

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO  
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, NATURAIS, SAÚDE E TECNOLOGIA  
CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS NATURAIS- BIOLOGIA

**ELAYNE OLIVEIRA SILVA**

**ANÁLISE DO PARTO PREMATURO EM RAIAS DE ÁGUA DOCE *POTAMOTRYGON*  
*MOTORO* (FAMÍLIA POTAMOTRYGONIDAE) DO LAGO DE VIANA-MA**

Pinheiro

2021

**ELAYNE OLIVEIRA SILVA**

**ANÁLISE DO PARTO PREMATURO EM RAIAS DE ÁGUA DOCE *POTAMOTRYGON*  
*MOTORO* (FAMÍLIA POTAMOTRYGONIDAE) DO LAGO DE VIANA-MA**

Monografia apresentada ao Curso de Licenciatura em Ciências Naturais-Biologia do Centro de Ciências Humanas, Naturais, Saúde e Tecnologia da Universidade Federal do Maranhão, como requisito para obtenção do grau de Licenciada em Biologia.

Orientador: Prof. Dr. Getulio Rincon Filho.

Pinheiro

2021

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).  
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Oliveira Silva, Elayne.

ANÁLISE DO PARTO PREMATURO EM RAIAS DE ÁGUA DOCE  
POTAMOTRYGON MOTORO FAMÍLIA POTAMOTRYGONIDAE DO LAGO DE  
VIANA-MA / Elayne Oliveira Silva. - 2021.

53 p.

Orientador(a): Prof. Dr. Getulio Rincon Filho.

Monografia (Graduação) - Curso de Ciências Naturais -  
Biologia, Universidade Federal do Maranhão, Pinheiro,  
2021.

1. Aborto. 2. Chondrichthyes. 3. Nascimento  
prematuro. 4. Reprodução. I. Rincon Filho, Prof. Dr.  
Getulio. II. Título.

**ELAYNE OLIVEIRA SILVA**

**ANÁLISE DO PARTO PREMATURO EM RAIAS DE ÁGUA DOCE *POTAMOTRYGON*  
*MOTORO* (FAMÍLIA POTAMOTRYGONIDAE) DO LAGO DE VIANA-MA**

Monografia apresentada ao Curso de Licenciatura em Ciências Naturais-Biologia do Centro de Ciências Humanas, Naturais, Saúde e Tecnologia da Universidade Federal do Maranhão, como requisito para obtenção do grau de Licenciada em Biologia.

Aprovada em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

**BANCA EXAMINADORA**

---

**Prof. Dr. Getulio Rincon Filho** (Orientador)  
Doutor em Ciências Biológicas (Zoologia)  
Universidade Federal do Maranhão

---

**Prof. Dr. Raysa Valeria Carvalho Saraiva**  
Doutora em Agroecologia  
Universidade Estadual do Maranhão

---

**Prof. Pós-doutorada Natascha Wosnick**  
Universidade Federal do Paraná  
Departamento de Zoologia

Dedico este trabalho à minha família e aos meus pais:  
Maria de Jesus Lopes de Oliveira e Pedro Bejamim  
Silva; e ao meu irmão Otávio Oliveira Silva, pelo  
apoio e amor incondicional. Amo vocês.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço, a Deus em primeiro lugar, por me proporcionar a fé e a perseverança sem nunca pensar em desistir dos meus objetivos em meio às adversidades da vida. Por se fazer presente em todos os momentos, e por me guiar no caminho, da humildade, da sabedoria e do conhecimento.

Aos meus pais Maria de Jesus Lopes de Oliveira e Pedro Bejamim Silva, vocês são a peça fundamental e primordial na minha formação da vida, são os melhores professores que já tive. Pois, mesmo com toda humildade, simplicidade, ensinaram-me a ser uma pessoa com educação, decente, honesta sempre com respeito ao próximo. E que nunca mediram esforços para que eu pudesse buscar meus sonhos de forma honesta ainda que seja com muito trabalho, mas sem nunca passar por cima de nenhum semelhante. E ao meu irmão Otávio Oliveira Silva, que de todas as formas me acompanhou nessa caminhada da graduação e na construção desta pesquisa científica. Amo vocês.

Ao meu amigo e amor Lucas Santos Silva pelo companheirismo, amizade, pela paciência e sabedoria em afirmar todos os dias que a construção deste trabalho é um sucesso. Muito obrigada por todas as suas contribuições diárias. Eu te amo.

Ao eterno e querido amigo Zé Do Carmo França que sempre ajudou e incentivou no caminho da educação. Muito Obrigada e que Deus te guie aonde você estiver. Eternas saudades.

A Joecila Cordeiro Cantanhede amiga e irmã do coração por tão humildemente ceder sua casa alugada, para minhas atividades acadêmicas de bolsa e do curso de inglês, pois sem nem me conhecer confiou e acreditou no meu caráter. Os conhecimentos repassados por você tão humildemente, pelas tantas conversas, pelos puxões de orelhas, pelos conselhos, pelos tantos encontros que não dá para descrever são muitas laudas, e por ser essa pessoa de tão bom coração. Te amo.

A minha amiga do meu coração Maria Rayete M. Lopes, pelas tantas conversas, pelos tantos prints, pelas músicas, pelos conhecimentos compartilhados, pelo amor mútuo e sem julgamentos. Meu muito obrigada, pela grande amiga que você é. Te amo.

Ao queridíssimo amigo e irmão do coração Danilo Ferreira Marinho, pelo acolhimento, pelas viagens, pelo amor, pelos encontros que não dá para descrever são muitas laudas e pelas tantas conversas sobre ciências, origem da vida, relacionamentos e tantos outros assuntos importantes. E obrigada por me ajudar a evoluir como ser humano. Te amo.

A Pró-Reitoria de Assistência Estudantil (PROAES), por entender a importância da casa dos estudantes na vida dos estudantes, porque através da Residência Universitária Mista de Pinheiro (RUMP), a casa dos estudantes temos uma moradia digna e qualidade para a formação acadêmica,

não somente dos que nela residem, mas também, de pessoas que talvez nunca tenham uma melhor oportunidade que a RUMP oferece. Obrigada.

Aos amigos da casa dos estudantes (Gedson Vasconcelos, Roberto Oliveira, Danilo Oliveira, Alípio Felipe, Bruno Mauricio, Seu Francisco, Lisiane Ferreira, Danívia Moreira, Edilson Linhares, Natha Penha, Raymara Cantanhede e Fabiana). Obrigada a todos pelos ensinamentos e pela convivência cheia de união, apesar dos conflitos que uma convivência requer.

Agradeço em especial a equipe multiprofissional do apoio acadêmico, Dinalva P. Gonçalves, Evandicleia F. de Carvalho, Grasyelle Cristina F. Almeida, Ana Patricia dos Santos Sodré, que nesses anos de graduação, sempre buscaram entender quais eram nossas dificuldades acadêmicas e psicológicas, através de reuniões, atividades de lazer e conversas. Gratidão pelo acolhimento sempre.

A amiga e companheira Flávia Cantanhede, você é primordial na minha vida, com sua força e determinação me ajudaram em um dos momentos mais difíceis da graduação. Palavras me faltam para descrever o quanto você é importante. Obrigada.

Aos amigos Rodrigo, Mateus Serra, Lucas Ribeiro, Bruno Rafael, Marco Antônio e Leandro Ribeiro, pois ajudaram na construção dos conhecimentos deste trabalho, como em debates sobre o assunto, em conversas que sempre me motivaram a seguir cada vez mais na busca do conhecimento. Gratidão.

Ao Professor André por me indicar e apresentar o trabalho do professor Getulio Rincon sobre as raias de água doce no Lago de Viana-MA. Muito obrigada.

Ao professor orientador e amigo Getulio Rincon, pelos puxões de orelhas, conselhos e incentivo na pesquisa científica, pela paciência em ensinar tudo sobre as raias e acreditar na construção deste trabalho que é de extrema importância para reprodução destes animais e muito obrigada pelos seus ensinamentos, estarão para sempre marcados em minha vida. Gratidão!

Aos pescadores que são primordiais nesta pesquisa científica, o seu conhecimento empírico, sobre as raias de água doce *Potamotrygon motoro*, obrigada pelas viagens na imensidão do Lago de Viana-MA.

Aos colegas e amigos do Grupo de Estudos em Biologia Aquática- GEBAq (Kerly, Inês, Isa, Eduardo, Paloma, Ruan, Igor, Getulio e Suane), do curso de engenharia de pesca por gentilmente ajudarem na coleta dos dados deste trabalho, pela diversão nas coletas de campo no Lago de Viana-MA, até altas madrugada.

Em especial a Kerly Cristina, pelas anotações dos dados tanto na coleta de campo, quanto na fase laboratorial, por me lembrar todos os dias desse amado e bendito TCC-Raias. Obrigada.

Ao Carlos Eduardo pelas inúmeras vezes que me ajudou na elaboração deste trabalho, tanto nas saídas de campo, quanto na fase laboratorial, análise dos dados e na tabulação dos dados, pelo

incentivo, pelos registros das suas lentes fotográficas nas coletas de campo e no laboratório, que cheirinho de peixe sempre hein! Muito obrigada por tudo, você tem sempre um lugar especial em meu coração.

Aos mestres e doutores professores da graduação, que de forma direta e indireta contribuíram na minha formação acadêmica. Em especial aos queridos amigos Elisângela Babaçu, Janilson Coelho e Carlos César, pelos ensinamentos, conselhos e incentivo no caminho da pesquisa científica. Muito obrigada.

*“Não posso odiar as raías. Elas são como as nações pacíficas: não fazem uso de suas armas senão são atacadas ou invadidas”.* (SCHULT, 1948 *apud* SANTOS, 1992, p. 54).

## RESUMO

As raias da família Potamotrygonidae são elasmobrânquios que possuem todas as espécies representantes exclusivamente em ambiente de água doce. Neste sentido, a presente pesquisa monográfica tem como objetivo central analisar o processo do nascimento aborto/pré-termo em raias de água doce *Potamotrygon motoro* como modelo para o processo de nascimentos pré-termo em elasmobrânquios. Com efeito, a presente investigação averiguou os processos abortivos/nascimentos pré-termos de exemplares dessa espécie através do método de pescaria científica. A área de estudo foi o sistema estuarino lacustre de Viana, investigado em três saídas de campo com as localidades: Ponto 3. 3°13'59"S-44°59'13"O (10/07/2018), Ponto 4. 3°13'02"S-45°00'41"O (16/11/2018), e Ponto 5. 3°12'57"S-44°58'56"O (15/06/2019). Os animais foram capturados com dois espinhéis de fundo, iscados com peixes juvenis da região (*Hoplias malabaricus*, *Hassar wilderi*, *Serrasalmus rhombeus*, *Pygocentrus nattereri*, *Astyanax bimaculatus*, dentre outros). O processo de captura destes animais iniciava-se ao final da tarde (17:00h) e se estendia até 1:30 horas da manhã. Os animais foram identificados e a análise de todas as fêmeas foi realizada desde o momento da saída da água até o término do aborto/nascimento pré-termo. O comportamento após a captura envolveu sequencialmente ou concomitantemente a resistência à contenção na embarcação, respiração profunda, contração abdominal, abertura do útero com liberação de líquido intrauterino e posteriormente a liberação dos filhotes. No total foram analisadas 9 fêmeas, dentre essas somente 1 não abortou, e registrando apenas 2 abortos com ovos, incluindo o tempo de retenção e tamanho de filhotes. Todas as outras oito fêmeas apresentaram nascimentos de pré-termos em um total de 35 filhotes em diferentes estágios de desenvolvimento embrionário. As Mães e os filhotes foram acondicionados em sacos plásticos mantidos abertos de forma a evitar perder os dados.. Considerando que todos os filhotes nasceram vivos, entende-se que não ocorriam abortos e sim nascimentos prematuros ou pré-termo. Apesar dos resultados obtidos, não é possível afirmar que os nascimentos ocorrem em consequência do estresse da captura, podendo estar vinculado ao estresse da permanência da Mãe fora da água e sua consequente diminuição nas taxas de oxigenação própria e dos embriões.

Palavras-chaves: Chondrichthyes, Aborto, Reprodução, Nascimento prematuro.

## ABSTRACT

The rays of the Potamotrygonidae family are elasmobranchs that have all species represented exclusively in fresh water. In this sense, the present monographic research has as main objective to analyze the process of abortion / preterm birth in streams of freshwater *Potamotrygon motoro* as a model for the process of preterm births in elasmobranchs. Indeed, the present investigation investigated the abortive processes / preterm births of specimens of this species through the method of scientific fishing. The study area was the lake estuarine system of Viana, investigated in three field trips with the localities: Point 3. 3rd13'59 "S-44o59'13" O (10/07/2018), Point 4. 3rd13'02 "S-45o00'41" O (11/16/2018), and Point 5. 3°12'57 "S-44o58'56" O (6/15/2019). The animals were captured with two bottom longlines, baited with juvenile fish from the region (*Hoplias malabaricus*, *Hassar wilderi*, *Serrasalmus rhombeus*, *Pygocentrus nattereri*, *Astyanax bimaculatus*, among others). The capture process of these animals started at the end of the afternoon (17: 00h) and extended until 1:30 in the morning. The animals were identified and the analysis of all females was carried out from the time of leaving the water until the end of the abortion / preterm birth. The behavior after capture involved sequentially or concomitantly resistance to containment in the vessel, deep breathing, abdominal contraction, opening of the uterus with release of intrauterine fluid and later the release of the puppies. In total, 9 females were analyzed, of which only 1 did not have an abortion, and registered only 2 abortions with eggs, including the retention time and size of chicks. All the other 7 females had preterm births in a total of 35 puppies at different stages of embryonic development. Mothers and puppies were packed in plastic bags kept open in order to allow oxygenation. Considering that all the puppies were born alive, it is understood that there were no abortions but premature or preterm births. Despite the results obtained, it is not possible to state that births occur as a result of the stress of capture, and may be linked to the stress of the mother's stay out of the water and her consequent decrease in the rates of oxygenation of herself and of the embryos.

