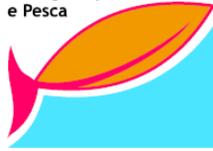


Programa de pós-graduação
Ecologia Aquática
e Pesca



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA AQUÁTICA E PESCA – PPGEAP

ANA PAULA BAÊTA FERNANDES

**SUCESSO REPRODUTIVO DO TRACAJÁ (*Podocnemis unifilis*)
(TESTUDINES, PODOCNEMIDIDAE) NO MÉDIO E BAIXO RIO XINGU,
PARÁ, BRASIL**

BELÉM - PA

2013

ANA PAULA BAÊTA FERNANDES

**SUCESSO REPRODUTIVO DO TRACAJÁ (*Podocnemis unifilis*)
(TESTUDINES, PODOCNEMIDIDAE) NO MÉDIO E BAIXO RIO XINGU,
PARÁ, BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aquática e Pesca da Universidade Federal do Pará como requisito para a obtenção do grau de Mestre em Ecologia Aquática e Pesca.

Orientador: Prof. Dr. Juarez Carlos Brito Pezzuti.

BELÉM - PA

2013

ANA PAULA BAÊTA FERNANDES

**SUCESSO REPRODUTIVO DO TRACAJÁ (*Podocnemis unifilis*)
(TESTUDINES, PODOCNEMIDIDAE) NO MÉDIO E BAIXO RIO XINGU,
PARÁ, BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aquática e Pesca da Universidade Federal do Pará como requisito para a obtenção do grau de Mestre em Ecologia Aquática e Pesca.

Banca examinadora:

Prof. Dr. Juarez Carlos Brito Pezzuti – Orientador
Núcleo de Altos Estudos Amazônicos - NAEA

Profa. Dra. Victoria Judith Isaac – Membro titular
Universidade Federal do Pará - UFPA

Prof. Dr. Ronaldo Borges Barthem – Membro titular
Museu Paraense Emílio Goeldi - MPEG

Prof. Dr. Paulo Dias Ferreira Junior – Membro titular
Universidade de Vila Velha - UVV

Profa. Dra. Jussara Moretto Martinelli Lemos – Membro suplente
Universidade Federal do Pará – UFPA

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer à minha família por todo amor, apoio e força nunca negados, por estarem sempre ao meu lado, por acreditarem em mim e pelo que me proporcionaram ao longo de toda minha vida. Sem vocês, isso não seria possível!

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de mestrado.

Agradeço ao Juca e à Dany pela grande oportunidade que me deram de participar de tantos projetos, de conhecer um outro lado (e que lado!) do Brasil que com certeza não teria oportunidade tão cedo de conhecer, pelo crescimento profissional e pessoal que me proporcionaram, pela orientação, pelo carinho, atenção, paciência, apoio e ajuda durante todos esse anos! Vocês viraram parte da minha família, meus pais paraenses, e eu realmente não tenho nem palavras para agradecer tudo o que fizeram e fazem por mim e tudo o que são para mim!

À Cris, minha irmã paraense, não tenho nem como agradecer tudo o que fez por mim! Obrigada pela amizade, pela companhia, pelas risadas, pela ajuda com o trabalho, desde o campo até na escrita. Esse trabalho também é seu!

Ao meu padrinho Ronaldo, pelo carinho e grande apoio em todos os momentos. Obrigada pelo incentivo, por acreditar em mim e no meu sucesso profissional.

Às minhas companheiras de campo Luana e Cris, e ao pessoal da equipe de Altamira e do Tabuleiro do Embaubal o meu muito obrigado! Sem vocês esse trabalho seria impossível. Obrigada pelo aprendizado e companhia!

Agradeço aos meus amigos mineiros mais que especiais, principalmente à Aline, Elisa, Sarah, Talita, Japa, Tina, Beta... e na reta final à Lu, por toda força, mesmo que de longe, mas que foram essenciais nesse momento da minha vida! Muito obrigada por entenderem minhas ausências, sumiços e falta de atenção. Sem vocês, tudo seria muito mais difícil!

Aos meus amigos e companheiros do Pará, Rac, Manú, Pri, Liza (in memorian), Emil, Rose, Rafa, Josie, Michel, pela companhia, pelas diversões e risadas!

Aos parceiros e amigos de mestrado Celly, Fabíola, Val, Dany, Marllen, Carol Borges, Carol Fidelis, Carol Montes, Marcelo, Jerônimo, Rafa, Aline, Vanessa, obrigada pelos bons momentos em sala de aula, em campo, e pelas saídas. Foram tantas risadas... vou sentir muito a falta de vocês!

Aos meus tios, primos, avó, madrinha, por entenderem minha ausência e me darem forças para continuar.

Aos meus mais novos amigos de Conceição, obrigada por entenderem os meus 'nãos' para as saídas, conversas e pela força no período da escrita da dissertação. E em especial ao Bruno, Ju e Renato, obrigada por me salvarem nessa reta final! Sem a ajuda de vocês, teria sido tudo mais complicado!

Ao Dr. Tommaso Giarrizo pelas ajudas com a estatística, aos membros da banca de qualificação e dissertação Dra. Victoria Isaac, Dr. Ronaldo Barthem, Dr. Paulo Dias, Dr. José Souto, Dra. Jussara Martinelli, obrigada pela participação na banca, pela atenção, pelas valiosas críticas e sugestões para a finalização dessa dissertação. Obrigada ao Dr. Paulo Dias pelas análises granulométricas dos sedimentos e pelas sugestões indispensáveis para o término do trabalho.

SUMÁRIO

Introdução geral	1
Referências bibliográficas.....	5

Artigo: Sucesso reprodutivo do Tracajá (*Podocnemis unifilis*) (TESTUDINES, PODOCNEMIDIDAE) no médio e baixo rio Xingu, Pará, Brasil

Abstract	14
Resumo	15
Introdução.....	17
Materiais e métodos.....	19
Resultados.....	24
Discussão.....	27
Agradecimentos.....	35
Referências bibliográficas.....	36
Tabelas.....	45
Figuras.....	47

INTRODUÇÃO GERAL

O manejo da fauna silvestre e a manutenção de seus habitats constituem estratégias fundamentais para a conservação, sendo necessárias informações ecológicas básicas para subsidiar uma melhor gestão dos recursos naturais (ROBINSON e REDFORD, 1991). A conservação das espécies de quelônios amazônicos é importante não apenas por manter a diversidade biológica neste bioma, mas também pelo papel histórico e atual destes animais como recurso alimentar e fonte de proteína para as populações ribeirinhas (VOGT, 1994; REBÊLO e LUGLI, 1996). Portanto, o conhecimento dos fatores que influenciam as populações desses animais é necessário para subsidiar estratégias adequadas de conservação e manejo (VOGT, 1994; VOGT, 2001), e um dos aspectos mais importantes a ser levado em consideração no manejo de quelônios é a influência dos ambientes de nidificação sobre a sobrevivência e o desenvolvimento dos embriões (SOUZA e VOGT, 1994; PEZZUTI e VOGT, 1999; BATISTELLA e VOGT, 2008; FÉLIX-SILVA, 2009; PANTOJA-LIMA et al., 2009; PIGNATI e PEZZUTI, 2012).

Além do consumo humano, presente em praticamente toda a bacia amazônica (PRITCHARD e TREBBAU, 1984; REBÊLO e PEZZUTI, 2000) e que vem ocorrendo desde o período pré-colonial (MITTERMEIER, 1978; JOHNS, 1987; THORBJARNARSON et al., 1993; ESCALONA e FA, 1998; REBÊLO e PEZZUTI, 2000), as populações de quelônios amazônicos estão sujeitas a outros impactos naturais e antrópicos (MOLL e MOLL, 2004).

Neste grupo, as mortalidades tendem a ser bem mais altas nas fases iniciais de vida. Foram observadas elevadas taxas de predação natural dos ovos e filhotes, principalmente por lagartos do gênero *Tupinambis* sp. (MEDEM, 1983; VOGT et al., 1994; SOINI, 1995; ESCALONA e FA, 1998; PEZZUTI et al., 2000; FACHÍN-TERÁN e VON MÜLHEN, 2003; PANTOJA-LIMA et al., 2009) e também por predadores como as formigas e aves (SOINI, 1995; FERREIRA JUNIOR e CASTRO, 2010; FÉLIX-SILVA, 2004), sendo estes fatores de impactos significativos na sobrevivência.

Além disso, essas espécies ainda estão sujeitas ao alagamento dos ninhos, em função do aumento súbito das águas dos rios, conhecido na região como repiquete

(ALHO e PÁDUA, 1982; PEZZUTI e VOGT, 1999; BATISTELA, 2003). O ciclo reprodutivo dos podocnemídeos está relacionado ao ciclo hidrológico, pois desovam na estação mais seca do ano, no momento da vazante dos rios, quando as praias estão mais expostas e secas (SOINI, 1997). Variações no ciclo hidrológico, como enchentes antecipadas, podem ter efeitos drásticos para a população de quelônios amazônicos, provocando a morte dos embriões por afogamento antes que os mesmos concluam o seu desenvolvimento (ALHO e PÁDUA, 1982; TUCKER et al., 1997; PEZZUTI e VOGT, 1999).

Outros impactos antrópicos e, portanto, mais recentes considerando a história evolutiva dos quelônios, estão relacionados à poluição, aos desmatamentos, a canalização e drenagem de ambientes aquáticos, e barramentos dos rios, principalmente para os aproveitamentos hidrelétricos. As barragens impedem os movimentos migratórios, provocam a fragmentação das populações, afetam o fluxo das águas e causam profundas alterações nas áreas utilizadas para alimentação e para a reprodução (CARNEIRO, 2012). De acordo com Moll e Moll (2004), as áreas utilizadas para a reprodução na região do reservatório desaparecem, e as praias a jusante do reservatório são afetadas pela retenção de sedimento.

Os quelônios da família Podocnemididae são distribuídos por praticamente toda a bacia Amazônica e Tocantins-Araguaia (PRITCHARD e TREBBAU, 1984; SOINI, 1995; PEZZUTI e VOGT, 1999; MOLL e MOLL, 2004). Das cinco espécies que compõem a família, três delas (*Podocnemis unifilis*, *P. expansa* e *P. sextuberculata*) ocorrem no rio Xingu. A tartaruga-da-amazônia (*P. expansa*) e o tracajá (*P. unifilis*) estão dispersas amplamente pelas bacias dos rios Amazonas e Orinoco, na América do Sul, por vários rios da Venezuela (MITTERMEIER, 1978; FOOTE, 1978; SMITH, 1979; JOHNS, 1987; MOLL e MOLL, 2004), e na bacia do Tocantins-Araguaia, chegando até o estado do Mato Grosso e Goiás. *P. sextuberculata* é restrita à bacia Amazônica (PRITCHARD e TREBBAU, 1984).

P. unifilis Troschel 1848, também conhecido como tracajá, é um quelônio de tamanho médio da família Podocnemididae e é, provavelmente, a espécie de água doce mais comum da América do Sul (VOGT, 2008) e a mais conhecida em relação à sua ecologia reprodutiva (SOUZA e VOGT, 1994; FACHÍN-TERÁN, 1992, 1993; SOINI,

1996; ESCALONA e FA, 1998; FACHÍN-TERÁN e VON MÜLHEN, 2003; FÉLIX-SILVA, 2009; ESCALONA et al., 2009; PIGNATI e PEZZUTI, 2012). Como a maioria das espécies de quelônios, o tracajá é um animal de vida longa que apresenta maturação sexual tardia e, com isso, baixa taxa de renovação de indivíduos na população (ALFINITO, 1973; PRITCHARD, 1979). Apresenta baixa mortalidade de indivíduos adultos, porém altas taxas de perda de ovos e filhotes (ERNST e BARBOUR, 1989; IBAMA, 1989; SOARES, 2000).

