



Considerações sobre a reprodução de duas espécies de raias (Myliobatiformes, Potamotrygonidae) na região do Alto Rio Paraná, Sudeste do Brasil

DOMINGOS GARRONE NETO

Universidade Estadual Paulista-UNESP, Instituto de Biociências, Departamento de Zoologia, Laboratório de Ictiologia, CP 510, 18618-000 Botucatu, SP, Brasil. E-mail: garroneneto@yahoo.com.

Resumo. O presente trabalho apresenta dados preliminares sobre a reprodução de duas espécies de raias do gênero *Potamotrygon*, encontradas na região do Alto Rio Paraná (Sudeste do Brasil), onde estes animais não são nativos. Machos de *P. motoro* e *P. falkneri* apresentaram maturação sexual a partir de cerca de 270 mm e 260 mm de largura de disco (LD), respectivamente. Fêmeas estavam maduras sexualmente com cerca de 330 mm de LD em *P. motoro* e 325 mm em *P. falkneri*. Em ambas as espécies, as fêmeas apresentaram maiores tamanhos e pesos do que os machos, atingindo cerca de 700 mm de LD e 20 Kg. Cópulas não foram registradas, mas um ritual de corte foi observado durante a estiagem. Machos maduros apresentaram dentição diferente de fêmeas e machos subadultos, provavelmente em função do seu comportamento reprodutivo e não alimentar. A fecundidade das fêmeas variou de um a três filhotes por gestação e, em todos os casos onde fêmeas prenhas foram capturadas, abortos foram observados. Ciclos hidrológicos, apesar do histórico de antropização apresentado pela área de estudo, pareceram possuir relação com a reprodução das espécies em foco, mas são necessários estudos mais aprofundados para a constatação ou não da sua influência.

Palavras-chave: elasmobrânquios, comportamento reprodutivo, *Potamotrygon*, Rio Paraná

Abstract. Considerations on the reproduction of two species of stingrays (Myliobatiformes, Potamotrygonidae) in the Upper Paraná River, Southeastern Brazil. This article presents preliminary information about the reproduction of two species of freshwater stingrays of the genus *Potamotrygon*, found in the Upper Paraná River (Southwest Brazil), where these animals are exotic. Males of *P. motoro* and *P. falkneri* become sexually mature around 270 mm and 260 mm of disc width (DW), respectively. Females become sexually mature around 330 mm of DW in *P. motoro* and 325 mm in *P. falkneri*. In both species, females are bigger and heavier than males, reaching about 700 mm of DW and 20 kg. Copulating has not been recorded, but one courtship ritual has been observed during the dry season. Mature males present a different dentition from females and young males, which is probably related to their reproductive behavior instead of to their feeding habit. The female fertility has varied from one to three offspring. A miscarriage has been observed at different stages of embryonic development always when pregnant females were captured. In spite of the great history of anthropization of the study area, it seems that hydrological cycles are related to the reproduction of stingrays. Nevertheless, it would be necessary to conduct deeper studies to verify or not this influence.

Key words: elasmobranch, reproductive behavior, *Potamotrygon*, Paraná River

Introdução

Estudos sobre a reprodução de elasmobrânquios normalmente tratam de aspectos relacionados aos tubarões, provavelmente devido a sua proximidade com o homem, seja pelo fato de

muitas espécies constituírem importantes itens da pesca ou por outras incluírem o homem proposital ou acidentalmente em sua dieta (Pratt Jr. & Carrier 2001). Pesquisas envolvendo a reprodução de raias se intensificaram nos últimos anos, mas ainda o

número de trabalhos publicados é inferior quando comparado à produção científica relacionada aos tubarões. Boa parte desses estudos trata de espécies marinhas e, com exceção de algumas dissertações e teses (Araújo 1998, Charvet-Almeida 2001, 2006, Rincon 2006, Garrone Neto 2009), poucos são os artigos relacionados à reprodução das raias da família Potamotrygonidae.

Este grupo compreende espécies com distribuição geográfica restrita aos principais sistemas fluviais da América do Sul (Rosa 1985) e pertence à ordem Myliobatiformes, concebida como a mais derivada linhagem de batóideos e que abriga cerca de 150 espécies amplamente distribuídas nas áreas costeiras das regiões tropicais e subtropicais do mundo e caracterizadas por apresentarem, em sua maioria, representantes com ferrões na cauda (Compagno 1973, 1977, Nishida 1990, Lovejoy 1996, McEachran *et al.* 1996). Além disso, as raias pertencentes à ordem Myliobatiformes exibem um padrão único no seu modo reprodutivo: a viviparidade aplacentária com trofonemata (Hamlet & Hysell 1998) ou viviparidade histotrófica (Musick & Ellis 2005).

Esse modo de reprodução é caracterizado pelo desenvolvimento de vilosidades na parede interna uterina (trofonematas), cuja secreção rica em lipídeos (“leite uterino”), transferida aos embriões oralmente e/ou por via espiracular, complementa a nutrição intra-uterina através da haste e bolsa vitelínicas (Wourms 1981, Hamlet & Hysell 1998). Entre as raias da família Potamotrygonidae, este modo de reprodução parece estar presente em todas as espécies, especialmente da Bacia Amazônica, as quais são mais bem conhecidas do que os táxons com ocorrência registrada para outras áreas da América do Sul (Thorson *et al.* 1983, Teshima & Takeshita 1992, Lasso *et al.* 1997, Araújo 1998, Charvet-Almeida 2001, 2006, Charvet-Almeida *et al.* 2002, 2005, Rincon 2006).

Para as espécies da Bacia Paraná-Paraguai, dados sobre sua reprodução datam das décadas de 1960 e 1970 com base em observações genéricas de exemplares capturados na região de Santa Fé, Argentina (Castex 1963, Castex & Maciel 1965, Achenbach & Achenbach 1976). Inferências sobre maturação sexual, fecundidade relativa e existência de cuidado parental foram realizadas, mas ainda restaram diversas lacunas a serem preenchidas. No presente artigo são apresentados dados preliminares

sobre a reprodução de duas espécies de raias do gênero *Potamotrygon* que ocorrem na região do Alto Rio Paraná, com o objetivo de ampliar o conhecimento sobre sua biologia reprodutiva e fornecer subsídios para o melhor entendimento do seu *status* populacional em áreas onde não são nativas (Vazzoler *et al.* 1997; Garrone Neto *et al.* 2007).

