

# RESSALVA

Atendendo solicitação da autora, o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 24/03/2023.



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA**  
**Campus de Ilha Solteira**

**YANE CAROLINE HORAS DO NASCIMENTO**

**MORFOLOGIA HEPÁTICA DE *Plagioscion squamosissimus***  
**(PERCIFORMES, SCIAENIDAE) E SUAS VARIAÇÕES AO**  
**LONGO DO ANO EM AMBIENTE NATURAL NO ALTO DO RIO**  
**PARANÁ.**

**Ilha Solteira - SP**

**2021**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
ANIMAL-CTA**

**YANE CAROLINE HORAS DO NASCIMENTO**

**MORFOLOGIA HEPÁTICA DE *Plagioscion squamosissimus*  
(PERCIFORMES, SCIAENIDAE) E SUAS VARIAÇÕES AO  
LONGO DO ANO EM AMBIENTE NATURAL NO ALTO DO RIO  
PARANÁ.**

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – UNESP como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre.

Profa Dra Rosicleire Veríssimo Silveira  
**Orientadora**

**Ilha Solteira-SP**

**2021**

FICHA CATALOGRÁFICA  
Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

N244m Nascimento, Yane Caroline Horas.  
Morfologia hepática de *Plagioscion squamosissimus* (perciformes, sciaenidae) e suas variações ao longo do ano em ambiente natural no alto do Rio Paraná. / Yane Caroline Horas Nascimento. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2021  
46 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Área de conhecimento: Ciência e Tecnologia Animal, 2021

Orientador: Rosicleire Veríssimo Silveira  
Inclui bibliografia

1. Morfologia hepática. 2. Índice hepatossomático. 3. Sazonalidade. 4. Peixe.  
5. Rio Paraná.

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

**TÍTULO DA DISSERTAÇÃO:** Morfologia hepática de *Plagioscion squamosissimus* (Perciformes, sciaenidae) e suas variações ao longo do ano em ambiente natural no alto do rio Paraná.

**AUTORA:** YANE CAROLINE HORAS DO NASCIMENTO

**ORIENTADORA:** ROSICLEIRE VERISSIMO SILVEIRA

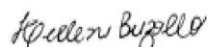
Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em CIÊNCIA E TECNOLOGIA ANIMAL, área: Produção Animal pela Comissão Examinadora:



Profa. Dra. ROSICLEIRE VERISSIMO SILVEIRA (Participação Virtual)  
Departamento de Biologia e Zootecnia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP



Prof. Dr. ALAN PERES FERRAZ DE MELO (Participação Virtual)  
Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira / UNESP



Profa. Dra. HELLEN BUZOLLO (Participação Virtual)  
Centro Universitário de Rio Preto-UNIRP / São José do Rio Preto-SP

Dracena, 24 de setembro de 2021

## **AGRADECIMENTOS**

*A Deus e as boas energias do universo que sempre me levam por caminhos que me permitem estar sempre aprendendo e evoluindo como pessoa.*

*A Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, por todas as oportunidades de crescimento e aprendizados desde 2012.*

*O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.*

*Aos membros da banca por terem aceitado meu convite e pela disponibilidade em me ajudar no meu trabalho.*

*A minha orientadora Rosicleire Veríssimo Silveira por sempre ter confiado na minha capacidade e pelos vários ensinamentos nesses últimos dois anos, com certeza eles serão essenciais para os caminhos que irei trilhar no futuro. Muito obrigada pela oportunidade que me foi dada e por fazer parte do meu crescimento.*

*A Amanda Pereira dos Santos pelas coletas e por me disponibilizar parte do seu material do doutorado.*

*Aos laboratórios LEFISA - Laboratório de Estudo em Fisiologia de Ilha Solteira e ao Pirá - Laboratório de Ecologia de Peixes pela ajuda na coleta do meu material.*

*Aos funcionários do Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia Animal por todo o auxílio e suporte ao longo do meu mestrado.*

*Agradeço à Bruna e à Yasmim, não só pela convivência como também por terem muitas vezes oferecido um ombro amigo para chorar nos momentos difíceis. A Pati e a*

*Luciane pelo compartilhamento de seus conhecimentos e experiências no laboratório e pela disposição em ajudar nos momentos de necessidade. E por fim, mas não menos importante, ao professor Alexandre Ninhaus Silveira e as demais meninas do laboratório: Maiara, Maria Luiza, Crystal, Laícia, Malbelys, Jéssica, Lais, Stella e Evellyn, muito obrigada pela paciência e pelo carinho e amizade que levarei para o resto da vida.*

*A minha turma do mestrado e companheiros de longas viagens pra Dracena, Gabriela, Zé, Amário e Bruna, que foram fundamentais para tornar as disciplinas mais divertidas e leves.*

*A minha família, em especial minha mãe Adriana da Silva Barbosa Horas pelo apoio aos meus estudos e a todos os meus sonhos. Muito obrigada por sempre acreditar em mim e nunca duvidar do meu potencial. Te amo demais!*