Vários estudos sobre a ecologia reprodutiva de *P. unifilis* em outras regiões vem sendo publicados (MEDEM, 1964; VANZOLINI, 1977; FOOTE, 1978; PONCE, 1979; FACHÍN-TERÁN 1992, 1993; THORBJARNARSON et al., 1993; SOUZA e VOGT, 1994; PÁEZ, 1995; SOINI e COPPULA, 1995; SOINI e SOINI, 1995a,b,c; CABALLERO, 1996; SOINI, 1996, 1997; CASTAÑO-MORA, 1997; FACHÍN-TERÁN et al., 1997; PÁEZ e BOCK, 1997, 1998; VOGT, 2001; CASTAÑO-MORA et al., 2003; PIGNATI e PEZZUTI, 2012). Porém, trabalhos relacionados ao sucesso reprodutivo na região do rio Xingu e no rio Bacajá ainda são inexistentes. O Xingu é um rio com peculiaridades quanto aos ambientes disponíveis para reprodução. Embora apresente algumas praias extensas, este rio está repleto de ambientes sazonalmente emersos formados por uma combinação de rochas, arbustos e areia com granulometria variável e dependente do fluxo de água durante o período de enchente (IBAMA, 2009). Por esta razão, o rio Xingu apresenta um conjunto heterogêneo de ambientes utilizados por *P. unifilis* para a nidificação.

Além disso, os diversos projetos de geração de energia hidrelétrica já implementados e em fase de implementação, como no caso do projeto do Aproveitamento Hidrelétrico (AHE) de Belo Monte, devem causar profundas mudanças nos sistemas aquáticos e no regime fluviométrico local, com consequências ainda pouco estudadas. No baixo rio Tocantins, por exemplo, os efeitos da implementação da Usina Hidrelétrica (UHE) de Tucuruí sobre *P. unifilis* foram estudados por Félix-Silva (2009), mas a ausência de informações anteriores à construção do referido empreendimento comprometem a análise de impactos específicos. Um estudo prévio ao início da geração de energia do AHE Belo Monte é fundamental para subsidiar medidas de conservação e manejo, tendo em vista a alta abundância de *P. unifilis* e sua

grande importância cinegética (IBAMA, 2009). Outro ponto relevante é que os fatores ambientais, climáticos, geológicos e hidrológicos podem variar ao longo da extensa distribuição desta espécie, o que acarreta diferenças no ciclo e no sucesso reprodutivo ao longo da sua área de ocorrência (FERREIRA JÚNIOR, 2003).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALFINITO, J. **Fundamentos ao serviço de proteção à tartaruga. Preservação da tartaruga da Amazônia.** Ministério da Agricultura. DEMA/ PA, IBDF, Belém (PA), p. 1-36, 1973.

ALHO, C. J. R.; PÁDUA, L. F. M. Reproductive parameters and nesting behavior of the Amazon turtle *Podocnemis expansa* (Testudinata: Pelomedusidae) in Brazil. **Canadian Journal of Zoology**, v. 60, n 1, p. 97-103, 1982.

BATISTELA, A. M. **Ecologia de nidificação de *Podocnemis erythrocephala* (Testudines, Podocnemidae) em campinas do Médio Rio Negro-AM.** 2003. 43f. Dissertação de mestrado, INPA/UFAM.

BATISTELLA, A. M.; VOGT, R. C. Nesting Ecology of *Podocnemis erythrocephala* (Testudines, Podocnemididae) of the Rio Negro, Amazonas, Brazil. **Chelonian Conservation and Biology**, 7:12-20, 2008.

CABALLERO, J. **Comparación de cuatro tratamientos de manejo para la protección de la peta de agua (*Podocnemis unifilis*), Troschel 1840, y estimación de la supervivencia de las crías en las playas del río Itenez.** 1996, 90f. Tesis de Licenciado en Ciencias Biológicas. Universidad Autonoma Gabriel Rene Moreno, Facultad de Ciencias Agrícolas. Santa Cruz de la Sierra-Bolivia.

CAMARGO, M.; GIARRIZZO, T.; ISAAC, V. Review of the geographic distribution of fish fauna of the Xingu river basin, Brazil. **Ecotropica**, 10:123-147, 2004.

CARNEIRO, C. C. **Influência do ambiente de nidificação sobre a taxa de eclosão, a duração da incubação e a determinação sexual em *Podocnemis* (Reptilia, Podocnemididae) no Tabuleiro do Embaubal, rio Xingu, Pará.** 2012. 52f. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aquática e Pesca, da Universidade Federal do Pará.

CASTAÑO-MORA, O. V. La situación de *Podocnemis erythrocephala* (Spix, 1824) (Testudinata: Pelomedusidae), em Colômbia. **Caldasia**, 19:55–60, 1997.

CASTAÑO-MORA, O. V.; GALVIS-PEÑUELA, A.; MOLANO, J. G. Reproductive ecology of *Podocnemis erythrocephala* (Testudines, Podocnemididae), in the lower Inirida River, Colômbia. **Chelonian Conservation and Biology**, 4:664–670, 2003.

ERNST, C. H.; BARBOUR, R. W. **Turtles of the World**. Smithsonian Institution Press, Washington, D. C, 1989.

ESCALONA, T.; FA, J. E. Survival of nests of the terecay turtle (*Podocnemis unifilis*) in the Nichare-Tawadu Rivers, Venezuela. **J. Zool.**, Lond. 244, 303-312, 1998.

ESCALONA, T.; VALENZUELA, N.; ADAMS, D. C. Nesting ecology in the freshwater turtle *Podocnemis unifilis*: spatiotemporal patterns and inferred explanations. **Functional Ecology**, 23:826-835, 2009.

FACHÍN-TERÁN, A. Desove y uso de playas para nidificación de taricaya (*Podocnemis unifilis*) en el Río Samiria, Loreto-Peru. **Boletín de Lima**, n 79, p. 65-75. Lima, enero, 1992.

FACHÍN-TERÁN, A. Características de *Podocnemis unifilis* (Reptilia, Testudines) en el río Samiria, Loreto. **Boletín de Lima**, 87:69-74, 1993.

FACHÍN-TERÁN, A.; ACOSTA, A.; VILCHEZ, I.; TALEIXO, G. Reproducción de la taricaya *Podocnemis unifilis* (Reptilia: Testudines) en cautiverio, Iquitos, Perú. En: Tula G. Fang, Richard E. Bodmer, Rolando Aquino y Michael H. Valqui (eds.). **Manejo de Fauna Silvestre em la Amazonía**, pp.185-189. La Paz, Bolivia, 1997.

FACHÍN-TERÁN, A.; VON MÜLHEN, E. M. Reproducción de la taricaya *Podocnemis unifilis* Troschel 1848 (Testudines: Podocnemididae) em la várzea del Medio Solimões, Amazonas, Brasil. **Ecología Aplicada**, 2(1), 2003.

FÉLIX-SILVA, D. **Ecologia Reprodutiva do cabeçudo (*Peltocephalus dumerilianus*) (Testudines: Podocnemididae) no Parque Nacional do Jaú,**

Amazonas – Brasil. 2004. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

FÉLIX-SILVA, D. **Ecologia e Conservação de *Podocnemis unifilis* TROSCHEL, 1848 (Testudines, Podocnemididae) no Reservatório da UHE Tucuruí-Pará.** 2009. Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

FERREIRA JUNIOR, P. D. **Influência dos processos sedimentológicos e geomorfológicos na escolha das áreas de nidificação de *Podocnemis expansa* (tartaruga-da-amazônia) e *Podocnemis unifilis* (tracajá), na bacia do rio Araguaia.** 2003. 296f. Tese de Doutorado em Ciências Naturais, Universidade Federal de Ouro Preto.

FERREIRA JUNIOR, P. D.; CASTRO, P. T. A. Nesting ecology of *Podocnemis expansa* (Schweigger, 1812) and *Podocnemis unifilis* (Troschel, 1848) (Testudines, Podocnemididae) in the Javaés River, Brazil. **Braz. J. Biol.** [online], v. 70, n.1, p. 85-94, 2010.

FOOTE, R. W. Nesting of *Podocnemis unifilis* (Testudines: Pelomedusidae) in the Colombian Amazon. **Herpetologica**, 34(4), 333-339, 1978.

IBAMA. **Projeto Quelônios da Amazônia**, 10 anos. Brasília: IBAMA, 1989. 119f.

IBAMA. **Relatório de Licenciamento Ambiental para a UHE de Belo Monte: Atendimento ao Parecer 29/2009. Estudos etnoecológicos – Avaliação Ambiental.**

2009. Disponível em:

<http://siscom.ibama.gov.br/licenciamento_ambiental/UHE%20PCH/UHE%20Belo%20Monte/Atendimento_ao_Parecer_29_2009/Estudos%20Etnoecol%C3%B3gicos-Avalia%C3%A7%C3%A3o%20Ambiental/ANEXO%20I%20-%20PARECERES%20T%C3%89CNICOS/Texto/PDF/Parecer%20Rio%20Bacaj%C3%A1.pdf> Acesso em 05/03/2012.

IBAMA. **Relatório de Licenciamento Ambiental para a UHE de Belo Monte: Quelônios.** 2009. Disponível em <http://siscom.ibama.gov.br/licenciamento_ambiental/UHE%20PCH/UHE%20Belo%20Monte/Solicita%C3%A7%C3%B5es%20DILIC_IBAMA/Quel%C3%B4nios/TEXTOS/PDF/Quel%C3%B4nios.pdf> Acesso em 10/02/2012.

JOHNS, A. D. Continuing problems for Amazon river turtles. **Oryx**, 21(1):25-28, 1987.

MEDEM, F. Morphologie, Oekologie und Verbreitung der Schildkröte, *Podocnemis unifilis* in Kolumbiem. **Senckenb. Biol.**, 45:353-368, 1964.

MEDEM, F. **Reproductive data on *Platemys platycephala* (Testudines: Chelidae) in Colombia.** In: RHODIN & MIYATA (eds.): Advances in Herpetology and Evolutionary Biology: Essays in honor of E. E. Williams. Mus. Comp. Zool. Harvard Univ., Cambridge: 429-434, 1983.

MITTERMEIER, R. A. South America's river turtles: saving them by use. **Oryx**, 14(3):222-230, 1978.

MOLL, D.; MOLL, E. O. **The ecology, exploitation, and conservation of river turtles.** 2004. 393f. Oxford University Press. New York.

PÁEZ, V. P. **The Conservation and Nesting Ecology of the Endangered Yellow-spotted Amazonian turtle, *Podocnemis unifilis*.** 1995. Ph.D. Dissertation. Ohio University, Miami.

PÁEZ, V. P.; BOCK, B. C. **Nesting ecology of the Yellow-spotted river turtle in the Columbian Amazon.** 1997. p. 219-224. In: Proceedings: Conservation, Restoration, and Management of Tortoises and Turtles: An International Conference. J. van Abbema (ed.). State University of New York, Purchase, NY.

PÁEZ, V. P.; BOCK, B. C. Temperature effect on incubation period in the Yellow-spotted river turtle, *Podocnemis unifilis*, in the Colombian Amazon. **Chelonian Conservation and Biology**, 3:31-36, 1998.

PANTOJA-LIMA, J.; PEZZUTI, J. C. B.; FÉLIX-SILVA, D.; REBÊLO, G. H.; MONJELÓ, L. A. S.; KEMENES, A. Seleção de locais de desova e sobrevivência de ninhos de quelônios *Podocnemis* no baixo Rio Purus, Amazonas, Brasil. *Rev. Colomb. Cienc. Anim.*, n. 1, p. 37-59, 2009.

PEZZUTI, J. C. B.; VOGT, R. C. Nest site selection and causes of mortality of *Podocnemis sextuberculata*. Amazonas. Brazil. **Chelonian Conservation and Biology**, 3(3):419-425, 1999.

PEZZUTI, J. C. B.; VOGT, R. C.; KEMENES, A.; FÉLIX-SILVA, D.; SALVESTRINI, F.; PANTOJA-LIMA, J. **Nesting ecology of pelomedusid turtles in the Purus River, Amazonas, Brazil**. 2000. P. 294-294. In: Annual meeting American Society of Ichthyologists and Herpetologists ASIH), the American Elasmobranch Society (AES), the Herpetologists League (HL), and the Society for the Study of Amphibians and Reptiles, Universidad Autónoma de Baja California Sur, La Paz, B. C. S.

PIGNATI, M. T., PEZZUTI, J. C. B. Alometria reprodutiva de *Podocnemis unifilis* (TESTUDINES, PODOCNEMIDIDAE) na várzea do baixo rio Amazonas, Santarém, Pará, Brasil. *Ilheringia*, Série Zoologia, Porto Alegre, 102(1):48-55, 2012.

