



UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ
INSTITUTO DE ESTUDOS DO TRÓPICO ÚMIDO
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA
CURSO DE MEDICINA VETERINÁRIA

MARIA CLARA LAURINDO PAIVA DE SOUSA

**VARIÁVEIS HEMATOLÓGICA E BIOQUÍMICA DE ARRAIA (*Potamotrygon
motoro*) DE ÁGUA DOCE DA REGIÃO AMAZÔNICA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

XINGUARA

2024

MARIA CLARA LAURINDO PAIVA DE SOUSA

**VARIÁVEIS HEMATOLÓGICA E BIOQUÍMICA DE ARRAIA (*Potamotrygon motoro*)
DE ÁGUA DOCE DA REGIÃO AMAZÔNICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Medicina Veterinária do Instituto de Estudos do Trópico Úmido da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Medicina Veterinária.

Orientador(a): Prof^ª. Dr^ª. Rejane dos Santos Sousa.

XINGUARA
2024

FICHA CATALOGRÁFICA

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará
Biblioteca do Instituto de Estudos do Trópico Úmido

S725v Sousa, Maria Clara Laurindo Paiva de
Variáveis hematológica e bioquímica de arraia
(Potamotrygon motoro) de água doce da região amazônica /
Maria Clara Laurindo Paiva de Sousa. — 2024.
50 f. : il. color.

Orientador(a): Rejane dos Santos Sousa
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade
Federal do Sul e Sudeste do Pará, Instituto de Estudos do Trópico
Úmido, Faculdade de Medicina Veterinária, Curso de Bacharelado
em Medicina Veterinária, Xinguara, 2024.

1. Potamotrygon motoro. 2. Heterófilos. 3. Arraia (Peixe). 4.
Peixes de água doce - Amazônia. I. Sousa, Rejane dos Santos,
orient. II. Título.

CDD: 23. ed.: 597

Elaborado por Maria José Pereira da Silva - CRB-2/1707


MARIA CLARA LAURINDO PAIVA DE SOUSA

**VARIÁVEIS HEMATOLÓGICA E BIOQUÍMICA DE ARRAIA (*Potamotrygon motoro*)
DE ÁGUA DOCE DA REGIÃO AMAZÔNICA**


Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Medicina Veterinária do Instituto de Estudos do Trópico Úmido da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Medicina Veterinária.

Data de aprovação: Xinguara (PA), 06 de setembro de 2024


BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 **REJANE DOS SANTOS SOUSA**
Data: 15/09/2024 17:48:47-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa, Dra. Rejane dos Santos Sousa
Orientadora

Documento assinado digitalmente
 **HASSAN JERDY LEANDRO**
Data: 16/09/2024 12:09:45-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Hassan Jerdy Leandro
Examinador Interno

Documento assinado digitalmente
 **ISADORA KAROLINA FREITAS DE SOUSA**
Data: 17/09/2024 18:08:58-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dra. Isadora Karolina Freitas de Souza
Examinador Externo

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de expressar minha profunda gratidão à minha base: meus pais, Jaime Laurindo de Sousa e Edileusa Rodrigues de Paiva, pelo apoio incondicional ao longo de toda minha jornada acadêmica e, à minha cachorra, Maia, por ser minha companheira fiel antes e durante todos os cinco anos da graduação.

Agradeço de coração a toda minha família, em especial aos meus tios Sonildo e Elza, que me auxiliaram sem hesitar na locomoção até Brasília/DF, e aos meus tios Sonival e Irailde, que foram minha rede de apoio na cidade em que realizei o Estágio Supervisionado Obrigatório (ESO), mesmo após anos sem nos encontrarmos.

À equipe da Clínica Veterinária Espaço Animal, em particular à M.V. Isadora Afonso, manifesto minha gratidão pelos ensinamentos e momentos especiais compartilhados durante a rotina clínica, que tornaram os dias mais alegres e leves, não apenas no âmbito profissional, mas no âmbito pessoal como amigas.

À equipe do Hospital Veterinário Dr. Antônio Clemenceau, especialmente aos médicos veterinários da Clínica Médica Geral, às médicas veterinárias internas e aos auxiliares veterinários, agradeço imensamente pela recepção calorosa e pela paciência em me ensinar durante os três meses que estive presente.

A todos os meus professores, em especial à Prof^a Dr^a Rejane dos Santos Sousa, carinhosamente conhecida como "mamis Rejis" pelos seus bolsistas, minha sincera gratidão. Além de ser uma excelente professora de Medicina Veterinária, sempre me apoiou e cuidou de mim. E claro, à minha banca mais do que especial composta pela Prof^a Dr^a Isadora Karolina Freitas de Sousa e o Prof. Dr. Hassan Jerdy Leandro, que formam a tríade perfeita.

A todos os meus amigos e colegas, que além do apoio constante, foram minha válvula de escape durante os dias cansativos do curso integral, proporcionando momentos divertidos e acolhedores que se tornaram memórias afetivas preciosas.

Agradeço também ao CNPq e à FAPESPA, cujos auxílios foram fundamentais para minha formação acadêmica, permitindo que eu pudesse me dedicar plenamente aos estudos e à pesquisa durante esse período.

Por último, mas de suma importância, expresso minha profunda gratidão a Deus e a todas as pessoas e animais que, embora não mencionados especificamente, desempenharam papéis essenciais em minha trajetória e desenvolvimento. Suas contribuições, de formas variadas, muitas vezes discretas e únicas, foram fundamentais para minha formação.

"Ainda que eu fale as línguas dos homens e dos anjos, se não tiver amor, serei como o sino que ressoa ou como o prato que retine. Ainda que eu tenha o dom de profecia, saiba todos os mistérios e todo o conhecimento e tenha uma fé capaz de mover montanhas, se não tiver amor, nada serei".

(1 Coríntios 13:1-2).

RESUMO

A arraia de água doce ocelada (*Potamotrygon motoro*) é nativa de rios da América do Sul. Objetivou determinar os valores das variáveis hematológicas e bioquímicas de arraias (*Potamotrygon motoro*) silvestres de água doce. Foram coletadas 16 amostras sanguíneas de arraias (7 machos e 9 fêmeas). O sangue foi utilizado para a avaliação hematológica que determinou o volume globular (VG), número de hemácias (He), hemoglobina (Hb), volume corpuscular médio (VCM), concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM), hemoglobina corpuscular média (CHCM), trombócitos, número de leucócitos, heterófilos, eosinófilos, basófilos, monócitos e linfócitos. A avaliação bioquímica determinou a concentração de proteína total, albumina, ureia, creatinina, colesterol, triglicerídeos, glicose e atividade da alanina aminotransferase (ALT) e aspartato aminotransferase (AST). A média e o desvio padrão das variáveis hematológicas foram: VG $16,75 \pm 3,4\%$; He $0,23 \pm 0,06 \times 10^6 / \mu\text{L}$; Hb $2,02 \pm 0,41 \text{ g/dL}$; VCM $754,09 \pm 186,72 \text{ fL}$; CHCM $12,07 \pm 1,8 \text{ pg}$; HCM $90,06 \pm 29,45$; trombócitos $787,50 \pm 449,83 / \mu\text{L}$; leucócitos $4605,3 \pm 2413 / \mu\text{L}$; heterófilos $745,7 \pm 442,6 / \mu\text{L}$; linfócitos $2087 \pm 1131,8 / \mu\text{L}$; monócitos $1728,6 \pm 1163,1 / \mu\text{L}$; basófilos $15,51 \pm 24,91 / \mu\text{L}$ e eosinófilos $6,64 \pm 18,78 / \mu\text{L}$. A média e o desvio padrão das variáveis bioquímicas foram: proteína total $1,45 \pm 0,17 \text{ g/dL}$; albumina $0,24 \pm 0,06 \text{ g/dL}$; ureia $23,07 \pm 12,22 \text{ mg/dL}$; creatinina $0,51 \pm 0,12 \text{ mg/dL}$; triglicerídeos $68,47 \pm 24,68 \text{ mg/dL}$; colesterol $56,47 \pm 19,79 \text{ mg/dL}$, glicose $40,3 \pm 18,5 \text{ mg/dL}$, ALT $41,43 \pm 21,29 \text{ U/L}$; AST $12,83 \pm 6,22 \text{ U/L}$. Foi possível determinar valores bioquímicos e hematológicos de arraias (*Potamotrygon motoro*) silvestres, os quais podem ser utilizados como referência para animais em cativeiro e de vida livre, mantidos em condições ambientais e de manejo semelhantes.

Palavras-chave: *Potamotrygon motoro*. Heterófilos. Arraia de água doce. Amazônia.

ABSTRACT

The ocellated freshwater stingray (*Potamotrygon motoro*) is native to rivers in South America. The aim of this study was to determine the values of hematological and biochemical variables of wild freshwater stingrays (*Potamotrygon motoro*). Sixteen blood samples were collected from stingrays (7 males and 9 females). The blood was used for hematological evaluation to determine the packed cell volume (GBV), number of red blood cells (He), hemoglobin (Hb), mean corpuscular volume (MCV), mean corpuscular hemoglobin concentration (MCHC), mean corpuscular hemoglobin (MCHC), thrombocytes, number of leukocytes, heterophils, eosinophils, basophils, monocytes and lymphocytes. Biochemical evaluation determined the concentration of total protein, albumin, urea, creatinine, cholesterol, triglycerides, glucose and alanine aminotransferase (ALT) and aspartate aminotransferase (AST) activity. The mean and standard deviation of hematological variables were: VG $16.75 \pm 3.4\%$; He $0.23 \pm 0.06 \times 10^6/\mu\text{L}$; Hb $2.02 \pm 0.41 \text{g/dL}$; MCV $754.09 \pm 186.72 \text{fL}$; MCHC $12.07 \pm 1.8 \text{pg}$; MCH 90.06 ± 29.45 ; thrombocytes $787.50 \pm 449.83/\mu\text{L}$; leukocytes $4605.3 \pm 2413/\mu\text{L}$; heterophils $745.7 \pm 442.6/\mu\text{L}$; lymphocytes $2087 \pm 1131.8 /\mu\text{L}$; monocytes $1728.6 \pm 1163.1 \mu\text{L}$; basophils $15.51 \pm 24.91/\mu\text{L}$ and eosinophils $6.64 \pm 18.78 /\mu\text{L}$. The mean and standard deviation of the biochemical variables were: total protein $1.45 \pm 0.17 \text{g/dL}$; albumin $0.24 \pm 0.06 \text{g/dL}$; urea $23.07 \pm 12.22 \text{mg/dL}$; creatinine $0.51 \pm 0.12 \text{mg/dL}$; triglycerides $68.47 \pm 24.68 \text{mg/dL}$; cholesterol $56.47 \pm 19.79 \text{mg/dL}$, glucose $40.3 \pm 18.5 \text{mg/dL}$, ALT $41.43 \pm 21.29 \text{U/L}$; AST $12.83 \pm 6.22 \text{U/L}$. It was possible to determine biochemical and hematological values of wild stingrays (*Potamotrygon motoro*), which can be used as a reference for captive and free-living animals kept in similar environmental and management conditions.

Keywords: *Potamotrygon motoro*. Heterophilous. Freshwater stingray. Amazon.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Valores hematológicos de arraias (<i>Potamotrygon motoro</i>) de água doce da região Amazônica do Brasil	36
Tabela 2- Variáveis bioquímicas de arraias (<i>Potamotrygon motoro</i>) de água doce da região Amazônica do Brasil	36

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Diferenciação sexual de arraias	15
Figura 2- Células sanguíneas de peixes.....	18
Figura 1- Localização da Vila Itaipavas, região de captura das arraias no Rio Araguaia no estado do Pará - Brasil.....	35
Figura 2- Colheita de sangue da veia branquial em arraias (<i>Potamotrygon motoro</i>) de água doce.....	35
Figura 3- Células sanguíneas de arraia <i>Potamotrygon motoro</i>	37

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

ALT	Alanina aminotransferase
AST	Aspartato aminotransferase
ASVCP	Associação Americana de Patologia Clínica Veterinária
CHCM	Concentração de hemoglobina corpuscular média
EDTA	Ácido Etilenodiamino Tetra-acético
et, al.	E colaboradores
Hb	Hemoglobina
HCM	Hemoglobina corpuscular média
He	Hemácia
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente
MMA	Ministério do Meio Ambiente
VCM	Volume corpuscular médio
VG	Volume globular

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1 ARRAIAS DE ÁGUA DOCE (<i>Potamotrygon motoro</i>)	14
2.2 HEMATOLOGIA.....	17
2.2.1 Eritrócitos.....	18
2.2.2 Leucócitos	19
2.2.3 Trombócitos	21
2.3 AVALIAÇÃO BIOQUÍMICA.....	21
2.3.1 Proteína total e albumina	22
2.3.2 Glicose	22
2.3.3 Colesterol e triglicérides	22
2.3.4 Uréia e creatinina	23
2.3.5 ALT E AST.....	24
2.3.6 Lactato	25
3. ARTIGO CIENTÍFICO.....	32
3.1 Variáveis hematológica e bioquímica de arraia (<i>Potamotrygon motoro</i>) de água doce da região amazônica	33
3.2 INTRODUÇÃO	34
3.3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	34
3.4 RESULTADOS	36
3.5 DISCUSSÃO	38
3.6 CONCLUSÃO.....	39
REFERÊNCIAS	40
ANEXO A – NORMAS DA REVISTA VETERINÁRIA BRASILEIRA	43

1. INTRODUÇÃO

A arraia de água doce ocelada ou motoro (*Potamotrygon motoro*) é uma espécie da família Potamotrygonidae, nativa de rios da América do Sul, sua distribuição abrange desde o Rio Orinoco na Venezuela, rios da bacia Amazônica e rios da bacia do Prata na Argentina e Uruguai (PÁDUA et al., 2010; LASSO et al., 2016). Segundo Carvalho et al. (2003) esses animais exploram diversos habitats, que vão desde praias de rios, pequenas enseadas de fundo rochoso ou barrento, folhiço, lagos até as florestas inundadas. E para viverem nesse ambiente, algumas adaptações foram necessárias, como por exemplo, diminuir a concentração de ureia no sangue e reduzir a glândula retal (RIBEIRO; SOARES, 2021).

As arraias de água doce possuem grande importância socioeconômica, principalmente pela sua utilização no comércio internacional de pescado ornamental, devido a sua elevada biodiversidade e variado policromatismo, sendo comercializadas para países como Estados Unidos, Japão, Taiwan e Alemanha (LASSO et al., 2016). Além disso, estes animais representam uma fonte alternativa de renda e alimentar para as comunidades ribeirinhas (OLIVEIRA et al., 2021).

O comércio de peixes ornamentais e para aquarofilia antes do ano de 2008 era executado principalmente pelo estado do Amazonas com a venda de peixes pequenos como o tetracardinal (*P. axelrodi*), o qual tinha baixo valor agregado, sendo necessário a exportação de grande número de peixes a um baixo valor (MONTICINI, 2010). A criação da instrução normativa 204/2008 do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente (IBAMA, 2018), permitiu a inclusão de arraias de água doce no processo de exportação, elevando o valor agregado na balança comercial. Desde então, o estado do Pará desenvolveu de forma crescente a exportação de peixes ornamentais e em 2015 chegou a ser responsável por 71,1% da exportação do país, e vem liderando o mercado de exportação de peixes ornamentais até os dias atuais (BRASIL, 2018).

Mesmo estes animais sendo explorados comercialmente, pouco se sabe da sua fisiologia e da influência dos fatores ambientais sobre as variáveis sanguíneas. Nas mais diferentes espécies animais a avaliação clínica e das variáveis hematológicas e bioquímicas são importantes para identificar o estado fisiológico, sanitário e aclimatação dos animais em ambientes naturais e artificiais (PÉREZ-ROJASA et al., 2022). Mas, no caso das arraias, devido aos poucos estudos sobre os valores de referência para a interpretação dos achados hematológicos e bioquímicos, a avaliação desses resultados fica comprometida (OLIVEIRA,

2013). Além disso, entre as classes de peixes existe grande heterogeneidade nos constituintes sanguíneos, especialmente em relação aos leucócitos, dessa forma os achados podem diferir entre espécies (TAVARES-DIAS; MORAES, 2004; WALSH; LUER, 2004).