*Ao meu namorado Gustavo Peres Mestriner por todo o amor e companheirismo dos últimos cinco anos, pelo apoio às minhas escolhas, pelas palavras motivacionais nos momentos de desânimo e pelos vários abraços à distância. Eu não chegaria aqui sem você <3.*

*E por fim, aos meus amigos, muito obrigada por sempre escutarem meus desabaços e pelos momentos de diversão que tanto me trazem equilíbrio. Em especial agradeço aos meus amores Ana Chiozzi e Dani Sabino, meu amor por vocês é incondicional.*

## RESUMO

O fígado é considerado um órgão básico da coordenação fisiológica devido às suas múltiplas funções. Em teleósteos, as alterações histológicas nesse órgão são utilizadas para detecção do status metabólico e alterações da qualidade da água nos rios. Deste modo, este estudo teve por objetivo caracterizar a morfologia hepática de fêmeas da espécie carnívora, *Plagioscion squamosissimus*, além de determinar alterações sazonais nesse órgão, disponibilizando caracteres que possam auxiliar no entendimento fisiológico da espécie bem como na sua possível utilização como um bioindicador. Para tal, 44 exemplares fêmeas de *P. squamosissimus* foram coletados bimestralmente no período de abril de 2015 a dezembro de 2016, no córrego Bosque (50°51'58.94"W e 20°0'13.71"S), tributário do rio Grande (SISBIO n° 42229-1) e eutanasiados de acordo com protocolo aprovado pela CEUA n° 001/2014. Após esse procedimento, foram aferidas as massas (g) totais, do fígado e da gônada, a fim de calcular os índices hepatossomático (IHS) e gonadossomático (IGS). O índice hepatossomático (IHS) foi correlacionado com dados de precipitação (mm) e IGS. Para a análise histológica, fragmentos do fígado de 30 exemplares foram fixados em solução de paraformaldeído a 4% e glutaraldeído a 2% e processados para microscopia de luz. Em *P. squamosissimus* os valores do IHS sofreram alterações com relação aos índices pluviométricos, pois nos meses com os menores níveis de chuva registrados, foram obtidos os maiores valores de IHS. Não houve diferença estatística nos valores de IHS entre as fases reprodutivas, já no IGS houve diferença na fase Apto à desova, porém não houve correlação entre esses dois índices. Entretanto, os menores valores de IHS estão relacionados à fase de Regeneração e os maiores valores de IGS à fase, Apto à desova. O epitélio do fígado de *P. squamosissimus* é composto por estruturas básicas como hepatócitos, ductos biliares, pâncreas intra-hepático, vasos sanguíneos, sinusóides hepáticas e a particularidade na formação da tríade portal. As alterações hepáticas, quando presentes (vacúolos citoplasmáticos e degeneração citoplasmática) foram associadas à fase do ciclo reprodutivo, principalmente com o avanço do desenvolvimento ovariano, reduzindo nos aptos à desova. A presença de vacúolos citoplasmáticos nos hepatócitos foi classificada como ausente nas fases de Regeneração, raros em Desenvolvimento 1, presentes em Desenvolvimento 2 e raros em Aptos a desova. A degeneração citoplasmática só foi observada em animais que estavam aptos à desova, classificados como raros. Deste modo podemos concluir que em *P. squamosissimus*, alterações hepáticas quando presentes, estão associadas às fases do ciclo reprodutivo e há uma correlação do IHS com os níveis pluviométricos, mas não em relação aos meses do ano.

**Palavras-chave:** Morfologia hepática, índice hepatossomático, sazonalidade, peixe, rio Paraná.



## ABSTRACT

The liver it is considered a basic organ of physiological coordination due to it is multiple functions. In teleosts, histological changes in this organ are used to detect metabolic status and changes in water quality in rivers. Thus, this study aimed to characterize the liver morphology of females of the carnivorous species, *Plagioscion squamosissimus*, in addition to determining seasonal changes in this organ, providing characters that can help in the physiological understanding of the species as well as it is possible use as a bioindicator. Thus, 44 female specimens of *P. squamosissimus* were collected bimonthly from April of 2015 to December of 2016, in the Bosque creek (50°51'58.94"W and 20°0'13.71"S), tributary of the Rio Grande ( SISBIO No. 42229-1) and euthanized in accordance with protocol approved by CEUA No. 001/2014. After this procedure the total, liver and gonad masses (g) were measured in order to calculate the hepatosomatic (IHS) and gonadosomatic (IGS) indexes. The indexes were correlated with each other and with precipitation data (mm). For histological analysis, liver fragments from 30 specimens were fixed in 4% paraformaldehyde and 2% glutaraldehyde solution and processed for light microscopy. In *P. squamosissimus*, the IHS values suffered changes with regard to the pluviometric indexes, because in the months with the lowest registered rain levels, the highest IHS values were obtained. There was no statistical difference in the IHS values, whereas in the IGS there was a difference in the stage, Suitable for spawning, but there was no correlation between these two indexes. However, the lowest IHS values are related to the Regeneration phase and the highest IGS values to the Suitable spawning phase. The liver epithelium of *P. squamosissimus* it is composed of basic structures such as hepatocytes, bile ducts, intrahepatic pancreas, blood vessels, hepatic sinusoids and the particularity in the formation of the portal triad. Liver alterations, when present (cytoplasmic vacuoles and cytoplasmic degeneration) were associated with the phase of the reproductive cycle, mainly with the advancement of ovarian development, reducing those able to spawn. The presence of cytoplasmic vacuoles in hepatocytes was classified as absent in the Regeneration phases, rare in Development 1, present in Development 2 and rare in suitable to spawning. Cytoplasmic degeneration was only observed in animals that were able to spawn, classified as rare. Thus, we can conclude that in *P. squamosissimus*, liver alterations, when present, are associated with the phases of the reproductive cycle and there is a correlation between the IHS and rainfall levels, but not in relation to the months of the year.