Material e métodos

Este estudo foi conduzido durante os anos de 2005 e 2008 nas proximidades dos municípios de Castilho – SP e Três Lagoas – MS (~ 20°47'S, 51°37'W), ambos localizados na região do Alto Rio Paraná, em áreas sob influência dos reservatórios das usinas hidrelétricas Engenheiro Sérgio Motta (UHE Porto Primavera) e Engenheiro Souza Dias (UHE Jupia), no Sudeste do Brasil (Fig. 1). Durante esse período, foram realizadas coletas trimensais, totalizando sete expedições e um esforço amostral de cerca de 130 horas de trabalhos de campo.

Das três espécies de potamotrigonídeos com ocorrência registrada para a região do Alto Rio Paraná (Garrone Neto 2009, Garrone Neto & Haddad Jr. 2010), duas foram selecionadas para o estudo: *P. falkneri* Castex & Maciel, 1963 e *P. motoro* (Natterer in Müller & Henle, 1841) (Fig. 2). *P. falkneri* é endêmica da Bacia Paraná-Paraguai, ocorrendo no Brasil, Argentina e Paraguai (Rosa 1985, Carvalho *et al.* 2003). *P. motoro* integra um conjunto de morfotipos amplamente distribuídos pelos rios da América do Sul, demandando futuras revisões em seu *status* taxonômico, uma vez que os indivíduos utilizados neste estudo podem constituir um táxon diferente da espécie-tipo do Rio Cuiabá (Garrone Neto 2009). A terceira espécie com ocorrência conhecida para a Bacia do Alto Paraná – *P. schuhmacheri* Castex, 1964, também possui incertezas taxonômicas envolvendo seu nome devido a problemas com seu holótipo e pela possível sinonímia com *Potamotrygon hystrix* (Müller & Henle, 1834) (R. S. Rosa com. pess.). Por esses motivos e, principalmente, pelo fato da ocorrência de *P. schuhmacheri* na região do Alto Rio Paraná ser conhecida apenas para a região do reservatório da Usina Hidrelétrica de Itaipu (Foz do Iguaçu – PR) e ao sul do Parque Nacional de Ilha Grande (Guaíra – PR) (Garrone Neto 2009, Garrone Neto & Haddad Jr. 2010), a espécie não foi abordada neste estudo.

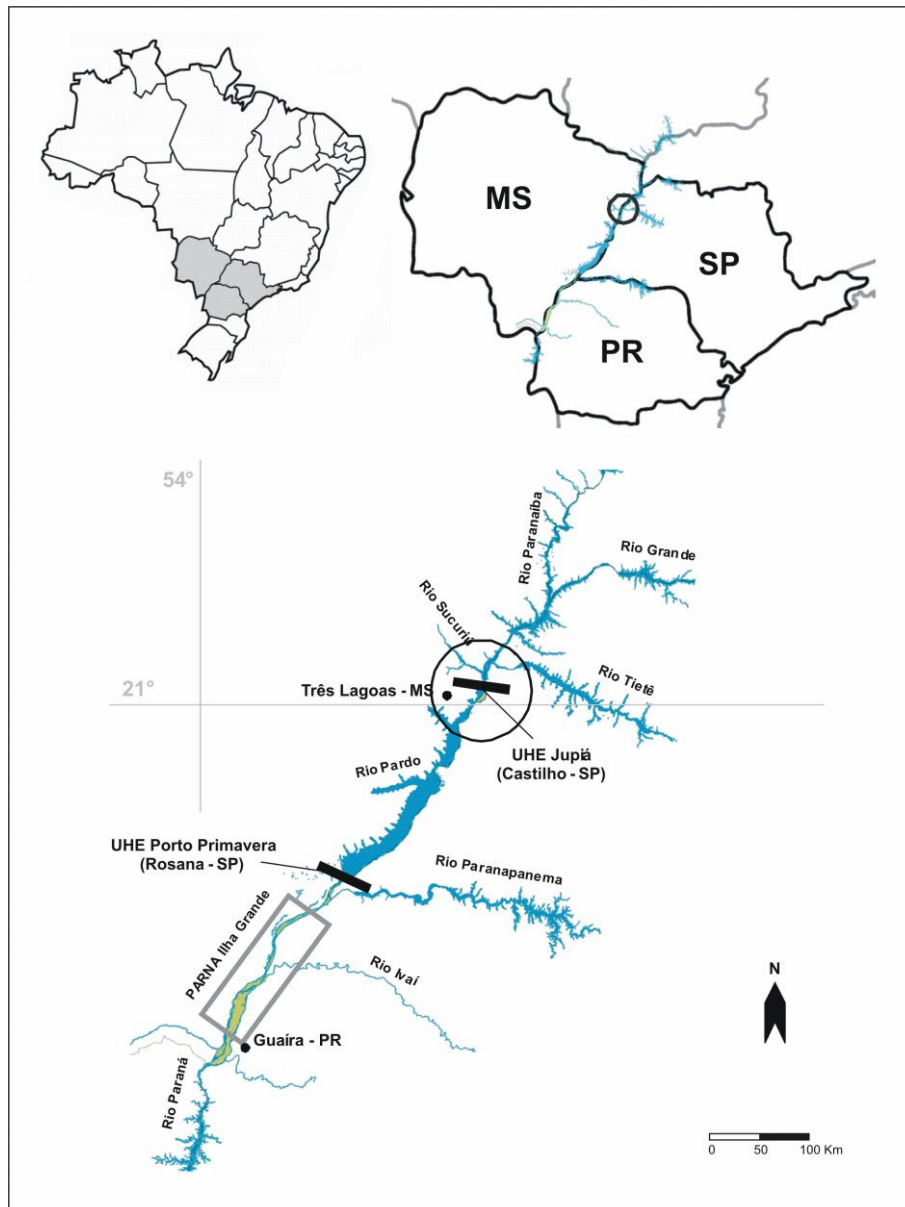


Figura 1. Região do Alto Rio Paraná, com a indicação do local do estudo (círculo em preto) e das áreas de influência das duas usinas hidrelétricas onde as coletas e observações subaquáticas foram realizadas.

