



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, NATURAIS, SAÚDE E TECNOLOGIA
COORDENAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA DE PESCA

**ANÁLISE DAS VARIÁVEIS AMBIENTAIS E DISTRIBUIÇÃO
DE *POTAMOTRYGON MOTORO* (MYLIOBATIFORMES:
POTAMOTRYGONIDAE) NO COMPLEXO DOS LAGOS DE VIANA**

São Luís

2022

BRUNO RAFAEL MARQUES

ANÁLISE DAS VARIÁVEIS AMBIENTAIS E DISTRIBUIÇÃO
DE *POTAMOTRYGON MOTORO* (MYLIOBATIFORMES: POTAMOTRYGONIDAE)
NO COMPLEXO DOS LAGOS DE VIANA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Engenharia de Pesca do Centro de Ciências
Humanas, Naturais, Saúde e Tecnologia da
Universidade Federal do Maranhão para a obtenção
do grau de Bacharel em Engenharia de Pesca.

Orientador: Dr. Getulio Rincon Filho

Pinheiro - MA
2022

BIBLIOTECA

BRUNO RAFAEL MARQUES

ANÁLISE DAS VARIÁVEIS AMBIENTAIS E DISTRIBUIÇÃO
DE POTAMOTRYGON MOTORO (MYLIOBATIFORMES: POTAMOTRYGONIDAE)
NO COMPLEXO DOS LAGOS DE VIANA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Engenharia de Pesca do Centro de Ciências
Humanas, Naturais, Saúde e Tecnologia da
Universidade Federal do Maranhão para a obtenção
do grau de Bacharel em Engenharia de Pesca.

Orientador: Dr. Getulio Rincon Filho

Aprovada em: 25/11/2022

Banca Examinadora

Documento assinado digitalmente



GETULIO RINCON FILHO

Data: 14/12/2022 09:48:28-0300

Verifique em <https://verificador.iti.br>

Dr. Getulio Rincon Filho
(Orientador/UFMA)

Documento assinado digitalmente



MIKELE CANDIDA SOUSA DE SANT ANNA

Data: 14/12/2022 06:48:28-0300

Verifique em <https://verificador.iti.br>

Dra. Mikele Cândida Sousa de Sant'anna
(UFMA)

Dr. Carlos Eduardo Malavasi Bruno
(UFF)

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, ao meu irmão, minha família em geral, por todo amor, esforço e dedicação em todos esses anos.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pela vida e por nunca me deixar sozinho. Aos meus pais, sendo fundamentais para a minha jornada acadêmica. Ao saudoso Padre Sandoval e Padre André, que nunca mediram esforços para me auxiliar. A Denyse Rayanna, que sempre foi um apoio na caminhada acadêmica. Ao grupo de pesquisa GEBAq, ao professor Getúlio, por todo auxílio e ajuda nos extremos da pandemia da covid-19, assim como Kerly Mello, Suane e Lygia que contribuíram nas coletas. Não poderia esquecer-me da professora Alice Rodrigues da UEMA, por ter me dado a primeira oportunidade como pesquisador no projeto de sementes crioulas e florestais, desenvolvido dentro da reserva extrativista da comunidade tradicional quilombo do Frechal. Agradeço às pessoas da minha comunidade que sempre acreditaram em mim, e que nunca me desanimaram na caminhada acadêmica. Estimarei e levarei no meu coração cada um daqueles que ajudou a construir o que sou hoje.

RESUMO

O uso de raias de água doce por colecionadores, a prática de aquariofilia, os impactos decorrentes da degradação ambiental e a pesca acidental têm provocado forte impacto nas populações deste grupo. Os lagos de Viana e o sistema dos Rios Mearim/Pindaré apresentam raias de água doce isoladas dos demais sistemas adjacentes, como a bacia Amazônica e o rio Parnaíba, restringindo o conhecimento da biologia dessas raias e, por isso, o trabalho teve objetivo de analisar as variáveis ambientais em toda área de distribuição das raias *Potamotrygon motoro*, identificar correlações entre as variáveis ambientais e as capturas realizadas nos pontos amostrais, identificando assim, as principais variáveis mensuradas responsáveis pela distribuição das raias de água doce no local. A coleta de dados ocorreu em três pontos amostrais em cada lago, uma na estação da seca e outra na estação da cheia. Os fatores abióticos analisados foram Ferro total, Fosfato, Sulfato, Amônia, Nitrato, Nitrito e Turbidez. Foram coletados 28 exemplares de *Potamotrygon motoro*, sendo 08 machos e 20 fêmeas, no período de novembro de 2021 e julho de 2022. O apetrecho de pesca utilizado foi o espinhel de fundo, com anzóis de tamanho 4 com distância de 1 m da linha secundária para a outra. Em laboratório, foi realizada a morfometria completa dos exemplares. O estudo mostrou aumento dos valores dos parâmetros químicos no período de seca em relação ao período de chuvas, foi observado uma variação físico-química ao longo dos pontos amostrados, mas não foi possível definir se esses fatores atuam diretamente na distribuição de *P. motoro*. Fêmeas maiores também foram mais capturadas no período de seca, o que pode estar associado à época de reprodução.

Palavras-chave: Análise de água, captura, variáveis abióticas, correlação de dados.

ABSTRACT

The use of freshwater rays by collectors, the practice of aquarium hobby, the impacts resulting from environmental degradation and accidental fishing have had a strong impact on the populations of this group. The Viana lakes and the Mearim/Pindaré River system present freshwater rays isolated from other adjacent systems, such as the Amazon basin and the Parnaíba River, restricting the knowledge of the biology of these stingrays and, therefore, the work aimed to analyze the environmental variables in the entire distribution area of the *Potamotrygon motoro* rays, to identify correlations between the environmental variables and the captures carried out at the sampling points, thus identifying the main measured variables responsible for the distribution of freshwater rays in the place. Data collection took place at three sampling points in each lake, one in the dry season and one in the high season. The abiotic factors analyzed were Total Iron, Phosphate, Sulfate, Ammonia, Nitrate, Nitrite and Turbidity. Twenty-eight specimens of *Potamotrygon motoro* were collected, 08 males and 20 females, in the period of November 2021 and July 2022. The fishing gear used was the bottom spine, with hooks of size 4 with distance of 1 m from the secondary line to the other. In the laboratory, the complete morphometry of the specimens was performed. The study showed an increase in the values of chemical parameters in the dry period in relation to the rainy period, a physical-chemical variation was observed along the sampled points, but it was not possible to define whether these factors act directly on the distribution of *P. motoro*. Larger females were also more captured during the dry period, which may be associated with the breeding season.