**Keywords:** liver morphology, hepatosomatic index, seasonality, fish, Paraná river

# Sumário

<b>1 INTRODUÇÃO GERAL.....</b>	<b>10</b>
<b>2 OBJETIVO GERAL.....</b>	<b>15</b>
2.1 Objetivos específicos .....	15
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>16</b>
<b>CAPÍTULO I .....</b>	<b>20</b>
<b>VARIAÇÕES NA MORFOLÓGIA DO FÍGADO DE FÊMEAS DE CORVINA,     <i>Plagioscion squamosissimus</i> (PERCIFORMES, SCIAENIDAE) RELACIONADO A     EVENTOS SAZONAIS AO LONGO DO ANO.....</b>	<b>20</b>
<b>Resumo .....</b>	<b>20</b>
<b>Introdução .....</b>	<b>21</b>
<b>Material e métodos .....</b>	<b>23</b>
<i>Coleta de campo e análise dos dados .....</i>	<i>23</i>
<i>Procedimentos histológicos .....</i>	<i>24</i>
<i>Análises estatísticas .....</i>	<i>24</i>
<b>Resultados.....</b>	<b>25</b>
<i>Índices Hepatossomático (IHS) e Gonadossomático (IGS) .....</i>	<i>25</i>
<i>Relação dos Índices e o desenvolvimento ovariano.....</i>	<i>25</i>
<i>Análise histológica.....</i>	<i>30</i>
<b>Discussão .....</b>	<b>36</b>
<b>Conclusão .....</b>	<b>40</b>
<b>Referências .....</b>	<b>40</b>

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

Alterações ambientais podem ser detectadas utilizando análises químicas, físicas e biológicas (FOSSI; MARSILI, 1997; FOSSI, 1998; JORDANOVA et al., 2012). O uso de bioindicadores é caracterizado como uma espécie ou grupo de espécies que reflete o estado biótico ou abiótico de uma área ambiental (YANCHEVA et al., 2016). Diversos biomarcadores, como alterações histológicas nos rins, brânquias, músculos e fígado são utilizados para detecção de impactos aquáticos e status metabólico de peixes, pois esses órgãos tendem a acumular substâncias tóxicas a níveis mais elevados (YANCHEVA et al., 2016)

Estudos voltados para a compreensão dos mecanismos relacionados ao metabolismo do fígado são amplos. O interesse por esse órgão se dá devido às características, como respostas fisiológicas em nível tecidual à estímulos internos e externos. Tornando-se com isso uma ferramenta eficaz na identificação de alterações no mesmo (JORDANOVA et al., 2009; JORDANOVA et al., 2013; SAYED; YOUNES, 2016; CAPKIN et al., 2017; GILTRAP et al., 2017; KLIEMANN et al., 2018; LEE et al., 2019).

O fígado é considerado a maior glândula do corpo, está localizada na região abdominal e é dividido por fissuras em lobos que variam em números dependendo da espécie, a exemplo de quatro lobos em ruminantes, seis lobos em caninos e suínos e cinco lobos em equinos (STALKER, 2016). No caso dos peixes é mais comum que possuam três lobos (MOHKOTAR, 2018), a exemplo de *Hoplias malabaricus* (LEMES; BRACCINI, 2004), *Leporinus macrocephalus* (BOMBONATO et al., 2007) e *Astyanax lacustris* (BERTOLUCCI et al., 2008), porém há exceções pois em algumas ocorrem somente dois lobos a exemplo de *Hemisorubim platyrhynchos* (FACCIOLI et al., 2014) e *Oreochromis niloticus* (VINCENTINE et al. 2005).

A condição morfométrica desse órgão varia em tamanho, forma, volume e cor (COSTA et al. 2012). A cor marrom- avermelhada é indicativa de bom status nutricional e saúde do animal, pois demonstra a rica vascularização, fundamental para o processo de metabolismo das células do fígado (FACCIOLI et al., 2014).