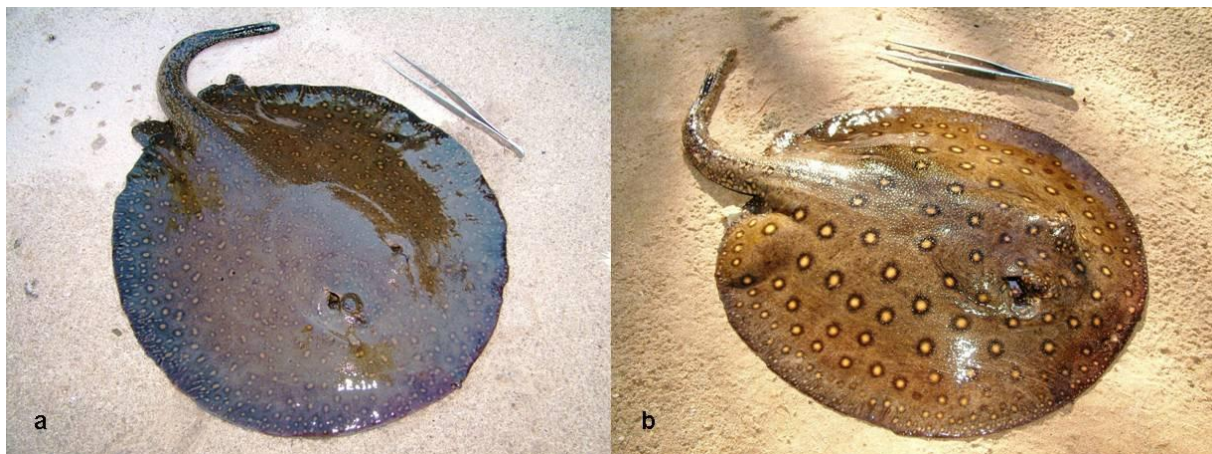


Figura 2. *Potamotrygon falkneri* Castex & Maciel, 1963 (a) e *Potamotrygon motoro* (Müller & Henle, 1841) (b).

Os exemplares utilizados foram coletados com arpões, puçás e espinhéis, através do uso de técnicas e equipamentos de pesca artesanal e caça subaquática, com o apoio de pescadores profissionais. Após sua identificação e sexagem, os animais foram fotografados, anestesiados, sacrificados e dissecados para a observação de aspectos macroscópicos relacionados à sua morfologia interna. Espécimes-testemunho foram fixados em formalina a 10% e posteriormente depositados na coleção ictiológica do Museu de Zoologia “Prof. Dr. Adão José Cardoso” – ZUEC/UNICAMP (ZUEC 6331 – *P. falkneri* and ZUEC 6332 – *P. motoro*), onde estão disponíveis para consulta.

A estimativa da maturidade sexual de machos e fêmeas utilizou apenas dois parâmetros em virtude do caráter expedito do estudo, seguindo os trabalhos de Smith & Merriner (1986), Yano (1993) e Rincon (2006). Machos foram considerados sexualmente maduros quando os cláspes apresentavam-se rigidamente calcificados e a presença de sêmen nas vesículas seminais era confirmada. Nas fêmeas, a maturidade sexual foi determinada pela presença de folículos vitelogênicos com diâmetro superior a dez milímetros nos ovários e/ou pelo conteúdo uterino (vazios ou cheios, *i. e.* presença ou ausência de ovos ou embriões). Nos machos, foi medido o comprimento dos cláspes (em milímetros), desde sua axila até sua porção distal. Nas fêmeas grávidas, foram registrados o número, tamanho (LD), peso e sexo dos embriões. Em ambas as espécies e em ambos os sexos, as raias foram agrupadas em categorias etárias, segundo a largura do seu disco (LD) (neonatos – indivíduos com LD inferior a 150 mm; jovens – raias com LD entre 150 e 300 mm; adultos – animais com LD superior a 300 mm), para posterior correlação com os parâmetros reprodutivos analisados.

A razão sexual foi calculada segundo a proporção de machos e fêmeas capturados. Como complemento, para verificar se a razão entre machos e fêmeas era diferente de 1:1, foi utilizado o Teste Qui-Quadrado (χ^2), com nível de significância de 0,05. Para a obtenção de informações complementares sobre as espécies de raias na área de estudo, com o intuito de investigar possíveis períodos e locais de partos, números de fetos abortados por fêmeas capturadas por pescadores, agregações reprodutivas e comportamentos de corte, acasalamento e cuidados com a prole, entrevistas com ribeirinhos e observações subaquáticas *ad*

libitum (Martin & Bateson 1986) também foram realizadas.

Resultados

Razão sexual, tamanho e maturidade. No total, 126 indivíduos foram utilizados neste estudo, dos quais 62 foram identificados como *P. motoro* (machos = 25; fêmeas = 37) e 64 como *P. falkneri* (machos = 18; fêmeas = 46). A proporção geral entre machos e fêmeas foi de 0,7:1 para *P. motoro* e de 0,4:1 para *P. falkneri*, enquanto a proporção sexual, analisada separadamente para jovens e adultos, foi de 1,8:1 e 0,9:1 ($\chi^2 = 2,64$; $p = 0,10$) para *P. motoro* e de 0,3:1 e 0,6:1 ($\chi^2 = 1,40$; $p = 0,24$) para *P. falkneri*. Em ambos os casos, a proporção sexual não foi estatisticamente diferente de 1:1, como esperado no início do estudo.

Considerando as duas espécies, apenas 26 neonatos foram capturados entre 2005 e 2008, dos quais 17 eram fêmeas (*P. motoro* = 06; *P. falkneri* = 11) e nove machos (*P. motoro* = 04; *P. falkneri* = 05). Fêmeas atingiram os maiores tamanhos e pesos em ambas as espécies, com larguras de disco e pesos máximos de 570 mm e 13,6 kg para *P. motoro* e 630 mm e 15,8 kg para *P. falkneri*. Neonatos estiveram entre os indivíduos que apresentaram os menores tamanhos, com o registro de 116 mm para *P. motoro* e 118 mm para *P. falkneri*.

Machos com cláspes calcificados e presença de sêmen nas vesículas seminais (Fig. 3a-b), revelada pela ejaculação induzida, foram observados em indivíduos com largura de disco igual ou superior a 271 mm em *P. motoro* (n = 14) e 262 mm em *P. falkneri* (n = 08). O tamanho dos cláspes nos indivíduos destes tamanhos variou de 54 a 67 mm em *P. motoro* e de 36 a 52 mm em *P. falkneri*.

