

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA CÂMPUS DE ILHA SOLTEIRA**

ISABELA GALATTI

**CARACTERÍSTICAS ANATÔMICAS DO PÂNCREAS EM *Potamotrygon amandae*
LOBODA & CARVALHO, 2013**

Ilha Solteira

2022



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de Ilha Solteira

ISABELA GALATTI

**CARACTERÍSTICAS ANATÔMICAS DO PÂNCREAS EM *Potamotrygon amandae*
LOBODA & CARVALHO, 2013**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Prof. Dr. Alan Peres Ferraz de Mello
Orientador

Ilha Solteira

2022

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

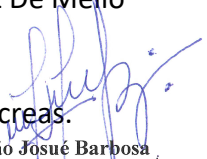
Galatti, Isabela.

G146c Características anatômicas do pâncreas em *Potamotrygon amandae*
LOBODA & CARVALHO, 2013 / Isabela Galatti. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2022
23 f.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Ciências Biológicas) -
Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, 2022

Orientador: Alan Peres Ferraz De Mello
Inclui bibliografia

1. Anatomia. 2. Arraia. 3. Pâncreas.


João Josué Barbosa,
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação
Diretor Técnico
CRB 8-5642

ATA DE DEFESA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

"Características anatômicas do pâncreas em *Potamotrygon amandae* (Loboda & Carvalho, 2013)"

ISABELA GALATTI

REGULAMENTO SOBRE A AVALIAÇÃO:

Artigo 25º - § 2º A apresentação pública do trabalho de TCC deverá ser de no mínimo 20 (vinte) minutos e máxima de 40 (quarenta) minutos. Após um intervalo de 5 (cinco) minutos, haverá a arguição do Trabalho pelos examinadores. O tempo de arguição, será de até 15 (quinze) minutos para cada examinador, e até 15 (quinze) minutos o tempo para a resposta do(a) aluno(a) a cada examinador ou no caso de se optar pelo diálogo o tempo conjunto entre examinador e acadêmico(a) será de no máximo 30 (trinta) minutos.

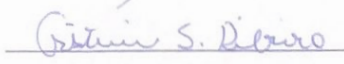
Artigo 24º - No julgamento do TCC, a banca examinadora deverá avaliar a apresentação oral, escrita e a defesa do trabalho durante a arguição. O conceito final será APROVADO(A) ou REPROVADO(A).

COMISSÃO EXAMINADORA

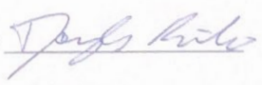
1º EXAMINADOR (Orientador-Presidente)
Nome: Prof. Dr. Alan Peres Ferraz de Melo



2º EXAMINADORA
Nome: Profª. Drª. Crisiéle da Silva Ribeiro



3º EXAMINADOR
Nome: M. Sc. Douglas de Castro



CONCEITO

Aprovado(a)
 Reprovado(a)

Ilha Solteira-SP, 04 de fevereiro de 2022.

DEDICATÓRIA

DEDICO

Ao meu pai José Roberto e à minha mãe Anni, por terem me apoiado durante essa jornada com muita paciência, encorajamento e amor.

AGRADECIMENTOS

Ao meu Orientador, por todo suporte, mesmo em pandemia, nunca deixou de me ajudar. Foi o primeiro professor que tive contato durante a graduação, e que fez eu me encantar por anatomia. Agradeço por todo o conhecimento compartilhado, paciência, acolhimento e por acreditar em meu potencial e trabalho. Deixo expresso minha admiração e respeito pelo profissional e pessoa!

À prof^a. Dr^a. Cristiéle da Silva Ribeiro, por sempre auxiliar nas coletas, e no compartilhamento de conhecimentos.

A todos os professores que tive durante a graduação, que fizeram eu me apaixonar por cada área da biologia.

A todos meus amigos de graduação, que fizeram todos esses anos serem mais leves e divertidos, estando comigo em todos os momentos, sendo eles bons ou ruins.

As minhas companheiras de república pela paciência, ajuda e todos os momentos que passamos juntas.

As minhas amigas de infância, que mesmo de longe sempre estiveram ao meu lado!

A minha família que durante esse período me ajudaram com amor e apoio.

Aos meus pais, José Roberto e Anni, que me incentivaram a correr atrás dos meus sonhos, nunca deixando de me dar suporte e amor!

Ao meu namorado, Douglas, que nunca me deixou sozinha, sempre me apoiando e acreditando no meu potencial, agradeço por todo amor e parceria durante essa caminhada!

A todos que não foram mencionados, que contribuíram para o meu crescimento, tanto profissional quanto pessoal durante a minha graduação e que colaboraram pela realização deste trabalho.

Muito Obrigada!