A vascularização do fígado é composta por uma dupla circulação eferente, a artéria porta e a veia porta. A veia porta recebe de 70% a 80% do sangue advindo do trato digestivo (MENDONÇA, 2017) e graças à intensa vascularização é possível a

execução das funções de filtração e detoxificação do sangue advindo da absorção de nutrientes pelo intestino (JUNQUEIRA; CARNEIRO, 2013).

Além da filtração do sangue, o fígado também executa funções metabólicas como a estocagem e sintetização de nutrientes, — principalmente ácidos graxos e glicogênio — biotransformação de substâncias, produção de sais biliares e, a exemplo nas fêmeas de peixes, a produção de vitelogenina, uma proteína muito importante no processo de vitelogênese (COSTA et al., 2012; JUNQUEIRA; CARNEIRO, 2013).

Histologicamente, seu parênquima é formado, em sua maioria, por hepatócitos, células que são as principais responsáveis pela execução das funções hepáticas (JUNQUEIRA; CARNEIRO, 2013; BUZATO; ARANA; CARVALHO, 2016; MOHKTAR, 2018). Considerando as funções dos hepatócitos, é visto que a sua integridade é de extrema importância para o funcionamento desse órgão. Algumas alterações causadas a essas células são indicativas de processos fisiológicos naturais ao organismo animal, a exemplo da reprodução de *Salmo letnica*, no qual as fêmeas apresentaram os hepatócitos mais vacuolarizados no período reprodutivo do que nos demais meses, indicando variações nas reservas nutricionais dentro dessas células ao longo do ano (JORDANOVA et al., 2013).

Contudo, alterações nos hepatócitos também podem ser causadas por influências externas. Estudos têm demonstrado que a poluição de mares e rios desencadeia a formação de adenoma hepático, alterações no plasma e degeneração lipídica em *Clarias gariepinus*, *Common dab* e *European plaice* (MARCHAND et al., 2009; GILTRAP et al., 2017). Contaminação por metais pesados foram capazes de evidenciar necrose dos hepatócitos em *Hoplias intermedius* e *Hypostomus affinis* (WEBER et al., 2020) e, no caso de infecções parasitológicas e mudanças na oferta de alimentos, foi evidenciado o aumento de esteatose hepática e alterações no arranjo do núcleo de *Piaractus mesopotamicus*, *Prochilodus lineatus*, *Pseudoplatystoma fasciatum* e *Geophagus sveni* (CAMPOS et al., 2008; KLIEMANN et al., 2018).

Os sais biliares produzidos nos hepatócitos são drenados por ductos biliares que ficam disperso no parênquima hepático e muitas vezes se associam aos vasos sanguíneos (JUNQUEIRA; CARNEIRO, 2013; BUZATO; ARANA; CARVALHO, 2016; MOHKTAR, 2018). O ducto biliar, veia e artéria hepática, quando encontradas juntas, — como é mais comum em mamíferos — são chamadas de *tríade portal* ou *espaço porta*, e todo o processo de distribuição sanguínea para as células e a drenagem do sangue metabolizado acontece graças à presença das sinusóides hepáticas, que se

entremeiam nos hepatócitos e fazem essa distribuição (BUZATO; ARANA; CARVALHO, 2016; MOHKTAR, 2018).

Distúrbios nos componentes circulatórios também podem ser biomarcadores de comprometimento da vascularização desse órgão. Dentre as alterações relatadas, estão: hiperemia, congestão vascular e infiltração de leucócitos, que geralmente são indicadores de processos inflamatórios na região de ocorrência (YANCHEVA et al., 2016).

Localizada nas sinusóides, também se encontram as células fagocitárias chamadas de Células de Kupffer ou macrófagos, que formam os agregados de melanomacrófagos quando estão em atividade fagocitária e são responsáveis por eliminar células necróticas, além de serem elementos críticos para o sistema imune dos peixes (HARTLEY et al., 1996; AGIUS; ROBERTS, 2003; MELA et al., 2007). Essas células possuem diversas características, por isso sofrem influências de diversos fatores, como doenças, condições ambientais, idade e status nutricional (HARTLEY et al., 1996, GILTRAP et al., 2017).

Os macrófagos são comumente usados como biomarcadores da saúde do peixe e da poluição do ambiente aquático (AGIUS; ROBERTS, 2003; CAPKIN et al., 2017). Modificações em seu número e tamanho já se mostraram associados a vários tipos de modificações, como intoxicação por metais (SAYED; YOUNES, 2016) e agentes antimicrobianos (CAPKIN et al., 2017), além de estarem associados à lesões mais graves do parênquima hepático e a processos inflamatórios leves (CAMPOS et al., 2008; MARCHAND et al., 2009; GILTRAP et al., 2017; KLIEMANN et al., 2018; WEBER et al., 2020). Outros fatores importantes que influenciam na atividade de macrófagos no fígado são infecções por bactérias, vírus e protozoários (CAMPOS et al., 2008; STECKERT et al., 2018; WIDDICOMBE et al., 2020).