Keywords: Chondrichthyes, Abortion, Reproduction, Premature birth.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Área de estudo Lago de Viana, no período de seca. ....	22
Figura 2- Área de estudo Lago de Viana, no período de cheia. ....	22
Figura 3- Localização do município de Viana-Maranhão, área de campos inundáveis e o lago de Viana. ....	23
Figura 4- Identificação dos três pontos de coletas do presente trabalho: Ponto 3, Ponto 4 e Ponto 5. ....	24
Figura 5- Fase inicial das coletas de campo. ....	25
Figura 6- Lacres numerados (a). Fêmea mantida em saco plástico aberto, permitindo sua oxigenação na coleta de campo, vista ventral (V.V) (b). ....	26
Figura 7- Filhotes em diferentes estágios de desenvolvimento embrionário: (a) vista ventral, filhote com vitelo presente (V.P); (b) vista dorsal do filhote e vitelo absorvido. ....	27
Figura 8- Morfometria da raia de água doce <i>P. motoro</i> comprimento total (CT), vista ventral (a). Comprimento total (mm) do filhote (b). Pesagem do filhote (g) utilizando a balança digital (c). ....	28
Figura 9- Filhotes armazenados em recipientes de plásticos em solução de formol 10% e água de modo a permitir a sua conservação. ....	28
Figura 10 - Registro dos nascimentos: Vista ventral (V.V) estado do ventre reto (V.R) quase expulsando o embrião (E.E) (a), (b e c e d) nascimentos de embriões (N.E) após a saída do líquido intrauterino, (d) expulsão do ovo interminado (O.I). ....	32
Figura 11 - Espécime de <i>P. motoro</i> do Lago de Viana, (a) vista dorsal e (b) vista ventral. ....	35
Figura 12 - Ovos eclodidos de duas fêmeas grávidas; ....	36
Figura 13 - Embriões em diferentes estágios de desenvolvimento embrionário. ....	38
Figura 14- Registro da Mãe-2 (vista dorsal) com 475 mm de comprimento total com 4 embriões, com cortes na lateral do disco e sem cauda. ....	41
Figura 15- Mãe-5 (vista dorsal, correspondendo à fêmea com maior fecundidade. ....	41
Figura 16- Estágio (1) de Desenvolvimento em <i>P. motoro</i> ; (a) Não apresenta pigmentação (N.A.P) em vista dorsal; (b) Vesícula vitelínica não absorvida (V.V.N.A) em vista ventral. ....	43
Figura 17 - Estágio (1) de Desenvolvimento em <i>P. motoro</i> ; (a) Não apresenta pigmentação (N.A.P) em vista dorsal; (b) Vesícula vitelínica não absorvida (V.V.N.A) em vista ventral. ....	43
Figura 18 - Estágio (2) de Desenvolvimento em <i>P. motoro</i> ; Pigmentação Presente (P.P), Vesícula vitelínica não absorvida (V.V. N.A) em vista dorsal. ....	44
Figura 19 - Estágio (5) de Desenvolvimento em <i>P. motoro</i> ; Pigmentação presente (P.P); Vesícula vitelínica absorvida (V.V.A) em vista dorsal. ....	44

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Tempos das Mães na expulsão os embriões variaram entre 1 e 50 minutos após a saída até o início dos nascimentos. ....	32
Tabela 2- Comprimento total dos menores embriões: largura de disco máximo, mínimo, média e DP (Desvio Padrão) em milímetros (mm). ....	35
Tabela 3- Registro de todas as fêmeas grávidas nas três pesquisas de campo; o número de ovos foi considerado indeterminado (Indet.) por terem eclodido e se misturado em uma única massa uniforme de vitelo.....	36
Tabela 4- Registro das fêmeas Mães, com o número de identificação, largura de disco (LD) das mães, número de embriões/ovos ou indeterminado (Indet.), tamanho médio largura do disco (LD) e o estado da Vesícula Vitelínica Externa (VVE).....	37
Tabela 5- Tamanhos máximo, mínimo, média em milímetros e DP= desvio padrão do comprimento total e da largura do disco de todas as Mães. ....	39
Tabela 6- Características quanto aos Estágios de desenvolvimento embrionário de P. motoro. ....	42
Tabela 7- Fêmeas Mães, embriões/ovos e indeterminado (Indet. - em embriões/ovos que foram muito danificados ao sair pela cloaca). Peso (g), Largura do Disco (LD), Comprimento Total (CT) e Sexo Macho/Fêmea ou indeterminado.....	45

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1- Tempo de Retenção de 1 a 50 minutos entre o momento de saída e o início do processo de nascimento pré-termo das 8 Mães.....	33
Gráfico 2- Gráfico da dispersão do tempo de retenção em função do tamanho das oito Mães estudadas. .....	33
Gráfico 3- Dispersão entre o tempo de retenção em função da média da largura de disco dos embriões ou dos ovos por mãe (considerando ovos com valores de 30mm).....	34
Gráfico 4 - Relação dos tamanhos das Mães com o número de embriões.....	40

## LISTA DE SIGLAS

IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
APA	Área de Proteção Ambiental Maranhense
GEBAq	Grupo de Estudos em Biologia Aquática
UFMA	Universidade Federal do Maranhão

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>17</b>
<b>2 OBJETIVO GERAL</b> .....	<b>19</b>
<b>2.1 Objetivos Específicos</b> .....	<b>19</b>
<b>3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>20</b>
<b>4 METODOLOGIA</b> .....	<b>22</b>
<b>4.1 Caracterização da área de estudo</b> .....	<b>23</b>
<b>4.2 Fase das coletas de campo</b> .....	<b>24</b>
<b>4.3 Fase Laboratorial</b> .....	<b>27</b>
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>29</b>
<b>5.1 Definição da Aplicação da Terminologia Pré-Termo/Aborto</b> .....	<b>29</b>
<b>5.1 Comportamento das Mães</b> .....	<b>30</b>
<b>5.3 Cronologia do Nascimento</b> .....	<b>30</b>
<b>5.2 Nascimentos Pré-Termo</b> .....	<b>34</b>
<b>6 CONCLUSÃO</b> .....	<b>47</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>49</b>

## 1 INTRODUÇÃO

As raias da família Potamotrygonidae são elasmobrânquios que compreende todas as espécies representantes exclusivamente em ambiente de água doce (Lucifora et al., 2015). “A família Potamotrygonidae agora inclui 42 espécies válidas [...]” (RINCON et al., 2019, pág.16), e com nova revisão taxonômica a família está distribuída nos seguintes gêneros: *Potamotrygon* (35), *Heliotrygon* (2), *Plesiotrygon* (2), *Paratrygon* (2) (SILVA e LOBODA, 2019), e recentemente incluído e revisado o gênero anfiamericano *Styracura* (CARVALHO et al., 2016). Portanto, algumas dessas raias são encontradas no Brasil como, por exemplo, muitas das espécies de raias dos gêneros *Potamotrygon* e todas as espécies de *Paratrygon*, *Heliotrygon* e *Plesiotrygon*. As raias de água doce são representantes da classe Chondrichthyes (peixes cartilagosos), classe esta que ainda inclui os tubarões e as quimeras (BORNATOWSKI e ABILHOA, 2012).

As raias de água doce (família Potamotrygonidae) são endêmicas da América Sul (ROSA e LIMA, 2005) e são distribuídas em diversas bacias hidrográficas de diversos países como Argentina, Bolívia, Colômbia, Equador, Paraguai, Peru, Uruguai e Venezuela, e ainda distribuídas em bacias brasileiras (Amazonas, Pindaré-Mearim, Tocantins-Araguaia, Paraná e Parnaíba) Lasso et al. (2013). Sendo assim, as raias de água doce *Potamotrygon motoro* são encontradas no sistema estuarino lacustre de Viana-MA integrante da bacia do Rio Pindaré, onde está o lago de Viana, e que é o maior afluente do Rio Mearim (FRANCO, 2008). Tal ambiente lacustre está “[...] entrelaçado entre os demais sistemas que compõem o conjunto dos lagos rio Pindaré e Mearim” (FRANCO, 2008, pág. 61). Ressalta-se a importância da preservação e conservação desses sistemas aquáticos pois são fundamentais para que haja um equilíbrio entre os pescadores e as raias de água doce *P. motoro*, bem como para as outras espécies de peixes que habitam o ambiente.

A população de raias de água doce *Potamotrygon motoro* parece seguir padrões ecológicos característicos de k-estrategistas, ou seja, apresentam diferentes formas de comportamentos expressando cuidados parentais, já que investem principalmente na sobrevivência e longevidade da prole, baixa taxa de crescimento, maturação sexual tardia, baixa fecundidade e longos períodos de gestação, apresentando desta forma uma capacidade reduzida de recuperação a impactos negativos (HOLDEN, 1974; PRATT e CASEY, 1990). Além disso, são animais extremamente vulneráveis à ação antrópica que afeta gradativamente seus habitats e provoca a remoção de indivíduos da população.

A reprodução dos elasmobrânquios é categorizada em dois modos reprodutivos de provisionamento materno (ADAMS et al., 2018). Esses dois meios de entrega de nutrientes aos filhotes são a matrotrófica e lecitotrófica (WOURMS, 1981). Na viviparidade lecitotrófica, o embrião

é nutrido pelo vitelo do saco vitelínico até o final da gestação, enquanto na matrotrofica há uma dependência nutricional materna constante (LIMA e CRUZ, 2011). Ambas as estratégias dependem das reservas acumuladas no fígado para os processos de vitelogênese e nutrição dos embriões. Registrando que as raias de água doce apresentam o modo de reprodução denominada viviparidade com matrotrofia-trofodermata (THORSON et al., 1983). Este tipo de reprodução é caracterizado pela presença de estruturas uterinas denominadas de trofonemas que em associação às reservas do saco vitelínico nutrem os embriões (CHARVET-ALMEIDA, 2001).

As pesquisas sobre a reprodução das raias se intensificaram nos últimos anos, mas ainda são inferiores em número e abrangência aos estudos científicos publicados com os tubarões. Grande parte dos trabalhos sobre as raias tratam de espécies marinhas, com algumas exceções, como por exemplo, algumas teses e dissertações (ROSA, 1985; ARAÚJO, 1998; CHARVET-ALMEIDA, 2001, 2006; RINCON, 2006; GARRONE-NETO, 2009) e publicações decorrentes destes e demais estudos (e.g. ALMEIDA et al., 2008; LASSO et al., 2013; LOBODA et al., 2013). Assim, os estudos científicos sobre a reprodução dos elasmobrânquios tratam normalmente de aspectos relacionados aos tubarões, provavelmente pelo fato de terem mais contato constante com o homem seja proposital ou acidentalmente em sua dieta (PRATT e CARRIER, 2001).

A pesar de existirem alguns trabalhos relacionados às raias de água doce, estudos do processo do nascimento aborto/pré-termo em elasmobrânquios são em geral escassos e tendem a focar mais nos tubarões (RINCON, 2007) e raias marinhas como *Zapteryx brevirostris* (Wosnick et al., 2018), sendo as raias de água doce menos ou pouco estudadas. Recentemente, pesquisas apontam para o papel das características reprodutivas no processo de aborto/nascimento prematuro no parto induzido por captura em *Patamotrygon amandae* (Rangel et al., 2020). No entanto, o parto induzido por captura (aborto ou nascimento prematuro) em elasmobrânquios é um estudo ainda pouco desenvolvido (Rangel et al., 2020). Portanto, o tema e seu histórico de análise fazem-se relevantes o suficiente para que justifiquem a investigação proposta neste estudo.

A produção da presente pesquisa surgiu a partir de inquietações sobre aspectos da reprodução das espécies de raias de água doce, com especial ênfase no processo do nascimento aborto/pré-termo, após recente revisão proposta por Adams et al. (2018). Também decorre como subprojeto do projeto de estudo intitulado “Morfologia e Ecologia das Raias de Água Doce dos Lagos de Viana, Maranhão”, abordando os aspectos biológicos primordiais tais como: alimentação, reprodução e morfometria desses animais. O presente trabalho propõe produzir uma análise do processo abortivo/nascimento pré-termo nas raias de água doce a partir da observação e descrição dos processos do tempo de aborto, estímulo ao aborto e estágio de desenvolvimento embrionário das proles que são afetadas por este fenômeno das raias de água doce.

## 2 OBJETIVO GERAL

Analisar o processo de aborto/nascimento-pré-termo em raias de água doce, *Potamotrygon motoro*), como proposta de modelo de estudo para elucidar o processo abortivo/nascimento pré-maturo em elasmobrânquios.

### 2.1 Objetivos Específicos

- ✓ Observar o nascimento aborto/pré-termo em *Potamotrygon motoro* considerando a fecundidade uterina, tempo de aborto/pré-termo e estágio de desenvolvimento embrionário da prole perdida.
- ✓ Descrever o processo de aborto/nascimento pré-termo em raias de água doce *P. motoro* em busca de um modelo descritivo para o grupo.

### 3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Historicamente, a maioria dos estudos sobre as raias de água doce referem-se à descrições e considerações sistemáticas e são das décadas de 60 e 70 (CASTEX, 1963, 1964; CASTEX e MACIEL, 1965; ACHENBACH & ACHENBACH, 1976, dentre outros). Como exemplo, dentre esses trabalhos sobre as raias de água doce, podemos citar os trabalhos de reprodução de Castex (1963) e Castex e Maciel (1965), onde os autores fizeram considerações gerais sobre a reprodução de *Potamotrygon motoro* (Almeida, 2008).

Achenbach e Achenbach (1976 *apud* ALMEIDA, 2008) analisaram a reprodução destes animais de uma forma geral para todas as espécies conhecidas no médio Paraná, além disso os autores apresentaram informações importantes sobre o ciclo reprodutivo de *Potamotrygon motoro* e *P. brachyura*, como a fecundidade, dentre outros. Thorson et al. (1983) analisaram a reprodução de *P. motoro* e *P. circularis*. No entanto, estes autores se basearam em poucos exemplares do Alto Amazonas e sem uma preocupação aparente com a periodicidade de coletas. Estes autores, também relataram as primeiras observações sobre a reprodução em cativeiro para *P. motoro*, fomentando importantes contribuições para o campo da pesquisa sobre a reprodução desta espécie.

Trabalhos sobre a reprodução de raias são de Ranzi e Zezza (1936) para *Dasyatis violacea* no ambiente pelágico marinho. Dessa forma, também o trabalho de Babel (1967) sobre a reprodução de *Urolophus halleri* em ambiente costeiro da Venezuela, e o trabalho de Reed e Gilmore (1981) sobre a reprodução de *Dasyatis centroura* da região marinha costeira. E ainda assim, o trabalho de Snelson et al. (1988) sobre a reprodução de *D. scobina*, e o trabalho de Martin e Cailliet (1988) sobre a reprodução de *Myliobatis californica*, ambas costeiras.

Os trabalhos sobre idade e crescimento, podemos citar os de Sage et al. (1972) sobre *D. sabina*, e o ainda os trabalhos de Smith e Merriner (1987) sobre o crescimento de *Rhinoptera bonasus*, todas de ambientes marinhos. O Relatório do Programa Nacional de Levantamento Biológico (LESSA et al., 1999), identificou 82 espécies de tubarões e 45 raias na costa Brasileira. No entanto, esse relatório restringe-se à fauna marinha, não considerando as raias de água doce. Dessa forma, este número poderá variar devido às pesquisas taxonômicas do grupo.