PONCE, M. 1979. ***Podocnemis unifilis* Troschel 1848 “taricaya” (Chelonia, Pleurodira, Pelomedusidae) en el Bosque Nacional Alexander von Humboldt, Loreto-Perú**. 1979. 76f. Tesis de Biólogo. Univ. Nac. Agraria. La Molina, Lima.

PRITCHARD, P. C. H. **Encyclopedia of turtles**. 1979. T. F. H. Publications, Inc., Neptune, NJ.

PRITCHARD, P. C. H.; TREBBAU, P. **The Turtles of Venezuela**. Athens: Society for the Study of Amphibians and Reptiles, 403p, 1984.

REBÊLO, G.H., LUGLI, L. The Conservation of Freshwater Turtles and the Dwellers of the Amazonian Jaú National Park (Brazil). In: Jain, S. K. (Ed.). **Etnobiology in Human Welfare**. Lucknow: Deep Publications, p. 253-258, 1996.

REBÊLO, G.; PEZZUTI, J. Percepções sobre o consumo de Quelônios na Amazônia. **Ambiente & Sociedade**. 6(7):85-104, 2000.

ROBINSON, J.G., REDFORD, K.H. The use and conservation of wildlife. In: Robinson, J.G., Redford, K.H. (Eds.). **Neotropical Wildlife Use and Conservation**. Chicago: The University of Chicago Press, p. 3-5, 1991.

SMITH, N. J. H. Aquatic turtles of Amazonia: An endangered resource. **Biol. Conserv.** 16:165-178, 1979.

SOARES, M. F. G. S. **Distribuição, mortalidade e caça de *Podocnemis* (Testudinata, Pelomedusidae) no rio Guaporé, Rondônia, Brasil**. 2000. Dissertação de Mestrado. Instituto de Pesquisas da Amazônia/Fundação Universidade do Amazonas, Brasil.

SOINI, P.; COPPULA, M. Estudio, reproducción y manejo de los quelonios del género *Podocnemis* (charapa, cupiso y taricaya) en la cuenca del Pacaya, río Pacaya, Loreto-Perú. Informe N° 2. En: Soini, P., A. Tovar y U. Valdez (ed.), **Reporte Pacaya-Samiria. Investigaciones en Cahuana: 1980-1994**. p. 3-30, 1995. CDC-UNALM/FPCN/TCN. Lima, Perú.

SOINI, P.; SOINI, M. Ecología reproductiva de la taricaya (*Podocnemis unifilis*) y sus implicaciones en el manejo da la especie. Informe N° 9. En: Soini, P., A. Tovar y U. Valdez (ed.), **Reporte Pacaya-Samiria. Investigaciones en Cahuana: 1980-1994**, p. 99-128, 1995a. CDC-UNALM/FPCN/TCN. Lima, Perú.

SOINI, P.; SOINI, M. Ensayos de incubación de huevos de los quelonios del género *Podocnemis* (charapa, taricaya y cupiso). Informe N° 12. En: Soini, P., A. Tovar y U. Valdez (ed.), **Reporte Pacaya-Samiria. Investigaciones en Cahuana: 1980-1994**. p. 169-176, 1995b. CDC-UNALM/FPCN/TCN. Lima, Perú.

SOINI, P.; SOINI, M. Un resumen comparativo de la ecología reproductiva de los quelonios acuáticos. Informe N° 19. En: Soini, P., A. Tovar y U. Valdez (ed.), **Reporte**

Pacaya-Samiria. Investigaciones en Cahuana: 1980-1994. p. 215-226, 1995c. CDC-UNALM/FPCN/TCN. Lima, Perú.

SOINI, P. Reproducción, abundancia y situación de quelonios acuáticos en la Reserva Nacional Pacaya-Samiria, Perú. **Folia Amazonica**, v. 8, n. 1, p. 147-164, 1996.

SOINI, P. Ecología y manejo de quelonios acuáticos en la amazonía peruana. En: Tula G. Fang, Richard E. Bodmer, Rolando Aquino y Michael H. Valqui (eds.). **Manejo de Fauna Silvestre en la Amazonía**, p.167-173, 1997. La Paz, Bolivia.

SOUZA, R. R.; VOGT, R. C. Incubation temperature influences sex and hatchling size in the neotropical turtle *Podocnemis unifilis*. **Journal of Herpetology**, v. 28, n. 4, p. 453-464, 1994.

THORBJARNARSON, J. B; PEREZ, N.; ESCALONA, T. Nesting of *Podocnemis unifilis* in the Capanaparo River, Venezuela. **Journal of Herpetology**, v. 27, p. 347-351, 1993.

TUCKER, J. K.; JANZEN, F. J.; PAUKSTIS, G. L. Response of embryos of the red-eared turtle (*Trachemys scripta elegans*) to experimental exposure to water-saturated substrates. **Chelonian Conserv. Biol.** n. 2, p. 345-351, 1997.

VANZOLINI, P. E. A brief biometrical note on the reproductive biology of some South American *Podocnemis* (Testudines, Pelomedusidae). **Papéis Avulsos de Zoologia**, v. 31, p. 79-102, 1977.

VOGT, R. C. Temperature controlled sex determination as a tool for turtle conservation. **Chelonian Conservation and Biology**, 1:159-162, 1994.

VOGT, R. C. Turtles of the Rio Negro. In: **Conservation and management of ornamental fish resources of the Rio Negro Basin, Amazonia, Brazil**. Chao, N.L.; Petry, P.P.; Prang, G.; Sonneschien, L.; Tlusty, M. (Eds.) Universidade do Amazonas Press, 309f, 2001.

VOGT, R. C.; CANTARELLI, V. H. & DE CARVALHO, A. G. Reproduction of the Cabeçudo, *Peltocephalus dumerilianus*, in the Biological Reserve of Rio Trombetas, Pará, Brazil. **Chelonian Conservation and Biology**, 1(2):145-148, 1994.

VOGT, R. C. **Tartarugas da Amazônia**. Editora INPA, p. 104, 2008.

Artigo a ser traduzido e submetido ao Journal of Herpetology.

**SUCESSO REPRODUTIVO DE *Podocnemis unifilis* (TESTUDINES,
PODOCNEMIDIDAE) NO MÉDIO E BAIXO RIO XINGU, PARÁ, BRASIL**

Ana Paula Baeta-Fernandes¹, C. Costa Carneiro², D. Félix-Silva² e J. C. Brito Pezzuti²

¹Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aquática e Pesca (PPGEAP), Universidade Federal do Pará, Belém, Pará. Endereço: Rua Pitt, 565, apto 202, Bairro União. Belo Horizonte, Minas Gerais. CEP: 31170-610. Email: aninhabaeta@gmail.com. Phone: 55 31 8797-2293.

²Núcleo de Altos Estudos Amazônicos, Universidade Federal do Pará, Belém, Pará. Endereço: Avenida Perimetral, nº 1, Bairro Guamá. Email: criskbio@yahoo.com.br; danyfelix30@gmail.com; juarez.pezzuti@gmail.com

Abstract – The characteristics of the nesting environment have important effects at the nestlings success probability. The spacial distribution and the causes of the *Podocnemis unifilis* eggs and nestlings loss in the middle and lower Xingu river and two tributaries, in Pará state, were investigated, to evaluate how the characteristics of the nesting environment selected by females affects the probability of nests survival and on the nestlings hatching rate. *P. unifilis* nests were monitored in different parts of the Xingu river and two main tributaries during the reproductive season of 2008. For each nest found, were recorded local environmental characteristics and monitored the nests regarding predation, collection by humans, flooding and eclosion. We monitored 309 nests, 28 of them located in seven beaches in the Iriri river, 32 in eight beaches at Iriri-Altamira region, 67 on 25 beaches in Volta Grande region, 57 in 20 beaches in the Bacaja river and 125 in six beaches at Tabuleiro do Embaubal, and we detected four different environmental nests. The laying season began in the upstream region of the study area, following downstream Xingu river until the Tabuleiro do Embaubal region. The regions differed significantly regarding the depth, height to the river share, distance from the river bank and vegetation and slope of the nests. In this study, the clutch size were smaller compared to what was found in other studies for *P. unifilis*, appointing to a strong geographic variability. The hatching rate was influenced by nests height and vegetation distance. Of all monitored nests, 166 (53.7%) were lost and four (1.3%) had no apparent development, and nests with complete development showed an average hatching rate of 82%. The main cause of nests loss was the eggs collection, followed by predation, flooding, rain and plant (*Chamaesyce hyssopifolia*) roots invasion inside the nest. The rain and flooding loss occurred just in the Tabuleiro do Embaubal region and the nests loss by flooding had no relation with the height to the river share. The differences observed between the reproductive areas in the Xingu river basin, as well in other studies with the species, attest to the importance of investigate the influence of environmental

characteristics on the reproductive success of *P. unifilis*, given the wide geographic distribution and versatility concerning nesting site selection.

Resumo – As características do ambiente selecionado para oviposição têm importante efeito na probabilidade de sucesso da prole. O objetivo desta pesquisa foi investigar a distribuição espacial e as causas das perdas de ovos e filhotes de *P. unifilis* na região do médio e baixo rio Xingu e de dois afluentes, no estado do Pará, para avaliar como as características dos ambientes selecionados pelas fêmeas para a desova afetam na probabilidade de sobrevivência e na taxa de eclosão dos filhotes. As desovas de *P. unifilis* foram monitoradas em diferentes trechos do médio rio Xingu (áreas 1, 2 e 3) e rio Bacajá (área 4) no período de 02 a 21 de setembro de 2008, durante quatro dias em cada região, e no trecho do baixo rio Xingu (área 5) de 17 a 27 de outubro de 2008, totalizando 10 dias de coleta. Para cada ninho encontrado, foram registradas as características físicas locais além dos eventos de eclosão, emergência e perda de ninhos. Foram monitorados 309 ninhos, sendo 28 deles localizados em sete praias na região do rio Iriri, 32 em oito praias no trecho Iriri-Altamira, 67 em 25 praias na Volta Grande, 57 em 20 praias no rio Bacajá e 125 em seis praias no Tabuleiro do Embaubal. Foram detectados quatro diferentes ambientes de desova: praias, sarobais, barrancos e folhiço. A postura teve início na região a montante da área de estudo, seguindo o sentido do rio Xingu até a região do Tabuleiro do Embaubal. As regiões diferiram significativamente quanto à profundidade, altura em relação à cota do rio, distância à margem do rio e à vegetação e inclinação dos ninhos. O número médio de ovos por ninho foi menor do que o encontrado para *P. unifilis* em outras áreas. A taxa de eclosão foi influenciada pela altura dos ninhos e pela distância à vegetação. Do total de ninhos monitorados, 166 (53.7%) foram perdidos e quatro (1.3%) não apresentaram desenvolvimento aparente, e os ninhos com desenvolvimento completo apresentaram uma taxa de eclosão média de 82%. A principal causa de perda de ninhos

foi a coleta de ovos, seguida pela predação, pelo alagamento devido à elevação do nível do rio, pela chuva e pela invasão na câmara de ovos por raízes de vassourinha (*Chamaesyce hyssopifolia*). A perda por alagamento e pela chuva ocorreu apenas na região do Tabuleiro do Embaubal e os ninhos alagados não apresentaram relação com a altura à cota do rio. As diferenças observadas entre as áreas reprodutivas na bacia do rio Xingu, assim como em relação a outros estudos realizados com a espécie atestam para a importância de investigar a influência das características ambientais no sucesso reprodutivo de *P. unifilis*, dada a sua ampla distribuição geográfica e versatilidade quanto à escolha de áreas de desova.

Palavras-chave: Coleta de ovos; Perda de ninhos; Predação; Quelônios; Tracajá.

QUALQUER organismo tem o potencial para aumento populacional indefinido, e sua população será limitada por fatores externos de diferentes naturezas (Levin 1970; Giacomini 2007). Os padrões na história de vida dos organismos refletem diferentes estratégias relacionadas à reprodução e à sobrevivência, que podem estar estreitamente ligadas à capacidade de gerar descendentes (estratégia *r*) ou à sobrevivência dos mesmos (estratégia *K*) (MacArthur, 1962; Pianka, 1970; Reznick et al., 2002).