Key-Words: Water analysis, capture, abiotic variables, data correlation.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Localização do complexo lagunar de Viana-MA.
- Figura 2.** Análise físico-químicas *in situ* (seco).
- Figura 3.** Fotômetro Multiparâmetro.
- Figura 4.** Medidor multiparâmetro de bolso.
- Figura 5.** GPS portátil Garmin.
- Figura 6.** Espinhel de fundo.
- Figura 7.** *Potamotrygon motoro*
- Figura 8.** Análise físico-químicas *in situ*, período chuvoso.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Análise de variáveis ambientais em toda área de distribuição das raias *Potamotrygon motoro* nos lagos de Viana.

Tabela 2. Número de raias capturadas e suas porcentagens relacionados com os pontos de coleta das *P. motoro* nos lagos de Viana.

Tabela 3. Proporção de machos e fêmeas de *P. motoro* capturados no período de seca e cheia nos lagos de Viana.

Tabela 4. Peso total, comprimento total, largura de disco, comprimento de disco e desvio padrão de *P. motoro* capturadas nos lagos de Viana.

LISTA DE SIGLAS E UNIDADES

A - Área

km² – Quilômetro quadrado

ppm - Parte por milhão

ppt - Parte por trilhão

°C - Grau Celsius

mS/cm - Milisiemens por centímetro

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 JUSTIFICATIVA	14
3 OBJETIVOS	14
3.1 Geral.....	14
3.2 Específicos	14
4. MATERIAL E MÉTODOS	14
4.1 ÁREA DE ESTUDO.....	14
4.2 INSTRUMENTOS PARA ANÁLISE DA ÁGUA E RAIAS	15
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	18
6. CONCLUSÃO	24
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24

1 INTRODUÇÃO

O Brasil apresenta a maior diversidade de espécies de raias da família *Potamotrygonidae* no mundo (LUCIFORA et al., 2015), que são divididas em duas subfamílias, *Potamotrygoninae* e *Styracurinae*, sendo que as raias *Potamotrygoninae* são exclusivamente dulcícolas, enquanto que as *Styracurinae* são estuarino-marinhas (CARVALHO et al., 2016). Diversas espécies do gênero *Potamotrygon*, *Heliotrygon*, *Paratrygon* e *Plesiopygion* foram descritas nos últimos anos em águas brasileiras (LOBODA e SILVA, 2019), totalizando de 38 a 42 espécies reconhecidas para todos os gêneros conhecidos (SILVA e LOBODA, 2019; RINCON et al., 2019). O uso de raias de água doce por colecionadores e praticantes de aquarofilia, tem se intensificado muito ultimamente (CASTELLO, 1975 e ARAÚJO, 1998) e este uso, adicionado aos impactos decorrentes da degradação ambiental e mortalidade resultante da pesca acidental (RINCON, 2006; ALMEIDA, 2008), provocam forte impacto nas raias de água doce e surge a necessidade do conhecimento da distribuição, biologia e ecologia destas raias visando o manejo das populações desses animais.

Os lagos de Viana e o sistema dos Rios Mearim/Pindaré apresentam raias de água doce isoladas dos demais sistemas adjacentes, como a bacia Amazônica e o Rio Parnaíba (RINCON et al., 2020). Estas raias de água doce são pouco conhecidas e aspectos de sua biologia como crescimento, alimentação e reprodução ainda necessitam de estudos aprofundados. Este trabalho insere-se no projeto Ecologia das Raias de Água Doce dos Lagos de Viana, abordando um dos aspectos biológicos mais necessários, com forte influência ecológica na população local, a distribuição dos animais e os fatores ambientais que gerem essa distribuição (ALMEIDA, 2008). Poucos trabalhos específicos apresentam ou discutem aspectos quanto às condições ambientais do ambiente onde vivem as raias de água doce da família *Potamotrygonidae* (CHARVET-ALMEIDA, 2006 e ALMEIDA et al., 2008).

Além disso, Rosa e Menezes (1996) e Rosa (1985) apontam a possibilidade de haver endemismos em cabeceiras, como ocorre com as espécies *Potamotrygon henlei* e *P. leopoldi*, nos rios Tocantins e Xingu, o que possibilita ainda mais a expansão da lista dessas espécies quando o estudo de cabeceiras dos rios da Amazônia for intensificado. Algumas bacias hidrográficas, atualmente isoladas do ponto de vista da distribuição das raias de água doce, guardam espécies pouco conhecidas como a bacia do Parnaíba e os lagos de Viana-Rio Mearim, possibilitando estudos inéditos dentro do grupo de raias de água doce.

Alguns sistemas de drenagem endêmicos de raias de água doce possuem barreiras físicas e químicas (hidrológicas) que atuam como filtros seletivos. Isso pode limitar o fluxo gênico entre as populações, criando assim condições que favorecem a especiação alopátrica ou adaptação diferencial. Neste caso, a ausência de barreiras físicas para explicar o isolamento de espécies limitantes, sugerindo que as características físicas e químicas da água, bem como os fatores ecológicos locais, representam as forças seletivas mais importantes que levam à especiação distinta (DUCAN, 2016).

As diferenças físicas e químicas das águas da bacia amazônica como em alguns rios, podem formar barreiras geográficas que determinam a distribuição espacial de espécies endêmicas, possivelmente por afetarem processos orgânicos que mantêm a homeostase animal. Por outro lado, espécies amplamente difundidas podem exibir características fisiológicas plásticas que podem ser importantes ao longo da história de vida da espécie (DUCAN, 2008).

Desta forma, é notório que o país seja um importante reservatório da biodiversidade destes animais no mundo e o principal responsável na conservação dos mesmos.

2 JUSTIFICATIVA

A relação entre a captura, distribuição, biomassa relativa e as condições ambientais em que as raias de água doce *Potamotrygon motoro* encontram no complexo lagunar de Viana é informação fundamental para a avaliação de possíveis impactos nas populações desses animais em decorrência da interferência humana em seus habitats.

3 OBJETIVOS

3.1 Geral

O presente trabalho objetiva verificar as variáveis ambientais na área de distribuição das raias *Potamotrygon motoro* nos lagos de Viana, considerando os parâmetros de salinidade, condutividade, concentração de amônia e pH, ferro total, fosfato e sulfato que foram analisados em busca de uma correlação dessas variáveis com a distribuição da espécie nos diversos ambientes dos lagos.

3.2 Específicos

- Identificar as condições ambientais nos lagos de Viana, Aquiri e Cajari e relacioná-los com a ocorrência/ausência de raias de água doce, bem como com a sua relativa abundância em cada ponto amostral.
- Identificar o possível comportamento oportunista dessas raias, que podem estar aproveitando as condições adversas para se estabelecer e crescer populacionalmente.
- Identificar tendência entre as variáveis ambientais coletadas e as capturas realizadas nos respectivos pontos amostrais, identificando assim, as principais variáveis mensuradas responsáveis pela distribuição das raias de água doce nos lagos de Viana.

