding performance in a trophic generalist fish, *Hexagrammos decagrammus*. *The Journal of Experimental Biology*, 200, 2155-2164;
- Oliveros, O.B. & Rossi, L.M. (1991). Ecologia trófica de *Hoplias malabaricus malabaricus* (Pisces, Erythrinidae). *Revista de la Asociacion de Ciencias Naturales del Litoral* 22(2):55-68;
- Oyakawa, O.T., Akama, A., Mautari, K.C., & Nolasco, J.C. (2006). Peixes de riachos da Mata Atlântica. São Paulo: Editora Neotropica;
- Paiva, M.P. (1972). Fisiocologia da traíra, *Hoplias malabaricus* (Bloch), no nordeste brasileiro. Crescimento, resistência à salinidade, alimentação e reprodução. Tese (Doutorado em Ciências) – Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. São Paulo;

- Pessoa, E.K.R. (2014) Estratégias tróficas do peixe traíra, *Hoplias malabaricus* e do peixe cascudo, *Hypostomus pusalum* do açude Marechal Dutra, Rio Grande do Norte, Brasil. Tese (Doutorado em Psicobiologia) Programa de Pós-Graduação em Psicobiologia na Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal;
- Phenix L.M., Tricarico D., Quintero E., Bond M.E., Brandl S.J. & Gallagher A.J. (2019). Evaluating the effects of large marine predators on mobile prey behavior across subtropical reef ecosystems. *Ecol Evol.* 9:13740–13751;
- Rios, F.S., Kalinin, A.L. & Rantin, F.T. (2002). The effects of long-term food deprivation on respiration and haematology of the neotropical fish *Hoplias malabaricus*. *Journal of Fish Biology*, 61, 85-95;
- Sabino, J. (1999). Comportamento de peixes em riachos: métodos de estudo para uma abordagem naturalística. pp. 183-208. In Caramaschi, E.P.; Mazzoni, R. & P.R. Peres-Neto, (eds). *Ecologia de Peixes de Riachos. Série Oecologia Brasiliensis*, vol. VI. PPGE-UFRJ. Rio de Janeiro, Brasil;
- Sabino, J. & Castro, R.M.C. (1990). Alimentação, período de atividade e distribuição espacial dos peixes de um riacho da floresta atlântica (Sudeste do Brasil). *Rev. Brasil. Biol.*, 50(1):23-36;
- Sant’Anna, E.B. (2006). Condição e Dieta de *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) em rios de águas branca e preta na Bacia do rio Itanhaém, Itanhaém/SP. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas – Zoologia) – Instituto de Biociências do Campus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista. Rio Claro;
- Schmid, K., Reis-Filho, J.A., Harvey, E. & Giarrizzo, T. (2016). Baited remote underwater video as a promising nondestructive tool to assess fish assemblages in clearwater Amazonian rivers: testing the effect of bait and habitat type. *Hydrobiologia*. DOI 10.1007/s10750-016-2860-1;
- Schweitzer, C., Motreuil, S. & Dechaume-Moncharmont, F.X. (2015). Coloration reflects behavioural types in the convict cichlid, *Amatitlania siquia*. *Animal Behaviour* 105, 201-209;
- Souza, G.R.S., Sabino, J. & Garrone-Neto, D. (2019). The surprising “B-side”: description of a new foraging tactic for the pearl cichlid, *Geophagus brasiliensis*, in a

coastal stream of the Atlantic Forest. *Biota Neotropica*. 19(3): e20180702. <http://dx.doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2018-0702>;

Sugimoto, M. (2002). Morphological Color Changes in Fish: Regulation of Pigment Cell Density and Morphology. *Microscopy Research and Technique* 58:496-503;

Szopa-Comley, A.W., Duffield, C., Ramnarine, I.W. & Ioannou, C.C. (2020) Predator behavior as a personality trait in a wild fish population. *Animal Behaviour* 170: 51-64;

Takeuchi, N. (2009). Ontogenetic changes in foraging tactics of the piscivorous cornetfish *Fistularia commersonii*. *Ichthyol Res* 56:18-27;

Tibúrcio, C.C.C. (2018). Vídeo remoto subaquático com isca (BRUV) como ferramenta para avaliação da estrutura da comunidade de peixes de riacho: efeito de diferentes tipos de isca sobre a amostragem. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade Federal de São João del Rei, São João del Rei;

Turesson, H. & Bronmark, C. (2007) Predator-prey encounter rates in freshwater piscivores: effects of prey density and water transparency. *Oecologia* 153:281-290;

Uieda, V.S. & Castro, R.M.C. (1999) Coleta e fixação de peixes de riachos. pp. 01-22. In Caramaschi, E.P.; Mazzoni, R. & P.R. Peres-Neto, (eds). *Ecologia de Peixes de Riachos*. Série *Oecologia Brasiliensis*, vol. VI. PPGE-UFRJ. Rio de Janeiro, Brasil;

Villares-Junior, G.A. (2015). Aspectos da morfologia na relação presa/predador de três predadores Characiformes e suas principais presas. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas – Zoologia) – Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, p. 84;

Volpato, G.L., Castro, A.L.S, Freitas, E.G., Giaquinto, P.C., Castilho, M.F., Pereira-da-Silva, E.M. & Jordão, L.C. (2006). Tópicos Especiais em Biologia Aquática e Aquicultura. *In: Comunicação Química em Peixes*. 1.ed. Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, pp 15-52;

Yamamoto, M.E. & Volpato, G.L. (2011). *Comportamento Animal*. 2ª ed. Natal. 520p.;