



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS

CAMPUS DE PORTO NACIONAL
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE, ECOLOGIA E
CONSERVAÇÃO

SHARLES GABRIEL DE SOUZA BORGES

**ANATOMIA ENCEFÁLICA COMPARADA DE SERRASALMIDAE
(OSTARIOPHYSI: CHARACIFORMES).**

PORTO NACIONAL – TO
2021

SHARLES GABRIEL DE SOUZA BORGES

**ANATOMIA ENCEFÁLICA COMPARADA DE SERRASALMIDAE
(OSTARIOPHYSI, CHARACIFORMES).**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade, Ecologia e Conservação. Foi avaliada para obtenção do título de Mestre em Biodiversidade Ecologia e Conservação e aprovada em sua forma final pelo orientador e pela Banca Examinadora.

Orientador: Prof. Dr. Thiago Nilton Alves Pereira

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

- B732a Borges, Sharles Gabriel de Souza.
 Anatomia encefálica comparada de Serrasalmdae (Ostariophysi:
 Characiformes).. / Sharles Gabriel de Souza Borges. – Porto Nacional, TO,
 2021.
 89 f.
- Dissertação (Mestrado Acadêmico) - Universidade Federal do Tocantins
 – Câmpus Universitário de Porto Nacional - Curso de Pós-Graduação
 (Mestrado) em Biologia, Ecologia e Conservação, 2021.
 Orientador: Thiago Nilton Alves Pereira
1. Morfologia encefálica. 2. Otophysi 3. Sistema Nervoso Central. 4.
 Teleostei. I. Título

CDD 577

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Charles Gabriel de Souza Borges

Anatomia encefálica comparada de Serrasalmidæ (Ostariophysi: Characiformes).

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade, Ecologia e Conservação. Foi avaliada para obtenção do título de Mestre em Biodiversidade, Ecologia e Conservação e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora.

Data de aprovação: 11/06/2021

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Thiago Nilton Alves Pereira (Orientador), UFT

Profa. Dra. Carine Cavalcante Chamon, UFT

Prof. Dr. Fabio Muller dos Reis de Salles Pupo

Porto Nacional - TO, 2021

Dedico a todos os que lutaram antes de mim pelo direito à liberdade de chegar onde quisermos! Dedico aos que deram a vida bradando pelo direito de existir. É sobre resistir e reexistir todos os dias!

*“[...] é muito cedo para pensar que é tarde
e desistir de tudo.”*

(Laércio Arruda)

*“Ah, se o que eu sou
É também o que eu escolhi ser
Aceito a condição!”*

(Rodrigo Amarante)

AGRADECIMENTOS

Um agradecimento geral a todas as pessoas que participaram direta e indiretamente nesse processo/etapa da minha vida. Não foi fácil, nem será daqui para frente, mas é necessário em minha formação pessoal, profissional e acadêmica. Não me arrependo de nada.

A minha *mãevó*, Sebastiana Borges, que me apoia incondicionalmente nas minhas escolhas acadêmicas, não medindo esforços em ajudar sempre que preciso. Por ter me criado e educado, por ter me mostrado o caminho da alfabetização e insistido em mim mesmo quando eu pensei em desistir. Te amo!

A minha mãe biológica, Carmecita Ramos, por ter me dado a vida, me colocando nesse plano para enfrentar os desafios, desbravar meus sentimentos, medos, incertezas, mas, acima de tudo, apoiando me em sua força e me mostrando que sou capaz de conquistar o meu infinito particular. Te amo!

Ao meu pai, Arly Borges, mesmo ausente em muitos momentos e que a gente não tenha a melhor relação do mundo por “n” questões, sempre que precisei me estendeu a mão, me apoio e não me julgou em momento algum por ter escolhido minha carreira acadêmica em questão. Apesar de tudo, o senhor me inspirou em muitos pontos positivos da minha vida. Te amo!

As minhas amigas e confidentes Ana Karolline, Letícia Santos, Sylwana Carvalho por me aturarem, mesmo eu sendo esse chato de galochas, língua áspera e comportamento um tanto quanto questionável. Obrigado por não desistirem de mim em todos esses anos de amizade, por todos os eventos vividos que não podem ser publicados, pelo apoio, ombro amigo e pelos conselhos que quem escuta até pensa que a gente sabe o que está fazendo da vida. Vocês são de mais. Amo vocês!

As parceiras que o mestrado me proporcionou, Rayna Melo e Taluany Silva, por todos os momentos que a gente segurou a barra um do outro, pela cumplicidade, confiança. Por todos os assuntos alheios a nossa importância que movia esse trio (fofoca), nossa especialidade. Que o sucesso esteja sempre em nossos caminhos, vocês foram e serão parte da minha vida. Amo vocês! Agradeço também aos outros colegas de turma que também contribuíram para essa caminhada, Lucas, Geovana e Iury.

A Layane Zago por ser uma amiga/vizinha que me faz ter amor e ódio em questão de minutos. Por ser companheira de copo, de choro, de crise, de sorriso, de reforma de casa, de construção de mesa a casinha de cachorro, a gente esteve junto. Foi uma amizade portuense que não pretendo desgrudar. A Rhayane Leite, por me acolher quando pretendia estabelecer morada em Porto Nacional, por ser essa mulher guerreira, com o coração bom e que sempre lembra de mim, te desejo toda felicidade do mundo! A Mariana Vaz, por ter se tornado presente nos últimos tempos, não me odiando por ser seu vizinho/amigo que coloca MC Livinho para tocar em determinados momentos que não convém aqui expor, quem viveu sabe. Te desejo muita sorte e que você consiga concluir esse mestrado com o nível de sanidade mental menos abalado que o meu. Amo vocês!

Ao excelentíssimo senhor doutor Thiago Nilton Alves Pereira, meu pai de orientação. Por toda paciência, ensinamentos, conselhos, serviços prestados e apoio. Por ter aceitado orientar um Gestor Ambiental quando ninguém ao menos tentou (contém alta dose de drama). O que esse homem tem de tamanho corporal, tem de bondade e luz. Defenderei e “passarei pano” mesmo. Sei admirar e respeitar a pessoa que você é. Os

campos futuros não serão os mesmos se tu não estiveres lá. Te desejo paz, amor e uma vida longa com muita saúde.

Finalmente, agradeço ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, pelo fomento a minha pesquisa. A Financiadora de Estudos e Projetos – Finep, pelos laboratórios de apoio. A Coleção de Ictiologia da Universidade Federal do Tocantins por ceder material utilizado aqui neste trabalho. Ao Programa de Pós-graduação em Biodiversidade, Ecologia e Conservação pela oportunidade de concluir essa etapa acadêmica da minha carreira.

RESUMO

Serrasalminidae é uma família de peixes neotropicais pertencentes a ordem Characiformes composta por 16 gêneros, 100 espécies viventes e uma fóssil, e são conhecidos popularmente como piranhas e pacus. A maioria dos trabalhos relacionados à descrição morfológica e classificação dessas espécies envolvem osteologia e/ou ecologia. O presente estudo teve como principal objetivo a descrição da anatomia encefálica externa do grupo, além de consorciar os resultados encontrados das estruturas com comportamento e outros aspectos dispostos na literatura existente, contribuindo para ampliar o leque de informações da família, bem como para os dados relacionados ao Sistema Nervoso Central. O material examinado no presente estudo advém da Coleção de Ictiologia do Campus de Porto Nacional da Universidade Federal do Tocantins, do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo e do Laboratório de Ictiologia de Ribeirão Preto. A metodologia seguiu o procedimento de dissecação para Characiformes proposto por Pereira e Castro (2016), respeitando as especificidades do grupo em questão. As medidas de comprimento, largura, altura, volume, peso e coeficiente encefálico dos animais, do encéfalo e de cada complexo que o compõe também foram mensuradas, calculadas e discutidas em conjunto, visando um melhor entendimento e aproveitamento do material utilizado. No geral, o encéfalo variou em formas e tamanhos de gênero para gênero, tendendo a ser mais similar em indivíduos próximos filogeneticamente ou que compartilham níveis tróficos. Uma classificação generalizada foi proposta, levando em conta as características e formas mais semelhantes.

Palavras-chaves: Morfologia encefálica; Otophysi; Sistema Nervoso Central; Teleostei.

ABSTRACT

Serrasalminae is a family of neotropical fish belonging to the order Characiformes composed of 16 genera, 100 living species and one fossil, and are popularly known as piranhas and pacus. Most studies related to morphological description and classification of these species involve osteology and/or ecology. The main objective of this study was to describe the group's external brain anatomy, in addition to interrelating the results found of structures with behavior and other aspects arranged in the existing literature, contributing to expand the range of family information, as well as to data related to the Central Nervous System. The material examined in this study comes from the Coleção de Ictiologia do Campus de Porto Nacional of the Universidade Federal do Tocantins, and the Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo and the Laboratório de Ictiologia de Ribeirão Preto. The methodology followed the dissection procedure for Characiformes proposed by Pereira and Castro (2016), respecting the specificities of the group in question. The measurements of length, width, height, volume, weight and encephalic coefficient of the animals, brain and each complex that composes it were also measured, calculated and discussed together, aiming at a better understanding and utilization of the material used. Overall, the brain varied in forms and sizes from gender to gender, tending to be more similar in close individuals phylogenetically or sharing trophic levels. A generalized classification was proposed, taking into account the most similar characteristics and forms.

Key-words: Central Nervous System; Encephalic morphology; Otophysi; Teleostei.

LISTA DE FIGURAS

Gráfico 1. Regressão linear peso encefálico logarítmico x peso corpóreo logarítmico das espécies de Serrasalminidae examinadas.....	36
Figura 1. <i>Acnodon normani</i> , UNT 2068, (48,71 mm CP). A. vista dorsal; B. vista lateral e; C. vista ventral.....	74
Figura 2. <i>Catoprion mento</i> , MZUSP 8461, (66,4 mm CP). A. vista dorsal; B. vista lateral e; C. vista ventral.....	75
Figura 3. <i>Colossoma macropomum</i> , UNT 13756, (85,24 mm CP). A. vista dorsal; B. vista lateral e; C. vista ventral.....	76
Figura 4. <i>Metynnis lippincottianus</i> , UNT 12329, (47,68 mm CP). A. vista dorsal; B. vista lateral e; C. vista ventral.....	77
Figura 5. <i>Metynnis hypsauchen</i> , UNT 13659, (61,22 mm CP). A. vista dorsal; B. vista lateral e; C. vista ventral.....	78
Figura 6. <i>Myleus setiger</i> , UNT 19534, (36,13 mm CP). A. vista dorsal; B. vista lateral e; C. vista ventral.....	79
Figura 7. <i>Mylesinus paucisquamatus</i> , UNT 2099, (114,92 mm CP). A. vista dorsal; B. vista lateral e; C. vista ventral.....	80
Figura 8. <i>Myloplus torquatus</i> , UNT 12610 (2), (52,58 mm CP). A. vista dorsal; B. vista lateral e; C. vista ventral.....	81
Figura 9. <i>Myloplus rubripinnis</i> , UNT 20311, (105,84 mm CP). A. vista dorsal; B. vista lateral e; C. vista ventral.....	82
Figura 10. <i>Piaractus mesopotamicus</i> , AQUATEC Piscicultura, (84,2 mm CP). A. vista dorsal; B. vista lateral e; C. vista ventral.....	83
Figura 11. <i>Pygocentrus nattereri</i> , UNT 48, (75,11 mm CP). A. vista dorsal; B. vista lateral e; C. vista ventral.....	84
Figura 12. <i>Pygocentrus piraya</i> , UNT 12449, (124,54 mm CP). A. vista dorsal; B. vista lateral e; C. vista ventral.....	85
Figura 13. <i>Serrasalmus maculatus</i> , UNT 9973, (83,82 mm CP). A. vista dorsal; B. vista lateral e; C. vista ventral.....	86
Figura 14. <i>Serrasalmus rhombeus</i> , UNT 17439, (99,77 mm CP). A. vista dorsal; B. vista lateral e; C. vista ventral.....	87
Figura 15. <i>Utiaritchthys sennaebregai</i> , LIRP 8158, (53,73 mm CP). A. vista dorsal; B. vista lateral e; C. vista ventral.....	88
Figura 16. <i>Plicae olfactoriae</i> . A. <i>Acnodon normani</i> ; B. <i>Catoprion mento</i> ; C. <i>Colossoma macropomum</i> ; D. <i>Metynnis lippincottianus</i> ; E. <i>Metynnis hypsauchen</i> ; F. <i>Myleus setiger</i> ; G. <i>Mylesinus paucisquamatus</i> ; H. <i>Myloplus torquatus</i> ; I. <i>Myloplus rubripinnis</i> ; J. <i>Piaractus mesopotamicus</i> ; K. <i>Pygocentrus nattereri</i> ; L. <i>Pygocentrus piraya</i> ; M. <i>Serrasalmus maculatus</i> ; N. <i>Serrasalmus rhombeus</i> ; O. <i>Utiaritchthys sennaebregai</i> . Vista superior.....	89

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Dados morfométricos das espécies estudadas. Onde *: CP: Comprimento Padrão, CC: Comprimento da Cabeça, AC: Altura da Cabeça, LA: Largura da Cabeça, Ce: Coeficiente encefálico, Pe: Peso do encéfalo, CTe: Comprimento Total do encéfalo, LTe: Largura Total do encéfalo, ATe: Altura Total do encéfalo e VTe: Volume Total do Encéfalo.....	44
Tabela 2. Medidas de comprimento encefálicas.....	48
Tabela 3. Medidas de largura das estruturas encefálicas.....	51
Tabela 4. Medidas de altura das estruturas encefálicas.....	54
Tabela 5. Medidas de volume das estruturas encefálicas.....	57

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AC	Altura da Cabeça
ATe	Altura Total do encéfalo
CC	Comprimento da Cabeça
Ce	Coefficiente encefálico
CP	Comprimento padrão
CTe	Comprimento Total do encéfalo
LC	Largura da Cabeça
LIRP	Laboratório de Ictiologia de Ribeirão Preto
LTe	Largura Total do Encéfalo
MZUSP	Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo
P	Peso
Pe	Peso do encéfalo
PPGBec	Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade, ecologia e conservação
UFT	Universidade Federal do Tocantins
VTe	Volume Total do encéfalo

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	Sistema Nervoso Central.....	16
2	OBJETIVOS	22
2.1	Geral:.....	22
2.2	Específicos:.....	22
3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	23
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
4.1	Descrição anatômica encefálica.....	27
4.2	Coeficiente encefálico e Inferências ecológicas e morfológicas	40
4.3	Análise dos dados morfométricos	44
4.4	Descrição encefálica generalizada das espécies	47
5	CONCLUSÃO	49
	REFERÊNCIAS	50
	APÊNDICES.....	58

1 INTRODUÇÃO

A diversidade de peixes de água doce na região neotropical é considerada como a maior do mundo, com mais de 5.000 espécies distribuídas nos grandes sistemas de rios da América do Sul (REIS et al., 2016). Dentro dessa conjuntura, é possível identificar que grande parte da diversidade da ictiofauna Neotropical se concentra em cinco principais grupos: Siluriformes (cascudos e bagres), Characiformes (curimbas, dourados, pacus, piabas, piaus, piranhas, traíras e etc.), Cichliformes (acarás, jacundás e tucunarés), Cyprinodontiformes (guarus e peixes anuais) e Gymnotiformes (ituís, tuviras e poraquês) (ROSA & LIMA, 2008).

Os Characiformes podem ser externamente distinguidos dos demais grupos de peixes de água doce neotropicais por apresentarem as seguintes características: corpo coberto de escamas (exceto *Gymnocharacinus bergii*); nadadeiras pélvicas em posição ventral, geralmente localizadas logo atrás da inserção das nadadeiras peitorais; raios de ambas as nadadeiras são “moles”, ou seja, não caracterizados como espinhos pontiagudos, além da presença de uma nadadeira adiposa, em sua grande maioria (BRITSKI et al., 2007).

Atualmente, a ordem possui 24 famílias, cerca de 520 gêneros e 2280 espécies válidas (FRICK et. al, 2020). A diversidade trófica varia entre espécies carnívoras, herbívoras, iliófagas, lepidófagas e onívoras. Os peixes da ordem Characiformes variam de exemplares de pequeno porte (*Cyanogaster noctivaga*) com 13 mm de comprimento padrão até uma das maiores espécies já catalogada de 1.4 m (*Hydrocynus goliath*).

Embora constituam um grande componente da ictiofauna Neotropical, os representantes da ordem possuem ampla distribuição global. Segundo Nelson e colaboradores (2016), alguns registros fósseis europeus e norte-americanos mostraram que esses animais não estão restritos apenas à Região Neotropical, com representantes também no continente Africano (cerca de 200 spp.)

Dentro dessa ordem encontra-se a família Serrasalminidae, que inclui peixes popularmente conhecidos como as piranhas, caracterizadas principalmente por serem carnívoras e os pacus, em sua maioria onívoros (ORTÍ et al., 2008). As principais características dos serrasalmídeos incluem o corpo alto e comprimido lateralmente; nadadeira dorsal extensa com mais de 16 raios e a presença de serras afiadas advindas da transformação de escamas abdominais. A quantidade dessas serras é variável, oscilando de seis a nove em *Acnodon* a mais de 60 em *Piaractus* (ORTÍ et al., 2008).

De modo geral, Serrasalminidae possui 101 espécies e estão distribuídas em 16 gêneros viventes (FRICKE et al. 2020) e mais um gênero monotípico fóssil do Mioceno Superior, a †*Megapiranha paranensis* (CIONE et. al., 2009). Os serrasalmídeos estão distribuídos em diversos habitats, perpassando pelas planícies alagadas e florestas inundadas até habitats a montante nas regiões dos sistemas de água doce (LOWE-MCCONNEL, 1975; GÉRY, 1977, 1984).

Além disso, este grupo de peixes também expõem uma série de especializações tróficas, estabelecidas a partir de três hábitos gerais de alimentação: frutívora, carnívora e lepidofágica (característica particular em que a espécie se alimenta do muco presente nas escamas de outros peixes). De acordo com os estudos de Ota et. al (2013), as piranhas dispõem de apenas uma série de dentes triangulares e cortantes, apresentando-se como tri ou pentacuspídeos. Uma exceção é a piranha-queixo-de-velha (*Catoprion mento*) por possuir cinco dentes mamiliformes (tuberculados) que podem se projetar para fora da boca associado ao seu hábito lepidofago. Quanto aos pacus, o tambaqui (*Colossoma macropomum*) e a pirapitinga (*Piaractus brachipomus*) pela presença de duas séries de dentes molariformes ou incisiformes (a externa composta por cinco dentes e a interna com apenas dois).

Por muitos anos, pacus e piranhas (serrasalmídeos) foram motivo de controvérsia entre pesquisadores, pois ora eram incluídos como subfamília de Characidae (EIGENMANN, 1915; NORMAN 1929; MACHADO-ALLISON, 1982), levando então o status do grupo como subfamília Serrasalminae, ora como Serrasalminidae (GÉRY 1972; ORTÍ et al., 1996; THOMPSON et al., 2014), uma família separada. Entretanto, o monofiletismo do grupo é consensual e bem estabelecido entre os autores (MACHADO-ALLISON 1983; JÉGU 2004; ORTÍ et al. 1996, 2008; THOMPSON et al. 2014; MATEUSSI et al., 2020).

Atualmente, estudos morfológicos e moleculares sugerem que os serrasalmídeos sejam mais proximamente relacionados aos Anostomidae do que a outras subfamílias de Characidae, além de suportar o status de categoria taxonômica de família de Serrasalminidae (CALCAGNOTTO et al. 2005; MIRANDE 2010; OLIVEIRA et al. 2011; ARCILA et al. 2017)

O histórico sistemático/taxonômico da Serrasalminidae inicia-se em Eigenmann (1915) que sugeriu uma tentativa inicial de classificação para esse grupo, dividindo-o em duas subfamílias dentro de Characidae: a subfamília Serrasalminae, agrupando seis gêneros (*Pygopristis*, *Pygocentrus*, *Pristobrycon*, *Gastropristis*, *Rooseveltiella* e

Serrasalmo) caracterizados pela presença de uma única série de dentes tanto no pré-maxilar quanto no maxilar e no dentário, e Myleinae, composta por nove gêneros (*Mylinae*, *Catoprion*, *Colosoma*, *Piaractus*, *Mylossoma*, *Metynnis*, *Myleus*, *Myloplus* e *Mylesinus*) pela presença de duas séries de dentes no pré-maxilar e comumente um par de dentes posterior à série labial do dentário.

Anos mais tarde, Norman (1929) unificou ambos os grupos em Serrasalmoninae, uma única subfamília, baseando-se em caracteres morfológicos como abdômen disposto em quilhas e serrilhas, corpo alto e comprimido lateralmente, além de nadadeiras dorsais longas e escamas pequenas. Subsequentemente, o estudo de Gosline (1951) corrobora com a classificação em uma única subfamília, modificando para Serrasalminae, dentro de Characidae, e passa a reconhecer *Mylossoma* e *Colossoma* (incluindo *Piaractus*) compondo um grupo a parte dos demais pacus.

Géry (1972), baseado em caracteres morfológicos como as séries de dentes, espinho pré-dorsal e espinhos ventrais, comprimento da nadadeira dorsal e escamas, elevou o grupo então ao nível de família (Serrasalmidae) e a subdividiu em três subfamílias: Catoprioninae, Myleinae e Serrasalminae. Géry (1972) ainda unificou todas as piranhas em um único gênero, *Serrasalmus*, composto por cinco subgêneros: *Pygopristis*, *Pristobrycon*, *Pygocentrus*, *Taddyella* e um subgênero nomeado de *Serrasalmus* (*Serrasalmus*).

O primeiro estudo inequivocamente cladístico de Serrasalmidae foi proposto por Machado-Allison (1982), baseado no padrão de coloração, como o corpo coberto por inúmeras máculas pretas, arredondadas e circulares; por caracteres osteológicos, como por exemplo, a estruturação da pré-maxila e da maxila; além de caracteres miológicos descrevendo a forma, dentre outras, da musculatura hipaxial ou epaxial. Em suas conclusões, trouxe novamente a hipótese de que o grupo era subfamília de Characidae e resultou numa filogenia onde o grupo dividia-se em duas linhagens: a das piranhas, consistindo em *Catoprion*, *Metynnis*, *Pristobrycon*, *Pygocentrus*, *Pygopristis* e *Serrasalmus* e a dos pacus com *Acnodon*, *Colossoma*, *Mylesinus*, *Myleus*, *Mylossoma*, *Piaractus* e *Utiaritchthys*.

Ortí e colaboradores (1996) realizaram um estudo pioneiro baseado em dados moleculares, onde os autores utilizaram sequências de genes ribossomais mitocondriais 12S e 16S e obtiveram uma árvore com três clados, um contendo *Colossoma*, *Mylossoma* e *Piaractus*, um sendo reconhecido como o das piranhas, ressaltando o polifiletismo de *Serrasalmus* e *Pristobrycon*, e um chamado "*Myleus*" para incluir *Mylesinus*, *Myleus* e

Myloplus. Essa proposta de divisão do grupo em três clados de Ortí et al. (1996) foi recuperada por várias hipóteses posteriores (morfológicas e moleculares), entretanto, com ressalvas significativas nas relações internas e com diferentes suportes estatísticos para o monofiletismo dos gêneros (JÉGU 2004; DAHDUL 2007; FREEMAN et al. 2007; ORTÍ et al. 2008; THOMPSON et al. 2014).

Uma das relações mais recentes da família foi apontada por Thompson et al. (2014), onde os autores realizaram uma metodologia baseada em abordagem multilocus, composta de 10 genes nucleares e região controle do DNA mitocondrial. Como resultado, recuperar também a relação do clado *Colossoma+Mylossoma+Piaractus* como grupo-irmão do clado composto por *Myleus*+clado piranha. Infelizmente, a baixa representatividade de espécies utilizadas, 38 de um total de 97 descritas até aquele ano, dificultou uma compreensão mais ampla das relações entre as espécies de determinados gêneros.

A hipótese das relações de parentesco mais recente é de Mateussi et. al (2020), onde os autores utilizaram 81 terminais de 69 espécies e representantes de todos os 16 gêneros de Serrasalminidae. Os resultados corroboraram o monofiletismo de Serrasalminidae e propuseram três clados propostos como duas subfamílias e duas tribos: (Colossomatinae, (Serrasalminae (Myleini + Serrasalmini))). Os autores ainda explanam as características morfológicas para cada subfamília como a presença (Serrasalminae) ou ausência (Colossomatinae) de um espinho pré-dorsal e os diagnósticos morfológicos entre as tribos, como o espinho pré-dorsal sendo contínuo (Myleini) ou descontínuo (Serrasalmini) relativa ao primeiro raio da nadadeira dorsal não ramificado.

1.1 Sistema Nervoso Central

A classificação e descrição das espécies quanto ao táxon é geralmente pelo seu código genético e morfologia. Dentro dessas linhas de estudo, uma análise que também pode ser feita é a descrição das partes que compõem a macroestrutura do Sistema Nervoso Central.

De acordo com Northcutt (1984), as hipóteses acerca de como Sistema Nervoso Central (SNC) evoluiu só são possíveis de serem formuladas a partir da observação de padrões de caracteres homólogos em organismos vivos. Dessa forma, as hipóteses de como essas transformações sucederam com o passar do tempo e os meios estabelecidos ao encéfalo para se tornar a estrutura encontrada hoje em vertebrados, são baseados em

padrões bem reconhecidos. Em suma, esses padrões são explicados pela neurobiologia comparativa por meio de quatro principais hipóteses: a). encefalização, pressupõe-se que há uma tendência dos tecidos e órgãos sensoriais de deslocarem-se na direção da região cefálica; b). invasiva, que consiste na mudança do encéfalo onde os axônios periféricos de uma população neuronal moldam conexões com outras populações inervando-se; c). hipótese da célula equivalente, em que populações neuronais, independentemente de seus núcleos serem definidos ou não, conectam entre si da mesma forma ou detém das mesmas propriedades histoquímicas e; d). hipótese de parcelamento, levanta a ideia de que as transformações no cérebro ao longo do tempo vieram por intermédio de perdas diferenciais de conexões e subsequentes desmembramentos de populações neurais homogêneas. Assim, é possível concatenar essas quatro hipóteses como os possíveis eventos evolutivos de como as mudanças no SNC estabeleceram-se ao longo da evolução dos grupos.

De acordo com Farabee (2000), os vertebrados possuem a capacidade de monitorar e manter o ambiente corporal interno constante, bem como verificar e responder a estímulos externos. Em várias espécies, essas duas funções são direcionadas por dois sistemas biológicos integrados e coordenados - o sistema endócrino e o sistema nervoso. Dessa forma, três funções principais são executadas pelo sistema nervoso: 1) receber informações sensoriais de ambientes internos e externos, 2) integrar a entrada e, 3) responder aos estímulos. Ainda nos estudos de Farabee (2000), o autor apontou que o sistema nervoso monitora e controla quase todos os sistemas de órgãos por meio de uma série de ciclos de realimentação positivos e negativos.

O conhecimento da evolução do Sistema Nervoso Central vem sendo aprimorado ao longo dos anos por meio de observações e classificações de características dos órgãos homólogos de vertebrados. Nos últimos anos, uma série de publicações contendo informações sobre a constituição dos tecidos, a conectividade de enervações, fisiologia entre outras características foram levantadas. Entretanto, no que tange ao estudo do encéfalo de peixes em geral, os resultados, apesar de inovadores, ainda são incipientes mediante a vasta possibilidade de pesquisa (DAVIS & NORTH CUTT, 1983).

No Brasil, uma das regiões mais diversas em termos ictiofaunísticos do mundo, os trabalhos com abordagem sistemática/taxonômica/descritiva do SNC de peixes iniciaram-se apenas nos últimos 10 anos. Abrahão & Shibatta (2014) descreveram a morfologia externa do encéfalo de *Pseudopimelodus* e observaram diferenças morfológicas e morfométricas entre os encéfalos de *Pseudopimelodus bufonius*, *P.*

charus e *P. mangurus*. Entretanto, nenhuma variação considerável foi observada entre as espécies, ressaltando que isso possa estar relacionado aos exemplares examinados em questão.