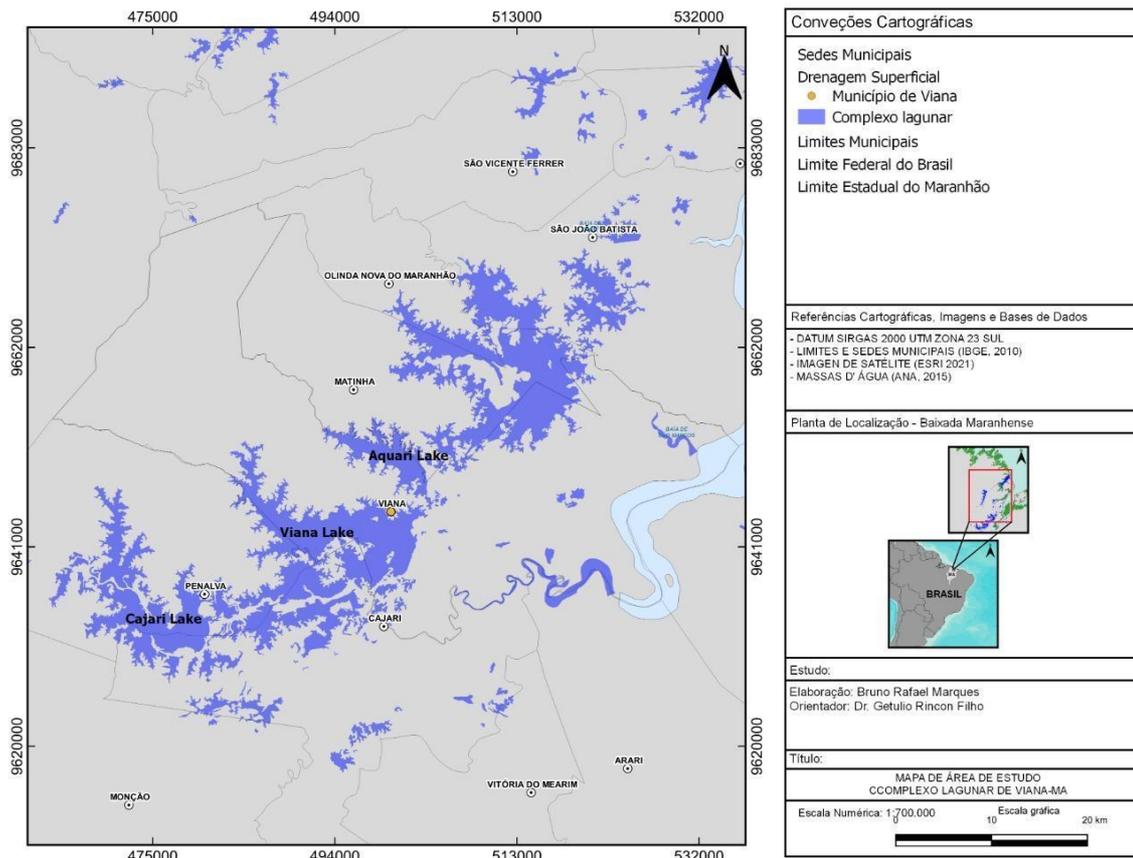
4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado no período de seca de 2021 e chuvoso de 2022 nos pontos amostrais dos lagos que fazem parte da porção inferior da bacia do rio Pindaré (Figura 1). A bacia dos rios Pindaré-Mearim está inclusa na Baixada Maranhense, limita-se ao norte com o Oceano Atlântico, ao sul com a região dos Cocais, a oeste com a região da amazônica e a leste com o cerrado (SOARES, 2005). O rio Pindaré, afluente da margem esquerda do rio Mearim, caracterizado pela estação chuvosa (janeiro a junho) quando rios e lagos perenes extravasam, transformando-se em extensos lagos rasos, e pelo período de águas baixas (junho a dezembro), onde ocorre a concentração de material orgânico na água e aumento da floração de algas e da produtividade de peixes (PIORSKI, 2005).

As coletas de dados ocorreram em três pontos amostrais, uma no período seco e outra na estação chuvosa. Os pontos foram georreferenciados manualmente, através do Software Qgis na versão 3.22.4 LTR, programa gratuito, no qual foi identificado o canal de drenagem, a proximidade com a vegetação marginal, botânica aquática, por meio das macrófitas flutuantes, além da forte influência antrópica.

Figura 1. Localização do complexo lagunar de Viana-MA.



Fonte: Arquivo pessoal.

4.2 INSTRUMENTOS PARA ANÁLISE DA ÁGUA E RAIAS

As análises físico-químicas da água foram realizadas *in situ* (Figura 2 e 8), as leituras de amônia, ferro total, fosfato e sulfato foram realizadas através de fotômetro multiparâmetro Micro-2 (Figura 3). Para a condutividade, sólidos totais (TDS), salinidade, pH e temperatura foi utilizado o medidor multiparâmetro de bolso modelo AKSO (Figura 4). Os pontos foram georeferenciados com o GPS portátil Garmin (Figura 5). Para gerar as informações ambientais sem alterações os equipamentos foram previamente calibrados e lavados com água ultrapura, e os dados obtidos nas coletas foram anotados em campo.

Figura 2. Análise físico-químicas *in situ* (seco). Multiparâmetro.



Fonte: Arquivo pessoal.

Figura 3. Fotômetro



Fonte: Arquivo pessoal.

Figura 4. Medidor multiparâmetro de bolso.



Fonte: Arquivo pessoal.

Figura 5. GPS portátil Garmin.



Fonte: Arquivo pessoal.

As coletas de exemplares de raias de água doce foram feitas por meio de espinhel de fundo (Figura 6), com anzóis de tamanho 4, com distância de 1 m da linha secundária para a outra. Em laboratório, foi realizada a morfometria completa (Figura 7) dos exemplares segundo Rincon (2006) ao milímetro (mm) e pesadas em gramas (gr.) com paquímetros e balança digital (precisão da ordem de 0,01 mm e 0,01g, respectivamente).

Figura 6. Espinhel de fundo.

Figura 7. *Potamotrygon motoro*.



Fonte: Arquivo pessoal.



Fonte: Arquivo pessoal.

Este estudo foi licenciado pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio (SisBio No 58240-1) e aprovado pela Comissão de Ética em Uso de Animais da Universidade Federal do Maranhão (Processo nº 42363/2019-49). Todos os animais foram anestesiados com óleo essencial (10%) de cravo-da-Índia (*Syzygium aromaticum*). O banho dos animais foi de acordo com a concentração e tempo propostos por Neiffer & Stamper (2009) para a anestesia e eutanásia dos animais.

Figura 8. Análise físico-químicas *in situ*, período chuvoso.



Fonte: Arquivo pessoal.

4.3 ANÁLISE DOS DADOS

Foi utilizado análise exploratória dos dados, que visa empregar estatística descritiva.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este estudo verificou de uma forma preliminar dados abióticos do complexo lagunar, visto que existem poucos trabalhos na literatura. E analisou padrões de tendências entre os dados abióticos e as capturas, assim correlacionando com os padrões permitidos pela resolução CONAMA 357/2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes.