Sob determinado aspecto, a maioria dos quelônios apresentam-se como *r*-estrategistas, pois investem pouco na sobrevivência de sua prole em relação ao cuidado parental e apresentam maior alocação de energia na produção de um número maior de descendentes, que por sua vez estão sujeitos a elevadas taxas de mortalidade. Ao mesmo tempo, são organismos de vida longa, apresentam reprodução tardia, são iteróparos (ou seja, reproduzem-se em múltiplos eventos), apresentam vida reprodutiva mais longa e podem passar por períodos desfavoráveis com baixa mortalidade, características de animais *K*-estrategistas (Moll e Moll, 2004).

Durante a fase embrionária, diversos fatores bióticos e abióticos contribuem para a mortalidade dos quelônios. No caso dos quelônios da família Podocnemididae, que estão amplamente distribuídos pela bacia amazônica, os ovos estão sujeitos à predação natural por lagartos (Vogt et al., 1994; Escalona e Fa, 1998; Pezzuti et al., 2000), formigas e aves (Ferreira Junior e Castro, 2010; Félix-Silva, 2004). O alagamento é outro fator importante de perda de ninhos, pois as variações relacionadas ao ciclo hidrológico como enchentes antecipadas, conhecidas na região como *repiquetes*, podem causar efeitos drásticos na sobrevivência dos quelônios, provocando a morte dos embriões por afogamento antes que os mesmos concluam o desenvolvimento (Alho e Pádua, 1982; Soini, 1997; Pezzuti e Vogt, 1999; Ferreira Júnior e Castro, 2006). Além disso, os ovos dos quelônios podocnemidídeos têm sido um importante recurso alimentar para as populações humanas da América do Sul desde o período pré-colonial

(Mittermeier, 1978; Johns, 1987; Thorbjarnarson et al., 1993). Essa intensa exploração dos quelônios amazônicos levou a uma drástica redução das populações nos últimos séculos (Rebêlo e Pezzuti, 2000).

Podocnemis unifilis Troschel, 1848, popularmente conhecido como tracajá, está distribuído ao longo de toda a bacia amazônica brasileira, bacia do rio Orinoco na Venezuela, leste da Colômbia e Equador, nordeste do Peru, Guianas e no norte da Bolívia (Pritchard e Trebbau, 1984). Como a maioria das espécies de quelônios, o tracajá é um animal de vida longa que apresenta maturação sexual tardia e, com isso, baixa taxa de renovação de indivíduos na população (Alfinito, 1973; Pritchard, 1979), o que em parte se deve às altas taxas de perda de ovos e filhotes (Ernst e Barbour, 1989; IBAMA, 1989; Soares, 2000). Diversos estudos abordaram a ecologia reprodutiva de *P. unifilis* em outras áreas, como o de Vanzolini (1977), Thorbjarnarson et al. (1993), Páez (1995), Vogt (2001), mas estudos sobre a reprodução de *P. unifilis* na grande maioria dos rios amazônicos e que abordem as causas naturais das perdas de ninhos, como predação e alagamento, são escassos (Pezzuti e Vogt, 1999; Ferreira Junior e Castro, 2006, 2010; Salera Junior et al., 2009; Pignati et al., 2011). Outro ponto relevante é que os fatores ambientais, climáticos, geológicos e hidrológicos podem variar ao longo da extensa distribuição desta espécie, o que acarreta diferenças no ciclo e no sucesso reprodutivo ao longo da sua área de ocorrência (Ferreira Júnior e Castro, 2010). Além disso, as diversas formas de uso do solo acarretam intensas modificações da paisagem que podem influenciar direta ou indiretamente o sucesso reprodutivo desta espécie (Moll e Moll, 2004).

O rio Xingu, um dos principais tributários do Amazonas, apresenta peculiaridades quanto aos ambientes disponíveis para a reprodução e embora apresente algumas praias, que variam bastante em extensão e em granulometria, está repleto por ambientes sazonalmente emersos formados por uma combinação de pedrais e areia, com vegetação herbácea-arbustiva associada

(sarobais), e com granulometria variável e dependente do fluxo de água durante o período de enchente (IBAMA, 2009).

Somando-se a isso, projetos de aproveitamento hidrelétrico, como o AHE de Belo Monte, em fase de implementação, devem causar profundas mudanças nos sistemas aquáticos e no regime fluviométrico local, com consequências ainda pouco estudadas. Um estudo pretérito ao início da geração de energia do AHE Belo Monte é fundamental para subsidiar medidas de conservação e manejo, tendo em vista a elevada abundância de *P. unifilis* na região (Alcântara et al., 2013), sua importância cinegética para indígenas e ribeirinhos, e os impactos que a implementação do AHE Belo Monte acarretará nos ambientes de desova, no ciclo hidrológico e no aumento da pressão humana em toda a área de influência (IBAMA, 2009; Vieira et al., 2009).

Nesse estudo foi investigada a distribuição espacial de ninhos e as causas das perdas de embriões de *P. unifilis* ao longo de um trecho do rio Xingu e de dois afluentes, objetivando avaliar como as características dos ambientes de desova selecionados pelas fêmeas afetam a sobrevivência e a taxa de eclosão dos filhotes, e como estas variáveis, assim como seus efeitos, variam entre as áreas monitoradas.

Materiais e Métodos

Área de Estudo - O rio Xingu atravessa a parte leste do Estado do Mato Grosso e o Estado do Pará até desembocar no rio Amazonas (IBAMA, 2009). O clima quente e úmido com sazonalidade pouco marcada caracteriza a maior parte da bacia, e há o predomínio de ambiente tropical úmido, com a presença de florestas ombrófilas com pequenas porções de Cerrado e Campinarana (IBAMA, 2009). Apresenta grande variação do volume de água entre as épocas seca (junho-dezembro) e chuvosa (janeiro-maio) (IBAMA, 2009). No período de seca, a água atinge seu volume mínimo e, com isso, distintos ambientes antes cobertos pela água, ficam

emersos ao longo do rio. Já no período chuvoso, o volume de água aumenta e toda a paisagem de praias e pedrais ficam submersas.

O monitoramento reprodutivo foi conduzido ao longo de um trecho de 250 km aproximadamente do rio Xingu e também em dois afluentes importantes (Fig. 1), incluindo a região conhecida como Volta Grande do Xingu. Desta forma, as áreas estudadas encontram-se exclusivamente no bioma amazônico, entre as latitudes S3°50' e S2°44'. As características destas localidades são descritas a seguir.

Área 1: A montante da cidade de Altamira, o rio Xingu recebe o rio Iriri (S03°49'12.78" W 52°36'22.89"), seu principal afluente. Foram monitoradas nessa região sete praias próximas à foz com o rio Xingu.

Área 2: Região entre o rio Iriri até a cidade de Altamira (trecho Iriri-Altamira) (S3°25'32" W52°16'06.97"). A região apresenta poços profundos ao longo de sua extensão e, com isso, apresenta abundância de indivíduos de *P. unifilis*, o que atrai diversos moradores da região para a pesca. Foram monitoradas oito praias nessa região.

Área 3: Na região da Volta Grande, a jusante da cidade de Altamira (S03°12'41.13" W52°12'43.75"), o rio Xingu sofre uma acentuada deflexão, e apresenta corredeiras e um desnível de 85 m em um trecho de 160 km. O final deste trecho constitui uma barreira geográfica natural, impossibilitando a transposição de diversas espécies de animais aquáticos, e modificando o leito do rio e os ambientes das regiões a montante e a jusante da barreira (Isaac et al., 2008). Neste trecho foram monitoradas 25 praias, sendo 12 destas em uma área conhecida localmente como Zé Guilherme, e outras 13 praias na área localmente denominada Jericoá, onde se inicia o trecho encachoeirado da Volta Grande. Antes desse desnível, na margem direita do rio Xingu, está localizada a foz do rio Bacajá.

Área 4: O rio Bacajá (S05°30' W052°00') possui uma extensão de 379 km, e desemboca na margem direita do rio Xingu (IBAMA, 2009). Caracteriza-se por canais esculpidos em rochas e baixa sinuosidade, sem a presença de trechos encachoeirados com exceção do trecho inferior próximo à sua foz. Apresenta área extensa de floresta marginal, que é inundada periodicamente durante o período de enchente (IBAMA, 2009). Foram monitorados 20 sítios de desova nesta região, incluindo praias arenosas e barrancos, que são locais onde a margem do rio é mais íngreme e é formada por solos argilosos.

Nas áreas acima descritas, durante o período da seca, além das praias arenosas, também ocorrem vastas áreas formadas por bancos de areia e pedrais associados a vegetações herbáceo-arbustivas, conhecidos na região como sarobais, que são característicos desta região do rio Xingu. Podem estar associados às margens ou formando ilhas de variados tamanhos (Figs. 2, 3, 4).

Área 5: Ao final do desnível a jusante da cidade de Altamira, na região denominada no estudo como Tabuleiro do Embaubal (S02°41'32.97" W52°47'49.0"), o rio Xingu se alarga, apresenta baixa declividade e sofre efeitos de remanso devido à influência do rio Amazonas (Camargo et al., 2004). A influência da maré se faz sentir em praticamente toda a região do baixo rio Xingu até o sítio Belo Monte (IBAMA, 2009). Nesta área predominam grandes ilhas fluviais, a maioria delas com extensos bancos de areia que são as principais áreas de desova de *P. expansa*, *P. unifilis* e *P. sextuberculada*, conhecidas também como tabuleiros (Fig. 5). Nessa região, foram monitoradas seis praias.

Coleta de Dados - Foram realizadas duas campanhas nas quais as desovas de *P. unifilis* foram monitoradas nas regiões do médio rio Iriri (área 1), rio Xingu (2 e 3) e rio Bacajá (área 4) no período de 02 a 21 de setembro de 2008, durante quatro dias em cada região, e na região do baixo rio Xingu (área 5) de 17 a 27 de outubro de 2008, totalizando 10 dias de coleta. Nesse período, os

locais de desova foram georreferenciados e inspecionados diariamente, durante a permanência da equipe em cada área de estudo, para detecção de desovas de *P. unifilis*. Em cada uma das áreas descritas anteriormente, um morador ficou responsável por observar os ninhos registrados e, em caso de nova desova, de registrar e marcar o local do ninho. No Tabuleiro do Embaubal, existe uma base de fiscalização do Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) que também serve de apoio para as pesquisas com *P. expansa*, *P. unifilis* e *P. sextuberculata*, e que foi utilizada por nós para o monitoramento nesta última área de amostragem.

Em cada área, cada ninho identificado foi marcado com uma estaca numerada e registrado, quando possível, a data de oviposição do mesmo. Para cada um destes ninhos foram mensuradas sua altura em relação à cota do rio (em metros), a inclinação da superfície de postura (em graus), a distância do ninho em relação à água e à vegetação mais próxima e a profundidade final da cova de ovos. Para a região do Tabuleiro do Embaubal, a distância à vegetação não foi mensurada, pois as praias eram desprovidas de vegetação, ou então esta se encontrava a uma distância suficientemente grande para que a influência desta variável sobre os ninhos pudesse ser descartada. Foram registradas e contabilizadas as diferentes causas de perdas de ninhos e de ovos através de evidências como rastros, cascas de ovos consumidos fora dos ninhos e pegadas humanas próximas.

Na segunda campanha do monitoramento reprodutivo, em novembro de 2008 foram realizados 17 dias de coleta na região do médio rio Xingu, rio Iriri e rio Bacajá, e em dezembro de 2008, 20 dias de coleta no baixo rio Xingu (região do Tabuleiro do Embaubal), os ninhos previamente marcados foram seguidamente monitorados, registrando-se, sempre que possível, a data do evento. Para os ninhos eclodidos registrou-se o número de filhotes vivos, o número de embriões mortos e o número de ovos sem desenvolvimento. Amostras de sedimento dos ninhos

monitorados foram coletadas para análise de granulometria, de acordo com a metodologia descrita por Folk (1974).