Pereira e Castro (2016) descreveram para Characiformes, a composição generalizada do encéfalo, exemplificada em *Brycon orbignyanus*. Em seus resultados, foram levantadas seis sinapomorfias para o grupo, comparando os resultados as ordens Cypriniformes, Gymnotiformes e Siluriformes. São elas: (I) área postrema em forma de triângulo invertido, mais ampla anteriormente e estreitando posteriormente; (II) largura do rombencéfalo não excedendo a largura do mesencéfalo, tanto nas vistas dorsal quanto ventral; (III) *lobus vagi* menos desenvolvidos; (IV) *lobus facialis* imperceptível e, quando visível, uma pequena estrutura oval presa à base do *corpus cerebellaris*; (V) *corpus cerebellaris* arredondado e alongado verticalmente e; (VI) *tectum opticum* horizontalmente alongado, em contato com a margem anterior do *corpus cerebellaris*.

A morfologia do encéfalo de *Rineloricaria heteroptera* e sua relação com a ecologia sensorial e comportamental da espécie foi descrita e discutida por Angulo e Langeani (2017). Os autores também examinaram e discutiram a variação intraespecífica sexual e ontogenética em todo o comprimento e massa do encéfalo, bem como dentro e entre os oito volumes de subdivisões encefálicas diferentes. Com base nos seus resultados, é possível inferir uma mudança ontogenética no uso de habitat e recursos e no comportamento de *R. heteroptera*. A visão, principalmente direcionada através do tectum óptico, pode ser fundamental nos estágios iniciais, enquanto em adultos, o olfato e o paladar, direcionados através do bulbo olfatório e da medula oblonga, desempenham papéis mais importantes.

Abrahão, Pupo e Shibatta (2018) descreveram e compararam morfologia macroscópica do encéfalo de *Rhamdia quelen* com sete espécies de seis gêneros de Heptapteridae. Variações interespecíficas na forma, tamanho e posição das subdivisões que compõe o complexo encefálico foram observadas em todas as espécies examinadas. Os resultados puderam revelar várias características filogeneticamente informativas entre os heptapterídeos e corroboraram hipóteses anteriores baseadas em outros caracteres anatômicos não neurais.

Pupo & Britto (2018) realizaram um estudo da anatomia comparada e suas implicações da morfologia externa do sistema nervoso central da família Callichthyidae. Segundo os autores, por mais que a análise filogenética dos caracteres levantados na pesquisa possuam limitações no que se refere a abrangência; a topologia incerta de 51

grupos pode ser esclarecida com tal análise, em especial nos níveis de família e gênero, além de incitar indícios relacionados aos processos de convergência evolutiva encontrados na análise do número de lamelas do órgão nasal.

Rosa, Martins e Langeani (2020) forneceram novos dados sobre a morfologia do sistema nervoso central e avaliaram a utilidade desses caracteres na inferência filogenética. Para isso, caracterizaram a morfologia encefálica externa de bagres Hypoptopomatinae e Neoplecostominae e analisaram 54 caracteres neuroanatômicos em um total de 40 táxons terminais dessas duas famílias, além também de Delturinae e Hypostominae como grupos externos. Como resultado, os autores informam que Hypoptopomatinae e Neoplecostominae são recuperados como subfamílias separadas, e a maioria de seus resultados são compatíveis com análises baseadas em morfologia. Por fim, ainda concluem que a neuroanatomia fornece uma fonte informativa de novos caracteres com forte sinal filogenético em todos os níveis taxonômicos recuperados.

Até o presente, poucos trabalhos foram realizados com o objetivo de descrever a morfologia encefálica de peixes, principalmente de Characiformes. É difícil apontar uma causa específica para essa escassez, levando a acreditar que seja uma somatória de fatores que vão desde ser uma área nova de estudo, como também por uma busca intencional ou não por produtividade científica dos pesquisadores, que têm preferido sistemas de fácil acesso para o levantamento de caracteres (DE CARVALHO et al., 2007; DE CARVALHO et al., 2008; MOOI e GILL, 2010).

Ainda nessa perspectiva, Datovo e Vari (2010) afirmaram que a grande maioria das pesquisas relacionadas à morfologia e evolução de peixes tem como base metodológica a osteologia. Levando em consideração os pontos desse raciocínio, é possível inferir que outras características com valor informativo como a musculatura e articulações, além da esplancnologia e claro a neuro-morfologia, passam despercebidas e deixam de contribuir para o conjunto de estudos evolutivos dos grupos implicados.

Mediante essas prerrogativas, desenvolveu-se a descrição da anatomia encefálica de Serrasalminidae, explorando assim um campo além da grande maioria das pesquisas, relacionadas principalmente com a osteologia e análises moleculares.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral:

Descrever a morfologia encefálica dos táxons de Serrasalminidae (Ostariophysi: Characiformes).

2.2 Específicos:

- Observar a composição morfológica dos encéfalos estudados;
- Descrever possíveis novas estruturas encontradas dentro do campo encefálico que contenham informações filogenéticas e/ou ecológicas relevantes ao aspecto de estudo.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado no Laboratório de Ictiologia Sistemática da Coleção de Peixes da Universidade Federal do Tocantins, Campus de Porto Nacional. Os exemplares dissecados são provenientes de instituições/coleções científicas que podem ser consultados na **Tabela 1** em Apêndices. Foram examinados 33 exemplares de 11 gêneros.

Os espécimes foram preparados de acordo com a metodologia proposta por Datovo e Bockmann (2010), a qual consiste em corar os ossos e as cartilagens, que em estudos de morfologia encefálica condiciona o aumento da visualização das suturas no crânio, bem como proporciona o enrijecimento da musculatura e partes flácidas (moles) facilitando desse modo a dissecação dos neurocrânios.

A metodologia utilizada para a remoção dos encéfalos foi baseada na proposta de Pereira e Castro (2016), sendo esse um método de dissecação encefálica direcionado para peixes com o crânio lateralmente comprimido, como Characiformes. No presente trabalho, foram necessárias algumas adaptações da metodologia, descritas abaixo, devido as particularidades do grupo de estudo em questão.

Para descrição e caracterização das estruturas encefálicas foram utilizadas as propostas de Morita e Finger (1985), Meek e Nieuwenheyus, (1998), Laberge e Hara, (2001) Butler e Hodos, (2005), Pereira (2014) e Pereira e Castro (2016).

As descrições encefálicas foram feitas em forma de texto para cada um dos encéfalos dos gêneros e espécies examinados. Nos casos que apresentaram caracterizações anatômicas idênticas, foram contextualizadas descrições generalizadas para os mesmos. A nomenclatura osteológica para os ossos que estruturam os neurocrânios e estão relacionados diretamente ao encéfalo seguiu Weitzman (1962), levando em consideração as ideias relatadas em Vari e Harold (2001) e Castro e Vari (2004). A nomenclatura miológica seguiu Datovo e Bockmann (2010) e Datovo e Castro (2012). A nomenclatura osteológica em língua portuguesa seguiu Castro e Castro (1987), atendo-se as atualizações do Acordo Ortográfico da Língua Portuguesa, promulgado em 2008.

A dissecação dos neurocrânios seguiu o passo a passo:

1. remoção da camada de epiderme que recobre o anel orbital, ossos operculares, ossos faciais e dos ossos maxilar, pré-maxilar e dentário;
2. raspagem da camada de epiderme e gordura, presente na maioria de *Myleini* do teto do neurocrânio para a visualização das suturas cranianas;

3. extração do globo ocular dos lados esquerdo e direito dos espécimes dissecados, realizando incisão na região proximal do globo ocular nos músculos que o sustentam: *Musculus rectus superior*, *Musculus rectus externus*, *Musculus rectus inferior*, *Musculus rectus internus*, *Musculus obliquus superior* e *Musculus obliquus inferior*, assim como o *Pedunculus bulbi*, parte anterior do trato óptico;
4. remoção da *Plicae olfactoriae*, desprendendo-a do interior da cavidade da fossa nasal, com o auxílio de um Descolador de Freer ou de um gengivótomo de Orban (instrumentos cirúrgicos odontológicos), a depender do tamanho da espécie. Após descolar, foi realizada uma incisão proximal a inserção do trato olfatório na porção posterior da *Plicae olfactoriae*;
5. remoção do anel orbital e dos ossos faciais utilizando uma mini espátula ou gengivótomo de Kirkland;
6. retirada dos músculos que compõe a série opercular, *Levator operculi*, *Adductor operculi* e *Adductor arcus palatini*;
7. remoção dos ossos mandibulares, do maxilar, pré-maxilar e do dentário;
8. extração dos músculos epaxiais na região mais próxima ao Aparelho de Weber, assim como dos ossos supraneurais. Utilizando um bisturi, fez-se um corte sagital na linha médio-posterior ao supraoccipital, removendo parte da musculatura epaxial até chegar ao tubo neural;
9. secção das suturas ao redor do osso mesetmóide com uma espátula, em alguns casos, principalmente nos gêneros *Serrasalmus* e *Pygocentrus*, as suturas são mais rígidas em relação aos outros gêneros, onde o uso apenas de uma espátula não é suficiente para seccioná-las, a alternativa é utilizar um alicate e romper os ossos;
10. secção dos ossos parietal e supraoccipital. Neste ponto, é possível a visualização da região posterior do encéfalo, evidenciando o cerebelo e a medula oblonga;
11. incisão dos ossos pterótico e esfenótico. Ambos compõem grande parte da parede lateral que acomoda o encéfalo. Devido compactação dos ossos que fazem parte da região posterior do neurocrânio, outros ossos são parciais ou totalmente destruídos;
12. após a remoção dos ossos do neurocrânio, o encéfalo está totalmente exposto em vista lateral esquerda, direita e em vista dorsal;
13. um corte foi realizado na região posterior da medula oblongada, logo após a vertical que passa pelo Aparelho de Weber;
14. As incisões subsequentes dos nervos cranianos devem prosseguir na seguinte sequência pósterio-anterior, para evitar o rompimento indevido dos nervos cranianos

anteriores: romper o eferente (n. X) do *lobus vagi*, o fino nervo abducente (n. VI) no fundo do neurocrânio, os nervos da área *octavolateralis* (*nervus trigeminus* – n. V, *nervus facialis* – n. VII, *nervus octavus* – n. VIII, *nervus linea lateralis anterior* – *nlla* e *nervus linea lateralis posterior* – *nllp*); o *nervus opticus* (n. II); na porção média do nervo que passa pelo assoalho do neurocrânio onde o *chiasma opticum* está localizado e, finalmente, o nervo *olfatorius* (n. I). Ao final deste procedimento, o encéfalo foi desconectado completamente da caixa craniana.

As imagens, bem como as observações das estruturas foram possíveis por meio do uso de Estéreo microscópio LEICA M165C, com sistema de captura de imagens LEICA MC170 HD acoplado. A visualização do processo de dissecação foi realizada com auxílio do Microscópio Estereoscópico Binocular Option, Zoom 1X ~ 4X, Aumento 10X ~ 160X e iluminação transmitida e refletida LED.

Todos os exemplares foram medidos e pesados previamente usando paquímetro com precisão de 0,01 mm e balança 0,001g, tendo sido feitas as seguintes medidas de cada exemplar: Comprimento padrão (CP), Comprimento da cabeça (CC), Altura da cabeça (AC), Largura da cabeça (LC) e Peso Corpóreo (P), para relação de tamanho corporal/cabeça das estruturas encefálicas, dispostos na **Tabela 1**.

Dos encéfalos de cada espécime foram mensuradas (**Tabela 1**) as medidas do comprimento, largura, altura, e volume, bem como cada estrutura que o compõe separadamente (**Tabela 2; 3; 4 e 5**). Essa etapa foi realizada por auxílio do software (LAS) do Estéreo microscópio LEICA M165C.

Para o processamento dos dados morfométricos, foi necessário utilizar uma adaptação do “*método do meio elipsoide*” de Van Staaden, Huber, Kaufman e Liem (1995), Huber et al. (1997), e White e Brown (2015). Este método pressupõe que cada estrutura cerebral, bem como o encéfalo como um todo, tem a forma de um meio elipsoide idealizado e envolve medidas lineares para comprimento (C), largura (L) e altura (A). A partir dele, converte-se essas medidas lineares em medidas volumétricas utilizando a fórmula $V = \frac{1}{6} \pi ALC$. Após essa conversão, dobra-se então o produto da equação nas estruturas pares, das quais o lado esquerdo serviu como modelo para mensurar os dados (HUBER et al., 1997; VAN STAADEN et al., 1995).

O método do meio elipsoide tem sido muito criticado nos últimos anos (ULLMANN et al., 2010), entretanto, ainda tem se mostrado muito objetivo, eficaz e útil em estudos, tais como observado e corroborado por trabalhos anteriores (WAGNER,

2001; LISNEY, BENNETT, COLLIN, 2007; GONZALEZ-VOYER e KOLM, 2010; SALAS et al., 2015; WHITE e BROWN, 2015; ANGULO e LANGEANI, 2017).

Em relação a massa encefálica (Coeficiente Encefálico) foi estimada por meio da razão logarítmica entre o peso encefálico e o peso corpóreo (**Tabela 1**) (BAUCHOT e BAUCHOT, 1986; LISNEY; COLLIN, 2006).

A classificação de Serrasalmidæ utilizada no presente estudo segue a proposta apresentada por Mateussi e colaboradores, (2020).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Abaixo, a descrição formal da morfologia encefálica detalhada de representantes de 11 gêneros de Serrasalmidae.

4.1 Descrição anatômica encefálica

Acnodon normani (Fig. 1A-C)

O encéfalo é levemente alongado; a região da *Medulla oblongata* (Fig. 1 B; C) é curta e acompanha a forma cilíndrica do cordão espinal. A *Area postrema* é inconspícua, a porção correspondente ao *Ventriculli quarti* (Fig. 1 A) é ovoide e pequena. O *Lobus vagi* (Fig. 1 A) é desenvolvido e composto por duas regiões proeminentes inseridas na porção proximal do Rombencéfalo, enquanto o *Lobus facialis* é inconspícuo.

A *Crista cerebellaris* (Fig. 1 B) apresenta-se com um sutil desenvolvimento em forma de espessamento do epitélio próximo a base do *Corpus cerebellaris*. A *Eminentia granularis* (Fig. 1 B) é pouco desenvolvida e encontra-se na região lateral em forma de abas que não alcançam a porção distal do *Corpus cerebellaris*.

O *Corpus cerebellaris* (Fig. 1 A; B) possui formato de um losango, as bordas levemente arredondadas e não é a estrutura mais elevada do encéfalo em vista dorsal e lateral. O *Torus lateralis* (Fig. 1 B) é medianamente desenvolvido, alongado em direção longitudinal. O *Torus longitudinalis* (Fig. 1 A) é pouco desenvolvido, apresenta-se como uma linha fina na divisória das metades componentes do *Tectum opticum*, perceptível na parte anterior em contato com o telencéfalo. O *Tectum opticum* (Fig. 1 A; B) é desenvolvido com formato arredondado e ocupa aproximadamente um terço do comprimento encefálico em vista dorsal. O *Nervus opticum* (Fig. 1 B; C) é bastante desenvolvido, sendo o trato óptico muito espesso em largura ao longo da sua extensão.

Diencéfalo bem estruturado, o *Saccus vasculosus* (Fig. 1 C) é moderadamente desenvolvido sendo alongado longitudinalmente, localizado entre as duas metades do *Lobus inferior hypothalami*. O *Hypothalamus* (Fig. 1 C) é bem desenvolvido e alongado transversalmente, entretanto, é menos desenvolvido em relação ao *Lobus inferior hypothalami*. A *Hypophysis* (Fig. 1 C) está disposta sob a porção central do *Hypothalamus*, sendo pequena e elíptica.

O *Telencephalon dorsale* (Fig. 1 A; B) é triangular, com concavidades conspícuas nas margens externa, interna e posterior. O *Bulbus olfactorius* (Fig. 1 A; B) é altamente alongado, séssil, e localiza-se a frente do *Telencephalon ventrale*, distanciados por um

sulco na porção central entre estas estruturas. A *Plicae olfactoriae* (Fig. 16 A) é ovoide, pouco alongada, sua rafe de sustentação é elíptica, contendo 15 lamelas linguiformes de cada lado, as seis lamelas mais anteriores são menos desenvolvidas em relação as posteriores.

***Catoprion mento* (Fig. 2 A-C)**

O encéfalo é levemente alongado e robusto; a região da *Medulla oblongata* (Fig. 2 B; C) acompanha a forma cilíndrica do cordão espinal. A *Area postrema* é inconspícua. A região do *Ventriculli quarti* (Fig. 2 A) é muito reduzida com o formato de triângulo invertido e possui uma abertura na porção anterior, em contato ligeiro com a aba posterior da *Eminentia granularis*. O *Lobus vagi* (Fig. 2 A) é medianamente desenvolvido como uma protuberância disposta próximo a base do Rombencéfalo. O *Lobus facialis* é inconspícuo e/ou ausente.

A *Crista cerebellaris* é inconspícua. A *Eminentia granularis* (Fig. 2 B) é altamente desenvolvida como uma aba que rodeia as porções laterais e posterior do *Corpus cerebellaris*. O *Corpus cerebellaris* (Fig. 2 A; B) é pouco desenvolvido, tendo formato de um losango, não sendo a estrutura mais elevada do encéfalo, tanto na vista dorsal quanto lateral. O *Torus lateralis* (Fig. 2 B) é bastante desenvolvido com alongamento longitudinal, dispendo-se na região anteroventral do *Lobus inferior hypothalami*.

O *Torus longitudinalis* (Fig. 2 A) é pouco desenvolvido, podendo ser visto somente na porção anterior em contato com estruturas telencefálicas. O *Tectum opticum* (Fig. 2 A; B) é extremamente desenvolvido e corresponde a aproximadamente um terço do comprimento total do encéfalo, em vista dorsal. O *Nervus opticum* (Fig. 2 B; C) é pouco desenvolvido e toda sua extensão é altamente espessa.

O Diencéfalo é bem estruturado. O *Saccus vasculosus* (Fig. 2 C) é moderadamente desenvolvido como uma conformação semiovalada, que se localiza na região posterior do *Hypothalamus*. O *Hypothalamus* (Fig. 2 C) é bem desenvolvido e com formato triangular. O *Lobus inferior hypothalami* (Fig. 2 C) é maior que *Hypothalamus* e possui um formato levemente reniforme. A *Hypophysis* (Fig. 2 C) é altamente desenvolvida, ovoide, com alongamento longitudinal e está disposta na região central do *Hypothalamus*.

O *Telencephalon dorsale* (Fig. 2 A; B) é altamente desenvolvido, com forma ovoide e liso em todas as bordas. O *Bulbus olfactorius* (Fig. 2 A; B) é ovoide na região posterior seguido de um prolongamento na porção anterior e é sésil. A inserção do

Bulbus olfactorius posiciona-se logo à frente do *Telencephalon ventrale*. A *Plicae olfactoriae* (fig 16 B) é ovoide e pequena, sua rafe de sustentação é levemente espessa ao longo de sua extensão. Possui aproximadamente 10-12 lamelas de cada lado.

***Colossoma macropomum* (Fig. 3 A-C)**

O encéfalo é robusto; a região da *Medulla oblongata* (Fig. 3 B; C) é levemente alongada e acompanha a forma cilíndrica do cordão espinal. A *Area postrema* é inconspícua. A região do *Ventriculli quarti* (Fig. 3 A) é circular e pequena. O *Lobus vagi* (Fig. 3 A) é pouco desenvolvido como uma leve protuberância próxima a base do Rombencéfalo enquanto o *Lobus fascialis* inconspícua.

A *Crista cerebellaris* é inconspícua. A *Eminentia granularis* (Fig. 3 B) é medianamente desenvolvida, encontrando-se como abas laterais na porção medial do *Corpus cerebellaris*. O *Corpus cerebellaris* (Fig. 3 A; B) possui formato elíptico, moderadamente desenvolvido e não corresponde a estrutura mais elevada do encéfalo em vista dorso-lateral.

O *Torus lateralis* (Fig. 3 B) é moderadamente desenvolvido e ovalado no sentido longitudinal e está situado entre a porção mesoventral do *Tectum opticum* e a porção anterodorsal do *Lobus inferior hypothalami*. O *Torus longitudinalis* (Fig. 3 A) é pouco desenvolvido, caracterizado como uma linha sutil que divide o *Tectum opticum*, sendo melhor visível na porção anterior do complexo telencéfalo.

O *Tectum opticum* (Fig. 3 A; B) é desenvolvido, possui formato ovoide com a porção lateral levemente abaulada e ocupa aproximadamente um terço do comprimento encefálico em vista dorsal. O *Nervus opticus* (Fig. 3 B; C) é bastante desenvolvido e espesso no decorrer da sua extensão.

O Diencéfalo é bem estruturado. O *Saccus vasculosus* (Fig. 3 C) pouco desenvolvido, com uma forma elíptica. O *Hypothalamus* (Fig. 3 C) é moderadamente desenvolvido, com formato trapezoidal. O *Lobus inferior hypothalami* (Fig. 3 C) é bem desenvolvido, com formato de meia lua, sendo duas vezes maior que o *Hypothalamus*. A *Hypophysis* (Fig. 3 C) está situada sob a porção central do *Hypothalamus*, é pequena e possui formato arredondado.

O *Telencephalon dorsale* (Fig. 3 A; B) é retangular com a porção anterior apresentando uma sutil concavidade interna. O *Bulbus olfactorius* (Fig. 3 A; B) é curto, sésil, possuindo um formato circular e a inserção localiza-se à frente do *Telencephalon ventrale*. A *Plicae olfactoriae* (Fig. 16 C) é circular, sua rafe de sustentação é oblonga,

com 16 lamelas linguiformes, sendo as 8 posteriores mais desenvolvidas que o restante das anteriores.

Gênero *Metynnis*

***Metynnis lippincottianus* (Fig. 4 A-C) e *Metynnis hypsauchen* (Fig. 5 A-C)**

Os encéfalos de *Metynnis lippincottianus* e *Metynnis hypsauchen* são robustos e pequenos, a região da *Medulla oblongata* (Fig. 4 B; C e Fig. 5 B; C) das duas espécies é bem desenvolvida, cilíndrica e similar a espessura do cordão espinal. A *Area postrema* e em *M. lippincottianus* (Fig. 4 A) é levemente alongada, enquanto *M. hypsauchen* (Fig. 5 A) é ligeiramente curta. A região do *Ventriculli quarti* é bastante desenvolvida, assemelhando-se a um triângulo em *M. lippincottianus* (Fig. 4 A) e com um formato mais ovalado em *M. hypsauchen* (Fig. 5 A), em ambas há uma concavidade relativamente profunda que vai de encontro com a porção posterior do *Lobus vagi*, e o *Lobus vagi* (Fig. 4 A e Fig. 5 A) é pouco desenvolvido, dispondo-se como uma elevação na porção anterior do Rombencéfalo. O *Lobus facialis* é ausente.

A região correspondente a *Crista cerebellaris* é inconspícua em ambas. A *Eminentia granularis* de *M. lippincottianus* (Fig. 4 B) é medianamente mais desenvolvida que a de *M. hypsauchen* (Fig. 5 B) e são como abas laterais na porção mesoposterior do *Corpus cerebellaris*. Já o *Corpus cerebellaris* é moderadamente desenvolvido, ovoide em *M. lippincottianus* (Fig. 4 A; B) e pouco desenvolvido e circular em *M. hypsauchen* (Fig. 5 A; B), em vista dorsal.

Em *M. lippincottianus*, o *Torus lateralis* (Fig. 4 B) é moderadamente desenvolvido e afunilado na porção posterior e está em contato direto com o *Lobus inferior hypothalami* e semiarredondado na porção anterior em contato com o *Tectum opticum*, ao passo que na sua congênere (Fig. 5 B) é pouco desenvolvido, semicircular, e dispõe-se na região anterior ao *Lobus inferior hypothalami*.

Nas duas espécies é possível visualizar o *Torus longitudinalis* (Fig. 4 A e Fig. 5 A) como uma linha tênue entre o *Tectum opticum* que se estende até a região de contato do campo telencefálico. O *Tectum opticum* (Fig. 4 A; B e Fig. 5 A; B) é bastante desenvolvido e dispõem-se como estruturas pareadas ovoides e/ou elípticas. O *Nervus opticum* é pouco desenvolvido.

O Diencéfalo é moderadamente desenvolvido em *M. lippincottianus* (Fig. 4 C) e bem estruturado em *M. hypsauchen*. O *Saccus vasculosus* é inconspícuo em ambos. O *Hypothalamus* quase que dividido em duas porções por um sulco na parte central em *M.*

lippincottianus, (Fig. 4 C) ao passo que em *M. hypsauchen* (Fig. 5 C) é alongado horizontalmente e pouco desenvolvido. O *Lobus inferior hypothalami* é reniforme, mais desenvolvido em volume do que o *Hypothalamus* e ocupa aproximadamente a metade da região anteroventral do encéfalo em *M. lippincottianus* (Fig. 4 C), enquanto se apresenta em forma elíptica e consideravelmente mais desenvolvido que o *Hypothalamus* em *M. hypsauchen* (Fig. 5 C). A *Hypophysis* (Fig. 4 C e Fig. 5 C) é bem desenvolvida e ovalada, disposta a frente do *Hypothalamus* nas duas espécies.

O *Telencephalon dorsale* (Fig. 4 A e Fig. 5 A) é moderadamente desenvolvido, possui forma retangular com leves reentrâncias anterolaterais que seguem em sentido centro superior em ambas. O *Bulbus olfactorius* é sésil e pouco desenvolvido com forma circular em *M. lippincottianus* (Fig. 4 A) e forma ovoide e relativamente alongada em *M. hypsauchen* (Fig. 5 A) e a inserção está localizada à frente do *Telencephalon ventrale* tanto numa quanto em outra.

A *Plicae olfactoriae* é pouco desenvolvida e levemente alongada, com 8 (UNT 12329) e 10 (UNT 20331) lamelas espessas de cada lado em *M. lippincottianus* (Fig. 16 D'; D''). A rafe de sustentação é quase que uniformemente espessa ao longo de todo seu comprimento, sendo as duas lamelas anteriores menos desenvolvidas que as posteriores, as quais são praticamente do mesmo tamanho. Já em *M. hypsauchen* (Fig. 16 E), a *Plicae olfactoriae* é bem estruturada, circular e com 12 lamelas linguiformes de cada lado, a rafe de sustentação possui um formato linear em toda sua extensão com um leve alargamento na porção central.

***Myleus setiger* (Fig. 6 A-C)**

O encéfalo é bem desenvolvido e levemente alongado, sendo que a região da *Medulla oblongata* (Fig. 6 B; C) acompanha a forma cilíndrica do cordão espinal. A *Area postrema* (Fig. 6 A) é curta. A *Região do Ventriculli quarti* (Fig. 6 A) é pequena, ovoide e diretamente conectada ao *Lobus facialis*. O *Lobus vagi* (Fig. 6 A) é pouco desenvolvido, podendo ser visível como um espessamento na porção superior do Rombencéfalo. O *Lobus facialis* é inconspícuo.

A *Crista cerebellaris* (Fig. 6 B) é pouco desenvolvida e visível apenas como um ligeiro espessamento epitelial na porção lateral do Rombencéfalo. A *Eminentia granularis* (Fig. 6 B) é moderadamente desenvolvida, em vista dorsolateral como duas abas laterais semicirculares. O *Corpus cerebellaris* (Fig. 6 A; B) é levemente desenvolvido, circular, sendo a estrutura mais elevada do encéfalo, em vista dorsal.

O *Torus lateralis* (Fig. 6 B) é muito reduzido, em forma circular com uma leve concavidade na região inferior, podendo ser visualizado lateralmente. O *Torus longitudinalis* (Fig. 6 A) é visível entre o *Tectum opticum*, como uma linha tênue pouco desenvolvida, em vista dorsal. O *Tectum opticum* (Fig. 6 A; B) está disposto como duas estruturas pareadas semicirculares e lisas.