As análises de variáveis ambientais em toda área de distribuição das raia *Potamotrygon motoro* nos lagos de Viana ocorreram no período de seca de 2021 e chuvoso de 2022. Os fatores abióticos coletados foram, amônia (ppm), fosfato (ppm), ferro total (ppm), sulfato (ppm), pH, condutividade (mS/cm), sólidos totais (ppt), salinidade (ppt), temperatura (°C). A amônia apresentou no ponto A o maior valor de 0,56 ppm, e o menor no ponto D 0,07 ppm, com média de 0,10 ppm \pm (0,15 ppm). O fosfato apresentou no ponto B o maior valor com 0,87 ppm, e menor valor no ponto C 0,7 e com média de 0,7 ppm (\pm 0,06 ppm). Já o ferro total apresentou no ponto C maior valor de 0,85 ppm e menor valor no ponto F 0,25, com média de 0,50 ppm (\pm 0,17 ppm). O sulfato apresentou maior valor no ponto A com 35 ppm, e menor no ponto D com 0 ppm, e média de 13,33 ppm (\pm 14,11 ppm). O pH apresentou maior valor no ponto C com 6,63, e menor no ponto 4,46 e média de 5,601 (\pm 0,651).

A condutividade apresentou o maior valor no ponto C com 350 mS/cm, e menor valor no ponto D com 103 mS/cm, e média de 193,66 mS/cm (\pm 77,333 mS/cm). Quanto aos sólidos totais, o maior no ponto C com 174 TDS/ppt, e menor no ponto F com 46 TDS/ppt, e média de 94,666 TDS/ppt (\pm 38,666 TDS/ppt). A salinidade apresentou maior valor no ponto C com 173 ppt e menor no ponto F com 46 ppt, e média de 94,166 ppt \pm (38,833 ppt). A temperatura apresentou maior valor no ponto A com 30,5°C e menor no ponto D com 28,1°C, e média de 28,88°C (\pm 1,21°C).

Tabela 1. Análise descritiva das variáveis ambientais em toda área de distribuição das raia *Potamotrygon motoro* nos lagos de Viana.

Ponto	Fosfato Ferro total Sulfato				pH	Condutividade mS/cm	Sólidos totais ppt	Salinidade ppt	Temperatura °C
	ppm	ppm	ppm	ppm					
A	0,56	0,68	0,48	35	4,46	246	120	120	30,5
B	0	0,87	0,67	34	4,84	217	106	106	26,9
C	0	0,7	0,85	3	6,63	350	174	173	28
D	0,07	0,59	0,44	0	6,45	103	57	55	28,1
E	0	0,71	0,33	4	5,68	130	65	65	30,3
F	0	0,65	0,25	4	5,55	116	46	46	29,5
Média	0,10	0,7	0,50	13,33	5,601	193,66	94,666	94,166	28,88
Desvio padrão	0,15	0,06	0,17	14,11	0,651	77,333	38,666	38,833	1,21

No período seco e cheia (Tabela 2) o número de raias capturadas no ponto A foi de 7 raias (25%), ponto B foi de 6 raias (26,42%), ponto C foi de 4 raias (14,28%), ponto D foi de 2 raias (7,15%), ponto E foi de 2 raias (7,15%) e no ponto F foi de 7 raias (25%), totalizando captura nos dois períodos de 28 raias.

Tabela 2. Número de raias capturadas e suas porcentagens relacionados com os pontos de coleta das *P. motoro* nos lagos de Viana.

Período	Ponto	Raias Capturadas	
		N	%
Seca	A	7	25
	B	6	21,44
	C	4	14,28
Cheia	D	2	7,14
	E	2	7,14
	F	7	25
Total		28	100%

Quanto ao número de machos e fêmeas capturados foram no período de seca 3 machos (17,65%) e 14 fêmeas (82,35%). No período da cheia o valor foi de 5 machos capturados (45,46%) e 6 fêmeas (54,54%) de raias capturadas, como vistos na tabela 3.

Tabela 3. Proporção de machos e fêmeas de *P. motoro* capturados no período de seca e cheia nos lagos de Viana.

Período	Sexo	N	%
Seca	Machos	3	17,65
	Fêmeas	14	82,35
Total		17	100%
Cheia	Machos	5	45,46
	Fêmeas	6	54,54
Total		11	100%

O peso total das raias capturadas no período de seca foi no mínimo 0,925 kg, e no máximo de 19,601 kg, sendo a média de 4,274 kg ($\pm 4,642$ kg). O comprimento total (CT) foi no mínimo de 445 mm e no máximo de 1.198 mm, sendo a média de 682 mm (± 196.66 mm). A largura de disco (LD) foi de no mínimo 255 mm e no máximo 683 mm, sendo a média de 393 (± 13.33 mm). O comprimento do disco (CD) foi de no mínimo 280 mm e máximo de 752 mm, com média de 433 mm (± 125.33 mm) (Tabela 4).

Tabela 4. Medidas biométricas da arraia de água doce *Potamotrygon motoro*. Dados apresentados como peso total (Kg), comprimento do disco (mm), largura do disco (mm) e comprimento do disco (mm). A média \pm desvio padrão; valores mínimos – máximos, entre parênteses.

Parâmetros biométricos	Período	
	Seco (min-máx)	Chuvoso (min-máx)
Peso Total (Kg)	4.274 \pm 4.642 (0.925 - 19.601)	2.788 \pm 1.335 (1.375 - 5.218)
CT (mm)	682 \pm 196.66 (445 - 1.198)	592.77 \pm 115.27 (369 - 782)
LD (mm)	393 \pm 113.33 (255 - 683)	363.09 \pm 64.28 (271 - 489)
CD (mm)	433 \pm 125.33 (280 - 752)	393 \pm 71.01 (294 - 525)

No período de cheia o peso total foi de no mínimo 1,375 kg, máximo de 5,218 kg, com média de 2,788 kg (\pm 1,335 kg). O comprimento total foi de mínimo de 369 mm, máximo de 782 mm e média de 592.77 mm (\pm 115.27 mm). A largura do disco foi de mínimo 271 mm, máximo de 489 mm e média de 363.09 mm (\pm 64.28 mm). O comprimento do disco mínimo foi de 294 mm, máximo de 525 mm, com média de 393 mm (\pm 71.01 mm).

Em um complexo lagunar as condições ambientais e processos biológicos determinam a distribuição e abundância (BROWN, 1984), os fatores químicos e físicos são importantes reguladores da distribuição da ictiofauna conforme JUNK et al., 1983; RAHEL, 1984; SAVINO e STEIN, 1989; GOPHEN et al., 1993; VENUPOGAL e WINFIELD, 1993.

As condições do clima, solo, interação biótica e antrópicas ou natural, afetam diretamente a distribuição de uma espécie (Silva, 2002), esses padrões também estão relacionados com a disponibilidade de recursos que determina a fisiologia de uma espécie (KEARNEY et al., 2010).