Análises estatísticas - As análises estatísticas foram baseadas em Zar (2008) e Gotelli e Ellison (2010). Em função da heterogeneidade observada nos diferentes sítios de desova monitorados, os ninhos foram agrupados e utilizados os valores médios das variáveis de interesse de cada local específico acompanhado para a realização das análises, evitando-se assim a pseudoreplicação. As médias das variáveis período de postura, taxa de eclosão e as variáveis físicas dos ninhos de cada praia (profundidade, altura, distância em relação à margem do rio, distância da vegetação e inclinação) foram comparadas entre as regiões amostradas utilizando-se o teste de Kruskal-Wallis seguido pelo *teste a posteriori* de Dunn. Foi aplicado um Modelo Linear Geral (GLM) para verificar a relação entre a taxa de eclosão e as variáveis físicas dos ninhos. A taxa de eclosão foi transformada em arco-seno, e as demais variáveis transformação logarítmica na base e (logaritmo natural), sendo que algumas delas não apresentaram distribuição normal através da logaritmização. O GLM foi empregado a despeito dos dados não apresentarem distribuição multinormal, exigida pelo modelo, pois o interesse foi detectar a influência das variáveis dependentes sobre a taxa de eclosão. Assim, foi realizada uma análise exploratória sem a pretensão de se estabelecer previsões com o modelo.

Para comparar as proporções de ninhos eclodidos, coletados e predados em relação às regiões de estudo foi realizada uma Meta-análise com teste de Qui-quadrado para várias proporções. Por fim, utilizou-se o teste de Kruskal-Wallis para comparar esses ninhos (eclodidos, predados e coletados) quanto à data de postura e às variáveis físicas. Por fim, novamente utilizamos o referido teste para comparar os ninhos alagados, eclodidos e coletados do Tabuleiro do Embaubal em relação à altura.

Resultados

Distribuição espaço-temporal das nidificações - Durante o período do estudo foram monitoradas 66 praias e 309 ninhos (Table 1). O primeiro ninho de 2008 de *P. unifilis* foi encontrado no dia 04 de setembro, na região do rio Iriri, local mais a montante da área de estudo, e a última desova foi encontrada no Tabuleiro do Embaubal no dia 08 de novembro, região mais a jusante da área de estudo. Quando consideradas as cinco localidades de estudo, o período de postura apresentou diferença entre as praias monitoradas ($H = 33.94$, $gl = 4$, $p < 0.0001$), sendo significativa a diferença entre as praias do rio Iriri em relação às demais regiões ($p < 0.05$) e as praias do Tabuleiro do Embaubal em relação às da Volta Grande ($p < 0.05$) e do rio Bacajá ($p < 0.05$). Estas diferenças são evidentes na Figura 6, onde é possível observar que as desovas no rio Iriri ocorreram antes das demais regiões, e que o período de desova no Tabuleiro do Embaubal foi o mais tardio.

Dos 309 ninhos monitorados, 180 ninhos foram registrados em praias, sendo 125 no Tabuleiro do Embaubal, 31 na Volta Grande e 24 no rio Iriri; 40 ninhos foram depositados nos sarobais, sendo 31 deles no trecho Iriri-Altamira, quatro no rio Iriri, quatro no rio Bacajá e um na Volta Grande; cinco ninhos em barrancos, todos na região do Bacajá, e um em folhiço na Volta Grande (Table 2). O folhiço é um substrato formado em um ambiente mais abrigado da correnteza onde se acumulam folhas, formando uma camada de espessura variada.

Considerando todas as áreas amostradas, praia e sarobal foram os ambientes mais utilizados para a oviposição.

Taxa de eclosão - A taxa de eclosão média dos ninhos de *P. unifilis* monitorados durante o período reprodutivo de 2008 foi 0.54 ± 0.44 (0 – 1; N=207). A região do rio Bacajá apresentou a maior média na taxa de eclosão em relação às demais regiões de estudo ($0,73 \pm 0.41$) (Table 3). Porém, as taxas de eclosão observadas não diferiram significativamente entre as regiões de estudo ($H = 6.0932$, $gl = 4$, $p = 0.1923$). A altura e a distância dos ninhos à vegetação influenciaram positivamente na taxa de eclosão ($t = 3.045$, $p = 0.003$; $t = -2.635$, $p = 0.010$, Fig. 7 e 8), apesar de ser baixa a influência de ambas variáveis em relação à taxa de eclosão ($r^2 = 0.116$; r^2 ajustado = 0.065).

A composição granulométrica também não influenciou a taxa de eclosão ($r^2 = 0.06$, $F = 1.56$, $p = 0.223$; $N = 25$).

Perda de ninhos - Do total de 309 ninhos monitorados, 166 (53.7%) ninhos foram perdidos e quatro (1.3%) não apresentaram desenvolvimento aparente. A principal causa de perda foi a coleta de ovos (N = 89, 28.8%), seguida pela predação (N = 55, 17.8%), alagamento pela elevação do nível do rio - *repiquete* (N = 13, 4.2%), perda por chuva (N = 7, 2.3%) e pela invasão da câmara de ovos por raízes de uma planta herbácea, *Chamaesyce hyssopifolia*, conhecida localmente por Vassourinha (N = 2, 0.6%). Os ninhos perdidos por alagamento foram aqueles atingidos pelas marés de sizígia ou devido ao repiquete. Já os ninhos perdidos devido à chuva foram aqueles em que houve acúmulo de água nos ninhos e a consequente saturação do substrato. Dos ninhos eclodidos (N = 139, 45%), dois (1.44%) deles apresentaram larvas de mosca em seu interior, com alguns filhotes mortos sendo comidos pelas mesmas. Quanto à predação, a maioria dos ninhos foi predada pelo lagarto do gênero *Tupinambis sp.* e um número mais baixo foi predado por formigas, sendo que estas predaram os filhotes recém-eclodidos ainda no interior do ninho (Tabela 4).

A região do Tabuleiro do Embaubal teve a menor taxa de ninhos predados em relação às demais regiões ($\chi^2 = 44.9$, $gl = 4$, $p < 0.0001$), e foi a única região que apresentou perda de ninhos por alagamento ($N = 13$) e chuva ($N = 7$). O rio Iriri foi o local com a maior proporção de perda de ninhos por predação ($N = 10$, 3.57%), seguido pelo rio Bacajá ($N = 18$, 3.16%). O rio Bacajá apresentou perda de dois ninhos por invasão da câmara de ovos por raízes de *C. hyssopifolia*. Em relação à coleta de ovos, houve diferença entre as regiões do rio Bacajá e Tabuleiro do Embaubal com a Volta Grande e rio Iriri ($\chi^2=23.0841$, $gl = 4$, $p = 0.0001$), sendo o Tabuleiro do Embaubal a região com maior coleta de ovos ($N = 48$) e o rio Iriri com o menor número de coletas ($N = 3$). Em relação à proporção de ninhos eclodidos, houve diferença entre o rio Bacajá e as regiões do trecho Iriri-Altamira e Volta Grande ($\chi^2 = 17.5835$, $gl = 4$, $p = 0.0015$), sendo o trecho Iriri-Altamira a região com a maior proporção de ninhos eclodidos ($N = 20$, 6.25%).

Os ninhos coletados, eclodidos e predados diferiram significativamente em relação à data da postura ($H = 31.26$, $gl = 2$, $p < 0.0001$). Os ninhos predados foram os primeiros a serem depositados, e diferiram dos eclodidos ($p < 0.05$) e dos coletados ($p < 0.05$), que foram os últimos.

Os ninhos coletados, eclodidos e predados diferiram significativamente em relação à profundidade ($H = 20.63$, $gl = 2$, $p < 0.0001$, Fig. 9). Os ninhos coletados foram os que tiveram a maior profundidade, diferindo dos eclodidos ($p < 0.05$) e dos predados ($p < 0.05$). Em relação à altura e à distância dos ninhos à vegetação, não houve diferença significativa entre os ninhos coletados, eclodidos e predados ($H = 4.0$, $gl = 2$, $p = 0.135$; $H = 2.8$, $gl = 2$, $p = 0.25$, respectivamente). Para a distância dos ninhos à margem do rio, houve diferença entre os ninhos coletados e predados ($H = 6.29$, $gl = 2$, $p = 0.04$, Fig. 10), sendo que os ninhos predados tiveram menor distância em relação à cota do rio. Quanto à inclinação, houve diferença entre os ninhos

predados em relação aos coletados e eclodidos ($H = 30.21$, $gl = 2$, $p < 0.0001$, Fig. 11), sendo que os ninhos predados tiveram maior inclinação quando comparados aos ninhos coletados ($p < 0.05$) e eclodidos ($p < 0.05$).

Para os ninhos alagados, coletados e eclodidos do Tabuleiro do Embaubal, não houve diferença em relação à altura à cota do rio ($H = 5.31$, $gl = 2$, $p = 0.07$).

Discussão

Período de oviposição e distribuição dos ninhos - A reprodução dos podocnemidídeos está relacionada ao ciclo hidrológico anual, e o começo do período de nidificação depende do início da época de vazante, podendo variar ano após ano (Alho e Pádua, 1982; Pezzuti e Vogt, 1999; Pignati e Pezzuti, 2012). Na região mais a montante na área de estudo, no rio Xingu, o período de desova foi registrado entre os meses de agosto e setembro, e na região mais a jusante, na área do Tabuleiro do Embaubal, as desovas ocorreram no mês de outubro. Outras regiões estudadas apresentaram períodos diferentes de desova para *P. unifilis*, como no rio Javaés, estado do Tocantins, em agosto (Ferreira-Junior e Castro, 2010); entre junho e julho no rio Purus (Vogt, 2004) e na região do Baixo rio Branco, entre dezembro e janeiro (Nascimento, 2002). Portanto, o período de desova de *P. unifilis* varia amplamente ao longo de sua distribuição, devido às diferenças existentes nas épocas de vazante e enchente ao longo da bacia amazônica (Pezzuti e Vogt, 1999) e na bacia do Orinoco (Escalona et al., 2009). No rio Xingu foi possível constatar diferenças entre os trechos do rio separados por cachoeiras, e também entre o canal principal e seus afluentes maiores. O período de postura teve início na região a montante da área de estudo, finalizando com desovas mais tardias na região do Tabuleiro do Embaubal, área mais a jusante, fato que de uma maneira geral ocorre nos rios da bacia amazônica. Diferenças no período de

desova também ocorrem entre anos diferentes, devido a variações no ciclo hidrológico anual e no início do período de vazante, como foi observado nos rios Purus (Pantoja-Lima et al., 2009), Japurá (Pezzuti e Vogt, 1999; Bernhard, 2001; Raeder, 2003) e Negro (Batistella, 2003).

Características dos sítios de oviposição - *P. unifilis* é a espécie mais generalista quanto aos ambientes utilizados para nidificação quando comparada às outras espécies da família Podocnemididae, desovando em praias arenosas, em sedimentos argilosos, em barrancos, áreas abertas e ensolaradas de campo ou sombreadas em borda de florestas (Vogt, 2001; Fachín-Terán e Von Mülhen, 2003) e até mesmo sobre vegetação flutuante e matéria orgânica, como encontrado por Thorbjarnarson e Silveira (2006) na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá. Segundo Vogt e Flores-Villela (1986), espécies com ampla distribuição geográfica tendem a apresentar plasticidade de comportamento materno para compensar as diferenças climáticas, escolhendo sítios com características distintas, ou pela desova em períodos mais quentes ou frios. As cinco regiões do estudo apresentam características variadas quanto aos ambientes de desova, como extensas praias, sarobais, regiões de barranco e bancos de folhiço. Os locais selecionados também variam quanto às suas dimensões e formas. Isso confirma a característica marcadamente generalista da espécie na escolha dos sítios de desova, o que influencia o desenvolvimento dos ovos e filhotes, levando geralmente a diferenças na duração do período de incubação, taxa de eclosão e razão sexual (Ferreira Júnior, 2009; Ferreira Júnior e Castro, 2010; Pignati et al., 2013).

Taxa de eclosão - As regiões do estudo não apresentaram diferenças significativas quanto à taxa de eclosão, mas esta foi influenciada positivamente pela altura em relação à cota do rio e pela distância à vegetação. Ninhos mais altos e distantes da vegetação recebem mais calor, por

apresentarem maior exposição ao sol, o que pode acelerar o desenvolvimento e a formação dos filhotes e garantir maior sucesso de eclosão (Pignati e Pezzuti, 2012).