Devido a estes fatores, faz-se necessário determinar os valores de referência para as variáveis hematológicas e bioquímicas em arraias *Potamotrygon motoro* da região Amazônica, as quais serão essenciais para compreender a saúde e bem-estar, identificar desequilíbrios e doenças, monitorar a adaptação ao ambiente artificial e melhorar as condições de criação tanto em ambientes naturais quanto em cativeiro.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. ARRAIAS DE ÁGUA DOCE (*Potamotrygon motoro*)

Os peixes formam um grupo de vertebrados extremamente diversificado, com cerca de 27.300 espécies registradas (GRANT, 2015). A maioria dessas espécies são teleósteos, peixes cujo esqueleto é composto por osso, enquanto 1041 espécies possuem esqueleto cartilágneo e pertencem à classe Chondrichthyes. Esta classe inclui a subclasse dos elasmobrânquios, como tubarões e arraias, totalizando aproximadamente 400 espécies de tubarões e 500 de arraias (CARMEZIM, 2020).

A família *Potamotrygonidae* representa um grupo de arraias de água doce, pertencente à ordem Myliobatiformes. Essas arraias são encontradas principalmente em rios da América do Sul, como os da bacia amazônica. Atualmente, esta família é composta por 24 a 25 espécies válidas distribuídas em quatro gêneros: *Heliotrygon*, *Plesiotrygon*, *Paratrygon* e *Potamotrygon* (CARVALHO et al., 2003). As arraias do gênero *Potamotrygon* possuem ampla distribuição, enquanto as do gênero *Paratrygon* estão ameaçadas de extinção (MMA, 2022). Não sendo um caso isolado, estudos recentes de Charvet-Almeida et al. (2020) sobre a distribuição das espécies de *Plesiotrygon* sugerem que essas arraias possuem uma estrutura genética diferenciada entre as populações da bacia do rio Amazonas mas enfrentam ameaças semelhantes devido à degradação do habitat e à pesca.

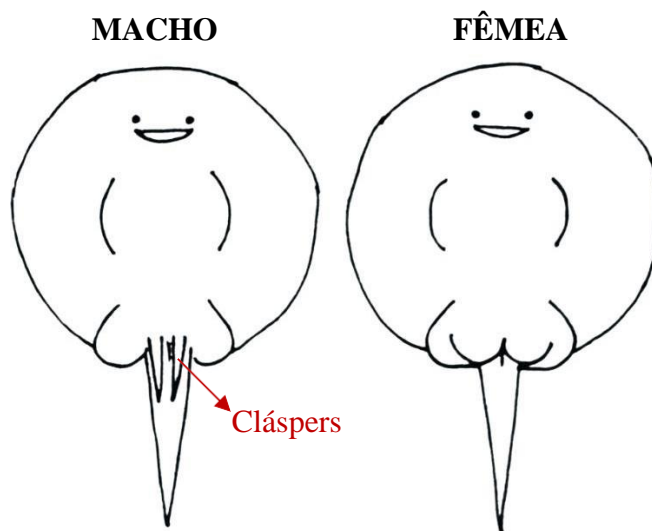
Esses animais apresentam adaptações fisiológicas ao ambiente aquático, com corpos achatados dorsoventralmente e um disco cartilaginoso que lhes confere uma aparência semelhante a uma folha. Suas caudas são geralmente longas e finas, adaptadas para movimentos de propulsão na água. As arraias de água doce possuem um sistema respiratório composto por brânquias, mas também podem absorver oxigênio diretamente da água através da pele. Quanto

ao ciclo reprodutivo, essas espécies apresentam período de cópula na seca, gravidez na enchente e parto no início da cheia, havendo disputa de machos por fêmeas adultas durante esse período (OLIVEIRA, 2013).

As arraias de água doce são animais onívoros, possuindo recursos alimentares constituídos de materiais alóctones e autóctones, os quais incluem vegetais, sementes, larvas de insetos, insetos, peixes, crustáceos, moluscos, detritos e plâncton (CLARO-JR, FERREIRA, ZUANON & ARAUJO-LIMA, 2004). Elas possuem um sistema sensorial bem desenvolvido, com olhos pequenos e boca localizada na parte ventral do corpo. Além disso, possuem órgãos elétricos na parte dorsal do corpo, que são utilizados na detecção de presas e na comunicação (FONTENELLE, DA SILVA, & DA SILVA, 2015).

As arraias apresentam dimorfismo sexual notável. As fêmeas geralmente são maiores que os machos, uma adaptação que lhes permite carregar e nutrir os embriões durante a gestação (RINCON et al., 2011). Os machos possuem cláspers, órgãos sexuais modificados usados para transferir esperma durante a cópula, uma característica distintiva para identificar o sexo (THORSON, 1983).

Figura 1- Diferenciação sexual de arraias



Fonte: Acervo pessoal (2024)

Esses peixes, especialmente os do gênero *Potamotrygon*, apresentam um tipo de reprodução vivípara aplacentária, o que significa que os filhotes se desenvolvem dentro da mãe e nascem como pequenas réplicas dos adultos. Este modo de reprodução é relativamente raro entre os peixes (COMPAGNO, 2005). A reprodução das arraias de água doce começa com a cópula, na qual o macho usa seus cláspers (órgãos sexuais modificados) para transferir esperma

para a fêmea. Durante este processo, o macho muitas vezes morde as nadadeiras da fêmea para se segurar. Após a fertilização interna, os embriões se desenvolvem dentro do útero da fêmea (DULVY & REYNOLDS, 1997).

O período de gestação nas arraias de água doce varia entre as espécies, mas geralmente dura de três a nove meses. Durante a gestação, os embriões são nutridos inicialmente pelo vitelo do ovo, mas conforme o vitelo se esgota, eles começam a receber nutrientes diretamente da mãe através de secreções uterinas ricas em proteínas, conhecidas como "leite uterino" (THORSON & WATSON, 1975). Este processo é semelhante ao de outras espécies de elasmobrânquios vivíparos, como algumas espécies de tubarões (COMPAGNO, 2005)

A reprodução de tubarões e arraias é fortemente influenciada pelo estresse, de modo que situações estressoras podem causar desordem no eixo hipotálamo hipófise-inter-renal e no hipotálamo-hipófise-gônadas, que são responsáveis pela regulação fisiológica da reprodução (AWRUCH, 2013). A resposta ao estresse em elasmobrânquios é integrada e ocorre em cascata semelhante à de outros vertebrados, porém os mecanismos e respostas compensatórias diferem (SKOMAL; MANDELMAN, 2012), já que o hormônio esteroide que regula ambos os processos de equilíbrio soluto/solvente e a resposta ao estresse, é apenas um tipo de esteróide, a 1- α -hidroxicorticosterona (EVANS, 2008).

Os efeitos completos dos corticoides nos tecidos alvo, podem ser detectados aproximadamente uma hora após a resposta ao estresse ter iniciado, caracterizando assim a segunda fase do processo (GOMIDE, 2023). Na condição de vivíparos, são mais vulneráveis a interrupções no ciclo reprodutivo causadas pelo estresse de captura. E esse, é o principal fator que induz o parto prematuro/aborto no grupo dos elasmobrânquios. Este distúrbio pode ser causado, por exemplo, por traumas físicos (arpões, lesões), asfixia, encalhe ou administração de anestésicos (GOMIDE, 2023).

As arraias potamotrigonídeos são consideradas o único grupo de elasmobrânquios que se especializaram exclusivamente em águas doces (LOVEJOY, 1996) e acabam causando frequentes acidentes ao homem. Apesar de não atacarem as pessoas, ao serem pisadas, as arraias utilizam sua coluna como forma de defesa (MAGALHÃES et al., 2006), empurrando-a contra a vítima e causando um ferimento ou laceração irregular.

Esses animais produzem um enorme número de metabólicos, cujas combinações resultam em uma grande variedade de estruturas químicas e moléculas complexas, como alcalóides, esteróides, peptídeos e proteínas com química e propriedades farmacológicas, diferentes daquelas apresentadas pelos venenos de animais terrestres (RUSSELL, 1971). O

envenenamento causa dor imediata, local e intensa, edema de partes moles e sangramento de extensão variável. A dor atinge o pico após 30 a 60 minutos, pode irradiar-se centralmente durando até 48 horas. A maioria dos pequenos furos não levam a infecções graves ou perda de tecido (MAGALHÃES et al., 2006).

2.2 HEMATOLOGIA

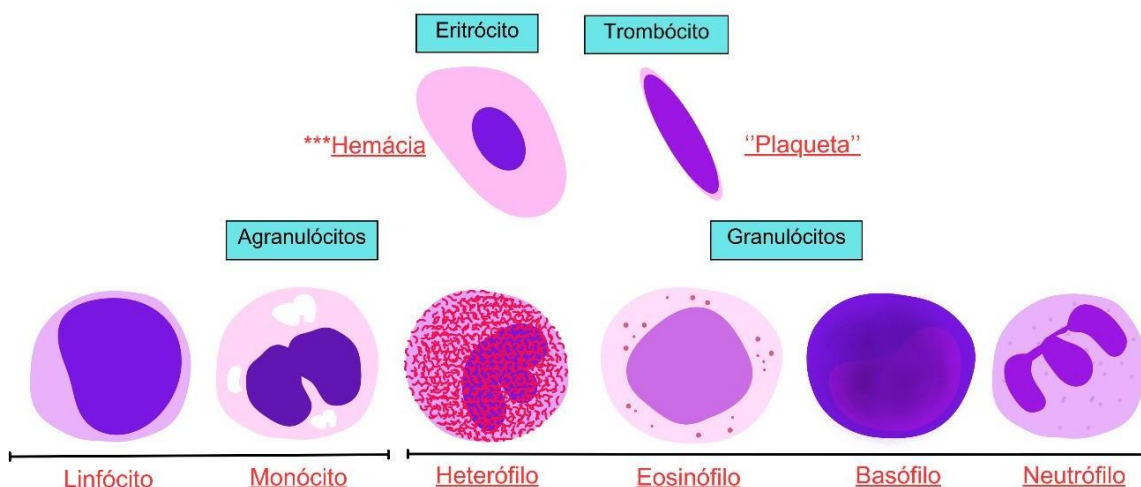
Os elasmobrânquios, que incluem tubarões, arraias e quimeras, possuem um sistema imunológico bastante eficaz e adaptado ao ambiente aquático em que vivem. A avaliação da composição e dos elementos celulares do sangue é uma ferramenta diagnóstica fundamental para indicar o estado fisiológico dos animais, auxiliando no diagnóstico da sua saúde. A maioria dos vertebrados possui sete tipos de células sanguíneas distintas: eritrócitos, trombócitos, linfócitos, eosinófilos, basófilos, monócitos e heterófilos (PEREIRA, 2015).

O estudo do sangue em vertebrados não-mamíferos é uma área relativamente nova, com pouca literatura disponível sobre ontogenia, função e estrutura das células sanguíneas em comparação com os mamíferos (CLAVER; QUAGLIA, 2009). O sangue é composto principalmente por um líquido onde estão presentes os elementos figurados de três classes celulares: os eritrócitos (células vermelhas), os leucócitos (células brancas) e os trombócitos (análogos às plaquetas em mamíferos). Em geral, esse líquido é composto por cerca de 90% de água, 7% de proteínas (globulinas e albuminas) e 3% de eletrólitos, hormônios, enzimas, entre outros (RANZANI-PAIVA et al., 2013).

Os glóbulos vermelhos dos peixes cartilaginosos são ovais e nucleados, o que difere dos mamíferos, cujos glóbulos vermelhos são discóides e anucleados. A presença de núcleo nos glóbulos vermelhos desses animais contribui para a capacidade dessas células de realizar processos metabólicos, como a síntese de proteínas, mesmo após terem sido liberadas na corrente sanguínea.

Os leucócitos desempenham um papel fundamental na defesa imunológica dos vertebrados, sendo a primeira linha de defesa. Portanto, uma maneira fundamental de avaliar o sistema imunológico é analisar as mudanças no número e na proporção dos diferentes tipos de células brancas circulantes (TIERNEY et al., 2004). Assim como nos vertebrados superiores, os peixes teleósteos também possuem leucócitos, que são divididos em granulócitos (células com grânulos) e agranulócitos, representados respectivamente pelos linfócitos e monócitos (GRANT, 2015).

Figura 2- Células sanguíneas de peixes



Fonte: Acervo pessoal (2024)

2.2.1 Eritrócitos

O eritrócito é considerado o objeto central da evolução do sistema circulatório em vertebrados (SILKIN et al., 2019). Assim, são as células que apresentam diferenças mais significativas ao longo da linha evolutiva, quer pela presença ou não de núcleo, quer pela variação do tamanho, diferença esta que foi acompanhada por alterações no diâmetro dos capilares sanguíneos (SILKIN et al., 2019).

Os eritrócitos têm como função principal o transporte de oxigênio, o qual depende da concentração de hemoglobina presente nessas células (o pigmento responsável pelo transporte dos gases O₂ e CO₂) e do mecanismo de troca gasosa (FÄNGE, 1992). São células elípticas com o núcleo central que acompanha o formato da célula. Estas células podem exibir policromasia, moderada anisocitose e moderada anisocariose, bem como frequentes figuras de mitose foram observadas em alguns eritrócitos jovens (PÁDUA et al., 2010).

O tamanho e o número de células vermelhas variam entre as espécies. Estudos indicam que o tamanho das células vermelhas está relacionado ao tamanho do genoma e do núcleo, sendo determinado pela quantidade de DNA e inversamente proporcional à taxa metabólica (MACIAK et al., 2011). De acordo com FÄNGE (1992), as células sanguíneas dos teleósteos possuem de 8 a 15 µm de comprimento, sendo que espécies de peixes ativas tendem a ter eritrócitos menores que espécies não ativas, possivelmente devido à maior relação superfície/volume, o que facilitaria trocas fisiológicas em células de menor tamanho.

Cerca de 1% das células vermelhas circulantes podem ser eritrócitos ainda imaturos (CAMPBELL & ELLIS, 2007). Eles são menores, possuem forma arredondada e apresentam

núcleo e citoplasma mais corados em comparação aos eritrócitos maduros. A razão entre o tamanho do núcleo e do citoplasma é muito maior nos eritrócitos jovens e diminui à medida que as células vermelhas amadurecem, permitindo um aumento gradual da hemoglobina (GRANT, 2015).

2.2.2 Leucócitos

2.2.2.1 Granulócitos

As células classificadas como granulócitos incluem os neutrófilos, os heterófilos, os eosinófilos e os basófilos. O tipo de granulócitos encontrado em cada esfregaço varia significativamente consoante o grupo e a espécie de vertebrados considerados (CAMPBELL, 2015). O grupo dos peixes, ao ser tão heterogêneo, permite uma enorme variação interespecífica no tipo e na morfologia dos granulócitos encontrados (GRANT, 2015).

Segundo Arnold (2005) a terminologia utilizada para descrever os granulócitos dos peixes cartilagosos classifica os heterófilos como FEG (Fine Eosinophilic Granulocytes) e os eosinófilos são apelidados de CEG (Coarse Eosinophilic Granulocytes). Os heterófilos são células redondas que têm grânulos eosinófilos fusiformes bastante finos, sobre um citoplasma azul-pálido a cinzento, normalmente coberto pelos grânulos. Os heterófilos são predominantemente ovais, com grande quantidade de grânulos grosseiros heterofílicos e núcleo geralmente excêntrico (OLIVEIRA, 2021). Diferentemente, os eosinófilos são células redondas do mesmo tamanho, mas com grânulos maiores redondos ou ovais, cuja cor pode variar de laranja forte a rosa pálido, consoante a espécie (ARNOLD, 2005).

Há discordância na literatura científica sobre a presença de neutrófilos em elasmobrânquios. Alguns autores argumentam que essas células não existem como uma classe distinta, sugerindo que elas derivam da desgranulação de outras células descritas anteriormente. Por outro lado, descrevem a presença de neutrófilos em algumas espécies desses animais (SMITH et al., 2005).

Os neutrófilos, encontrados em algumas espécies de elasmobrânquios, são células grandes com tamanho equiparável ou ligeiramente inferior aos FEG e CEG, com citoplasma praticamente incolor e margens celulares e grânulos quase indetectáveis, passando facilmente despercebidas (GRANT, 2015). Tavares Dias & Moraes (2007) observaram que os neutrófilos de peixes não são considerados heterófilos, pois suas propriedades citoquímicas são mais similares às dos neutrófilos de mamíferos do que aos heterófilos de aves.

Os eosinófilos são caracterizados por grânulos citoplasmáticos que contêm substâncias tóxicas para os parasitas e têm a capacidade de migrar para tecidos onde ocorre a resposta inflamatória. Desempenham um papel importante na defesa contra infestações parasitárias (MARTINS et al., 2008) e também estão envolvidos na fagocitose (HRUBEC & SMITH 2010). No entanto, em espécies que não possuem eosinófilos, outras células do sistema imunológico assumem essa função de defesa (GRANT, 2015).

