



Ferramentas da reprodução na conservação dos mamíferos aquáticos da Amazônia

Reproductive tools in the conservation of Amazonian aquatic mammals

Rodrigo de Souza Amaral[‡]

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM), Campus Manaus Zona Leste (CMZL), Manaus, AM, Brasil.

Resumo

O peixe-boi da Amazônia (*Trichechus inunguis*) e o boto-vermelho (*Inia geoffrensis*) são os mamíferos aquáticos da Amazônia com maior risco de extinção. Deste modo, esta revisão apresenta os avanços no conhecimento sobre a biologia reprodutiva destas espécies, bem como as lacunas no conhecimento existentes, podendo estas ser, de grande importância, para futura aplicação de biotecnologias como aliada na conservação destas espécies.

Palavras-chave: reprodução, peixe-boi da Amazônia, boto-vermelho, conservação *ex situ*.

Abstract

The Amazonian manatee (Trichechus inunguis) and the Amazon river dolphin (Inia geoffrensis) are the most threatened aquatic mammals of the Amazon. Therefore, this review highlights the advances on knowledge about reproductive biology of these species, as well as the information gaps, which is of great importance to the future use of biotechnologies as a tool for the conservation of those species.

Keywords: reproduction, amazonian manatee, amazon river dolphin, ex situ conservation.

Introdução

A variação anual do nível de água dos rios é um fator extremamente importante para o ecossistema amazônico, o qual apresenta uma marcante alteração anual. Assim, a maioria dos processos ecológicos da região, bem como os aspectos biológicos das espécies que vivem no ambiente aquático estão intimamente relacionados a esta sazonalidade (Junk et al., 1989).

Na Amazônia ocorrem cinco espécies de mamíferos aquáticos: os golfinhos boto-vermelho (*Inia geoffrensis*) e tucuxi (*Sotalia fluviatilis*); os mustelídeos ariranha (*Pteronura brasiliensis*) e lontra neotropical (*Lontra longicaudis*); e o sirênio peixe-boi da Amazônia (*Trichechus inunguis*). Todos esses mamíferos aquáticos estão sob ameaça de extinção e constam na lista vermelha da União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN). Assim, nas últimas décadas, diversos estudos têm sido desenvolvidos sobre os aspectos biológicos destas espécies, a fim de entender suas adaptações fisiológicas e comportamentais frente às variações sazonais do ambiente amazônico, incluindo seus aspectos reprodutivos.

Entre os mamíferos aquáticos da Amazônia, o peixe-boi da Amazônia e o boto-vermelho são os animais com maior risco de extinção (IUCN, 2019), desta forma, esta revisão aborda os esforços para a compreensão da biologia reprodutiva destas espécies, trazendo à luz a futura possibilidade de aplicação de biotecnologias da reprodução no auxílio de sua conservação.

O peixe-boi da Amazônia

O peixe-boi da Amazônia é o maior de todos os mamíferos aquáticos amazônicos, podendo medir até 2,75 metros e pesar até 420kg (Amaral et al., 2010a). Pertence a Ordem Sirenia, sendo endêmico da bacia Amazônica e estritamente herbívoro (Rosas, 1994).

O grande número de animais desta espécie mantidos em cativeiro no estado do Amazonas no Brasil, relacionado com programas de resgate e reabilitação de filhotes órfãos, bem como o registro de doze nascimentos em cativeiro (Bueno et al., 2010, Amaral et al., 2015a), têm possibilitado estudos mais aprofundados sobre a biologia reprodutiva desta espécie.

Inicialmente, por meio de observações oportunistas, pôde-se inferir que o peixe-boi da Amazônia de vida livre apresenta sazonalidade reprodutiva, com nascimentos de filhotes ocorrendo nas épocas de enchente e cheia dos rios (época de maior disponibilidade de alimento para a espécie) (Best, 1982). A espécie é unípara, com a fêmea parindo somente um filhote por gestação (Best, 1984), o qual permanece sendo amamentado pela mãe por aproximadamente dois anos (Da Silva et al., 2000). Com base nestas informações, tem se buscado informações mais robustas para a definição dos parâmetros reprodutivos da espécie.

[‡]Correspondência: rodrigo.amaral@ifam.edu.br

Recebido: 11 de dezembro de 2018

Aceito: 8 de março de 2019



Nos estudos endócrinos, além da utilização de amostras de sangue, o uso de matrizes alternativas (como fezes e urina) tem sido uma importante ferramenta para o monitoramento contínuo dos indivíduos.