O Diencéfalo apresenta-se bem desenvolvido. O *Saccus vasculosus* é inconspícuo e/ou ausente. O *Hypothalamus* (Fig. 6 C) é relativamente bem desenvolvido como uma estrutura semiovalada localizada na porção anteroventral, com um sulco na sua porção central que chega a quase dividi-lo ao meio. O *Lobus inferior hypothalami* (Fig. 6 C) assume forma de meia lua, robusto, bem desenvolvido e é aproximadamente duas vezes maior que o *Hypothalamus*. A *Hypophysis* (Fig. 6 C) é desenvolvida, ovalada e está inserida na porção logo à frente do sulco do *Hypothalamus*.

O *Telencephalon dorsale* (Fig. 6 A; B) é moderadamente desenvolvido com formato trapezoidal e algumas reentrâncias que saem da região posterolateral e vai até a região central. O *Bulbus olfactorius* (Fig. 6 A; B) é pequeno, sésil e circular com um leve alongamento na porção distal e sua inserção localiza-se à frente do *Telencephalon ventrale*. A *Plicae olfactoriae* (Fig. 16 F) é ovalada, com a rafe de sustentação pouco espessada, em um formato linear com 12 lamelas de cada lado, com as três posteriores menos desenvolvidas que o restante.

***Mylesinus paucisquamatus* (Fig. 7 A-C)**

O encéfalo é alongado e bem desenvolvido, sendo que a *Medulla oblongata* (Fig. 7 B; C) não acompanha a forma cilíndrica do cordão espinal devido seu achatamento dorsoventral. A *Area postrema* (Fig. 7 A) é extremamente reduzida e sem forma definida. A porção correspondente ao *Ventriculli quarti* (Fig. 7 A) localiza-se bem próxima à margem anterior do *Lobus vagi*, com formato pequeno e ovalado, em vista dorsal e com uma concavidade relativamente sutil.

O *Lobus vagi* (Fig. 7 A) é pouco desenvolvido caracterizado por uma elevação na base do Rombencéfalo. O *Lobus facialis* é menos desenvolvido que o *Lobus vagi*, disposto como uma sutil aba localizada entre a parte anterior do *Lobus vagi* e a porção posterior do *Corpus cerebellaris*.

A *Crista cerebellaris* inconspícua e/ou ausente. A *Eminentia granularis* (Fig. 7 B) é pouco desenvolvida como duas abas laterais do *Corpus cerebellaris*, não alcançando a porção medial deste e em contato com a porção posterior do *Tectum opticum*. O *Tectum*

opticum (Fig. 7 A; B) é altamente desenvolvido sendo duas estruturas ovaladas, reconhecido por ocupar quase a metade do comprimento total do encéfalo.

O *Nervus opticum* (Fig. 7 B; C) é moderadamente desenvolvido e espesso. O *Torus lateralis* (Fig. 7 B) é pouco desenvolvido, conectado apenas com o *Lobus inferior hypothalami* na sua porção anterior. O *Torus longitudinalis* (Fig. 7 A) é visível como uma linha espessa entre as divisões do *Tectum opticum*, estando mais evidente na porção anterior que se liga ao complexo telencefálico.

O Diencéfalo é bem estruturado. O *Saccus vasculosus* (Fig. 7 C) é pouco desenvolvido, pequeno, circular e é visível na porção posterior do *Lobus inferior hypothalami*. O *Hypothalamus* (Fig. 7 C) é trapezoidal e moderadamente desenvolvido, com uma depressão quase inconspícua na porção central. A *Hypophysis* (Fig. 7 C) assume uma forma ovalada na porção frontal do *Hypothalamus*, e é medianamente desenvolvida, em vista ventral.

O *Telencephalon dorsale* (Fig. 7 A; B) é elíptico, sendo as porções anterior e posterior mais alongadas que a medial. O *Bulbus olfactorius* (Fig. 7 A; B) é séssil, razoavelmente desenvolvido, moderadamente alongado e sua inserção localiza-se à frente do *Telencephalon ventrale*. A *Plicae olfactoriae* (Fig. 16 G) é esférica, com a rafe de sustentação muito alongada e larga em toda a sua extensão, com aproximadamente 20 lamelas de cada lado, todas linguiformes.

Gênero *Myloplus*

***Myloplus torquatus* (Fig. 8 A-C) e *Myloplus rubripinnis* (Fig. 9 A-C)**

O encéfalo de *M. torquatus* é curto enquanto o de *M. rubripinnis* é alongado, ambos relativamente robustos e bem desenvolvidos. Em *M. torquatus* (Fig. 8 B; C), a *Medulla oblongata* é curta e achatada dorsoventralmente, e conseqüentemente não acompanha a forma cilíndrica do cordão espinal, ao passo que em *M. rubripinnis* (Fig. 9 B; C) é cilíndrica, alongada e acompanha o formato do cordão espinal.

A *Area postrema* é inconspícua, sem forma definida em ambas as espécies. A região correspondente ao *Ventriculli quarti* é bem desenvolvida, com forma circular em *M. torquatus* (Fig. 8 A) e mais elíptica e alongada longitudinalmente em *M. rubripinnis* (Fig. 9 A) – além de uma concavidade evidente e relativamente profunda nas duas espécies. O *Lobus vagi* é pouco desenvolvido em *M. torquatus* (Fig. 8 A) e bem desenvolvido em *M. rubripinnis* (Fig. 9 A) como uma saliência na base do Rombencéfalo. O *Lobus facialis* é inconspícuo em ambas as espécies.

A *Crista cerebellaris* é inconspícua em *M. torquatus* e conspícua como um sutil espessamento na base lateral do Rombencéfalo em *M. rubripinnis*. A *Eminentia granularis* (Fig. 8 B e Fig. 9 B) é moderadamente desenvolvida como abas aderidas à porção anterolateral do *Corpus cerebellaris* e à porção posterior do *Tectum opticum*, nas duas espécies. O *Corpus cerebellaris* de *M. torquatus* (Fig. 8 A; B) é moderadamente desenvolvido e ovalado com a porção anterior bem mais alongada que a posterior e em *M. rubripinnis* (Fig. 9 A; B), essa estrutura é altamente desenvolvida e arredondada.

O *Torus lateralis* de *M. torquatus* (Fig. 8 B) é moderadamente desenvolvido e triangular, ao passo que o de *M. rubripinnis* (Fig. 9 B) é elíptico e pouco desenvolvido, ambos estão localizados na porção anterior do *Lobus inferior hypothalami*. O *Torus longitudinalis* (Fig. 8 A e 9 A) é levemente desenvolvido, sendo visível entre as metades do *Tectum opticum* em forma de um espessamento epitelial, e na porção anterior está em contato com o complexo telencefálico, sem distinção considerável entre as espécies.

O *Tectum opticum* é extremamente desenvolvido e ovalado, sendo aproximadamente mais que um terço do comprimento total do encéfalo em *M. torquatus* (Fig. 8 A; B) enquanto ocupa aproximadamente metade do comprimento total em *M. rubripinnis* (Fig. 9 A; B). O *Nervus opticum* (Fig. 8 B; C e Fig. 9 B; C) é pouco desenvolvido e estreito nas duas espécies.

O Diencéfalo de ambas é bem estruturado. O *Saccus vasculosus* é conspícua, visível como uma estrutura elíptica em *M. torquatus* (Fig. 8 C) e desenvolvido e alongado longitudinalmente em *M. rubripinnis* (Fig. 9 C), podendo ser localizados no espaço entre as metades do *Lobus inferior hypothalami*. O *Hypothalamus* de *M. torquatus* (Fig. 8 C) é moderadamente desenvolvido, retangular e com um sulco sutil na porção central, já o de *M. rubripinnis* (Fig. 9 C) é pouco desenvolvido, com formato de um retângulo moderadamente alongado e um sulco profundo na porção central, com a porção posterior em contato com o *Saccus vasculosus*.

O *Lobus inferior hypothalami* é moderadamente desenvolvido na forma de meia-lua em ambas espécies, entretanto o de *M. torquatus* (Fig. 8 C) corresponde a aproximadamente duas vezes o tamanho do *Hypothalamus*, diferente do de *M. rubripinnis* (Fig. 9 C) que corresponde aproximadamente três a quatro vezes o tamanho do *Hypothalamus*. A *Hypophysis* (Fig. 8 C e Fig. 9 C) é pouco desenvolvida, arredondada, e localiza-se sob a porção anterior do *Hypothalamus* tanto em *M. torquatus* quanto em *M. rubripinnis*.

O *Telencephalon dorsale* (Fig. 8 A e Fig. 9 A) é moderadamente desenvolvido, robusto, trapezoidal e possui uma reentrância mesocentral em ambas espécies. O *Bulbus olfactorius* é moderadamente pequeno, ovoide e sésil em *M. torquatus* (Fig. 8 A) e bem desenvolvido, alongado e sésil em *M. rubripinnis* (Fig. 9 A), a sua inserção localiza-se à frente do *Telencephalon ventrale* tanto em uma quanto em outra.

A *Plicae olfactoriae* de *M. torquatus* (Fig. 16 H) é pequena, circular, com sua rafe de sustentação mais espessa na porção central e alongada nas regiões anterior e posterior, 11 lamelas linguiformes em cada lado. Em contrapartida a de *M. rubripinnis* (Fig. 16 I) é em desenvolvimento, circular e possui 16 lamelas também linguiformes.

***Piaractus mesopotamicus* (Fig. 10 A-C)**

O encéfalo é curto, compacto e/ou robusto, sendo a região da *Medulla oblongata* (Fig. 10 B; C) cilíndrica em toda a sua extensão até o cordão espinal. A *Area postrema* (Fig. 10 A) é moderadamente curta. A região que corresponde ao *Ventriculli quarti* (Fig. 10 A) possui uma forma alongada elipsoidal apresentando uma concavidade rasa, seguida de uma linha levemente sulcada até o final da *Medulla oblongata*, em vista dorsal. O *Lobus vagi* (Fig. 10 A) é pouco desenvolvido, como uma protuberância semiovalada na base do Rombencéfalo. O *Lobus facialis* é inconspícuo.

A *Crista cerebellaris* pode ser visualizada como um leve espessamento epitelial na base dorsolateral do Rombencéfalo, quase inconspícua. A *Eminentia granularis* (Fig. 10 B) é moderadamente desenvolvida como duas abas médio laterais do *Corpus cerebellaris*. O *Corpus cerebellaris* (Fig. 10 A; B) é bem desenvolvido, sendo a estrutura mais elevada do encéfalo, em vista lateral, assumindo uma forma circular, em vista dorsal.

O *Torus lateralis* (Fig. 10 B) é pouco desenvolvido, possui formato ovalado com a porção posterior mais afilada que a anterior e está em contato com o *Tectum opticum* na parte anteroventral e com o *Lobus inferior hypothalami* na região anterodorsal. O *Torus longitudinalis* (Fig. 10 A) é visível como uma linha tênue entre o *Tectum opticum*, estando em maior evidência no contato com o complexo telencefálico. O *Tectum opticum* (Fig. 10 A; B) é moderadamente desenvolvido como estruturas pareadas, ovaladas e lisas ocupando nitidamente a maior parte do comprimento encefálico em vista dorsal. O *Nervus opticum* (Fig. 10 B; C) é moderadamente desenvolvido e espesso.

O Diencéfalo é muito bem estruturado. O *Saccus vasculosus* é ausente. O *Hypothalamus* (Fig. 10 C) assumindo uma forma retangular e está intimamente ligado a

porção anterior do *Lobus inferior hypothalami*, delimitado apenas por um sutil espessamento epitelial. O *Lobus inferior hypothalami* (Fig. 10 C) possui um formato reniforme e é mais desenvolvido em tamanho em comparação ao *Hypothalamus*, ocupando mais da metade da região anteroventral. A *Hypophysis* (Fig. 10 C) é pouca desenvolvida e ovalada, encaixando-se na porção frontal do *Hypothalamus*.

O *Telencephalon dorsale* (Fig. 10 A; B) é retangular, levemente alongado, moderadamente desenvolvido e possui uma reentrância ao longo da sua extensão. O *Bulbus olfactorius* (Fig. 10 A; B) é circular, pequeno e sésil, a inserção se dá à frente do *Telencephalon ventrale*. A *Plicae olfactoriae* (Fig. 16 J) é ovalada, com sua rafe de sustentação relativamente espessa em toda sua extensão e 14 lamelas de cada lado, todas linguiformes com as três posteriores menos desenvolvidas que as demais.

Gênero *Pygocentrus*

***Pygocentrus nattereri* (Fig. 11 A-C) e *Pygocentrus piraya* (Fig. 12 A-C)**

Para as duas espécies o encéfalo é alongado e bem desenvolvido, assim como a *Medulla oblongata* (Fig. 11 B; C e Fig. 12 B; C) possui um achatamento dorsoventral e não acompanha a forma cilíndrica do cordão espinal. Em *P. nattereri* (Fig. 11 A), a *Area postrema* é relativamente desenvolvida com um sulco na linha mediana, formando uma região em “v”, em vista dorsal e em *P. piraya* (Fig. 12 A) é pouco menos desenvolvida que na sua congênera. A região do *Ventriculli quarti* apresenta, em vista dorsal, a forma extremamente ovoide e alongada longitudinalmente, sendo mais larga em *P. piraya* (Fig. 12 A) do que em *P. nattereri* (Fig. 11 A), com uma concavidade relativamente profunda em ambas.

O *Lobus vagi* está visível em *P. nattereri* (Fig. 11 A) e em *P. piraya* (Fig. 12 A) como uma protuberância pouco desenvolvida, acompanhando a região ao redor do *Ventriculli quarti* e ocupando uma pequena porção do Rombencéfalo. O *Lobus facialis* é pouco desenvolvido, apresentando-se como uma aba suspensa e está localizado entre a porção anterior do *Lobus vagi* e a porção posterior do *Corpus cerebellaris*, ao passo que em *P. piraya* é inconspícuo e/ou ausente.

A *Crista cerebellaris* é inconspícua em ambas as espécies. A *Eminentia granularis* é bem desenvolvida, caracterizada como abas laterais que alcançam a porção média do *Corpus cerebellaris*, sendo mais desenvolvida e ovoide em *P. nattereri* (Fig. 11 B) do que em *P. piraya* (Fig. 12 B). O *Corpus cerebellaris* (Fig. 11 A; B e Fig. 12 A; B) é circular, com um leve alongado em direção longitudinal nos dois exemplos estudados.

O *Torus lateralis* de *P. nattereri* (Fig. 11 B) é pouco desenvolvido, arredondado, sendo mais visível em vista lateral, enquanto o de *P. piraya* (Fig. 12 B) é moderadamente desenvolvido e alongado longitudinalmente.

O *Torus longitudinalis* (Fig. 11 A e Fig. 12 A) é desenvolvido, podendo ser melhor visualizado nas porções posterior com um leve sulco e na anterior em contato com o complexo telencefálico, em ambas as espécies. O *Tectum opticum* (Fig. 11 A; B e Fig. 12 A; B) é moderadamente desenvolvido e ocupa aproximadamente um terço do comprimento total do encéfalo e o *Nervus opticum* (Fig. 11 B; C e Fig. 12 B; C) é moderadamente desenvolvido e espesso ao longo de toda a sua extensão em *P. nattereri* e *P. piraya*.

O Diencéfalo é bem estruturado. O *Saccus vasculosus* (Fig. 11 C e Fig. 12 C) é moderadamente desenvolvido como uma estrutura ovoide na porção posterior do *Hypothalamus*, ocupando uma pequena parte entre o *Lobus inferior hypothalami* em *P. nattereri* e *P. piraya*. O *Hypothalamus* retangular, com um sulco central que o divide em duas partes sendo este sulco menos desenvolvido em *P. nattereri* (Fig. 11 C) do que em *P. piraya* (Fig. 12 C). O *Lobus inferior hypothalami* (Fig. 11 C e Fig. 12 C) é altamente desenvolvido, reniforme, e possui aproximadamente duas vezes o tamanho do *Hypothalamus* nas duas espécies. A *Hypophysis* é pouco desenvolvida e elíptica em *P. nattereri* (Fig. 11 C) ao passo que a de *P. piraya* (Fig. 12 C) é ovoide e moderadamente desenvolvida, ambas estão ocupando a porção anterior do *Hypothalamus*.

As duas espécies possuem o *Telencephalon dorsale* (Fig. 11 A; B e Fig. 12 A; B) moderadamente desenvolvido, retangular, com reentrâncias posteriores e mesocentrais. O *Bulbus olfactorius* de *P. nattereri* (Fig. 11 A; B) é bem desenvolvido e sésil, com a base arredondada e a porção anterior mais alongada, já o de *P. piraya* (Fig. 12 A; B) é alongado de uma forma mais uniforme, sem a base tão arredondada, e a inserção localiza-se à frente do *Telencephalon ventrale* em ambas espécies.

A *Plicae olfactoriae* é pequena, elíptica com sua rafe de sustentação é delgada e pouco espessa ao longo de toda a sua estrutura, sendo a de *P. nattereri* (Fig. 16 K) com 11 lamelas linguiformes de cada lado, com as 4 posteriores menos desenvolvidas que as anteriores, e a de *P. piraya* (Fig. 16 L) com 17 lamelas linguiformes, apresentado as 7 posteriores menos desenvolvidas que as demais.

Gênero *Serrasalmus*

Serrasalmus maculatus (Fig. 13 A-C) e *Serrasalmus rhombeus* (Fig. 14 A-C)

O encéfalo de ambos é levemente alongado e estreito, assim como a *Medulla oblongata* (Fig. 13 B; C e Fig. 14 B; C) é cilíndrica em toda a sua extensão acompanhando a forma do cordão espinal. A *Area postrema* é moderadamente estreita e curta em *S. maculatus* (Fig. 13 A) e inconspícua em *S. rhombeus* (Fig. 14 A). A região do *Ventriculli quarti* é ovoide e alongada em *S. maculatus* (Fig. 13 A) e elíptica quase tendendo a um formato triangular na porção posterior em *S. rhombeus* (Fig. 14 A). O *Lobus vagi* (Fig. 13 A e Fig. 14 A) apresenta-se como uma sutil protuberância, pouco desenvolvido, sem forma definida e o *Lobus facialis* inconspícuo, em ambas espécies.

A *Crista cerebellaris* é visualizada como uma linha de espessamento epitelial que se prolonga longitudinalmente próximo a base do *Tectum opticum* até metade da lateral do Rombencéfalo, passando um pouco da porção superior da inserção do *Nso* em *S. maculatus* (Fig. 13 B) ao passo que em *S. rhombeus* (Fig. 14 B) não atinge essa porção. A *Eminentia granularis* (Fig. 13 B e Fig. 14 B) é pouco desenvolvida e apresenta-se como abas laterais que não alcançam a margem lateral do *Corpus cerebellaris*, em vista dorsal, em ambas as espécies.

O *Corpus cerebellaris* é medianamente desenvolvido, com um formato sutilmente arredondado em *S. maculatus* (Fig. 13 A; B) e bem desenvolvido, circular com a porção posterior mais afilada que a anterior em *S. rhombeus* (Fig. 14 A; B). Nas congêneres aqui analisadas, o *Torus lateralis* (Fig. 13 B e Fig. 14 B) é estreito, alongado, localizando-se na porção anterior do *Lobus inferior hypothalami* bem como, o *Torus longitudinalis* (Fig. 13 A e Fig. 14 A) é pouco desenvolvido como uma linha tênue entre as metades do *Tectum opticum*, sendo mais visível na porção anterior em contato com as estruturas que compõe o telencéfalo.

O *Tectum opticum* (Fig. 13 A; B e Fig. 14 A; B) é moderadamente desenvolvido tanto em *S. maculatus* quanto em *S. rhombeus*, sendo em média um terço do comprimento do encéfalo, em vista dorsal. Assim como o *Nervus opticum* (Fig. 13 B; C e Fig. 14 B; C) é bem desenvolvido, com um espessamento ao longo de toda a sua extensão.

O Diencéfalo é bem estruturado nas duas espécies. O *Saccus vasculosus* é conspícuo e pode ser localizado logo abaixo do *Lobus inferior hypothalami* em *S. maculatus* (Fig. 13 C) e inconspícuo ou ausente em *S. rhombeus* (Fig. 14 C). Em *S. maculatus* (Fig. 13 C), o *Hypothalamus* tem a forma de um retângulo curto e largo,

tendendo a um quadrado, ao passo que em *S. rhombeus* (Fig. 14 C) é retangular alongado, estreito e ambos possuem um sulco profundo que quase os divide ao meio, restando a porção posterior unida por uma camada epitelial.

Em *S. maculatus* (Fig. 13 C), o *Lobus inferior hypothalami* é moderadamente desenvolvido, sendo pouco maior que o tamanho do *Hypothalamus*. Já em *S. rhombeus* (Fig. 14 C) o *Lobus inferior hypothalami* é menos desenvolvido em relação ao da congênera, é ovalado, e duas vezes o tamanho do *Hypothalamus*. A *Hypophysis* é bem desenvolvida e localiza-se na porção central do *Hypothalamus* em *S. maculatus* (Fig. 13 C), diferindo de *S. rhombeus* (Fig. 14 C), que é moderadamente desenvolvida, arredondada com um leve afilamento da porção anterior e está disposta à frente do *Hypothalamus*.

Em ambas espécies, o *Telencephalon dorsale* (Fig. 13 A; B e Fig. 14 A; B) tem forma retangular, com reentrâncias na margem posterior que se estendem até a porção mesocentral. O *Bulbus olfactorius* (Fig. 13 A; B e Fig. 14 A; B) é ovoide na base e logo em seguida inicia um prolongamento espesso na sua porção anterior, é sésil e a sua inserção é à frente do *Telencephalon ventrale*.

A *Plicae olfactoriae* é distinta entre as espécies, enquanto que em *S. maculatus* (Fig. 16 M) é pequena, ovoide e sua rafe de sustentação é estreita ao longo da extensão, com 10 lamelas linguiformes de cada lado, em *S. rhombeus* (Fig. 16 N) é bem desenvolvida, circular e possui 18 lamelas linguiformes com as 5 anteriores menos desenvolvidas que as restantes.

***Utariitichthys sennaebregai* (Fig. 15 A-C)**

O encéfalo é moderadamente alongado e robusto. A *Medulla oblongata* (Fig. 15 B; C) é levemente achatada dorsoventralmente, quase que chegando a acompanhar o formato cilíndrico do cordão espinal. A *Area postrema* é inconspícua. A Região do *Ventriculli quarti* (Fig. 15 A) é bem pequena estruturando-se em forma de um triângulo invertido, côncava na região anterior, quase tocando a base do *Corpus cerebellaris*. O *Lobus vagi* e *Lobus facialis* são inconspícuos.

A *Crista cerebellaris* é inconspícua. A *Eminentia granularis* (Fig. 15 B) é medianamente desenvolvida como abas laterais na porção anterior do *Corpus cerebellaris*, deixando a porção posterior do mesmo em evidência. O *Corpus cerebellaris* (Fig. 15 A; B) é ovalado e alongado transversalmente, não sendo a estrutura mais elevada do encéfalo, em vista dorsal.

O *Torus lateralis* (Fig. 15 B) é moderadamente desenvolvido, ovoide, dispostose na porção posteroventral do encéfalo. O *Torus longitudinalis* (Fig. 15 A) é moderadamente desenvolvido como um espessamento epitelial entre as metades do *Tectum opticum*, sendo mais visível na porção anterior em contato com o complexo telencefálico. O *Tectum opticum* (Fig. 15 A; B) é relativamente bem desenvolvido, ovoide, configurando um terço do comprimento total do encéfalo, em vista dorsal. O *Nervus opticus* (Fig. 15 B; C) é moderadamente desenvolvido e pouco espesso.

O Diencéfalo é bem estruturado. O *Saccus vasculosus* (Fig. 15 C) é altamente desenvolvido, podendo ser visualizado entre as metades do *Lobus inferior hypothalami*. O *Hypothalamus* (Fig. 15 C) é trapezoidal e pouco desenvolvido ao passo que o *Lobus inferior hypothalami* (Fig. 15 C) é quase duas vezes maior que o *Hypothalamus*. A *Hypophysis* (Fig. 15 C) é altamente desenvolvida, esférica e se localiza na porção anterior do *Hypothalamus*.

O *Telencephalon dorsale* (Fig. 15 A; B) é medianamente desenvolvido, com reentrâncias na porção posterior, e possui quase o mesmo tamanho do *Bulbus olfactorius*. O *Bulbus olfactorius* (Fig. 15 A; B) é sésil, e seu formato é mais ovoide na base, seguindo com um prolongamento na porção anterior. A inserção do *Bulbus olfactorius* é à frente do *Telencephalon ventrale*. A *Plicae olfactoriae* (Fig. 16 O) é pequena e circular; sua rafe de sustentação é elíptica com 15 lamelas de cada lado. As lamelas anteriores pouco menos desenvolvidas e linguiformes e as posteriores mais desenvolvidas e com as projeções linguiformes mais evidentes.

4.2 Coeficiente encefálico e Inferências ecológicas e morfológicas

O Coeficiente encefálico (Ce), calculado aqui de acordo com Bauchot e Bauchot (1986) e Lisney e Collin (2006), consiste na razão logarítmica entre o peso do encéfalo e o peso do animal (**Tabela 1**). Em Serrasalminidae, os maiores coeficientes estão em *Acnodon normani* (2,403) *Metynnis lippincottianus* (2,370), e *Myleus setiger* (2,019) pertencentes a tribo Myleini. Quanto as espécies que apresentaram os menores Ce, estão: *Pygocentrus nattereri* (0,112), *Serrasalmus rhombeus* (0,214) e *Serrasalmus maculatus* (0,285), todas da tribo Serrasalmini. De maneira geral, em Serrasalminidae, pode-se observar que indivíduos com menor peso corpóreo possuem coeficientes encefálicos maiores em relação aos outros congêneres, padrão observado também em outros Characiformes (PEREIRA e CASTRO, 2016).

Ainda segundo Pereira e Castro (2016), há uma forte tendência a indivíduos com hábitos lepidófagos apresentarem Ce mais altos. Seguindo esse raciocínio, Leite e Jégu (1990), a partir da análise de estômagos da espécie *Acnodon normani*, inferiram que estas possuem hábito alimentar amplo, que variam em diferentes estágios de vida e vai desde material vegetal a escamas e seu muco, demonstrando dessa forma comportamentos lepidófagos, corroborando com o trabalho aqui exposto, onde a espécie com maior Coeficiente encefálico foi *Acnodon normani*. Além dessa característica, os indivíduos pertencentes a *Acnodon normani* tem em média 13 cm de comprimento padrão (adulto), sendo a menor espécie de Serrasalmidae vivente (JÉGU, 2003), o que permite inferir também, além da alimentação, a relação Ce em função do peso proposta por Pereira e Castro (2016).

Em contrapartida, *Catoprion mento*, conhecida também por possuir hábitos lepidófagos (GOSLINE, 1951; ROBERTS, 1970; VIEIRA e GÉRY 1979; SAZIMA, 1983; NICO e TAPHORN, 1988), apresentou coeficiente mediano (1,685) se comparada ao restante de Myleini e Colossomatinae, mas bem maior se comparado a Serrasalmini, tribo ao qual pertence, segundo Mateussi (2020).

Em *Metynnis lippincottianus*, segundo maior coeficiente encefálico, a alimentação apresenta uma plasticidade bem ampla que varia de restos de material vegetal (macrófitas), algas, detrito e sedimentos, além de larvas de Chironomidae, microcrustáceos, insetos, e em casos mais restritos também apresentaram pedaços de peixes em seus estômagos (TEIXEIRA et. al, 2009; DA SILVA et.al, 2018). Esse resultado pode ser explicado seguindo o padrão apresentado no trabalho de Pereira e Castro (2016), onde indivíduos com menor massa apresentam maior Ce, e acordo com Da Silva et.al (2018), a espécie citada varia de 6 cm a 25 cm de comprimento, tendo uma média de 10,4 cm e 24 g a 122 g de peso com média de 69 g, em geral na fase adulta, considerando-a assim com menos massa corporal se comparada aos outros gêneros de Serrasalmidae.