Em fêmeas de *Salmo letnica* o aumento de macrófagos está ligado ao período pós-desova, devido à remodelação do fígado, que ocorre por causa da perda de massa nesse período (JORDANOVA et al., 2008). Alguns indicativos das fases reprodutivas de peixes muito utilizados para fêmeas são o índice hepatossomático (IHS), que mostra a condição morfológica do fígado, e o índice gonadossomático (IGS), que mostra a condição morfológica das gônadas, pois é considerada no seu cálculo a massa desses órgãos e a massa do animal (VAZZOLER, 1996).

Os maiores picos de IHS em fêmeas de peixes são observados nos períodos que antecedem a desova e os maiores níveis de IGS estão relacionados aos períodos em que

os peixes estão aptos a espermiacão (apto a reprodução) (CASTRO; PIORSKY, 1998; QUEROL et al., 2002; NAHRGANG et al., 2010; WUNDERLICH et al., 2015).

Isso mostra o acúmulo de reservas energéticas que ocorrem no fígado durante a preparação para a desova (QUEROL, 2002). Com variações enzimáticas no órgão já relatadas para a espécie, evidenciando que, em fêmeas, as variações nesse órgão são mais expressivas e estão relacionadas ao período reprodutivo (WUNDERLICH et al., 2015).

O desenvolvimento do ciclo ovariano está relacionado à incorporação de vitelogenina sintetizada através do fígado, que refletirá em alterações histológicas de acordo com a fase reprodutiva (JORDANOVA et al. 2008; ROCHA et al. 2010; JORDANOVA et al., 2013). Em espécies de vertebrados, a vitelogenina é classificada como uma proteína associada a moléculas de cálcio (CALLARD; HO, 1987), e tem sua produção estimulada no fígado a partir da liberação de estrogênio (HECK, et al. 1997).

Com isso, essa proteína desempenha um papel essencial no processo de vitelogênese (QUEROL et al., 2002). Pois as condições morfológicas do fígado influenciam diretamente no epitélio ovariano, principalmente durante a maturação oocitária e conseqüentemente na eficiência da reprodução durante o período reprodutivo.

A alimentação do animal indica qual a fonte energética existente para o processo de maturação ovocitária e desencadeamento da reprodução nos peixes (VAZZOLLER, 1996). Portanto, sua capacidade de mobilização depende muito do estado nutricional do indivíduo (BAZZOLI et al., 1996).

Como exposto, as funções desse órgão e suas variações histológicas são inúmeras, assim como a organização das estruturas hepáticas. Ao contrário dos mamíferos, que possuem o parênquima hepático bem organizado (BUZATO; ARANA; CARVALHO, 2016), nos peixes não ocorre nenhuma padronização, o que significa que cada espécie possui suas próprias características (AKIYOSHI; INOUE et al., 2004; MOHKOTAR, 2017). Por isso a descrição morfológica de cada espécie é de fundamental importância para os estudos desse órgão como bioindicador.

A bacia do Paraná é alvo de diversos estudos sobre biodiversidade de peixes nativos e não nativos, porém ainda são escassos trabalhos utilizando alterações histológicas do fígado, havendo apenas um com a espécie onívora *Geophagus sveni*, que investiga o impacto da piscicultura nessa população (KLIEMANN et al., 2018). A partir disso, é visto como são necessários trabalhos que promovam a base de

conhecimento para a utilização do órgão como um bioindicador aquático em outras espécies e níveis tróficos.

Levando em conta a escassez de trabalhos, a espécie modelo escolhida foi a *Plagioscion squamosissimus*, popularmente conhecida como Corvina, uma representante da família Sciaenidae (CASATTI, 2003; SHIBATTA; DIAS, 2006), que se encontra distribuída nas bacias da América do Sul, e tem como parte da sua história a introdução de sua espécie em reservatórios de água doce, como, por exemplo, na Bacia do rio Paraná (TORLONI et al., 1993; CASATTI, 2005; LANGEANI et al., 2007), onde se encontra o maior aporte de trabalhos sobre a espécie em questão (QUEIROZ-SOUZA et al., 2018). E, por esse motivo, suas populações nesta região ocupam em sua totalidade, canais de rios influenciados por reservatórios (QUEIROZ-SOUZA et al., 2018).

A periodicidade e preferência alimentar diferem entre os ambientes e regiões, mas, no geral, seus hábitos alimentares são carnívoros, incluindo insetos, peixes e crustáceos (HAHN et al., 1999; QUEIROZ-SOUZA et al., 2018). No caso do rio Paraná, essa espécie tem na sua vida adulta preferência pelo crustáceo *Macrobrachium amazonicum*, apresentando mudanças nas diversidades alimentares entre os estágios de vida e a disponibilidade de alimento no ambiente (NEVES et al., 2015).