Foi estimado que a maturidade sexual em peixe-boi da Amazônia ocorre em média aos 6 anos de idade nos machos e aos 3 anos nas fêmeas, com base nos níveis de esteroides reprodutivos séricos de animais mantidos em cativeiro (Amaral et al., 2018). Entretanto, apesar dos machos apresentarem maturidade sexual mais tardiamente às fêmeas, ambos os sexos atingem maturidade sexual com dimensões corporais semelhantes, aproximadamente 180cm e 120kg, havendo, assim, uma alta relação entre idade, tamanho e peso corporal (Amaral et al., 2018).

Com base no monitoramento dos níveis de progesterona das fêmeas durante as gestações dos filhotes nascidos em cativeiro, foi observado um tempo médio de gestação de 350 dias (Amaral et al., 2015a). Os níveis séricos e seus metabólitos urinários apresentaram variação durante a gestação, quando as fêmeas apresentaram altos níveis de progesterona ($9,54 \pm 4,03\text{ng/ml}$ para soro e $16,09 \pm 8,33\text{ng/mg Cr}$ para urina) durante os primeiros 4 meses, com posterior redução para níveis médios próximo de 1ng/ml nos meses seguintes (Amaral et al., 2015a). Desta forma, é possível que, em sirênios, haja uma atuação parácrina da progesterona ou de outro metabólito ainda não analisado na manutenção da gestação.

Foi investigado se o padrão sazonal reprodutivo observado em animais de vida-livre se mantinha em animais mantidos em cativeiro. Nascimento (2004) e Amaral et al. (2015b), avaliando os níveis de esteroides reprodutivos, verificaram a existência de atividade hormonal durante a época correspondente a enchente e cheia dos rios da Amazônia. Entretanto, os animais mantidos em cativeiro não sofrem influência do nível dos rios e nem uma grande variação em sua dieta ao longo do ano. Apesar do peixe-boi da Amazônia habitar a região equatorial, com baixa variação do fotoperíodo ao longo do ano, é possível que a espécie consiga perceber estas nuances. Desta forma, é necessária a realização de maior número de estudos a longo prazo para elucidar qual ou quais parâmetros ambientais estão relacionados com a sazonalidade reprodutiva em peixe-boi da Amazônia, e como esta espécie responde fisiologicamente a esses estímulos.

A espécie apresenta uma dinâmica hormonal peculiar com um longo ciclo estral, de aproximadamente 45 dias (Amaral et al., 2013, 2014). Os estudos realizados sugerem que a dinâmica hormonal durante o ciclo estral é semelhante à relatada para elefantes, com a presença de dois picos de LH (hormônio luteinizante) em momentos distintos do ciclo estral, sendo que somente o segundo pico apresenta função ovulatória (Lueders et al., 2011). Os sirênios são filogeneticamente próximos aos elefantes (De Jong e Zweers, 1980), apresentando semelhanças moleculares e morfológicas. Na parte reprodutiva, ambos apresentam placenta zonária e ovários com múltiplos corpos lúteos, apesar de gerar somente um filhote por gestação (Marsh et al., 1984; Marmontel, 1995; Carter et al., 2004; Rodrigues et al., 2008). Desta forma, é possível que, como em elefantes, o padrão hormonal especulado para o ciclo estral em peixes-bois esteja relacionado com a formação dos corpos lúteos acessórios.

Além dos estudos endócrinos, alguns aspectos da morfologia reprodutiva do peixe-boi da Amazônia já foram analisados, como a descrição morfológica dos folículos ovarianos e de seus espermatozoides (Rodrigues et al., 2008; Amaral et al., 2010b); entretanto, estudos sobre a preservação dos gametas ainda são inexistentes.

Assim, para o peixe-boi da Amazônia, futuros estudos devem focar na melhor definição da dinâmica hormonal durante o ciclo estral. A ultrassonografia poderia ser uma ferramenta de grande auxílio para avaliar as modificações morfológicas dos ovários durante este período. Os mecanismos fisiológicos e ambientais da sazonalidade reprodutiva na espécie também devem ser investigados por meio da avaliação de hormônios específicos e controle de parâmetros ambientais. Estas informações possibilitarão futuras manipulações do ciclo estral visando um manejo reprodutivo da espécie em cativeiro. Adicionalmente, pesquisas sobre a coleta e conservação de gametas devem ser iniciadas, proporcionando a preservação do material genético e seu futuro uso em programas de reprodução assistida.