O terceiro maior Ce pertence a *Myleus setiger* e, neste caso, foge ao padrão de alimentação diversa. Segundo Andrade (2018; 2019), para os animais fortemente reofílicos, como é o caso de *Myleus setiger*, não se pode afirmar com precisão que tenham amplo nicho trófico, observando em espécies de Serrasalmidae que habitam corredeiras variação apenas entre herbívoros como *Tometes kranponhah* e *Ossubtus xinguense*, e frugívoros *Myloplus arnoldi* e *Myloplus schomburgkii*, que ocorrerem também em remansos permanecendo com o mesmo hábito alimentar (ZULUAGA-GÓMEZ et. al,

2016). Ainda segundo Andrade (2018; 2019), os exemplares de *Myleus setiger* alcançam em média 90 mm (juvenil) a 130 mm (adulto) de comprimento padrão, comparando com outros representantes da família pode ser considerado mediano/pequeno em massa corporal.

O Ce mais baixo neste estudo pertencente a *Pygocentrus nattereri*, se comparado a outros gêneros que apresentaram coeficiente alto e seguindo as inferências apresentadas, pode estar relacionado ao seu nível trófico. Esses animais não apresentam tanta plasticidade em sua alimentação, segundo Piorski (2005), Behr e Signor (2008) é predominantemente piscívora - carnívora, variando entre material vegetal e peixe com maior intensidade apenas quando juvenil.

Serrasalmus rhombeus e *Serrasalmus maculatus* apresentaram o segundo e o terceiro menores Ce neste estudo, respectivamente. A maioria dos trabalhos da atualidade aponta para o consenso do hábito alimentar estritamente carnívoros-piscívoros desses animais, entretanto alguns autores sugerem que estas espécies podem apresentar uma variação na alimentação também na fase adulta. Além de uma alimentação restrita, os indivíduos ocupam principalmente ambientes de lagos ou rios de águas mais calmas. O comprimento padrão de indivíduos adultos variam de 13,5 a 20 cm, estando na média de comprimento das espécies que compõem o gênero. (CASATTI et al. 2003; CORREA et al. 2007; CORREA e WINEMILLER 2014; FERREIRA et al. 2014; GOULDING 1980; LOUBENS e PANFILI 1997, 2001; OLIVEIRA et al. 2004 ZULUAGA-GÓMEZ et al., 2016). .

Todos os exemplares da tribo Serrasalmini dissecados aqui apresentaram Ce baixos, levando a inferência de que peixes com hábitos que tendem a ser mais restritos ou próximos a carnivoría tenham um coeficiente encefálico mais baixo em relação aos de mesma família, mas com um espectro de itens alimentares mais amplo, variando a herbivoría-durofágica. Ademais, associado a essas questões, o peso dos animais e a morfologia externa a depender do ambiente aparentemente também podem influenciar na composição do Ce. Apesar dessas especulações, faz-se necessário um estudo mais aprofundado com outros gêneros e até mesmo espécies dentro de Serrasalmini para possivelmente esclarecer melhor as relações de Ce – comportamento.

Baseada em todas as observações, cálculos e levantamento bibliográfico acerca da ecologia, morfologia e comportamento no geral de Serrasalmidae, pode-se notar essa divisão pautada nos valores do Ce. O agrupamento hipotético sugerido aqui é que os exemplares popularmente conhecidos como pacus herbívoros, tendem a apresentar

valores mais altos do Ce, ao passo que as piranhas carnívoras apresentem esses índices mais reduzidos.

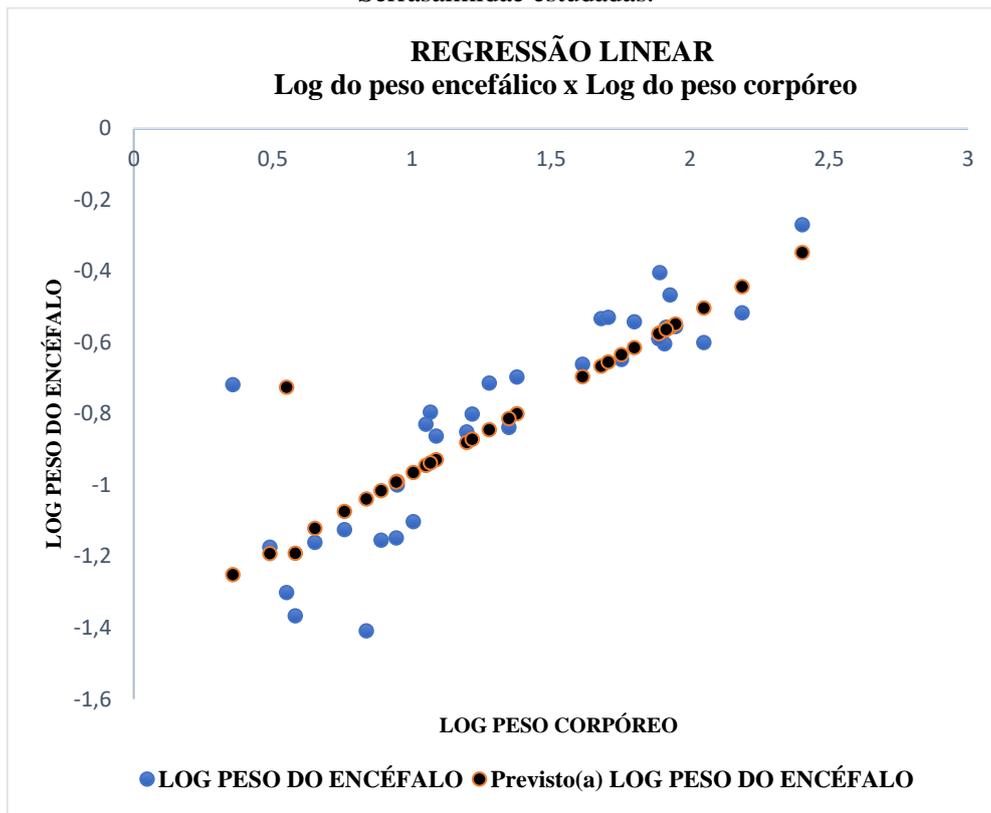
Em Characiformes no geral, de acordo com Pereira (2014), esse índice mostra-se moderadamente desenvolvido, quando comparado com os representantes de outros grupos de Otophysy, tais como os Siluriformes (*Diplomystes mesembrinus* - 3,245), Gymnotiformes (*Gymnotus pantherinus* - 3,248) e Cypriniformes (*Cyprinus carpio* - 3,171). Os representantes dessas ordens destacadas aqui apresentam Ce mais alto que a maioria das espécies de Serrasalminidae, corroborando com os resultados do autor citados em relação a Characiformes.

Diante das variações em formas e tamanhos dos encéfalos, é importante levantar aqui as sinapormorfias relacionadas ao SNC do grupo. Das sinapormorfias propostas por Pereira e Castro (2016) para Characiformes, foi possível observar em Serrasalminidae: I) largura do rombencéfalo não excedendo a largura do mesencéfalo, em vistas dorsal e ventral; II) *Lobus facialis* inconspícuo; III) o *Lobus vagi* pouco desenvolvido e IV) o *Tectum opticum* horizontalmente alongado, em contato com a margem anterior do *Corpus cerebellaris*. Além destes caracteres também foi observado um distanciamento da porção anterossuperior do *Tectum opticum* em relação a porção posterossuperior do *Telencephalon dorsale*, variando no comprimento entre as espécies. A única exceção é *Metynnis lippincottianus*, na qual os complexos estão em contato direto.

Outra discussão que pode ser feita mediante os dados levantados é a respeito da regressão linear (**Gráfico 1**). Nela, objetiva-se avaliar a amplitude da variação em uma variável dependente, expressada pela variação em outra variável independente. Nos dados analisados, a regressão foi estabelecida para verificar assim a influência do peso corporal (independente) no peso do encéfalo (dependente). O esperado era que quanto maior o animal, maior o peso encefálico. A proporção disposta pelo r^2 da regressão é de aproximadamente 74%, ou seja, a maioria das espécies demonstraram correlação forte, aproximando-se da linha de previsão, resultando no esperado, sendo então as massas diretamente proporcionais.

Nota-se sequencialmente que as espécies díspares acima da linha de previsão são as de menor coeficiente encefálico e as abaixo são as de maior, como citado anteriormente, correspondendo aos 26% que fugiram do esperado.

Gráfico 1. Regressão linear Log do peso encefálico x Log do peso corpóreo das espécies de Serrasalmidæ estudadas.



Fonte: Autor (2020).

4.3 Análise dos dados morfométricos

Além das descrições da anatomia das estruturas, algumas medidas foram realizadas e a partir delas foi possível calcular o volume do encéfalo em si e das estruturas que o compõe. Levou-se em consideração a divisão de tais estruturas em: *Bulbus olfactorius*, *Telencephalon*, *Tectum opticum*, *Hypothalamus*, *Corpus cerebelli*, *Eminentia granularis*, *Lobus vagi* e *Medulla oblongata* para medidas de comprimento, altura, largura e volume. Há exceção de *Eminentia granularis*, da qual não se é possível mensurar o comprimento e consequentemente calcular o volume.

A partir dessas considerações e do levantamento de dados, podemos elencar aqui, em ordem decrescente de Volume Total do encéfalo (VTe) (**Tabela 1**) as seguintes espécies: *Pygocentrus nattereri* (952,663 mm³), *Myleus setiger* (560,145 mm³) e *Serrasalmus rhombeus* (559,911 mm³). Já os menores VTe são: *Catoprion mento* (60,900 mm³), *Metynnix lippincottianus* (67,278 mm³) e *Pygocentrus piraya* (92,398 mm³). As diferenças de valores entre indivíduos de mesma espécie aqui estudados deram-se muito

provavelmente pela diferença ontogenética dos espécimes escolhidos para o trabalho, já que alguns eram juvenis e outros adultos.

Comparando indivíduos e a mesma faixa de tamanho padrão, mas de espécies diferentes, é possível fazer uma inferência mais refinada acerca das estruturas em si, relacionando seus volumes (**Tabela 5**) e/ou formatos entre os espécimes. Por exemplo, o complexo *Rhombencephalon*, geralmente associado à percepção gustativa, por receber informações sensoriais das papilas gustativas presentes nos barbilhões, boca, faringe e arcos branquiais (ABRAHÃO e SHIBATTA, 2015; MEEK e NIEUWENHUYS, 1998), apresentou volumes muito díspares dentro de espécies de uma mesma tribo, de sua forma estrutural similar, peso não tão diferente e maturidade sexual relativamente próximas (e.g. *Colossoma macropomum* e *Piaractus mesopotamicus*); o que já não ocorreram em estruturas como o *Bulbus olfactorius* e o *Telencephalon*.

Nos resultados de Angulo e Langeani (2017), no qual o objetivo era verificar se havia diferença morfológica entre a anatomia encefálica de machos e fêmeas de *Rineloricaria heteroptera*, o autor ressalta que não foram encontradas variações significativas de volume e forma em estágios diferentes de vida, sendo que os principais contrastes encontrados entre os sexos são da *Medulla oblongata* (caracterizados por diferenças na porção alar), além do *Lobus vagi*. Em Serrasalmidae, essas estruturas também variam, porém o *Lobus vagi* não apresentou diferença significativa em volume, exceto *Utiaritchthis sennaebregai*, no qual essa porção é inconspícua.

Em Serrasalmidae, os maiores volumes observados são os do *Tectum opticum*, diferentemente dos resultados encontrados na literatura que expõem o *Corpus cerebellaris* como porção de maior volume do encéfalo para algumas espécies de Siluriformes (ANGULO e LANGEANI, 2017), em *Pseudopimelodus* spp. (ABRAHÃO e SHIBATTA, 2015), *Clarias gariepinus* e *Pangasius pangasius* (CHING, SENOO, e KAWAMURA, 2015), *Diplomystes mesembrinus* (PEREIRA, 2014), Loricariidae (ROSA, MARTINS e LANGEANI, 2020) e de animais das ordens Gymnotiformes (PEREIRA, 2014) e Cypriniformes (BRANDSTÄTTER e KOTRSCHAL, 1990).

O complexo *Tectum opticum* é responsável por receber informações sensoriais da retina através do *Nervus opticus*. Possui, entre outras funções, a capacidade de conceber sinais que controlam os movimentos dos olhos e o comportamento de aproximação e evasão por meio de suas conexões com centros pré-motores (MEEK e NIEUWENHUYS, 1998; BUTLER e HODOS, 2005; ABRAHÃO e SHIBATTA, 2015). Já o *Corpus cerebellaris* é tido como a porção de maior volume em espécies que habitam ambientes

estruturalmente complexos, como água corrente, e geralmente está relacionado a um alto grau de coordenação motora durante a natação (BAUCHOT et al., 1989; KOTRSCHAL et al., 1998; BUTLER e HODOS, 2005; LISNEY e COLLIN, 2006; ABRAHÃO e SHIBATTA, 2015).

Se levarmos em consideração o comportamento de Serrasalminidae, essas informações podem ser expressas e observadas nos dados obtidos. Os indivíduos com alto volume do *Tectum opticus* e *Corpus cerebellaris* podem ser encontrados em regiões de corredeira (*Myleus setiger*) e outros tanto em zonas de corredeira quanto em áreas mais lânticas (*Pygocentrus nattereri*). O tamanho do *Tectum opticus* tem correlação com presença de padrões de colorido e hábitos alimentares. Já o *corpus cerebellaris* em relação a propriocepção e é uma área integrativa que pode ter correlações com outros comportamentos complexos, exigindo destes animais uma visão bem mais desenvolvida e um comportamento ágil em relação ao ambiente a sua volta.

Além das estruturas já exemplificadas, tem-se também o complexo *Plicae olfactoriae* (**Figura 16**). Geralmente, é constituído pelas lamelas olfativas e sua rafe de sustentação, alocadas em uma cavidade olfativa, que se liga ao exterior através das narinas, tendo contato direto com o fluxo de água. Nos espécimes de Serrasalminidae, tal complexo tendeu a seguir um formato ovalado a elíptico em todos os representantes e com uma variação considerável apenas no número de lamelas de espécie para espécie. Uma outra diferença morfológica notada, agora podendo seguir um padrão estabelecido hipoteticamente de dois grupos “piranhas e pacus”, é em relação a forma da rafe de sustentação. Nos animais conhecidos popularmente como piranhas, a rafe é menos espessa e não é tão alargada no centro quanto em indivíduos representantes dos pacus, nos quais essa porção tende a iniciar estreita e ir alargando em direção a porção central e logo em seguida volta a estreitar-se até o final. Os estudos dedicados a compreender a formação e desenvolvimento das Rosetas olfativas (*Plicae olfactoriae*) mostram que a grande diversidade morfológica, em termos de quantidade, arranjo das lamelas e distribuição dos epitélios sensoriais podem estar refletidos pelo grau de desenvolvimento das espécies em consonância ao ambiente em que habitam. (MANA e KAWAMURA, 2002; BELANGER et al. 2003; MANDAL et al. 2005; KUMARI, 2008).

Em suma, tentar associar os dados de volume ao comportamento ou entender de fato o que está por trás das alterações em formas e tamanhos dos complexos do Sistema Nervos Central ainda é um campo cheio de incertezas. Algumas questões futuras podem ser abordadas em relação a esse campo de estudo, como dimorfismo sexual, comparações

ontogenéticas, comparações entre indivíduos de uma mesma espécie em relação ao habitat (lagos vs cachoeiras) e também entre bacias hidrográficas. As tentativas de elucidar esses questionamentos certamente respondem cada vez mais, mas são incipientes. As informações dispostas nesse trabalho corroboram com alguns padrões já encontrados na literatura e citados anteriormente, entretanto faz surgir outras indagações como por exemplo o porquê de algumas estruturas permanecerem relativamente com volumes semelhantes em animais de comportamento e habitat distintos bem como outras possuírem alometria negativa mesmo pertencendo ao mesmo gênero.

4.4 Descrição encefálica generalizada das espécies

É possível sintetizar a descrição dos encéfalos de Serrasalmidae. Como também é possível notar nas figuras dos encéfalos examinados uma variação considerável em relação a sua forma. Com isso, nós propusemos aqui em resumir as principais características encontradas e expor uma descrição que represente a família. É importante ressaltar que a consulta às descrições detalhadas, caso seja de interesse entender a fundo as estruturas de cada gênero é recomendada, uma vez que muitas especificidades dos grupos não são levadas em consideração na descrição geral. Mesmo com a variação das estruturas desses animais, é possível estabelecer uma caracterização que contemple todas as espécies estudadas, assemelhando-se a uma média das características.

Ainda, ressalta-se que as considerações feitas no presente estudo são baseadas na recente proposta de classificação filogenética resultante dos trabalhos de Mateussi e colaboradores (2020).

As estruturas encontradas nos clados que compõem Colossomatinae, por exemplo, apresentam mais características similares entre si do que se comparadas aos representantes de Serrasalminae e vice versa. Para uma maior confiança de resultados, seria necessária uma análise com todos os representantes da família, em déficit aqui pela não representação de *Mylossoma*, *Ossubtus*, *Pristobrycon*, *Pygopristis* e *Tometes*.

Assim, o encéfalo de Serrasalmidae é bem desenvolvido e alongado; a *Medulla oblongata* tende a acompanhar a forma do cordão espinal; a *Area postrema* é inconspícua, estreita e curta; o *Lobus vagi* é conspícuo como uma sutil protuberância, moderadamente desenvolvido; o *Lobus facialis* é inconspícuo; a *Crista cerebellaris* é visualizada como uma linha de espessamento epitelial que se prolonga longitudinalmente próximo a base do *Tectum opticum*; o *Corpus cerebellaris* possui forma ovalada a circular,

moderadamente desenvolvido, alongando-se em direção longitudinal; o *Torus lateralis* é bem alongado, com forma arredondada; o *Torus longitudinalis* está desenvolvido como um aprofundamento central entre as metades do *Tectum opticum* seguindo em direção ao complexo telencefálico, sendo melhor visto em contato com esta estrutura; o *Tectum opticum* dispõe de um formato ovalado e bem desenvolvido, composto por dois lóbulos pareados; *Nervus opticum* moderadamente desenvolvido, com o trato espesso em toda sua extensão; o Diencefalo é bem estruturado; o *Saccus vasculosus* é conspícuo e oval, pouco desenvolvido e encontra-se na porção posterior do *Hypothalamus*; o *Hypothalamus* assemelha-se a um retângulo, bem desenvolvido e dividido ao meio por um sulco que quase o separa em duas partes, permanecendo ligado apenas por um istmo epitelial; o *Lobus inferior hypothalami* é reniforme e moderadamente desenvolvido; a *Hypophysis* é elíptica, medianamente desenvolvida, disposta geralmente na porção anterior ao *Hypothalamus*; o *Telencephalon dorsale* tem uma configuração retangular, altamente desenvolvido, apresentando reentrâncias laterais que seguem até o centro de cada lobo que compõe essa estrutura; o *Bulbus olfactorius* é arredondado, séssil, e relativamente bem desenvolvido, podendo apresentar a base comprimida em sua inserção e a *Plica olfactoriae* desenvolvida, elíptica e com variação de dez a vinte lamelas linguiformes, com as posteriores mais desenvolvidas que as anteriores.

5 CONCLUSÃO

O estudo da anatomia encefálica de Serrasalminidae pode esclarecer a composição da morfologia externa dos representantes do grupo, em sua maioria. Os indivíduos dessa família são diversos em comportamento, alimentação e habitat, e conseqüentemente houve uma tendência em que os complexos que compõem o encéfalo apresentem variações consideráveis dentro das tribos e gêneros. Apesar dessas diferenças, nota-se que as características se assemelham quando levamos em consideração os indivíduos que são mais próximos filogeneticamente. Foi possível, apesar das diferenças morfológicas entre os encéfalos, estabelecer uma caracterização/descrição generalizada das partes que compõem o complexo encefálico para a família. É importante ressaltar que essa generalização é uma tentativa de sintetizar as descrições de cada espécie, entendendo que estas possuem suas particularidades e não devem ser desconsideradas. É nítido os esforços que a ciência tem realizado nas últimas décadas para utilizar caracteres de natureza não convencional, como a encefálica, para o entendimento dos padrões de evolução em peixes, principalmente neotropicais. Porém, ainda é relativamente incipiente o compilado de conhecimento em comparação com caracteres de outras naturezas, principalmente, com caracteres osteológicos e moleculares que suportam suficientemente a maioria das filogenias e classificações existentes. A recomendação aqui é que outros trabalhos devem ser realizados em Serrasalminidae, e até mesmo Characiformes no geral, visando contribuir ainda mais para o campo de informações acerca da evolução do Sistema Nervoso Central.

REFERÊNCIAS

- ABRAHAO, V. P.; SHIBATTA, O. A. **Gross morphology of the brain of *Pseudopimelodus bufonius* (Valenciennes, 1840) (Siluriformes: Pseudopimelodidae)**. Neotrop. ichthyol., Maringá, v. 13, n. 2, p. 255-264, 2013.
Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S167962252015000200255&lng=en&nrm=iso. Acesso em 14 de agosto de 2020. Epub June 26, 2015.
- ABRAHÃO, V. P.; PUPO, F. R. S; SHIBATTA, O. A. **Gross brain morphology of *Rhamdia quelen* (Quoy & Gaimard 1824) (Ostariophysi: Siluriformes: Heptapteridae)**. Papeis Avulsos de Zoologia. 58. 1-10. 2018.
- ANDRADE, M. C; LÓPEZ-FERNÁNDEZ, H; LIVERPOOL, E. A. **New *Myloplus* from Essequibo River basin, Guyana, with discussion on the taxonomic status of *Myleus pacu* (Characiformes: Serrasalminidae)**. Neotropical Ichthyology, Vol. 17, n4, 2019.
- ANDRADE, M.C; JÉGU, M; BUCKUP, P.A; NETTO-FERREIRA, A.L. **A new *Myleus* species (Characiformes: Serrasalminidae) from the Rio Tapajós basin, Brazil**. J Fish Biol, 92: 1902-1914. 2018.
- ANGULO, A; LANGEANI, F. **Gross brain morphology of the armoured catfish *Rineloricaria heteroptera*, Isbrücker and Nijssen (1976), (Siluriformes: Loricariidae: Loricariinae): A descriptive and quantitative approach**. Journal of Morphology; 278: 1689 – 1705. 2017.
- ARCILA D., ORTÍ G., VARI R., ARMBRUSTER J.W., STIASSNY M.L.J., KO K.D. **Genomewide interrogation advances resolution of recalcitrant groups in the tree of life**. Nature Ecology and Evolution 1, 1–10. 2017.
- BAUCHOT, M.L.; BAUCHOT, R. **Encephalization in tropical teleost fishes and its correlation with their locomotory habits**, p. 678-690. In T. Uyeno, R. Arai, T. Taniuchi and K. Matsuura (eds.) Indo-Pacific Fish Biology: Proceedings of the Second International Conference on Indo-Pacific Fishes. Ichthyological Society of Japan, Tokyo. 1986.
- BAUCHOT, R.; RANDALL, J. E.; RIDET, J. M.; BAUCHOT, M. L. **Encephalization in tropical teleost fishes and comparison with their mode of life**. Journal fur Hirnforschung, 30, 645–669. 1989.
- BEHR, E. R.; SIGNOR, C. A. **Distribuição e alimentação de duas espécies simpátricas de piranhas *Serrasalmus maculatus* e *Pygocentrus nattereri* (Characidae, Serrasalminae) do rio Ibicuí, Rio Grande do Sul, Brasil**. Iheringia, Sér. Zool., Porto Alegre, v. 98, n. 4, p. 501-507, Dec. 2008.
- BELANGER, R.M.; SMITH, C.M.; CORKUM, L.D.; ZIELINSKI, B.S. **Morphology and histochemistry of the peripheral olfactory organ in the round goby, *Neogobius melanostomus* (Teleostei: Gobiidae)**. Journal of Morphology, 257: 62-71. 2003.

- BRANDSTÄTTER, R.; KOTRSCHAL, K. **Brain growth patterns in four European cyprinid fish species (Cyprinidae, Teleostei): Roach (*Rutilus rutilus*), bream (*Abramis brama*), common carp (*Cyprinus carpio*), and sabre carp (*Pelecus cultratus*).** Brain, Behavior and Evolution, 35, 195–211. 1990.
- BRITSKI, H.A., SILIMON, K.Z.S.; LOPES, B.S. **Peixes do Pantanal: manual de identificação.** 2 ed. EMPRAPA, Brasília. 2007.
- BUTLER, A. B.; HODOS, W. **Comparative Vertebrate Neuroanatomy: Evolution and Adaptation**, 2nd ed. New Jersey, 715 pp., 2005.
- CALCAGNOTTO, D.; SCHAEFER, S. A.; DESALLE, R. **Relationships among characiform fishes inferred from analysis of nuclear and mitochondrial gene sequences.** Molec. Phylogen. Evol. 36(1): 135-153. 2005.
- CASATTI, L.; MENDES; H.F.; FERREIRA, K.M. **Aquatic macrophytes as feeding site for small fishes in the Rosana Reservoir, Paranapanema River, southeastern Brazil.** Brazilian Journal of Biology = Revista Brasileira de Biologia 63, 213–22. 2003
- CASTRO, R. M. C.; CASTRO, M. M. C. **Proposta de uma nomenclatura osteológica para Characiformes (Pisces: Ostariophysi).** Bol. Mus. Par. Emílio Goeldi, sér. Zool., 3(1): 25-32, 1987.
- CASTRO, R.M.C. & VARI, R.P. **Detritivores of the South American Family Prochilodontidae (Teleostei: Ostariophysi: Characiformes): a phylogenetic and revisionary study.** Smithson. Contrib. Zool. 622:1-190, 2004.
- CHING, F. F.; SENOO, S.; KAWAMURA, G. **Relative Importance of Vision estimated from the Brain pattern in African catfish *Clarias gariepinus*, river catfish *Pangasius pangasius* and red tilapia *Oreochromis* sp.** International Research Journal of Biological Sciences, 4, 6–10. 2015.
- CIONE A.L., DAHDUL W.M., LUNDBERG J.G. & MACHADO-ALLISON A. ***Megapiranha paranensis*, a new genus and species of Serrasalminidae (Characiformes, Teleostei) from the upper Miocene of Argentina.** Journal of Vertebrate Paleontology 29, 350–358, 2009.
- CORREA, S.B.; WINEMILLER, K.O. **Niche partitioning among frugivorous fishes in response to fluctuating resources in the Amazonian floodplain forest.** Ecology 95, 210–224. 2014.
- CORREA, S.B.; WINEMILLER, K.O.; LÓPEZ-FERNÁNDEZ, H.; GALETTI, M. **Evolutionary perspectives on seed consumption and dispersal by fishes.** BioScience 57, 748–756. 2007.
- DA SILVA, G. F; SILVA, L. L; SOUZA, J. E. R. T. **Dieta alimentar de quatro espécies de peixes do Rio Gramame, Bacia do Rio Gramame no estado da Paraíba.** Revista de Biologia e Ciências da terra. Vol 18, n2. 2018
- DAHDUL W.M. **Phylogenetics and diversification of the Neotropical Serrasalminae (Ostariophysi: Characiformes).** Faculties of the University of Pennsylvania. 107 p, 2007.