Os basófilos são células redondas e de menor tamanho, com núcleo e grânulos basofílicos. Muitas vezes os grânulos são tão densos no citoplasma que o núcleo se torna encoberto, sendo de difícil visualização. Estas células pequenas, cujos grânulos coram de roxo ou aparecem como vacúolos, são mais comuns em algumas espécies de raias (GRANT, 2015).

2.2.2.2 Agranulócitos

Produzidos na medula óssea, os monócitos são também conhecidos como macrófagos circulantes (HRUBEC & SMITH 2010). Estudos sugerem que os monócitos desses animais possuem uma atividade fagocítica significativa, destacando sua importância na resposta imune (FORNI et al., 2012). Embora a forma e o tamanho dos monócitos de elasmobrânquios se assemelhem aos de mamíferos, sua proporção em relação a outros glóbulos brancos pode variar. Morfologicamente, os monócitos apresentam citoplasma abundante, que pode variar de cinza a cinza azulado, podendo conter ou não vacúolos. O núcleo é caracterizado por sua forma que varia de rim a parcialmente lobado, ocupando geralmente menos de 50% do volume citoplasmático (CAMPBELL, 2015).

Em comparação com os outros tipos de células leucocitárias, os monócitos foram as maiores células nas três espécies de elasmobrânquios, sendo elas *Potamotrygon motoro*, *Potamotrygon wallacei* e *Potamotrygon aiereba*. (OLIVEIRA et al., 2021).

Os linfócitos desempenham um papel fundamental no sistema imunológico, sendo responsáveis por diversas funções importantes. Entre essas funções, destacam-se a produção de imunoglobulinas por grupos específicos de linfócitos (células B), que são essenciais para a resposta imune humoral, e a sinalização imunológica, bem como a posse de grânulos tóxicos para combater agentes patogênicos, características dos linfócitos T (FARREL, 2011).

Segundo Oliveira et al. (2021), após avaliar as mesmas três espécies de arraias de água doce citadas anteriormente, os linfócitos foram as células no sangue com o menor tamanho. Apresentavam diferentes tamanhos e formatos irregulares, em sua maioria elípticos e raramente ovais, ou seja, mais alongados em uma direção do que em outra, mas ainda tem bordas

arredondadas, com núcleo ocupando grande parte do citoplasma basofílico. Os linfócitos apresentavam projeções citoplasmáticas sem granações visíveis e algumas vezes apresentavam vacúolos.

2.2.3 Trombócitos

De acordo com Grant (2015), os trombócitos em peixes desempenham um papel análogo ao das plaquetas em mamíferos e são essenciais na formação de trombos, um processo crucial na coagulação sanguínea. As funções dos trombócitos passam pela hemostasia e pela cicatrização. A origem dos trombócitos difere das plaquetas, pois enquanto as plaquetas em mamíferos são fragmentos de megacariócitos, os trombócitos em elasmobrânquios derivam de células do tecido conjuntivo conhecidas como trombocitoblastos.

Essas células geralmente apresentam uma forma alongada, oval ou espiculada, com um longo processo terminal. Em muitas espécies estudadas, quando coradas histologicamente, os trombócitos exibem um citoplasma claro (FÄNGE, 1992). Segundo Hrubec & Smith (2010), o formato dos trombócitos pode variar de acordo com o estado de ativação, tornando-se ovais quando ativados.

Alguns elasmobrânquios possuem uma segunda população de trombócitos, conhecidos como trombócitos granulosos ou células G4 (CAMPBELL, 2015). Este tipo celular é o principal encontrado em circulação em algumas espécies, embora alguns autores considerem essas células como trombócitos ativados e não como uma população independente (ARNOLD, 2009).

2.3 AVALIAÇÃO BIOQUÍMICA

A avaliação bioquímica em peixes desempenha um papel fundamental na monitorização da saúde e bem-estar desses animais. Através da análise de parâmetros como glicose, proteína total, albumina, colesterol, triglicérides, lactato, cálcio, creatinina, ureia, AST e ALT, é possível obter informações importantes sobre o funcionamento dos órgãos e sistemas, bem como diagnosticar e monitorar doenças. Esses parâmetros são essenciais para avaliar a saúde metabólica, renal, hepática e nutricional dos peixes, auxiliando no manejo adequado e no tratamento de possíveis enfermidades. Além disso, a avaliação bioquímica em peixes contribui para a pesquisa científica e o desenvolvimento de estratégias de conservação e manejo sustentável desses animais aquáticos (KANAKO et al., 2008; THRALL et al., 2012).

2.3.1 Proteína total e albumina

A proteína total no sangue é composta principalmente por albumina e globulinas. A albumina desempenha um papel crucial na manutenção da pressão osmótica do sangue e no transporte de substâncias, enquanto as globulinas estão envolvidas na resposta imune do organismo. Estudos mostram que os peixes cartilagosos têm níveis relativamente altos de albumina em comparação com outros peixes, o que pode estar relacionado às suas adaptações à vida marinha e às suas necessidades metabólicas (BALLANTYNE, 1997).

Valores baixos de proteína total podem indicar desnutrição, perda de proteínas devido a doenças gastrointestinais ou renais, síndrome nefrótica, doença hepática crônica ou desnutrição proteico-energética. Por outro lado, valores elevados podem estar associados a processos inflamatórios, infecciosos, neoplásicos ou a condições como hiperadrenocorticismismo ou hipotireoidismo (KANAKO et al., 2008; ROUDEBUSH et al., 2010; THRALL et al., 2012).

2.3.2 Glicose

A regulação da glicose em peixes é comparável à de outros vertebrados, embora com particularidades devido à sua fisiologia aquática e metabolismo ectotérmico. A homeostase da glicose nesses animais é influenciada por fatores ambientais, como temperatura e disponibilidade de alimento, ajustando-se para atender às necessidades energéticas variáveis. Além disso, os níveis de glicose no sangue podem aumentar em resposta ao estresse, servindo como um indicador de estresse em contextos clínicos e de pesquisa (THRALL et al., 2012).

A hiperglicemia, além de estar associada ao estresse, pode indicar condições como pancreatite e doenças endócrinas. Valores baixos de glicose, ou hipoglicemia, podem ser um sinal de jejum prolongado, insuficiência hepática, hiperinsulinismo ou desordens metabólicas (KANAKO et al., 2008). De acordo com Thrall et al. (2012), a desregulação da glicose em peixes pode indicar diversas condições metabólicas, incluindo diabetes, embora esta seja menos comum em peixes comparado a mamíferos.

2.3.3 Colesterol e triglicérides

Os lipídios, como colesterol e triglicerídeos, desempenham papéis essenciais no organismo, sendo fundamentais para a formação de membranas celulares, a síntese de hormônios e a absorção de vitaminas lipossolúveis. Em indivíduos saudáveis, os níveis de colesterol são mantidos dentro de uma faixa normal, influenciados por diversos fatores como

idade, raça, sexo e dieta. Valores elevados de colesterol podem indicar distúrbios metabólicos, como hiperlipidemia, aumentando o risco de doenças cardiovasculares e pancreatite. Por outro lado, níveis baixos de colesterol podem sugerir problemas de absorção intestinal, má nutrição ou doenças crônicas (KANAKO et al., 2008; THRALL et al., 2012).

Os peixes cartilagosos, como tubarões e arraias, apresentam peculiaridades no metabolismo de lipídios. Em geral, esses animais acumulam níveis relativamente altos de colesterol e triglicerídeos em seus organismos. O colesterol é essencial para a função celular, sendo vital para a síntese de hormônios esteróides, bile e membranas celulares. Estudos indicam que os elasmobrânquios, como os tubarões, possuem níveis mais elevados de colesterol em comparação com outros peixes, possivelmente devido às diferenças em sua fisiologia metabólica e dieta rica em lipídios (BALLANTYNE, 1997).

Por sua vez, os triglicerídeos são a principal forma de armazenamento de energia nos peixes, desempenhando um papel fundamental no metabolismo energético. Devido à sua dieta rica em gordura e à sua taxa metabólica mais baixa em comparação com outros peixes, os peixes cartilagosos tendem a acumular maiores quantidades de triglicerídeos em seus tecidos (BALLANTYNE, 1997).

2.3.4 Uréia e creatinina

A creatinina e a ureia são produtos de degradação do metabolismo proteico e são eliminadas pelos rins. A avaliação desses parâmetros é importante para diagnosticar doenças renais e monitorar a função dos rins (KANAKO et al., 2008).

As arraias, assim como outros peixes cartilagosos, têm a capacidade de excretar ureia como principal produto nitrogenado, diferentemente dos peixes ósseos que eliminam amônia. A excreção de ureia permite que as arraias conservem água, já que a ureia é menos tóxica que a amônia e pode ser excretada com menos perda de água em comparação com a amônia (GOSS; WOOD, 1990).

Embora a uréia seja principalmente um resíduo nitrogenado, também pode ser reabsorvida nos túbulos renais para recuperação da osmolaridade plasmática. Portanto, uma redução na concentração de uréia pode refletir tanto uma doença hepática (diminuição da produção de uréia) ou uma doença renal (eliminação excessiva de uréia) (HARMS et al., 2002).

Os elasmobrânquios marinhos têm a osmolaridade plasmática ligeiramente hiperosmótica em relação à água do mar, porém mantém os eletrólitos em concentrações menores que a mesma. Conseguem manter baixas estas concentrações devido à alta

concentração de uréia plasmática, pois excreta o excesso de eletrólitos através da glândula retal (STOSKOPF, 1993). Dessa forma, segundo Acher et al. (1999), a osmorregulação faz com que esses peixes sejam descritos usualmente com valores muito maiores do que os valores encontrados na ureia de outros animais.

Em contrapartida, as espécies de água doce apresentam concentrações plasmáticas de ureia significativamente menores e uma glândula retal reduzida ou menos ativa (STOSKOPF, 1993; ANDERSON, 2001). Essas espécies aumentam a produção de urina diluída para expelir o excesso de água e reabsorvem íons nas estruturas renais para manter o equilíbrio eletrolítico (BALLANTYNE & ROBINSON, 2010). A capacidade de ajustar a fisiologia osmorregulatória é especialmente evidente em espécies que transitam entre ambientes marinhos e de água doce, como os tubarões-cabeça-chata (PILLANS et al., 2006).

2.3.5 ALT E AST

No geral as enzimas AST (aspartato aminotransferase) e ALT (alanina aminotransferase) são encontradas principalmente no fígado e estão envolvidas no metabolismo dos aminoácidos. A avaliação dessas enzimas é útil para diagnosticar hepatite, necrose hepática e outras doenças hepáticas. Valores elevados de AST e ALT podem indicar lesão hepática (THRALL et al., 2012).

No entanto, suas funções e as especificidades dessas enzimas apresentam algumas diferenças notáveis entre mamíferos e peixes. Em peixes, embora a ALT também possa ser utilizada para avaliar lesões hepáticas, sua especificidade é menor. Lesões ou doenças no fígado dos peixes podem liberar ALT no sangue, mas essa enzima não é tão exclusiva do fígado como em mamíferos. Por isso, a utilidade diagnóstica da ALT em peixes é mais limitada, e outras enzimas hepáticas ou parâmetros podem ser preferidos para uma avaliação mais precisa da saúde hepática. Dessa forma, além da alanina aminotransferase (ALT), a fosfatase alcalina (FA), a bilirrubina, as proteínas totais e a albumina, a glicose e a análise histopatológica do fígado são importantes parâmetros (THRALL et al., 2012).

Por outro lado, a AST é uma enzima multifuncional encontrada em vários tecidos dos peixes, incluindo fígado, coração, músculo e rins. Nesse grupo, a AST é frequentemente utilizada como um marcador geral de lesão tecidual. A presença da AST em múltiplos tecidos significa que aumentos nos seus níveis no sangue podem indicar lesões não só no fígado, mas também em músculos ou outros tecidos. Devido a essa ampla distribuição, a interpretação dos

níveis de AST requer uma consideração cuidadosa do contexto clínico e de outros parâmetros diagnósticos (THRALL et al., 2012).

2.3.6 Lactato

O lactato é um subproduto do metabolismo anaeróbio, cuja concentração no sangue aumenta em situações de hipóxia ou acidose metabólica. A avaliação dos níveis de lactato é útil para diagnosticar distúrbios metabólicos e monitorar a resposta ao tratamento em casos de choque, sepse e outras condições críticas (KANAKO et al., 2008).

Segundo Thrall et al. (2012), níveis elevados de lactato são frequentemente observados em peixes submetidos a estresse crônico ou agudo, incluindo manuseio, transporte, e mudanças bruscas no ambiente aquático. A medição do lactato pode, portanto, ser utilizada como um biomarcador de estresse. Além disso, a hipóxia, que é a deficiência de oxigênio nos tecidos, resulta na produção aumentada de lactato. Monitorar os níveis de lactato pode ajudar a identificar condições de hipóxia e avaliar a gravidade da resposta ao estresse.

No grupo dos peixes cartilagosos, existe um hormônio responsável pela resposta ao estresse e equilíbrio hidromineral: 1- α -hidroxicorticosterona. A resposta ao estresse é classificada em primária, secundária e terciária. A primária é caracterizada pelo aumento de catecolaminas e corticosteroides, que interferem diretamente em outros parâmetros como produção de glicose e lactato, e na osmolalidade. O aumento da glicose, lactato, juntamente com o hematócrito são indicadores da resposta secundária (RIBEIRO; SOARES, 2021). A resposta terciária envolve as consequências a longo prazo e os efeitos gerais no organismo decorrentes das respostas primárias e secundárias ao estresse.

REFERÊNCIAS

- ACHER, R.; CHAUVET, J.; CHAUVET, M.T.; ROUILLE, Y. **Unique evolution of neurohypophysial hormones in cartilaginous fishes: possible implications for urea-based osmoregulation.** *Journal of Experimental Zoology*, v. 284, p. 475-484, 1999.
- ANDERSON, W. G. **The physiology of elasmobranch fishes: internal processes.** In: *Biology of Sharks and Their Relatives*. CRC Press, 2001.
- ARNOLD, J.E. **Hematology of Fish: WBC and RBC Cell Morphology.** *Proceedings of the ACVP/ASVCP Concurrent Annual Meetings*, 9–12, 2009.
- ARNOLD, J.E. **Hematology of the sandbar shark, *Carcharhinus plumbeus*: Standardization of complete blood count techniques for elasmobranchs.** *Veterinary Clinical Pathology*, v. 34, n. 2, p. 115–123, 2005.
- AWRUCH, C. A. **Reproductive endocrinology in chondrichthyans: the present and the future.** *General and Comparative Endocrinology*, v. 192, p. 60–70, 2013.
- BALLANTYNE, J. S. **Jaws: The inside story. The metabolism of elasmobranch fishes. Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology**, v. 118, n. 4, p. 703-742, 1997.
- BALLANTYNE, J. S.; ROBINSON, J. W. **Freshwater elasmobranchs: a review of their physiology and biochemistry.** *Journal of Comparative Physiology B*, v. 180, n. 4, p. 475-493, 2010.
- BRASIL. Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços. **Anuário estatístico do comércio exterior brasileiro.** Brasília, DF, 2018. Disponível em: <http://aliceweb.mdic.gov.br/>. Acesso em: 20 mar. 2022.
- CAMPBELL, T.W. **Exotic Animal Hematology and Cytology.** 4ª ed. Wiley Blackwell, 2015. p. 3-32, 67-85, 97-111.
- CAMPBELL, T.W.; ELLIS, C.K. Chapter 4 – **Hematology of fish.** In: CAMPBELL, T.W.; ELLIS, C.K. (eds.). *Avian and exotic animal hematology and cytology*. Ames: John Wiley & Sons, p. 113-138, 2007.
- CARMEZIM, H. S. C. N. **Hematologia Comparada em Espécies Aquáticas.** 2020.
- CARVALHO, M.R.; LOVEJOY, N.N.; ROSA, R.S. **Family Potamotrygonidae (river stingrays).** In: REIS, R.E.; KULLANDER, S.O.; FERRARIS JR., C.J. (orgs.). *Check List of the Freshwater Fishes of South and Central America*. Porto Alegre: Edipucrs, p. 22-28, 2003.
- CHARVET-ALMEIDA, P. et al. **Genetic diversity and distribution of Plesiotrygon species (Potamotrygonidae, Chondrichthyes) in the Amazon and Orinoco river basins.** *Journal of Heredity*, v. 111, n. 1, p. 17-26, 2020.
- CLARO-JR, L.; FERREIRA, E.; ZUANON, J.; ARAUJO-LIMA, C. **O efeito da floresta alagada na alimentação de três espécies de peixes onívoros em lagos de várzea da Amazônia Central, Brasil.** *Acta Amazonica*, v. 34, p. 133-137, 2004.
- CLAVER, J.A.; QUAGLIA, A.I. **Comparative morphology, development, and function of blood cells in nonmammalian vertebrates.** *J. Exot. Pet Med.*, v. 18, p. 87–97, 2009.