O boto-vermelho

O boto-vermelho é um dos mamíferos aquáticos pertencente da Ordem Cetacea, sendo uma espécie endêmica da América do Sul. É o maior golfinho de rio e o único em que os machos são maiores que as fêmeas. Os machos medem até 2,74 metros e pesam até 207kg e as fêmeas podem atingir 2,25 metros e 153,5kg durante a gestação (Martin e Da Silva, 2006).

Apesar de alguns indivíduos terem sido mantidos em cativeiro em alguns países, inclusive com registros de nascimentos (Boede et al., 2018), a maioria das informações reprodutivas da espécie foram obtidas de animais de vida-livre, por meio de um programa de captura e monitoramento de longa duração (Da Silva e Martin, 2000; Martin e Da Silva, 2018).

O boto-vermelho fêmea atinge a maturidade sexual com aproximadamente 1,80 metros de comprimento e 67kg, tendo o seu primeiro parto, em média, aos 9 anos de idade (Best e Da Silva, 1984; Martin e Da Silva, 2018). Para os machos, a maturidade sexual ocorre mais tardiamente, com tamanho e peso corporal maiores (2,00 metros e 100kg), fato este provavelmente relacionado com o dimorfismo sexual que a espécie apresenta (Best e Da Silva, 1984; Martin e Da Silva, 2006). Dados preliminares sobre avaliação dos níveis de esteroides reprodutivos corroboram com o momento de maturidade sexual já relatado.

A avaliação ultrassonográfica do aparelho reprodutor já foi relatada em animais de vida-livre, possibilitando a avaliação dos testículos, ovários e útero, bem como o diagnóstico de gestação e a avaliação



morfométrica do feto (Baur, 2010; Alves et al., 2012).

Os níveis de progesterona sérica aparentemente permanecem altos durante toda a gestação (Amaral et al., 2016), porém, dados preliminares indicam uma variação dos níveis de estrona e testosterona ao longo da gestação. Entretanto, como os animais avaliados são provenientes de vida-livre, sendo, na maioria das vezes, amostrados somente uma vez, é necessário aprofundar os estudos, aliando a avaliação hormonal com a ultrassonográfica, a fim de segmentar mais as fases de gestação amostradas.

Da mesma forma que no peixe-boi da Amazônia, a descrição morfológica dos folículos ovarianos e dos espermatozoides do boto-vermelho já foi realizada (Da Silva, 1994; Amaral et al., 2017); entretanto, estudos sobre a preservação dos gametas ainda são inexistentes.

Deste modo, é necessário o aprofundamento dos estudos endocrinológicos e sua relação com as fases do ciclo estral e da gestação do boto-vermelho, o qual auxiliará o entendimento da biologia reprodutiva da espécie. Além disso, assim como para o peixe-boi da Amazônia, o desenvolvimento de técnicas para a recuperação de gametas e sua preservação serão de grande importância para a preservação do material genético e para a manutenção da variabilidade genética da pequena população de boto-vermelho ainda mantida em cativeiro.

Considerações Finais

Considerando a importância do conhecimento da morfologia e da fisiologia para a compreensão dos aspectos biológicos de uma espécie, bem como para o desenvolvimento de biotecnologias reprodutivas para auxiliar sua conservação, algumas linhas de estudos devem ser investigadas. Faz-se necessário então, o aprimoramento de técnicas de coleta ou análise, bem como a incorporação de outras ferramentas, como a ultrassonografia, para obter resultados mais aprofundados.

Agradecimentos

O autor agradece o apoio financeiro do CNPq, FAPESP, Petrobras (Programa Petrobras Socioambiental - Projeto Mamíferos Aquáticos da Amazônia) e Associação Amigos do Peixe-boi (AMPA), e o apoio logístico do INPA, AMPA e IFAM. Agradece também a colaboração dos Drs. Fernando C.W. Rosas, Vera M.F. da Silva, Anthony R. Martin e Claudio A. Oliveira, bem como os membros do LMA/INPA pelo apoio na execução dos trabalhos.