Fêmeas com folículos vitelogênicos maiores do que 10 mm e/ou com a presença de embriões nos úteros (Figura 3c-d), revelada apenas nos casos de abortos, apresentaram tamanho mínimo de largura de disco de 334 mm em *P. motoro* (n = 02 prenhas; n = 09 com folículos) e 326 mm em *P. falkneri* (n = 04 prenhas; n = 12 com folículos). O número de folículos vitelogênicos variou de três a 11 em *P. motoro* e de dois a nove em *P. falkneri*, com diâmetros entre 13 e 26 mm. Já a quantidade de filhotes por fêmea grávida, em ambas as espécies, oscilou entre um e três e, em todos os casos observados, não foi acompanhada da presença de folículos vitelogênicos com tamanho superior a 10 mm de diâmetro.



Figura 3. Parâmetros utilizados para a estimativa da maturidade sexual de machos e fêmeas: cláspes calcificadas (a), presença de sêmen nas vesículas seminais (b), folículos vitelogênicos (c) e fetos abortados por fêmeas prenhas (d).

Malformações nos cláspes ou mutilações desses órgãos em função do manejo inadequado das raias por alguns pescadores (pesca negativa) ou por

mordidas de piranhas (*Serrasalminidae*) foram observadas em três indivíduos (Fig. 4). Agregações e/ou migrações reprodutivas não foram registradas.

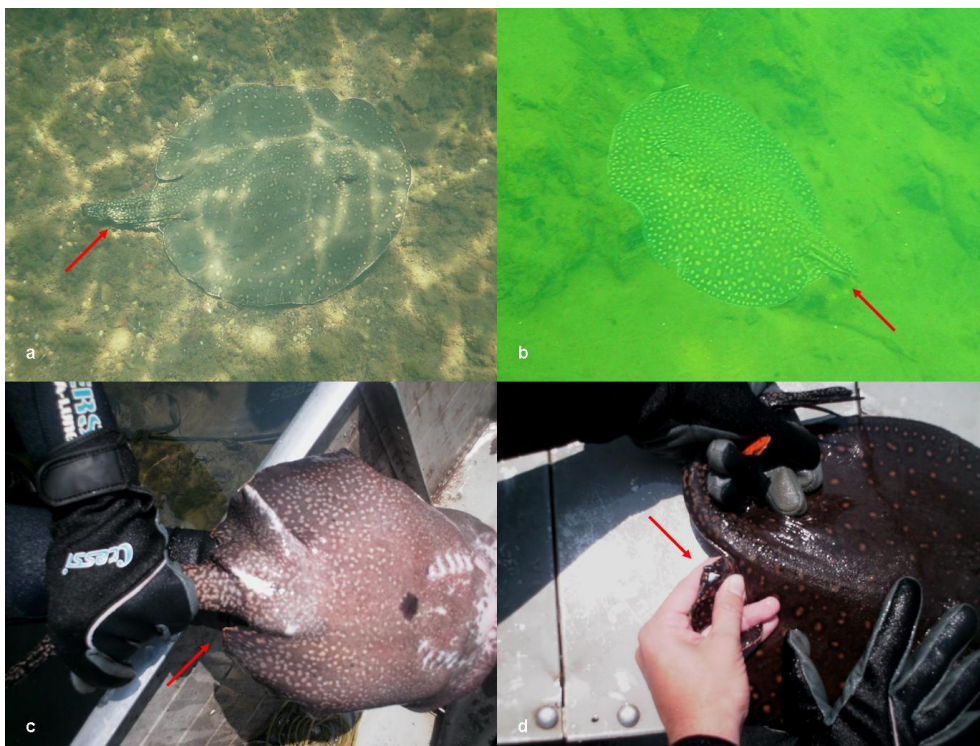


Figura 4. Mutilações (a-b) e malformações (c-d) observadas em cláspes de alguns machos utilizados no estudo.

Período de recrutamento, cópula e parto.

Entre 2005 e 2006, apenas 13 indivíduos com largura de disco inferior a 150 mm foram observados, com sua captura e observação subaquática ocorrendo nos meses de agosto (n = 04), setembro (n = 06) e outubro (n = 03). Observações subaquáticas e coletas realizadas nos anos subsequentes (2007 e 2008) possibilitaram o registro de mais onze indivíduos situados nesta classe etária, predominantemente nos meses de agosto (n = 03) e setembro (n = 04), totalizando 26 neonatos

amostrados.

Nas duas espécies, machos considerados maduros (LD ~ 260 - 270 mm) apresentaram dentição diferente das fêmeas e de machos que não haviam atingido a maturidade sexual. Os dentes destes indivíduos não possuíam o formato predominantemente trapezoidal, sem cúspides proeminentes, observado em fêmeas de diferentes tamanhos e em machos subadultos. Seus dentes apresentavam formato triangular, monocúspide (Fig. 5).

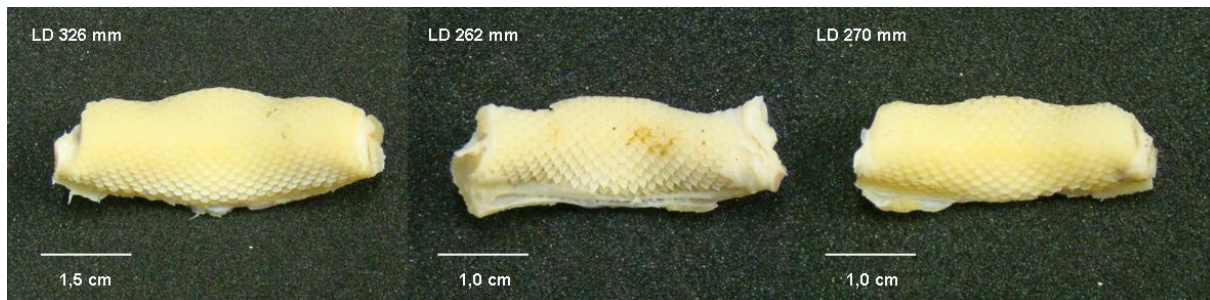


Figura 5. Placas dentárias de *P. falkneri*, demonstrando as diferenças existentes entre a dentição superior de fêmeas (esquerda), machos maduros (centro) e subadultos (direita).