Perda de ninhos - A principal causa de perda de ninhos nas regiões de estudo foi a coleta humana de ovos. O percentual de coleta de ninhos foi semelhante ao registrado para a Reserva Nacional Pacaya-Samiria, Peru, com predação humana de 30.7% (Fachín-Terán, 1994). Este impacto humano é reduzido em áreas sob proteção comunitária, como foi observado na várzea do baixo Amazonas em Santarém, onde registrou-se apenas 3.84% dos ninhos coletados em uma importante área de desova (Pignati e Pezzuti, 2012). Na RDS Mamirauá, Pezzuti e Vogt (1999) encontraram uma taxa de 100% de coleta de ovos em áreas não protegidas e 10% em áreas protegidas pelas comunidades e com monitores na praia dia e noite. Nas áreas que não são protegidas e próximas a populações humanas, geralmente as taxas de coleta atingem proporções próximas a 100% de seus ninhos. No rio Bacajá e no Tabuleiro do Embaubal, a proximidade das aldeias indígenas e comunidades ribeirinhas explica, respectivamente, a maior proporção de ninhos coletados comparados às demais regiões, o que é apontado pelos próprios moradores (IBAMA, 2009).

A coleta de ovos de quelônios é uma atividade que vem sendo realizada milenarmente, com importância histórica para as populações ribeirinhas (Moll e Moll, 2004). É uma atividade preocupante em diversos locais devido ao saque intensivo sobre as praias para obtenção de ovos e captura de fêmeas reprodutivas (Fachín-Terán, 1992; Rebêlo e Pezzuti, 2000; Vogt, 2001). É fundamental que alternativas de manejo que priorizem a proteção dos animais, seus habitats e os locais de reprodução sejam realizadas. A manutenção dos ninhos em ambiente natural é a forma mais adequada de conservação, pois a transferência de ninhos para locais protegidos tem diversos

impactos negativos (Moll e Moll, 2004), e assim o envolvimento dos próprios moradores é essencial.

Outros estudos, como o de Pignati e Pezzuti (2012), na comunidade Água Preta, Santarém, identificaram a predação natural como a causa mais comum de perda de ninhos. Soini e Soini (1995a) reportam que o predador mais importante de ovos de *P. unifilis* é o lagarto do gênero *Tupinambis* sp., que possui facilidade para detectar ninhos, mesmo tendo sido estes depositados há vários dias. A alta taxa de predação dos ovos pelo lagarto *Tupinambis* sp. também foi registrada no presente estudo, com base na identificação de rastros deste réptil, e do encontro de ninhos abertos e de cascas de ovos espalhados perto do ninho. Em diversos locais já foi comprovado que a destruição de posturas causada por esses animais são significativas (Pezzuti e Vogt 1999), sendo que no Alto rio Xingu os índios Kamayura protegem a superfície dos ninhos com tela de galinheiro a fim de evitar a perda do reduzido número de desovas nas praias protegidas (Ferreira Junior et al., no prelo). A região dos rios Iriri e Bacajá foram as que apresentaram maior proporção de ninhos predados, o que pode estar relacionado com as características destas regiões. O rio Iriri apresenta extensos sarobais, com vegetação herbácea-arbustiva e o rio Bacajá também apresenta sarobais, praias e barrancos com esse tipo de vegetação associada. A vegetação contribui para a ação do predador que, sendo ectotérmico, tem sua ação limitada em áreas completamente abertas e expostas ao forte sol, como ocorre no Taboleiro do Embaubal, onde a predação foi menos expressiva. O mesmo foi observado por Bernhard (2001) em Mamirauá, que observou uma relação negativa entre a probabilidade de predação e a distância à vegetação.

Soini (1995) acompanhou durante 10 anos as nidificações de *P. expansa*, *P. unifilis* e *P. sextuberculata* na Reserva Nacional Pacaya-Samíria, no Peru, e identificou formigas, lagartos (*Tupinambis teguixin*), aves (*Daptrius ater*, *Coragyps atratus*, *Buteogallus urubitinga*, *Mivalgo*

chimachima) e mamíferos (*Didelphis marsupialis*) como predadores de ninhos. Escalona e Fa (1998) registraram ainda a predação de ovos e filhotes por coati (*Nasua nasua*) e cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*) e também já foi observada predação por insetos (López-Barbosa, 1989; Andrade et al., 1992; McGowan et al., 2001; Donlan, 2004), inclusive larvas de dípteros (Sarcophagidae e Sphingidae) (Pezzuti e Vogt, 1999; Pantoja-Lima et al., 2009) e nematódeos (Pantoja-Lima et al., 2009). As formigas são atraídas pelo muco produzido pelas fêmeas no momento da postura e pela perturbação (vibrações) dos filhotes na eclosão (Allen et al., 2001). O presente estudo encontrou baixa perda de ninhos por formigas, que predaram alguns filhotes nos ninhos, se comparado com o de Fachín-Terán (1994), que relatou as formigas como predadoras de 52.38% dos ninhos de *P. unifilis* depositados em substrato calcário em Loreto, Peru, evidenciando que a predação é influenciada pelo ambiente selecionado pelas fêmeas. Félix-Silva (2009) relatou que a perda de ninhos por formigas pode aumentar em ambientes de ilhas situadas no reservatório de Tucuruí, o que pode impactar os futuros ninhos de *P. unifilis* na região com a construção do AHE de Belo Monte na área de estudo do presente estudo.

Como já mencionado, o Tabuleiro do Embaubal, por ser uma região com extensas praias isoladas da vegetação pode ser a área cujos ninhos são menos susceptíveis à ação do principal predador, o lagarto *Tupinambis* sp. Por outro lado, ali foi observada a perda de ninhos por alagamento, consequência tanto do efeito de maré e das praias comparativamente mais baixas quanto das chuvas do final do período reprodutivo. De acordo com Carneiro (2012), a região do Tabuleiro do Embaubal, foi sujeita a períodos com chuvas prolongadas e fortes repiquetes durante a temporada reprodutiva de 2008 nos meses de outubro e dezembro. As marés que invadem os rios Amazonas e Xingu atingem esta área, sem qualquer efeito acima do principal trecho encachoeirado do rio Xingu, que corresponde ao primeiro trecho da Volta Grande. Para Mitchell e Quiñones (1994), a maior taxa de perda natural de ninhos de *P. unifilis*, excetuando-se

a coleta de ovos pelo homem, deve-se ao alagamento dos sítios de desova. Entretanto, a perda de ninhos pode variar entre anos, devido às mudanças climáticas. Soini (1997) quantificou uma perda anual de ninhos de *P. unifilis* por alagamento de 10 a 50%. Na Estação Biológica Cahuana, no rio Samiria, Peru, Soini (1995) registrou uma variação de 1% (1979) a 100% (1985) na perda anual de ninhos de *Podocnemis sp.* pela enchente do rio, sendo que a proporção de ninhos atingidos estava relacionada ao dia em que o nível do rio começou a subir. Além disso, como demonstrado por Soini (1979 a 1985) para a Amazônia peruana e por Carneiro (2012) para o Baixo rio Xingu, a perda por este fator é variável.

Mitchell e Quiñones (1994), no manejo de ninhos de *P. unifilis* na Reserva Manu, sugerem a liberação das praias com altas probabilidades de inundação para a coleta de ovos pelas populações que residem no Parque. Pezzuti e Vogt (1999) também sugerem que ninhos com alto risco de alagamento por repiquete e, com isso, menor probabilidade de sobrevivência, fossem destinados à coleta e consumo. Caputo et al. (2005) descrevem a implementação de um sistema de manejo de ninhos de *P. unifilis* na Amazônia Equatoriana pelos índios Cofan baseado no zoneamento de praias com coletas de ovos nas praias mais baixas e com alto risco de inundação e perda de ninhos. Para a região do Tabuleiro do Embaubal, esta estratégia seria uma alternativa adequada para o manejo de quelônios, visto que os ninhos de *P. unifilis* estão sujeitos ao alagamento e a chuvas fortes, e diversas praias da região não apresentam altura adequada para garantir a completa incubação de ovos antes do início da enchente ou de marés de maior amplitude. Pelo fato dos ovos serem muito apreciados pelos moradores da região, o zoneamento com manejo tende a ser uma alternativa mais eficaz do que a proibição total que estabelece a legislação vigente no Brasil.

A predação incidindo sobre ninhos recém construídos também foi observada por Pignati et al. (2013), o que pode ser explicado pelos sinais visuais mais evidentes, assim como o odor.

Além disso, os ninhos predados tiveram menor profundidade, o que facilita o encontro dos ninhos pelos predadores, menor distância à margem do rio e maior inclinação (maior acessibilidade).

Já os ninhos coletados apresentaram maior profundidade, maior distância à margem do rio e menor inclinação, diferentemente do encontrado por Pignati et al. (2011), que registrou os ninhos coletados mais próximos ao rio e à vegetação, e com as maiores alturas, sendo mais facilmente encontrados e coletados. Escalona e Fa (1998) registraram no rio Nichare-Tawadu, Venezuela, que a maioria dos ninhos coletados estava na parte superior da praia, em sítios com ausência de vegetação, facilitando assim a visualização dos coletores. Diferentemente do observado no presente estudo, que contou com praias extensas e substratos variados, outros trabalhos descreveram uma relação entre a proximidade da vegetação e a predação dos ninhos pelo lagarto *Tupinambis* sp., visto que este animal não suporta as altas temperaturas da praia, nos pontos mais distantes da vegetação (Pezzuti et al., 2000; Escalona e Fa, 1998; Pantoja-Lima et al., 2009).

Os ninhos alagados, localizados no Tabuleiro do Embaubal, não apresentaram relação com a altura dos mesmos à cota do rio, ou seja, a distribuição temporal das marés e suas amplitudes têm efeito preponderante para o sucesso reprodutivo de *P. unifilis* no baixo rio Xingu, independente da altura dos tabuleiros de desova. Isso difere de outros estudos, como o de Carneiro (2012), que sugeriu a perda de ninhos por alagamento relacionada à altura relativamente baixa das praias do Tabuleiro do Embaubal e ao forte efeito de maré que afeta os ninhos da região.

As variáveis físicas podem apresentar impactos diferentes sobre a sobrevivência de *P. unifilis* nas diferentes regiões de estudo, pois deve-se levar em consideração a variação desses efeitos ao longo de outras estações reprodutivas. As variações climáticas e do ciclo hidrológico

podem provocar diferenças no período de postura e na extensão das áreas de desova, assim como na duração do período em que estas permanecem emersas.

O presente estudo demonstrou que o monitoramento amplo da reprodução de *P. unifilis*, englobando vários ambientes de desova, é crucial para indicar como as características dos ambientes influenciam no sucesso reprodutivo, tendo em vista a diversa utilização de ambientes para a oviposição. Estudos realizados em uma praia apenas, caso da maioria dos estudos realizados sobre a reprodução de quelônios podocnemidídeos, possivelmente fornecem um panorama limitado dos fatores que influenciam no sucesso reprodutivo. O conhecimento dos fatores que influenciam no sucesso reprodutivo das populações desses animais é crucial para subsidiar estratégias adequadas de conservação e manejo (Souza e Vogt, 1994; Pezzuti e Vogt, 1999; Batistella e Vogt, 2008; Félix-Silva, 2009).

Finalmente, os impactos relacionados à implementação do AHE de Belo Monte abrangem a redução de vazão na região da Volta Grande e na boca do rio Bacajá, trechos provavelmente sujeitos aos maiores impactos para a população estudada. Já a região do Tabuleiro do Embaubal receberá a água que vem pelo rio e também pelos canais construídos, e teoricamente não será impactada quanto às descargas (IBAMA, 2009), pois a AHE Belo Monte tecnicamente operará a fio d'água, ou seja, liberando a jusante a mesma quantidade de água que chega ao reservatório. Entretanto, esta é uma capacidade técnica, e na prática os operadores podem fazer o que for conveniente, inclusive para gerar energia quando a descarga atinge níveis muito baixos. Isto significaria a retenção temporária de água no reservatório e subsequente aumento da descarga pelas turbinas, o que levaria a uma elevação temporária da cota do rio a montante e à perda significativa de ninhos por alagamento, devido ao efeito remanso nessa região. A área a jusante, como já mencionado, abriga uma das maiores populações de *P. expansa* de toda a bacia, além de grandes populações de *P. unifilis* e *P. sextuberculata*, que se reproduzem em um conjunto de

praias da região. Estas praias podem ser afetadas negativamente pelo empreendimento devido ao comprometimento da reposição de sedimentos, pela intensificação do fluxo de embarcações (IBAMA, 2009) e pela liberação de lama (Moll, 1997).

Agradecimentos

Agradecemos à CAPES pela bolsa de estudo concedida; ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aquática e Pesca da Universidade Federal do Pará, à Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Senador José Porfírio e à equipe da base do Tabuleiro do Embaubal, aos barqueiros e assistentes de campo de Altamira; à L. Fernandes, P. Miorando e a E. Hernandez pela colaboração no trabalho de campo.