- DATOVO, A. **Miologia cefálica de Nematogenyidae e Trichomycteridae (Siluriformes, Loricarioidea) e suas implicações filogenéticas.** Dissertação de Mestrado, Departamento de Biologia, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, 2006.
- DATOVO, A.; BOCKMANN, F.A. **Dorsolateral head muscles of the catfish families Nematogenyidae and Trichomycteridae (Siluriformes: Loricarioidei): comparative anatomy and phylogenetic analysis.** Neotrop. Ichthyol. 8: 193–246. 2010.
- DATOVO, A.; CASTRO, R.M.C. **Anatomy and evolution of the mandibular, hyopalatine, and opercular muscles in characiform fishes (Teleostei: Ostariophysi).** Zoology, 115, 84–116. 2012.
- DATOVO, A.; VARI, R. P. **The adductor mandibulae muscle complex in lower teleostean fishes (Osteichthyes: Actinopterygii): comparative anatomy, synonymy, and phylogenetic implications.** Zoological Journal of the Linnean Society, v. 171, n. 3, p. 554-622, JUL 2014.
- DAVIS, R. E. & NORTH CUTT, R.G. **Fish Neurobiology.** Ann Arbor: The University of Michigan Press. 1983.
- DE CARVALHO, M. R. & EBACH, M. C. **Death of the specialist, rise of the machinist.** History and Philosophy of the Life Sciences, 31: 467-470. 2009.
- DE CARVALHO, M. R.; BOCKMAN, F. A.; AMORIM, D. S. & BRANDÃO, C. R. F. **Systematics must embrace comparative biology and evolution, not speed and the automation.** Evolutionary Biology, 35: 83-91. 2008.
- EIGENMANN C.H. **The Serrasalminae and Myleinae.** Annals of the Carnegie Museum 9, 226–272, 1915.
- FARABEE, M. J. **Online biology book.** BioMed LinK. 2000. Disponível em <http://www1.biologie.uni-hamburg.de/b-online/library/onlinebio/BioBookTOC.html> Acesso em 08 abr. 2020
- FERREIRA, F.S.; VICENTIN, W.; COSTA, F.E. DOS S.; SÚAREZ, Y.R. **Trophic ecology of two piranha species, *Pygocentrus nattereri* and *Serrasalmus marginatus* (Characiformes, Characidae), in the floodplain of the Negro River, Pantanal.** Acta Limnologica Brasiliensia 26, 381–391. 2014.
- FREEMAN B., NICO L.G., OSENTOSKI M., JELKS H.L. & COLLINS T.M. **Molecular systematics of Serrasalmidae: Deciphering the identities of piranha species and unraveling their evolutionary histories.** Zootaxa 38, 1–38. 2007.
- FRICKE, R., ESCHMEYER, WN & VAN DER LAAN, R. **Catálogo de Peixes de Eschmeyer: gênero, espécies, referências.** Disponível em <http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>. Versão eletrônica acessada 06 de novembro de 2020.
- GÉRY J. **Poissons Characoïdes des Guyanes.** I. Généralités. II. Famille des Serrasalmidae. Zoologische Verhandelingen 122, 1–250. 1972

- GÉRY, J. **Characoids of the World**. T.F.H. Publications Inc, Neptune City. 1977.
- GONZALEZ-VOYER, A.; KOLM, N. **Sex, Ecology and the brain: Evolutionary correlates of brain structure volumes in Tanganyikan cichlids**. PLoS One, 5, e14355. 2010.
- GOSLINE W.A. **Notes on the characid fishes of the subfamily Serrasalminae**. Proceedings of the California Academy of Sciences 27, 17–64. 1951.
- GOULDING, M. **The fishes and the forest: Explorations in Amazonian natural history**. University of California Press, Berkeley, Los Angeles, London. 280p. 1980.
- HAFT, M. C. RITTER, M. R. TERRA, M. MARTINS, U. **Como registrar uma nova espécie?** Super interessante. 2018. Disponível em <https://super.abril.com.br/ciencia/como-registrar-uma-nova-especie/> acesso em 28 de set de 2020.
- HUBER, R.; VAN STAADEN, M. J.; KAUFMAN, L. S.; LIEM, K. F. **Microhabitat use, trophic patterns, and the evolution of brain structure in African cichlids**. Brain, Behavior and Evolution, 50, 167–182. 1997.
- HYSLOP, E. J. **Stomach content analysis: a review of methods and their applications**. J. Fish Biol., Southampton, v. 17, no.4, p.411-429, 1980.
- JÉGU M, KEITH P AND LE BAIL PY. ***Myloplus planquettei* n. sp. (Teleostei, Characidae, Serrasalminae), une nouvelle espèce de grand Serrasalminae phytophage du bouclier guyanais (Guyane française)**. Rev Suisse Zool 110:823-853. 2003.
- KUMARI, K. **Morphology and Morphometry of the Olfactory Rosette of a Teleostean Fish: *Catla catla* (Ham)**. Our Nature, 6: 30-37. 2008.
- LABERGE, F.; HARA, T.J. **Neurobiology of fish olfaction: a review**. Brain Res. Rev. 36:46-59. 2001.
- LEITE, R.G.; JÉGU, M. **Food habits of two species of *Acnodon* (Characiformes, Serrasalmidae) and scale-eating habits of *Acnodon normani***. Cybium 14:353-360. 1990.
- LISNEY, T. J.; BENNETT, M. B.; COLLIN, S. P. **Volumetric analysis of sensory brain areas indicates ontogenetic shifts in the relative importance of sensory systems in elasmobranchs**. Raffles Bulletin of Zoology, 14, 7–15. 2007.
- LISNEY, T.J.; COLLIN, S.P. **Brain morphology in large pelagic fishes: a comparison between sharks and teleosts**. J. Fish. Biol., 68: 532–554. 2006.
- LOUBENS, G.; PANFILI, J. **Biologie de *Colossoma macropomum* (Teleostei: Serrasalmidae) dans le bassin du Mamoré (Amazonie bolivienne)**. Ichthyological Exploration of Freshwaters 8, 1–22. 1997.

- LOUBENS, G.; PANFILI, J. **Biologie de *Piaractus brachypomus* (Teleostei: Serrasalminae) dans le bassin du Mamoré (Amazonie bolivienne)**. Ichthyological Exploration of Freshwaters 12, 51–64. 2001.
- LOWE-MCCONNEL, R. H. **Fish Communities in Tropical Freshwaters: Their Distribution, Ecology and Evolution**. Longman, London. 1975.
- MACHADO-ALLISON, A. **Estudios sobre la sistemática de la subfamilia Serrasalminae (Teleostei, Characidae). Parte II**. Discussion sobre la condición monofilética de la subfamilia. Acta Biolog. Venez. 11: 145-195. 1983.
- MANA, R.R.; KAWAMURA, G. **A comparative study on morphological differences in the olfactory system of red sea bream (*Pagrus major*) and black sea bream (*Acanthopagrus schlegelii*) from wild and cultured stocks**. Aquaculture, 209: 285-306. 2002.
- MANDAL, D.K.; ROY, D.; GHOSH, L. **Structural organization of the olfactory epithelium of a spotted snakehead fish, *Channa punctatus***. Acta Ichthyologica et Piscatoria, 35(1): 45-50. 2005.
- MATEUSSI, N.T.B.; MELO B. F.; OTA, R. P.; ROXO, F. F.; OCHOA, L. E.; FORESTI, F.; OLIVEIRA, C. **Phylogenomics of the Neotropical fish family Serrasalminae with a novel intrafamilial classification (Teleostei: Characiformes)**. Molecular Phylogenetics and Evolution, Volume 153, 2020.
- MCNEILL, J.; BARRIE, F.R.; BUCK, W.R.; DEMOULIN, V.; GREUTER, W.; HAWKSWORTH, D.L. **International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants (Melbourne Code) adopted by the Eighteenth International Botanical Congress Melbourne**. Australia. Regnum Vegetabile 154. ISBN 978-3-87429-425-6. 2011.
- MEEK, J.; NIEUWENHUYS, R. **Holosteans and teleosts**. In: Nieuwenhuys, R.; Ten Donkelaar, H. J.; Nicholson, C. (Eds.) **The Central Nervous System of Vertebrates**. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2: 759-937. 1998.
- MIRANDE J.M. **Phylogeny of the family Characidae (Teleostei: Characiformes): From characters to taxonomy**. Neotropical Ichthyology 8, 385–568. 2010.
- MOOI, R. D. & GILL, A. C. **Phylogenies without synapomorphies – a crisis in fish systematics: time to show some character**. Zootaxa, 2450: 26-40. 2010.
- MORITA, Y.; FINGER, T. E. **Reflex connections of the facial and vagal gustatory systems in the brainstem of the bullhead catfish, *Ictalurus nebulosus***. J. Comp. Neur., 231, 547–558. 1985.
- NELSON, J. S; GRANDE, T; WILSON, M. V. H. **Fishes of the world**. 5. ed. New Jersey: John Wiley & Sons, 2016.
- NICO, L. TAPHORN, D.C. **Food habits of piranhas in the low llanos of Venezuela**. Biotropica 20:311-321. 1988.

- NORMAN J.R. **The South American Characid fishes of the subfamily Serrasalmoninae with a revision of the genus *Serrasalmus* Lacepede.** Proceedings of the Zoological Society of London 52, 781–829. 1929.
- NORTHCUTT, R. G. **Evolution of the Vertebrate Central Nervous System: Patterns and Processes,** American Zoologist, Volume 24, Issue 3, Pages 701–716. 1984.
- OLIVEIRA, A.K.; ALVIM, M.C.; PERET, A C.; ALVES, C.B. **Diet shifts related to body size of the pirambeba *Serrasalmus brandtii* Lütken, 1875 (Osteichthyes, Serrasalminae) in the Cajuru Reservoir, São Francisco River Basin, Brazil.** Brazilian Journal of Biology Revista Brasileira de Biologia 64, 117–124. 2004.
- OLIVEIRA, C., AVELINO, G.S., ABE, K.T., MARIGUELA, T.C., BENINE, R.C., ORTI, G., VARI, R.P.; CASTRO, M.C.C. **Phylogenetic relationships within the speciose family Characidae (Teleostei: Ostariophysi: Characiformes) based on multilocus analysis and extensive ingroup sampling.** BMC Evol. Biol., 11, 1–25. 2011.
- ORTÍ G., PETRY P., PORTO J.I.R., JÉGU M. & MEYER A. **Patterns of nucleotide change in Mitochondrial Ribosomal RNA genes and the Phylogeny of Piranhas.** Journal of Molecular Evolution 42, 169–182. 1996.
- ORTÍ, G; SIVASUNDAR, A; DIETZ, K; JÉGU, M. **Phylogeny of the Serrasalmidae (Characiformes) based on mitochondrial DNA sequences.** Genet Mol. Biol. vol.31 no.1 São Paulo, 2008. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-47572008000200030> Acesso em 28 mar. 2019.
- OTA R.P., RÖPKE C.P., ZUANON J. & JÉGU M. **Serrasalmidae. In: Peixes do rio Madeira v.II.** (Eds L.J. Queiroz, G. Torrente-Vilara, W.M. Ohara, T.H. da S. Pires, J. Zuanon & C.R. da C. Doria), pp. 14–48. Santo Antônio Energia, São Paulo - Brasil. 2013.
- PEREIRA, T. N. A. **Anatomia Comparada Encefálica de Characiformes (Teleostei: Ostariophysi).** Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto/USP. Ribeirão Preto – SP, 2014.
- PEREIRA, T. N. A.; CASTRO, R. M. C. **The brain of *Brycon orbignyanus* (Valenciennes, 1850) (Teleostei: Characiformes: Bryconidae): gross morphology and phylogenetic considerations.** Neotrop. ichthyol., Maringá, v. 14, n. 3, e150051, 2016 . Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S167962252016000300201&lng=en&nrm=iso>. access on 20 Ago. 2019.
- PIORSKI, N. M; ALVES, J. R. L; MACHADO, M. R. B; CORREIA, M. M. F. **Alimentação e ecomorfologia de duas espécies de piranhas (Characiformes: Characidae) do lago de Viana, estado do Maranhão, Brasil.** Acta Amaz., Manaus, v. 35, n. 1, p. 63-70, 2005.

PUPPO, F. M. dos R. de S. **Anatomia comparada da morfologia externa do sistema nervoso central da família Callichthyidae (TELEOSTEI: OSTARIOPHYSI: SILURIFORMES) e suas implicações filogenéticas.** Rio de Janeiro: UFRJ/MN, 2011.

PUPPO, F. M.; BRITTO, M. R. **Comparative gross encephalon morphology in Callichthyidae (Teleostei: Ostariophysi: Siluriformes).** Neotrop. ichthyol., Maringá. v. 16, n. 4, e170162, 2018. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S167962252018000400201&lng=en&nrm=iso>. acesso em 25 abr. 2020.

REIS, R. E. et al. **Fish Biodiversity and Conservation in South America.** Journal of fish biology, n. June, 2016.

ROBERTS, T.R. **Scale-eating american characoid fishes: with special reference to *Probolodus heterostomus*.** Proceeding of the California Academy of Sciences. 20,383-390. 1970.

ROSA R.S. & LIMA F.C.T. **Peixes. In: Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção,** 1st edn. (Eds A.B.M. Machado, G.M. Drummond & A.P. Paglia), pp. 8– 285. MMA, Brasília, DF. 2008.

ROSA, A. C.; MARTINS, F. DE O.; LANGEANI, F. **Gross brain morphology of Hypoptopomatinae and Neoplecostominae (Siluriformes: Loricariidae): Comparative anatomy and phylogenetic implications.** JOURNAL OF ZOOLOGICAL SYSTEMATICS AND EVOLUTIONARY RESEARCH, v. xx, p. 1-37, 2020.

ROSA, R.S.; LIMA, F.C.T. **Os peixes brasileiros ameaçados de extinção. In Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção (A.B.M. Machado, G.M. Drummond e A.P. Paglia, eds.).** MMA, Brasília, p. 9-285. 2008. Disponível em <http://www.mma.gov.br/port/sbf/fauna/index.html> acesso em 19 out 2020.

SALAS, C. A.; YOPAK, K. E.; WARRINGTON, R. E.; HART, N. S.; POTTER, I. C.; COLLIN, S. P. **Ontogenetic shifts in brain scaling reflect behavioral changes in the life cycle of the pouched lamprey *Geotria australis*.** Frontiers in Neuroscience, 9, 251. 2015.

SAZIMA, I. **Scale-eating in characoids and other fishes.** Environm. Biol. Fishes, 9: 87-101. 1983.

TEIXEIRA, S. F.; SANTOS, M. N. S.; LEITE, A. S.; RODRIGUES, V.M.S; LINS, M. L. A. **Alimentação do pacu *Metynnis lippincottianus* (Cope, 1870) no reservatório de Boa Esperança, Piauí, Brasil.** X Congresso de Ecologia do Brasil / III Congresso Latino Americano de Ecologia. São Lourenço/Minas Gerais. 2009.

THOMPSON A.W., BETANCUR R., LÓPEZ-FERNÁNDEZ H. & ORTÍ G. **A time-calibrated, multi-locus phylogeny of piranhas and pacus (Characiformes: Serrasalminae) and a comparison of species tree methods.** Molecular Phylogenetics and Evolution 81, 242– 257. 2014.

ULLMANN, J. F. P.; COWIN, G.; COLLIN, S. P. **44 of brain volumes in fish: Comparison of methodologies.** Brain, Behavior and Evolution, 76, 261–270. 2010.

VAN STAADEN, M. J.; HUBER, R.; KAUFMAN, L. S.; LIEM, K. **Brain evolution in cichlids of the African Great Lakes: Brain and body size, general patterns, and evolutionary trends.** *Zoology*, 98, 165–178. 1995.

VARI, R. P.; HAROLD, A. S. **Phylogenetic study of Neotropical fish genera *Creagrutus* Günther and *Piabina* Reinhardt (Teleostei: Ostariophysi: Characiformes), with a revision of the cis-Andean species.** *Smiths. Contrib. Zool.* v. 613, p. 1-239, 2001.

VIEIRA, I.; GÉRY, J. **Crescimento diferencial e nutrição em *Catoprion mento* (Characoidei). Peixe lepidófago da Amazônia.** *Acta Amazonica*. 9. 1979.

WAGNER, H. J. **Brain areas in abyssal demersal fishes.** *Brain, Behavior and Evolution*, 57, 301–316. 2001.

WEITZMAN, S.H. **The osteology of *Brycon meeki*, a generalized characid fish, with an osteological definition of the family.** *Stanford Ichthyol. Bull.* 8(1):1-77. 1962.

WHITE, G. E.; BROWN, C. **Variation in brain morphology of intertidal gobies: A comparison of methodologies used to quantitatively assess brain volumes in fish.** *Brain, Behavior and Evolution*, 85, 245–256. 2015.

WINEMILLER, K.O. **Ontogenetic diet shifts and resource partitioning among piscivorous fishes in the Venezuelan Llanos.** *Env Biol Fishes* 26:177-199. 1989.

WINSTON, J. E. **Descrevendo Espécies: Prática Taxonômica De Procedimento Para Os Biólogos.** Columbia University Press. ISBN 0-231-06824-7. 1999.

ZULUAGA-GÓMEZ, M. A; FITZGERALD, D. B; GIARRIZZO, T; WINEMILER, K. O. **Morphologic and trophic diversity of fish assemblages in rapids of the Xingu River, a major Amazon tributary and region of endemism.** *Environ Biol Fish* 99, 647–658. 2016.

APÊNDICE A – Tabela 1

Tabela 1. Dados morfométricos das espécies estudadas. (quatro divisões). Onde *: CP: Comprimento Padrão, CC: Comprimento da Cabeça, AC: Altura da Cabeça, LA: Largura da Cabeça, Ce: Coeficiente encefálico, Pe: Peso do encéfalo, CTe: Comprimento Total do encéfalo, LTe: Largura Total do encéfalo, ATe: Altura Total do encéfalo, VTe: Volume Total do Encéfalo e X: inexistente/perdido.

ESPÉCIE	TOMBO	DADOS MORFOMÉTRICOS DOS ESPÉCIMES					DADOS ENCEFÁLICOS					
		CP (mm)	CC (mm)	AC (mm)	LC (mm)	P (g)	Ce	Pe (g)	CTe (mm)	Le (mm)	Ae (mm)	VTe (mm ³)
<i>Acnodon normani</i>	UNT 2068	48,71	16,06	17,28	8,45	3,08	2,403	0,067	11,792	5,112	5,002	157,798
<i>Catoprion mento</i>	MZUSP 8461	66,4	21,1	x	x	6,86	1,685	0,039	7,012	4,031	4,117	60,900
<i>Colossoma macropomum</i>	UNT 13756	85,24	27,24	30,75	15,06	18,93	0,559	0,193	17,086	6,504	7,265	422,508
<i>Metynnis hypsauchen</i>	UNT 13659	61,22	16,34	19,51	7,62	8,86	1,055	0,1	10,023	5,456	5,191	148,560
<i>Metynnis hypsauchen</i>	UNT 19457	119,3	28,54	37,99	14,42	81	0,316	0,249	14,139	7,083	6,451	338,097
<i>Metynnis lippincottianus</i>	UNT 12329	69,78	23,87	28,91	11,58	3,54	2,357	0,05	8,129	4,561	4,284	67,278
<i>Metynnis lippincottianus</i>	UNT 02331	47,68	14,85	19,21	6,74	3,8	2,370	0,043	7,435	4,174	3,791	86,192

Tabela 1. Dados morfométricos das espécies estudadas. (quatro divisões). Onde *: CP: Comprimento Padrão, CC: Comprimento da Cabeça, AC: Altura da Cabeça, LA: Largura da Cabeça, Ce: Coeficiente encefálico, Pe: Peso do encéfalo, CTe: Comprimento Total do encéfalo, LTe: Largura Total do encéfalo, ATe: Altura Total do encéfalo, VTe: Volume Total do Encéfalo e X: inexistente/perdido.

ESPÉCIE	TOMBO	DADOS MORFOMÉTRICOS DOS ESPÉCIMES					DADOS ENCEFÁLICOS					
		CP (mm)	CC (mm)	AC (mm)	LC (mm)	P (g)	Ce	Pe (g)	CTe (mm)	Le (mm)	Ae (mm)	VTe (mm ³)
<i>Metynnis lippincottianus</i>	UNT 020334	100,23	25,43	31,62	11,98	41,06	0,410	0,218	14,235	6,789	6,658	336,733
<i>Myleus setiger</i>	UNT 02057	124,79	35,41	44,08	18,92	62,95	0,301	0,287	17,600	7,521	8,086	560,145
<i>Myleus setiger</i>	UNT 19534	36,13	11,2	13,98	6,94	2,27	2,019	0,191	15,318	6,489	6,821	354,819
<i>Myleus setiger</i>	UNT 02000	131,71	38,24	45,15	19,85	84,64	0,242	0,341	16,803	6,911	9,101	553,089
<i>Mylesinus paucisquamatus</i>	UNT 002099	114,92	28,31	37,25	17,01	56,69	0,369	0,225	15,302	7,705	7,804	481,522
<i>Mylesinus paucisquamatus</i>	UNT 010002	70,54	19,51	21,44	10,03	11,22	0,790	0,148	10,988	6,112	6,56	230,560
<i>Myloplus rubripinnis</i>	UNT 020311	105,84	30,32	42,13	16,43	47,9	0,317	0,293	16,479	7,432	7,309	468,460
<i>Myloplus torquatus</i>	UNT 12610 (1)	58,71	17,09	21,35	10,81	10,1	1,098	0,079	10,006	5,731	4,744	142,369
<i>Myloplus torquatus</i>	UNT 12610 (2)	52,68	15,93	19,21	10,63	8,78	1,218	0,071	9,097	5,433	4,972	128,602
<i>Myloplus torquatus</i>	UNT 12610 (3)	56,85	16,91	20,34	9,53	7,75	1,299	0,070	8,904	5,430	4,805	121,578
<i>Myloplus torquatus</i>	UNT 11325	82,03	23,76	27,18	14,7	23,85	0,506	0,201	8,898	5,395	4,900	123,100

Tabela 1. Dados morfométricos das espécies estudadas. (quatro divisões). Onde *: CP: Comprimento Padrão, CC: Comprimento da Cabeça, AC: Altura da Cabeça, LA: Largura da Cabeça, Ce: Coeficiente encefálico, Pe: Peso do encéfalo, CTe: Comprimento Total do encéfalo, LTe: Largura Total do encéfalo, ATe: Altura Total do encéfalo, VTe: Volume Total do Encéfalo e X: inexistente/perdido.

ESPÉCIE	TOMBO	DADOS MORFOMÉTRICOS DOS ESPÉCIMES					DADOS ENCEFÁLICOS					
		CP (mm)	CC (mm)	AC (mm)	LC (mm)	P (g)	Ce	Pe (g)	CTe (mm)	Le (mm)	Ae (mm)	VTe (mm ³)
<i>Serrasalmus rhombeus</i>	UNT 395	130,3	46,66	49,13	16,58	50,85	0,311	0,295	17,873	6,833	7,011	448,092
<i>Serrasalmus rhombeus</i>	UNT 29826	135,75	49,25	52,78	18,08	77,78	0,214	0,394	18,918	7,22	7,833	559,911
<i>Serrasalmus rhombeus</i>	UNT 017439	99,71	32,85	35,31	15,26	22,27	0,622	0,145	14,108	5,931	6,093	266,811
<i>Serrasalmus maculatus</i>	UNT 12188	153,28	49,35	53,1	22,58	112	0,293	0,251	18,927	7,191	7,574	539,479
<i>Serrasalmus maculatus</i>	UNT 12188	140,51	46,76	53,2	21,8	88,65	0,285	0,278	17,541	6,682	6,753	414,225
<i>Serrasalmus maculatus</i>	UNT 12188	131,63	42,69	48,24	19,33	77,19	0,313	0,257	16,418	6,403	6,481	356,553
<i>Serrasalmus maculatus</i>	UNT 9973	83,82	26,53	29,51	12,14	15,72	0,711	0,141	12,962	5,606	5,414	205,884
<i>Pygocentrus piraya</i>	UNT 12449	124,54	40,86	49,94	20,97	82	0,291	0,277	17,498	6,694	7,419	454,776
<i>Pygocentrus piraya</i>	UNT 12468	54,38	20,43	25,00	9,19	5,71	1,487	0,075	9,484	5,029	4,777	119,236
<i>Pygocentrus piraya</i>	UNT 12468	51,72	19,96	21,53	8,53	4,47	1,786	0,069	8,673	4,808	4,234	92,398

Tabela 1. Dados morfométricos das espécies estudadas. (quatro divisões). Onde *: CP: Comprimento Padrão, CC: Comprimento da Cabeça, AC: Altura da Cabeça, LA: Largura da Cabeça, Ce: Coeficiente encefálico, Pe: Peso do encéfalo, CTe: Comprimento Total do encéfalo, LTe: Largura Total do encéfalo, ATe: Altura Total do encéfalo, VTe: Volume Total do Encéfalo e X: inexistente/perdido.

ESPÉCIE	TOMBO	DADOS MORFOMÉTRICOS DOS ESPÉCIMES					DADOS ENCEFÁLICOS					
		CP (mm)	CC (mm)	AC (mm)	LC (mm)	P (g)	Ce	Pe (g)	CTe (mm)	Le (mm)	Ae (mm)	VTe (mm ³)
<i>Pygocentrus nattereri</i>	UNT 08148	152,48	52,07	58,54	26,95	153,67	0,236	0,304	18,561	6,539	7,681	487,875
<i>Pygocentrus nattereri</i>	UNT 000048	75,11	25,61	28,19	13,22	12,21	0,794	0,137	13,098	5,964	5,782	236,374
<i>Piaractus mesopotamicus</i>	X	84,2	33,1	36,3	14,9	16,48	0,658	0,158	12,301	5,482	5,592	197,344
<i>Pygocentrus nattereri</i>	UNT 011637	190,5	62,02	63,21	32,88	253	0,112	0,537	23,084	8,580	9,191	952,663
<i>Utiaritichthys sennaebregai</i>	LIRP 8156	53,73	14,08	x	x	11,65	0,746	0,160	12,043	6,287	6,428	254,702

Fonte: Autor (2020).

APÊNDICE B – Tabela 2

Tabela 2. Medidas de comprimento das estruturas que compõem o encéfalo (três divisões)

ESPÉCIE	TOMBO	COMPRIMENTO DO(A)							
		<i>Bulbus olfactorius</i> (mm)	<i>Telencephalon</i> (mm)	<i>Tectum opticum</i> (mm)	<i>Hypothalamus</i> (mm)	<i>Corpus cerebellaris</i> (mm)	<i>Eminentia granularis</i> (mm)	<i>Lobus vagi</i> (mm)	<i>Medulla oblongata</i> (mm)
<i>Acnodon normani</i>	UNT 2068	1,741	2,472	3,056	0,991	2,238	0,709	1,262	1,272
<i>Catoprion mento</i>	MZUSP 8461	0,804	2,083	2,936	1,191	2,016	0,661	1,067	1,225
<i>Colossoma macropomum</i>	UNT 13756	2,258	3,057	4,414	1,731	3,455	1,257	1,642	3,193
<i>Metynnis hypsauchen</i>	UNT 13659	1,287	1,936	4,008	1,326	2,088	0,98	1,228	2,786
<i>Metynnis hypsauchen</i>	UNT 19457	2,339	3,325	5,085	1,187	2,820	1,213	1,621	3,633
<i>Metynnis lippincottianus</i>	UNT 020331	0,742	1,809	3,202	1,004	1,608	0,479	0,910	1,652
<i>Metynnis lippincottianus</i>	UNT 12329	1,233	1,985	3,033	1,014	2,233	0,864	1,071	1,592
<i>Metynnis lippincottianus</i>	UNT 020334	1,539	2,988	4,738	0,975	2,758	1,355	1,491	3,896
<i>Myleus setiger</i>	UNT 02057	3,040	3,802	5,041	1,735	4,013	1,374	2,006	4,406
<i>Myleus setiger</i>	UNT 19534	1,642	2,739	4,145	1,426	2,678	1,031	1,412	2,554
<i>Myleus setiger</i>	UNT 02000	3,527	4,060	5,412	1,742	3,510	1,690	1,853	4,485

Tabela 2. Medidas de comprimento das estruturas que compõem o encéfalo (três divisões)

ESPÉCIE	TOMBO	COMPRIMENTO DO(A)							
		<i>Bulbus olfactorius</i> (mm)	<i>Telencephalon</i> (mm)	<i>Tectum opticum</i> (mm)	<i>Hypothalamus</i> (mm)	<i>Corpus cerebellaris</i> (mm)	<i>Eminentia granularis</i> (mm)	<i>Lobus vagi</i> (mm)	<i>Medulla oblongata</i> (mm)
<i>Mylesinus paucisquamatus</i>	UNT 002099	2,749	3,165	5,054	1,182	3,490	1,528	1,604	4,284
<i>Mylesinus paucisquamatus</i>	UNT 010002	1,635	2,546	3,822	1,055	3,326	0,984	1,532	2,545
<i>Myloplus rubripinnis</i>	UNT 020311	2,380	3,654	4,798	1,943	4,173	1,459	1,944	3,589
<i>Myloplus torquatus</i>	UNT 12610	1,347	2,112	3,802	1,232	2,361	0,803	1,161	2,620
<i>Myloplus torquatus</i>	UNT 12610	1,162	2,010	3,768	1,155	2,090	0,788	1,034	2,249
<i>Myloplus torquatus</i>	UNT 12610	1,142	1,903	3,622	1,176	2,101	0,796	1,073	2,367
<i>Myloplus torquatus</i>	UNT 11325	1,159	1,936	3,645	1,133	2,128	0,758	1,072	2,320
<i>Serrasalmus rhombeus</i>	UNT 395	3,023	3,850	5,260	1,925	4,397	1,628	2,449	4,499
<i>Serrasalmus rhombeus</i>	UNT 29826	3,037	3,840	5,236	2,018	4,629	1,896	2,654	6,069
<i>Serrasalmus rhombeus</i>	UNT 017439	1,629	3,167	3,920	1,888	3,244	1,611	1,980	4,156
<i>Serrasalmus maculatus</i>	UNT 12188	2,541	3,783	5,025	1,821	4,466	2,032	3,121	5,889

Tabela 2. Medidas de comprimento das estruturas que compõem o encéfalo (três divisões)

ESPÉCIE	TOMBO	COMPRIMENTO DO(A)							
		<i>Bulbus olfactorius</i> (mm)	<i>Telencephalon</i> (mm)	<i>Tectum opticum</i> (mm)	<i>Hypothalamus</i> (mm)	<i>Corpus cerebellaris</i> (mm)	<i>Eminentia granularis</i> (mm)	<i>Lobus vagi</i> (mm)	<i>Medulla oblongata</i> (mm)
<i>Serrasalmus maculatus</i>	UNT 12188	2,329	3,501	4,844	1,703	3,945	1,580	2,695	5,476
<i>Serrasalmus maculatus</i>	UNT 12188	2,001	3,490	4,797	1,666	3,937	1,407	2,679	5,372
<i>Serrasalmus maculatus</i>	UNT 9973	1,659	2,731	3,882	1,400	2,981	1,376	1,783	5,09
<i>Pygocentrus piraya</i>	UNT 12449	2,682	3,565	4,524	2,094	4,226	1,757	2,811	4,209
<i>Pygocentrus piraya</i>	UNT 12468	0,886	2,385	3,236	1,256	2,362	1,029	1,700	2,846
<i>Pygocentrus piraya</i>	UNT 12468	0,695	2,268	2,794	0,883	2,231	1,010	1,493	2,842
<i>Pygocentrus nattereri</i>	UNT 08148	2,992	4,082	5,074	2,043	4,299	1,821	3,369	5,446
<i>Pygocentrus nattereri</i>	UNT 000048	1,604	2,764	4,067	1,337	2,796	1,362	1,871	3,010
<i>Piaractus mesopotamicus</i>	x	1,620	2,481	3,672	1,420	3,302	1,417	1,284	3,707
<i>Pygocentrus nattereri</i>	UNT 011637	3,983	4,382	6,039	2,051	5,192	2,010	3,529	6,646
<i>Utiaritichthys sennaebregai</i>	LIRP 8156	2,067	2,674	4,138	1,395	2,759	1,004	0	2,426

Fonte: Autor (2020).