Fêmeas prenhas foram capturadas somente nos meses de dezembro (n = 01) de 2005 e janeiro (n = 03) e fevereiro (n = 02) de 2006. Desse total, duas fêmeas foram identificadas como *P. motoro* e quatro como *P. falkneri*. Em todas as ocasiões, somente filhotes do sexo feminino foram abortados pelas mães quando essas foram embarcadas e acondicionadas em recipientes com água. O tamanho dos filhotes variou de 45 a 114 mm e seu peso de nove a 30 gramas. Das seis fêmeas prenhas, um único exemplar de *P. falkneri* (LD = 392 mm) continha três fetos. Entre as cinco fêmeas restantes, cujo tamanho variou de 326 a 410 mm de LD, uma continha dois filhotes (LD = 410 mm) e as demais apenas um indivíduo cada uma. A fecundidade média, em ambas as espécies, foi de 1,3 filhotes por gestação.

Apenas um registro sobre o comportamento reprodutivo das espécies foi registrado durante o estudo. Em outubro de 2006, por volta das 16:00h, um macho de *P. motoro* foi observado cortejando uma fêmea da mesma espécie a uma profundidade de cerca de quatro metros, sobre substrato pedregoso, coberto por algas (Fig. 6). Entretanto, a fêmea pareceu pouco receptiva ou sob efeito do observador e, após aproximadamente 40 minutos de observação, a cópula não ocorreu.

Discussão

Apesar do caráter expedito do estudo, a análise macroscópica de aspectos relacionados à

morfologia interna de *P. motoro* e *P. falkneri*, bem como a realização de observações diretas de indivíduos e de estudos etnoecológicos com moradores ribeirinhos, possibilitaram a obtenção de informações valiosas sobre sua biologia reprodutiva, constituindo um passo importante para o melhor entendimento do comportamento dessas espécies em áreas onde não ocorriam originalmente.

Tanto em *P. motoro* como em *P. falkneri*, fêmeas apresentaram maiores tamanhos e pesos que os machos, fato também observado em espécies de potamotrigonídeos amazônicos (Lasso *et al.* 1997, Charvet-Almeida *et al.* 2005, Rincon 2006) e que provavelmente ocorreu pelas fêmeas necessitarem de maior espaço na cavidade abdominal para a reserva de energia e condicionamento dos filhotes, além destas possuírem fígados mais volumosos e aparelho reprodutor maior que o dos machos (Holden 1974 *apud* Charvet-Almeida *et al.* 2005). Na literatura, apenas tamanhos máximos, sem levar em conta o sexo dos animais, são referidos para as espécies estudadas, com 500 mm para *P. motoro* e 470 mm para *P. falkneri* (Carvalho *et al.* 2003). Relatos de pescadores e mergulhadores da região de Três Lagoas – MS apontaram para a existência de animais maiores que os tamanhos máximos supracitados, mas em virtude do possível viés contido nas informações, não foram aqui considerados. No entanto, em setembro de 2006 foi observada uma fêmea de *P. falkneri* com largura de

disco de 680 mm e peso de 18,3 kg. Esse fato demonstra, assim como observado para outras espécies de raias de água doce (e. g. *Potamotrygon henlei*, Garrone Neto obs. pess.), excetuando-se os táxons considerados “gigantes” (e. g. *Potamotrygon*

brachyura e *Paratrygon aiereba*, Charvet-Almeida 2001, Carvalho *et al.* 2003, Charvet-Almeida *et al.* 2005, Rincon 2006, Oddone *et al.* 2008), que o tamanho máximo dessa espécie pode eventualmente ultrapassar 700 mm de LD e 20 kg.



Figura 6. Macho de *P. motoro* cortejando fêmea da mesma espécie, demonstrando comportamento semelhante ao descrito para algumas espécies de raias marinhas.

Em ambas as espécies e em ambos os sexos, alguns indivíduos com largura de disco situada na faixa de tamanho de raias consideradas maduras sexualmente, não apresentaram características que os mantivessem nessa posição. Rincon (2006), em amostra de *P. orbignyi* obtida a partir de coletas realizadas no Rio Paraná – GO observou a presença de machos e fêmeas imaturas dentro das classes etárias consideradas típicas de indivíduos que haviam atingido sua maturidade sexual. Charvet-Almeida (2001) também fez menção a este tipo de fato, ao estudar a reprodução de espécies do Baixo Rio Amazonas – PA, demonstrando, assim como Rincon (2006) e no presente estudo, que diferenças individuais relacionadas à maturação sexual ocorrem entre espécies de raias da Família Potamotrygonidae.

Situação semelhante envolve as diferenças entre a dentição de machos maduros e machos subadultos e fêmeas observadas neste estudo, uma vez que, pelo menos entre indivíduos de *P. motoro* e *P. falkneri* procedentes da região do Alto Rio Paraná, esse acontecimento parece possuir,

primariamente, relação com a reprodução desses animais e não com sua alimentação (Garrone Neto 2009). Embora machos e fêmeas de ambas as espécies apresentem variações ontogenéticas em suas táticas de caça (Garrone Neto & Sazima 2009) e nos tipos de itens ingeridos (Garrone Neto 2009, Garrone Neto & Uieda 2009), com exceção dos machos maduros, machos subadultos e fêmeas de todas as classes etárias apresentaram dentição semelhante, indicando que o formato monocuspidado dos dentes dos machos maduros pode possuir estreita relação com períodos reprodutivos. Além disso, apesar de machos maduros não terem sido observados com dentição de repouso sexual, como observado em algumas espécies de elasmobrânquios (Pratt & Carrier 2001), variações sazonais na dentição de machos adultos podem ocorrer, demandando estudos de maior abrangência para o real conhecimento dessa situação.

Tanto machos de *P. motoro* como de *P. falkneri* apresentaram variações nos comprimentos dos seus clásseres, sugerindo que seu crescimento é

possivelmente alométrico em relação ao crescimento do seu corpo e relativamente mais intenso após atingirem a maturidade sexual. Teshima & Takeshita (1992) fizeram observações desse tipo ao estudarem a reprodução de *P. magdalenae*, uma raia com ocorrência restrita à Bacia do Rio Magdalena, na Colômbia. Os autores notaram um rápido crescimento dos cláspes em machos com largura de disco entre 120 e 150 mm e um ligeiro e expressivo aumento do tamanho desses órgãos em indivíduos com LD entre 170 e 190 mm, associando esse último fenômeno ao alcance da maturidade sexual na espécie.