- COMPAGNO, L. J. V. **Reproduction in cartilaginous fishes**. In: *Biology of Sharks and Their Relatives*. CRC Press, 2005.
- DE OLIVEIRA, A.T. et al. **Aspectos morfológicos, citoquímicos e ultraestruturais de células sanguíneas de espécies de raias de água doce na bacia do médio Rio Negro, Amazônia brasileira**. *Scientific Reports*, v. 11, p. 15685, 2021. DOI: 10.1038/s41598-021-95183-4.
- DULVY, N. K.; REYNOLDS, J. D. **Evolutionary transitions among egg-laying, live-bearing and maternal inputs in sharks and rays**. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, v. 264, n. 1386, p. 1309-1315, 1997.
- ELLIS, A.E. **The leukocytes of fish: a review**. *J. Fish Biol.*, v. 11, p. 453–491, 1977.
- EVANS, A. N. **Evidence supporting a dual glucocorticoid and mineralocorticoid role for the elasmobranch steroid 1- α hydroxycorticosterone**. Teses (Doutorado) Universidade do Texas, 2008.
- FÄNGE, R. **Fish Blood Cells**. In: HOAR, W.S.; RANDALL, D.J.; FARRELL, A.P. (eds.). *Fish Physiology*, v. 12B, p. 1-54, 1992.
- FARREL, A.P. **Cellular Composition of the Blood**. In: FARREL, A.P. (ed.). *Encyclopedia Of Fish Physiology: From Genome To Environment*. Vol. 1. Academic Press, Elsevier, United States of America, p. 984-991, 2011.
- FONTENELLE, J. P.; DA SILVA, J. P.; DA SILVA, R. J. **Ecologia trófica de duas espécies simpátricas de arraiais de água doce (Potamotrygonidae) no Rio Tapajós, Brasil**. *Boletim do Instituto de Pesca*, v. 41, n. 4, p. 747-757, 2015.
- FORNI, J. B. et al. **Fish monocytes as a model for elasmobranch immune cells**. In: *Horizons in Cancer Research*. Volume 49. Nova Science Publishers, 2012.
- GOMIDE, T. C. **Análise bioquímica do estresse de captura em fêmeas de Potamotrygon amandae (Condrietes: Myliobatiformes: Potamotrygonidae)**. 2023.
- GOSS, G. G.; WOOD, C. M. **Urea and ammonia excretion in the elasmobranch (dogfish, Squalus acanthias): function of the gills in urea excretion**. *The Journal of Experimental Biology*, v. 150, n. 1, p. 139-158, 1990.
- GRANT, K.R. **Fish Hematology and Associated Disorders**. *Veterinary Clinics of North America - Exotic Animal Practice*, v. 18, p. 83–103, 2015.
- HADDAD JR., V.; GARRONE NETO, D.; PAULA NETO, J.B.; MARQUES, F.P.L.; BARBARO, K.C. **Fresh water stingrays: study of epidemiologic, clinic and therapeutic aspects based on 84 envenomings in humans and some enzymatic activities of the venom**. *Toxicon*, v. 43, p. 287-294, 2004.
- HARMS, C.; ROSS, T.; SEGARS, A. **Plasma biochemistry reference values of wild bonnethead sharks, Sphyrna tiburo**. *Veterinary Clinical Pathology*, v. 31, n. 3, p. 111-115, 2002.
- HRUBEC, T.C.; SMITH, S.A. **Hematology of fishes**. In: WEISS, D.J.; WARDROP, K.J. *Schalm's veterinary hematology*. 6ª ed. Ames: Blackwell Publishing, Cap. 126, p. 994-1004, 2010.
- IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Instrução Normativa N° 204/2008**, 2008.
- KANAKO, J. J. et al. **Clinical Biochemistry of Domestic Animals**. 6ª ed. Academic Press, 2008.

- LASSO, C. A.; AGUIRRE, H.; BOCACHICA, C. **Freshwater stingrays (Potamotrygonidae)**. In: VANZOLINI, P. E.; HEYM, E. P. (eds.). Biodiversity and fisheries in the Amazon. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, p. 98-109, 2016.
- LOVEJOY, N.R. **Systematics of myliobatoid elasmobranchs**: with emphasis on the phylogeny and historical biogeography of neotropical freshwater stingrays (Potamotrygonidae: Rajiformes). Zool. J. Linn. Soc., v. 117, p. 207–257, 1996.
- MACHADO, F.A. et al. **Hábitos alimentares de Potamotrygon motoro (Chondrichthyes, Potamotrygonidae) no rio Pacaás Novos, bacia do rio Madeira, Rondônia, Brasil**. Iheringia, Série Zoologia, v. 95, n. 3, p. 233-237, 2005.
- MACIAK, S. et al. **Standard Metabolic Rate (SMR) is Repeatable and is not Related to Growth Rate in Juvenile Freshwater Stingrays**. Environmental Biology of Fishes, v. 100, p. 1551–1561, 2017.
- MAGALHÃES, H.F.; MOTA, E.M.; GÓES, C.A.; MAGALHÃES, M.P. **Acidentes por peixes venenosos no Brasil: uma atualização**. Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical, 2006, v. 39, n. 6, p. 561-568.
- MARCON, J.L.; AMARAL, R.S.; SILVA, G.C.; MARINHO-NETO, F.A. **Biologia reprodutiva de Potamotrygon orbignyi (Castelnau, 1855) (Elasmobranchii, Potamotrygonidae) no médio Rio Negro, Amazônia, Brasil**. Acta Amazonica, v. 51, p. 177-184, 2021.
- MARTINS, M. L.; CARVALHO, E. D. **Parasitas de Potamotrygon spp. (Chondrichthyes: Potamotrygonidae) coletadas no rio Paraná, região de Porto Rico, Estado do Paraná**. Acta Scientiarum: Biological Sciences, v. 30, n. 2, p. 171-175, 2008.
- McDONALD, G.; WRIGHT, P.A.; WOOD, C.M. **The structure and function of the gills in freshwater stingrays (Potamotrygonidae)**. In: Biology of Freshwater Elasmobranchs. CRC Press, 2009.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). (2022). **Lista Nacional das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção**. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br>. Acesso em: 31 ago. 2024.
- MOLNÁR, K.; ERNST, S. A.; MOLNÁR, G. **Histochemistry and cytochemistry of fish erythrocytes**. In: PETER, R.E.; BAKER, B.I. (eds.). Fish Neuroendocrinology. Academic Press, 1996.
- MONTICINI, P. The ornamental fish trade. **Production and commerce of ornamental fish**: technical-managerial and legislative aspects. Globefish Research Programme, v. 102, p. 1-134, 2010.
- OLIVEIRA, A. T. **Avaliação hematológica e bioquímica em arraias de água doce**. Revista de Ciências Biomédicas, v. 3, n. 1, p. 87-92, 2013.
- OLIVEIRA, A. T.; LEMOS, J. R. G.; SANTOS, M. Q. C.; et al. **Aspectos morfológicos, citoquímicos e ultraestruturais de células sanguíneas de espécies de raias de água doce na bacia do médio Rio Negro, Amazônia brasileira**. Scientific Reports, v. 11, 15685, 2021.
- PÁDUA, S.B. et al. **Análise hematológica de Potamotrygon motoro (Chondrichthyes: Potamotrygonidae) capturadas no rio Jamari, Rondônia, Brasil**. 2016.
- PEREIRA, F. **Hematologia de Animais Silvestres**. São Paulo: MedVet, 2015.

- PÉREZ-ROJAS, J. G. et al. **Perfil hematológico e bioquímico do sangue da arraia de água doce *Potamotrygon magdalenae* como ferramenta para avaliação da população em ambientes artificiais.** Brazilian Journal of Biology, v. 82, p. 1-11, 2022.
- PILLANS, R.D.; ROSS, J.D.; WILSON, R.W. **Osmoregulation in Elasmobranchs: A Review.** Marine Biology, 2006, v. 149, n. 3, p. 445-452.
- QUAGLIA, A.I.; CLAVER, J.A. **Structure of the blood cells and hematopoietic sites in teleost fishes.** An overview. In: MILLER, W.; ROBINSON, C. (eds.). Fish Physiology: Molecular Cellular Physiology of Fish Ionic Regulation. San Diego: Elsevier, 2006.
- RANZANI-PAIVA, M.J.T.; FELIZARDO, N.N.; TAKEMOTO, R.M.; LIZAMA, M.L.A.P. **Hematologia de Peixes Teleósteos.** Maringá: Eduem, 2013.
- REIS, R. E.; KULLANDER, S. O.; FERRARIS, C. J. **Check List of the Freshwater Fishes of South and Central America.** Porto Alegre: Edipucrs, 2003.
- RENTON, K.W. **The metabolism of xenobiotics in fish.** Biochemical Pharmacology, v. 24, p. 2762-2764, 1975.
- RIBEIRO, Crístiele da Silva; SOARES, Ariadyne Santos. **Raias em Ilha Solteira: como vivem, se reproduzem e o que as leva ao aborto?** Aprendendo Ciência, v. 10, n. 1, p. 21-26, 2021.
- RIDGWAY, S. H.; KARNASUTA, A.; SIMS, J. A. **The osmoregulatory role of the rectal gland in the Atlantic stingray, *Dasyatis sabina*.** Journal of Comparative Physiology, v. 168, p. 505-511, 1991.
- RINCÓN, G.; PÉREZ, C.; MOSQUERA, M.; PÁEZ, J. Restingas y sabanas inundables. In: RODRÍGUEZ, J.P.; RINCÓN, G.; GÓMEZ, M.F.; FERRER-PARIS, J.R. (Eds.), **Libro Rojo de los Ecosistemas Terrestres de Venezuela.** Caracas: Provita, 2011. p. 75-98.
- RUSSELL, F.E. **Snake Venom Poisoning.** Philadelphia: J.B. Lippincott Company, 1971.
- SEKARAN, S. **The Hematology of Elasmobranch Fishes: An Overview.** Journal of Marine Biology, 2020.
- SERENO, P. C. et al. **Systematic revision of the Potamotrygonidae, freshwater stingrays from South America.** Zoological Journal of the Linnean Society, v. 131, p. 1-94, 2001.
- SHAFFER, R. V.; THURLOW, M. E. **Hematology and blood chemistry of the clearnose skate *Raja eglanteria*.** Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology, v. 45, n. 1, p. 39-43, 1973.
- SILKIN, P.; IVANOV, M.; GOLUBEVA, E.; SHCHERBAKOVA, T. **Evolutionary Aspects of Erythrocyte Structure and Function in Vertebrates.** Comparative Hematology International, 2019, v. 29, p. 391-403.
- SKOMAL, G. B.; MANDELMAN, J. W. **The Physiological Response To Anthropogenic Stressors In Marine Elasmobranch Fishes: A Review With A Focus On The Secondary Response.** Comparative Biochemistry And Physiology 162, 146 155, 2012.
- SMITH, H.W. **From Fish to Philosopher.** Science, v. 101, p. 593-594, 1945.
- SMITH, M. F.; RAUBENHEIMER, D.; GILL, M. J. **Blood biochemistry of two species of Australian stingrays, *Dasyatis thetidis* and *Urolophus cruciatus*: comparisons between resting**

- and exhaustive exercise values. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, v. 125, n. 4, p. 481-487, 2000.
- SMITH, M. M.; MERRICK, J. R. F. **Evolution and Taxonomy of Australian Freshwater Fishes**. Australian Museum, 2005.
- SOMERO, G. N.; HOCHACHKA, P. W. **Biochemical adaptation to the environment**. In: *Fish Physiology: Environmental Relations and Behavior*. Elsevier, 1969.
- STOSKOPF, M.K. (Ed.). **Fish medicine**. Philadelphia: W.B. Saunders, 1993.
- SUMMERS, A. P.; KATZ, S. L.; KOOB, T. J. **Stingray jaws strut their stuff**. *Nature*, v. 415, n. 6875, p. 494-495, 2002.
- TAKEMURA, A.; TAKANO, K. **Seasonal adaptations of biological functions in freshwater and marine euryhaline fishes**. *Fish Physiology and Biochemistry*, v. 26, n. 1, p. 1-6, 2002.
- TAVARES-DIAS, M.; MORAES, F. R. **Hematologia de peixes teleósteos**. 1.ed. Ribeirão Preto: Villimpress, 2004. 144p.
- THORSON, T.B. **Observations on the reproduction of the sawfish *Pristis perotteti* Müller and Henle, 1841, and habits of the young in Lake Nicaragua**. *Investigations of the Ichthyofauna of Nicaraguan Lakes*, 1983, p. 641-650.
- THORSON, T.B.; WATSON, D.E. **Reproduction in the freshwater stingray *Potamotrygon circularis***. *Copeia*, 1975, p. 706-712.
- THRALL, M. A. **Hematology of fish**. In: *Veterinary Hematology and Clinical Chemistry*. Wiley Blackwell, 2012. p. 277-298.
- TIERNEY, A.; BIRD, D.; CARMICHAEL, J.; HARRIS, R.; REINHARDT, J. **White Blood Cells and the Immune System in Fish**. *Fish and Shellfish Immunology*, 2004, v. 16, n. 6, p. 593-606.
- TUFFORD, J. L.; FÄNGE, R. **Functional Morphology of Fish Blood Cells**. In: SHADWICK, R.E.; LAUDER, G.V. (eds.). *Fish Physiology: Sensory Systems Neuroscience*. San Diego: Elsevier, 2006.
- VIEIRA, L.; PORTO, J.I.R.; MONTEIRO, L.R. **New insights into the morphological evolution of freshwater stingrays (*Potamotrygonidae*): geometric morphometric analysis of ontogenetic shape changes in *Potamotrygon motoro* and *Potamotrygon orbignyi***. *Canadian Journal of Zoology*, v. 85, p. 1055-1063, 2007.
- WALSH, C. J.; LUER, C. A. **Elasmobranch hematology: identification of cell types and practical applications**. In: SMITH, M.; WARMOLTS, D.; THONEY, D.; HUETER, R. (editors). *The elasmobranch husbandry manual: captive care of sharks, rays and their relatives*. Columbus: Ohio Biological Survey, Incorporated, 2004. p. 307-323.
- WELLS, R.M.G.; BALDWIN, J. **Plasma lactate and glucose flushes following burst swimming in silver trevally (*Pseudocaranx dentex*) support the “releaser” hypothesis**. *Journal of Fish Biology*, v. 39, n. 4, p. 711-722, 1991.
- WELLS, R.M.G.; WEINSTEIN, R.B.; BALDWIN, J.; CLARE, A.S. **Scaling relationships between metabolic rate, muscle kinetics, and whole-animal locomotion in elasmobranchs**. *Journal of Comparative Physiology B*, v. 178, n. 2, p. 241-251, 2008.

WINTNER, S.P.; CLIFF, G. **Age and growth determination of the white shark, *Carcharodon carcharias*, from the east coast of South Africa.** Marine and Freshwater Research, v. 50, n. 1, p. 43-53, 1999.

WOOD, C.M.; PART, P.; FÄNGE, R. **A comparative study of sodium uptake and potassium efflux in freshwater fish.** In: Fish Physiology: Excretion, Ionic Regulation, and Metabolism. Elsevier, 2002.

WOOD, C.M.; SOIVIO, A.; NONNOTTE, G.; THOMAS, S. **The physiology of adaptation to salinity and hypoxia in the freshwater stingray (*Potamotrygon laticeps*).** The Journal of Experimental Biology, v. 114, p. 159-180, 1985.

ZANCO, B.C.; BITTENCOURT, M.M.; MORAES, G.; TOLEDO, L.F.A. **Evaluation of the metabolic profiles of *Potamotrygon motoro* (Chondrichthyes: Potamotrygonidae) collected in the Solimões River, Amazonas State, Brazil.** Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology, v. 175, p. 129-134, 2014.

ZARAGOZA, E.; PULGARÍN, A.; AGUILAR, A.; ZAPATA, A. **Análisis hematológico de *Potamotrygon magdalenae* en condiciones de cautiverio.** Acta Biológica Colombiana, v. 21, n. 3, p. 515-520, 2016.