Lucifora et al. (2015) citam cerca de 30 espécies de quatro gêneros diferentes da família Potamotrygonidae, sendo que destas, cerca de 25 espécies e todos os quatro gêneros *Paratrygon*, *Plesiotrygon*, *Heliotrygon* e *Potamotrygon* são encontradas nos rios do Brasil. As diversas pesquisas e revisões taxonômicas sobre a família Potamotrygonidae com a recente revisão e a nova configuração da família Potamotrygonidae, agora subdividida em duas subfamílias (Styracurinae e Potamotrygoninae) (CARVALHO et al., 2016), inclui 42 espécies válidas distribuídas nos gêneros:

*Potamotrygon* (35), *Heliostrygon* (2), *Plesiotrygon* (2), *Styracura* (2) e *Paratrygon* (1) (SILVA e LOBODA, 2019). Segundo Almeida (2008), este potencial incremento no número de espécies deve-se ao aumento recente das pesquisas pelos diferentes grupos estabelecidos no Brasil a partir do final da década de 1990 e que, em muitos casos, representam os únicos trabalhos realizados após as descrições originais das espécies.

O Ministério do Meio Ambiente (2019), o Brasil é o país com o maior número de espécies de peixes de água doce no mundo, o que corresponde a 10% da fauna, e as raias de água doce *Potamotrygon motoro* são exemplos dessa variedade de espécies, que fazem parte do topo da cadeia trófica e estão estritamente em ambientes lacustres e ribeirinhos (CHARVET-ALMEIDA, 2001; MARQUES, 2016). Algumas bacias hidrográficas, atualmente isoladas, guardam espécies pouco conhecidas como as bacias dos rios Parnaíba e Pindaré-Mearim, incluindo neste último os lagos de Viana. O que possibilita estudos inéditos dentro do grupo de raias de água doce na região da Baixada Maranhense, onde há uma grande riqueza e diversa ictiofauna e uma grande área de campos inundáveis (SILVA, 2015).

No entanto, os estudos sobre o sistema lacustre dos Lagos de Viana tratam normalmente sobre os aspectos de ensaios de modelos conceituais, desenvolvimento socioambiental, sustentabilidade das pescarias artesanais, e a riqueza taxonômica e diversidade de peixes da área de proteção ambiental, como por exemplo, algumas dissertações (FRANCO, 2008; COSTA, 2006; SILVA, 2015) entre outros trabalhos. Silva (2015) em seu estudo do levantamento da variedade de espécies e famílias de peixes existentes nos lagos de Viana e Cajari, listando um total de 2.372 espécimes, a autora identifica a família Potamotrygonidae e a espécie *Potamotrygon motoro*.

Um dos trabalhos pioneiros sobre as raias de água doce da região do lago de Viana foi o de Pinto (1987) que descreve os sistemas reprodutores de *P. motoro* e aspectos da reprodução destes animais. Esta autora faz a primeira descrição consistente da reprodução destes animais para a região. As raias de água doce, que existem no ambiente dos lagos de Viana, também possivelmente sofrem com o modelo de desenvolvimento socioambiental acelerado com as pescarias artesanais que afetam gradativamente seus habitats, afetando também a sua reprodução e conservação.

#### 4 METODOLOGIA

O estudo foi realizado no sistema lacustre do Lago de Viana, integrante da bacia do rio Pindaré, maior afluente do rio Mearim, no município de Viana, estado do Maranhão (FRANCO, 2008). Todas as raias capturadas em pescarias científicas nos meses de julho (chuva) e novembro (seca) de 2018 (Figura 1) e junho (chuva) de 2019 (Figura 2) foram identificadas como *Potamotrygon motoro* (LOBODA e CARVALHO, 2013; RINCON et al., 2019).

Figura 1- Área de estudo Lago de Viana, no período de seca.



Fonte: Kerly Cristina Melo.

Figura 2- Área de estudo Lago de Viana, no período de cheia.

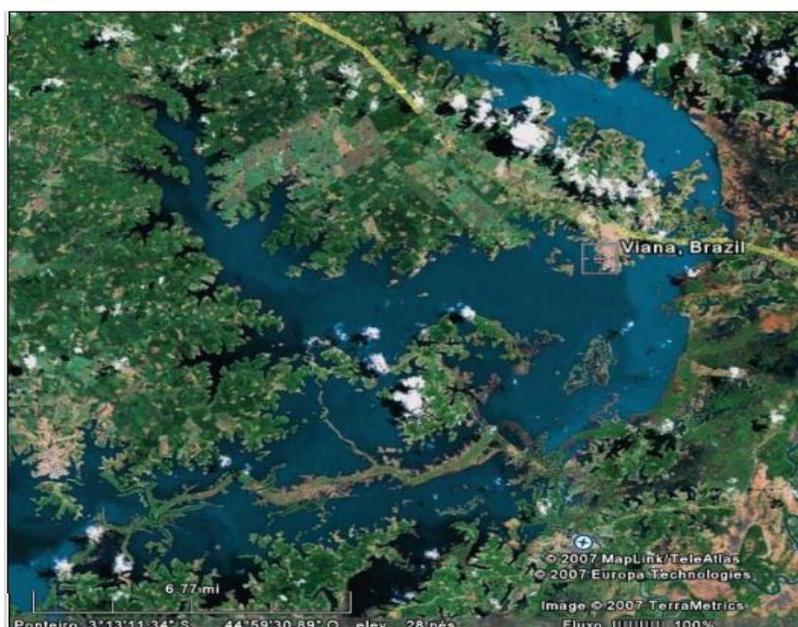


Fonte: Do autor.

#### 4.1 Caracterização da área de estudo

A cidade de Viana possui uma população de 50.257 habitantes, área de 1.162,5 km<sup>2</sup> e IDH 0,619 e é situada a 219 quilômetros de São Luís, capital do estado do Maranhão (IBGE, 2010). O município de Viana fica localizado na região Nordeste do estado do Maranhão, Mesorregião Norte Maranhense, dentro da Microrregião da Baixada Maranhense possuindo grande parte do seu território de campos inundáveis (MARANHÃO, 2002; FEITOSA e TOVÃO, 2006) (Figura 3). E grande parte do recurso proteico animal da população do município de Viana provém das pescarias artesanais que ocorrem nos lagos de Viana.

Figura 3- Localização do município de Viana-Maranhão, área de campos inundáveis e o lago de Viana.



Fonte: GOOGLE EARTH (2008).

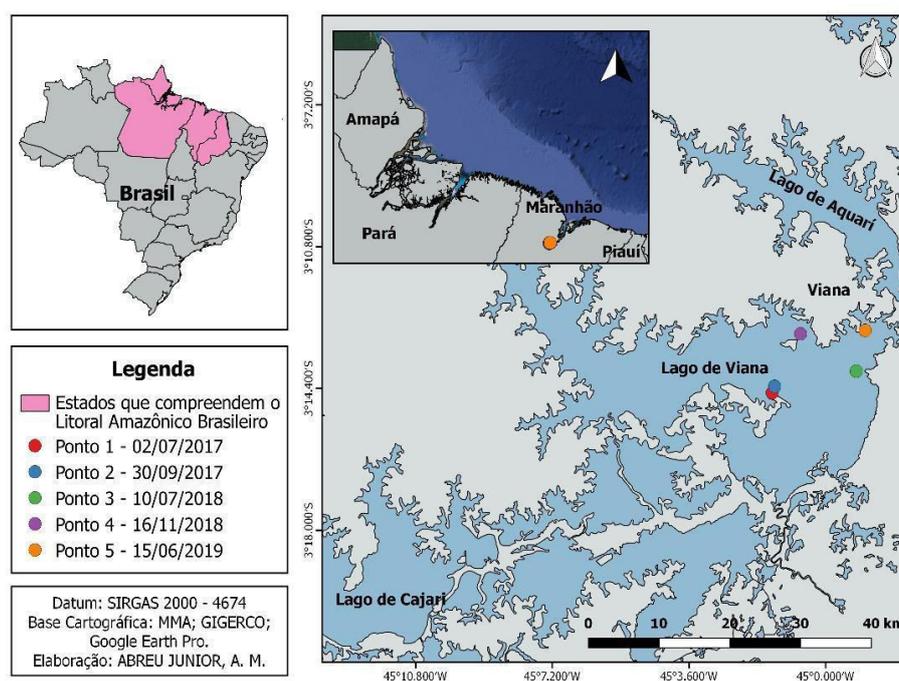
As áreas de inundação dos campos naturais da Baixada Maranhense, como o Sistema lacustre dos Lagos de Viana e Cajari, envolvem dois ciclos de troca de energia que abrangem dois períodos diferentes (MIRANDA, 2006). Esses dois períodos diferentes estão relacionados às estações do ano. O período de “inverno” acontece de dezembro a junho na região (COSTA-NETO, 1990) com período de maior incidência de chuvas. Durante o período de “verão”, entre julho a novembro, os campos secam pela menor incidência de chuvas e ficam cobertos de vegetação constituída por gramíneas e ciperáceas (MIRANDA, 2006). Ainda assim, é nesse período quando ocorrem os ventos fortes.

A região de Viana e os Sistemas Lacustres dos Lagos de Viana e Cajari, de acordo com o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (2011), fazem parte da Área de Proteção Ambiental-APA da Baixada Maranhense. Essas áreas pertencem ao grupo Unidades de Conservação-UC de uso sustentável e relevante para o bem-estar das populações humanas. Mesmo assim ainda ocorrem ações antrópicas de forma acelerada nas margens dos lagos.

## 4.2 Fase das coletas de campo

As coletas foram distribuída em três saídas, nas coordenadas: Ponto 3: 3°13'59"S-44°59'13"O (10/07/2018) durante o período de chuvas, Ponto 4: 3°13'02"S-45°00'41"O (16/11/2018) durante o período de seca e Ponto 5: 3°12'57"S-44°58'59"O (15/06/2019) durante o período de chuvas (Figura 4).

Figura 4- Identificação dos três pontos de coletas do presente trabalho: Ponto 3, Ponto 4 e Ponto 5.



Fonte: Rincon et al., 2019.

O primeiro contato empírico com a área de trabalho, consistiu em um prévio conhecimento do ambiente investigado, através de diálogos e orientações com os pescadores ribeirinhos. Tais como, os cuidados em relação às pescarias com as raias de água doce, os melhores locais para proceder com as atividades de pesquisa, bem como da relação dos pescadores com este animal. Com efeito, é preciso ressaltar que os pescadores não mantêm uma relação de convivência harmônica com este animal.

A fase inicial das coletas de campo consistiu no embarque dos integrantes do Grupo de Estudos em Biologia Aquática (GEBAq), e seus colaboradores nas canoas artesanais dos pescadores ribeirinhos. A captura iniciava-se ao final da tarde (17:00 h) e se estendia até 1:30 horas da manhã (Figura 5). O sistema lacustre do Lago de Viana chega à profundidade média de 4,6 m durante o período chuvoso (COSTA, 1982).

Os animais foram capturados com dois espinhéis de fundo Marine Sports 6/0 de aço carbono e Mustad 7/0 de alumínio iscados com peixes juvenis da região do Lago de Viana (*Hoplias malabaricus*, *Hassar wilderi*, *Pygocentrus nattereri*, *Serrasalmus rhombeus* e *Astyanax bimaculatus*). Os anzóis estavam distanciados entre si por 2,0 metros de cabo principal com estropo de aço (0,70 metros) preso em cabo principal de poliamida de 1 cm de diâmetro. E após o lançamento, os espinhéis eram revistados e iscados a cada 40 minutos.

Figura 5- Fase inicial das coletas de campo.



Fonte: Do autor.

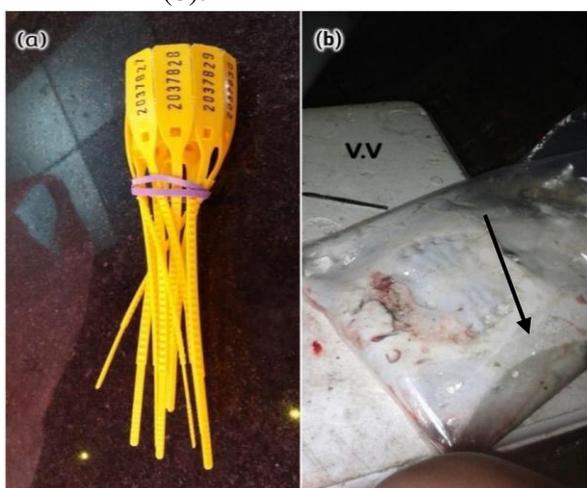
Nota: (a) Após o lançamento dos espinhéis que eram revistados e iscados a cada 40 minutos. (b) Raia de água doce sendo colocada na embarcação. (c) e (d) Identificação dos animais após a saída da água e a análise das Mães até o término do aborto/nascimento pré-termo.

Durante as saídas de campo, foram registrados na ficha de aborto, o número de identificação das Mães abortantes/nascimento pré-termo, fotografias, estado do ventre (inchado, reto ou contraído), o horário da retirada da fêmea da água, e início e término dos abortos/nascimentos pré-termo. Adicionalmente, registros fotográficos de cada fêmea foram feitos.

Foram incluídas também observações sobre o estado dos animais e de seu comportamento como: jorrar água pelos espiráculos, movimentos da boca e fendas branquiais, estado de contração da região pélvica, e liberação (e coleta) de líquido intrauterino. A largura do disco (LD), estado da cloaca (inchado, avermelhado, aberto e fechado), escoriações nas regiões dorsal e/ou ventral, tempo total para cada aborto/nascimento pré-termo e se a fêmea abortante estava viva ou não também monitorados e planilhados. As raias que sobreviveram ao processo de liberação da prole e os embriões que permaneceram vivos foram mantidos em sacos plásticos abertos, permitindo sua oxigenação. (Figura 6).

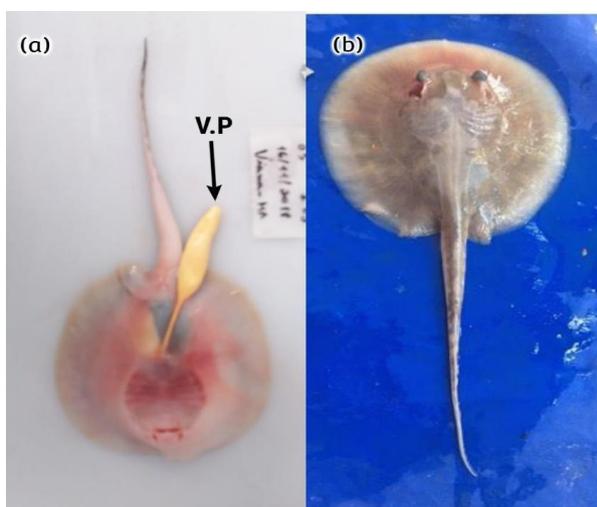
A classificação dos estágios de desenvolvimento embrionário foi baseada em *P. leopoloidi*, modificada de Charvet-Almeida (2001), ao considerar as características de estágio de desenvolvimento como pigmentação (ausente/presente, clara e definida), nível de absorção da vesícula vitelínica; E ainda foram registrados o início do aborto/nascimento pré-termo (hora), o intervalo de tempo de um nascimento para outro (minutos), tempo total do aborto/nascimento (minutos) e a presença ou não da vesícula vitelínica externa, pois essa característica reforça a presunção de estágio de desenvolvimento e se está formado e desenvolvido para o nascimento (Figura 7).