RESUMO

A arraia de água doce *Potamotrygon amandae*, pertence a subclasse dos elasmobrânquios, que se estabeleceu de maneira não natural no alto do Rio Paraná, no município de Ilha Solteira, São Paulo, devido a inundação do salto de Sete Quedas. A espécie pode causar diversos impactos ecológicos para região, devido a sua origem não nativa. Além disso os potamotrigonídeos são conhecidos por possuírem ferrão inoculador de peçonha, que pode vir causar acidentes com moradores e turistas da região. O pâncreas é uma glândula anexa mista do sistema digestório e atua de maneira endócrina secretando hormônio e de maneira exócrina, secretando enzimas digestivas. O objetivo deste trabalho foi descrever o pâncreas de *Potamotrygon amandae* afim de auxiliar no entendimento fisiológico do sistema digestório desses animais, podendo servir de subsídios para a área de fabricação de fármacos, produção e estudos de soros contra peçonha, estudos ecológicos e de conservação da espécie. Para este trabalho foram utilizados dez (10) espécimes de *Potamotrygon amandae*, o pâncreas foi localizado e fotodocumentado. Verificou-se que o pâncreas de *Potamotrygon amandae* é de cor amarelada, compacto e bilobado. Está localizado na cavidade celomática e posicionado entre a válvula espiral e a porção pilórica, bem como as demais estruturas como a porção cardia e porção fúndica do estômago e o baço. A comparação com a bibliografia levantada permitiu constatar que o pâncreas de *Potamotrygon amandae* é semelhante ao de outras espécies de arraias de água salgada e alguns teleósteos, em relação à forma e posição, porém, é divergente da maioria dos teleósteos levantados neste estudo como *Prochilodus lineatus* (MAKINO, 2010); *Clarias lazera* e *Chrysichthys auratus* (RIZKALLA, 1967; KAMEL *et al.*, 1973), *Hoplias malabaricus* (SILVA, 2004), *Oreochromis niloticus* (ALMEIDA, 2015) e *C. carpio* (AKOUL, 2019) em que a glândula se encontra dispersa no mesentério, podendo atingir outros órgãos, como o fígado.

Palavras-chave: Cavidade Celomática; Pâncreas; Potamotrygonidae.

ABSTRACT

The freshwater stingray *Potamotrygon amandae*, belongs to the elasmobranch subclass, which established itself in an unnatural way in the upper Paraná River, in the municipality of Ilha Solteira, São Paulo, due to the flooding of the Sete Quedas waterfall. The species can cause several ecological impacts to the region, due to its non-native origin. In addition, potamotrigonids are known for their venomous stinger, which can cause accidents with locals and tourists in the region. The pancreas is a mixed gland attached to the digestive system and acts in an endocrine way by secreting hormones and exocrine by secreting digestive enzymes. The objective of this work was to describe the pancreas of *Potamotrygon amandae* in order to assist in the physiological understanding of the digestive system of these animals, which may serve as subsidies in the area of manufacture of drugs, antivenom serums, ecological and conservation studies of the species. For this work, we used ten (10) specimens of *Potamotrygon amandae* were used, the pancreas was located and photo documented. It was found that the pancreas of *Potamotrygon amandae* is yellowish, compact and bilobed, located in the coelomic cavity and is positioned between the spiral valve and the pyloric portion, as well as other structures such as the cardia portion and fundic portion of the stomach. and the spleen. The comparison with the bibliography found that the pancreas of *Potamotrygon amandae* is similar to those of other species of saltwater stingrays and some teleosts, in relation to shape and position, however, differs from most teleosts surveyed in this study, such as *Prochilodus lineatus* (MAKINO, 2010); *Clarias lazera* and *Chrysichthys auratus* (RIZKALLA, 1967; KAMEL et al., 1973), *Hoplias malabaricus* (SILVA, 2004), *Oreochromis niloticus* (ALMEIDA, 2015), and *C. carpio* (AKOUL, 2019), in which the gland is dispersed in the mesentery, and may reach other organs, such as the liver.

Keywords: Coelomic Cavity; Pancreas; Potamotrygonidae.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Cavidade celomática de *Potamotrygon amandae*, vista ventral. Válvula espiral (VAL); Porção Pilórica (PIL); Pâncreas (PA); Baço (BA), Intestino Anterior (INTA)..... 33

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
3	MATERIAL E MÉTODOS	14
3.1	MATERIAL	14
3.2	MÉTODOS	14
4	RESULTADOS	15
5	DISCUSSÃO	16
6	CONCLUSÃO	17
	REFERÊNCIAS	18

1 INTRODUÇÃO

As arraías de água doce do gênero *Potamotrygon* (Chondrichthyes: Elasmobranchii: Batoidea: Potamotrygonidae) em consequência da inundação dos saltos de Sete Quedas, para a construção da Usina Hidrelétrica de Itaipu, acabaram se dispersando à região do Alto Rio Paraná, estendendo-se até a cidade de Ilha Solteira, estado de São Paulo, onde podem ter estabelecido papel de espécie invasora, o que pode causar diversos impactos ecológicos e econômicos na região (AGOSTINHO, *et al.*, 1997; VAZZOLER, 1997; GARRONE, 2007; SPADA, 2021).

As espécies do gênero *Potamotrygon* são importantes do ponto de vista médico, por possuírem ferrões inoculadores de peçonha (THORSON *et al.*, 1988; HADDAD, 2003; JUNGHANSS *et al.*, 2006; MAGALHÃES *et al.*, 2008; GARRONE, 2009; LAMEIRAS, *et al.*, 2013; OLIVEIRA, 2015, OLIVEIRA *et al.*, 2016). Além disso, esse grupo possui grande relevância no mercado de exportação, sendo utilizada para uso ornamental (RINCON, 2006; SHIBUYA, 2009; TEIXEIRA, 2010; OLIVEIRA *et al.*, 2011).

A família Potamotrygonidae inclui arraías, em sua maioria de água doce, endêmicas da região neotropical (ARAÚJO *et al.*, 2004; FREDERICO, 2006; SILVA *et al.*, 2007; ALMEIDA *et al.*, 2008; AGUIAR, 2010). Cerca de 15 a 20 espécies de potamotrigonídeos são encontradas no Brasil (CARVALHO *et al.*, 2003; ARAÚJO *et al.*, 2004) distribuídas entre a bacia Amazônica, Paraná-Paraguai, Tocantins-Araguaia e também no Rio Orinoco (THORSON *et al.*, 1983; ROSA, 1985; LONARDONI, 2009; VASCONCELOS, 2011).