APÊNDICE C – Tabela 3

Tabela 3. Medidas de Largura das estruturas que compõem o encéfalo (três divisões)

ESPÉCIE	TOMBO	LARGURA DO(A)						
		<i>Bulbus Olfactorius</i> (mm)	<i>Telencephalon</i> (mm)	<i>Tectum Opticum</i> (mm)	<i>Hypothalamus</i> (mm)	<i>Corpus Cerebellaris</i> (mm)	<i>Lobus Vagi</i> (mm)	<i>Medulla Oblongata</i> (mm)
<i>Acnodon normani</i>	UNT 2068	0,797	1,441	3,024	0,982	1,897	0,568	1,574
<i>Catoprion mento</i>	MZUSP 8461	0,256	1,132	2,165	1,197	2,127	0,767	1,649
<i>Colossoma macropomum</i>	UNT 13756	1,526	2,381	3,541	1,654	3,711	0,956	1,893
<i>Metynnis hypsauchen</i>	UNT 13659	0,926	1,465	2,908	1,043	2,282	0,542	1,585
<i>Metynnis hypsauchen</i>	UNT 19457	1,209	2,053	3,305	0,794	3,051	1,021	2,376
<i>Metynnis lippincottianus</i>	UNT 020331	0,708	1,361	2,462	0,878	1,761	0,538	1,467
<i>Metynnis lippincottianus</i>	UNT 12329	0,702	1,325	2,076	0,973	2,072	0,836	1,548
<i>Metynnis lippincottianus</i>	UNT 020334	1,236	1,758	3,311	1,347	2,969	0,689	2,116
<i>Myleus setiger</i>	UNT 02057	1,758	2,329	3,488	1,624	3,714	0,960	2,376
<i>Myleus setiger</i>	UNT 19534	1,19	1,853	3,496	1,200	2,262	0,847	1,886
<i>Myleus setiger</i>	UNT 02000	1,756	2,135	3,411	1,757	3,783	0,601	2,078
<i>Mylesinus paucisquamatus</i>	UNT 002099	1,368	1,983	4,129	1,246	3,140	0,931	2,004

Tabela 3. Medidas de Largura das estruturas que compõem o encéfalo (três divisões)

ESPÉCIE	TOMBO	LARGURA DO(A)						
		<i>Bulbus Olfactorius</i> (mm)	<i>Telencephalon</i> (mm)	<i>Tectum Opticum</i> (mm)	<i>Hypothalamus</i> (mm)	<i>Corpus Cerebellaris</i> (mm)	<i>Lobus Vagi</i> (mm)	<i>Medulla Oblongata</i> (mm)
<i>Mylesinus paucisquamatus</i>	UNT 010002	1,197	2,033	2,700	1,571	2,482	0,760	1,334
<i>Myloplus rubripinnis</i>	UNT 020311	1,677	2,327	3,741	1,663	3,724	1,031	2,214
<i>Myloplus torquatus</i>	UNT 12610	0,935	1,624	3,255	1,167	2,301	0,871	1,622
<i>Myloplus torquatus</i>	UNT 12610	0,905	1,648	2,946	1,035	2,202	0,786	1,558
<i>Myloplus torquatus</i>	UNT 12610	0,931	1,639	2,917	1,117	2,234	0,822	1,585
<i>Myloplus torquatus</i>	UNT 11325	0,920	1,646	2,588	1,071	2,339	0,830	1,746
<i>Serrasalmus rhombeus</i>	UNT 395	1,534	2,136	3,774	1,897	3,630	1,663	2,645
<i>Serrasalmus rhombeus</i>	UNT 29826	1,685	2,165	4,184	1,912	4,156	1,707	2,888
<i>Serrasalmus rhombeus</i>	UNT 017439	1,176	1,552	2,826	1,358	2,995	1,158	1,992
<i>Serrasalmus maculatus</i>	UNT 12188	1,373	2,180	3,373	1,992	3,417	1,516	3,099
<i>Serrasalmus maculatus</i>	UNT 12188	1,415	1,801	2,998	1,583	3,273	1,375	2,470
<i>Serrasalmus maculatus</i>	UNT 12188	1,362	1,937	2,989	1,569	3,104	1,231	2,344

Tabela 3. Medidas de Largura das estruturas que compõem o encéfalo (três divisões)

ESPÉCIE	TOMBO	LARGURA DO(A)						
		<i>Bulbus Olfactorius</i> (mm)	<i>Telencephalon</i> (mm)	<i>Tectum Opticum</i> (mm)	<i>Hypothalamus</i> (mm)	<i>Corpus Cerebellaris</i> (mm)	<i>Lobus Vagi</i> (mm)	<i>Medulla Oblongata</i> (mm)
<i>Serrasalmus maculatus</i>	UNT 9973	1,065	1,669	2,495	1,206	2,509	1,057	2,262
<i>Pygocentrus piraya</i>	UNT 12449	1,594	2,458	3,478	1,819	3,074	1,616	2,438
<i>Pygocentrus piraya</i>	UNT 12468	1,050	1,491	2,662	1,297	2,681	0,941	1,831
<i>Pygocentrus piraya</i>	UNT 12468	0,996	1,406	2,219	0,898	2,253	0,879	1,691
<i>Pygocentrus nattereri</i>	UNT 08148	1,744	2,348	3,247	1,876	3,988	1,478	3,135
<i>Pygocentrus nattereri</i>	UNT 000048	1,255	1,696	2,891	1,277	2,347	0,998	1,892
<i>Piaractus mesopotamicus</i>	x	1,396	1,979	3,024	1,171	3,074	1,018	1,688
<i>Pygocentrus nattereri</i>	UNT 011637	1,921	2,614	4,386	2,174	4,287	1,452	3,032
<i>Utiaritchthys sennaebregai</i>	LIRP 8156	1,162	1,755	3,128	1,082	2,604	0	1,645

Fonte: Autor (2020).

APÊNDICE D – Tabela 4

Tabela 4. Medidas de Altura das estruturas que compõem o encéfalo (três divisões)

ESPÉCIE	TOMBO	ALTURA DO(A)						
		<i>Bulbus olfactorius</i> (mm)	<i>Telencephalon</i> (mm)	<i>Tectum opticum</i> (mm)	<i>Hypothalamus</i> (mm)	<i>Corpus Cerebellaris</i> (mm)	<i>Lobus vagi</i> (mm)	<i>Medulla oblongata</i> (mm)
<i>Acnodon Normani</i>	UNT 2068	1,371	2,107	2,371	0,212	2,011	0,552	0,925
<i>Catoprion Mento</i>	MZUSP 8461	0,983	1,565	3,314	0,184	3,238	0,777	0,713
<i>Colossoma Macropomum</i>	UNT 13756	1,973	2,639	3,786	0,592	3,241	1,047	1,481
<i>Metynnis Hypsauchen</i>	UNT 13659	1,172	1,446	3,207	0,196	3,076	0,837	1,019
<i>Metynnis Hypsauchen</i>	UNT 19457	1,799	2,700	3,893	0,330	3,674	0,660	0,970
<i>Metynnis Lippincottianus</i>	UNT 020331	1,211	1,327	2,806	0,177	2,223	0,383	1,140
<i>Metynnis Lippincottianus</i>	UNT 12329	1,121	1,861	2,780	0,303	2,062	0,942	0,931
<i>Metynnis Lippincottianus</i>	UNT 020334	1,885	2,847	3,932	0,285	3,397	0,546	1,194
<i>Myleus Setiger</i>	UNT 02057	2,578	3,145	4,515	0,589	5,073	0,988	1,734
<i>Myleus Setiger</i>	UNT 19534	1,548	2,198	3,245	0,341	3,128	0,861	1,403
<i>Myleus Setiger</i>	UNT 02000	2,532	2,832	4,413	0,583	4,424	1,125	1,768

Tabela 4. Medidas de Altura das estruturas que compõem o encéfalo (três divisões)

ESPÉCIE	TOMBO	ALTURA DO(A)						
		<i>Bulbus olfactorius</i> (mm)	<i>Telencephalon</i> (mm)	<i>Tectum opticum</i> (mm)	<i>Hypothalamus</i> (mm)	<i>Corpus Cerebellaris</i> (mm)	<i>Lobus vagi</i> (mm)	<i>Medulla oblongata</i> (mm)
<i>Mylesinus Paucisquamatus</i>	UNT 002099	2,055	2,832	3,952	0,144	5,544	0,918	0,944
<i>Mylesinus Paucisquamatus</i>	UNT 010002	1,591	2,496	3,328	0,617	3,373	0,511	1,247
<i>Myloplus Rubripinnis</i>	UNT 020311	1,869	3,046	3,905	0,619	3,828	1,172	1,522
<i>Myloplus Torquatus</i>	UNT 12610	1,565	2,029	3,117	0,516	2,587	0,671	1,127
<i>Myloplus Torquatus</i>	UNT 12610	1,380	1,814	2,893	0,488	2,321	0,554	1,009
<i>Myloplus Torquatus</i>	UNT 12610	1,252	1,519	3,079	0,476	2,566	0,596	1,110
<i>Myloplus Torquatus</i>	UNT 11325	1,333	1,716	3,278	0,460	2,725	0,602	0,884
<i>Serrasalmus Rhombeus</i>	UNT 395	2,260	3,045	4,038	0,718	4,642	1,093	1,701
<i>Serrasalmus Rhombeus</i>	UNT 29826	2,270	3,417	4,546	0,852	5,132	1,11	1,990
<i>Serrasalmus Rhombeus</i>	UNT 017439	1,560	2,533	3,264	0,512	3,826	0,623	1,500
<i>Serrasalmus Maculatus</i>	UNT 12188	2,037	2,784	3,954	0,671	4,605	1,011	1,787

Tabela 4. Medidas de Altura das estruturas que compõem o encéfalo (três divisões)

ESPÉCIE	TOMBO	ALTURA DO(A)						
		<i>Bulbus olfactorius</i> (mm)	<i>Telencephalon</i> (mm)	<i>Tectum opticum</i> (mm)	<i>Hypothalamus</i> (mm)	<i>Corpus Cerebellaris</i> (mm)	<i>Lobus vagi</i> (mm)	<i>Medulla oblongata</i> (mm)
<i>Serrasalmus Maculatus</i>	UNT 12188	2,128	2,455	3,781	0,639	4,261	0,976	1,488
<i>Serrasalmus Maculatus</i>	UNT 12188	1,991	2,239	3,422	0,612	3,987	0,842	1,463
<i>Serrasalmus Maculatus</i>	UNT 9973	1,370	2,182	3,024	0,497	3,284	0,672	1,124
<i>Pygocentrus Piraya</i>	UNT 12449	2,089	2,505	4,145	0,418	4,802	1,531	1,264
<i>Pygocentrus Piraya</i>	UNT 12468	1,312	1,972	2,616	0,400	2,905	0,715	0,986
<i>Pygocentrus Piraya</i>	UNT 12468	1,269	1,792	2,604	0,386	2,843	0,682	0,954
<i>Pygocentrus Nattereri</i>	UNT 08148	2,547	3,881	3,961	0,824	4,850	1,119	2,191
<i>Pygocentrus Nattereri</i>	UNT 000048	1,601	1,83	3,046	0,264	3,114	1,123	1,153
<i>Piaractus Mesopotamicus</i>	x	1,928	2,516	3,283	0,338	3,505	0,991	1,260
<i>Pygocentrus Nattereri</i>	UNT 011637	2,775	3,451	4,693	0,832	6,106	1,539	2,236
<i>Utiaritichthys Sennaebregai</i>	LIRP 8156	1,638	2,623	3,941	0,304	3,479	0	0,939

Fonte: Autor (2020).

APÊNDICE E – Tabela 5

Tabela 5. Medidas de Volume das estruturas que compõem o encéfalo (três divisões)

ESPÉCIE	TOMBO	VOLUME DO(A)						
		<i>Bulbus olfactorius</i> (mm ³)	<i>Telencephalon</i> (mm ³)	<i>Tectum opticum</i> (mm ³)	<i>Hypothalamus</i> (mm ³)	<i>Corpus Cerebellaris</i> (mm ³)	<i>Lobus vagi</i> (mm ³)	<i>Medulla oblongata</i> (mm ³)
<i>Acnodon normani</i>	UNT 2068	1,991	7,856	22,934	0,216	4,468	0,414	1,938
<i>Catoprion mento</i>	MZUSP 8461	0,212	3,862	22,048	0,275	7,266	0,666	1,507
<i>Colossoma macropomum</i>	UNT 13756	7,116	20,105	61,937	1,774	21,747	1,720	9,369
<i>Metynnis hypsauchen</i>	UNT 13659	1,462	4,293	39,123	0,284	7,670	0,583	4,710
<i>Metynnis hypsauchen</i>	UNT 19457	5,325	19,291	68,479	0,326	16,543	1,143	8,764
<i>Metynnis lippincottianus</i>	UNT 020331	0,666	3,420	23,153	0,163	3,294	0,196	2,892
<i>Metynnis lippincottianus</i>	UNT 12329	1,016	5,123	18,321	0,313	4,993	0,883	2,401
<i>Metynnis lippincottianus</i>	UNT 020334	3,753	15,653	64,562	0,392	14,557	0,587	10,303
<i>Myleus setiger</i>	UNT 02057	14,421	29,148	83,092	1,737	39,569	1,991	19,000
<i>Myleus setiger</i>	UNT 19534	3,166	11,676	49,217	0,611	9,916	1,078	7,073
<i>Myleus setiger</i>	UNT 02000	16,414	25,694	85,267	1,868	30,742	1,311	17,246
<i>Mylesinus paucisquamatus</i>	UNT 002099	8,089	18,604	86,319	0,222	31,795	1,435	8,483

Tabela 5. Medidas de Volume das estruturas que compõem o encéfalo (três divisões)

ESPÉCIE	TOMBO	VOLUME DO(A)						
		<i>Bulbus olfactorius</i> (mm ³)	<i>Telencephalon</i> (mm ³)	<i>Tectum opticum</i> (mm ³)	<i>Hypothalamus</i> (mm ³)	<i>Corpus Cerebellaris</i> (mm ³)	<i>Lobus vagi</i> (mm ³)	<i>Medulla oblongata</i> (mm ³)
<i>Mylesinus paucisquamatus</i>	UNT 010002	3,259	13,522	35,946	1,070	14,572	0,623	4,431
<i>Myloplus rubripinnis</i>	UNT 020311	7,808	27,108	73,363	2,093	31,132	2,459	12,658
<i>Myloplus torquatus</i>	UNT 12610	2,063	7,284	40,375	0,776	7,355	0,710	5,013
<i>Myloplus torquatus</i>	UNT 12610	1,519	6,289	33,612	0,611	5,590	0,471	3,700
<i>Myloplus torquatus</i>	UNT 12610	1,393	4,959	34,049	0,654	6,303	0,550	4,359
<i>Myloplus torquatus</i>	UNT 11325	1,488	5,723	32,365	0,584	7,098	0,561	3,748
<i>Serrasalmus rhombeus</i>	UNT 395	10,969	26,209	83,900	2,744	38,775	4,659	21,186
<i>Serrasalmus rhombeus</i>	UNT 29826	12,158	29,733	104,239	3,441	51,669	5,263	36,507
<i>Serrasalmus rhombeus</i>	UNT 017439	3,128	13,031	37,846	1,374	19,454	1,495	12,998
<i>Serrasalmus maculatus</i>	UNT 12188	7,438	24,031	70,145	2,548	36,777	5,007	34,135
<i>Serrasalmus maculatus</i>	UNT 12188	7,340	16,202	57,471	1,803	28,793	3,785	21,065

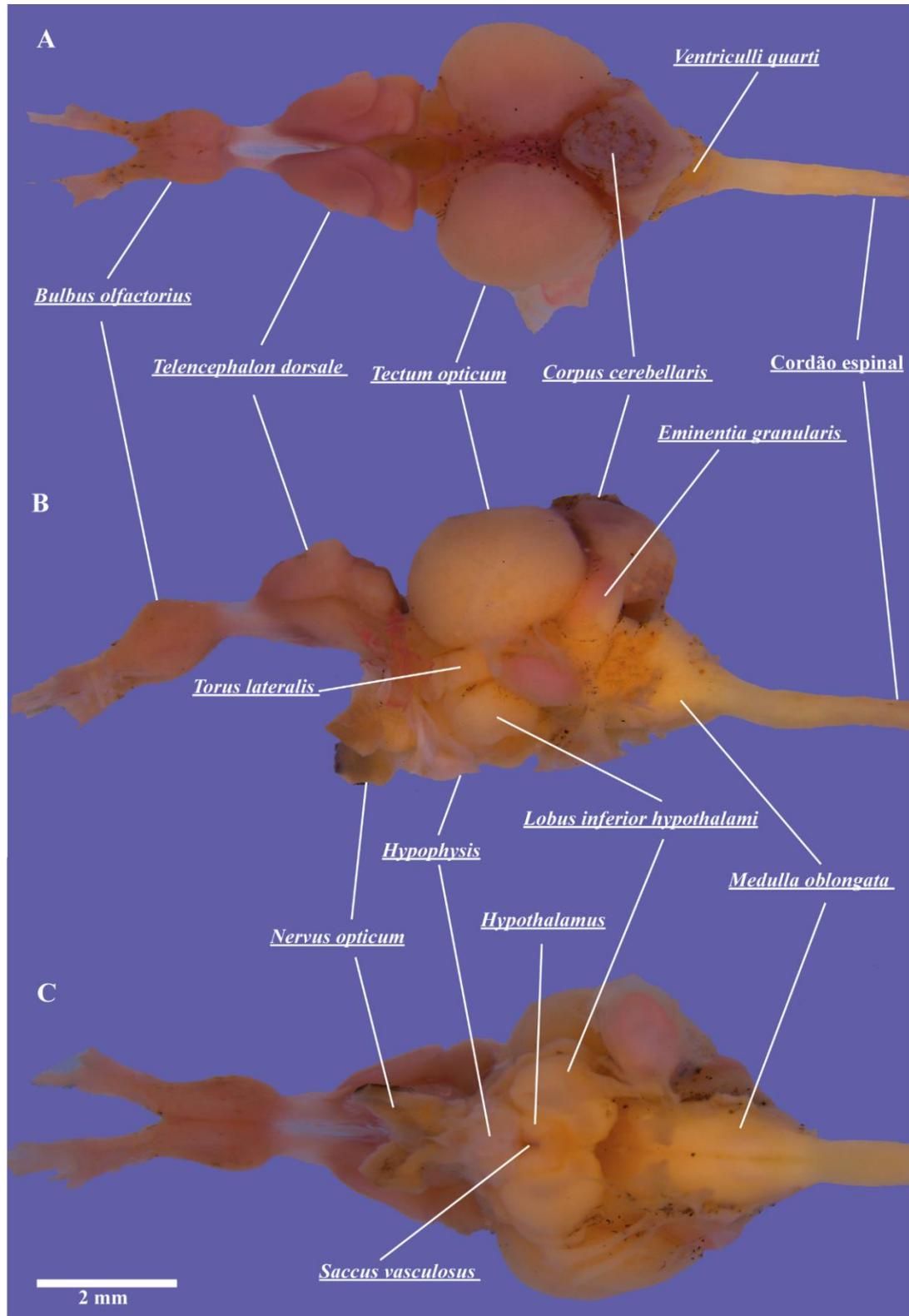
Tabela 5. Medidas de Volume das estruturas que compõem o encéfalo (três divisões)

ESPÉCIE	TOMBO	VOLUME DO(A)						
		<i>Bulbus olfactorius</i> (mm ³)	<i>Telencephalon</i> (mm ³)	<i>Tectum opticum</i> (mm ³)	<i>Hypothalamus</i> (mm ³)	<i>Corpus Cerebellaris</i> (mm ³)	<i>Lobus vagi</i> (mm ³)	<i>Medulla oblongata</i> (mm ³)
<i>Serrasalmus maculatus</i>	UNT 12188	5,679	15,842	51,355	1,674	25,498	2,906	19,282
<i>Serrasalmus maculatus</i>	UNT 9973	2,534	10,410	30,656	0,878	12,854	1,326	13,545
<i>Pygocentrus piraya</i>	UNT 12449	9,347	22,975	68,263	1,666	32,646	7,279	13,576
<i>Pygocentrus piraya</i>	UNT 12468	1,278	7,340	23,586	0,682	9,627	1,197	5,378
<i>Pygocentrus piraya</i>	UNT 12468	0,919	5,981	16,898	0,320	7,479	0,937	4,799
<i>Pygocentrus nattereri</i>	UNT 08148	13,911	38,933	68,304	3,305	43,515	5,832	39,153
<i>Pygocentrus nattereri</i>	UNT 000048	3,373	8,979	37,485	0,472	10,694	2,195	6,873
<i>Piaractus mesopotamicus</i>	x	4,564	12,930	38,156	0,588	18,619	1,356	8,252
<i>Pygocentrus nattereri</i>	UNT 011637	22,223	41,374	130,105	3,883	71,125	8,254	47,160
<i>Utiaritichthys sennaebregai</i>	LIRP 8156	4,118	12,884	53,391	0,480	13,081	0	3,922

Fonte: Autor (2020).

APÊNDICE F – Figura 1

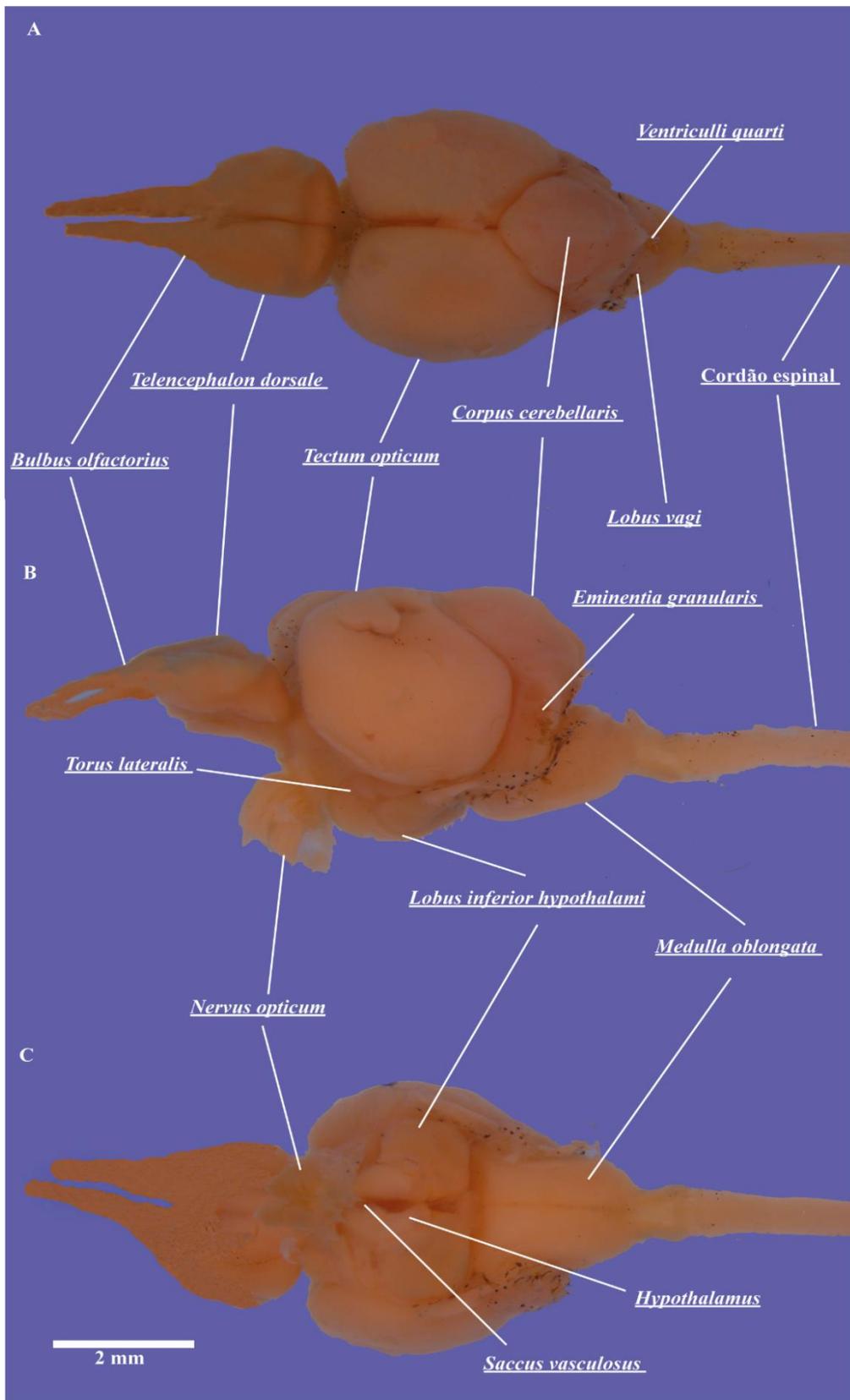
Figura 1. *Acnodon normani*, UNT 2068, (48,71 mm CP). A. vista dorsal; B. vista lateral e; C. vista ventral.



Fonte: Autor (2020).