Referências Bibliográficas

- ALCÂNTARA, A.S., FÉLIX-SILVA, D., PEZZUTI, J.C.B. 2013. Effects of the hydrological cycle and proximity of human settlements on the abundance, density, and population structure of the yellow-spotted river turtle, *Podocnemis unifilis* Troschel 1848 (Testudines: Podocnemididae) on the Xingu River in Brazil. *Chelonian Conservation and Biology*.
- ALFINITO, J. 1973. Fundamentos ao serviço de proteção à tartaruga. Preservação da tartaruga da Amazônia. Ministério da Agricultura. DEMA/ PA, IBDF, Belém (PA) 1-36.
- ALHO, C.J.R. AND PÁDUA, L.F.M. 1982. Reproductive parameters and nesting behavior of the Amazon turtle *Podocnemis expansa* (Testudinata: Pelomedusidae) in Brazil. *Canadian Journal of Zoology* 60(1):97-103.
- ALLEN, G.R., FORYS, E.A., RICE, K.G. AND WOJCIK, D.P. 2001. Effects of fire ant (Hymenoptera: Formicidae) on hatching turtles and prevalence of fire ants on sea turtles nesting beaches in Florida. *Florida Entomologist* 84:250-253.
- ANDRADE, R.M., FLORES, R.L., FRAGOSA, S.R., LÓPEZ, C.S., SARTI, L.M., TORRES, M.L., AND VÁSQUEZ, L.G.B. 1992. Efecto de las larvas de díptero sobre el huevo y las crias de tortuga marina en el playon de Mexiquillo, Michoacán. In: Benabib, N.M. and Sarti, L.M. (Eds.). *Memorias del VI Encuentro Interuniversitario Sobre Tortugas Marinas en México*. Ciudad de México: Sociedad Herpetologica Mexicana, pp. 27-37.
- BATISTELA, A.M. 2003. Ecologia de nidificação de *Podocnemis erythrocephala* (Testudines, Podocnemidae) em campinas do Médio Rio Negro-AM. MS Thesis, INPA/UFAM.

- BATISTELLA, A.M. AND VOGT, R. 2008. Nesting ecology of *Podocnemis erythrocephala* (Testudines, Podocnemididae) of the Rio Negro, Amazonas, Brasil. *Chelonian Conservation and Biology* 7:12–20.
- BERNHARD, R. 2001. Biologia reprodutiva de *Podocnemis sextuberculata* (Testudines, Pelomedusidae) na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, Amazonas, Brasil. MS Thesis, INPA/UA, Manaus.
- CAMARGO, M., GIARRIZZO, T. AND ISAAC, V. 2004. Review of the geographic distribution of fish fauna of the Xingu river basin, Brazil. *Ecotropica* 10:123-147.
- CAPUTO, F.P., CANESTRELLI, D. AND BOITANI, L. 2005. Conserving the terecay (*Podocnemis unifilis*, Testudines: Pelomedusidae) through a community-based sustainable harvest of its eggs. *Biological Conservation* 126: 84-92.
- CARNEIRO, C.C. 2012. Influência do ambiente de nidificação sobre a taxa de eclosão, a duração da incubação e a determinação sexual em *Podocnemis* (Reptilia, Podocnemididae) no Tabuleiro do Embaubal, rio Xingu, Pará. MS Thesis, Universidade Federal do Pará, Belém, PA.
- DONLAN, M.E., TOWNSEND, J.H. AND GOLDEN, E.A. 2004. Predation of *Caretta caretta* (Testudines: Cheloniidae) eggs by larvae of *Lanelater sallei* (Coleoptera: Elateridae) on Key Biscayne, Florida. *Caribbean Journal of Science* 40:415-420.
- ERNST, C.H. AND BARBOUR, R.W. 1989. *Turtles of the World*. Smithsonian Institution Press, Washington, D. C.
- ESCALONA, T. AND FA, J.E. 1998. Survival of nests of the terecay turtle (*Podocnemis unifilis*) in the Nichare-Tawadu Rivers, Venezuela. *J. Zool. Lond.* 244:303-312.

- ESCALONA, T., VALENZUELA, N. AND ADAMS, D.C. 2009. Nesting ecology in the freshwater turtle *Podocnemis unifilis*: spatiotemporal patterns and inferred explanations. *Functional Ecology* 23:826-835.
- FACHÍN-TERÁN, A. 1992. Desove y uso de playas para nidificación de taricaya (*Podocnemis unifilis*) en el Rio Samiria, Loreto-Peru. *Boletín de Lima* 79:65-75.
- FACHÍN-TERÁN, A. 1994. Depredación de la taricaya *Podocnemis unifilis* en la Reserva Nacional Pacaya-Samiria, Loreto. *Boletín de Lima* 16(91-96):417-423
- FACHÍN-TERÁN, A. AND VON MÜLHEN, E.M. 2003. Reproducción de la taricaya *Podocnemis unifilis* Troschel 1848 (Testudines: Podocnemididae) em la várzea del Medio Solimões, Amazonas, Brasil. *Ecología Aplicada* 2(1):125-132.
- FÉLIX-SILVA, D. 2004. Ecología Reprodutiva do cabeçudo (*Peltocephalus dumerilianus*) (Testudines: Podocnemididae) no Parque Nacional do Jaú, Amazonas – Brasil. MS Thesis, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ.
- FÉLIX-SILVA, D. 2009. Ecologia e Conservação de *Podocnemis unifilis* Troschel 1848 (Testudines, Podocnemididae) no Reservatório da UHE Tucuruí, Pará-Brasil. MS Thesis, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ.
- FERREIRA JUNIOR, P.D. AND CASTRO, P.T.A. 2006. Geological characteristics of nesting áreas of the giant Amazon river turtle (*Podocnemis expansa*) in the Crixás-Açu river in Goiás State, Brazil. *Acta Amazonica* 36(2):249-258.
- FERREIRA JUNIOR, P.D. 2009. Aspectos Ecológicos da Determinação Sexual em Tartarugas. *Acta Amazonica* 39(1):139-154.
- FERREIRA JUNIOR, P.D. AND CASTRO, P.T.A. 2010. Nesting ecology of *Podocnemis expansa* (Schweigger, 1812) and *Podocnemis unifilis* (Troschel, 1848) (Testudines, Podocnemididae) in the Javaés River, Brazil. *Braz. J. Biol.* 70(1):85-94.

- FOLK, R.L. 1974. Petrology of Sedimentary Rocks. Austin: Hemphill Publication Company, 182 pp.
- GIACOMINI, H.C. 2007. Os mecanismos de coexistência de espécies como vistos pela teoria ecológica. Oecol. Bras. 11(4):521-543.
- GOTELLI, N.J. AND ELLISON, A.M. 2010. Princípios de estatística em ecologia. Editora Artmed.
- IBAMA. 1989. Projeto Quelônios da Amazônia, 10 anos. Brasília: IBAMA, 119p.
- IBAMA. 2009. Relatório de Licenciamento Ambiental para a UHE de Belo Monte: Atendimento ao Parecer 29/2009. Estudos etnoecológicos – Avaliação Ambiental http://siscom.ibama.gov.br/licenciamento_ambiental/UHE%20PCH/UHE%20Belo%20Monte/Atendimento_ao_Parecer_29_2009/Estudos%20Etnoecol%C3%B3gicos-Avalia%C3%A7%C3%A3o%20Ambiental/ANEXO%20I%20-%20PARECERES%20T%C3%89CNICOS/Texto/PDF/Parecer%20Rio%20Bacaj%C3%A1.pdf. Accessed 10 november 2012.
- IBAMA. 2009. Relatório de Licenciamento Ambiental para a UHE de Belo Monte: Quelônios http://siscom.ibama.gov.br/licenciamento_ambiental/UHE%20PCH/UHE%20Belo%20Monte/Solicita%C3%A7%C3%B5es%20DILIC_IBAMA/Quel%C3%B4nios/TEXTOS/PDF/Quel%C3%B4nios.pdf. Accessed 10 november 2012.
- ISAAC, V.J.N., GIARRIZZO, T., ZORRO, M.C., SARPEDONTI, V., ESPÍRITO SANTO, R.V., DA SILVA, B.B., MOURÃO JR, M.M., CARMONA, P. AND ALMEIDA, M. 2008. Ictiofauna e Pesca. Diagnóstico do Meio Biótico da área de influência do Aproveitamento Hidrelétrico (AHE) Belo Monte. UFPA/MPEG, Belém, 436p.
- JOHNS, A.D. 1987. Continuing problems for Amazon river turtles. Oryx 21(1):25-28.

- LEVIN, S.A. 1970. Community equilibria and stability, and an extension of the competitive exclusion principle. *The American Naturalist* 104:413-423.
- LÓPEZ-BARBOSA, E.C. 1989. Trampeo de moscas que se alimentan de embriones y crías de tortuga marina en la costa de Michoacán. In: Sánchez, R.P. (Ed.). *Memorias Del V Encuentro Interuniversitario Sobre Tortugas Marinas en México*. Ciudad de México: Sociedad Herpetologica, pp. 128-133.
- MACARTHUR, R.H. 1962. Some generalized theorems of natural selection. *Proceedings of the National Academy of Science (USA)* 48:1893–1897.
- MAROS, A., LOUVEAUX, A., LIOT, E., MARMET, J. AND GIRONDOT, M. 2005. Identifying characteristics of *Scapteriscus* spp. (Orthoptera: Gryllotalpidae) apparent predators of marine turtle eggs. *Journal of Environmental Entomology* 34:1063-1070.
- MCGOWAN, A., BRODERICK, A.C., DEEMING, J., GODLEY, B.J. AND HANCOCK, E.G. 2001. Dipteran infestation of loggerhead (*Caretta caretta*) and green (*Chelonia mydas*) sea turtle nests in northern Cyprus. *Journal of Natural History* 35:573-581.
- MITCHELL, C. AND QUIÑONES, L. 1994 Manejo y conservación de la taricaya (*Podocnemis unifilis*) en la Reserva de Biosfera del Manu, Madre de Dios. *Boletín de Lima* 16:425-436.
- MITTERMEIER, R.A. 1978. South America's river turtles: saving them by use. *Oryx* 14(3):222-230.
- MOLL, E.O. 1997. Effects of habitat alteration on river turtles of tropical Asia with emphasis on sand mining and dams. In: *Proceedings: Conservation, Restoration, and Management of Tortoises and Turtles: An International Conference*. J. van Abbema (ed.), State University of New York, Purchase, NY, pp. 37-41.
- MOLL, D. AND MOLL, E.O. 2004. *The ecology, exploitation, and conservation of river turtles*. Oxford University Press. New York, 393p.

- NASCIMENTO, S.P. 2002. Observações sobre o comportamento de nidificação de três espécies de *Podocnemis* Wagler (Testudinata, Pelomedusidae) no Baixo Rio Branco, Roraima, Brasil. *Revista bras. Zool.* 19(1):201-204.
- PÁEZ, V.P. 1995. The Conservation and Nesting Ecology of the Endangered Yellow-spotted Amazonian turtle, *Podocnemis unifilis*. MS Thesis, Ohio University, Miami.
- PANTOJA-LIMA, J., PEZZUTI, J.C.B., FÉLIX-SILVA, D., REBÊLO, G.H., MONJELÓ, L.A.S. AND KEMENES, A. 2009. Seleção de locais de desova e sobrevivência de ninhos de quelônios *Podocnemis* no baixo Rio Purus, Amazonas, Brasil. *Rev. Colomb. Cienc. Anim.* 1:37-39.
- PEZZUTI, J.C.B. AND VOGT, R.C. 1999. Nest site selection and causes of mortality of *Podocnemis sextuberculata*. Amazonas. Brazil. *Chelonian Conservation and Biology* 3(3):419-425.
- PEZZUTI, J.C.B., VOGT, R.C., KEMENES, A., FÉLIX-SILVA, D., SALVESTRINI, F. AND PANTOJA-LIMA, J. 2000. Nesting ecology of pelomedusid turtles in the Purus River, Amazonas, Brazil. In: Annual meeting American Society of Ichthyologists and Herpetologists (ASIH), the American Elasmobranch Society (AES), the Herpetologists League (HL), and the Society for the Study of Amphibians and Reptiles, Universidad Autónoma de Baja California Sur, La Paz, B. C. S., pp. 294–294.
- PIANKA, E.R. 1970. On r- and K-Selection. *The American Naturalist* 104(940):592-597.
- PIGNATI, M.T., DATTILO, W. AND PEZZUTI, J.C.B. 2011. *Podocnemis unifilis* (Yellow-headed Sideneck) Nest predation. *Herpetological Review* 43:422-422.
- PIGNATI, M. T. AND PEZZUTI, J.C.B. 2012. Alometria reprodutiva de *Podocnemis unifilis* (TESTUDINES, PODOCNEMIDIDAE) na várzea do baixo rio Amazonas, Santarém, Pará, Brasil. *Ilheringia, Série Zoologia, Porto Alegre* 102(1):48-55.