Dentro do gênero *Potamotrygon*, a espécie s Loboda e Carvalho, 2013, pode ser encontrada na região de Ilha Solteira, São Paulo. Os estudos morfofisiológicos dessa espécie são extremamente importantes para a comunidade, podendo servir de subsídio para a fabricação de fármacos, soros contra a peçonha, conservação do animal e por fim estudar o papel ecológico que essa espécie invasora desempenha na região do Alto Paraná (OLIVEIRA, 2016).

O pâncreas é uma glândula anexa, do sistema digestório que atua tanto de maneira endócrina, secretando hormônios na corrente sanguínea, como o glucagon e a insulina, quanto de maneira exócrina, sendo o principal sítio de produção, armazenamento e secreção de enzimas digestivas e bicarbonato (atuando para

neutralizar a acidez do quimo proveniente do estômago), ou seja, atua no sistema digestivo e endócrino (SLACK, 1995). As células que compõem o pâncreas na porção endócrina são as Ilhotas de Langerhans, enquanto a porção exócrina é composta por células acinares (CAMPBELL, 2007).

Os elasmobrânquios possuem o pâncreas bem definido, sendo a forma bem parecida com a de mamíferos, anatomicamente dividido em cabeça, colo, corpo e cauda (ROTTA, 2003; MAHABADY, 2012)

O objetivo deste trabalho é descrever o pâncreas de *Potamotrygon amandae*, afim de auxiliar na compreensão do sistema digestório desses animais.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Nesta seção são apresentados trabalhos relacionados a anatomia do pâncreas em peixes.

O pâncreas dos peixes é composto por uma parte endócrina e outra exócrina. A porção exócrina, secreta enzimas que auxiliam na digestão, enquanto a porção endócrina secreta importantes hormônios, como insulina e glucagon, onde o exócrino fica envolto pelo endócrino, formando as ilhotas de Langerhans. O pâncreas na maioria dos grupos de teleósteos possui uma grande variação em sua forma, na qual é difuso e se espalha pelo mesentério, não sendo possível observar macroscopicamente (ROTTA, 2003). Existem muitas espécies de teleósteos que possuem um órgão denominado hepatopâncreas ou pâncreas intra-hepático, onde parte do tecido pancreático pode se desenvolver no parênquima do fígado, podendo penetrar em outros órgãos próximos como baço, intestino e vesícula biliar e se estender até a veia porta (BECCARIA, 1992; ROTTA, 2003; FERNANDES, 2007; CHAKRABARTI, 2012; MAHABADY, 2012; AKOUL, 2019). Na espécie *Oreochromis niloticus*, parte do tecido pancreático se encontra difuso no fígado formando o hepatopâncreas (ALMEIDA, 2015). Nos peixes das ordens Haplomi (=Esociformes) e Cyprinodontes (=Cyprinodontiformes), o pâncreas foi classificado em três tipos de estruturas diferentes, sendo elas: (1) disseminada, (2) compacta e (3) difusa. Na espécie *Umbra limi*, a maioria do pâncreas se localiza abaixo do estômago de forma compacta. Em *Esox lucius* o pâncreas está localizado junto ao intestino delgado, onde a extremidade é caracterizada por dois lóbulos abaixo da vesícula biliar. Em *Esox masquinongy masquinongy* situa-se ao longo do intestino delgado, saindo do fígado em direção ao baço, podendo ser visto macroscopicamente, por ser grande e bem desenvolvido. Por fim, é observado que os ductos pancreáticos são bem desenvolvidos e que muitas espécies possuem hepatopâncreas (BOLDYREFF, 1935). Em bagres das espécies *Clarias lazera* e *Chrysichthys auratus*, é classificado em: (1) compacto, (2) disseminado e (3) intrahepático. O pâncreas compacto é encontrado no mesentério duodeno-hepático e o disseminado se estende pela veia porta e no mesentério. (RIZKALLA, 1967; KAMEL *et al.*, 1973). Em algumas espécies de Siluriformes o tecido pancreático está situado, em partes, ao longo da veia porta e fígado, e parcialmente suspenso no mesentério, entre o fígado e intestino (KAPOOR,

1976). O pâncreas é uma glândula difusa, localizada entre vários órgãos da cavidade celomática, em *Hoplias malabaricus* se encontra difuso, distribuído por várias regiões da cavidade abdominal, entre o lóbulo esquerdo do fígado na vista ventral, e no mesentério entre os órgãos da cavidade celomática (SILVA, 2004). Já em curimba (*Prochilodus lineatus*), o pâncreas é difuso, disperso entre os cecos pilóricos, alças intestinais e fígado (MAKINO, 2010). Na espécie *Epinephelus chlorostigma*, o pâncreas se encontra disseminado pelo mesentério (HASSAN, 2013). Em algumas espécies de Characidae, foi observada a anatomia do pâncreas e seguia longitudinalmente até o intestino e cada ceco intestinal (ALONSO, 2015). Em *Cirrhinus mrigala* o tecido pancreático se estende para o fígado (hepatopâncreas) e baço. Nos linguados *Syacium papillosum* e *Syacium gunteri*, o pâncreas é pequeno e está localizado dentro da cavidade visceral, posicionado posteriormente a vesícula biliar, seguindo o estômago (KOBELKOWSKY, 2017). Nos peixes *Mystus vittatus* e *Notopterus notopterus*, o pâncreas é um compacto e se localiza na superfície do estômago e parte anterior do intestino (CHAKRABARTI *et al.*, 2015). O pâncreas de *Cynoscion acoupa*, ocupa a posição anterior da cavidade celomática (CUNHA, 2016). Na espécie de bagre *Ictalurus punctatus*, o pâncreas foi descrito em pequenos lóbulos distribuídos difusamente no mesentério, estômago, fígado e ao lado da veia porta hepática (SILVA, 2016). Em *Selene vômer*, o pâncreas está localizado na cavidade visceral, do lado direito, entre o ceco duodenal e a alça intestinal anterior, apresentando formato oval (KOBELKOWSKY, 2020).