Segundo Roda (2018), há uma tendência de aumento dos parâmetros químicos no período chuvoso, embora os parâmetros de temperatura, oxigênio dissolvido, amônio, fosfato

e pH variam entre o tempo seco e chuvoso, os teores determinados não constituem ameaça para o ambiente límnic. Em lagos naturais a interação de elementos químicos e físicos junto com os fatores biótico e sua morfometria interferem diretamente na distribuição da biota (OLIVEIRA e GOULART, 2000).

A amônia é a principal fonte para a produtividade primária (AMORIM, 2002). No lago de Viana o ponto máximo foi no ponto A com 0,56 ppm e ponto D 0,07 ppm, já nos demais pontos de 0,00 ppm, sendo compatível com o valor proposto pela Resolução CONAMA 357/2005 onde o valor máximo é de 5 ppm, este valor de 0,56 ppm não é considerado tóxico para espécies de peixes.

O fosfato encontrado em águas continentais tem origem de fontes naturais e artificiais, resultante da decomposição de organismos externos e artificiais como esgotos domésticos e industriais, nos lagos de Viana o fosfato com o valor mais alto foi no período seco no ponto B com 0,87 ppm, estando nos padrões permitidos pela Resolução CONAMA 357/2005 que é de 4 ppm. Segundo Roda (2018), em estudos em ambiente lântico verificou que o fosfato diminui na época chuvosa como visto no lago de Viana no ponto D que apresentou valor de 0,59 ppm. Os dados demonstram que em nenhum ponto coletado existe algum tipo de eutrofização, uma vez que esse componente químico é um bom indicador de estado trófico em ambiente aquático (ASSUNÇÃO, 2009).

Porém, alguns fatores podem ajudar na indisponibilidade do fósforo dentro do corpo hídrico, como a presença de elementos metálicos. Essa ligação entre os íons metálicos e o fosfato presente em um sistema lacustre dependerá do nível de oxidação (concentração de oxigênio dissolvido) e do pH da água. Portanto, em condições oxidantes e corpos d'água com pH próximo a 7, a maior parte do ferro existe na forma oxidada e insolúvel, precipitada ou complexada como hidróxido férrico hidratado, do qual pode absorver espécies de fosfato em sua superfície e permitir a fixação do fósforo livre no sedimento (ESTEVEVES, 1998; COQUEMALA et al., 2005).

O pH mais alto durante as coletas foi no período de seca com 6,63 estando nos parâmetros de potabilidade que é entre 6,00 e 9,5. O menor valor foi de 4,46 também no período da seca, alterações no pH da água sofrem modificações ao longo do dia na coluna d'água sendo reduzido pela manhã com elevação ao longo do dia (WETZEL, 2005). Essa variação de pH afeta a fisiologia dos peixes em relação a ocupação dos habitats (FROM, 1980), uma vez que a baixa desse composto é fisiologicamente prejudicial para esses animais (JONES et al., 1985).

O pH é fundamental na fisiologia de peixes, a variação dos valores de pH afeta a ocupação dos habitats, a baixa do pH em determinada região apresenta efeitos indiretos sobre os peixes ou até a morte (OLIVEIRA e GOULART, 2000). A acidificação da água pode reduzir o potencial reprodutivo, danos a membrana e mucos das brânquias, perda de sal do corpo, redução da capacidade de hemoglobina de transportar oxigênio, alteração de comportamento, diminuição da atividade locomotora e alimentação, estes dois últimos itens diretamente relacionados a facilidade do animal ser predado ou pescado (JONES et al., 1985).

A temperatura influencia diretamente a fisiologia dos peixes (HUTCHINSON, 1975), peixes que vivem em águas continentais fechados são mais influenciados pela temperatura, grandes temperaturas interferem na seleção do habitat de alguns peixes, no lago do Viana as temperaturas variaram de 30,5°C no período de seca e com 28°C. A temperatura pode variar conforme propriedades químicas da água como densidade, viscosidade e O₂ dissolvido e também de incidência solar. O período considerado seco na região do lago do Viana está relacionado com o verão e outono, a temperatura no lago de Viana varia de 32°C a 34°C, com temperaturas anuais que excedem a 27°C (IBGE, 1997).

O ferro total está abaixo do ideal que é de 1,4 ppm, descrito na Resolução CONAMA 357/2005 onde esse valor é ideal para potabilidade, porém a quantidade baixa de ferro total não deve alterar o comportamento das raias. Bem como o sulfato que segundo a

resolução CONAMA 357/2005 o ideal é de 250 ppm e todos os pontos coletados não excedem esse valor.

Os períodos de seca e chuvoso não apresentaram muita diferença quanto ao número de animais capturados, uma vez que o esforço foi igual nos dois períodos. As fêmeas foram mais capturadas que os machos no período de seca e chuvoso, isso se deve porque um dos fatores que contribuem para a manutenção da atividade pesqueira artesanal em lagos, é o regime hidrológico, sendo um período mais propício para a captura de peixes durante o período de seca (FISHER, 1992), neste período houve um relativo aumento de captura de raias em comparação com o período chuvoso.

Foi verificado o aumento do peso total (Tabela 4) e melhora nos fatores físico-químicos para *Potamotrygon motoro*, no período seco. Conforme SANTOS et al (2020), os resultados podem estar relacionados a vários fatores importantes, como alimentação, reprodução e/ou mudanças ambientais. Isso sugere que diferentes resultados correlacionais em dietas de arraias de água doce podem estar relacionados a flutuações nos níveis hidrológicos e à disponibilidade de recursos alimentares, conforme demonstrado por Speers-Roesch et al (2010).

Há indícios na literatura de que as arraias de água doce sofreram ajustes fisiológicos ao longo da evolução que lhes permitiram adaptar-se aos filtros ambientais, permitindo-lhes colonizar os mais diversos ambientes (HOPKINS et al., 2003; DUNCAN, 2008; OLIVEIRA, 2008; SPEERS-ROESCH et al., 2012; OLIVEIRA, 2013). Costa (2006), considera que peixes de coloração mais escura estão presentes no período seco, em águas rasas, por serem peixes mais tolerantes a acidez e menor concentração de oxigênio, uma vez que o pH no período seco apresentou ser mais ácido e de maior concentração nos animais capturados.

O lago de Viana no período de seca concentra material orgânico na água aumentando a floração de algas e a produtividade de peixes (PIORSKI et al., 1998). A quantidade de peixes capturados pode estar relacionada com a fertilização que ocorre nas regiões adjacentes no período do verão (COSTA-NETO, 1996). Todavia, no lago a variação de volume de água está relacionado ao período chuvoso quando o nível da água é mais alto e a dispersão do peixe é maior e o CPUE é menor, no período seco a concentração de peixe é maior e o CPUE é maior (COSTA, 2006).