Figura 6- Lacs numerados (a). Fêmea mantida em saco plástico aberto, permitindo sua oxigenação na coleta de campo, vista ventral (V.V) (b).



Fonte: Do autor.

Figura 7- Filhotes em diferentes estágios de desenvolvimento embrionário: (a) vista ventral, filhote com vitelo presente (V.P); (b) vista dorsal do filhote e vitelo absorvido.



Fonte: Do autor.

### 4.3 Fase Laboratorial

A segunda parte do trabalho de pesquisa foi realizada no laboratório didático 3 do curso de Engenharia de Pesca, no prédio da Engenharia de Pesca/Educação Física da Universidade Federal do Maranhão (UFMA). Logo, onde foram realizadas as morfometrias das Mães e dos filhotes. Os animais foram identificados conforme Rosa (1985) e ainda foram tomadas as seguintes informações biológicas:

- (1) Comprimento total (CT) em milímetros;
- (2) Largura do disco (LD) em milímetros;

Além dessas medidas, foram acrescentadas as seguintes:

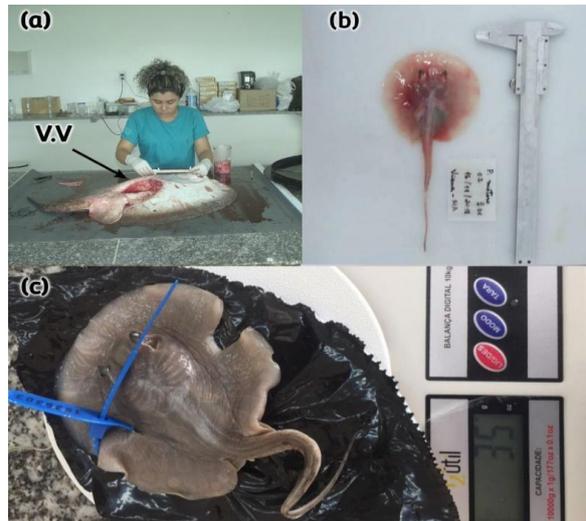
- (3) Peso total (gramas);
- (4) Peso eviscerado (gramas);

Para as fêmeas, foram ainda coletadas as informações de fecundidades por útero e para os embriões foi identificado o sexo de cada indivíduo, peso total (gramas), largura de disco (milímetro). A morfometria foi realizada por meio de paquímetro analógico Vonder 1000 mm e paquímetro digital de 150 mm, pinça, gilete e balança digital (Figura 8). Em quatro filhotes as medidas de largura do disco foram desconsideradas, visto que não foi possível fazer a morfometria devido ao dano da região do disco dos animais.

Os dados foram agrupados em tabelas no programa Excel (Microsoft versão 14.0.0), assim como na forma de gráficos para permitir uma melhor visualização dos resultados. Os procedimentos ao final das análises laboratoriais foram de conservação dos materiais biológicos dos animais em

solução de formalina 10% em caixas d'água de 500 litros para as fêmeas e filhotes, e outros filhotes foram conservados em recipientes de plásticos para permitir uma melhor conservação (Figura 9).

Figura 8- Morfometria da raia de água doce *P. motoro* comprimento total (CT), vista ventral (a). Comprimento total (mm) do filhote (b). Pesagem do filhote (g) utilizando a balança digital (c).



Fonte: Do autor.

Figura 9- Filhotes armazenados em recipientes de plásticos em solução de formol 10% e água de modo a permitir a sua conservação.



Fonte: Do autor.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A presente seção abordará os resultados da pesquisa científica relacionada ao processo de nascimento pré-termo/aborto nas raias de água doce *Potamotrygon motoro* do Lago de Viana, com base nas informações que foram coletados durante os trabalhos de campo, conceituando e diferenciando o nascimento pré-termo do aborto e elencando as suas prováveis causas e hipóteses desses processos com base nas observações. Fez-se o registro do início até o término dos nascimentos dos embriões em diferentes estágios de desenvolvimento, o comportamento das Mães nesses processos, fecundidade para cada Mãe, e a discussão da análise dos dados com base nas referências bibliográficas.

O termo parto captura-induzido, assim como indicado por Adams et al., (2018) é genérico e não identifica o(s) fator(es) que correspondem preponderantemente no processo de expulsão dos ovos/embriões, ou de saída espontânea dos embriões como sugeridos por Rincon (2007). A determinação desses fatores requer acompanhamento fisiológico minucioso da Mãe e dos embriões, bem como do ambiente uterino a fim de determinar as variáveis que se alteram e como afetam fisiologicamente os envolvidos.

### 5.1 Definição da Aplicação da Terminologia Pré-Termo/Aborto

A determinação de nascimento pré-termo ou aborto é sutil e se baseia no fato do embrião sair da Mãe ainda com vida ou já morto, respectivamente (ADAMS et al., 2018). Segundo estes autores, todas as fêmeas que expõem seus filhotes após a captura apresentam um **parto induzido pela captura**, que pode ser dividido em duas situações: 1) a primeira ocorre caso o filhote tenha condições de sobreviver fora do útero, e que se entende como **nascimento pré-termo** ou **nascimento prematuro**; 2) a segunda ocorre caso o filhote seja expelido já morto ou sem condições de sobreviver fora útero, entendido como **aborto**. Faz-se importante entender que ovos ou embriões muito jovens praticamente não apresentam chance de sobreviver, mesmo que sejam expelidos vivos, o que obrigatoriamente os identificaria como abortados.

Segundo os critérios de Adams et al. (2018), uma mesma espécie pode apresentar nascimento pré-termo e aborto, dependendo somente do estágio de desenvolvimento do embrião, o que deixa essa classificação consideravelmente subjetiva, tendo em vista que não se conhecem as taxas de sobrevivência para cada classe de tamanho de embrião ou estágio de desenvolvimento dos embriões que tenham sofrido um parto induzido pela captura. Assim sendo, neste estudo adotamos a classificação de Adams et al. (2018) levemente modificada ao considerar aborto somente se o embrião apresenta evidências de que morreu ainda no útero; ou nascimento pré-termo/prematuro se o embrião

foi expelido vivo, ou se estava vivo dentro do útero imediatamente antes de ser expelido, mesmo que tenha morrido imediatamente após o parto pelo esmagamento ao passar pelo esfíncter do útero e cloaca.

### **5.1 Comportamento das Mães**

Seus comportamentos após a captura e colocados a bordo envolveram as seguintes ações em sequência, alternadas ou concomitantes:

1. Briga com a linha através do balançar do corpo e da cauda;
2. Abertura da boca e espiráculos em movimentos antagônicos (quando abriam a boca fechavam os espiráculos e quando abriam os espiráculos fechavam a boca) expulsando água;
3. Emissão de ronco sonoro;
4. Movimento ondulatório das margens do disco;
5. Contração do cesto branquial;
6. Contração da região visceral quase sempre acompanhada por movimento da cauda ou da boca e espiráculos;
7. Abertura e fechamento das fendas branquiais;
8. Abertura do esfíncter uterino e extravasamento do líquido intrauterino;
9. Expulsão dos filhotes de forma ativa e também aparentemente passiva;

Essa sequência comportamental foi repetida em quase todas as Mães, em alguns casos mais ativamente que em outros. Não há registro na literatura da observação do comportamento pós-captura para nenhuma raia ou da elaboração de ectogramas. Embora essa seja uma sequência básica inicial descritiva desse comportamento, um estudo mais aprofundado ainda se faz necessário acerca das variações comportamentais, suas causas e seus significados fisiológicos.

### **5.3 Cronologia do Nascimento**

Os nascimentos pré-termo foram registrados em todas as capturas e assume-se que todas as fêmeas grávidas sempre tenham partos induzidos pela captura, sendo assim, uma característica inata da espécie ao observar o que ocorre para a pesca comercial. Este estudo não simulou a devolução ao ambiente natural dos animais ainda vivos considerando que os pescadores preferem matar as raias que devolvê-las vivas à água.

Todas as fêmeas grávidas sempre apresentaram partos de embriões pré-termo com todos os embriões deixando o ambiente uterino, não ficando embriões remanescentes. É também relevante que

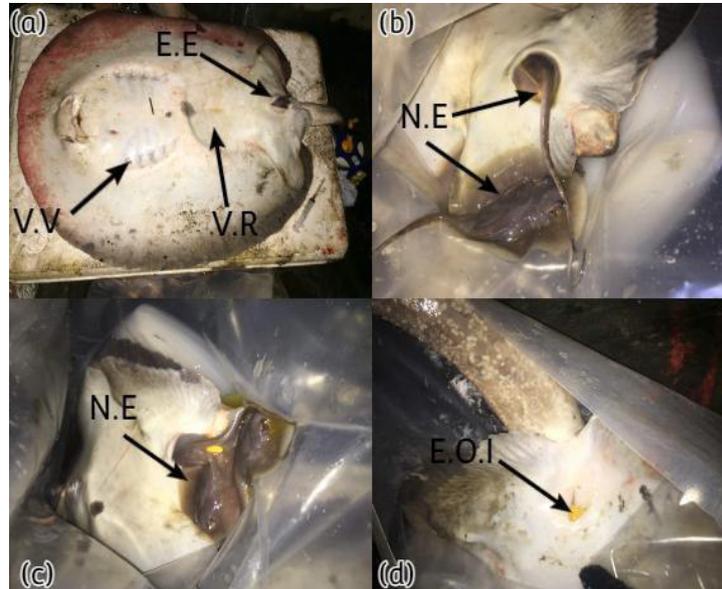
todas as Mães ainda estavam vivas durante o processo de nascimento dos filhotes e permanecendo vivas após o término do processo. Contudo, a sobrevivência dessas Mães após o parto, caso sejam devolvidas ao ambiente natural, bem como de seus ovos e embriões, ainda permanece uma questão a ser investigada.

Alguns aspectos relevantes do processo de captura desde o lançamento do espinhel, até o término do processo de nascimento pré-termo dos filhotes. Cada espinhel utilizado apresentava cerca de 30 anzóis, e, portanto, não eram muito longos e permitiam um monitoramento assíduo de forma que as raias não ficavam longos períodos capturadas brigando por se soltar do espinhel. Em sua maioria, foi possível assegurar que as raias não ficassem mais que 10 minutos presas ao espinhel, mas em alguns casos o período em que ficaram capturadas pode ter alcançado, no máximo, 30 minutos. Esse acompanhamento assíduo da pesca tinha por finalidade garantir que o processo de parto não se desse ainda dentro da água, mas somente após o embarque dos exemplares.

Após a captura, a tensão do cabo principal indicava a presença das raias e a despesca ocorria imediatamente com a deposição das mesmas na embarcação dentro de sacos individuais e abertos, permitindo a oxigenação. Da mesma forma, esse procedimento assegurava retenção de líquido intrauterino e de todos os filhotes e ovos que viessem a ser expelidos.

Todas as fêmeas iniciaram a expulsão dos embriões com tempos que variaram entre 1 e 50 minutos após a retirada da água (denominado **tempo de retenção**) (Figura 10), com média e desvio padrão iguais a 17,25 minutos e 14,96 minutos, respectivamente (Gráfico 1), mas com demarcada concentração de nascimentos com tempos de retenção abaixo dos 25 minutos Gráfico 2). E Os Gráficos 2 e 3 consideram a mesma relação, mas excluem as fêmeas que tiveram partos de ovos ou embriões com menos de 3 centímetros. A tendência decrescente do tempo de retenção fica mais evidente à medida que os embriões crescem no útero, não ultrapassando 20 minutos (RANGEL et al., 2020).

Figura 10 - Registro dos nascimentos: Vista ventral (V.V) estado do ventre reto (V.R) quase expulsando o embrião (E.E) (a), (b e c e d) nascimentos de embriões (N.E) após a saída do líquido intrauterino, (d) expulsão do ovo interminado (O.I).



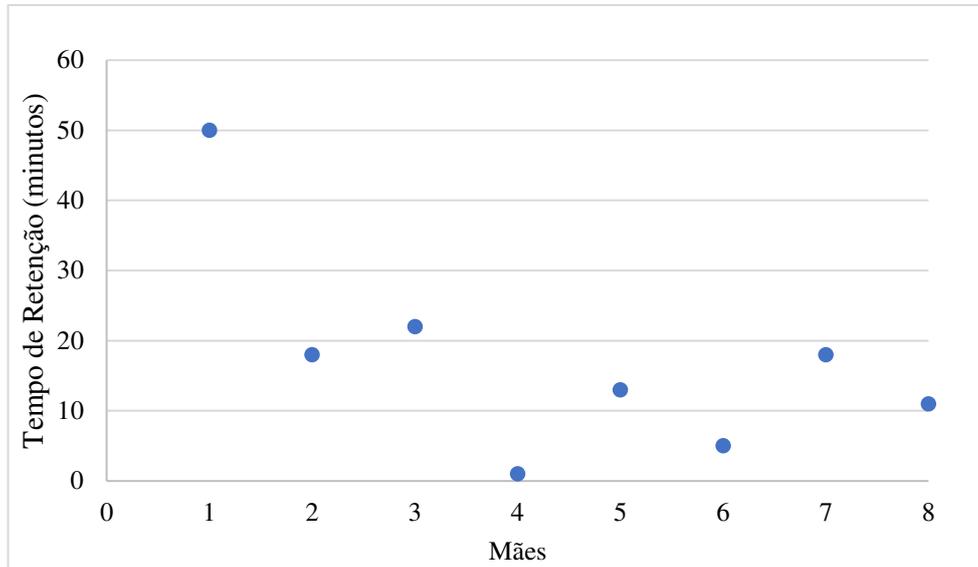
Fonte: Do autor.

Tabela 1- Tempos das Mães na expulsão os embriões variaram entre 1 e 50 minutos após a saída até o início dos nascimentos.