Em elasmobrânquios o pâncreas é bem desenvolvido e compacto, formado em grande parte por tecido exócrino (EPPLÉ, 1987; FARRELL, 2011). Enquanto as arraias possuem um pâncreas que varia de pequeno a grande, dependendo da espécie (ROTTA, 2003; KOBELKOWSKY, 2010). Nas arraias borboletas *Gymnura japônica* o pâncreas está localizado próximo a região anterior do intestino, sendo distinto e compacto (INOUE, 2010). Em arraias mariposas da espécie *Gymnura micrura*, o pâncreas está localizado dentro da cavidade visceral, sendo que sua maior porção está localizada dorsalmente. O pâncreas tem forma oval, é possível observar o lóbulo pancreático ventral, que está posicionado entre duodeno, a válvula espiral, e o dorsal posicionado entre baço e o intestino (KOBELKOWSKY, 2013). Nas arraias *Urotrygon chilensis* e *Dasyatis sabina*, o pâncreas está localizado entre o estômago pilórico e o duodeno, constituído por dois lobos, um ventral e outro posterior

(KOBELKOWSKY, 2010). O lobo ventral localizado entre o duodeno e o intestino e o posterior localizado entre o baço e o intestino (NAPOLEÃO, 2014).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Material

O presente estudo foi desenvolvido a partir de análises em dez (10) espécimes de *Potamotrygon amandae*, utilizados no projeto de pesquisa: “Aspectos metabólicos reprodutivos de *Potamotrygon amandae* (Chondrichthyes: Myliobatiformes: Potamotrygonidae) em área de ocorrência não-natural”, orientado pela Professora Doutora Crístiele da Silva Ribeiro, na Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (FEIS/UNESP) no Departamento de Biologia e Zootecnia UNESP de Ilha Solteira; autorizadas pelo SISBio: 72788-1, aceito pelo comitê de ética, CEUA: 2605250320.