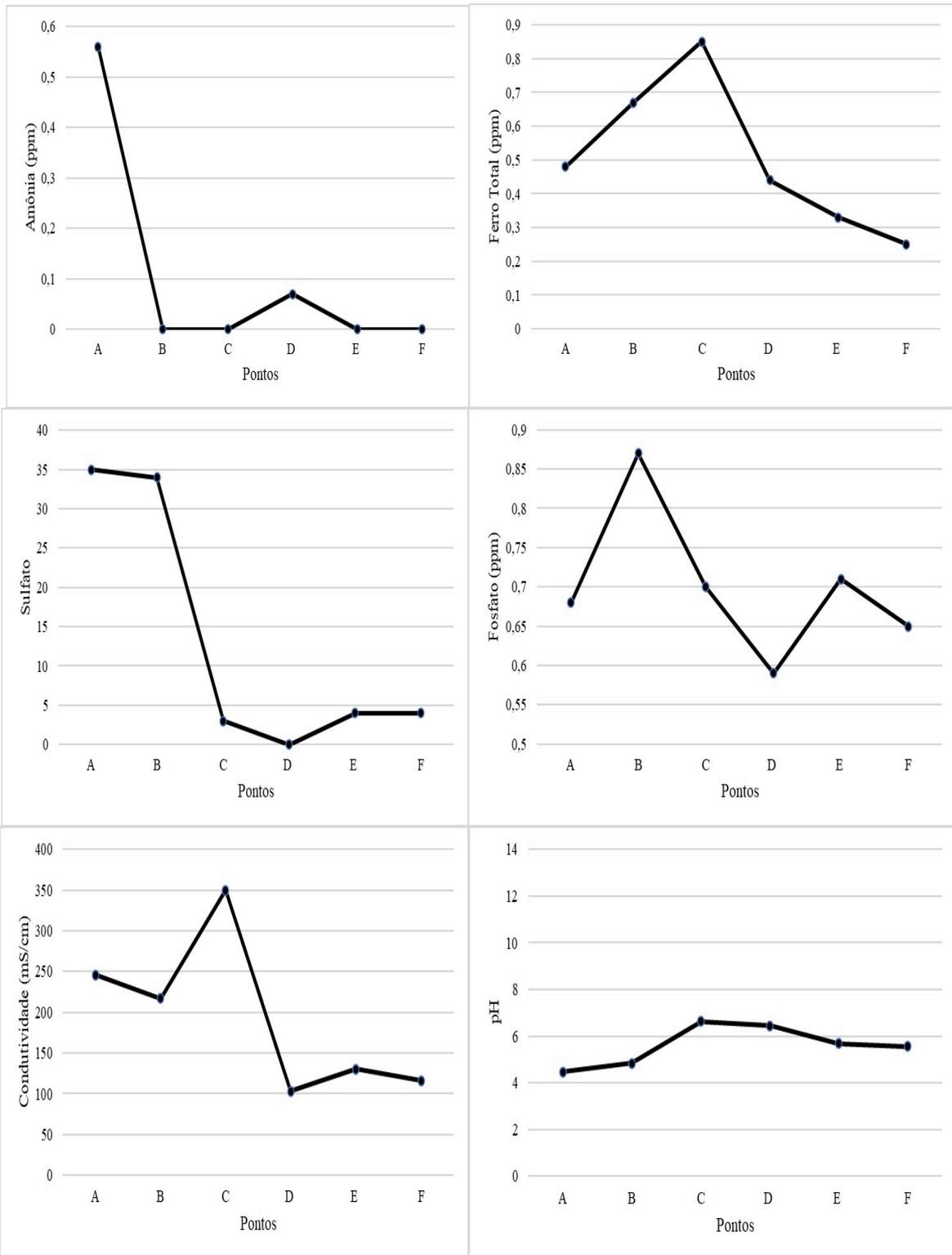
No período de seca as raias capturadas apresentaram em média 682 mm de CT e no período de cheia em média 592.77 mm, entre machos e fêmeas, as diferenças morfológicas são comuns, normalmente as fêmeas apresentam um maior tamanho por conta do seu período reprodutivo, no período de seca foi encontrado raias de tamanho maior o que pode ser sugerido que esse possa ser um período onde os animais capturados possam estar sexualmente maduros e em período reprodutivo (WALTER, 2005).

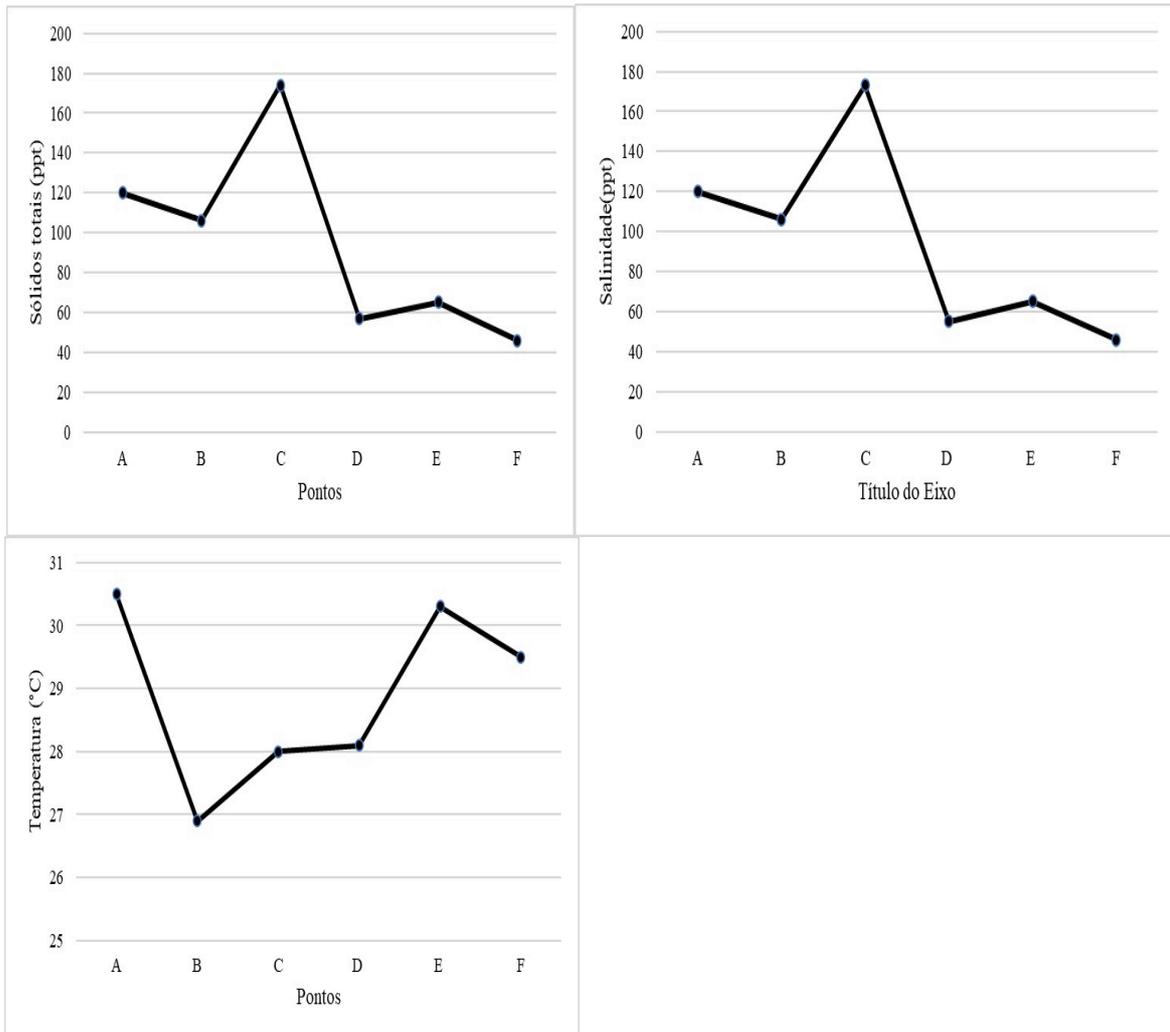
Em um sistema natural as alterações no meio ambiente decorrentes da ação antrópica e do aumento da temperatura do planeta, determinam novas propriedades ecológicas e podendo alterar a estratégia reprodutiva das espécies para que se ajustem às novas condições ambientais. A largura de disco foi maior no período de seca, este padrão é correspondente a morfologia do animal, uma vez que as fêmeas de *P. motoro* apresentam como estratégia reprodutiva a viviparidade, onde o útero se expande para acomodar a prole (MARTINS et al., 2015). A alteração do fluxo natural da água pode estar contribuindo para a alteração das estratégias reprodutivas desses peixes, acelerando sua reprodução.