A espécie apresenta reprodução o ano inteiro, com fatores como precipitação, temperatura, fotoperíodo e sítios de alimentação como gatilhos reprodutivos, assim como as características da água influenciam diretamente nesses estímulos (NEVES et al., 2015). No entanto, ainda são escassos os trabalhos que utilizam o fígado dessa espécie como um bioindicador do ambiente aquático, o que mostra a necessidade desse tipo de estudo, principalmente na descrição da sua morfologia hepática e nas modificações existentes frente às variações como período do ano.

Considerando a importância dessa espécie na região de estudo, seus hábitos alimentares e as variações enzimáticas que o fígado de fêmeas sofre de acordo com a sazonalidade, o presente trabalho teve como objetivo caracterizar a morfologia hepática de fêmeas de *P. squamosissimus* em ambiente natural e identificar variações naturais na morfologia ao longo do ano.

## Conclusão

Em conclusão, o trabalho permitiu descrever o fígado de *P. squamosissimus* e de suas particularidades e isso poderá ser utilizada como base para outras pesquisas. Também foi visto que o fígado de fêmeas de *P. squamosissimus* sofre mudanças sazonais em sua massa e a nível tecidual ao longo do ano. O IHS sofreu variações entre os meses e esse comportamento é relacionado aos períodos de chuva, que também possivelmente influenciaram nas mudanças da dinâmica do período reprodutivo entre os dois anos de estudos. Histologicamente, pôde ser constatada a influência das fases reprodutivas nos aspectos dos vacúolos citoplasmáticos dos hepatócitos, indicando mudanças metabólicas relacionadas ao armazenamento de lipídeos ao longo do desenvolvimento gonadal de fêmeas dessa espécie.

## Referências

- AGIUS, C., ROBERTS, R.J. Melano-macrophage centers and their role in fish pathology. **Journal of Fish Diseases**, [s.l.], v. 26, n, 9, p. 499–509, 2003.
- AKIYOSHI, H.; INOUE, A. Comparative Histological Study of Teleost Livers in Relation to Phylogeny. **Zoological Science**, [s.l.], v. 21, n. 8, p. 841-850, 2004.
- ARELLANO J. M. Histological Changes and Copper Accumulation in Liver and Gills of the *Senegales Sole*, *Solea senegalensis*. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. [s.l.], v.44, p. 62- 72, 1999.
- BALDISSEROTTO, B. et al. *Biologia e fisiologia de peixes neotropicais de água doce*. [S.l: s.n.], 2014.
- BERNET; D. H *et al*. Histopathology in fish: proposal for a protocol to asses aquatic pollution. **Journal Of Fish Diseases**, Suíça, v. 22, n. 1, p. 25-34, 1999.
- BOEGER, W. A. *et al*. Tracking the history of an invasion: the freshwater croakers (teleostei). **Zoologica Scripta**, [S.L.], v. 44, n. 3, p. 250-262, 22 dez. 2015.
- BOMBONATO, M. T. S. *et al*. Estudo morfológico do tecido hepático de *Leporinus macrocephalus* . **Acta Scientiarum - Biological Science**, [S. l.], v. 29, n. 4, p. 81-85, 2007.
- BROWN-PETERSON, N. J. *et al*. A standardized terminology for describing reproductive development in fishes. **Marine and Coastal Fisheries: Dynamics, Management, and Ecosystem Science**, Bethesda, v. 3, n. 1, p. 52–70, 2011.



- BUZATO, C. B. C.; ARANA, S.; CARVALHO, C. P. F. **Histologia do Fígado, Vias Biliares e Pâncreas**, In: Sistema Digestório: Integração Básico-Clínica. São Paulo: Blucher, 2016.
- CARROLA, J. *et al.* Liver Histopathology in Brown Trout (*Salmo trutta* f. *fario*) from the Tinhela River, Subjected to Mine Drainage from the Abandoned Jales Mine (Portugal). **Bulletin Of Environmental Contamination And Toxicology**, [s.l.], v. 83, n. 1, p. 35-41, 24 abr. 2009.
- CASATTI, L. Revision of the South American freshwater genus *Plagioscion* (Teleostei, Perciformes, Sciaenidae). **Zootaxa**, Auckland, v. 1080, n. 1, p. 39-64, 2005.
- CASTRO A. C. L.; PIORSKI N. M. Curva de maturação, fator de condição e índice hepatossomático de *Plagioscion squamosissimus* (heckel, 1840) no reservatório de barra bonita – SP (osteichthyes, sciaenidae). **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**. [s.l.], v. 11, n. 1, p.1-14 ,1998.
- CESP, Companhia Energética de São Paulo. Programa de Manejo Pesqueiro. Relatórios nº GA/233/2014, 2014, 136p.
- COOKE, G. M.; CHAO, N. L.; BEHEREGARAY, L. B. Marine incursions, cryptic species and ecological diversification in Amazonia: the biogeographic history of the croaker genus *Plagioscion* (Sciaenidae). **Journal of Biogeography**. [s.l.], v.39, p.724–738, 2012.
- COSTA S. A. G. L. *et al.* Espectro alimentar e variação sazonal da dieta de *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) (Osteichthyes, Sciaenidae) na lagoado Piató, Assu, Estado do Rio Grande do Norte, **Acta Scientiarum. Biological Sciences**. Maringá, v. 31, n. 3, p. 285-292, 2009.
- COSTA, G.M. *et al.* Estrutura morfológica do fígado de tambaqui *Collossoma macropomum* (Cuvier, 1818). **Pesquisa Veterinária Brasileira**. [s. l.], v.32, n.9, p. 947-950, 2012.
- CHEHADE, C. *et al.* Morphologic study of the liver of lambari (*Astyanax altiparanae*) with emphasis on the distribution of cytokeratin. **Fish Physiology And Biochemistry**, [s. l.], v. 40, n. 2, p. 571-576, 2014.
- EPPLER, A.; BRINN, J.E. **Pancreatic Islets**. In: PANG, P.K.T.; SCHEREIBMAN, M. (Ed.). Vertebrate endocrinology: fundamental and biochemical implications. New York: Academic Press, 1986. cap. 1, p. 279-317.
- ELSTON, R. A. *et al.* Health and condition of pacific herring *Clupea pallasii* from Prince William Sound, Alaska, 1994. **Diseases Of Aquatic Organisms**. [s.l.], v. 31, n. 5, p. 109-126, 1997.
- EUREL J.; HAENSL W. E. The histology and ultrastructure of the liver of Atlantic croaker *Micropogon undulatus* L. **J. Fish Biol**, Gainesville, [s.l.], v. 21, n. 1, p. 113-125, 1982.