A maturidade sexual dos machos ocorreu em indivíduos com tamanho médio inferior ao das fêmeas, situação recorrente entre diversas espécies de raias de água doce (Thorson *et al.* 1983, Teshima & Takeshita 1992, Lasso *et al.* 1997, Araújo 1998, Charvet-Almeida 2001, Charvet-Almeida *et al.* 2005, Rincon, 2006). Castex (1963) e Achenbach & Achenbach (1976), em estudos sobre raias da porção argentina do Rio Paraná, estimaram a maturidade sexual de *P. motoro* em anos e não em tamanho, sugerindo que machos e fêmeas se tornam maduros ao atingirem seu segundo (Castex 1963) ou terceiro (Achenbach & Achenbach 1976) ano de vida. Para as espécies de raias da região do Alto Rio Paraná aqui estudadas, a maturidade sexual, seguindo a maior parte dos trabalhos relacionados ao assunto, foi correlacionada com o tamanho de machos e fêmeas maduros e não com base no número de anos de vida, já que o crescimento e a maturação dos indivíduos podem ser eventualmente influenciados por fatores ambientais e individuais, como temperatura, disponibilidade e capacidade de obtenção de alimento, infestação por parasitas ou infecções bacterianas/fúngicas, entre outros.

A coleta de três machos maduros com malformações ou mutilações nos cláspes chamou a atenção para o fato de que o alcance da maturidade sexual nem sempre garante o sucesso reprodutivo de determinados indivíduos. Mesmo constatando a presença de sêmen nas vesículas seminais dos animais coletados, é provável que estes não fossem capazes de copular, uma vez que a redução drástica do tamanho dos seus cláspes por ação mecânica (amputação por faca ou similar) ou genética impediria ou dificultaria em muito sua inserção na cloaca das fêmeas.

Apesar da fecundidade das fêmeas ter ficado em torno de um a três filhotes por gestação e por indivíduos de ambas as espécies (especialmente *P. falkneri*) aparentemente poderem ultrapassar 700 mm de largura de disco, é possível que o número de embriões por gestação possa superar esse valor em

ambas as espécies. Charvet-Almeida *et al.* (2005), após analisarem diversos aspectos relacionados à reprodução de sete espécies de potamotrigonídeos amazônicos, indicaram que a fecundidade média desses animais variou de um a oito embriões, embora alguns exemplares tenham apresentado até 16 indivíduos dentro do útero. Já Rincon (2006), ao estudar a biologia reprodutiva de *P. orbignyi* no centro-oeste brasileiro, demonstrou que a fecundidade uterina da espécie era de apenas um filhote por gestação, indicando a necessidade de se obter amostras mais representativas para a estimativa da fecundidade média de *P. motoro* e *P. falkneri*.

Na região do Alto Rio Paraná, por conta da transparência da água dos rios e lagoas marginais diminuir drasticamente no pico da estação chuvosa, prejudicando a observação direta de raias ou permitindo apenas a visualização de animais maiores, não camuflados no substrato, neonatos podem ter sido subamostrados entre os meses de dezembro e fevereiro, demandando maiores investigações para o conhecimento sobre o ingresso de indivíduos jovens na população. A utilização conjunta de outros métodos de coleta aparentemente poderia diminuir esse eventual viés amostral. Contudo, espinhéis e linhadas de mão ou caniços normalmente não capturam indivíduos de pequeno porte em função da sua distribuição espacial e do seu comportamento alimentar, cuja dieta neste estágio de vida é predominantemente insetívora na área de estudo (Silva & Uieda 2007, Garrone Neto *et al.* 2007, Garrone Neto 2009, Garrone Neto & Sazima 2009, Garrone Neto & Uieda 2009). De modo semelhante, a utilização de petrechos de pesca alternativos, como redes e tarrafas, apesar de poder eventualmente capturar indivíduos de menor porte, também não é eficiente por conta da distribuição espacial de raias com largura de disco inferior a 150 mm normalmente incluir locais rasos, com presença de vegetação aquática, galhadas e afins (Garrone Neto 2009).

Rituais de corte e acasalamento ainda permanecem desconhecidos quando tratamos de potamotrigonídeos observados em ambiente natural, mas na região do Alto Rio Paraná, em função do ritual de corte observado e pela transparência da água nessa área atingir até dez metros durante a estiagem, favorecendo o encontro de eventuais parceiros, é possível que eventos desse tipo ocorram nesse período. O ritual de corte observado também indicou certa convergência no comportamento de corte de *P. motoro* com o repertório comportamental apresentado por algumas espécies de raias marinhas, onde um ou mais machos nadam sobre uma fêmea,

normalmente desferindo algumas mordidas em seu dorso, na tentativa de obter apoio para a posterior inserção dos cláspes (Brockmann 1975, Chapman *et al.* 2003).

Entre elasmobrânquios, sobretudo tubarões, esse fato muitas vezes permite a inferência de possíveis períodos de cópula, já que as cicatrizes deixadas pelas mordidas dos machos nas fêmeas denunciam a eventual tentativa de acasalamento (Klimley 1980, Gordon 1993, Pratt Jr. & Carrier 2001). Durante o período do estudo, não foram observadas fêmeas com cicatrizes deixadas por mordidas de machos, embora a heterodontia sexual constatada em ambas as espécies sugira que esse fato também possa ocorrer nesse grupo. O fato de *P. falkneri*, *P. motoro* e *P. schuhmacheri* (e também *P. brachyura* e *P. hystrix*) serem simpátricas na Bacia Paraná-Paraguai (Rosa 1985, Britski *et al.* 1999, Carvalho *et al.* 2003), pode sugerir eventual convergência em seu comportamento reprodutivo e reforçar a hipótese de que as diferenças entre as dentições de machos maduros e de machos subadultos e fêmeas são devidas, primariamente, a aspectos reprodutivos e não alimentares, embora sejam necessários estudos mais detalhados para sua constatação.