Mães	Saída da água após a captura (hora)	Início do nascimento pré-termo (hora)	Tempo de Retenção (minutos)
<b>1</b>	<b>20:00</b>	<b>20:50</b>	<b>50</b>
2	00:50	01:08	18
3	20:28	20:50	22
<b>4</b>	<b>21:10</b>	<b>21:10</b>	<b>1</b>
5	21:12	21:25	13
6	21:16	21:21	5
7	17:45	18:27	18
8	22:28	23:17	11

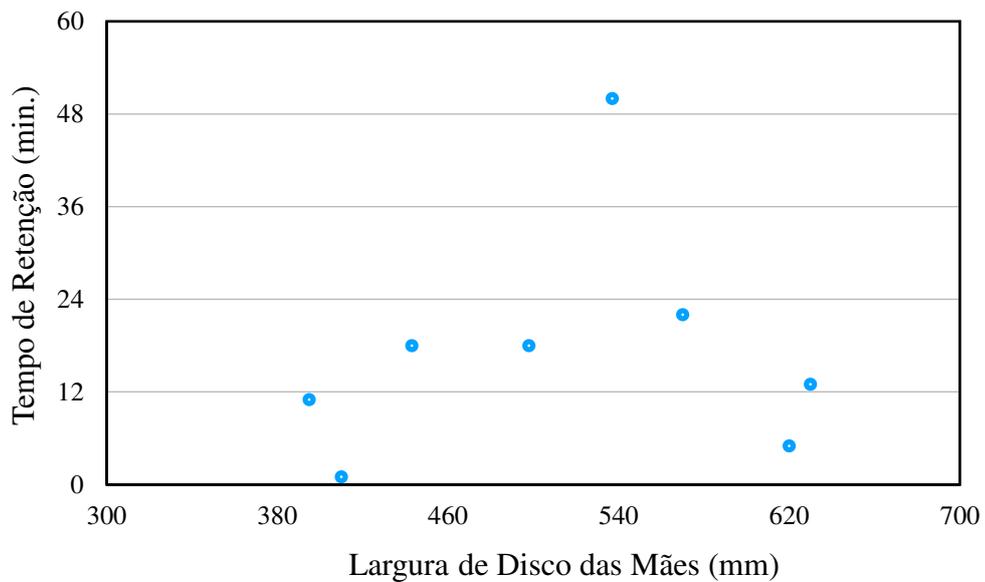
Fonte: Do autor.

Gráfico 1- Tempo de Retenção de 1 a 50 minutos entre o momento de saída e o início do processo de nascimento pré-termo das 8 Mães.



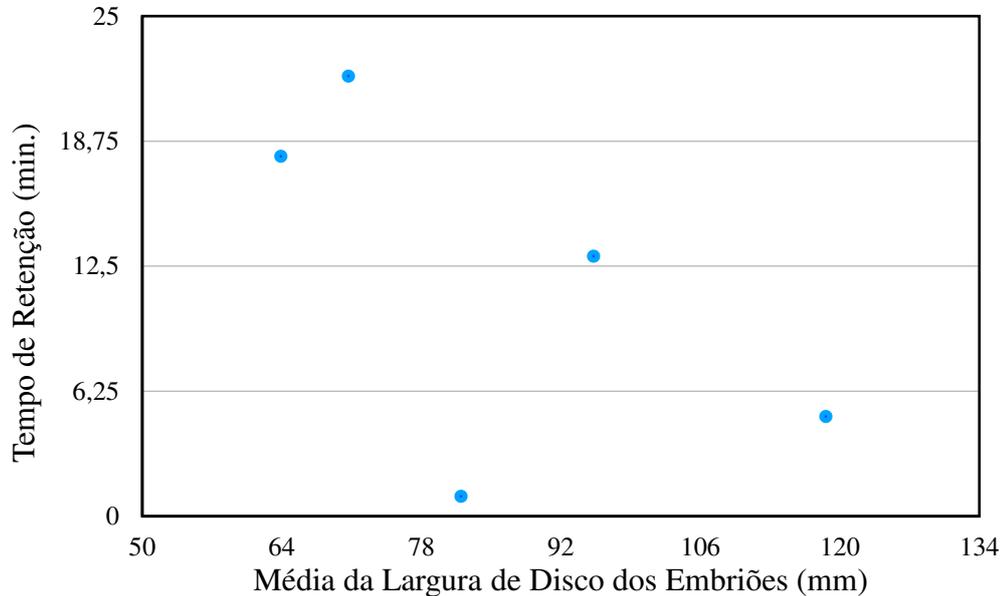
Fonte: Elaborado pelo o autor.

Gráfico 2- Gráfico da dispersão do tempo de retenção em função do tamanho das oito Mães estudadas.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 3- Dispersão entre o tempo de retenção em função da média da largura de disco dos embriões ou dos ovos por mãe (considerando ovos com valores de 30mm).



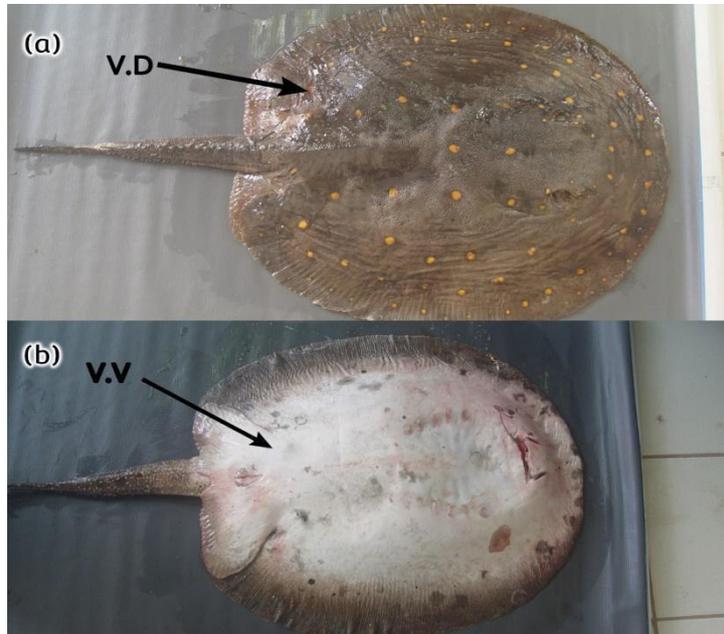
Fonte: Elaborado pelo autor.

O Gráfico 2, não evidencia tendência em relação ao tempo de retenção e o tamanho das mães, sugerindo que os tempos entre o início do estresse à exposição aérea e o início dos partos independem do tamanho das mães. Contudo, o Gráfico 3 sugere uma relação entre o tempo de retenção e a largura de disco dos embriões, onde mães com embriões maiores apresentam menores tempos de retenção. Embora os resultados sejam seminais, indicam respostas que precisam ser analisadas com maior atenção e considerando a interação de outras variáveis como o tamanho da prole (total e em cada útero), profundidade de captura e posicionamento após a captura.

## 5.2 Nascimentos Pré-Termo

Ao longo do período de coletas de campo, foram analisados e observados os processos do nascimento pré-termo/aborto em nove fêmeas de raias de água doce da espécie *P. motoro* (Figura 11). Baseando-se no fato de que foram encontrados embriões vivos saindo de suas Mães logo após a captura, mesmo quando esses eram de tamanho reduzido (Tabela 1), assumiu-se que a *Potamotrygon motoro* (Figura 11) apresente um padrão de **nascimentos pré-termo** dos embriões em decorrência das capturas ou da manutenção das mesmas fora da água.

Figura 11 - Espécime de *P. motoro* do Lago de Viana, (a) vista dorsal e (b) vista ventral.



Fonte: Do autor.

Tabela 2- Comprimento total dos menores embriões: largura de disco máximo, mínimo, média e DP (Desvio Padrão) em milímetros (mm).

Máximo	Mínimo	Média	D.P
124,15	63,86	96	17,1

Fonte: Elaborado pelo autor.

Não obstante, não foi possível estabelecer macroscopicamente se os ovos fecundados expelidos continham embriões vivos após a expulsão por não haver evidências claras que indicassem essa viabilidade, no entanto, também não havia evidências em contrário. Ao longo deste trabalho, foi adotado que a espécie *Potamotrygon motoro* realiza somente nascimento pré-termo em todas as fases de desenvolvimento embrionário, corroborando com o que foi observado até agora para outras espécies de raias de água doce como *P. leopoldi*, *P. henlei*, *P. wallacei*, *P. falkneri*, *P. orbignyi* e *P. motoro* das bacias Paraná-Paraguai e Amazonas, (Araújo, 2004; Charvet-Almeida, 2006; Rincon, 2006; Rincon et al., 2008.).

Durante a pesquisa de campo foram registrados um total de nove fêmeas com a ocorrência de apenas uma fêmea com diversos ovos (fecundidade indeterminada) e outra fêmea com 4 embriões, e por fim uma única fêmea que não estava grávida na coleta 1 (julho de 2018). E durante a coleta 2

(novembro de 2018) ocorreram 4 fêmeas com um total de 27 nascimentos pré-termo e na coleta 3 (junho de 2019) apenas duas fêmeas, uma com 2 embriões e a outra com 1 embrião e ovo (fecundidade indeterminada) (Tabela 3).

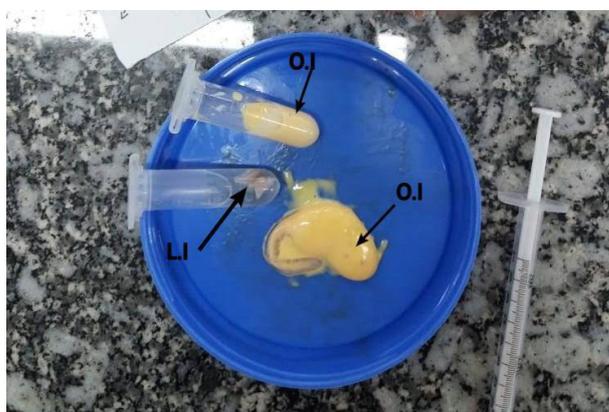
Tabela 3- Registro de todas as fêmeas grávidas nas três pesquisas de campo; o número de ovos foi considerado indeterminado (Indet.) por terem eclodido e se misturado em uma única massa uniforme de vitelo.

	Julho 2018 (coleta 1)		Novembro 2018 (Coleta 2)				Junho 2019 (Coleta 3)	
Conteúdo	Mãe 1	Mãe 2	Mãe 3	Mãe 4	Mãe 5	Mãe 6	Mãe 7	Mãe 8
<b>Ovos</b>	Indet.	-	-	-	-	-	-	Indet.
<b>Embriões</b>	-	4	6	4	11	7	2	1

Fonte: Do autor.

Portanto, durante todos os três meses de pesquisa de campo foram encontradas 8 Mães grávidas em diversos estágios reprodutivos com fecundidades uterinas que variaram de 1 a 11 embriões com média de 4,1 embriões por Mãe em diferentes estágios de desenvolvimento embrionário. Apenas duas fêmeas estavam grávidas com ovos (coletas 1 e 3) (Figura 12). Garrone Neto (2010), identificou na região do Alto rio Paraná 17 fêmeas sendo *P. motoro* (06) e *P. Falkneri* (11) entre com a quantidade de filhotes por fêmea grávida, em ambas as espécies alternou entre um e três, com fecundidade média de 1,3 filhotes por gestação em ambas as espécies. No entanto, *P. Falkneri* obteve fecundidade uterina semelhante em comparação a *P. motoro* da região do Lago de Viana. Pode-se afirmar que a fecundidade uterina varia mesmo sendo da mesma espécie.

Figura 12 - Ovos eclodidos de duas fêmeas grávidas;



Fonte: Do autor.

Nota: Um está no tubo Eppendorf ovo indeterminado (O.I), o outro estourado está fora eclodido ovo indeterminado (O.I). E no outro eppendorf um pouco de líquido intrauterino (L.I).

Alguns embriões que apresentam as vesículas vitelínicas estouradas (Tabela 4), sugerem que essas vesículas vitelínicas estouraram dentro das Mães no processo de nascimento pré-termo, considerando que os maiores embriões possuíam vesícula vitelínica, e desta forma os menores embriões certamente também as possuíam. E em relação ao líquido intrauterino foi coletado apenas de uma Mãe, visto que a maioria dos processos de nascimentos ocorreriam em questão de minutos impossibilitando as coletas.

Tabela 4- Registro das fêmeas Mães, com o número de identificação, largura de disco (LD) das mães, número de embriões/ovos ou indeterminado (Indet.), tamanho médio largura do disco (LD) e o estado da Vesícula Vitelínica Externa (VVE).

<b>Coleta 1</b>	<b>Número de identificação</b>	<b>Largura de Disco (LD)</b>	<b>Embriões/Ovos</b>	<b>Tamanho Médio (LD)</b>	<b>Estado da VVE</b>
Mãe 1	1536310	537	Indet. Ovos	-	Estouraram
Mãe 2	1535522	443	4 Embriões	Indet. Embriões	Vitelo presente
<b>Coleta 2</b>	<b>Número de identificação</b>	<b>Largura de Disco (LD)</b>	<b>Embriões/ovos</b>	<b>Tamanho Médio (LD)</b>	<b>Estado da VVE</b>
Mãe 3	1535510	570	6 Embriões	70,67	Vitelo (Estourou)
Mãe 4	1535610	410	4 Embriões	82	Vitelo (Estourou)
Mãe 5	20378222	610	11 Embriões	96	Formado
Mãe 6	2037824	620	7 Embriões	118,57	Formado
<b>Coleta 3</b>	<b>Número de identificação</b>	<b>Largura de Disco (LD)</b>	<b>Embriões/ovos</b>	<b>Tamanho Médio (LD)</b>	<b>Estado da VVE</b>
Mãe 7	2037850	498	2 Embriões	Indet. / Embriões	Vitelo presente
Mãe 8	2037849	395	1 Embrião/ Indet. Ovo	Indet. Embrião/Indet. Ovo	Vitelo presente

Fonte: Do autor.

Do total de oito Mães, seis apresentaram nascimentos pré-termo somente de embriões e duas Mães de embriões e/ou ovos. Na coleta 1 foram capturadas 2 fêmeas, sendo que a Mãe-1 expulsou ovos estourados ao sair pela cloaca e assim tornando impossível a contagem precisa desses ovos. A Mãe-2 apresentou o nascimento pré-termo de 4 embriões, mas foi impossível determinar precisamente os seus tamanhos devido à danificação da região dos discos; estes animais ainda estavam com as vesículas vitelínicas presentes.