FACCIOLI, C. K. *et al.* Morphology and histochemistry of the liver of carnivorous fish *Hemisorubim platyrhynchos*. **The International Journal of Morphology**. [s. l.], v.32, n.2, p. 715-720, 2014.

GILTRAP, M. *et al.* Integration of biological effects, fish histopathology and contaminant measurements for the assessment of fish health: A pilot application in Irish marine waters. **Marine Environmental Research**. [s.l.], v. 129, p. 113-132, 2017.

GONZÁLEZ, G. *et al.* Histo-cytological study of the liver of the cabrilla sea bass, *Serranus cabrilla* (Teleostei, Serranidae), an available model for marine fish experimental studies. **J. Fish Biol.**, British Isles, v. 43, p. 363-373, 1993.

GUYTON A. C., **Tratado de Fisiologia Médica**, M, 9 ed., Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, c. 70, p. 672, 1997.

HAHN, N. S. *et al.* Atividade alimentar da curvina *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) (Perciformes, Scianidae) no rio Paraná. **Acta Scientiarum**. [s.l.], v. 21, n. 2, p. 309-314, 1999.

JORDANOVA, M. *et al.* Um estudo qualitativo e quantitativo dos agregados de macrófagos pigmentados hepáticos durante o ciclo reprodutivo da truta Ohrid, *Salmo letnica* Kar. (Teloestei, Salmonidae). **Microscopy Research And Technique**. [s.l.], v. 71, n. 8, p. 22-830, 2008.

JORDANOVA, M. *et al.* Crystalline inclusions in hepatocytes and associated interhepatocytic macrophages from female Ohrid trout (*Salmo letnica* Kar.). **Tissue Cell**. [s.l.], v. 41, p. 281-285, 2009.

JORDANOVA M. *et al.* Variations in the volumes of parenchyma and stroma of the liver and in the cytology of hepatocytes are associated with gonadal stages in female Ohrid trout (*Salmo letnica*). **Ichthyological Research**. [s.l.], v. 60, p.26-35, 2013.

JUNQUEIRA, L. C.; CARNEIRO, J. **Histologia Básica: Textos & Atlas**, 12.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p.318- 332, 2013.

KLIEMANN, B. C. K *et al.* Dietary changes and histophysiological responses of a wild fish (*Geophagus cf. proximus*) under the influence of tilapia cage farm. **Fisheries Research**. [s.l.], v. 204, p. 337-347, 2018.

KUMAR,V. Robbins & Cotran: **Patologia -Bases Patológicas das Doenças**. 7ª Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

LANGANI, F. *et al.* Diversidade da ictiofauna do Alto Rio Paraná: composição atual e perspectivas futuras. **Biota Neotropica**. [s.l.], v. 7, n. 3, p. 181-197, 2007.

LEE, J. *et al.* Toxicity of dietary selenomethionine in juvenile steelhead trout, *Oncorhynchus mykiss*: tissue burden, growth performance, body composition, hematological parameters, and liver histopathology. **Chemosphere**. [s.l.], v. 226, p.755-765, 2019.