O monitoramento contínuo da qualidade da água que proporcione informações completas e precisas, se usado corretamente em conjunto com metodologias adequadas, é um importante aliado para a manutenção e proteção do ecossistema aquático, e assim assegurar as condições apropriadas do corpo hídrico para os distintos usos (AMARO, 2009). Os resultados do monitoramento servem também para informar o público em geral sobre a qualidade daquele

ambiente, uma vez que está vinculado à qualidade de vida da população (LAMPARELLI, 2004).

GRÁFICOS: VARIÁVEIS AMBIENTAIS ABIÓTICAS.





Fonte: Arquivo pessoal.

6. CONCLUSÃO

Os valores das variáveis químicas apresentaram aumento durante o período de seca, mas uma análise temporal mais ampla é necessária. Embora haja uma variação físico-química ao longo dos pontos amostrados, não foi possível definir se esses fatores atuam diretamente na distribuição de *P. motoro* no lago do Viana. O tamanho maior das raias capturadas no período de seca, especificamente as fêmeas, pode estar associado ao período reprodutivo com o uso diferenciado do espaço do lago de Viana, sugerindo uma segregação sexual e optogenética.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, M. P.; BARTHEM, R. B.; VIANA, A. S.; ALMEIDA, P. C. Diversidade de raias de água doce (Chondrichthyes: Potamotrygonidae) no estuário amazônico. *Arquivos de Ciências do Mar*, n.41, v. 2, p. 82-89, 2008. DOI: <https://doi.org/10.32360/acmar.v41i2.6067>.
 AMARO, C. A. **Proposta de um índice para avaliação de Conformidade da Qualidade dos Corpos Hídricos ao Enquadramento**. (2009). Dissertação de Mestrado em Engenharia Hidráulica, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 224 f. Disponível

em:<<https://sigrh.sp.gov.br/public/uploads/documents/7503/ice-amaro-2009.pdf>>. Acesso em: 20 fev de 2022.

AMORIM, B. Estudo da qualidade das águas em reservatórios superficiais da Bacia Metropolitana. Fortaleza. 2002.

ARAÚJO, M. L. G. **Biologia Reprodutiva e Pesca de Potamotrygon sp. (Chondrichthyes - Potamotrygonidae), no Médio Rio Negro, Amazonas.** Dissertação de mestrado. Amazonas: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia & Universidade do Amazonas. 1998.

ASSUNÇÃO, F. A. **Estudo da remoção de de nitrogênio, com ênfase na valorização de amônias em lagoas de polímero de efluentes de reatordes UASB tratando esgotos urbanos de Belo Horizonte/MG.** Dissertação de mestrado. Belo Horizonte. UFMG. 2009. p. 61.

BROWN, J. H. On the relationship between abundance and distribución of species. **Am. Nat.** n. 124, v. 2, p. 255-279, 1984.

CARVALHO, M. R.; LOBODA, T. S.; DA SILVA, J. P. C. B. (2016). A new sub- family, Styracurinae, and new genus, Styracura, for *Himantura schmardae* (Werner, 1904) and *Himantura pacifica* (Beebe and Tee- Van, 1941) (Chondrichthyes: Myliobatiformes). *Zootaxa*, n. 4175, v. 3, p. 201–221, 2016.

CASTELLO, H. P. Hunting for freshwater stingrays. **Trop. Fish Hobbist**, n. 2, v. 12, p. 19-34, 1975.

CHARVET-ALMEIDA, P. 2006. **História natural e conservação das raias de água doce (Chondrichthyes, Potamotrygonidae) no médio Rio Xingu, área de influência do projeto hidrelétrico de Belo Monte (Pará, Brasil).** Unpubl. PhD thesis, dissertation, Universidade Federal da Paraíba.

COQUEMALA, V. “Comunidades fitoplanctônicas em ambientes lênticos”. 2005. Costa-Neto, J. P. Maranhão: um estado que precisa ser criado para a cidadania. **Desenvolvimento & Cidadania**, n.18, p. 1-11, 1996.

COSTA, C. L. **Sustentabilidade da pesca artesanal no Lago de Viana, área de proteção ambiental da baixada maranhense.** Dissertação de mestrado. São Luís. 2006. 104p.

DA SILVA, João Paulo C. B.; LOBODA, Thiago S. *Potamotrygon marquesi*, a new species of neotropical freshwater stingray (Potamotrygonidae) from the Brazilian Amazon Basin. *Journal of fish biology*, v. 95, n. 2, p. 594-612, 2019.

DUNCAN, W. Ecofisiologia das raias de água doce (Potamotrygonidae): mecanismos de interação organismoambiente. In: LASSO C. A.; ROSA, R.; MORALESBETANCOURT, M. A.; GARRONE NETO, D.; CARVALHO, R. C. **Rayas de agua dulce (Potamotrygonidae) de Suramérica Parte II: Colombia, Brasil, Perú, Bolivia, Paraguay, Uruguay y Argentina.** Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2016. p.45-64.