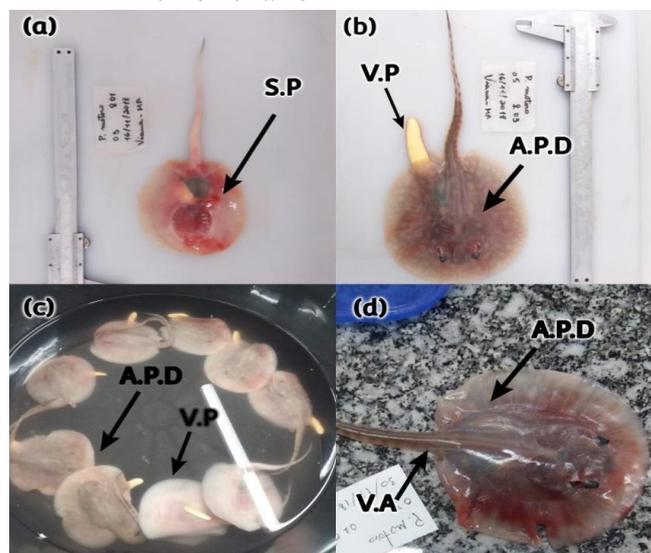
E na coleta 2 todas as 4 Mães capturadas estavam grávidas em diversos estágios reprodutivos registrando um maior número de nascimentos pré-termo, no qual a Mãe-3 com 6 embriões com as vesículas vitelínicas externas presentes; a Mãe-4 apresentou 4 embriões, todos com vesículas vitelínicas externas presentes e com larguras de discos entre 80-84 mm identificando que estes animais ainda se encontravam em **desenvolvimento embrionário intermediário**, supondo-se que o

tamanho ao nascer seja próximo ao tamanho dos embriões formados e com vesículas vitelínicas externas quase absorvidas, o que foi observado em embriões entre 91-118 mm LD das Mães-5 e 6. A Mãe-5 apresentou 11 embriões, todos formados e fortemente pigmentados; e a Mãe-6 apresentou 7 embriões, todos formados, fortemente pigmentados e com suas vesículas vitelínicas externas absorvidas (Figura 13).

E na coleta 3 foram registradas apenas duas fêmeas Mães; a Mãe-7 apresentou 2 embriões de pequeno porte (menos de 3 cm LD) com vesícula vitelínica externa presente; e a Mãe-8 apresentou 1 embrião com vesícula vitelínica externa presente (menos de 3 cm LD) e ovo (indeterminado) que eclodiu ao sair pela cloaca, evidenciando que ambas as Mães estavam no início da gestação.

As raias de água doce da família Potamotrygonidae e todas as raias da Ordem Myliobatiformes são vivíparas, sendo essa viviparidade a estratégia mais difundida entre os elasmobrânquios, podendo ainda ser dividida em lecitotrófica ou matrotrófica (MUSICK e ELLIS, 2005). Na viviparidade matrotrófica das raias de água doce, o embrião pode ser nutrido pelo vitelo da vesícula vitelínica externa e ainda apresenta uma complementação variável por parte da mãe na liberação de um histotrofo rico em proteínas e lipídios até o final da gestação (LIMA et al., 2011).

Figura 13 - Embriões em diferentes estágios de desenvolvimento embrionário.



Fonte: Do autor.

Nota: (a) com vitelo ausente (exemplar ainda é considerado um embrião não formado pois não há qualquer sinal de pigmentação (S.P)), (b) e (c) vitelo presente (V.P) e apresentam pigmentação dorsal (A.P.D). (d) vitelo absorvido (V.A) e apresentam pigmentação dorsal (A.P.D) vista dorsal.

As oito fêmeas Mães do estudo estavam em diferentes estágios reprodutivos com o máximo de 11 embriões e mínimo de 1 ovo, incluindo todas as três coletas de campo (Gráfico 1) e totalizando

35 embriões em diferentes estágios de desenvolvimento embrionário. Em comparação a *Potamotrygon amandae* que o tamanho da ninhada variou entre 1 e 7 filhotes (RANGEL et al., 2020).

A fecundidade máxima observada na coleta 1 foi de 4 embriões e a mínima estimada foi de teoricamente 2 ovos (que se misturaram em uma grande massa uniforme), mas esta fecundidade mínima necessita de confirmação devido à eclosão dos ovos logo antes de serem expelidos; já na coleta 2 a fecundidade máxima foi de 11 embriões e a mínima de 4 embriões; na coleta 3 a fecundidade máxima foi de 2 embriões e a mínima teoricamente de 1 ovo.

A observação de fecundidade de somente um embrião não são raras e podem ser encontradas em outras espécies de raias de água doce como *P. orbignyi* (RINCON, 2006), ou associadas a indivíduos jovens e em início do processo reprodutivo. *Potamotrygon motoro* parece apresentar esse padrão de aumento de fecundidade com o aumento do tamanho da Mãe (Tabela 5) (Gráfico 2). Rangel et al., (2020) também relaciona o tamanho da ninhada com o tamanho materno em *Potamotrygon amandae*.

As coletas ocorreram em diferentes estações do ano, tendo sido duas das coletas na estação das chuvas (coletas 1 e 3) e outra na estação seca (coleta 2), sendo assim possível observar a distribuição dos estágios de desenvolvimento embrionário ao longo desse período. Dessa forma, consideramos que os dados indicam que o ciclo reprodutivo de *P. motoro* não seja regulado pelo ciclo hidrológico, como observado por Charvet-Almeida et al. (2005) para *P. leopoldi*. No entanto, faz-se necessária a realização de uma amostragem mais extensa para a sua comprovação.

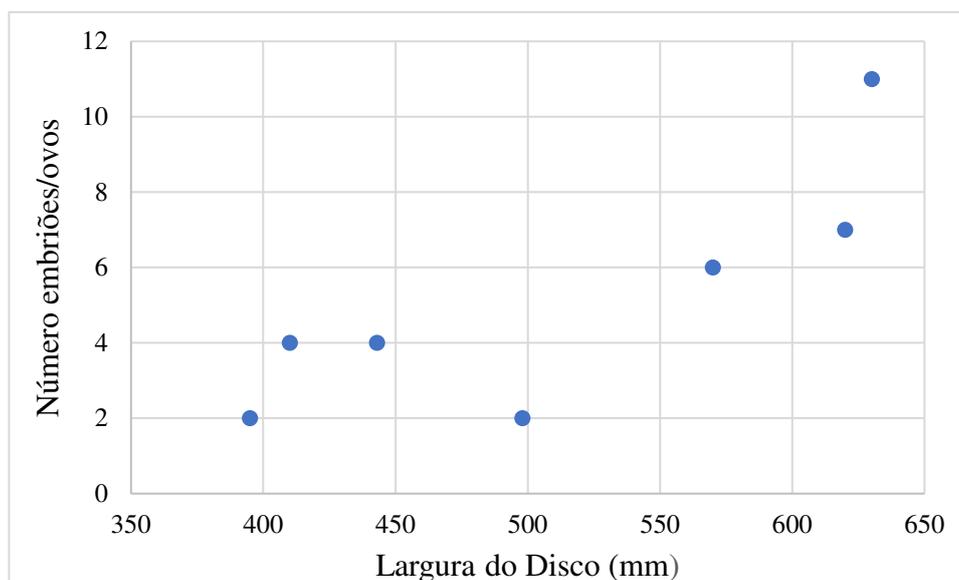
O cuidado parental em raias de água doce, descrito como a permanência das fêmeas sobre a prole e podendo durar até um mês após o parto (ARAÚJO, 1998) é citado por diversos autores, mas nunca comprovado definitivamente. O mesmo não foi observado em campo e esse cuidado parental ainda precisa ser confirmado e descrito para essa população.

Tabela 5- Tamanhos máximo, mínimo, média em milímetros e DP= desvio padrão do comprimento total e da largura do disco de todas as Mães.

	<b>Máximo</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Média</b>	<b>DP</b>
Comprimento total	1050	711	835	174
Largura do disco	630	395	512	85

Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 4 - Relação dos tamanhos das Mães com o número de embriões.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Considerando os tamanhos das Mães, a maior fêmea foi a Mãe-5 com 1050 mm de comprimento total e 630 mm LD que também corresponde à maior fecundidade com 11 embriões (Figura 14). A menor Mãe foi a Mãe-8 com 711 mm CT e 395 mm de LD, e fecundidade de 1 embrião e 1 ovo. A Mãe-2 apresentava a cauda decepada e cicatrizada, provavelmente por ação dos pescadores, e uma fecundidade de 4 embriões (Figura 13). No presente estudo a média de tamanho de todas as Mães foi 835 mm de comprimento total com desvio padrão 174 mm e a média da largura do disco foi 512 mm com desvio padrão de 85 mm (Tabela 5).

Garrone Neto (2010) em seu estudo na região do Alto Rio Paraná sobre a reprodução de *P. motoro* e *P. falkneri*, em que foram capturadas, essas fêmeas atingiram tamanhos de largura de discos máximos de 570 mm para *P. motoro* e para *P. falkneri* de 630 mm, mas não fazendo menção sobre as medidas de comprimento total.

Outro fator que influencia a relação não harmônica são os acidentes quando os pescadores acabam pisando no dorso do disco das raias, e por instinto, estes animais acabam ferindo-os, e por isso, os pescadores inconsequentemente cortam suas caudas. Padrão semelhante de mutilação das raias foi observado em *P. orbigny* no rio Tocantins (RINCON, 2006) e no rio Xingú para *P. leopoldi* (CHARVET-ALMEIDA, 2006), ou até mesmo a extirpação desses animais nas praias turísticas da bacia Amazônica (CHARVET-ALMEIDA et al., 2002).

Como observado na raia Mãe-2 (Figura 14) apresentou uma sequência de cortes laterais no disco, uma punhalada no dorso e estava sem cauda, provavelmente como resultado da relação com os pescadores ribeirinhos. Segundo os pescadores, estas raias se alimentam dos peixes que são

capturados nas redes de emalhe. Ainda assim, também pela questão de não conhecerem muito a respeito das características reprodutivas, morfológicas, fisiológicas e ecológicas da espécie *P. motoro*, para o equilíbrio do meio ambiente na qual vivem.

Figura 144- Registro da Mãe-2 (vista dorsal) com 475 mm de comprimento total com 4 embriões, com cortes na lateral do disco e sem cauda.



Fonte: Elaborado por Kerly Cristina Melo.

Figura 155- Mãe-5 (vista dorsal, correspondendo à fêmea com maior fecundidade).



Fonte: Do autor.

Os embriões (Tabela 6) apresentaram variáveis estágios de desenvolvimento, evidenciando que o processo de nascimento captura-induzido parece ser mais dependente de ação direta das Mães

que por ação ativa dos embriões, pois em casos onde os embriões eram muito pequenos, ou ovos ainda não desenvolvidos, os mesmos não tinham força suficiente para sair pela cloaca da Mãe. Isso não implica que embriões maiores não possam ajudar ativamente no processo de nascimento pré-termo, o que inclusive parece ocorrer baseado na forte mobilidade destes animais recém-nascidos.

Os ovos das Mães-1 e 8 (incluindo 1 embrião da Mãe-8) identificam que estes animais estavam no estágio (2) inicial de desenvolvimento embrionário, já que o embrião não apresenta pigmentação e nem absorção das vesículas vitelínicas externas (Tabela 7) (Figura 16). Os embriões das Mães-2, 3 e 7 estavam no estágio (2) e (3) de desenvolvimento, pois não apresentavam pigmentação e nem absorção das vesículas vitelínicas (Tabela 7) (Figura 17).

Os embriões da Mãe 4 estavam no estágio (4) de desenvolvimento, pois apresentavam pigmentação, mas não absorção da vesícula vitelínica externa (Tabela 7) (Figura 18). E as Mães 6 e 5 os embriões estavam no estágio (3) de desenvolvimento embrionário, visto que, estavam com pigmentação e apresentavam absorção completa das vesículas vitelínicas (Tabela 7) (Figura 19).

Dos 35 embriões, 12 são machos e 12 são fêmeas, e 9 embriões foram considerados de sexo indeterminado devido à indiferenciação dos órgãos reprodutores.

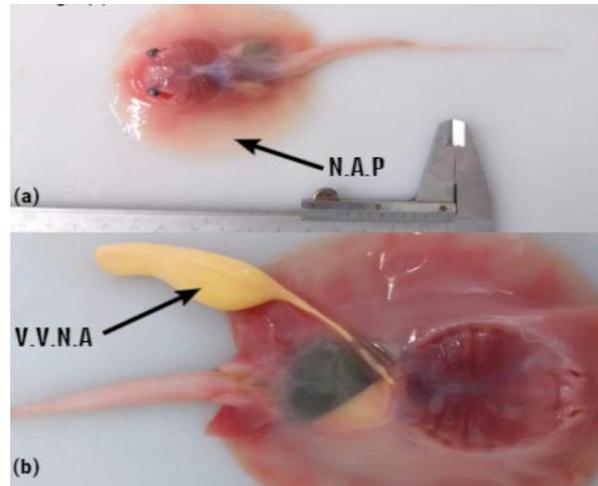
Tabela 6- Características quanto aos Estágios de desenvolvimento embrionário de *P. motoro*.

<b>Estágios</b>	<b>Pigmentação</b>	<b>Vesícula Vitelínica Externa</b>
1	Não apresenta	Não absorvida
4	Presente	Não absorvida
5	Presente	Absorvida

Fonte: Elaborado pelo autor.

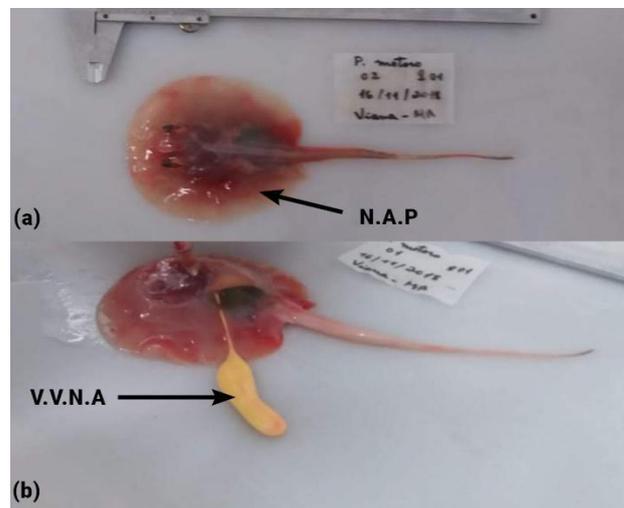
O estágio (1) é quando não apresenta pigmentação (N.A.P) e vesícula vitelínica não absorvida (V.V.N.A) nos embriões (Figura 16 e 17). No estágio (4) a pigmentação presente (P.P) e a vesícula vitelínica não absorvida (V.V.N.A) nos embriões. (Figura 18). E no estágio (5) a pigmentação presente (P.P) e a vesícula vitelínica absorvida (V.V.A) (Figura 19). Portanto, cinco fêmeas Mães tiveram nascimentos prematuros classificados em dois estágios (1 e 4) de desenvolvimento embrionário. E nas outras três Mães os registros foram no estágio (5) de nascimentos prematuros de desenvolvimento.