ARTIGO
REVISTA: PESQUISA VETERINÁRIA BRASILEIRA

VARIÁVEIS HEMATOLÓGICA E BIOQUÍMICA DE ARRAIA (*POTAMOTRYGON MOTORO*) DE ÁGUA DOCE DA REGIÃO AMAZÔNICA

HEMATOLOGICAL AND BIOCHEMICAL VARIABLES OF FRESHWATER STINGRAY (*POTAMOTRYGON MOTORO*) FROM THE AMAZON REGION

Maria Clara L. P. de Sousa¹; Mateus V. Soares¹, Lucielle P. da Paz¹, Ingrid Neres, Hassan J. Leandro¹ and Rejane dos S. Sousa^{1*}

ABSTRACT-Sousa, M.C.L.P., Soares, M.V., Paz, L.P., Neres, I., Jerdy, H.L., Sousa, R. dos S. 2024. **Hematological and biochemical variables of freshwater stingray (*Potamotrygon motoro*) from the amazon region.** Pesquisa Brasileira Veterinária (XXX) 2024. Departamento de Patologia Clínica, Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará. Rua Alberto Santos Dumont, s/nº, bairro Jardim Universitário, Xinguara/PA, Brasil. CEP 68557-335. E-mail mclara.laurindo@unifesspa.edu.br.

[Hematological and biochemical variables of freshwater stingray (*Potamotrygon motoro*) from the amazon region.] The ocellated freshwater stingray (*Potamotrygon motoro*) is native to rivers in South America. The aim of this study was to determine the hematological and biochemical values of wild freshwater stingrays (*Potamotrygon motoro*). Sixteen blood samples were collected from 7 male and 9 female stingrays. Hematological evaluation determined packed cell volume (PCV), red blood cells (RBC), hemoglobin (Hb), mean corpuscular volume (MCV), mean corpuscular hemoglobin concentration (MCHC), mean corpuscular hemoglobin (MCH), thrombocytes, leukocytes, heterophils, eosinophils, basophils, monocytes, and lymphocytes. Biochemical evaluation measured total protein, albumin, urea, creatinine, cholesterol, triglycerides, glucose, and alanine aminotransferase (ALT) and aspartate aminotransferase (AST) activity. The mean and standard deviation of hematological values were: PCV 16.75±3.4%; RBC 0.23±0.06x10⁶/µL; Hb 2.02±0.41g/dL; MCV 754.09±186.72fL; MCHC 12.07±1.8pg; MCH 90.06±29.45; thrombocytes 787.50±449.83/µL; leukocytes 4605.3±2413/µL; heterophils 745.7±442.6/µL; lymphocytes 2087±1131.8/µL; monocytes 1728.6±1163.1/µL; basophils 15.51±24.91/µL; eosinophils 6.64±18.78/µL. Biochemical values were: total protein 1.45±0.17g/dL; albumin 0.24±0.06g/dL; urea 23.07±12.22mg/dL; creatinine 0.51±0.12mg/dL; triglycerides 68.47±24.68mg/dL; cholesterol 56.47±19.79mg/dL; glucose 40.3±18.5mg/dL; ALT 41.43±21.29U/L; AST 12.83±6.22U/L. The results serve as a reference for captive and free-living animals in similar conditions.

INDEX TERMS: *Potamotrygon motoro*. Heterophilous. Freshwater stingray. Amazon

RESUMO.- A arraia de água doce ocelada (*Potamotrygon motoro*) é nativa de rios da América do Sul. Objetivou determinar os valores das variáveis hematológicas e bioquímicas de arraias (*Potamotrygon motoro*) silvestres de água doce. Foram coletadas 16 amostras sanguíneas de arraias (7 machos e 9 fêmeas). O sangue foi utilizado para a avaliação hematológica que determinou o volume globular (VG), número de hemácias (He), hemoglobina (Hb), volume corpuscular médio (VCM), concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM), hemoglobina corpuscular média (CHCM), trombócitos, número de leucócitos, heterófilos, eosinófilos, basófilos, monócitos e linfócitos. A avaliação bioquímica determinou a concentração de proteína total, albumina, ureia, creatinina, colesterol, triglicérides, glicose e atividade da alanina aminotransferase (ALT) e aspartato aminotransferase (AST). A média e o desvio padrão das variáveis hematológicas foram: VG 16,75±3,4%; He 0,23±0,06x10⁶/µL; Hb 2,02±0,41g/dL; VCM 754,09±186,72fL; CHCM 12,07±1,8pg; HCM 90,06 ±29,45; trombócitos 787,50±449,83/µL; leucócitos 4605,3±2413/µL; heterófilos 745,7±442,6/µL; linfócitos 2087±1131,8 /µL; monócitos 1728,6±1163,1 µL; basófilos 15,51±24,91/ µL e eosinófilos 6,64±18,78 /µL. A média e o desvio padrão das variáveis bioquímicas foram: proteína total 1,45±0,17 g/dL; albumina 0,24±0,06 g/dL; ureia 23,07±12,22 mg/dL; creatinina 0,51±0,12 mg/dL; triglicérides 68,47±24,68 mg/dL; colesterol 56,47±19,79 mg/dL, glicose 40,3±18,5 mg/dL, ALT 41,43±21,29U/L; AST 12,83±6,22 U/L. Foi possível determinar valores bioquímicos e hematológicos de arraias

¹ Recebido em

Aceito para publicação em ...

² Departamento de Patologia Clínica (DPC), Faculdade de Medicina Veterinária (FAMEV), Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará "Maria Clara Laurindo Paiva de Sousa" (Unifesspa), Rua Prof. Doutor Walter Rua Alberto Santos Dumont, s/nº, bairro Jardim Universitário, Xinguara/PA, Brasil. CEP 68557-335. Autor correspondência: mclara.laurindo@unifesspa.edu.br

(*Potamotrygon motoro*) silvestres, os quais podem ser utilizados como referência para animais em cativeiro e de vida livre, mantidos em condições ambientais e de manejo semelhantes.

TERMOS DE INDEXAÇÃO: *Potamotrygon motoro*. Heterófilos. Arraia de água doce. Amazônia.

INTRODUÇÃO

As arraias de água doce possuem grande importância socioeconômica, principalmente pela sua utilização no comércio internacional de pescado ornamental, devido a sua elevada biodiversidade e variado policromatismo, sendo comercializadas para países como Estados Unidos, Japão, Taiwan e Alemanha (LASSO et al., 2016). Além disso, estes animais representam uma fonte alternativa de renda e alimentar para as comunidades ribeirinhas (OLIVEIRA et al., 2021).

A arraia de água doce ocelada ou motoro (*Potamotrygon motoro*) é uma espécie da família Potamotrygonidae, nativa de rios da América do Sul, sua distribuição abrange desde o Rio Orinoco na Venezuela, rios da bacia Amazônica e rios da bacia do Prata na Argentina e Uruguai (PÁDUA et al., 2010; LASSO et al., 2016). Segundo Carvalho et al. (2003) esses animais exploram diversos habitats, que vão desde praias de rios, pequenas enseadas de fundo rochoso ou barrento, folhiço, lagos até as florestas inundadas. E para viverem nesse ambiente, algumas adaptações foram necessárias, como por exemplo, diminuir a concentração de ureia no sangue e reduzir a glândula retal (RIBEIRO; SOARES, 2021).

O comércio de peixes ornamentais e para aquarofilia antes do ano de 2008 era executado principalmente pelo estado do Amazonas com a venda de peixes pequenos como o tetra-cardinal (*P. axelrodi*), o qual tinha baixo valor agregado, sendo necessário a exportação de grande número de peixes a um baixo valor (MONTICINI, 2010). A criação da instrução normativa 204/2008 do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente (IBAMA, 2018), permitiu a inclusão de arraias de água doce no processo de exportação, elevando o valor agregado na balança comercial. Desde então, o estado do Pará desenvolveu de forma crescente a exportação de peixes ornamentais e em 2015 chegou a ser responsável por 71,1% da exportação do país, e vem liderando o mercado de exportação de peixes ornamentais até os dias atuais (BRASIL, 2018).

Mesmo estes animais sendo explorados comercialmente, pouco se sabe da sua fisiologia e da influência dos fatores ambientais sobre as variáveis sanguíneas. Nas mais diferentes espécies animais a avaliação clínica e das variáveis hematológicas e bioquímicas são importantes para identificar o estado fisiológico, sanitário e aclimatação dos animais em ambientes naturais e artificiais (PÉREZ-ROJASA et al., 2022). Mas, no caso das arraias, devido aos poucos estudos sobre os valores de referência para a interpretação dos achados hematológicos e bioquímicos, a avaliação desses resultados fica comprometida (OLIVEIRA, 2013). Além disso, entre as classes de peixes existe grande heterogeneidade nos constituintes sanguíneos, especialmente em relação aos leucócitos dessa forma os achados podem diferir entre espécies (TAVARES-DIAS; MORAES, 2004; WALSH; LUER, 2004).

Devido a estes fatores, faz-se necessário determinar os valores de referência para as variáveis hematológicas e bioquímicas em arraias *Potamotrygon motoro* da região Amazônica, as quais serão essenciais para compreender a saúde e bem-estar, identificar desequilíbrios e doenças, monitorar a adaptação ao ambiente artificial e melhorar as condições de criação, tanto em ambientes naturais quanto em cativeiro.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de coleta de animais. O estudo foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Unifesspa (Nº23479.017173/2020-06). Para definir o número amostral foi levado em consideração as diretrizes da Associação Americana de Patologia Clínica Veterinária (ASVCP) para determinação dos valores de referências para as variáveis hematológicas e bioquímicas de espécies silvestres (FRIEDRICHS et al., 2012).

Foram capturadas 16 arraias (*Potamotrygon motoro*) adultas, (7 machos e 9 fêmeas), com auxílio de redes e arpão do leito do Rio Araguaia, na área da Vila Itaipavas - Pará (8°15'50.04"S de latitude e 49°16'6.60"W de longitude) (Figura 1).

Figura 1. Localização da Vila Itaipavas, região de captura das arraias no Rio Araguaia no estado do Pará - Brasil.



Colheita de sangue. Após a captura os animais foram submetidos a colheita de sangue via veia braquial ou punção cardíaca (figura 2), sendo retirado cerca de 3mL de sangue em seringa descartável. Desse volume, uma parte foi transferida para tubos contendo EDTA tripotássico como anticoagulante para a realização do hemograma e a outra parte transferida para tubo de coleta sem anticoagulante, para obtenção do soro. Após a formação do coágulo na amostra sem anticoagulante, foi realizada a centrifugação a 3000 rpm por dez minutos para obtenção do soro. O soro obtido foi transferido para microtubos e armazenamento a -20°C até a realização das análises bioquímicas.

Figura 2. Colheita de sangue da veia branquial em arraias (*Potamotrygon motoro*) de água doce.



Avaliação hematológica. A contagem de hemácias foi realizada na câmara de Neubauer pela técnica de macrodiluição utilizando o diluente Natt-Herrick segundo Thrall et al. (2012). O volume globular (VG) foi obtido pela técnica de microcentrifugação, com leitura de microcapilar, após centrifugação do sangue total, enquanto a concentração de hemoglobina foi determinada pelo método da cianometahemoglobina com avaliação da absorbância em espectrofotômetro semi-automático (modelo Bio 200L, Bioplus®).

Para a contagem de leucócitos foi realizado esfregaço sanguíneo corado com Maygrunald-Giemsa. A contagem de leucócitos totais foi realizada por métodos indiretos (TAVARES-DIAS, 1999). Para tal, em campos similares da extensão sanguínea foram avaliados 10 campos homogêneos e quantificados aproximadamente 2000 eritrócitos (objetiva de 40x), e o número de leucócitos e trombócitos. Após essa avaliação e com a contagem de eritrócitos em câmara de Neubauer, para cada arraiá foram realizados os seguintes cálculos: Leucócitos (μL de sangue) = (número de leucócitos x contagem de eritrócitos/ μL) / número eritrócitos na extensão sanguínea

Para a contagem diferencial dos leucócitos, foram contados 100 leucócitos na monocamada do esfregaço, classificando cada um deles (heterófilos, eosinófilos, basófilos, linfócitos e monócitos), obtendo assim os seus

percentuais (valor relativo), os quais foram utilizados para obter os valores absolutos (WALBERG, 2001). Para a determinação dos trombócitos foi avaliada a média do número de trombócitos em cinco campos observados sob óleo de imersão (objetiva de 100) no esfregaço sanguíneo. O número obtido foi multiplicado por 1.000 (CAMPBELL, 1994). **Avaliação bioquímica.** Para a avaliação bioquímica foi utilizado amostras de soro para determinar a concentração de proteína total, albumina, creatinina, uréia, triglicerídeos, colesterol, glicose, lactato, aspartato aminotransferase (AST) e alanina aminotransferase (ALT). Para as determinações bioquímicas foram utilizados kits comerciais (Labtest) com a leitura das amostras realizadas em analisador bioquímico semi-automático (modelo Bio 200L, Bioplus®).

Análise estatística. Os dados foram submetidos ao teste de Kolmogorov Smirnov para a avaliação da distribuição, dados acima ou abaixo de 2,5 desvios padrão (outliers) foram retirados do estudo. Foi determinado o intervalo de confiança de 95% para os dados avaliados, e considerado um nível de significância de 5%.

RESULTADOS

Na tabela 1 estão descritos os valores médios, desvio padrão, valores mínimos e máximos e intervalo de confiança (95%) para as variáveis hematológicas obtidas neste estudo

Tabela 1 - Valores hematológicos de arraias (*Potamotrygon motoro*) de água doce da região Amazônica do Brasil.

Variáveis	Média ±DP	Min-Max	IC (95%)
Volume globular (%)	16,75±3,4	10-22	10,0-23,4
Hemácias (x10 ⁶ /μL)	0,23±0,06	0,10-0,38	0,11-0,36
Hemoglobina (g/dL)	2,02±0,41	1,3-2,8	1,23-2,81
VCM (fL)	754,09±186,72	500-1200	388,12-1120,0
CHCM (%)	12,07±1,8	10-15	8,54-15,60
HCM (pg)	90,06±29,45	65-180	32,34-147,80
Trombócitos (/μL)	787,50±449,83	200-1800	96,16-1669,16
Leucócitos (/μL)	4605,3±2413	2295-10680	124,2-9334,8
Linfócitos (%)	45,31±8,20	33-67	29,23-61,39
Linfócitos (/μL)	2087±1131,8	131,4-4305,4	131,4-4305,4
Monócitos (%)	36,69±10,4	20-60	16,1-57,1
Monócitos (/μL)	1728,6±1163,1	570-5019	551,1-4008,3
Heterófilos (%)	17,06±7,55	6-36	2,27-31,86
Heterófilos (/μL)	745,7±442,6	240-1495,2	121,8-1613,3
Basófilos (%)	0,44±0,73	0-2	0,99-1,86
Basófilos (/μL)	15,51±24,91	0-66,3	33,3-64,3
Eosinófilos (%)	0,13±0,34	0-1	0,54-0,79
Eosinófilos (/μL)	6,64±18,78	0-66,3	30,1-43,4

A tabela 2 apresenta os valores médios, desvios padrão, valores mínimos e máximos, e intervalos de confiança das variáveis bioquímicas obtidas neste estudo.

Tabela 2 – Variáveis bioquímicas de arraias (*Potamotrygon motoro*) de água doce da região Amazônica do Brasil.