DUNCAN, W. L. P. **Habitat, morfologia branquial e osmorregulação das arraias de água doce da bacia Amazônica (Elasmobranchii: Potamotrygonidae).** Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) – Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, 2008.

ESTEVES, F. A. (1998). Fundamentos de Limnologia. Editora Interciência (FINEP), Rio de Janeiro, 575p.

FISCHER, C. F. A.; CHAGAS, A. L. G. A.; DORNELLES, L. D. C. Pesca de águas interiores. Brasília: **Ibama**. 29p. 1992.

FROMM, P. O. A review of some physiological and toxicological responses on freshwater fish to ácido stress. **Environ. Biol. Fish**, n. 5, v. 1, p. 79-93, 1980.

GOPHEN, M.; OCHUMBA, P. B. O, POLLINGER, U.; KAUFMAN, L. S. Nile perch, *Lates niloticus* invasion in lake Victoria (East Africa). *Verh. Int. Verin. Limnol.* 1981. 1: 392-400.

HUTCHINSON, G. E. A treatise on Limnology. New York: **John Wiley & Sons**, 1957. v.3: Limnological botany.

JONES, K. A.; HARA, T. J.; SHEREE, E. Behavioral modifications in arctic char (*Salvelinus alpinus*) chronically exposed to sublethal pH. *Physiol. Zool*, n. 58, p. 400-412, 1985.

JUNK, W. J.; SOARES, G. M.; CARVALHO, F. M. Distribution of fish species in a lake of the Amazon river floodplain near Manaus (lago Camaleão), with special reference to extreme oxygen conditions. *Amazoniana*, n. 7, v. 4, p. 397-431, 1983.

KEARNEY, M. Habitat, environment and niche: what are we modelling? *Oikos*, n. 115, v. 1, p. 186-191, 2006.

LAMPARELLI, M. C. **Grau de trofia em corpos d'água do estado de São Paulo: avaliação dos métodos de monitoramento.** 2004. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, USP, Departamento de Ecologia., São Paulo, 235 f.

LOBODA, T. S. CARVALHO, M. R. DE. Systematic revision of the *Potamotrygon motoro* (Müller & Henle, 1841) species complex in the Paraná-Paraguay basin, with description of two new ocellated species (Chondrichthyes: Myliobatiformes: Potamotrygonidae). *Neotropical Ichthyology*, v. 11, n. 4, p. 693-737, 2013

LUCIFORA, L. O.; DE CARVALHO M. R.; KYNE, P.; WHITE, W. T. Freshwater sharks and rays. *Current Biology*, n. 25, p. 971-973, 2015.

MARTINS, A. P. B.; SILVA FILHO, E.; FEITOSA, L. M.; NUNES E SILVA, L. P.; ALMEIDA, Z. S.; NUNES, J. L. S. Sexual dimorphism of sharks from the Amazonian Equatorial Coast. *Universitas Scientiarum: revista de la Facultad de Ciencias de la Pontificia Universidad Javeriana*. v. 20, p. 297-304, 2015.

NEIFFER, D. L., STAMPER, M. A. 2009. Fish sedation, anesthesia, analgesia, and euthanasia: considerations, methods, and types of drugs. *ILAR J*, 50:343-360.

OLIVEIRA, E. F, GOULART, E. Distribuição espacial de peixes em ambientes lênticos: interação de fatores. *Acta Scientiarum*, n. 22, v. 2, p. 445-453, 2000.

PEREIRA, R. S, RESENDE, C. E. *Limnologia*. Centro de Biociências e Biotecnologia. **Universidade Estadual do Norte Fluminense**, p. 40. 1999.

PIORSKI, N. M, CASTRO, A. C. L, PEREIRA, L. G, MUNIZ, M. E. L. Ictiofauna do trecho inferior do Rio Itapecuru, Nordeste do Brasil. *Boletim do Laboratório de Hidrobiologia*. Universidade Federal do Maranhão, São Luís: **Lab. De Hidrobiologia**, n. 1, v. 1, p.15-24, 1998.

RAHEL, F. J. Factors structuring fish assemblages along a bog lake successional gradient. *Ecology*, n. 65, v. 4, p. 1276-1289, 1984.

RINCON, G.; PEREIRA K. C. M.; SANTOS, C. E. S.; WOSNICK, N.; NUNES, A. R. O. P.; LEITE, R. D.; ARAÚJO, Y. A.; SILVA, I. P.; SILVA, A. A. G.; NUNES, J. L. S. Notes on the occurrence and gender-based morphological aspects of *Potamotrygon motoro* (Elasmobranchii: Potamotrygonidae) in the complex of the Viana lake system-Maranhão, Brazil. *Rev. Nor. Zool*, n. 27, v. 1, p. 100-119, 2020.

RINCON, G.; SOARES, C. E. S; LEITE, R. D.; PEREIRA, K. M.; WOSNICK, N.; NUNES, A. R. O. P.; NUNES, J. L. S. Dimorfismo sexual da raia de água doce *Potamotrygon motoro* dos lagos de Viana, Maranhão. *Tópicos Integrados de Zoologia*. 1 ed. Ponta Grossa: **Atena Editora**, p. 15-25, 2019.

RODA, A. M. Influência de atividades antropogênicas sobre alguns parâmetros da qualidade de água da Lagoa Azul-Nicoadala. Trabalho de conclusão de curso. 39 p.

ROSA, R. S.; MENEZES, N. A. Relação preliminar das espécies de peixes (Pisces: Elasmobranchii e Actinopterygii) ameaçadas no Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, n.13, v. 3, p. 647-667, 1996.

SANTOS, J. M.; RIBEIRO NETO, D. G.; MARQUES, E. E.; SEIBERT, C. S. Adaptações fisiológicas de arraia *Potamotrygon Rex* (Potamotrygonidae) frente às variações sazonais no ambiente. *Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais*, v.11, n.7, p.409-423, 2020. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2020.007.0033>

SAVINO, J. F.; STEIN, R. A. Behavioral interactions between fish predators and their prey: effects of plant density. **Anim, Beha**, n. 37, p. 311-321, 1989.

Silva, L. D. S. A. B. Herbivoria em *Psidium cattleianum* Sab. (Mirtáceae). **ÍNSULA**. Florianópolis. p. 83-94, 2002.

SPEERS-ROESCH, B.; TREBERG, J. R. The unusual energy metabolism of elasmobranch fishes. **Comp. Biochem. Physiol. Mol. Integr. Physiol.**, Washington, v.155, n.4, p.417- 434, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cbpa.2009.09.031>

VENUPOGAL, M. M.; WINFIELD, I. J. The distribution of juvenile fishes on a hyperreutrophic pond: can macrophages potentially offer a refuge for zooplanktons? **J. Fresh. Ecol**, n. 8, p. 389-396, 1993.

WETZEL, R. G. *Limnologia*. Barcelona: **Ediciones Omega**. 2005.