Figura 16- Estágio (1) de Desenvolvimento em *P. motoro*; (a) Não apresenta pigmentação (N.A.P) em vista dorsal; (b) Vesícula vitelínica não absorvida (V.V.N.A) em vista ventral.



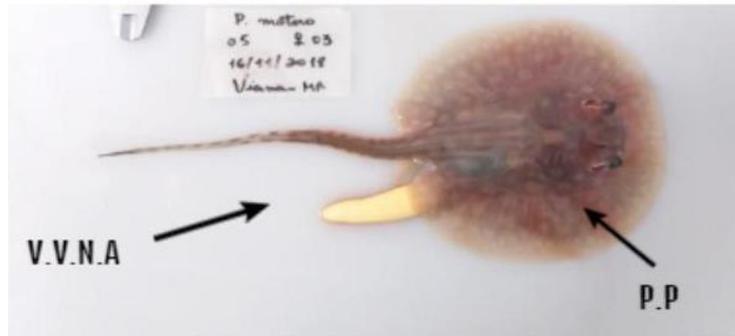
Fonte: Do autor.

Figura 17 - Estágio (1) de Desenvolvimento em *P. motoro*; (a) Não apresenta pigmentação (N.A.P) em vista dorsal; (b) Vesícula vitelínica não absorvida (V.V.N.A) em vista ventral.



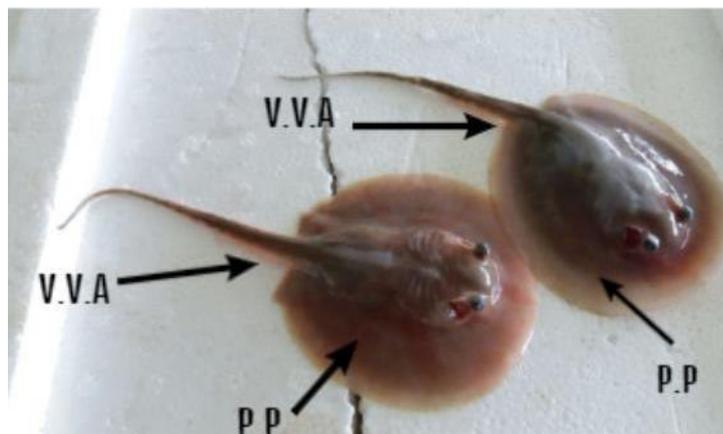
Fonte: Do autor.

Figura 18 - Estágio (4) de Desenvolvimento em *P. motoro*; Pigmentação Presente (P.P), Vesícula vitelínica não absorvida (V.V. N.A) em vista dorsal.



Fonte: Do autor.

Figura 19 - Estágio (5) de Desenvolvimento em *P. motoro*; Pigmentação presente (P.P); Vesícula vitelínica absorvida (V.V.A) em vista dorsal.



Fonte: Do autor.

Tabela 7- Fêmeas Mães, embriões/ovos e indeterminado (Indet. - em embriões/ovos que foram muito danificados ao sair pela cloaca). Peso (g), Largura do Disco (LD), Comprimento Total (CT) e Sexo Macho/Fêmea ou indeterminado.

<b>Mãe</b>	<b>Embriões/ovos</b>	<b>Peso (g)</b>	<b>LD (mm)</b>	<b>CT (mm)</b>	<b>Sexo/Indet.</b>
1	Ovos (estouraram)	Indet	Indet.	Indet.	Indet.
2	1	Indet.	Indet.	Indet.	Indet.
	2	Indet.	Indet.	Indet.	Indet.
	3	Indet.	Indet.	Indet.	Indet.
	4	Indet.	Indet.	Indet.	Macho
3	1	13,68	71	173	Fêmea
	2	13,68	71	175	Fêmea
	3	13,81	70	165	Indet.
	4	Indet.	Indet.	Indet.	Indet.
	5	Indet.	Indet.	Indet.	Indet.
	6	Indet.	Indet.	Indet.	Fêmea
4	1	25,62	80	183	Macho
	2	28,37	84	188	Macho
	3	25,37	82	192	Indet.
	4	Indet.	Indet.	Indet.	Macho
5	1	46,76	90,77	216	Macho
	2	58,16	95,94	230	Fêmea
	3	55,25	95,94	230	Fêmea
	4	51,37	94,97	226	Fêmea
	5	58,12	93,98	232	Fêmea
	6	52,44	93,97	217	Macho
	7	57,31	101,28	238	Macho
	8	55,64	95,76	225	Macho
	9	48,44	94,34	222	Macho
	10	50,75	95,48	225	Macho
	11	55,78	96	228	Macho
6	1	98,70	115	272	Fêmea
	2	106,77	115,94	270	Fêmea
	3	94,5	115,46	256	Fêmea
	4	107,16	117,43	171	Macho
	5	107,33	124,15	281	Fêmea
	6	109,16	123	280	Fêmea
	7	113,80	119	276	Macho
7	1	11,16	63,86	154,86	Indet.
	2	Indet.	Indet.	Indet. -	Indet.
8	1 ovo (Estorou)/ 1 embrião	Indet.	Indet.	Indet. -	Indet.

Fonte: Do autor.

A sobrevivência da prole pós-parto requer que os embriões tenham condições nutricionais adequadas para que sobrevivam sem o aporte nutricional da mãe. Segundo RANGEL et al. (2020), o processo de aborto/nascimento prematuro apresenta forte relação com o período gestacional, tamanho da ninhada e tamanho das raias grávidas. CHARVET-ALMEIDA (2006), da mesma forma, identifica nascimentos pré-termos em *P. leopoldi*. Os resultados aqui apresentados reforçam essas percepções, mas ainda não é possível estabelecer se há interações desses fatores de forma que contribuam mais para o nascimento pré-termo e quais seriam esses fatores.

WOSNICK et al., (2018), em seu estudo da pesca comercial incidental em *Zapteryx brevirostris*, observaram apenas a ocorrência de abortos em um total de mais 239 embriões e sem a identificação de nascimentos prematuros, ou seja, capazes de sobreviver fora do útero da mãe. RINCON (2007) identifica uma mãe morta dando à luz filhotes vivos de cação-bico-de-cristal (*Galeorhinus galeus*). Desta forma, fica evidente que não há um padrão para elasmobrânquios ou mesmo para as raias, mas há evidências que indicam um padrão de nascimento pré-termo para raias *Potamotrygon* e possivelmente para a família toda ou mesmo a Ordem Myliobatiformes.

Conforme, ADAMS et al. (2018) os autores enfatizam algumas causas que acomete o parto induzido por captura de pesca, como por exemplo, os estímulos de indução de estresse que podem ser ocasionados por traumas (como lesões, por rede) ou asfixia em (redes de malha). Os acontecimentos do parto induzido por estresse não parecem ser de forma isolada na hora da captura (Adams et al., 2018). Os autores ainda citam que: "O fato de poderem ocorrer na natureza significa que o fenômeno pode ter significado adaptativo".

Desta forma, faz-se necessário o desenvolvimento de mais estudos detalhados sobre as características adaptativas reprodutivas. Mas deve-se considerar um aspecto importante que é a falta de dados que temos sobre o parto captura-induzido em decorrência de um (qual? ou quais?) fator (fatores) que induz ao nascimento pré-termo. A afirmação que está relacionada a uma resposta estressora é vaga porque não identifica qual resposta é essa. Mas considerando com muito cuidado e alegando que sempre o conhecimento nessa área ainda necessita confirmação. A interação da pesca na hora da captura que acomete na mortalidade dos filhotes pode ser um fator predominante no processo abortivo das raias de água doce. Já que os:

“[...] indivíduos capturados durante o período reprodutivo são ainda mais vulneráveis à captura devido às suas altas demandas metabólicas em relação à reprodução, com menos recursos / energia restantes para estar prontamente disponível em resposta a desafios estressantes [...]” (FRENCH; DENARDO; MOORE, 2007 *apud* WOSNICK et al., 2018, p. 2).

As raias de água doce *P. motoro* são animais extremamente vulneráveis à ação antrópica que afetam gradativamente seus habitats, e provocam a remoção de indivíduos da população. Se o habitat das raias de água doce *P. motoro* sofre impactos de natureza antrópica, como por exemplo o lançamento de resíduos sólidos dentro dos rios e lagos e a pescaria de arrasto, então, isso pode afetar o ciclo reprodutivo desta espécie, como sustenta um estudo sobre educação ambiental relação seres humanos e raias de água doce intitulado: “*Uso do storytelling na educação ambiental para sensibilização do público infantil sobre arraias de água doce*”, onde diz:

[...] quando constroem barragens transformando os rios, sistemas lóticos, em reservatórios, sistemas mais lênticos; quando lançam esgotos líquidos direta ou indiretamente nos reservatórios; além de restos de alimentos, provenientes das atividades humanas nas orlas fluviais e complexos de lazer construídos em suas margens. (CORRÊA, 2016, p.23-24).

Nesse segmento é imprescindível que o Brasil, contendo um importante reservatório da biodiversidade destes animais no mundo, seja o principal responsável na conservação dos mesmos. Por isso, se faz muito relevante investigarmos o processo reprodutivo das espécies desses animais, uma vez que, quaisquer alterações no equilíbrio do ecossistema na natureza podem causar sérios problemas no desenvolvimento natural dessas espécies (ALMEIDA et al., 2008, p. 83).

Qualquer alteração antrópica de natureza física, química e biológica no habitat das raias interfere rapidamente em sua dinâmica populacional, que conseqüentemente acaba por interferir na cadeia trófica e em grupos mais basais do ecossistema Corrêa (2016). As interferências centralizadas na natureza como a liberação de esgoto não tratado, e o lixo nas margens do lago de Viana, a construção de comportas para o controle do fluxo das águas e o assoreamento dos lagos, são impactos relevantes o suficiente para causar uma interferência no ciclo reprodutivo da espécie *P. motoro*.

## 6 CONCLUSÃO

Considerando que todos os filhotes nasceram vivos, entende-se que não ocorriam abortos e sim nascimentos prematuros ou pré-termo. Apesar dos resultados obtidos, não é possível afirmar que os nascimentos ocorrem em consequência do estresse da captura, podendo estar vinculado ao estresse da permanência da Mãe fora da água e sua conseqüente diminuição nas taxas de oxigenação própria e dos embriões.

O processo de expulsão dos embriões raramente ultrapassa vinte minutos após a saída da água e as mães sempre estavam vivas após o término desse processo. Todos os embriões estavam

vivos ao nascerem e o seu nascimento parece ser principalmente materno, mas que não pode ser descartar o desenvolvimento embrionário.

Há evidências de que a expulsão dos filhotes; enquanto que o número de embriões por ninhada e o tamanho das mães parecem não ter o mesmo grau de relevância nesse processo. No entanto, maiores estudos se fazem necessários.

Porquanto, há necessidade de muito mais pesquisas científicas sobre a reprodução da espécie *P. motoro* relacionada ao processo do nascimento prematuro. Desta forma, possibilitando a continuação ou as primeiras medidas de orientação, proteção, principalmente aos animais e consequentemente os pescadores que utilizam as águas continentais para suas pescarias.

É de extrema importância pensar medidas educativas e informativas sobre a espécie e seu habitat, para que seu ambiente de água doce, na qual os seres humanos utilizam os seus recursos naturais de forma acelerada, não acabe em colapso e em risco para a espécie.

## REFERÊNCIAS

- ACHENBACH, G. M. & ACHENBACH, S. V. M. Notas acerca de algunas especies de “raya fluvial” (Batoidei, Potamotrygonidae) que frecuentan el sistema hidrográfico del río Paraná médio en El departamento La Capital (Santa Fé – Argentina). comunicaciones del Museo Provincial de *Ciencias Naturales “Florentino Ameghino”*, 1976. 8: 1-34.
- ADAMS *et al.* Sharks, rays and abortion: The prevalence of capture-induced parturition in elasmobranchs. **Biological Conservation**, journal homepage: [www.elsevier.com/locate/bioconv](http://www.elsevier.com/locate/bioconv). DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2017.10.010>. V. 217, p. 11-27, january 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2017.10.010>. Acesso em: 22 dez. 2020.
- AMAZON EXOTIC IMPORT. **Hoplias malabaricus**. August 2011. 1 fotografia. Disponível em: <http://www.amazon-exotic-import.de/Imports.html>. Acesso em: 10 nov. 2020.
- ALMEIDA, Mauricio Pinto de. **História Natural das Raias de água doce (Chondrichthyes: Potamotrygonidae) na Ilha de Marajó (Pará- Brasil)**. 2008. Tese (Doutorado em Zoologia) - Programa de pós-graduação em zoologia do convênio Museu Paraense Emílio Goeldi, Universidade Federal do Pará. Belém, 2008. Disponível em: <http://repositorio.ufpa.br/jspui/handle/2011/3424>.
- ALMEIDA, Mauricio Pinto de *et al.* **Diversidade de raias de água doce (Chondrichthyes: Potamotrygonidae) no estuário amazônico**. Arquivos de Ciências do Mar, v. 41(2), p. 82–89, 2008. Disponível em: <http://www.periodicos.ufc.br/arquivosdecienciadomar/article/view/6067>. Acesso em: 11 nov. 2020.
- ARAÚJO, M. L. G. **Biologia reprodutiva e pesca de Potamotrygon sp. (Chondrichthyes: Potamotrygonidae), no Médio Rio Negro, Amazonas**. Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. 1998. Dissertação (Mestrado em Biologia de Água Doce e Pesca Interior), Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 1998. Disponível em: <https://koha.inpa.gov.br>. Acesso em: 21 out. 2020.
- BABEL, J. S. Reproduction, life history, and ecology of the round stingray, *Urolophus halleri* Cooper. Fisheries Bulletin of the California Department of Fish and game, 137: p. 1-104, 1967.
- BORNATOWSKI, H.; ABILHOA, V. **Tubarões e raias capturados pela pesca artesanal no Paraná**: Guia de identificação. 1. ed. ilustrado por Igor Kintopp Ribeiro. – Curitiba, Pr: Hori Consultoria Ambiental, 2012. p.11-13. Disponível em: <http://www.hori.bio.br/cadernos/23-HCT4.pdf>.
- CARVALHO, M. R. **Potamotrygon rex, a new species of Neotropical freshwater stingray (Chondrichthyes: Potamotrygonidae) from the middle and upper rio Tocantins, Brazil, closely allied to Potamotrygon henlei (Castelnau, 1855)**. Zootaxa, v. 4150(5), p. 537–565, 2016a.
- CARVALHO, M. R. **Description of two extraordinary new species of freshwater stingrays of the genus Potamotrygon endemic to the rio Tapajós basin, Brazil (Chondrichthyes: Potamotrygonidae), with notes on other Tapajós stingrays**. Zootaxa, v. 4167(1), p. 1–63, 2016b.
- CASTEX, M. N. Observações sobre la raya de río Poamotrygon motoro (Müller y Henle). **Comunicaciones del Museo Argentino de Ciências Naturales Bernardino Rivadavia, Hidrobiología**, 1963. 1 (2): 7-14.