APÊNDICE G – Figura 2

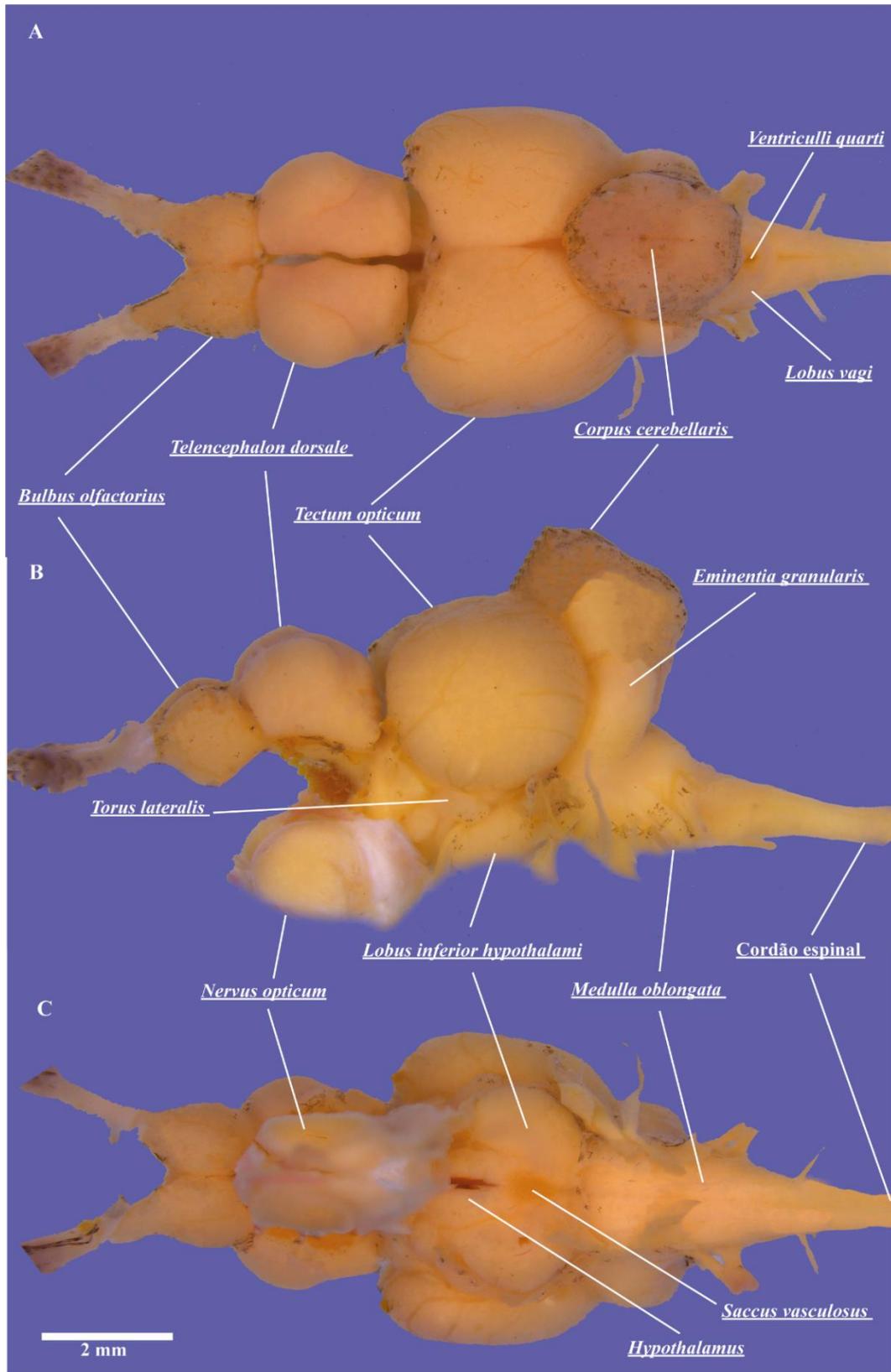
Figura 2. *Catoprion mento*, MZUSP 8461, (66,4 mm CP). A. vista dorsal; B. vista lateral e; C. vista ventral.



Fonte: Autor (2020).

APÊNDICE H – Figura 3

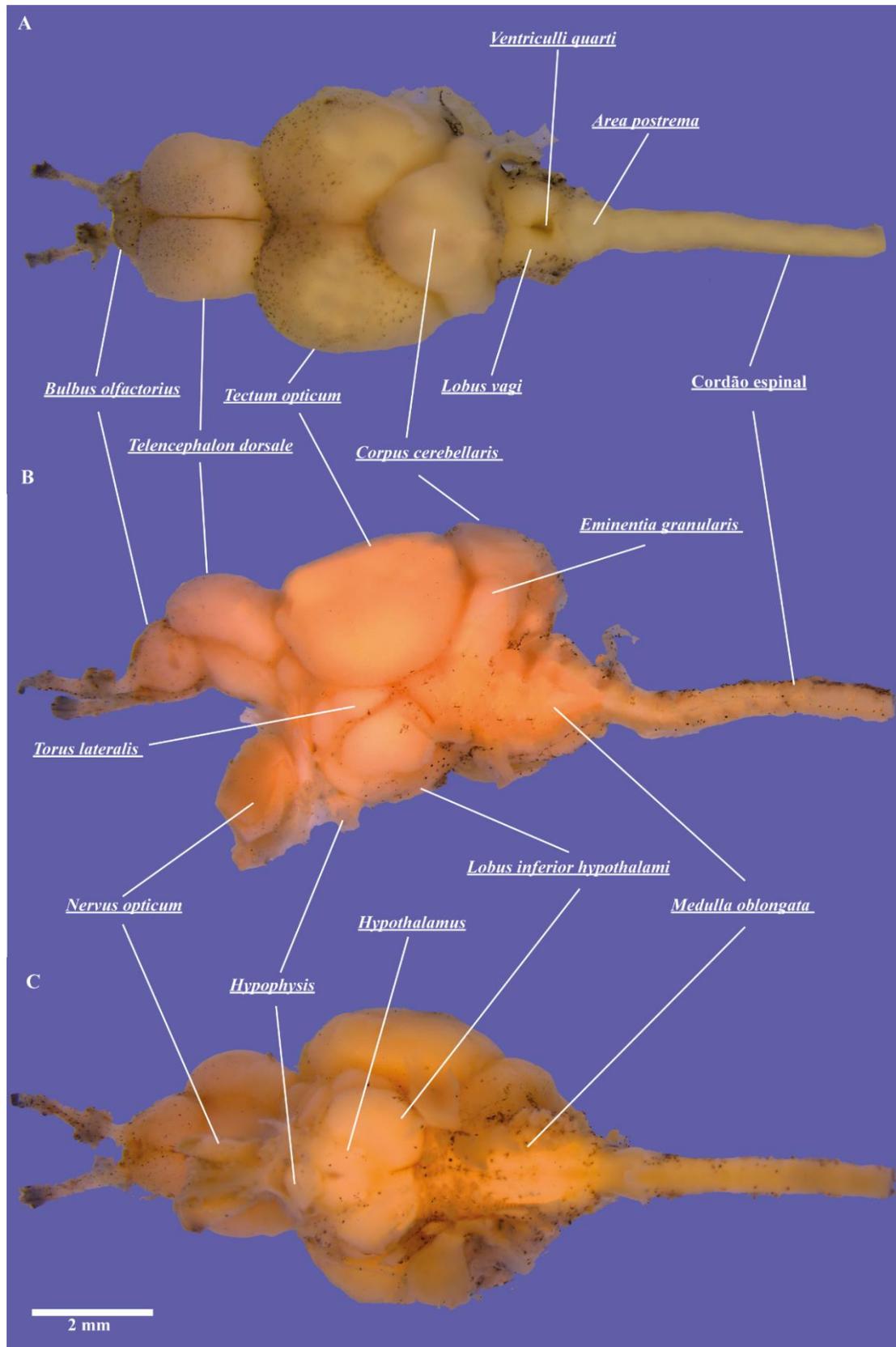
Figura 3. *Colossoma macropomum*, UNT 13756, (85,24 mm CP). A. vista dorsal; B. vista lateral e; C. vista ventral.



Fonte: Autor (2020).

APÊNDICE I – Figura 4

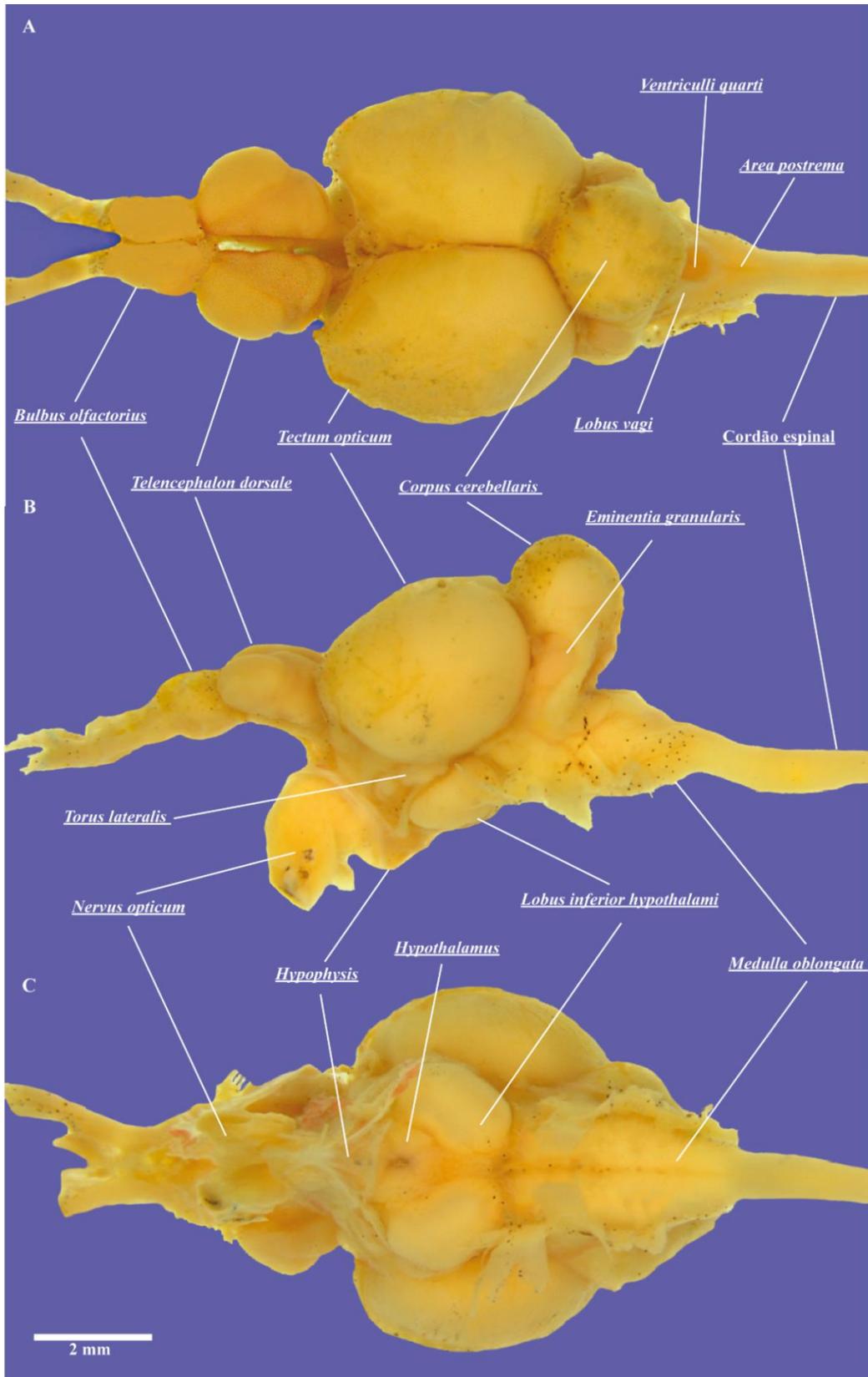
Figura 4. *Metynnis lippincottianus*, UNT 12329, (47,68 mm CP). A. vista dorsal; B. vista lateral e; C. vista ventral.



Fonte: Autor (2020).

APÊNDICE J – Figura 5

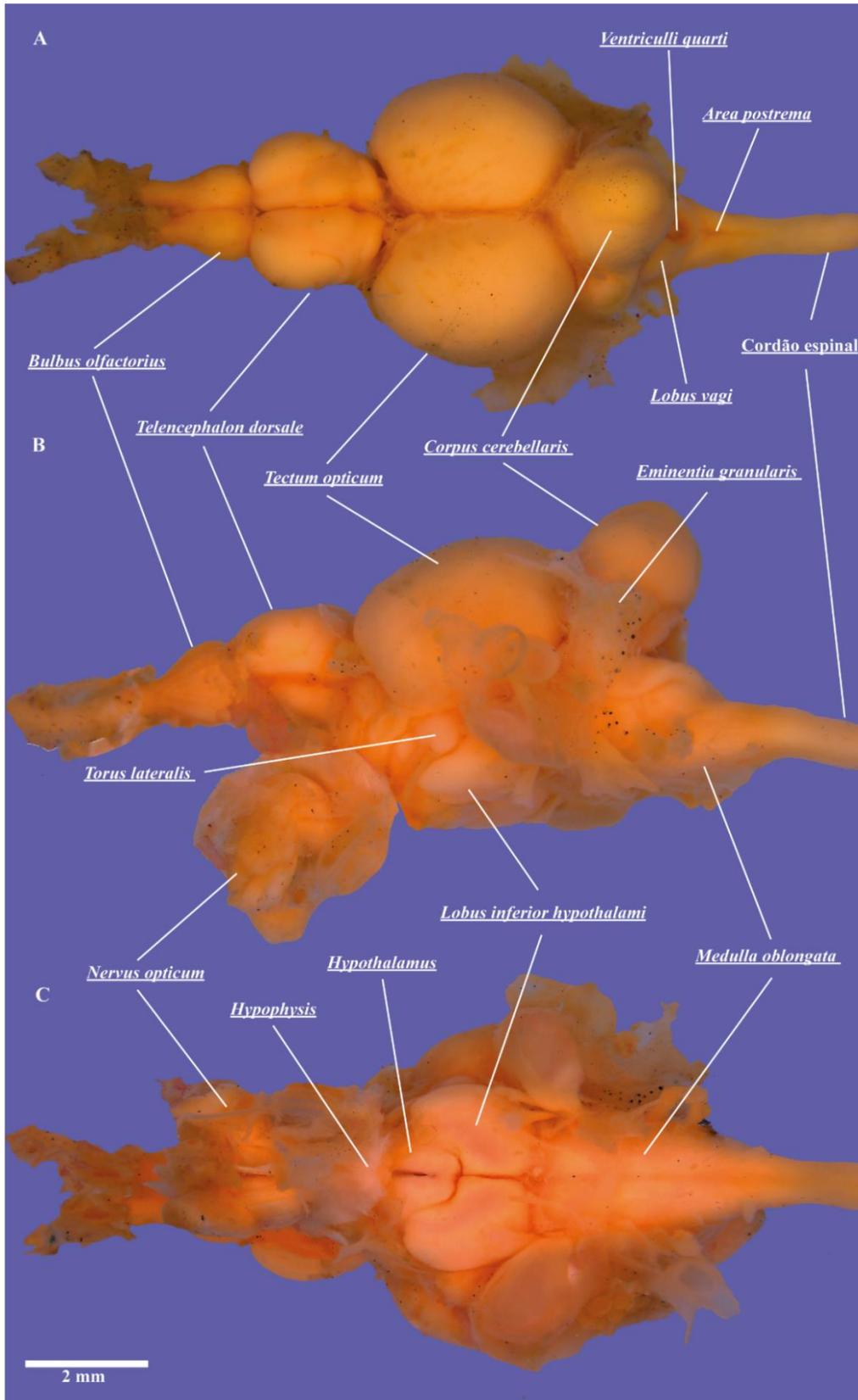
Figura 5. *Metynnis hypsauchen*, UNT 13659, (61,22 mm CP). A. vista dorsal; B. vista lateral e; C. vista ventral.



Fonte: Autor (2020).

APÊNDICE K – Figura 6

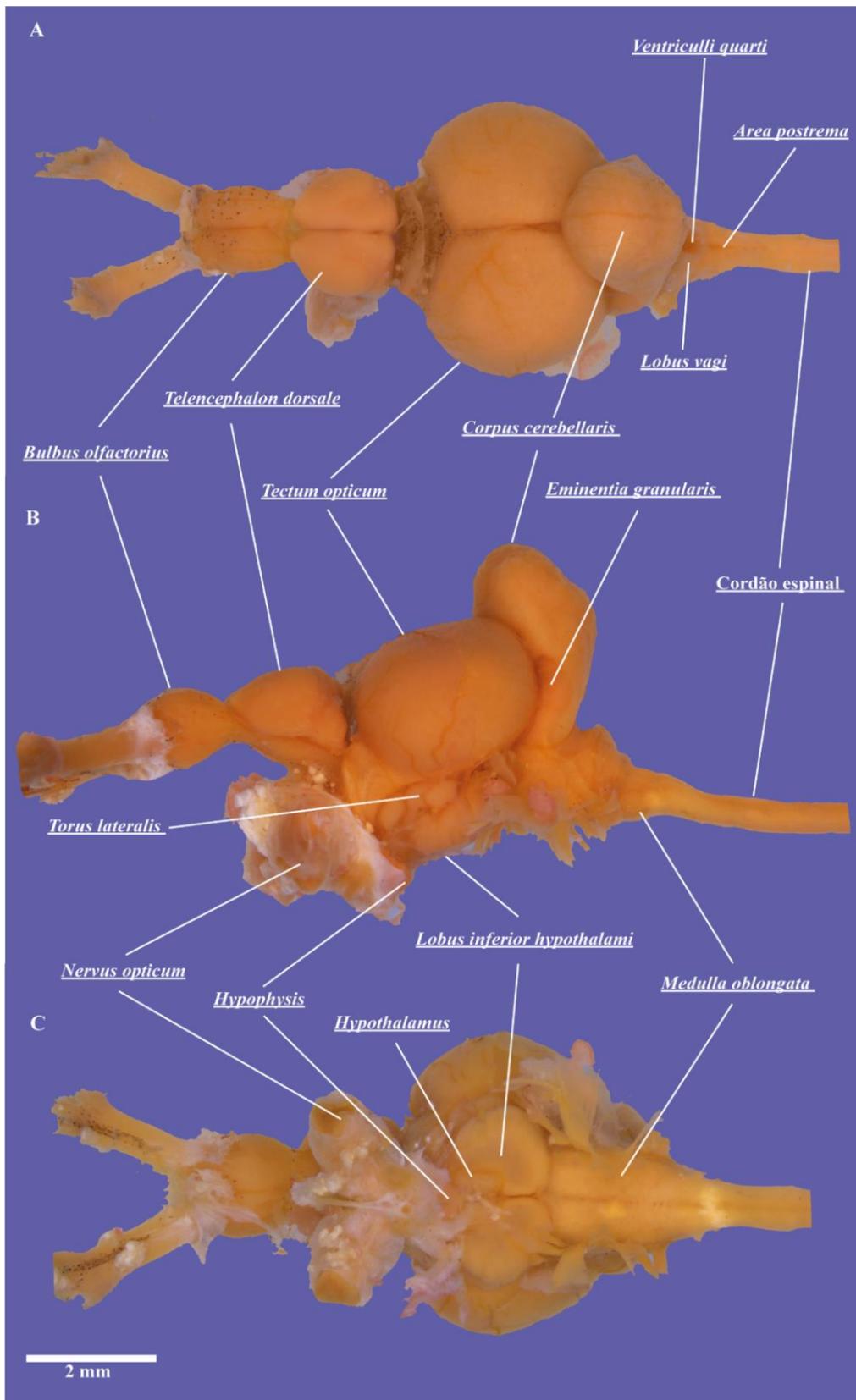
Figura 6. *Myleus setiger*, UNT 19534, (36,13 mm CP). A. vista dorsal; B. vista lateral e; C. vista ventral.



Fonte: Autor (2020).

APÊNDICE L – Figura 7

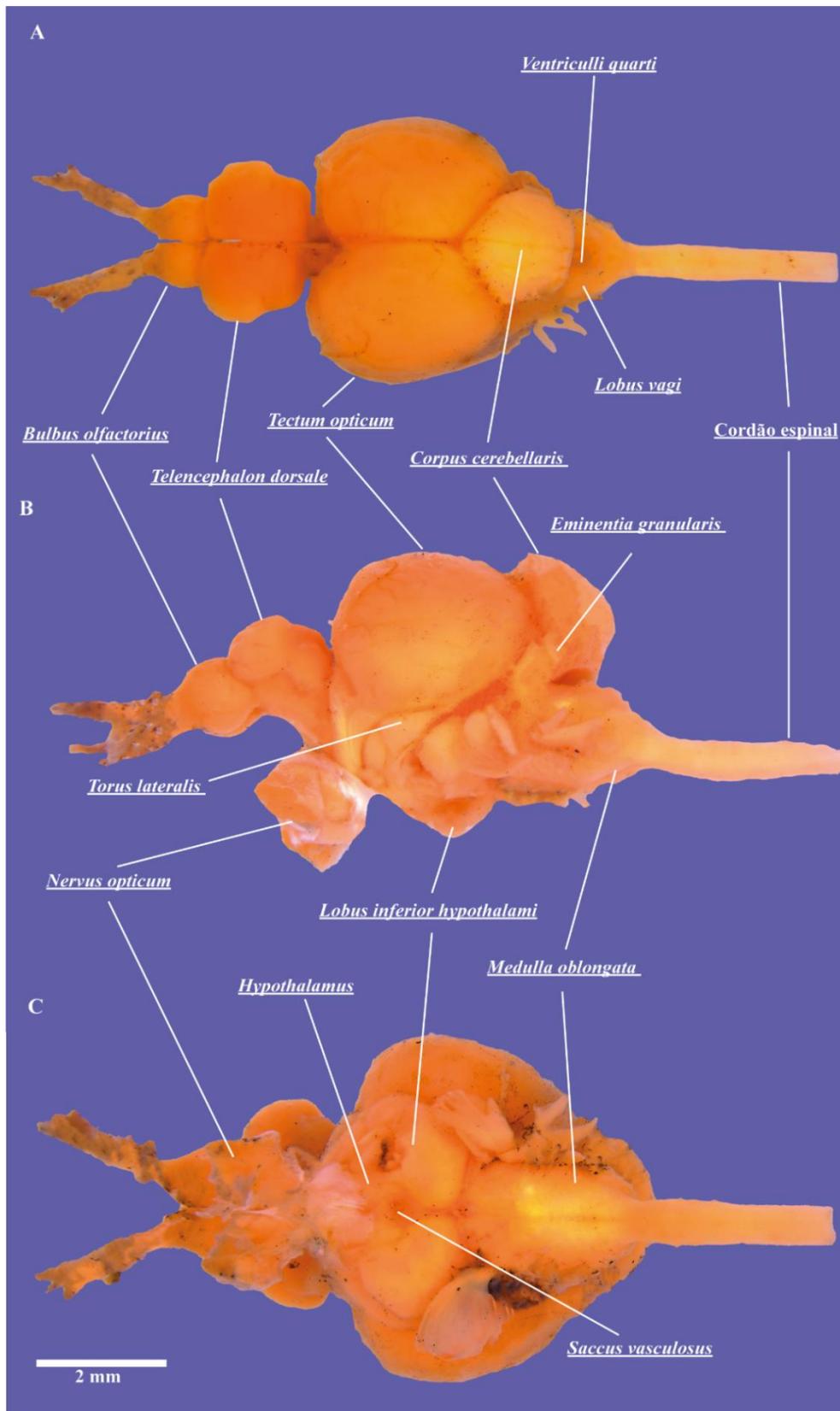
Figura 7. *Mylesinus paucisquamatus*, UNT 2099, (114,92 mm CP). A. vista dorsal; B. vista lateral e; C. vista ventral.



Fonte: Autor (2020).

APÊNDICE M – Figura 8

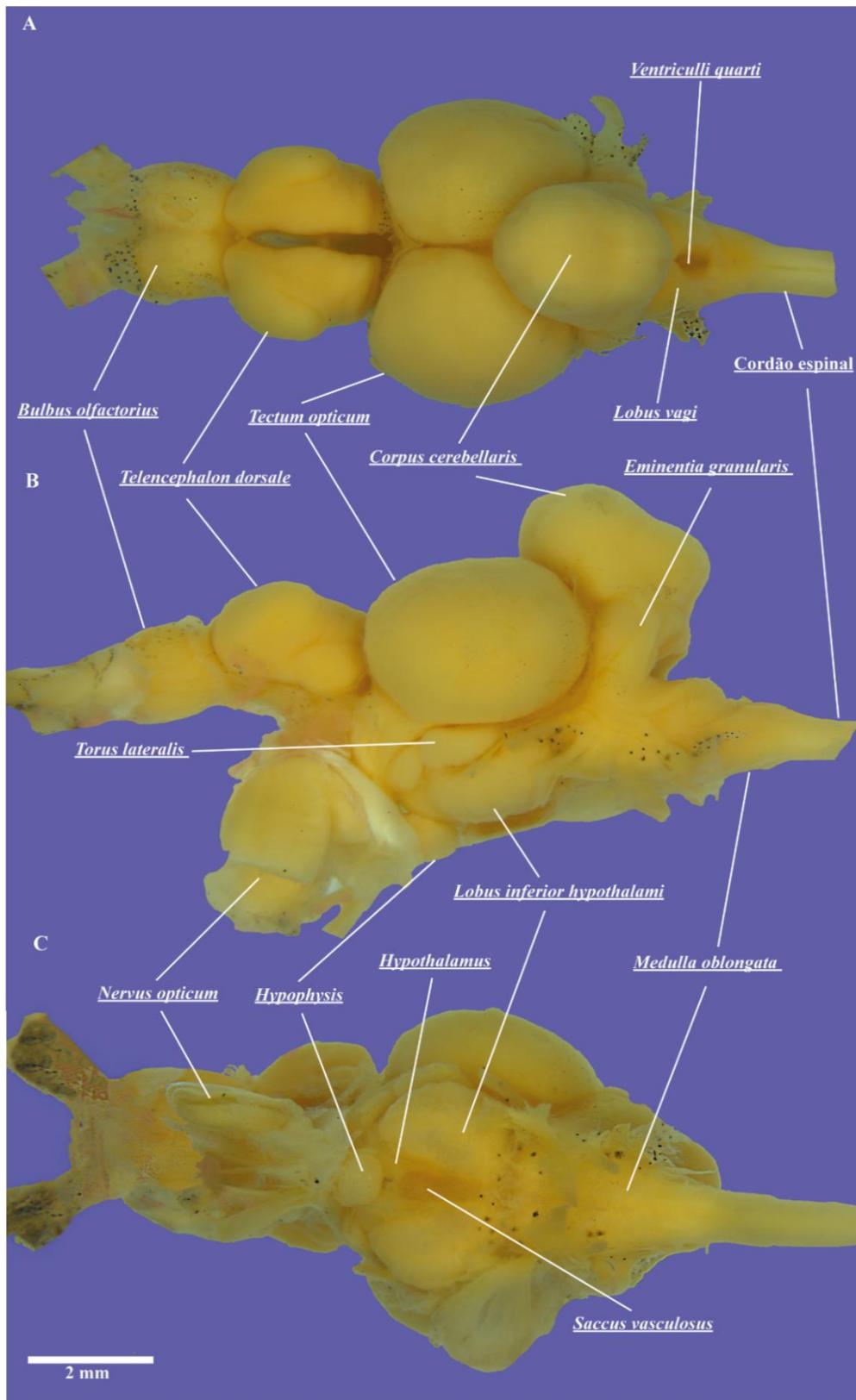
Figura 8. *Myloplus torquatus*, UNT 12610 (2), (52,58 mm CP). A. vista dorsal; B. vista lateral e; C. vista ventral.



Fonte: Autor (2020).