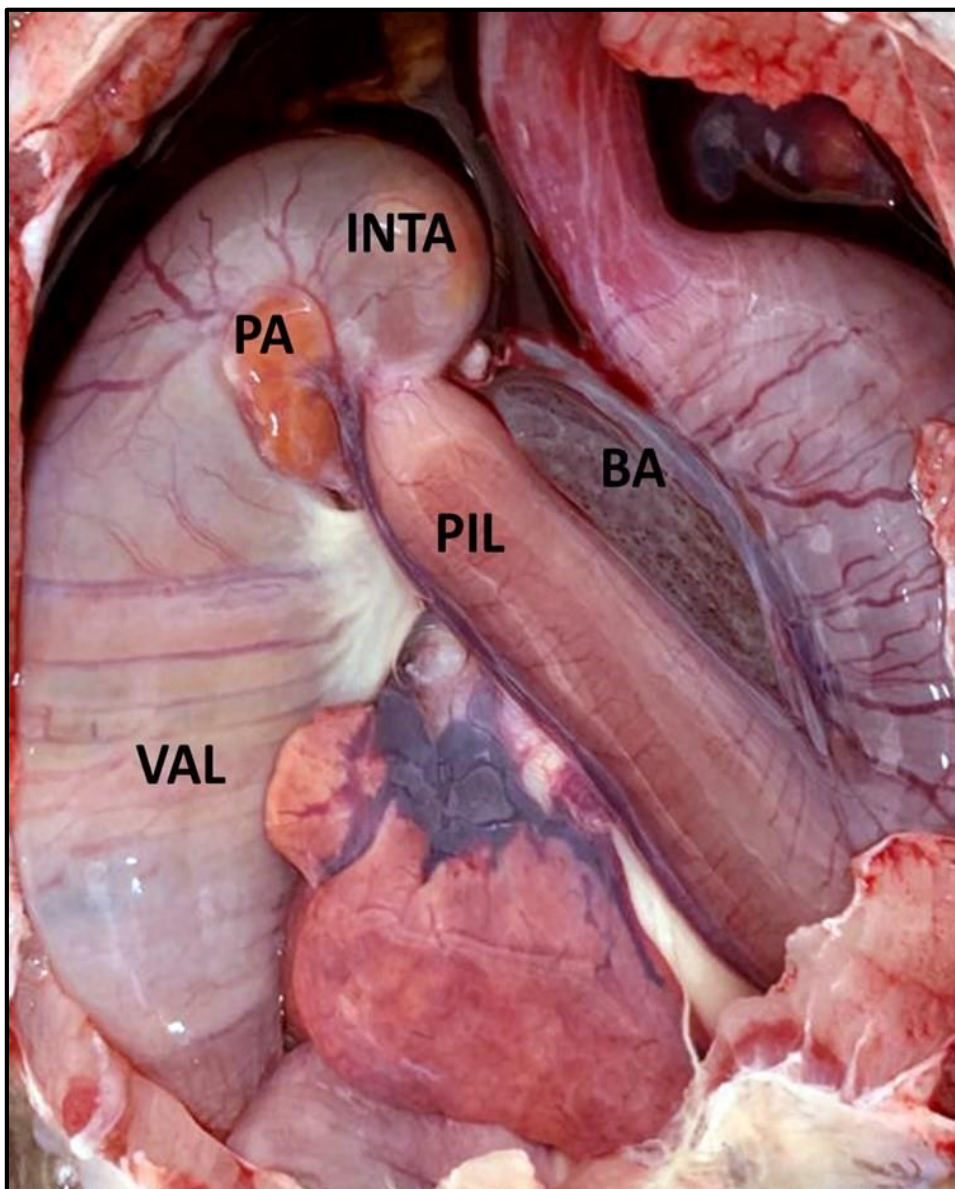
3.2. Métodos

Após a coleta, os animais foram levados ao laboratório de Anatomia da faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (FEIS-UNESP). No laboratório as arraias foram abertas com incisão pela cloaca, rompendo a cintura pélvica, sentido caudo-cranial, para exposição dos órgãos e o trato gastrointestinal. O pâncreas foi localizado e fotodocumentado. Em seguida as vísceras foram fixadas em solução aquosa de formaldeído a 10% para estudos posteriores. Para a nomenclatura anatômica utilizou-se a *Nomina Anatomica Veterinaria* (2017).

4 RESULTADOS

Anatomicamente o pâncreas de *Potamotrygon amandae* é compacto, de cor amarelada, está posicionado entre duodeno, a válvula espiral e a porção pilórica, bem como as demais estruturas como a porção cardia e porção fúndica do estômago e o baço (Figura 1).

Figura 1 - Cavidade celomática de *Potamotrygon amandae*, vista ventral. Válvula espiral (VAL); Porção Pilórica (PIL); Pâncreas (PA); Baço (BA), Intestino Anterior (INTA).



Fonte: Própria autora.

5 DISCUSSÃO

Em *Potamotrygon amandae* o pâncreas está dentro da cavidade celomática, assim como descrito em *Hoplias malabaricus* (SILVA, 2004), *Gymnura micrura* (KOBELKOWSKY, 2013), *Cynoscion acoupa* (CUNHA, 2016), *Syacium papillosum* e *Syacium gunteri* (KOBELKOWSKY, 2017) e *Selene vomer* (KOBELKOWSKY, 2020).

Em arraias o pâncreas é uma glândula compacta (EPPLÉ, 1987; KOBELKOWSKY, 2010; FARRELL, 2011), assim como descrito na espécie de peixe ósseo *Umbrina limi* (BOLDYREFF, 1935), além disso é bilobada e bem desenvolvida (ROTTA, 2003; INOUE, 2010, NAPOLEÃO, 2014). O que confronta com o observado em teleósteos, onde não é possível a visualização macroscópica do pâncreas, pois além de pequeno, se encontra difuso pelo mesentério e alguns órgãos do sistema digestório, como ocorre nas espécies *Prochilodus lineatus* (MAKINO, 2010); *Clarias lazera* e *Chrysichthys auratus* (RIZKALLA, 1967; KAMEL *et al.*, 1973), *Epinephelus chlorostigma* (HASSAN, 2013) e *Ictalurus punctatus* (SILVA, 2016).

Quanto a posição, em *Potamotrygon amandae*, o pâncreas está entre o duodeno, a válvula espiral e a porção pilórica, fazendo contato com a porção cárdia e porção fúndica do estômago e o baço, assim como nas espécies de arraias *Gymnura japônica* (INOUE, 2010), *Urotrygon chilensis* e *Dasyatis sabina* (KOBELKOWSKY, 2010), *Gymnura micrura* (KOBELKOWSKY, 2013). Em algumas espécies de Characidae (ALONSO, 2015) e nos peixes *M. vittatus* e *N. notopecterus* (CHAKRABARTI, *et al.*, 2015), o pâncreas também faz contato íntimo com o intestino.

Em contrapartida, a posição do pâncreas em alguns teleósteos é divergente do que foi evidenciado em *Potamotrygon amandae*. Na maioria das espécies, a glândula pancreática é disseminada, podendo se combinar com outros órgãos como o fígado formando o hepatopâncreas e também o baço (BECCARIA, 1992; ROTTA, 2003; FERNANDES, 2007; CHAKRABARTI, 2012; MAHABADY, 2012; AKOUL, 2019) assim como em *C. mrigala* (CHAKRABARTI, *et al.*, 2015) e *Oreochromis niloticus* (ALMEIDA, 2015) e *C. carpio* (AKOUL, 2019) o que não foi observado na arraia do presente estudo.

6 CONCLUSÃO

O pâncreas da arraia *Potamotrygon Amandae* é semelhante ao de outras espécies de arraias levantadas na bibliografia, sendo uma glândula compacta que se localiza na cavidade visceral do animal, entre o duodeno, a válvula espiral e porção pilórica. Diferindo da maioria dos peixes ósseos, que possuem o pâncreas difuso pelo mesentério e outros órgãos do sistema digestório.