Variáveis	Média ±DP	Min-Max	IC (95%)
Proteína total (g/dL)	1,45±0,17	1,2-1,7	1,12-1,79
Albumina (g/dL)	0,24±0,06	0,16-0,37	0,13-0,36
Uréia (mg/dL)	23,07±12,22	13-54	0,11-48,0
Creatinina (mg/dL)	0,51±0,12	0,3-0,8	0,27-0,76
Glicose (mg/dL)	40,3±18,5	13-72	3,89-76,7
Colesterol (mg/dL)	56,47±19,79	25-95	17,6-95,2
Triglicerídeos (mg/dL)	68,47±24,68	22-118	20,0-116,8
Lactato	65,33 ± 54,98	7-151	-42,42- 173,09
AST (U/L)	12,83±6,22	3,4-24,4	0,64-25,03
ALT (U/L)	41,43±21,29	5-73	0,30-83,1

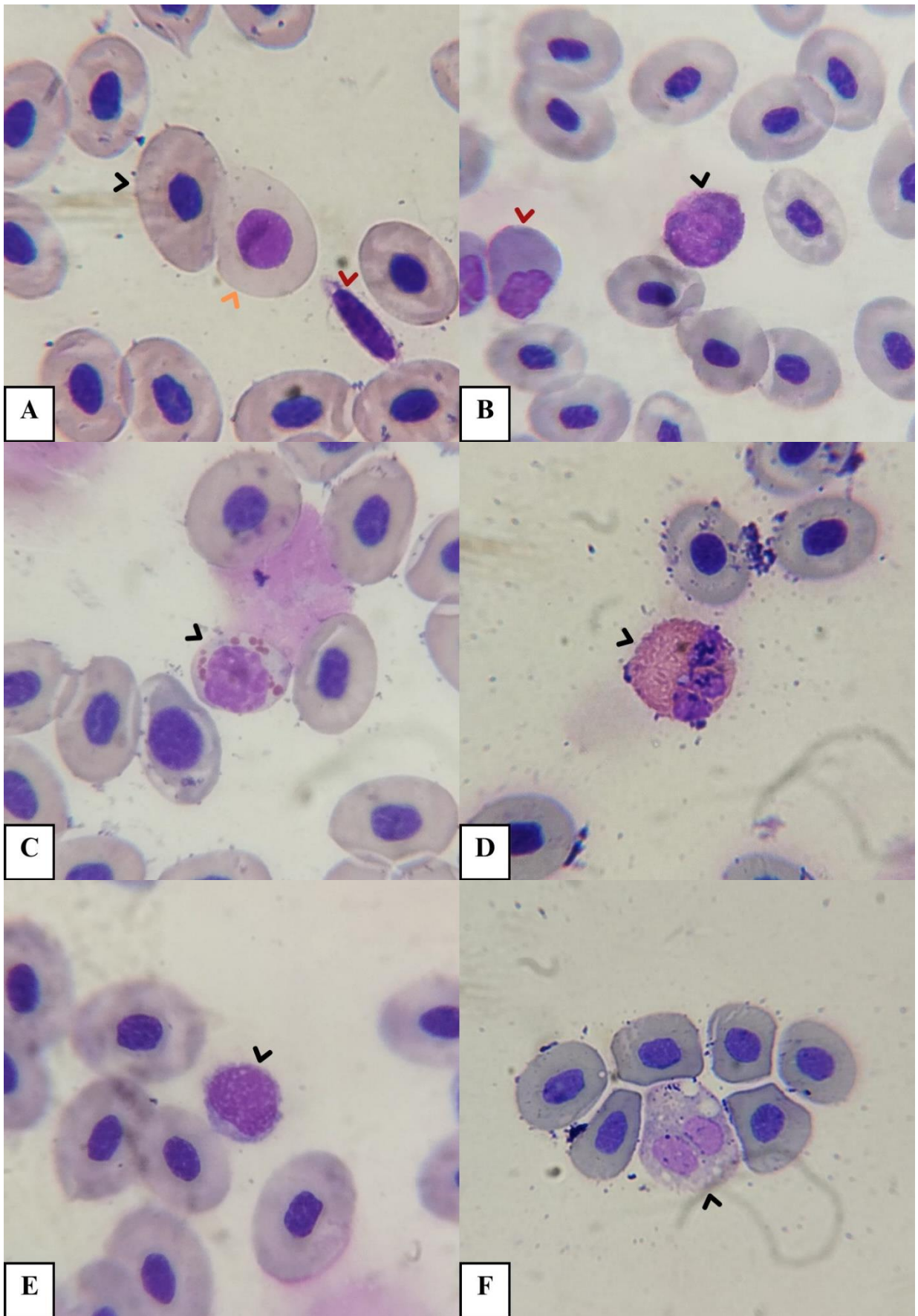


Figura 3. Células sanguíneas de arraia *Potamotrygon motoro*. Eritrócito maduro (a- ponta da seta), eritroblasto (a.1- ponta da seta amarela) e trombócito (a.3- ponta da seta vermelha); basófilo (b- ponta da seta), monócito (b.1- ponta da seta vermelha); eosinófilo (c); heterófilo (d); linfócito (e) e monócito (f). Coloração de Maygrunald-Giemsa.

DISCUSSÃO

A interpretação do hemograma em arraias apresenta desafios consideráveis, principalmente no que diz respeito ao estabelecimento de valores de referência precisos. Esses valores podem ser influenciados por diversos fatores, incluindo a espécie, a população, fatores genéticos, o território, o habitat, o sexo, a idade, o estado fisiológico, a estação do ano, entre outros. Além disso, as variáveis hematológicas podem sofrer variações significativas dependendo do laboratório onde as amostras são processadas, da técnica empregada, bem como dos procedimentos de coleta e processamento, os quais são particularmente críticos em peixes devido às peculiaridades fisiológicas que os diferenciam dos mamíferos (CLAVER; QUAGLIA, 2009).

Os exames hematológicos realizados nas arraias do presente estudo revelaram um VG de $16,75 \pm 3,4\%$, número de hemácias de $0,23 \pm 0,06 \times 10^6/\mu\text{L}$ e concentração de hemoglobina de $2,02 \pm 0,4\text{g/dL}$. Esses valores foram comparados com estudos anteriores, como o de Brito (2012), que avaliou arraias do gênero *Potamotrygon* sp. do Rio Paraná-Paraguai e da bacia Amazônica, obtendo valores próximos para VG ($19,6 \pm 1,61\%$), número de hemácias ($0,73 \pm 0,10 \times 10^6/\text{mm}^3$) e concentração de hemoglobina ($4,19 \pm 0,40\text{g/dL}$). Enquanto, Oliveira et al. (2013) obtiveram VG de $23,72 \pm 5,33\%$ e hemoglobina de $4,34 \pm 0,83\text{g/dL}$ para arraias sub adultas, sugerindo que a idade e o desenvolvimento fisiológico podem desempenhar papéis importantes na variação desses parâmetros. Soares (2023) ao realizar pesquisa em fêmeas gestantes e não gestantes de *Potamotrygon amandae* do Alto Rio Paraná, registrou VG com amplitude média de 15 a 38%.

Estudo anterior com arrais do gênero *Potamotrygon* mostrou que o estresse de captura não afetou as variáveis hematológicas, como observadas em espécies mamíferas (SOARES, 2023), podendo ser observado pequenos aumentos do hematócrito (menores que 10%) em animais submetidos a exercícios exaustivos ou estresse de captura (BRILL et al., 2008; SCHWIETERMAN et al., 2021), porém a mobilização de eritrócitos de forma significativa para a corrente sanguínea só ocorre após 60 minutos da ação do fator estressante (HOFFMAYER et al., 2012).

Na contagem diferencial das células sanguíneas no esfregaço, foi notável a presença de um número significativo de eritroblastos circulantes e de células com figuras de mitose envolvendo precursores eritróides. Este achado pode ser explicado pela particularidade da eritropoiese em peixes, que, conforme descrito por Thrall (2012), ocorre de forma diferenciada em comparação a outros vertebrados. Em peixes, os eritroblastos, precursores dos eritrócitos, podem ser liberados na circulação ainda em estado imaturo, completando sua maturação no sangue periférico (FANGE, 1994). Sendo possível encontrar eritroblastos redondos a ovais, com núcleos menores, cromatina menos condensada e citoplasma policromatofílico quando comparada às hemácias maduras, como mostrado na

Figura 3A (FIJAN, 2002). Segundo Val & Almeida-Val (1996), esta adaptação é particularmente relevante em ambientes dinâmicos e variáveis como os corpos d'água da Amazônia, onde os peixes podem necessitar de uma rápida resposta hematológica às mudanças nas condições ambientais, especialmente em termos de oxigenação dos tecidos.

No que diz respeito à concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM), nossos resultados mostraram valor de $12,07 \pm 1,8\%$, inferior ao valor reportado por Oliveira et al. (2013) para arraias *Potamotrygon motoro* sub adultas ($18,44 \pm 4,10\%$). Entretanto, a variável hemoglobina corpuscular média (HCM), com um valor de $90,06 \pm 29,45\text{pg}$, foi similar ao identificado pelo mesmo autor, que obteve $97,76 \pm 24,36\text{pg}$, assim como o VCM ($754,09 \pm 186,72\text{fL}$) foi similar ao encontrado por Pérez-Rojas et al. (2022), que relataram uma mediana de $706,05\text{fL}$. Segundo Saunders (1968) elasmobrânquios possuem hemácias maiores ($15 \times 20\mu\text{m}$) quando comparadas aos peixes teleosteos ($5 \times 10\mu\text{m}$), além disso o VCM nas diferentes espécies de peixes podem variar de 102-800fL (WITESKA et al., 2022).

O valor médio de trombócitos obtido em nosso estudo, $787,50 \pm 449,83/\mu\text{L}$, está em concordância com os resultados encontrados em estudos anteriores (OLIVEIRA et al., 2013; OLIVEIRA et al., 2021). A contagem de trombócitos é fundamental para avaliar a capacidade hemostática dos peixes, sendo esses elementos essenciais para a coagulação sanguínea e resposta inflamatória (THRALL et al., 2012).

Na contagem diferencial das células leucocitárias, nossos resultados foram semelhantes aos obtidos por Santos et al. (2024), que relataram uma média de $33710,1 \pm 1188,7/\mu\text{L}$ para leucócitos totais em arraias *Potamotrygon motoro* no baixo Rio Solimões. Dentre os leucócitos identificados, os linfócitos foram predominantes, seguidos dos monócitos e heterófilos como observado em estudos anteriores (OLIVEIRA et al., 2013; PÉREZ-ROJASA et al., 2020, OLIVEIRA et al., 2021; SANTOS et al., 2024).

Os valores encontrados em nosso estudo para os linfócitos $2087 \pm 1131,8/\mu\text{L}$ e monócitos $1728,6 \pm 1163,1/\mu\text{L}$ foram similares ao obtidos por Oliveira et al. (2013) na mesma espécie na região do Rio Negro. Durante o processo de análise, optamos por não incluir neutrófilos na quantificação, devido à considerável divergência na literatura sobre a presença desses leucócitos em arraias. Essa decisão foi influenciada pela dificuldade em distinguir visualmente neutrófilos de monócitos, dada a sua similaridade. Entre as referências consultadas, apenas alguns estudos consideraram neutrófilos em suas análises, o que reflete a inconsistência nas abordagens sobre esse tema na literatura (PÁDUA et al., 2010; BRITO et al. 2012).

Estudos comparativos sugerem que os heterófilos dos elasmobrânquios possuem uma notável similaridade morfológica com os heterófilos de outros vertebrados, como anfíbios, répteis e aves (OLSEN; ALBRIGHT, 2006). Essas células são visualmente distintas e facilmente identificáveis devido à sua coloração rósea característica. Em nossa análise, os valores obtidos na contagem de heterófilos mostraram-se semelhantes aos encontrados por Oliveira et al. (2013, 2021) e Santos et al. (2024) em estudos realizados em dois rios distintos da Amazônia, com médias de

891,0±33,94µL, 752±171µL e 752,6±343µL, respectivamente. Esses dados demonstram uma consistência notável nos valores observados, reforçando a confiabilidade das contagens de heterófilos em diferentes populações de arraias estudadas, independentemente das variações geográficas amazônicas.

No que se refere aos valores de eosinófilos (6,64±18,78µL) e basófilos (15,51±24,91µL) encontrados neste estudo, os achados do primeiro foram similares ao observados por Brito et al. (2012), enquanto os valores de basófilos diferiram dos estudos consultados. Os eosinófilos e basófilos foram raramente observados durante a contagem diferencial, com os eosinófilos sendo ainda mais escassos que os basófilos. Essa escassez foi também relatada em outros estudos, onde os eosinófilos não foram quantificados (OLIVEIRA et al., 2013; PÉREZ-ROJAS et al., 2020; OLIVEIRA et al., 2021).

Em relação aos parâmetros bioquímicos analisados, foram observados valores médios de proteína total de 1,45±0,17g/dL, colesterol de 56,46±19,7 mg/dL e lactato de 65,3±54,9 mg/dL. Os valores de proteína total foram semelhantes ao encontrado por outros estudos (BRITO, 2012; OLIVEIRA, 2013; SANTOS et al. 2024), assim como os valores de colesterol identificados foram comparáveis aos descritos por Oliveira et al. (2013), que relataram 50,87±21,61 mg/dL para o colesterol em animais sub adultos. No entanto, neste estudo a concentração de lactato apresentou variação, como mostrado pelo alto desvio padrão encontrado, isso se deve possivelmente a resposta individual de cada animal, já que o sistema cardiorespiratório de elasmobrânquios não conseguem atender a demanda de oxigênio durante a retirada da água ou eventos estressores, ocorrendo a ativação do metabolismo anaeróbico com produção de lactato e acidificação do sangue (CICIA et al., 2012; WEBER et al., 2021). O tempo de coleta neste estudo foi rápido, o que não levaria a um aumento significativo do lactato, pois de acordo com Fuller et al. (2020) o aumento significativo do lactato, só ocorreria depois de 45 minutos da captura de arraias.

Estudos realizado por Brito (2012), mostrou variação da concentração de ureia para diferentes espécies de arraias, com valores entre 24,01±4,61mg/dL a 38,3±17,6mg/dL e de creatinina de 0,42±0,04 mg/dL, próximos ao encontrado neste estudo para ureia (23,03±12,12mg/dL) e creatinina (0,51±0,12 mg/dL). Em relação a ureia, Santos et al. (2024) argumentam que há plasticidade fisiológica entre as arraias em relação a essa variável, e isso se deve a heterogeneidade dos rios da Amazônia, que são classificados em três categorias distintas: águas pretas, águas claras e águas brancas, cada uma com características químicas e de cor específicas. Em seu estudo recente, conduzido na região do baixo Rio Solimões — predominantemente caracterizado por águas brancas (turvas, ricas em material suspenso, com pH entre 6,2 e 7,2 e alta concentração de nutrientes e eletrólitos) — foi encontrado um valor médio de ureia de 85,32±24,84 mg/dL para a espécie *Potamotrygon motoro*. Assim, ao comparar nossos valores com os encontrados por Santos et al. (2024), observa-se uma diferença significativa.

As arraias, pertencem ao grupo dos condrictes e excretam ureia como principal produto nitrogenado, diferentemente dos peixes ósseos, que excretam principalmente amônia. Essa excreção de ureia é uma adaptação evolutiva crucial para a regulação osmótica nos rios da Amazônia, onde a retenção de ureia aumenta a osmolaridade dos fluidos corporais, minimizando a perda de água por osmose. Em contraste, os peixes ósseos, que vivem em ambientes aquáticos com abundância de água, excretam amônia diretamente através das brânquias, pois sua toxicidade é rapidamente diluída no meio externo. Essa distinção reflete diferentes pressões seletivas e adaptações fisiológicas específicas entre condrictes e teleósteos (EVANS et al., 2014).

Neste trabalho, a quantificação de glicose (40,13±18,3mg/dL) para *Potamotrygon motoro* foram próximos ao encontrados por Brito et al. (2012) em arrais do gênero *Potamotrygon* (61,80±6,76 mg/dL) coletadas nas bacias hidrográficas dos rios Paraná-Paraguai e na bacia amazônica. A glicose é uma variável que pode ser utilizada para a avaliação de estresse nessa espécie, porém alterações nas variáveis hematológicas e bioquímicas ocorrem após pelos menos 60 minutos de situações estressantes (SKOMAL; BERNAL, 2010; SKOMAL; MADELMAN, 2012), o que não ocorreu neste estudo.

Em relação a avaliação enzimática, observamos uma média de 12,83±6,22 U/I para AST e 41,43±21,2 U/I para ALT. Santos et al. (2024) relataram valores de 38,9±11,2 U/I para AST e 30,6±9,7 U/I para ALT, sendo que apenas os valores de ALT mostraram semelhança com os encontrados neste estudo. Da mesma forma, os valores de AST obtidos em nosso estudo distanciaram-se dos registrados por Brito (2012), que encontrou uma média de 111±36,70 U/I em *Potamotrygon motoro* do Rio Paraná. Essas enzimas são importantes marcadores para avaliar a sanidade hepática em elasmobrânquios. De acordo com Thrall et al. (2012) e Tavares-Dias (1999), níveis elevados dessas enzimas no plasma podem sinalizar estresse, infecções ou exposição a toxinas, auxiliando no diagnóstico precoce de patologias.

CONCLUSÃO

Este estudo viabilizou a criação de parâmetros referenciais para as variáveis hematológicas e bioquímicas de arraias de água doce da espécie *Potamotrygon motoro* da região Amazônica, os quais podem ser utilizados para verificar a sanidade desses animais e também a necessidade de adaptação e suplementação.

Agradecimentos: Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq pelo auxílio financeiro.

Declaração de Conflito de Interesse. Os autores declaram que não houve conflito de interesses.