APÊNDICE N – Figura 9

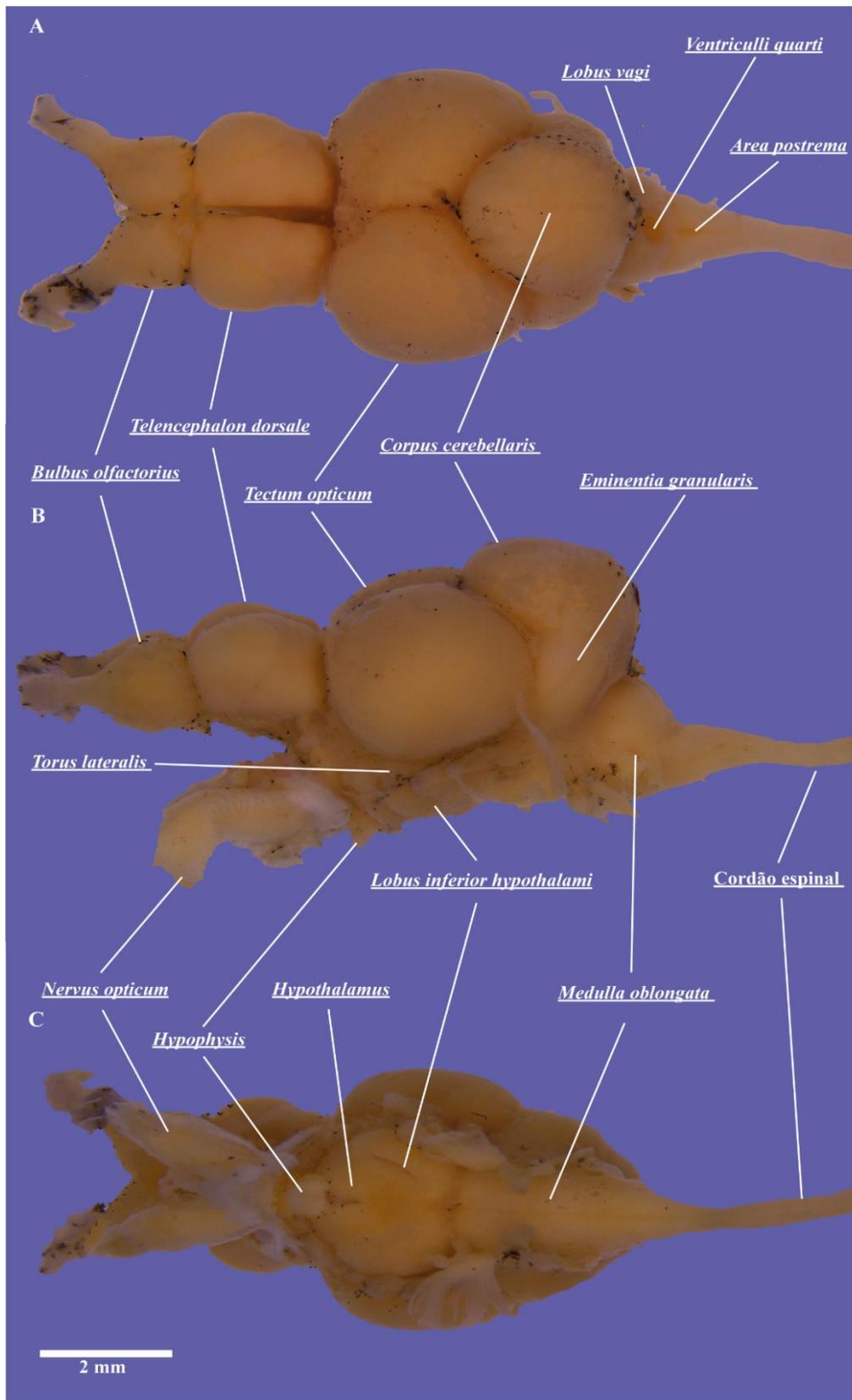
Figura 9. *Myloplus rubripinnis*, UNT 20311, (105,84 mm CP). A. vista dorsal; B. vista lateral e; C. vista ventral.



Fonte: Autor (2020).

APÊNDICE O – Figura 10

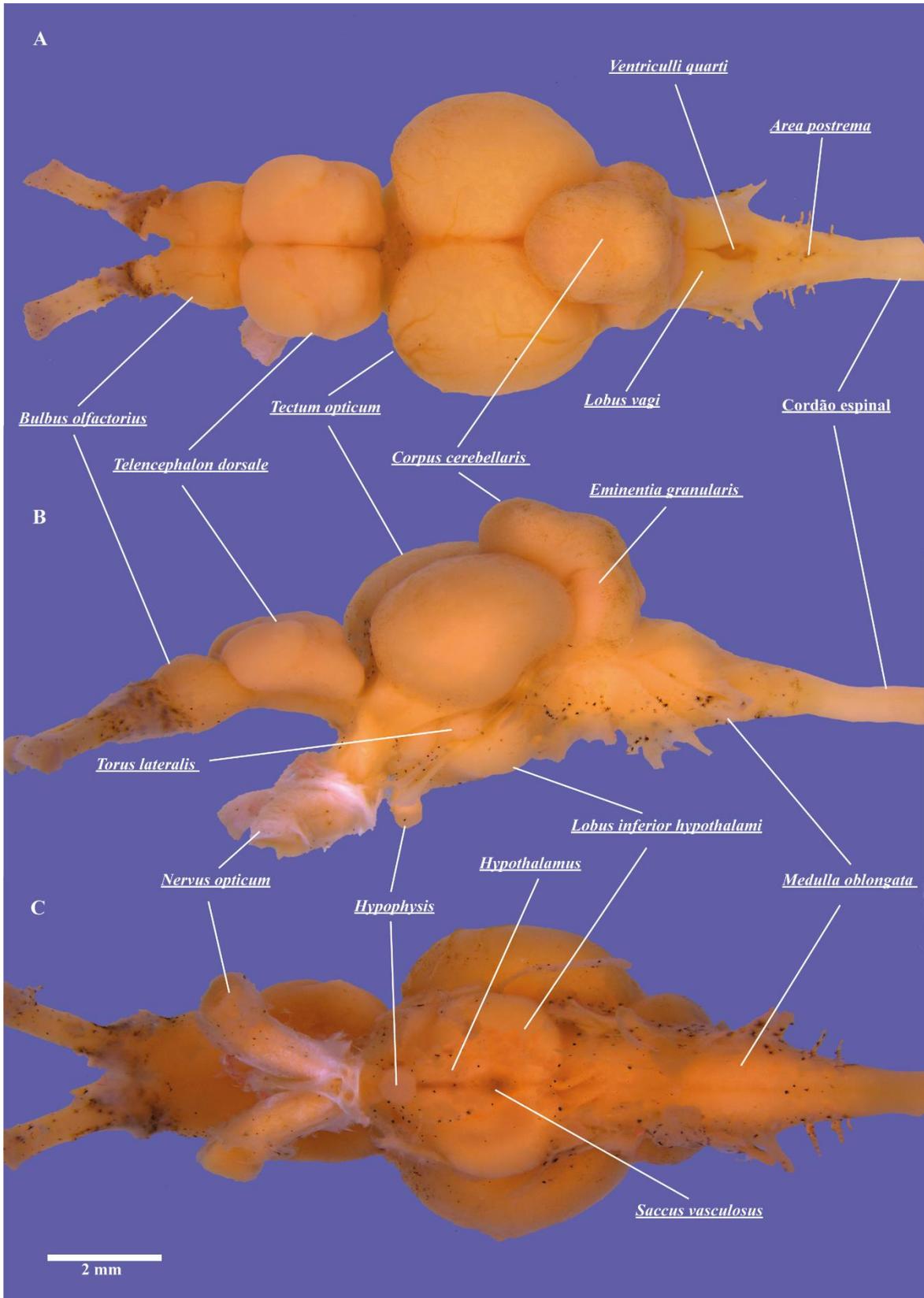
Figura 10. *Piaractus mesopotamicus*, AQUATEC Piscicultura, (84,2 mm CP). A. vista dorsal; B. vista lateral e; C. vista ventral.



Fonte: Autor (2020).

APÊNDICE P – Figura 11

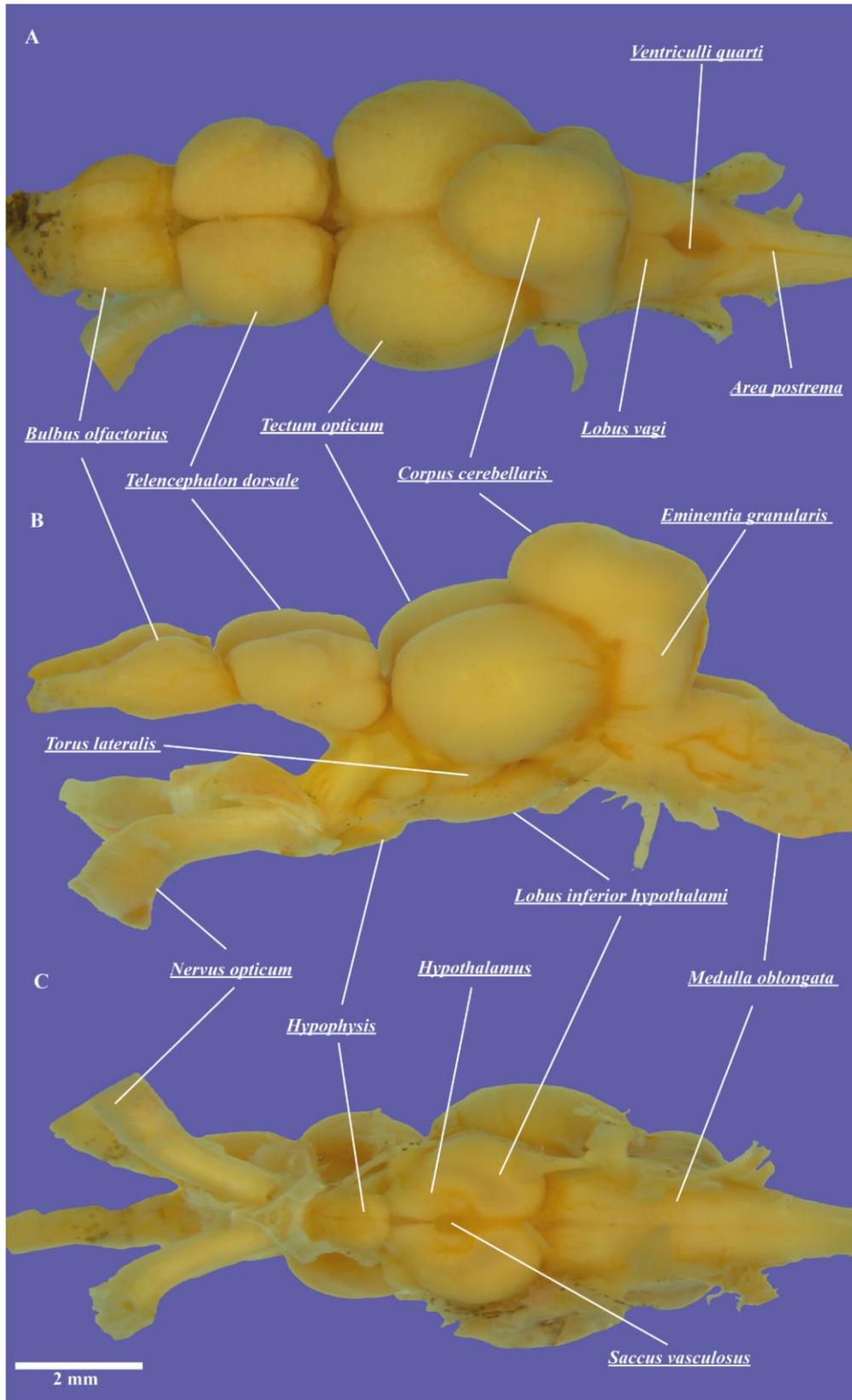
Figura 11. *Pygocentrus nattereri*, UNT 000048, (75,11 mm CP). A. vista dorsal; B. vista lateral e; C. vista ventral.



Fonte: Autor (2020).

APÊNDICE Q – Figura 12

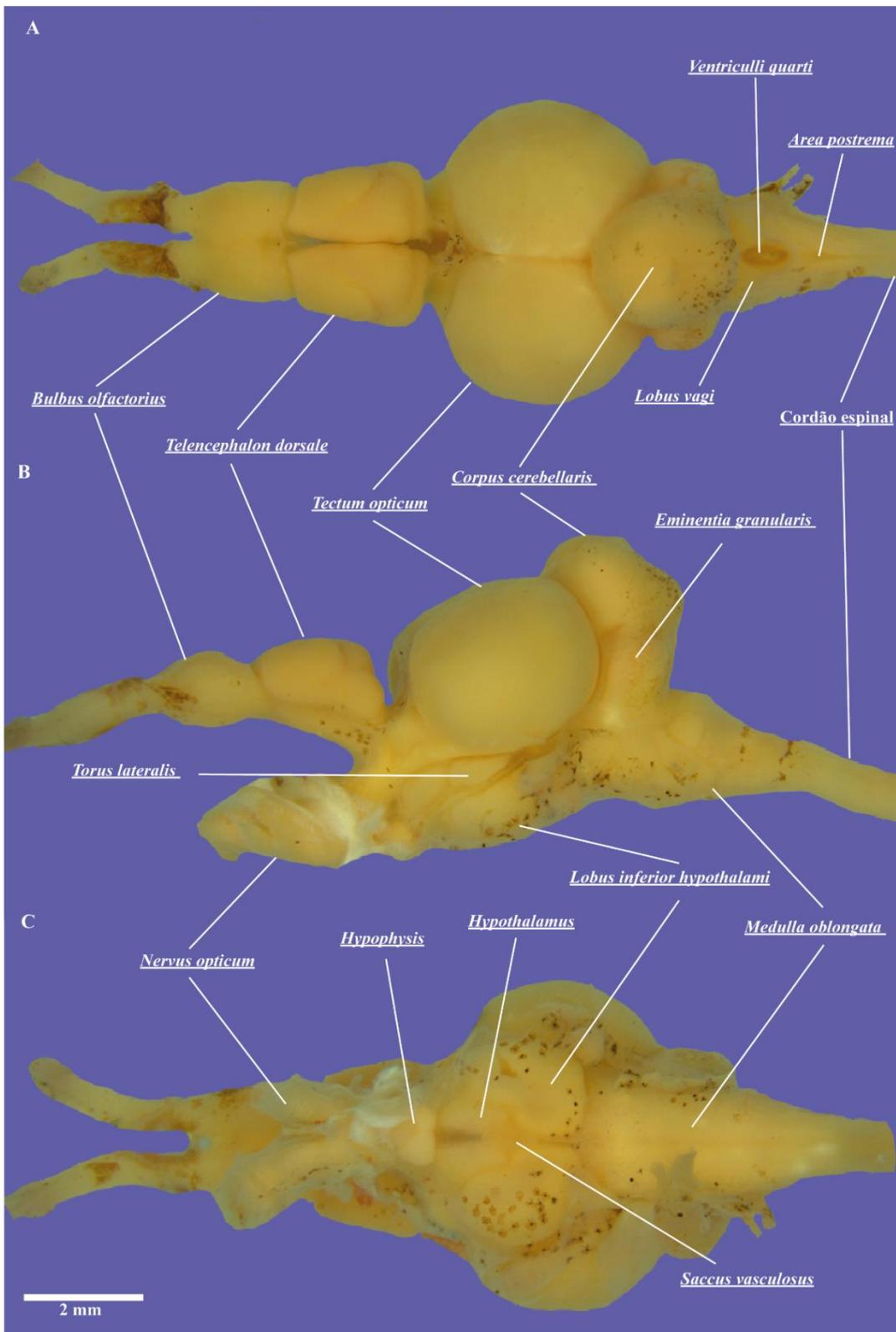
Figura 12. *Pygocentrus piraya*, UNT 12449, (124,54 mm CP). A. vista dorsal; B. vista lateral e; C. vista ventral.



Fonte: Autor (2020).

APÊNDICE R – Figura 13

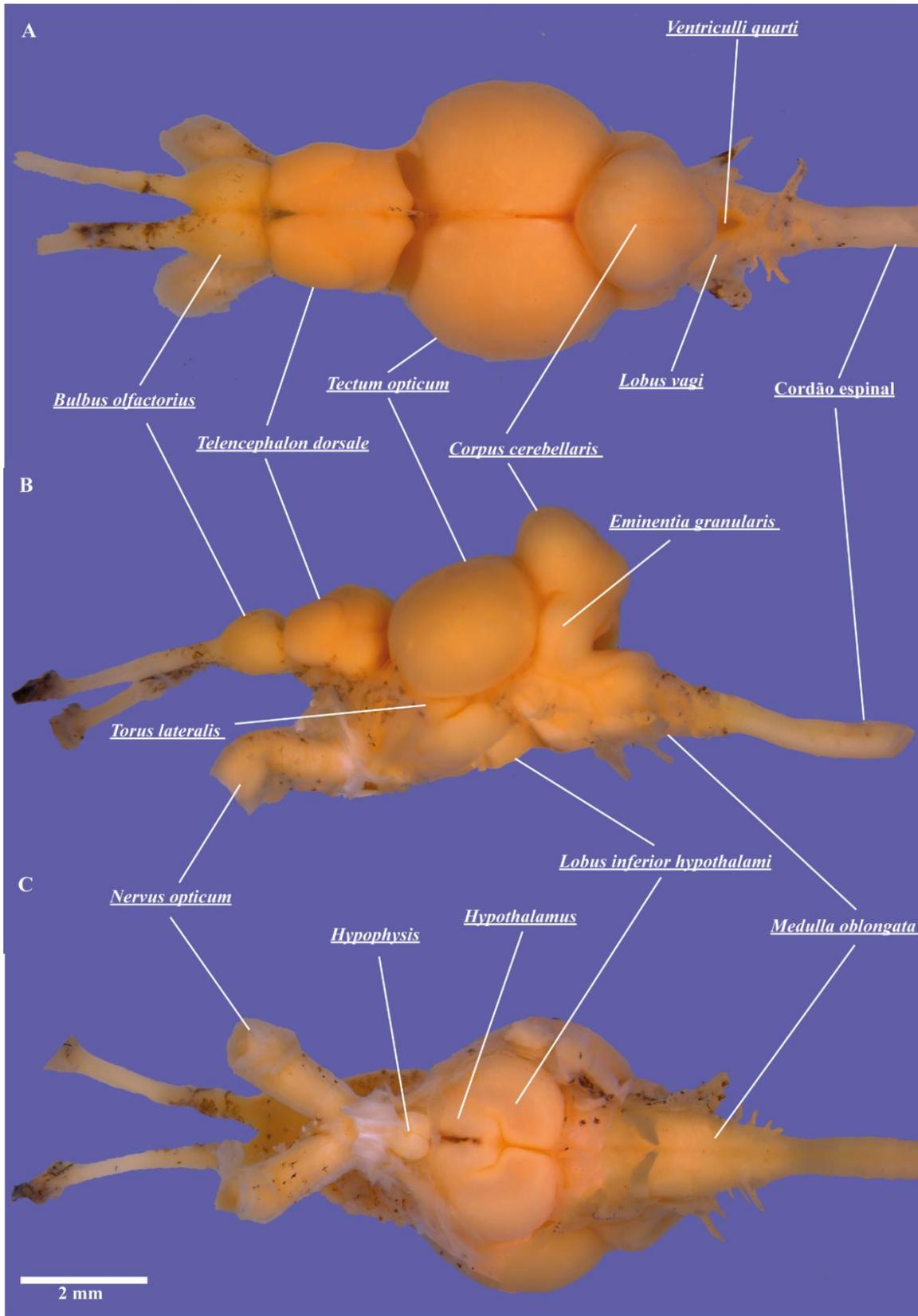
Figura 13. *Serrasalmus maculatus*, UNT 9973, (83,82 mm CP). A. vista dorsal; B. vista lateral e; C. vista ventral.



Fonte: Autor (2020).

APÊNDICE S – Figura 14

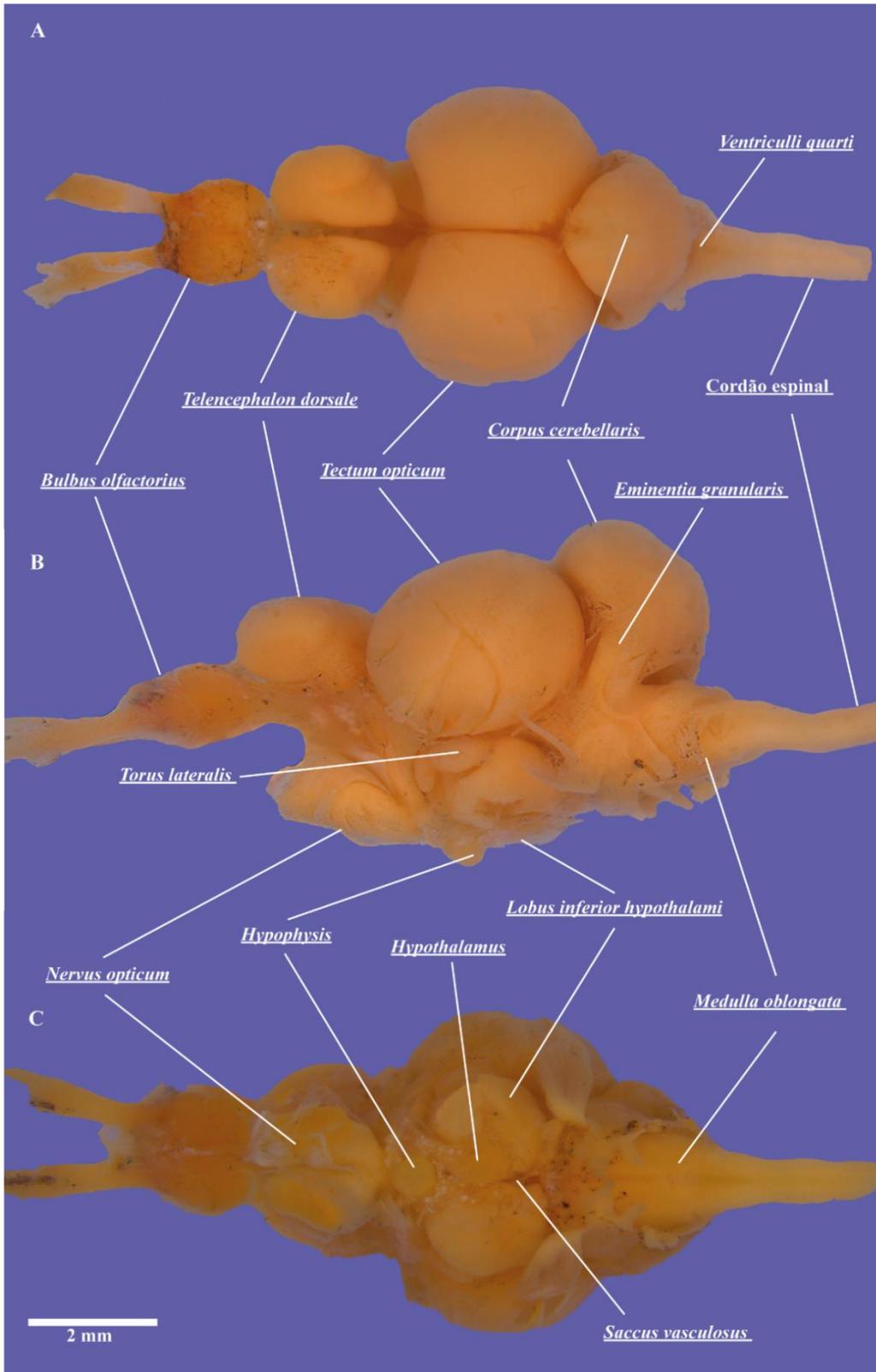
Figura 14. *Serrasalmus rhombeus*, UNT 17439, (99,77 mm CP). A. vista dorsal; B. vista lateral e; C. vista ventral.



Fonte: Autor (2020).

APÊNDICE T – Figura 15

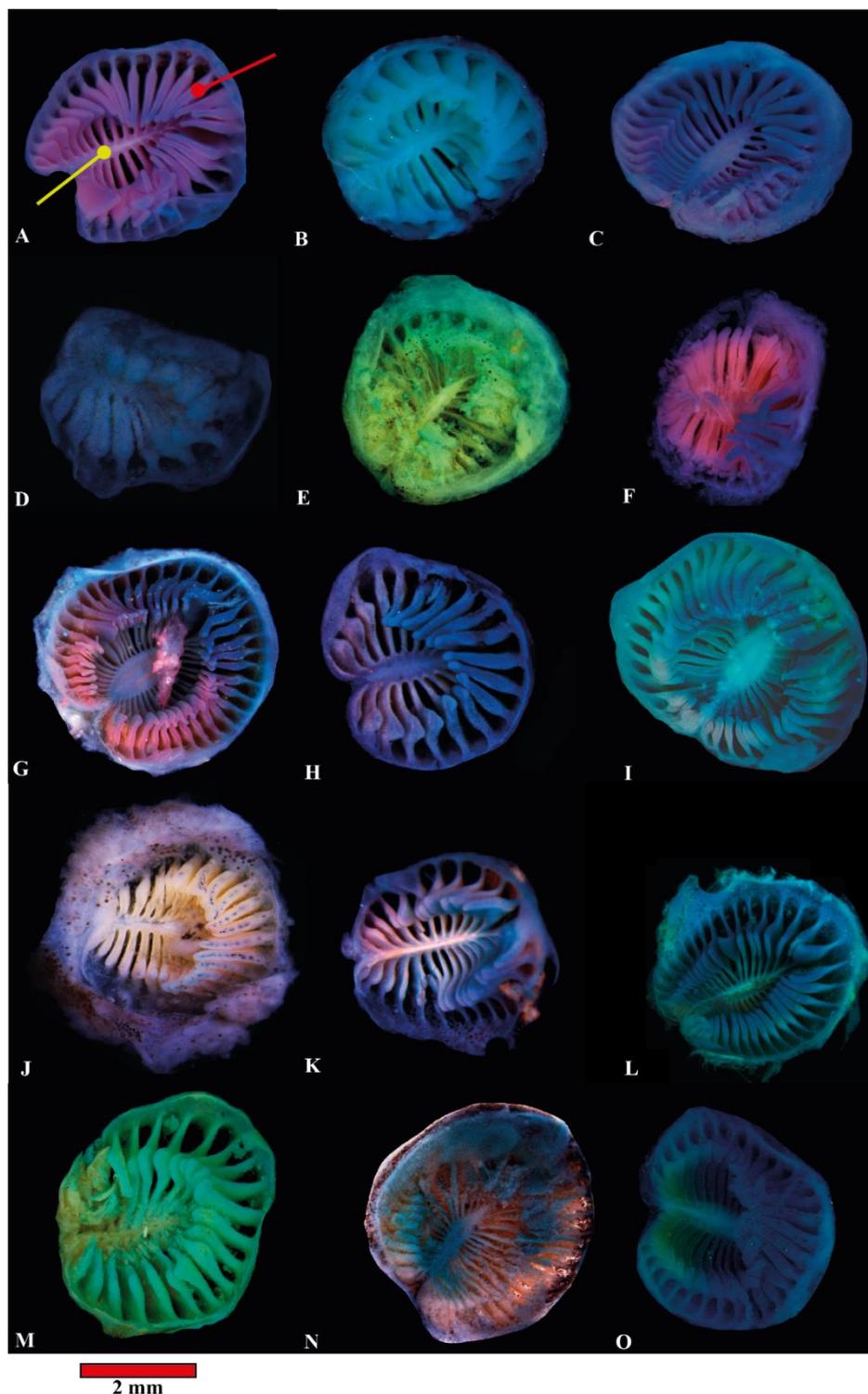
Figura 15. *Utiaritichthys sennaebregai*, LIRP 8158, (53,73 mm CP). A. vista dorsal; B. vista lateral e; C. vista ventral.



Fonte: Autor (2020).

APÊNDICE U – Figura 16

Figura 16. *Plicae olfactoriae*. **A.** *Acnodon normani*, marcador amarelo indica a rafe de sustentação e o vermelho indica a lamela; **B.** *Catoprion mento*; **C.** *Colossoma macropomum*; **D.** *Metynniss lippincottianus*; **E.** *Metynniss hypsauchen*; **F.** *Myleus setiger*; **G.** *Mylesinus paucisquamatus*; **H.** *Myloplus torquatus*; **I.** *Myloplus rubripinnis*; **J.** *Piaractus mesopotamicus*; **K.** *Pygocentrus nattereri*; **L.** *Pygocentrus piraya*; **M.** *Serrasalmus maculatus*; **N.** *Serrasalmus rhombeus*; **O.** *Utiaritchthys sennaebregai*. Vista superior.



Fonte: Autor (2020).