CASTEX, M. N. 1964. Estado actual de los estudios sobre la raya fluvial neotropical. **Revista del Museo Providencial de ciencias Naturales Florentino Ameghino**, número extraordinário del cincuentenário: p. 9-49.

CASTEX, M. N.; Maciel, I. **Notas Sobre la Familia Potamotrygonidae Garman 1913**. Santa Fé, Dirección General de Recursos Naturales. Publicación Técnica, 1965. 14: 1- 23.

COSTA, Clarissa Lobato da. **Sustentabilidade Da Pesca Artesanal No Lago De Viana, Área De Proteção Ambiental Da Baixada Maranhense**. 2006. Dissertação (Mestrado em Sustentabilidade de Ecossistemas) - Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade de Ecossistemas, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2006. Disponível em: <https://tedebc.ufma.br/jspui/handle/tede/tede/1211>.

COSTA, C. R. **Baixada Maranhense**. São Luís: Instituto Histórico e Geográfico do Maranhão, 1982. 128 p.

COSTA-NETO, José Policarpo. **Bases limnológicas para manejo de tanques de cultivo de peixes**. 1990. Tese (Doutorado em Engenharia Hidráulica e Saneamento) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Hidráulica e Saneamento, Escola de Engenharia de São Carlos Universidade de São Paulo. São Carlos. 1990.

CORRÊA, Yara Gomes. **Uso do storytelling na educação ambiental para sensibilização do público infantil sobre arraias de água doce**. 2016. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Curso de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2016. Disponível em: <http://repositorio.uft.edu.br/handle/11612/254>. Acesso em: 11 dez. 2020.

CHARVET-ALMEIDA *et al.* **Reproductive Aspects of Freshwater Stingrays (Chondrichthyes: Potamotrygonidae) in the Brazilian Amazon Basin**. J. Northw. Atl. Fish. Sci., Vol. 35: 165–171, February 2005. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org>. Acesso em: 20. dez. 2020.

CHARVET-ALMEIDA, Patrícia. **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). 2006. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas (Zoologia) - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa. 2006. Acesso em: 22 dez. 2020.

CHARVET-ALMEIDA, Patrícia. **Ocorrência, biologia e uso das raias de água doce na baía de Marajó (Pará, Brasil), com ênfase na biologia de *Plesiopygon iwamae* (Chondrichthyes: Potamotrygonidae)**. 2001. Dissertação (Mestrado em Zoologia) – Programa de Pós-Graduação em Zoologia, Universidade Federal do Pará, Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, 2001. Disponível em: <http://repositorio.ufpa.br/jspui/handle/2011/4160>. Acesso em: 22 nov. 2020.

FEITOSA, A. C.; TROVÃO, J. R. **Atlas escolar do Maranhão: espaço geo-histórico-cultural**. João Pessoa: Editora Grafset, 2006. 207 p. v. 1.

FRANCO, José Raimundo Capelo. **Sistema Lacustre Vianense: ensaios de modelos conceituais para os lagos do município de Viana-MA**. 2008. Dissertação (Mestrado em Sustentabilidade de Ecossistemas) – Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Sustentabilidade de Ecossistemas,

Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2008. Disponível em: <https://tedebc.ufma.br/jspui/handle/tede/1207>. Acesso em: 26 nov. 2020.

GARRONE NETO, D. **História natural, diversidade e distribuição de raias na região do Alto Rio Paraná, Brasil**. 2009. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2009.

GARRONE NETO, Domingos. **Considerações sobre a reprodução de duas espécies de raias (Myliobatiformes, Potamotrygonidae) na região do Alto Rio Paraná, Sudeste do Brasil**. Panajamas, Pan-American Journal of Aquatic Sciences, 2010. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/19388>.

GOOGLE EARTH VERSÃO 4.3 E POSTERIOR: Nasa, 2008 Europa Technologies, 2008. Terra Metrics, MapLink/Tele-Atlas. Disponível em: <http://earth.google.com.br/userguide/v4/>.

GRUPO INTEGRADO DE AQUICULTURA E ESTUDOS AMBIENTAIS. **Astyanax-bimaculatus**. 2018. 1 fotografia. Disponível em: <https://gia.org.br/portal/wp-content/uploads/2018/03/Astyanax-bimaculatus-SACIB2012080802-1-300x156.jpg>. Acesso em: 10 nov. 2019.

HOLDEN, M.J. **Problems in the rational exploitation of elasmobranch populations and some suggested solutions**, p.117-137, in Harden-Jones, F. R. (ed.), Sea fisheries research. John Wiley & Sons, 506 p., New York. 1974.

INSTITUTO BRASILEIRO DE ESTATÍSTICA E GEOGRAFIA (IBGE). 2010. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ma/viana/panorama>. Acesso em: 21 out. 2020.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBIO). 2011). Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/ultimas-noticias/20-geral/889-diferenca-entre-apa-e-app-nao-e-clara-para-todos-diz-artigo>. Acesso em: 20. out. 2020.

JOHNSTON, Larisa. **Red-bellied Piranha *Pygocentrus nattereri***. c2003-2020. 1 fotografia. Disponível em: <http://www.gopetsamerica.com/fish/freshwater/red-bellied-piranha.aspx>. Acesso em: 10 nov. 2020.

LASSO, Carlos Alcalá *et al.* IX. **Rayas de água doce (Potamotrygonidae) de Suramérica. Parte I: Colombia, Venezuela, Ecuador, Perú, Brasil, Guyana, Surinam y Guayana Francesa: diversidad, bioecología, uso y conservación**. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 2013.

LESSA, Rosângela *et al.* **Biodiversidade de elasmobrânquios no Brasil**. MMA, Relatório para o Programa Nacional de Diversidade Biológica (PRONABIO – Necton – Elasmobrânquios. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal (MMA). 1999. Recife, 119 p.

LIMA, Larissa; CRUZ, B. S. **Resumo sobre reprodução dos elasmobrânquios**. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Biológicas) - Universidade Tiradentes, [s.l.], 2011. Disponível em: <https://www.webartigos.com/artigos/resumo-sobre-reproducao-dos-elasmobrânquios/66734>. Acesso em: 20 dez. 2020.

LOBODA, T. S.; CARVALHO, M. R. **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, 2013. v. 11(4), p. 693–737.

LUCIFORA, Luís O *et al.* **Freshwater sharks and rays**. Current Biology Magazine, Quick guide Elsevier. Outubro 2015. Disponível em: [https://www.cell.com/current-biology/pdf/S0960-9822\(15\)00745-9.pdf](https://www.cell.com/current-biology/pdf/S0960-9822(15)00745-9.pdf).

MARTIN, L. K.; CAILLIET, G. M. Aspectos of the reproduction of the bat ray, *Myliobatis californica*, in Central California. **Copeia**, v. 1988, p. 754-762, 1988.

MARANHÃO, Gerência de desenvolvimento e planejamento econômico - GEPLAN. **Atlas do Maranhão**. São Luís. 2 ed. 39 p. UEMA- Laboratório de Geoprocessamento, 2002. Disponível em: <http://www.bellalex.net/arquivos/studio-idro-geologico-climatico-ed-altro.pdf>.

Ministério do Meio Ambiente, Peixe de água doce (2019). Disponível em: <https://ambientes.ambientebrasil.com.br/agua/artigosaguadoce/peixesdeaguadoce/>. Acesso em: 25 out. 2020.

MIRANDA, Glaciane Penha Everton. **Uso de ocupação do solo no entorno dos lagos Cajari e Formoso, Penalva-MA, APA Baixada Maranhense, e sua influência nas variáveis Limnológicas**. 2006. Dissertação (Mestrado em Sustentabilidade de Ecossistemas) – Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Sustentabilidade de Ecossistemas, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2006. Disponível em: <http://tedebc.ufma.br:8080/jspui/handle/tede/1219>. Acesso em: 26 nov. 2019.

MUSICK, J. A.; ELLIS, J. K. Reproductive Evolution of Chondrichthyans., Pp. 45-79. *In*: W. C. Hamlett (ed.). Reproductive biology and phylogeny of Chondrichthyes: Skarks, batoids and chimears. **Science Publishers**, Enfield, New Hampshire. 2005.

PINTO, J. A. **Biologia de *Potamotrygon motoro* (Pisces; Rajiformes) do complexo lagunar de Viana – Maranhão**. Undergraduate monograph. São Luís: Universidade Federal do Maranhão. 1987. 45 pp.

PRATT, H. L. & Casey, J. G. **Shark reproductive strategies as limiting factor in directed fisheries, with a review of Holden's method of estimating growth- parameters**, p.97-109, in Pratt, H.L.; Gruber, S.H. & Taniuchi, T. (eds.), Elasmobranch as living resources:advances in biology, ecology and systematics, and the status of fisheries. NOAA Technical Report, 518 p., Seattle, 1990.

PRATT JR., H. L.; CARRIER, J. C. A review of elasmobranch reproductive behavior with a case study on the nurse shark, *Ginglymostoma cirratum*. **Environmental Biology of Fishes**, Amsterdam, v. 60, n. 1-3, p. 157-188, Feb. 2001. Disponível: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1023%2FA%3A1007656126281.pdf>. Acesso em: 21 nov. 2020.

RANZI s.; p. Zezza. **Fegato, maturità sessuale e gestazione in Trygon violacea**. Pubbl. Stn. Zool. 1936. Napoli, 15(3): 355- 367.

RANGEL, Bianca de Sousa *et al.* Effects of biological traits on capture-induced parturition in a freshwater stingray and perspectives for species management. **Journal of Fish Biology**. he Fisheries Society of the British. 2020. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/journal/10958649>.

REED, J. k.,; GILMORE, R. G. **Inshore accumence and ruptial behavior of roughtail stingray, *Dasyatis centroura* (Dasyatidae), on the continental shelf, east central Florida.** Northeast Guf Sei. 1-4. 1981.

RINCON, Getulio. **Aspectos taxonômicos, alimentação e reprodução da raia de água doce *potamotrygon orbignyi* (Castelnu) (Elasmobranchii: Potamotrygonidae) no Rio Paranã-Tocantins.** 2006. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista “Julio de MesquitaFilho”, Rio Claro, 2006. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/106565>. Acesso em: 11 nov. 2020.

RINCON, Getulio. A record of abortion in the school shark *Galeorhinus galeus* (Carcharhiniformes, Triakidae) captured on the continental shelf off southern Brazil. 2007. **PANAMJAS, Pan-American Journal of Aquatic Sciences.** Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. 2007. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication>. Acesso em: 11dez. 2020.

RINCON *et al.* DIMORFISMO SEXUAL DA RAIÁ DE ÁGUA DOCE *Potamotrygon motoro* DOS LAGOS DE VIANA, MARANHÃO. *In:* OLIVEIRA JUNIOR. J. M. B. D. CALVÃO. L. B (org.). **Tópicos Integrados de Zoologia.** ed. 2019. Ponta Grossa, PR: Antena Editora. 2019. capítulo 2. p. 15-27. Disponível em: DOI 10.22533/at.ed.1471915102.

ROSA, R; LIMA, Flávio C. T. **Peixes.** Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção. Os Peixes Brasileiros Ameaçados de Extinção. Sociedade Brasileira de Zoologia- Comunidade científica. 2005. V II. 13 p. Disponível em: [icmbio.gov.br/portal/images/stories/biodiversidade/fauna-brasileira/livro-vermelho/volumeII/Peixes.pdf](http://icmbio.gov.br/portal/images/stories/biodiversidade/fauna-brasileira/livro-vermelho/volumeII/Peixes.pdf).

ROSA, R.S. *A systematic revision of the South American freshwater stingrays (Chondrichthyes: Potamotrygonidae).* 1985. Tese (Doutorado em Ciência Marinha) - College of William and Mary, Williamsburg, 1985.

SAGE, M.; JACKSON, R. G.; KLESCH, W. L.; DEVLAMING, V. L. Growth and seasonal distribution of the elasmobranch *Dasyatis sabina*. **Contrib. Mar. Sci.**, v. 16, p71-74, 1972.

SMITH, J.W; Merriner JV. Age and growth, movements and distribution of the cownose ray, *Rhinoptera bonasus*, in Chesapeake Bay. *Estuaries*. 1987; 10(2):153-64.

SILVA, J. P. C. B. da; LOBODA, Thiago Silva. *Potamotrygon marquesi*, a new species of neotropical freshwater stingray (Potamotrygonidae) from the Brazilian Amazon Basin. A Sociedade de Pesca das Ilhas Britânicas. May 2019. **Jornal of Peixe Biology.** [wileyonlinelibrary.com/journal/jfb](http://wileyonlinelibrary.com/journal/jfb). DOI:10.1111/jfb.14050. Acesso em: 29 nov. 2020.

SILVA, Nivea Karina Andrade Da. **Riqueza Taxonômica E Diversidade Da Assembleia De Peixes Na Área De Proteção Ambiental Da Baixada Maranhense.** 2015. Dissertação (Mestrado em Recursos Aquáticos e Pesca) Programa de Pós-graduação em Recursos Aquáticos e Pesca,

Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 2015. Disponível em:  
<https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/vtt-204998>.

SNELSON, F. F. JR *et al.* Reproduction and ecology of the atlantic stingray, *Dasyatis sabina*, in Florida Coastal Lagoons. 1988. *Copeia*, 3: 729-739.

SOUSA, Leandro. **Hassar wilderi**. [2012?]. 1 fotografia. Disponível em:  
<https://www.suedamerikafans.de/pt-br/wels-datenbank/welsart/?art=1708> Acesso em: 10 nov. 2020.

THORSON, Thomas. B *et al.* Reproduction and development of the South American freshwater stingrays, *Potamotrygon circularis* and *P. motoro*. **Environmental Biology of Fishes**, Amsterdam, v. 9, n. 1, p. 3-24, may 1983. Disponível em:  
<https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2FBF00001055.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2020.

WOSNICK *et al.* Impacts of fisheries on elasmobranch reproduction: high rates of abortion and subsequent maternal mortality in the shortnose guitarfish. **Animal Conservation**, The Zoological Society of London. 2018. DOI: 10.1111/acv.12458. Disponível em:  
<https://zslpublications.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/acv.12458>. Acesso em: 29 nov. 2020.

WOURMS, J.P. Viviparity: the maternal-fetal relationship in fishes. *Am. Zool.* 21, 473–515. 1981. Disponível em: Viviparity: The Maternal-Fetal Relationship in Fishes | Integrative and Comparative Biology | Oxford Academic (oup.com). li.