REFERÊNCIAS

- AGOSTINHO, A. A.; JÚLIO, J., H. F.; GOMES, L. C.; BINI, L. M.; AGOSTINHO, C. S. Composição, abundância e distribuição espaço-temporal da ictiofauna. In: VAZZOLER, A. E. A. M.; AGOSTINHO, A. A.; HAHN, N. S. (Ed.). **A Planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos**. Eduem, Maringá, 1997, cap.II.4, p.179-208.
- AGUIAR, A. A.; VALENTIN, J. L. Biologia e ecologia alimentar de elasmobrânquios (Chondrichthyes: Elasmobranchii): uma revisão dos métodos e do estado da arte no Brasil. **Oecologia Australis**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 2, p. 464-489, 2010.
- AKOUL, M. A.; AL-JOWARI, S. A. K. Comparative anatomical and histological study of some organs in two fish species *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758 and *Mesopotamichthys sharpeyi* (Günther, 1874) (Cypriniformes, Cyprinidae). **Bulletin of the Iraq Natural History Museum**, Bagdá, v. 15, n. 4, p. 425-441, 2019.
- ALMEIDA, M. P.; BARTHEM, R.B.; VIANA, A. S.; ALMEIDA, P. C. Diversidade de raias de água doce (Chondrichthyes: Potamotrygonidae) no estuário amazônico. **Arquivos de Ciências do Mar**, Fortaleza, v.41(2), p. 82-89, 2008.
- ALMEIDA, S. S. N.; COSTA, G. C.; DE PAULA, F. G.; PORTO, R. N. G.; SANTIN, A. P. I. Descrição histológica de órgãos viscerais de Tilápia (*Oreochromis niloticus*). **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 11, n. 22, p. 3591, 2015.
- ALONSO, F.; MIRANDE, J. M.; PANDOLFI, M. Gross anatomy and histology of the alimentary system of Characidae (Teleostei: Ostariophysi: Characiformes) and potential phylogenetic information. **Neotropical Ichthyology**, Maringá, v. 13, p. 273-286, 2015.
- ARAÚJO, M. L. G.; ALMEIDA P. C.; ALMEIDA, M. P.; PEREIRA, H. Freshwater Stingrays (Potamotrygonidae): status, conservation and management challenges. **Information document AC**, Johannesburg, v. 20, n. 8, p. 1-6, 2004.
- BECCARIA, C.; DIAZ, J. P.; CONNES, R. Effects of dietary conditions on the exocrine pancreas of the sea bass, *Dicentrarchus labrax* L. (Teleostei). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 101, n. 1-2, p. 163-176, 1992.
- BOLDYREFF, E. B. A microscopic study of the pancreas in fishes; especially those of the orders Haplomi and Cyprinodontes. **Copeia**, Washington, v. 1935, n. 1, p. 23-34, 1935.
- CAMPBELL, M.K.; FARRELL, S.O. **Bioquímica**. Combo, 5ª ed., São Paulo: Ed. CengageLearning, 2007, 916p.

CARVALHO, M. R.; LOVEJOY, N. R.; ROSA, R. S. Potamotrygonidae. In: REIS, R. E.; KULLANDER, S. O. FERRARIS, C. J. J. (Ed.). **Checklist of freshwater fishes of South and Central America**. Edipucrs, Porto Alegre, 2003, p. 22-29.

CHAKRABARTI, P.; GHOSH, S. K. Comparative histophysiology of pancreas in *Cirrhinus mrigala* (Hamilton, 1822), *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) and *Wallago attu* (Bloch & Schneider, 1801). **Indian Journal of Fisheries**, v. 59, n. 4, p.9399, 2012.

CHAKRABARTI, Padmanabha; GHOSH, Saroj Kumar. Comparative histological and histochemical studies on the pancreas of *Labeo rohita* (Hamilton, 1822), *Mystus vittatus* (Bloch, 1790) and *Notopterus notopterus* (Pallas, 1769). **International Journal of Aquatic Biology**, v. 3, n. 1, p. 28-34, 2015.

CUNHA, F. E. A.; RODRIGUES, R. C. A. Morfologia do tubo digestivo da pescada amarela *Cynoscion acoupa* (Lacepède, 1801)(Perciformes: Sciaenidae) no litoral Piauiense, Brasil. **Biota Amazônia**, Macapá, v. 6, n. 4, p. 32-37, 2016.

EPPLER, A., BRINN, J. E., BURGGREN, W., ISHII, S., LANGER, H., NEUWEILER, G., RANDALL, D. J. **The comparative physiology of the pancreatic islets**. SpringerVerlag, Heidelberg, 1987, 223p.

FARRELL, A. P. **Encyclopedia of fish physiology: from genome to environment**. vol. 2, Academic Press, San Diego, 2011, p. 1490-1499.

FERNANDES, A. M. F.; FERNANDES, A. A. F.; MONTEIRO, R. A. F.; HENRIQUES, M. A. R.; ROCHA, E. Spatial relationships of the intrahepatic vascular–biliary tracts and associated pancreatic acini of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (Teleostei, Cichlidae): A serial section study by light microscopy. **Annals of AnatomyAnatomischer Anzeiger**, Portugal, v. 189, n. 1, p. 17-30, 2007.

FREDERICO, R. G. **Filogeografia e Conservação de *Paratrygon aiereba* Dumeril (Chondrichthyes: Potamotrygonidae) na região Amazônica**. 2006. 67f. Dissertação (Mestrado) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Manaus.

GARRONE, D. N.; HADDAD, JR. V. Acidentes por raias. In: CARDOSO, J. L. C.; FRANÇA, F. O. S.; WEN, F. H.; MÁLAQUE, C. M.; HADDAD JR., V. (Ed.). **Animais peçonhentos no Brasil: biologia, clínica e terapêutica dos acidentes**. Sarvier, São Paulo, 2009, 2ed., p.295-313.