Referências

- Alves FR, da Silva VMF, Martin AR, Ambrósio CE, Giglio RF, Miglino MA. Presumed Normal Ultrasonographic Findings of the Testis and Epididymis of Botos (*Inia geoffrensis*). *J Zoo Wildl Med*, v.43, n.4, p.787-792, 2012.
- Amaral RS, da Silva VM, Martin AR. Serum progesterone levels in pregnant wild Amazon river dolphin (*Inia geoffrensis*). In: 18th International Congress on Animal Reproduction, 18, 2016, Tours. Abstract book. Tours: ICAR, 2016. p.320. Resumo.
- Amaral RS, da Silva VMF, Lazzarini SM, D’Affonseca Neto JA, Ribeiro D, Rosas FCW. Assessment of sexual maturity in captive Amazonian manatees (*Trichechus inunguis*). *Mar Mamm Sci*, v.34, n.1, p.190-199, 2018.
- Amaral RS, da Silva VMF, Rosas FCW. Body weight/length relationship and mass estimation using morphometric measurements in Amazonian manatees *Trichechus inunguis* (Mammalia: Sirenia). *Mar Biodivers Rec*, v.3, p.e105, 2010a.
- Amaral RS, da Silva VMF, Rosas FCW, D’Affonseca Nato JA, Lazzarini SM. Longitudinal monitoring of progesterone in pregnant Amazonian manatees. In: Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals, 21, 2015, San Francisco. Abstracts. San Francisco: Society of Marine Mammalogy, 2015a. p.1-1. Resumo.
- Amaral RS, da Silva VMF, Valdez Domingos FX, Martin AR. Morphology and ultrastructure of the Amazon river dolphin (*Inia geoffrensis*) spermatozoa. *Anat Rec*, v.300, n.8, p.1519-1523, 2017.
- Amaral RS, Lucci CM, Rosas FCW, da Silva VMF, Bão SN. Morphology, morphometry and ultrastructure of the Amazonian manatee (Sirenia: Trichechidae) spermatozoa. *Zoologia (Curitiba)*, v.27, n.6, p.1014-1017, 2010b.
- Amaral RS, Rosas FCW, da Silva VMF, Graham LH, Viau P, Nichi M, Oliveira CA. Seasonal variation in urinary and salivary reproductive hormone levels in Amazonian manatees (*Trichechus inunguis*). *Reprod Fertil Dev*, v.27, n.7, p.1065-1071, 2015b.
- Amaral RS, Rosas FCW, da Silva VMF, Nichi M, Oliveira CA. Endocrine monitoring of the ovarian cycle in captive female Amazonian manatees (*Trichechus inunguis*). *Anim Reprod Sci*, v.142, n.1-2, p.84-88, 2013.
- Amaral RS, Rosas FCW, Graham LH, da Silva VMF, Oliveira CA. First attempt to monitor luteinizing hormone and reproductive steroids in urine samples of the Amazonian manatee (*Trichechus inunguis*). *J Zoo Wildl Med*, v.45, n.4, p.843-851, 2014.
- Baur MC. Untersuchungen zur Reproduktion bei Amazonasdelfinen (*Inia geoffrensis*) im Mamirauá Reservat mittels Ultraschalldiagnostik, Vaginalzytologie und Hormonanalyse. 2010. 136f. Dissertation (PhD) - Fakultät der Ludwig-Maximilians, Universität München, München, 2010.