REFERÊNCIAS

- Brasil. Ministério Da Indústria, Comércio Exterior E Serviços. Anuário Estatístico Do Comércio Exterior Brasileiro. Brasília, Df, 2018. Disponível Em: [Http://Aliceweb.Mdic.Gov.Br/](http://Aliceweb.Mdic.Gov.Br/). Acesso Em: 20 Mar. 2022.
- Brill, R.; Bushnell, P.; Schroff, S.; Seicefert, R.; Galvin, M. Effects Of Anaerobic Exercise Accompanying Catch-And-Release Fishing On Blood-Oxygen Affinity Of 45 The Sandbar Shark (*Carcharhinus Plumbeus*). *Journal Of Experimental Marine Biology And Ecology*. 354, 132–143, 2008
- Brito, Fernando Moraes Machado. Variáveis Hematológicas, Hormonais, Bioquímicas Séricas E Fauna Parasitária Em Quatro Espécies De Raias Do Gênero *Potamotrygon* Garman, 1877 (Myliobatiformes, Potamotrygonidae) De Vida Livre. 2012.
- Campbell, T. W. Hematology Of Fish. In: Campbell, T. W.; Ellis, C. K. Avian And Exotic Animal Hematology And Cytology. Ames: John Wiley & Sons, 1994. P. 113-138.
- Carvalho, M.R.; Lovejoy, N.N.; Rosa, R.S. Family Potamotrygonidae (River Stingrays). In: Reis, R.E.; Kullander, S.O.; Ferraris Jr., C.J. (Orgs.). Check List Of The Freshwater Fishes Of South And Central America. Porto Alegre: Edipucrs, P. 22-28, 2003.
- Cicia, A. M.; Schlenker, L.S.; Sulikowski, J. A.; Mandelman, J. W. Seasonal Variations In The Physiological Stress Response To Discrete Bouts Of Aerial Exposure In The Little Skate, *Leucoraja Erinacea*. *Comparative Biochemistry And Physiology*. 162, 130–138, 2012.
- Claver, J. A.; Quaglia, A. I. E. Comparative Morphology, Development, And Function Of Blood Cells In Nonmammalian Vertebrates. *Journal Of Exotic Pet Medicine*, V. 18, N. 2, P. 87-97, 2009
- Evans, D. H., Claiborne, J. B., & Currie, S. (2014). *The Physiology Of Fishes* (4th Ed.). Crc Press.
- Fange, R., 1994. Blood Cells, Haemopoiesis And Lymphomyeloid Tissues In Fish. *Fish Shellfish Immunol*. 4 (6), 405–411.
- Fijan, N., 2002a. Morfogênese De Linhagens De Células Sanguíneas Em Bagres De Canal. *J. Peixe Biol*. 60 (4), 999–1014. <https://doi.org/10.1111/J.1095-8649.2002.Tb02424.X>.
- Fijan, N., 2002b. Composição Dos Principais Compartimentos Hematopoiéticos Em Bagres Normais E Sangrados. *J. Peixe Biol*. 60 (5), 1142–1154. <https://doi.org/10.1111/J.1095-8649.2002.Tb01711.X>
- Fuller, L.; Stell, E.; Leary, C.; Parsons, G. Circulating Adrenocorticotrophic Hormone Levels, Lactate Levels, Hematocrit And Osmolality In Relation To Capture Stress In Atlantic Sharpnose Sharks, *Rhizoprionodon Terraenovae*. *Comparative Biochemistry And Physiology*. 243, 110655, 2020.
- Friedrichs Kr, Harr Ke, Freeman Kp, Szladovits B, Walton Rm, Barnhart Kf, Blanco-Chavez J. American Society For Veterinary Clinical Pathology (2012) Asvcv Reference Interval Guidelines: Determination Of De Novo Reference Intervals In Veterinary Species And Other Related Topics. *Vet Clin Pathol* 41: 441–453.
- Gomide, Thamiris Correia. Análise Bioquímica Do Estresse De Captura Em Fêmeas De *Potamotrygon Amandae* (Condrictes: Myliobatiformes: Potamotrygonidae). 2023.
- Hoffmayer, E. R.; Hendon, J. M.; Parsons, G. R. Seasonal Modulation In The Secondary Stress Response Of A *Carcharhinid* Shark, *Rhizoprionodon Terraenovae*. *Comparative Biochemistry And Physiology*. 162, 81–87, 2012.
- Ibama - Instituto Brasileiro Do Meio Ambiente. Instrução Normativa Nº 204, De 22 De Outubro De 2008. Diário Oficial Da União, Brasília, Df, 24 Out. 2008. Seção 1, P. 81.
- Lasso, C. A.; Aguirre, H.; Bocachica, C. Freshwater Stingrays (Potamotrygonidae). In: Vanzolini, P. E.; Heym, E. P. (Eds.). *Biodiversity And Fisheries In The Amazon*. Bogotá: Instituto De Investigación De Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, P. 98-109, 2016.8

- Monticini, P. The Ornamental Fish Trade. Production And Commerce Of Ornamental Fish: Technical-Managerial And Legislative Aspects. Globefish Research Programme, V. 102, P. 1-134, 2010.
- Oliveira, A. T. Avaliação Hematológica E Bioquímica Em Arraias De Água Doce. Revista De Ciências Biomédicas, V. 3, N. 1, P. 87-92, 2013.
- Oliveira, A. T.; Lemos, J. R. G.; Santos, M. Q. C.; Et Al. Aspectos Morfológicos, Citoquímicos E Ultraestruturais De Células Sanguíneas De Espécies De Raias De Água Doce Na Bacia Do Médio Rio Negro, Amazônia Brasileira. Scientific Reports, V. 11, 15685, 2021.
- Oliveira, Adriano Teixeira De. Parâmetros Hematológicos, Aspectos Citoquímicos E Ultraestruturais Das Células Sanguíneas De Três Espécies De Arraias (Chondrichthyes: Potamotrygonidae) Do Médio Rio Negro, Amazonas, Brasil. 2013.
- Olsen, R. E., & Albright, L. J. (2006). "A Comparative Study Of The Morphology And Ultrastructure Of Granulocytes And Heterophils In Some Amphibians And Reptiles." Journal Of Morphology, 267(1), 104-117.
- Pádua, S.B. Et Al. Análise Hematológica De *Potamotrygon Motoro* (Chondrichthyes: Potamotrygonidae) Capturadas No Rio Jamari, Rondônia, Brasil. 2016.
- Pérez-Rojas, J. G. Et Al. Perfil Hematológico E Bioquímico Do Sangue Da Arraia De Água Doce *Potamotrygon Magdalenae* Como Ferramenta Para Avaliação Da População Em Ambientes Artificiais. Brazilian Journal Of Biology, V. 82, P. 1-11, 2022.
- Ribeiro, Cristiéle Da Silva; Soares, Ariadyne Santos. Raias Em Ilha Solteira: Como Vivem, Se Reproduzem E O Que As Leva Ao Aborto? Aprendendo Ciência, V. 10, N. 1, P. 21-26, 2021.
- Santos, Marcio Quara De Carvalho Et Al. Hematological And Plasma Biochemical Profile Of Two Species Of Freshwater Stingrays From The Amazon. Veterinary Research Communications, P. 1-16, 2024.
- Saunders, R. L. (1968). Comparative Hematology In Fish. In F. G. J. W. Campbell & J. H. S. Blaxter (Eds.), Fish Physiology (Vol. 3, Pp. 1-112). Academic Press.
- Schwieterman, G. D.; Rummer, J. L.; Bouyoucos, P. G.; Burshnell, P. G.; Brill, R. W. A Lack Of Red Blood Cell Swelling In Five Elasmobranch Fishes Following Air Exposure And Exhaustive Exercise. Comparative Biochemistry And Physiology. 258, 110978, 2021.
- Skomal, G. B.; Mandelman, J. W. The Physiological Response To Anthropogenic Stressors In Marine Elasmobranch Fishes: A Review With A Focus On The Secondary Response. Comparative Biochemistry And Physiology 162, 146-155, 2012.
- Skomal, G.; Bernal, D. Physiological Responses To Stress In Sharks. In: Carrier, J., Musick, J., Heithaus, M. (Eds.), Sharks And Their Relatives Ii: Biodiversity, Adaptive Physiology, And Conservation. Crc Press, Boca Raton, 459-490, 2010.
- Soares, Ariadyne Santos. Fisiologia Do Parto Induzido Por Captura Em *Potamotrygon Amandae* (Elasmobranchii: Myliobatiformes: Potamotrygonidae). 2023. Tese De Doutorado. Universidade De São Paulo.
- Tavares-Dias, M.. A Simple And Inexpensive Turbidometric Method For The Quantitative Estimation Of Total White Blood Cells In Fish. Acta Amazonica, V. 29, N. 1, P. 83-92, 1999.
- Tavares-Dias, M.; Moraes, F. R. Hematologia De Peixes Teleósteos. 1.Ed. Ribeirão Preto: Villimpress, 2004. 144p.
- Thrall, M. A. Hematology Of Fish. In: Veterinary Hematology And Clinical Chemistry. Wiley Blackwell, 2012. P. 277-298.
- Val, A. L., & Almeida-Val, V. M. F. (1995). Fishes Of The Amazon And Their Environment: Physiological And Biochemical Aspects. Springer.
- Walberg, J. L. Et Al. Fish Hematology And Associated Disorders. Veterinary Clinics Of North America - Exotic Animal Practice, V. 18, P. 83-103, 2001.

Walsh, C. J.; Luer, C. A. Elasmobranch Hematology: Identification Of Cell Types And Practical Applications. In: Smith, M.; Warmolts, D.; Thoney, D.; Hueter, R. (Editors). The Elasmobranch Husbandry Manual: Captive Care Of Sharks, Rays And Their Relatives. Columbus: Ohio Biological Survey, Incorporated, 2004. P. 307–323.

Weber, D. N.; Janech, M. G.; Burnett, L. E.; Sancho, G.; Frazier, B. S. Insights Into The Origin And Magnitude Of Capture And Handling-Related Stress In A Coastal Elasmobranch *Carcharhinus Limbatus*. *Ices Journal Of Marine Science*. 78, 910–921, 2021.

Witeska, M., Sowińska, A., & Szarek, J. (2022). Hematological Parameters In Fish – A Review Of The Topic And Relations With External Factors. *Aquaculture Research*, 53(2), 650-670.

Legendas de figuras

Fig. 1 Localização da região onde as 16 amostras de arraias silvestres foram coletadas.

Fig. 2 Demonstração da obtenção das amostras de sangue venoso através da punção cardíaca em arraia *Potamotrygon motoro*.

Fig. 3 Leucócitos de *Potamotrygon motoro* analisados em microscópio.

Títulos das Tabelas

Tabela 1. Valores hematológicos de arraias (*Potamotrygon motoro*) de água doce da região Amazônica do Brasil.

Tabela 2. Variáveis bioquímicas de arraias (*Potamotrygon motoro*) de água doce da região Amazônica do Brasil.



ANEXO A

Artigo formatado segundo as normas da revista “PESQUISA VETERINÁRIA BRASILEIRA”.

Fundador, 1981-2018

Jürgen Döbereiner

Jürgen Döbereiner: uma vida dedicada à ciência

A revista **PESQUISA VETERINÁRIA BRASILEIRA** <<http://www.pvb.com.br/>>, é editada pela associação científica Colégio Brasileiro de Patologia Animal (CBPA). A *Pesq. Vet. Bras.* publica artigos originais sobre doenças em animais nas três áreas: Doenças de Animais de Produção (LD), Doenças de Pequenos Animais (SA) e Medicina de Animais Selvagens (WM).

A abreviação do título da *Pesquisa Veterinária Brasileira* é *Pesq. Vet. Bras.*

Nas três áreas a *Pesq. Vet. Bras.* publica: Artigos Originais, Revisões Críticas de Literatura e Tópicos de Interesse Geral. Os Relatos de Caso são aceitos apenas na área de Medicina de Animais Selvagens somente para descrições clínico-patológicas de doenças ainda não relatadas na literatura científica.

- ✓ Os Artigos Originais devem conter resultados de pesquisas ainda não publicadas e não submetidas a outras revistas.
- ✓ As Revisões Críticas de Literatura devem ser críticas e consistir em assuntos da linha de pesquisa do Autor. Essa modalidade de artigos é exclusiva a autores convidados pelo Editor-Chefe.
- ✓ Os Tópicos de Interesse Geral devem ser de grande importância e baseados na larga experiência dos autores.
- ✓ Os Relatos de Caso devem ser inéditos, com importância clínica, conservacionista e ou associados à medicina legal.

As opiniões e conceitos emitidos nos artigos são de responsabilidade dos autores. O Conselho Editorial da revista, auxiliado pelos revisores, podem sugerir ou solicitar modificações no texto. Os direitos dos autores dos artigos aceitos são preservados.

O limite de no máximo de oito autores só pode ser ultrapassado em trabalhos de pesquisa que envolvem três ou mais instituições. Em artigos com mais de oito autores é obrigatório apresentar ao fim do manuscrito a contribuição de cada autor.

A revista *Pesq. Vet. Bras.* é editada desde 1981 e publica assuntos sobre doenças naturais e experimentais. A revista publica resultados de investigações diagnósticas de doenças naturais e emergentes de animais, especialmente aquelas que afetam rebanhos no Brasil. A apresentação de tópicos sobre doenças animais relacionadas à saúde pública é incentivada. Em seu sentido amplo, Patologia é o carro-chefe da revista, incluindo diagnóstico laboratorial, epidemiologia, clínica, toxicologia e outras áreas. Manuscritos sobre anestesia, técnicas cirúrgicas, zootecnia e nutrição (exceto doenças carenciais ou intoxicações por qualquer elemento ou aditivo alimentar) estão excluídos do âmbito de interesse de publicação. O público-alvo da *Pesq. Vet. Bras.* são médicos veterinários, patologistas, equipe de laboratório de diagnóstico veterinário, patologistas toxicológicos, patologistas comparativos, pesquisadores de patologia médica e outros envolvidos em diagnóstico veterinário e pesquisa animal em espécies domésticas e selvagens.



A revista é indexada pelas bases de dados: SciELO-Scientific Electronic Library Online (www.scielo.br/pvb); ISI/Thomson Reuters, em seus produtos Science Citation Index Expanded e BIOSIS Previews; CABI, em seus bancos de dados principais CAB Abstracts e Global Health, e em vários bancos de dados derivados, tais como: Animal Science Database e VetMedResources (para a internet), Index Veterinarius e Veterinary Science Database (bancos de dados de resumos) e Veterinary Bulletin (impresso), DOAJ-Directory of Open Access Journals (<http://www.doaj.org>).

NORMAS PARA SUBMISSÃO

Artigos para "Pesquisa Veterinária Brasileira" (PVB) são submetidos em formato .doc ou .docx Word, online através do ScholarOne, link <<https://mc04.manuscriptcentral.com/pvb-scielo>>

Os editores presumem que os artigos submetidos não estão sendo considerados para publicação em outras revistas e não contêm material que já foi publicado. Os artigos submetidos são revisados pelos pares.

Os artigos são publicados apenas em inglês, incluindo um resumo em português. No entanto, os autores podem submeter seus artigos em inglês ou português (favor conferir a lista de Serviços de tradução no site da Pesq. Vet. Bras. <<http://www.pvb.com.br/portal/normas>> ou ao fim deste documento). Para comprovar a qualidade do inglês é obrigatório um certificado de tradução para língua inglesa emitida por instituição credenciada pela Pesq. Vet. Bras.

Todos os autores devem se registrar no ORCID (Open Researcher and Contributor ID <<https://orcid.org/register>>) e vinculá-lo ao seu perfil ScholarOne. O link pode ser feito editando o perfil do usuário no ScholarOne na opção Associate your existing ORCID iD. Os identificadores ORCID contribuem para a identidade singular dos autores e os processos de interoperação e bibliométricos. Usando o ORCID, os pesquisadores são fácil e corretamente conectados com seus resultados de pesquisa, publicações e afiliações.

Os artigos devem ser preparados em todos os detalhes de acordo com o estilo da revista, para serem revisados por pares. Para a preparação do manuscrito, os autores devem seguir o formato indicado pela revista, que pode ser encontrado nas "Instruções aos autores", "Submissão de artigos" na página da revista (http://www.pvb.com.br/instrucoes_para_authors.pdf). A submissão de artigos fora dos padrões de apresentação não será considerada para publicação e será imediatamente rejeitada.

Prezado Autor, para diminuir o máximo possível o tempo de avaliação de seu artigo, proceda seguindo os passos de submissão, conforme abaixo:

ORGANIZAÇÃO E PREPARAÇÃO DO MANUSCRITO

Os artigos devem ser preparados detalhadamente de acordo com o estilo do periódico, para serem avaliados pelos pares. Quadros e Figuras devem ser enviadas separadamente do texto.