GARRONE, D. N.; HADDAD, JR. V.; VILELA, M. J. A.; UIEDA, V. S. Registro de ocorrência de duas espécies de potamotrigonídeos na região do Alto Rio Paraná e algumas considerações sobre sua biologia. **Biota Neotropica**, v. 7, p. 205-208, 2007.

HADDAD, JR. V. Animais aquáticos de importância médica no Brasil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 36, p. 591-597, 2003.

HASSAN, A. A. Anatomy and histology of the digestive system of the carnivorous fish, the brown-spotted grouper, *Epinephelus chlorostigma* (Pisces; Serranidae) from the Red Sea. **Life Science Journal**, v. 10, n. 2, p. 1-16, 2013.

INOUE, A.; AKIYOSHI, H. An immunohistochemical study of *Carassius* RF amide in the stomach, intestine, and pancreas of the Japanese butterfly ray, *Gymnura japonica*. **Ichthyological research**, v. 57, n. 3, p. 223-230, 2010.

INTERNATIONAL COMMITTEE ON VETERINARY GROSS ANATOMICAL NOMENCLATURE NOMINA ANATOMICA VETERINARIA, 7^a ed., Knoxville:2017.

JUNGHANSS, T.; BODIO, M. Medically Important Venomous Animals: Biology, Prevention, First Aid, and Clinical Management. **Clinical Infectious Diseases**, Chicago, v. 43, n. 10, p. 1309-1317, 2006.

KAMEL, A.; RIZKALLA, W.; SHAKHSHEIR, E. Studies on the pancreas of the Nile teleost fish, *Chrysichthys auratus* Geoffr., with special reference to the islet tissue. **7th Arab Sci Cong**, Cairo, v.4, p.77-86, 1973.

KAPOOR, B. G.; SMIT, H.; VERIGHINA, I. A. The Alimentary Canal and Digestion in Teleosts. **Advances in Marine Biology**, Londres, v.13, p.109–239, 1976.

KOBELKOWSKY, A. Anatomía comparada del sistema digestivo de las rayas *Urotrygon chilensis* y *Dasyatis sabina* (Myliobatiformes). **Revista chilena de historia natural**, v. 83, n. 3, p. 387-394, 2010.

KOBELKOWSKY, A. Morfología del sistema digestivo de la raya mariposa *Gymnura micrura* (Batoidea: Gymnuridae). **Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras**, Santa Marta, v. 42, n. 1, p.57-71, 2013.

KOBELKOWSKY, A. ROJAS-RUIZ, M. I. Anatomía comparada del sistema digestivo de los lenguados *Syacium papillosum* y *Syacium gunteri* (Pleuronectiformes: Paralichthyidae). **Revista de biología marina y oceanografía**, v. 52, n. 2, p. 255-273, 2017.

KOBELKOWSKY, A.; VINALAY, O. B. Morfología de la cavidad visceral del pez jorobado *Selene vomer* (Teleostei: Carangidae). **Revista de biología marina y oceanografía**, México, v. 55, n. 2, p. 150-159, 2020.

LAMEIRAS, J. L. V.; COSTA, O. T. F.; SANTOS, M. C.; DUNCAN, W. L. P. Arraias de água doce (Chondrichthyes - Potamotrygonidae): biologia, veneno e acidentes. **Scientia Amazonia**, Manaus, v. 2, n. 3, p. 11-27, 2013.

LEMES, A. S.; BRACCINI, M. C. Descrição e análise histológica das glândulas anexas do trato digestório de *Hoplías malabaricus* (Bloch, 1794),(Teleostei, Erythrinidae). **Biodiversidade Pampeana**, Uruguaiiana, v. 2, n. 1, p.33-41, 2004.

LONARDONI, A. P. **Ecomorfologia e variação morfológica intraespecífica de**

***Potamotrygon falkneri* e *Potamotrygon motoro* (Chondrichthyes-Potamotrygonidae) na planície alagável do alto rio Paraná, Brasil.** 2009. 49f. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Biológicas, Maringá.

MAGALHÃES, M. R.; SILVA, N. J. JR.; ULHOA, C. J. A hyaluronidase from *Potamotrygon motoro* (freshwater stingrays) venom: Isolation and characterization. **Toxicon**, v.51, n.6, p.1060–1067, 2008.

MAHABADY, M. K.; MOROVVATI, H.; AREFI, A.; KARAMIFAR, M. Anatomical and histomorphological study of spleen and pancreas in Berzem (*Barbus pectoralis*). **World J. Fish Mar. Sci**, v. 4, p. 263-267, 2012.

MAKINO, L. C. **Estrutura, ultraestrutura e histoquímica do aparelho digestório do *Prochilodus lineatus*. Análise da diversidade da microbiota intestinal de *Prochilodus lineatus* e *Pterygoplichthys anisitsi*.** 2010. 111f. Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista (UNESP), Centro de Aquicultura da Unesp (CAUNESP), Jaboticabal.

MOREIRA, R. A.; LOBODA, T. S.; CARVALHO, M. R. Comparative anatomy of the clasper of the subfamily Potamotrygoninae (Chondrichthyes: Myliobatiformes). **Journal of morphology**, v. 279, n. 5, p. 598-608, 2018.