- Best RC.** The aquatic mammals and reptiles of the Amazon. In: SIOLI H. The Amazon, limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin. 1. ed. Dordrecht: Dr. W. Junk Publishers, 1984. p. 371-412.
- Best RC.** Seasonal breeding in the Amazonian manatee, *Trichechus inunguis* (Mammalia: Sirenia). *Biotropica*, v.14, n.1, p.76-78, 1982.
- Best RC, da Silva VMF.** Preliminary analysis of reproductive parameters of the boto, *Inia geoffrensis*, and the tucuxi, *Sotalia fluviatilis*, in the Amazon River system. *Rep Int Whal Commn (Spec Iss)*, v.6, n.1, p.361-369, 1984.
- Boede EO, Mujica-Jorquera E, Boede F, Varela C.** Reproductive management of the Orinoco river dolphin *Inia geoffrensis humboldtiana* in Venezuela. *Int Zoo Yearbook*, v.52, n.1, p.245-257, 2018.
- Bueno KC, Lazzarini SM, Ribeiro DC, Franzini AM, Picanço M.** Nascimento de peixes-bois da Amazônia (*Trichechus inunguis*) no Centro de Preservação e Pesquisa de Mamíferos Aquáticos, Balbina, AM. In: Reunião de Trabalho de Especialistas em Mamíferos Aquáticos da América do Sul e Congresso SOLAMAC, 14, 2010, Florianópolis. Resumos. Buenos aires: Florianópolis: Sociedade Latino-Americana de Especialistas em Mamíferos Aquáticos, 2010. p.3090-3090. Resumo.
- Carter AM, Enders AC, Künzle H, Oduor-Okelo D, Vogel P.** Placentation in species of phylogenetic importance: the Afrotheria. *Anim Reprod Sci*, v.82-83, n.1, p.35-48, 2004.
- Da Silva VMF.** Aspects of the biology of the Amazonian dolphins Genus *Inia* and *Sotalia fluviatilis*. 1994. 327f. Thesis (Doctor of Philosophy) - St. John's College, University of Cambridge, Cambridge, 1994.
- Da Silva VMF, D'Afonseca Neto JA, Mattos GE, Sousa Lima RS.** Duração da lactação em peixe-boi da Amazônia (*Trichechus inunguis*): estudo de caso de filhote nascido em cativeiro. In: Reunión de Trabajo de Especialistas en Mamíferos Acuáticos de América del Sur y 3 Congreso SOLAMAC, 9, 2000, Buenos aires. Resúmenes. Buenos aires: Sociedad Latinoamericana de Mamíferos Acuáticos, 2000. p.39-39. Resumo.
- Da Silva VMF, Martín AR.** A study of the boto, or Amazon river dolphin (*Inia geoffrensis*), in the Mamirauá Reserve, Brazil: operation and techniques. In: Reeves RR, Smith BD, Kasuya T. Biology and conservation of freshwater cetaceans in Asia – occasional paper of the IUCN Species Survival Commission 23. ed. Gland, Switzerland and Cambridge: IUCN, p.121-131, 2000.
- De Jong WW, Zweers A.** Confirmação da relação entre peixes-bois, hyraxes e elefantes, por meio do estudo da proteína das lentes dos olhos. *Acta Amaz*, v.10, n.4, p.897-902, 1980.
- IUCN.** IUCN Red List of Threatened Species. Gland: The World Conservation Union. Disponível em: <<http://www.iucnredlist.org>>. Acesso em: 24 fev. 2019.
- Junk WJ, Bayley PB, Sparks RE.** The flood pulse concept in river-floodplain systems. *Can Sp Publ F Aquat Sci*, v.106, n.1, p.110-127, 1989.
- Lueders I, Taya K, Watanabe G, Yamamoto Y, Yamamoto T, Kaewmanee S, Niemuller C, Gray C, Streich JW, Hildebrandt TB.** Role of the double luteinizing hormone peak, luteinizing follicles, and the secretion of inhibin for dominant follicle selection in Asian elephants (*Elephas maximus*). *Biol Reprod*, v.85, n.4, p.714-720, 2011.
- Marmontel M.** Age and reproduction in female Florida manatees. In: O' SHEA TJ, ACKERMAN BB, PERCIVAL HF. Population biology of the Florida manatee. 1. ed. Gaisneville: National Biological Service Information and Technology Report 1, 1995. p. 98-119.
- Marsh H, Heinsohn GE, Channells PW.** Changes in the ovaries and uterus of the dugong, *Dugong dugon* (Sirenia: Dugongidae), with age and reproductive activity. *Aust J Zool*, v.32, n.6, p.743-766, 1984.
- Martin AR, da Silva VM.** Reproductive parameters of the Amazon river dolphin or boto, *Inia geoffrensis* (Cetacea: Iniidae); an evolutionary outlier bucks no trends. *Biol J Linn Soc Lond*, v.123, n.3, p.666-676, 2018.
- Martin AR, da Silva VMF.** Sexual dimorphism and body scarring in the boto (Amazon river dolphin) *Inia geoffrensis*. *Mar Mamm Sci*, v.22, n.1, p.25-33, 2006.
- Nascimento CC.** Avaliação da função reprodutiva de fêmeas de peixe-boi da Amazônia (*Trichechus inunguis*, Natterer, 1883), mantidas em cativeiro, por meio da extração e dosagem de esteróides fecais. 2004. 113 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária em Reprodução Animal) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.
- Rodrigues FR, da Silva VMF, Barcellos JFM, Lazzarini SM.** Reproductive anatomy of the female Amazonian manatee *Trichechus inunguis* Natterer, 1883 (Mammalia: Sirenia). *Anat Rec*, v.291, n.5, p.557-564, 2008.
- Rosas FCW.** Biology, conservation and status of the Amazonian manatee *Trichechus inunguis*. *Mammal Rev*, v.24, n.2, p.49-59, 1994.
-