Embora abortos decorrentes de *stress* pós-captura sejam frequentes em espécies de raias de água doce e também relatados para outros grupos de elasmobrânquios (Babel 1967, Charvet-Almeida *et al.* 2005, Rincon 2007), esse tipo de reação ainda não possui seu mecanismo totalmente esclarecido. Acredita-se que a diminuição do nível de oxigênio intra-uterino seja o estímulo para que os fetos iniciem sua movimentação, provocando seu aborto, mas testes são necessários para a confirmação dessa hipótese.

Taxas de crescimento e a longevidade das espécies não foram estimadas. No entanto, pela captura de raias de grande porte ter ocorrido, é possível que alguns indivíduos possam atingir grandes proporções e, por isso, viverem mais de oito anos. Ciclos hidrológicos podem possuir relação com a reprodução das espécies em foco, pois esse fato demonstrou exercer influência na reprodução de potamotrigonídeos amazônicos (Charvet-Almeida *et al.* 2005). Contudo, em virtude do grande histórico de antropização apresentado pela área de estudo, são necessários aprofundamentos para a constatação ou não da influência de fatores ambientais, como variações no nível dos rios e lagoas marginais, sobre os ciclos reprodutivos e períodos gestacionais de *P. motoro* e *P. falkneri* na região do Alto Rio Paraná.

Um melhor conhecimento da estrutura (relações de peso/comprimento, tamanho/maturidade

sexual etc.) e da densidade populacional das espécies de raias nas áreas recentemente colonizadas, onde sua presença tem gerado conflitos devido à interação negativa com humanos (Garrone Neto & Haddad Jr. 2010), deve ser priorizado, pois pode auxiliar o entendimento sobre o comportamento de suas populações em áreas represadas, subsidiar programas de monitoramento e possibilitar previsões baseadas no tamanho e na composição da assembléia de raias em questão.

Agradecimentos

Érica Maria Pellegrini Caramaschi e Patrícia Charvet-Almeida contribuíram com informações sobre aspectos relacionados à reprodução de raias, Ottilie Carolina Forster, Maria José Alencar Vilela e Marcos Silveira da Teixeira forneceram importante apoio durante os trabalhos de campo, Virgínia Sanches Uieda, Otto Bismarck Fazzano Gadig e revisores anônimos colaboraram com valiosas sugestões ao trabalho, CNPq e CAPES forneceram apoio financeiro ao autor. A todos são devidos sinceros agradecimentos.

Referências

- Achenbach, G. M. & Achenbach, S. V. M. 1976. Notas acerca de algumas espécies de “raya fluvial” (Batoidei, Potamotrygonidae) que frecuentan el sistema hidrográfico del rio Paraná médio en El departamento La Capital (Santa Fé – Argentina). Comunicaciones del Museo Provincial de *Ciencias* Naturales “*Florentino Ameghino*”, 8: 1-34.
- Araújo, M. L. G. 1998. **Biologia Reprodutiva e Pesca de *Potamotrygon* sp. C (*Chondrichthyes* - *Potamotrygonidae*), no Médio Rio Negro, Amazonas**. Dissertação de Mestrado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia & Universidade do Amazonas, Manaus, Brasil, 171 p.
- Babel, J. S. 1967. Reproduction, life history, and ecology of the round stingray, *Urolophus halleri* Cooper. **Fisheries Bulletin of the California Department of Fish and Game**, 137: 1-104.
- Britski, H. A., Silimon, K. S. S. & Lopes, B. S. 1999. Peixes do Pantanal – Manual de Identificação. **EMBRAPA, Brasília, 184 p.**
- Brockmann, F. W. 1975. An observation of mating behavior of the southern stingray, *Dasyatis americana*. **Copeia**, 3: 784-785.
- Carvalho, M. R., Lovejoy, N. R. & Rosa, R. S. 2003. Family Potamotrygonidae (river stingrays). Pp. 22-28. In: Reis, R. E., Kullander, S. O. & Ferraris Jr., C. J. (Orgs.). **Check List of the**