NAPOLEÃO, S. R. **Descrição da fauna parasitária de raias e tubarões marinhos (Elasmobranchii), fauna acompanhante da pesca comercial no litoral Sul e Sudeste do Brasil.** 2014. 99f. Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal.

OLIVEIRA, A. T.; LEMOS, J. R. G.; SANTOS, M. Q. C.; PEREIRA, C. N.; DIAS, M. T.; MARCON, J. L. Relações somáticas do baço, fígado e órgão epigonal de *Potamotrygon* sp. (arraia cururu) durante etapas do processo de exportação como peixe ornamental. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA. **Embrapa Amapá-Resumo em anais de congresso.** Inovações tecnológicas e mercado consumidor: anais. Maceió, 3p., 2011.

OLIVEIRA, J., GOMES, N., et al. **Venom gland transcriptome analyses of two freshwater stingrays (Myliobatiformes: Potamotrygonidae) from Brazil.** Scientific reports, v. 6, n. 1, p. 1-14, 2016.

OLIVEIRA, L. P. **Avaliação da citotoxicidade do extrato do ferrão de arraia *Potamotrygon falkneri* (Myliobatiformes: Potamotrygonidae).** 2015. 58f. Dissertação (mestrado) – Universidade de Brasília (UnB), Instituto de Ciências Biológicas, Brasília.

RINCON, G. F. **Aspectos taxonômicos, alimentação e reprodução da raia de água doce *Potamotrygon orbignyi* (Castelnau)(Elasmobranchii: Potamotrygonidae) no Rio Paraná-Tocantins.** 2006. 145f. Tese (doutorado) – Universidade Estadual

Paulista (UNESP), Programa de Pós Graduação em Ciências Biológicas (Zoologia), Rio Claro.

RIZKALLA, W. The Pancreas and islets of the Nile teleost, *Clarias lazera*, C. and V. **Proc. Zool. Soc**, Londres, v.4, p.107-116, 1967.

ROSA, R. S. **A systematic revision of the South American freshwater stingrays (Chondrichthyes: Potamotrygonidae)**. 1985. 523f. (Ph.D. Dissertation) - College of William and Mary, Williamsburg, Virginia.

ROTTA, M. A. Aspectos gerais da fisiologia e estrutura do sistema digestivo dos peixes relacionados à piscicultura. **Embrapa Pantanal-Documentos (INFOTECA-E)**, 49p., 2003.

SHIBUYA, A. **Morfologia funcional dos mecanismos de alimentação em raias Myliobatoidei, com ênfase em espécies de Potamotrygonidae do médio rio Negro**. 2009. 159f. Tese (doutorado) – Instituto Nacional de Pesquisa Amazônica (INPA), Programa de Pós-Graduação em Biologia de Água Doce e Pesca Interior, Manaus.

SILVA L. A.; CARMEN B., M. Descrição e análise histológica das glândulas anexas do trato digestório de *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) (Teleostei, Erythrinidae). **Biodiversidade Pampeana**, v. 2, n. 1, 2004.

SILVA, M. T.; CARNEIRO, J. H.; CAMPOS, V. P. C. C. Avaliação morfológica e morfométrica do sistema digestório do Bagre de Canal criado em cativeiro. **Veterinária e Zootecnia**, Botucatu, v. 23, n. 1, p.105-113, 2016.

SILVA, N. F.; OLIVEIRA, A. T.; GOMES, A. P.; MELO, S. M. V.; SHIBUYA, A.; ARAÚJO, M. L. G.; COSTA, O. T. F. Determinantes da distribuição geográfica da arraia amazônica, *Potamotrygon* cf. *Histrix* Muller e Henle 1834 (Potamotrygonidae: Chondrichthyes): evidências ecofisiológicas. In: **Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil**, Caxambu, 2007. p. 1-3.

SLACK, J. M. Developmental biology of the pancreas. **Development**, v. 121, n. 6, p. 1569-1580, 1995.

SPADA, L. **Aspectos metabólicos do ciclo reprodutivo de fêmeas de *Potamotrygon amandae* (Chondrichthyes: Myliobatiformes: Potamotrygonidae), em área de ocorrência não-natural (Reservatório de Jupiá, Ilha Solteira)**. 2021. 85f. Tese (doutorado) - Universidade de São Paulo (USP), Instituto de Biociências, São Paulo.

TEIXEIRA, T. R. **Estudo dos mecanismos osmorregulatórios da arraia de água doce, *Potamotrygon* sp. durante o transporte**. 2010. 37f. Iniciação científica (graduação) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus.

THORSON, T. B.; LANGHAMMER, J. K.; OETINGER, M. I. Periodic shedding and replacement of venomous caudal spines, with special reference to South American freshwater stingrays, *Potamotrygon* spp. **Environmental biology of fishes**, v. 23, n. 4, p. 299-314, 1988.

THORSON, T. B.; LANGHAMMER, J. K.; OETINGER, M. I. Reproduction and development of the South American freshwater stingrays, *Potamotrygon circularis* and *P. motoro*. **Environmental Biology of Fishes**, v. 9, n. 1, p. 3-24, 1983.

VASCONCELOS, H. C. G.; SÁ-OLIVEIRA, J. C. Alimentação de *Potamotrygon motoro* (Chondrichthyes, Potamotrygonidae) na planície de inundação da APA do Rio Curiaú, Macapá-Amapá-Brasil. **Biota Amazônia**, v. 1, n. 2, p. 66-73, 2011.

VAZZOLER, A. E. A. M.; AGOSTINHO, A. A.; HAHN, N. S. **A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos**. Eduem, Maringá, 1997, 460.