- MARCHAND, M. J. *et al.* Histopathological alterations in the liver of the sharptooth catfish *Clarias gariepinus* from polluted aquatic systems in South Africa. **Environmental Toxicology**, [s.l.], v. 24, n. 2, p. 133-147, 2009.
- MOKHTAR M. D. **Fish Histology: from cells to organs**. Oakville: Apple Academic Press, 2018. 264 p.
- NAHRGANG, J. *et al.* Seasonal baseline levels of physiological and biochemical parameters in polar cod (*Boreogadus saida*): implications for environmental monitoring. **Marine Pollution Bulletin**, [s.l.], v. 60, n. 8, p. 1336-1345, 2010.
- NEVES, M. P. *et al.* Carnivory during Ontogeny of the *Plagioscion squamosissimus*: a successful non-native fish in a lentic environment of the upper paraná river basin. **Plos One**, [s.l.], v. 10, p. 1-15, 2015.
- PAULINO, M. G. *et al.* The impact of organochlorines and metals on wild fish living in a tropical hydroelectric reservoir: bioaccumulation and histopathological biomarkers. **Science Of The Total Environment**, [s.l.], v. 497-498, p. 293-306, 2014.
- QUEIROZ-SOUSA, J. *et al.* Biology, ecology and biogeography of the South American silver croaker, an important Neotropical fish species in South America. **Reviews In Fish Biology And Fisheries**, [s.l.], v. 28, n. 4, p. 693-714, 2018.
- QUEROL, M. V. M. *et al.* Fator de condio gonadal, índice hepatossomático e recrutamento como indicadores do período de reproduo de *Loricariichthys platymetopon* (osteichthyes, loricariidae), bacia do rio Uruguai mdio, sul do brasil. Iheringia, **Série Zoologia**, Porto Alegre, v. 92, n. 03, p. 79-84, 2002.
- OKUMURA, H. *et al.* Changes in serum vitellogenin levels and immunohistochemical localization of vitellogenin in hepatic cells during ovarian development in the Japanese eel. **Fisheries Science**, [s.l.], v. 67, n. 5, p. 880-887, 2001.
- RIBEIRO V. M. A. Ultrastructural changes in female hepatocytes during ovarian maturation of *Steindachnerina inculpta* (PISCES: CURIMATIDAE). **Brazilian Journal of Biology**. [s.l.], v.66, n.4, p. 957-962, 2006.
- RINCHARD, J.; KESTEMONT, P. Liver Changes Related to Oocyte Growth in Roach, a Single Spawner Fish, and in Bleak and White Bream, Two Multiple Spawner Fish. **International Review Of Hydrobiology**, [s.l.], v. 88, n. 1, p. 68-76, 2003.
- ROBERTS, R. J. **Fish Pathology**. 2. ed. Esccia: Willey- Blackwell, 2002. 125 p.
- ROCHA, E.. The hepatocytes of the brown trout (*Salmo trutta f. fario*): a stereological study of their number and size during the breeding cycle. **Pesquisa ichtiolgica**. [s.l.], v.56, p.43-54, 2009.
- ROCHA, E. *et al.* The hepatocytes of the brown trout (*Salmo trutta fario*): a stereological study of some cytoplasmic components with the breeding cycle. **Microscopy Research And Technique**, [s.l.], p. 766-778, 2010.

SANTOS A. A. *et al.* Análise histopatológica de fígado de tilápia-do-nilo, *Oreochromis niloticus*, criada em tanque-rede na represa de Guarapiranga, São Paulo, sp, Brasil B. **Instituto de Pesca**. São Paulo, v. 30, n.2, p. 141 - 145, 2004.

SILVA, A. P. S. **Aspectos reprodutivos de três espécies de peixes silvestres sob a influência de uma piscicultura em tanques-rede, no reservatório de Ilha Solteira, SP**. 2018. 131 f. Tese (Doutorado) - Curso de Zoologia, Instituto de Biociências, Unesp, Botucatu, 2018.

TONON B. P.; BIACHI L. Diferenças Anatômicas do Pulmão, Fígado, Rim, Baço e Pâncreas entre bovinos e cães. **Revista Dimensão Acadêmica**. [s.l.], v.3, n.2, 2018.

TORLONI, C. E. C. *et al.* A pescada-do- Piauí *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) (Osteichthyes, Perciformes) nos reservatórios da CESP – Companhia Energética de São Paulo. *Série Pesquisa e Desenvolvimento* 84, 1-23, 1993.

VAZZOLER, A.E.A.M. **Biologia Da Reprodução De Peixes Teleósteos**. 20. ed. Maringá: Editora da Universidade Estadual de Maringá, 1996.

WEBER, A. A. *et al.* Effects of metal contamination on liver in two fish species from a highly impacted neotropical river: a case study of the Fundão dam, brazil. **Ecotoxicology And Environmental Safety**, [s.l.], v. 190, p. 110- 165, 2020.

WOLF, J. C.; WOLFE. A brief review of nonneoplastic hepatic toxicity in fish. **Toxicol Pathol**. [ s.l.], v. 33, n. 1, p. 75-85, 2005.

WUNDERLICH, A. C. *et al.* The influence of seasonality, fish size and reproductive status on EROD activity in *Plagioscion squamosissimus*: implications for biomonitoring of tropical/subtropical reservoirs. **Ecological Indicators**, [s.l.], v. 58, p. 267-276, 2015.