1. Organizar o artigo em **TITLE, ABSTRACT, RESUMO, INTRODUCTION, MATERIALS AND METHODS, RESULTS, DISCUSSION, CONCLUSION(S)** (os três últimos preferencialmente em capítulos separados), Acknowledgements, Conflict of interest statement, e REFERENCES.

a. O título deve ser conciso e indicar o conteúdo do artigo. Recomendamos informar os detalhes de identificação científica em MATERIALS AND METHODS.

b. Os nomes de autores com vários nomes e sobrenomes devem ser abreviados, por exemplo, simplificar Claudio Severo Lombardo de Barros para Claudio S.L. Barros ou Barros C.S.L. O Autor para Correspondência deve ser aquele que garanta o contato com o Conselho Editorial da PVB. Após a

submissão dos artigos, não há como alterar a autoria. O Conselho Editorial indica fazer nova submissão para alteração de autoria.

c. O cabeçalho do **ABSTRACT** deve conter os nomes abreviados e invertidos dos autores, o ano, o título e o endereço postal do laboratório ou instituição onde foi realizada a parte principal da pesquisa (compare sempre os autores do artigo e sua listagem no cabeçalho do **ABSTRACT** para evitar discrepâncias).

d. A nota de rodapé da primeira página deve conter o endereço profissional completo de cada autor (no idioma do país do autor, português, espanhol, inglês, etc.), bem como o e-mail sublinhado do Autor para correspondência.

e. O **ABSTRACT** deve ser uma versão explicada em inglês do RESUMO em português, seguido de "**INDEX TERMS**", que devem incluir os termos do título, pois não são apenas "Termos Adicionais de Indexação."

f. O RESUMO deve conter (1) o título [entre colchetes e em negrito] (2) o que foi investigado, indicando os materiais e métodos utilizados, (3) os resultados mais importantes, e (4) a conclusão, seguida por "**TERMOS DE INDEXAÇÃO**" (que também incluem palavras do título, pois não são apenas "Termos Adicionais de Indexação").

g. **INTRODUCTION.** A Introdução deve ser curta, com citação da literatura específica, seguida do objetivo do trabalho.

h. **MATERIALS AND METHODS.** Em Material e Métodos, forneça todos os dados necessários para a possível reprodução do estudo.

i. **RESULTS.** Nos Resultados, os dados obtidos devem ser apresentados de forma concisa. Os Quadros (em vez de Tabelas) devem ser preparados sem dados supérfluos, apresentando, sempre que indicado, médias de várias repetições. É conveniente expressar dados complexos, por gráficos (=Figuras), em vez de apresentá-los em Quadros extensos.

j. **DISCUSSION.** Na Discussão, confronte seus resultados com os da literatura. Evite mencionar o desenvolvimento de pesquisas ou planejamentos futuros para evitar o comprometimento da revista em publicar os resultados de trabalhos ainda não realizados.

k. **CONCLUSIONS.** Baseie suas Conclusões apenas nos Resultados.

l. **Acknowledgements.** Apresentar os Agradecimentos após as Conclusões, não no corpo do texto.

m. **Conflict of interest statement.** Declare qualquer conflito de interesse ou "nenhum" se for o caso.

n. **REFERENCES.** As referências devem incluir todas as citações apresentadas no texto. Escreva a lista de

referências em ordem alfabética e cronológica, na língua em que foram consultadas (português, inglês, espanhol, alemão, etc.), começando pelo sobrenome do primeiro autor, seguido dos demais autores da respectiva referência, em caixa alta e caixa baixa. Cada autor deve ser separado apenas por uma vírgula, seguida pelo ano, título e os dados da publicação (por extenso, em caso de dúvida sobre abreviatura), de acordo com <<http://www.pvb.com.br/>>.

2. O estilo da revista deve ser seguido:

a. Fonte Cambria em tamanho 10, espaço simples entre as linhas; página formato A4, com margens de

2cm (superior, inferior, esquerda e direita), texto justificado em uma coluna.



Coloque as legendas das Figuras abaixo da lista de referências; não repita as legendas abaixo das imagens das

Figuras. Envie figuras e tabelas separadas do texto principal.

b. **ABSTRACT** e **RESUMO** são escritos em apenas um parágrafo e não devem conter referências.

c. Os manuscrito devem ser concisos e, sempre que possível, escritos no pretérito.

d. Escreva os nomes científicos completos (p.ex. *Palicourea marcgravii*) no início de cada capítulo (Título, Abstract, Resumo, Introdução, etc.) quando aparecem pela primeira vez, seguido da abreviatura do gênero (p.ex. *P. marcgravii*).

e. Nos títulos dos Quadros e Legendas das Figuras, escreva os nomes científicos por extenso.

f. No texto, chamadas para notas de rodapé são feitas em algarismos arábicos, em ordem crescente ao longo de todo o manuscrito, sem o uso de "Inserir nota final" do Word. Nota: Não use espaços entre os números e suas unidades para evitar separá-los em duas linhas (p.ex.: 100ppm, 10mm, 50cm, 18x10cm, $P < 0,05$). A abreviatura para graus Celsius é "°C" e não "ºC".

g. Quadros e Figuras devem ser citadas no texto com seus respectivos números em ordem crescente.

h. Abreviaturas de instituições, quando apresentadas pela primeira vez, devem ser colocadas entre parênteses após o nome completo da instituição.

i. As citações da literatura no texto são feitas por "autor e ano" (p.ex. Pierezan 2021). Cite artigos com dois autores pelos dois nomes (p.ex. Giaretta & Pimentel 2020). Cite no texto artigos com mais de dois autores pelo

primeiro nome do autor seguido de "et al." e o ano (p.ex. Gava et al. 2019). Se a citação de dois artigos for idêntica, faça a distinção acrescentando letras minúsculas após o ano de publicação (p.ex. Panziera 2018a, 2018b). A ordem de citação no texto deve ser cronológica (p.ex. Badial et al. 2017, Armién et al. 2018).

j. Consulte o texto completo de todos os artigos citados. Se não for possível ler todo um determinado artigo, cite a referência original no texto do manuscrito como, p.ex., Bancroft (1921), e, então, na Lista de Referências, cite como Bancroft 1921. título Nome do Periódico (Apud Suvarna & Layton 2013). Além disso, inclua, na íntegra, esta referência consultada (Suvarna & Layton 2013) na Lista de Referências.

k. O uso de "comunicação pessoal" e "dados não publicados" deve ser excepcional e citado no texto como autor e ano (Barbosa 2016), e na Lista de Referências como: Barbosa 2016. Personal communication (Universidade Federal do Pará, campus Castanhal, Brazil).

l. As Legendas de Figuras (p.ex. "Fig.3.") devem ser suficientemente informativas para a compreensão (as Figuras e legendas devem ser compreendidas independentemente do texto).

m. Os títulos dos Quadros devem ser escritos em negrito, e o cabeçalho (títulos das colunas) deve ser

claro (não negrito), escrito em letras maiúsculas e minúsculas, e separados por duas linhas horizontais longas. Não há linhas verticais nem fundo cinza; excepcionalmente podem existir linhas horizontais. As notas de rodapé devem ser em letras minúsculas ou outros sinais, mas não em números arábicos. Os Quadros devem ser submetidos em .doc ou .docx do Word (não como imagens) para permitir correções de acordo com o estilo da revista.

n. Dados complexos devem ser enviados como gráficos (mas referidos como Figuras) em 2D sem fundo cinza e linhas horizontais. Escreva gráficos, incluindo texto, em fonte Cambria 10.

3. Apresentação das figuras:

a. Formato e dimensão. As imagens devem ser em formato TIFF, canal RGB, com 85mm de comprimento e resolução de 300 dpi (pixel/polegada) para figuras coloridas e figuras em preto e branco (gráficos e mapas).

b. Numeração. Os arquivos TIFF das figuras devem ser nomeados e identificados separadamente por números na ordem em que forem citadas no texto (Fig.1, Fig.2, Fig.3...). Não use letras (Fig.1A, 1B, 1C ...) para identificar as figuras.

c. Identificação de estruturas. Se houver a necessidade de destacar partes na imagem, utilize letras, fonte Cambria 8 pontos, preta ou branca; ou setas pretas ou brancas discretas conforme o background da figura.

d. Agrupamento de figuras. As figuras poderão ser agrupadas em pranchas. Certifique-se que todas as figuras estarão nomeadas sequencialmente. Todas as figuras que irão compor a prancha devem ser enviadas separadamente e, preferencialmente, possuir as mesmas dimensões. Se necessário, um esboço com o layout pode ser sugerido, entretanto, o agrupamento final será realizado pelo editor de imagens.

e. Micrografias. As barras de escala não são obrigatórias, entretanto, a objetiva utilizada deve ser mencionada ao final da legenda de cada micrografia.

f. Legendas. Cada figura deve ter uma legenda autoexplicativa. Deve descrever o que se observa na imagem e explicar qualquer abreviação ou símbolos utilizados. Exemplo de formato de legenda:

“Fig.1. Descrição da imagem. Diagnóstico, órgão ou tecido, espécie animal, número do caso. Método de coloração histoquímica (HE, PAS.) ou imunohistoquímico (S100, Ki67, Vimentina,)”.

Ao descrever aspectos imunohistoquímicos, indicar onde a imunomarcagem ocorreu (núcleo, citoplasma ou membrana citoplasmática) e em qual intensidade e extensão. Por fim, em casos de micrografias, deve ser indicado a objetiva utilizada (obj.10x, obj.20x, obj.40x,). As legendas de figuras devem constar do manuscrito principal, após as Referências.

4. Todas as referências citadas no texto devem ser incluídas na lista de referências. Antes de enviar o artigo, as discrepâncias devem ser corrigidas pelo Autor. O sistema ScholarOne bloqueia automaticamente se tais disparidades existirem.

5. Exemplos de referências:



Artigos publicados em periódicos científicos

Groch K.R., Díaz-Delgado J., Santos-Neto E.B., Ikeda J.M.P., Carvalho R.R., Oliveira R.B., Guari E.B., Flach L., Sierra E., Godinho A.I., Fernández A., Keid L.B., Soares R.M., Kanamura C.T., Favero C., Ferreira-Machado E., Sacristán C., Porter B.F., Bisi T.L., Azevedo A.F., Lailson-Brito J. & Catão-Dias J.L. 2020. The pathology of cetacean morbillivirus infection and comorbidities in guiana dolphins during an unusual mortality event (Brazil, 2017-2018). *Vet. Pathol.* 57(6):845-857. <<https://dx.doi.org/10.1177/0300985820954550>> <PMid:32964811>

Molossi F.A., Cecco B.S., Pohl C.B., Borges R.B., Sonne L., Pavarini S.P. & Driemeier D. 2021. Causes of death in beef cattle in southern Brazil. *J. Vet. Diagn. Invest.* 33(4):677-683. <<https://dx.doi.org/10.1177/10406387211007952>> <PMid:33834923>

Bertolini M., Schwertz C.I., Vielmo A., Piva M.M., Bilhalva L.C., Pavarini S.P., Driemeier D. & Sonne S. 2021. Pathological and microbiological findings in fatal cases of salmonellosis in captive Bothrops snakes in southern Brazil. *J. Comp. Pathol.* 186:7-12. <<https://dx.doi.org/10.1016/j.jcpa.2021.04.011>>

(Nota: Observe que as primeiras letras das palavras do título de artigos publicados em periódicos são minúsculas. É preferível indicar o número do respectivo fascículo).

Livros

Marsh P. & Martin M. 1992. *Oral Microbiology*. 3rd ed. Chapman and Hall, London, p.167-196.

Tokarnia C.H., Brito M.F., Barbosa J.D., Peixoto P.V. & Döbereiner J. 2012. *Plantas Tóxicas do Brasil para Animais de Produção*. 2ª ed. Helianthus, Rio de Janeiro, p.305-348.

(Nota: Observe que a Primeira Letra nas Palavras do Título de Livros Deve ser Maiúscula).

Capítulos de livros

Uzal F.A., Plattner B.L. & Hostetter J.M. 2016. Alimentary system, p.1-257. In: Maxie M.G. (Ed.), *Jubb, Kennedy and Palmer's Pathology of Domestic Animals*. Vol.2. 6th ed. Elsevier, St Louis, Missouri.

Barros C.S.L. 2007. Doenças víricas: leucose bovina, p.159-169. In: Riet-Correa F., Schild A.L., Lemos R.A.A. & Borges J.R.J. (Eds), *Doenças de Ruminantes e Equídeos*. Vol.1. 3ª ed. Pallotti, Santa Maria, RS.

Tokarnia C.H., Brito M.F., Barbosa J.D., Peixoto P.V. & Döbereiner J. 2012. Plantas que afetam o funcionamento do coração, p.27-94. In: *Ibid.* (Eds), *Plantas Tóxicas do Brasil para Animais de Produção*. 2ª ed. Helianthus, Rio de Janeiro.

Dissertações e Teses

Rech R.R. 2007. Alterações no encéfalo de bovinos submetidos à vigilância das encefalopatias espongiiformes transmissíveis. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 228p.

(Nota: Preferencialmente, artigos originados de dissertações, ou teses em vez dessas).

Resumos publicados em eventos

Massa A.T., Potter K.A. & Bradway D. 2016. Epizootic bovine abortion outbreak in Eastern Nevada cattle.



Annual Meeting American College of Veterinary Pathologist (ACVP), New Orleans, Louisiana. (Abstract D- 50)

Mendonça F.S., Almeida V.M., Albuquerque R.F., Chaves H.A.S., Silva Filho G.B., Braga T.C., Lemos B.O. & Riet Correa F. 2016. Paralisia laríngea associada à deficiência de cobre em caprinos no semiárido de Pernambuco (IX Endivet, Salvador, BA). *Pesq. Vet. Bras.* 36(Supl.2):50-51. (Resumo)

Pierezan F., Lemos R.A.A., Rech R.R., Rissi D.R., Kommers G.D., Cortada V.C.L.M., Mori A.E. & Barros C.S.L. 2007. Raiva em equinos. *Anais XIII Encontro Nacional de Patologia Veterinária, Campo Grande, MS*, p.145-146. (Resumo)

(Nota: Caso estejam disponíveis, consulte os artigos completos em vez de apenas os resumos publicados em suplementos científicos de congressos).

TAXA DE PUBLICAÇÃO

Após comunicar o aceite do artigo, será solicitado ao Autor o pagamento da taxa de publicação.

Autores brasileiros:

O autor correspondente deverá pagar uma taxa de R\$0,50 (cinquenta centavos de real) por palavra. Membros do Colégio Brasileiro de Patologia Animal (CBPA) e da Associação Brasileira de Patologia Veterinária (ABPV) com anuidades em dia: a taxa é de R\$0,25 (vinte e cinco centavos de real) por palavra para o manuscrito aceito. A contagem de palavras para cálculo do valor da taxa de publicação não inclui a lista de referências.

A publicação de até 4 fotos não será cobrada. Cada imagem adicional custará R\$50,00 (cinquenta reais por foto). Quando as fotos forem organizadas em pranchas, para fins de pagamento, cada foto contará individualmente.

Os autores brasileiros que enviarem manuscritos em português serão responsáveis pela tradução e envio de uma carta de uma empresa de tradução profissional (consulte serviços de tradução). A versão aceita contará para cálculo da taxa de publicação, independentemente do idioma. Autores estrangeiros: O autor correspondente deve pagar uma taxa de \$0,16 (dezesseis centavos de dólar americano) por palavra. Membros do CBPA e da ABPV com anuidades em dia: a taxa é de \$0,08 (oito centavos de dólar americano) por palavra do manuscrito aceito. A contagem de palavras para cálculo do valor da taxa de publicação não inclui a lista de referências.

A publicação de até 4 fotos não será cobrada. Cada foto adicional custará \$10,00 (dez dólares americanos). Quando as fotos forem organizadas em pranchas, cada foto contará individualmente para efeito de pagamento.

Após o aceite, os autores têm quatro meses para pagar a taxa de publicação.

SERVIÇOS DE TRADUÇÃO

Para aumentar a visibilidade internacional e melhorar o fator de impacto da Pesquisa Veterinária Brasileira, todos os artigos estão sendo publicados em inglês.

A PVB aceita submissão de artigos em inglês ou português. No entanto, artigos submetidos em português, caso forem aceitos, deverão ser traduzidos para o inglês, antes da publicação.

Para comprovar a qualidade do inglês, pode ser necessário um certificado do idioma inglês fornecido por



uma instituição conceituada. Os serviços de edição aceitos pela Pesquisa Veterinária Brasileira estão listados abaixo:

- Academic Proofreading

and Editing Services

- American Journal Experts - AJE

Manuscript Services

- American Manuscript Editors

- Bioedit Scientific Editing

- Editage/Cactus Communications

- Editora Elsevier

- ENAGO Revisão de inglês

acadêmico para pesquisadores

brasileiros

- International Science Editing

Compuscript Ltd. T/A

International Science Editing

- Proof Reading Service

- Traduvet - Traduções na área

de Medicina Veterinária

traduvet@gmail.com

- Wiley Editing Services