- Freshwater Fishes of South and Central America.** Editora da *Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul*, Porto Alegre, Brasil, 729 p.
- Castex, M. N. 1963. **La Raya Fluvial – Notas Histórico-Geográficas.** Librería y Editorial Castellví S. A., Santa Fé, 119 p.
- Castex, M. N. & Maciel, I. 1965. Notas Sobre la Família Potamotrygonidae Garman 1913. **Dirección General de Recursos Naturales (Publicación Técnica)**, 14: 1-23.
- Chapman, D. D., Corcoran, M. J., Harvey, G. M., Malan, S., Shivji, M. S. 2003. Mating behavior of southern stingrays, *Dasyatis americana* (Dasyatidae). **Environmental Biology of Fishes**, 68: 241-245.
- Charvet-Almeida, P. 2001. **Ocorrência, biologia e uso das raias de água doce na baía de Marajó (Pará, Brasil), com ênfase na biologia de *Plesiotrygon iwamae* (Chondrichthyes: Potamotrygonidae).** Dissertação de Mestrado. Museu Paraense Emílio Goeldi & Universidade Federal do Pará, Belém, Brasil, 213 p.
- Charvet-Almeida, P. 2006. **História Natural e Conservação das Raias de Água Doce (Chondrichthyes: Potamotrygonidae) no Médio Rio Xingu, Área de Influência do Projeto Hidrelétrico de Belo Monte (Pará, Brasil).** Tese de Doutorado. Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, Brasil, 376 p.
- Charvet-Almeida, P., Araújo, M. L. G., Rosa, R. S. & Rincon, G. 2002. Neotropical freshwater stingrays: diversity and conservation status. **Shark News**, 14: 47-51.
- Charvet-Almeida, P., Araújo, M. L. G. & Almeida, M. P. 2005. Reproductive Aspects of Freshwater Stingrays (Chondrichthyes: Potamotrygonidae) in the Brazilian Amazon Basin. **Journal of Northwest Atlantic Fishery Science**, 35: 165-171.
- Compagno, L. J. V. 1973. Interrelationships of living elasmobranchs. Pp. 15-61. *In*: Greenwood, P. H., Miles, R. S. & Patterson, C. (Eds.). **Interrelationships of fishes.** Academic Press, London, England, 536 p.
- Compagno, L. J. V. 1977. Phyletic relationships of living sharks and rays. **American Zoologist**, 17: 303-322.
- Compagno, L. J. V. 1999. Checklist of living elasmobranchs. Pp. 471-498. *In*: Hamlett, W. C. (Ed.). **Sharks, skates, and rays: the biology of elasmobranch fishes.** Johns Hopkins University Press, Maryland, United States of America, 515 p.
- Garrone Neto D. 2009. **História natural, diversidade e distribuição de raias na região do Alto Rio Paraná, Brasil.** Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista, Botucatu, Brasil, 204 p.
- Garrone Neto, D., Haddad Jr., V., Vilela, M. J. A., Uieda, V. S. 2007. Registro de ocorrência de duas espécies de potamotrygonídeos na região do Alto Rio Paraná e algumas considerações sobre sua biologia. **Biota Neotropica**, 7(1): 1-4.
- Garrone Neto, D. & Sazima, I. 2009. Stirring, charging, and picking: hunting tactics of potamotrygonid rays in the upper Paraná River. **Neotropical Ichthyology**, 7(1): 113-116.
- Garrone Neto, D. & Uieda, V. S. 2009. Ingestion of catfish by freshwater stingray: possible mistake or inexperience. **Biota Neotropica**, 9(4): 1-4.
- Garrone Neto, D. & Haddad Jr., V. 2010. Arraias em rios da região Sudeste do Brasil: locais de ocorrência e impactos sobre a população. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, 43(1): 82-88.
- Gordon, I. 1993. Pre-copulatory behavior of captive sand tiger sharks, *Carcharias taurus*. **Environmental Biology of Fishes**, 38: 159-164.
- Hamlett, W. C. & Hysell, M. K. 1998. Uterine specializations in elasmobranchs. **The Journal of Experimental Zoology**, 282: 438-459.
- Klimley, A. P. 1980. Observations of courtship and copulation in the nurse shark, *Ginglymostoma cirratum*. **Copeia**, 4: 878-882.
- Lasso, C. A., Rial, A. B. & Lasso-Alcalá, O. 1997. Notes on the biology of the freshwater stingrays *Paratrygon aiereba* (Müller and Henle, 1841) and *Potamotrygon orbignyi* (Castelnau, 1855) (Chondrichthyes: Potamotrygonidae) in the Venezuelan llanos. **International Journal of Ichthyology**, 2(3): 39-52.
- Lovejoy, N. R. 1996. Systematics of myliobatoid elasmobranchs: with emphasis on the phylogeny and historical biogeography of neotropical freshwater stingrays (Potamotrygonidae: Rajiformes). **Zoological Journal of the Linnean Society**, 117: 207-257.
- Martin, P. & Bateson, P. 1986. **Measuring Behaviour – An Introductory Guide.** Cambridge University Press, New York, 200 p.

- McEachran, J. D., Miyake, T. & Dunn, K. A. 1996. Interrelationships of the batoid fishes (Chondrichthyes: Batoidea). Pp. 63-84. *In*: Stiassny, M. L. J., Parenti, L. R. & Johnson, G. D. (Eds.). **Interrelationships of fishes**. Academic Press, San Diego, United States of America, 496 p.
- Musick, J. A. & Ellis, J. K. 2005. Reproductive evolution of chondrichthyans. Pp. 45-71. *In*: Hamlett, W. C. (Ed.). **Reproductive biology and phylogeny of chondrichthyes, sharks, batoids and chimaeras**. Science Publishers, Enfield, United States of America, 562 p.
- Nishida, K. 1990. Phylogeny of the suborder Myliobatidoidei. **Memoirs of the Faculty of Fisheries, Hokkaido University**, 37(1/2): 1-108.
- Oddone, M. C., Velasco, G. & Rincon, G. 2008. Occurrence of freshwater stingrays (Chondrichthyes: Potamotrygonidae) in the Uruguay River and its tributaries, Uruguay, South America. **International Journal of Ichthyology**, 14(2): 69-76.
- Pratt Jr., H. L. & Carrier, J. C. 2001. A review of elasmobranch reproductive behavior with a case study on the nurse shark, *Ginglymostoma cirratum*. **Environmental Biology of Fishes**, 60: 157-188.
- Rincon, G. 2006. **Aspectos taxonômicos, alimentação e reprodução da raia de água doce *Potamotrygon orbignyi* (Castelnaud) (Elasmobranchii: Potamotrygonidae) no Rio Paraná-Tocantins**. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, Brasil, 132 p.
- Rincon, G. 2007. A record of abortion in the school shark *Galeorhinus galeus* (Carcharhiniformes, Triakidae) captured on the continental shelf of southern Brazil. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, 2(1): 53-54.
- Rosa, R. S. 1985. **A systematic revision of the South American freshwater stingrays (Chondrichthyes: Potamotrygonidae)**. PhD Thesis. School of Marine Sciences, Virginia, United States of America, 523 p.
- Silva, T. B. & Uieda, V. S. 2007. Preliminary data on the feeding habits of the freshwater stingrays *Potamotrygon falkneri* e *Potamotrygon motoro* (Potamotrygonidae) from the Upper Paraná River basin, Brazil. **Biota Neotropica**, 7(1): 1-4.
- Smith, J. W. & Merriner, J. V. 1985. Food habits and feeding behavior of the cownose ray, *Rhinoptera bonasus*, in lower Chesapeake Bay. **Estuaries**, 8: 305-310.
- Teshima, K. & Takeshita, K. 1992. Reproduction of the freshwater stingray, *Potamotrygon magdalenae* taken from the Magdalena River System in Colombia, South America. **Bulletin of the Seikai National Fisheries Research Institute**, 70: 11-27.
- Thorson, T. B., Langhammer, J. K. & Oetinger, M. I. 1983. Reproduction and development of the South American freshwater stingrays, *Potamotrygon circularis* and *P. motoro*. **Environmental Biology of Fishes**, 9(1): 3-24.
- Vazzoler, A. E. A. M., Agostinho, A. A., Hahn, N.S. 1997. **A planície de inundação do Alto Rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e sócioeconômicos**. EDUEM, Maringá, 460 p.
- Wourms, J. P. 1981. Viviparity: the maternal-fetal relationship in fishes. **American Zoologist**, 21: 473-515.

Received July 2009

Accepted May 2010

Published online July 2010