- PIGNATI, M.T., MIORANDO, P.S. AND PEZZUTI, J.C.B. 2013. Effects of the Nesting Environment on Embryonic Development, Sex Ratio, and Hatching Success in *Podocnemis unifilis* (Testudines: Podocnemididae) in an Area of Floodplain on the Lower Amazon River in Brazil. *Copeia*.
- PRITCHARD, P.C.H. 1979. *Encyclopedia of turtles*. T. F. H. Publications, Inc., Neptune, NJ.
- PRITCHARD, P.C.H. AND TREBBAU, P. 1984. *The Turtles of Venezuela*. Athens: Society for the Study of Amphibians and Reptiles, 403p.
- RAEDER, F. 2003. *Elaboração de Plano para Manejo e Conservação de Aves e Quelônios na Praia do Horizonte, Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, AM*. MS Thesis, INPA/UFAM, Manaus, AM, 48p.
- REBÊLO, G. AND PEZZUTI, J.C.B. 2000. Percepções sobre o consumo de Quelônios na Amazônia. *Ambiente & Sociedade* 6(7):85-104.
- REZNICK, D., BRYANT, M.J. AND BASHEY, F. 2002. r- and K-selection revisited: The role of population regulation in life-history evolution. *Ecology* 83(6):1509-1520.
- SALERA JUNIOR, G., MALVASIO, A. AND PORTELINHA, T.C.G. 2009. Avaliação da predação de *Podocnemis expansa* e *Podocnemis unifilis* (Testudines, Podocnemididae) no rio Javaés, Tocantins. *Acta Amazonica* 39(1):207-214.
- SOARES, M. F. G. S. 2000. *Distribuição, mortalidade e caça de Podocnemis (Testudinata, Pelomedusidae) no rio Guaporé, Rondônia, Brasil*. MS Thesis, Instituto de Pesquisas da Amazônia/Fundação Universidade do Amazonas, AM, Brasil.
- SOINI, P. 1995a. Estudio e incubación de los huevos de quelonios acuáticos, 1986. Informe N° 22. In: Soini, P., Tovar, A. y Valdez, U. (ed.), *Reporte Pacaya-Samiria. Investigaciones en Cahuana: 1980-1994*. CDC-UNALM/FPCN/TCN. Lima, Perú, pp. 247-250.

- SOINI, P. 1995. Reporte Pacaya-Samiria: Investigaciones en la Estación Biológica Cahuana 1979 - 1994. Fundación para la Conservación de la Naturaleza, Iquitos, Perú.
- SOINI, P. AND SOINI, M. 1995a. Ecología reproductiva de la taricaya (*Podocnemis unifilis*) y sus implicaciones en el manejo de la especie. Informe N° 9. In: Soini, P., Tovar, A. y Valdez, U. (ed.), Reporte Pacaya-Samiria. Investigaciones en Cahuana: 1980-1994. CDC-UNALM/FPCN/TCN. Lima, Perú, pp. 99-128.
- SOINI, P. 1997. Ecología y manejo de quelonios acuáticos en la amazonía peruana. In: Fang, T.G., Bodmer, R.E., Aquino, R. y Valqui, M. H. (eds.). Manejo de Fauna Silvestre en la Amazonía. La Paz, Bolivia, pp. 167-173.
- SOUZA, R.R. AND VOGT, R.C. 1994. Incubation temperature influences sex and hatchling size in the neotropical turtle *Podocnemis unifilis*. Journal of Herpetology 28(4):453-464.
- THORBJARNARSON, J.B., PEREZ, N. AND ESCALONA, T. 1993. Nesting of *Podocnemis unifilis* in the Capanaparo River, Venezuela. Journal of Herpetology 27:347-351.
- THORBJARNARSON, J.B. AND DA SILVEIRA, R. (1996). *Podocnemis unifilis* (Yellowheaded Sideneck. Nesting. Herpetological Review 27(2):77-78.
- VANZOLINI, P.E. 1977. A brief biometrical note on the reproductive biology of some South American *Podocnemis* (Testudines, Pelomedusidae). Papéis Avulsos de Zoologia 31:79-102.
- VIEIRA, M.E.G., SILVA, C.E., LIMA, F.P.N., CARVALHO JR, J.R. AND PIMENTEL, N.M. 2009. EIA/RIMA AHE Belo Monte: Estudo socioambiental-Componente indígena. Grupo Juruna do KM 17, Brasília.
- VIEIRA, M.E.G., SILVA, C.E., LIMA, F.P.N., CARVALHO JR, J.R. AND PIMENTEL, N.M. 2009. EIA/RIMA AHE Belo Monte: Estudo socioambiental-Componente indígena. Terra Indígena Paquiçamba, Brasília.

- VOGT, R.C. AND FLORES-VILELA, O.A. 1986. Determinación del sexo em tortugas por la temperatura de incubación de los huevos. *Ciencia* 37:21-32.
- VOGT, R.C., CANTARELLI, V.H. AND DE CARVALHO, A.G. 1994. Reproduction of the Cabeçudo, *Peltocephalus dumerilianus*, in the Biological Reserve of Rio Trombetas, Pará, Brazil. *Chelonian Conservation and Biology* 1(2):145-148.
- VOGT, R.C. 2001. Turtles of the Rio Negro. 309p. in Chao, N.L., P.P. Petry, G. Prang, L. Sonneschien, M. Tlusty. Conservation and management of ornamental fish resources of the Rio Negro Basin, Amazonia, Brazil. Universidade do Amazonas Press.
- VOGT, R. C. 2004. Tartaruga de manchas-amarelas do rio Amazonas, Tracajá (*Podocnemis unifilis* Troschel 1848) Pelomedusidae. In Cintra, R. (eds.). História Natural, Ecologia e Conservação de algumas espécies de Plantas e Animais da Amazônia, EDUA/INPA/FAPEAM. Manaus, Brasil. (Série: Biblioteca Científica da Amazônia), pp.229-235.
- ZAR, J.H. 2008. Biostatistical Analysis. 5 ed. Prentice-Hall Inc., Prentice Hall, New Jersey, USA.

TABELAS

TABELA 1: Distribuição de praias e ninhos monitorados nas regiões de estudo na bacia do rio Xingu, Pará, Brasil.

	Iriri	Iriri-Altamira	Volta Grande	Bacajá	Tabuleiro do Embaubal	TOTAL
Sítios de Desova	7	8	25	20	6	66
Ninhos	28	32	67	57	125	309

TABELA 2: Número de ninhos registrados em cada tipo de ambiente monitorado nas regiões de estudo na bacia do rio Xingu, Pará, Brasil.

Ambiente	Iriri	Iriri-Altamira	Volta Grande	Bacajá	Tabuleiro do Embaubal	TOTAL
Praias	24		31		125	180
Sarobal	4	31	1	4		40
Barranco				5		5
Folhço			1			1

TABELA 3: Taxa de eclosão dos ninhos de *Podocnemis unifilis* nas cinco regiões de estudo, no rio Xingu, Pará (DP=Desvio Padrão, N=Número de ninhos).

Região	N	Média±DP	Amplitude
Iriri	26	0.5±0.46	0 – 1
Iriri/Altamira	28	0.55±0.41	0 – 1
Volta Grande	57	0.50±0.44	0 – 1
Bacajá	18	0.73±0.41	0 – 1
Tabuleiro	78	0.53±0.44	0 – 1
Total	207	0.54±0.44	0 – 1

TABELA 4. Causas de perda dos ninhos de *Podocnemis unifilis* na bacia do rio Xingu, estado do Pará, durante o período reprodutivo de 2008.

Situação do ninho	Iriri	Iriri- Altamira	Volta Grande	Bacajá	Tabuleiro do Embaubal	Total Geral
Alagado	-	-	-	-	13	13 (4.2%)
Perda por chuva	-	-	-	-	7	7 (2.3%)
Coletado	3	6	9	23	48	89 (28.8%)
Eclodido	15	20	37	14	53	139 (45%)
Predado	10	6	20	18	1	55 (17.8%)
Invadido por raízes	-	-	-	2	-	2 (0.6%)
Sem desenvolvimento	-	-	1	-	3	4 (1.3%)
Total Geral	28	32	67	57	125	309

FIGURAS

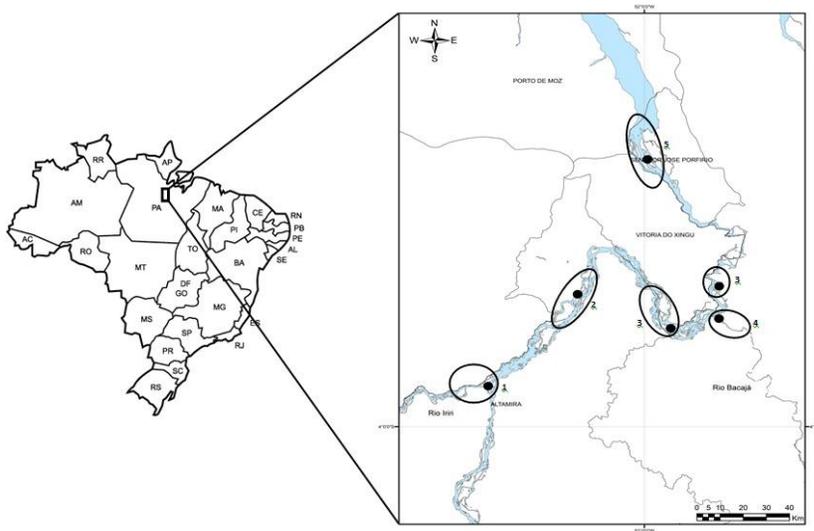


FIGURA 1. Localização dos pontos de amostragem: 1- Rio Iriri, 2- Rio Xingu entre a foz do rio Iriri e a cidade de Altamira (trecho Iriri-Altamira), 3- Volta Grande, 4- Rio Bacajá e 5- Tabuleiro do Embaubal, Pará, Brasil.



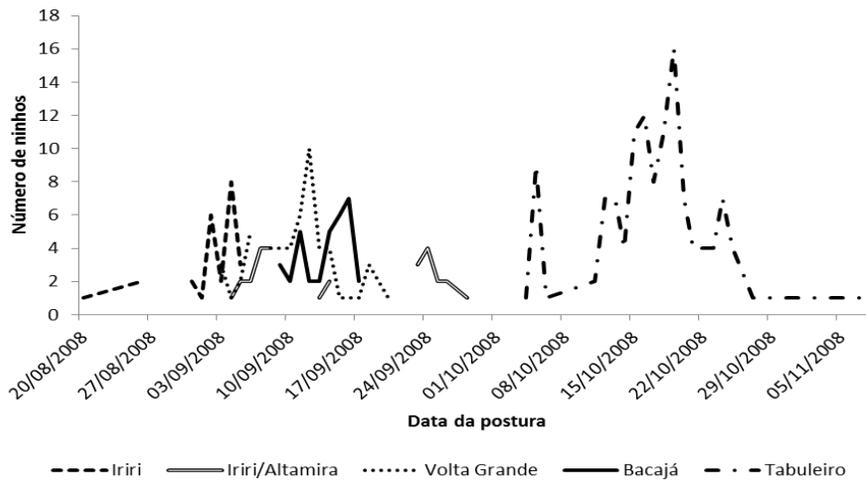
FIGURAS 2 e 3. Sarobais utilizados por *P. unifilis* para a desova nas regiões do rio Iriri, trecho Iriri-Altamira, Volta Grande e rio Bacajá, Pará, Brasil. Fonte: Ana Paula Baeta Fernandes.



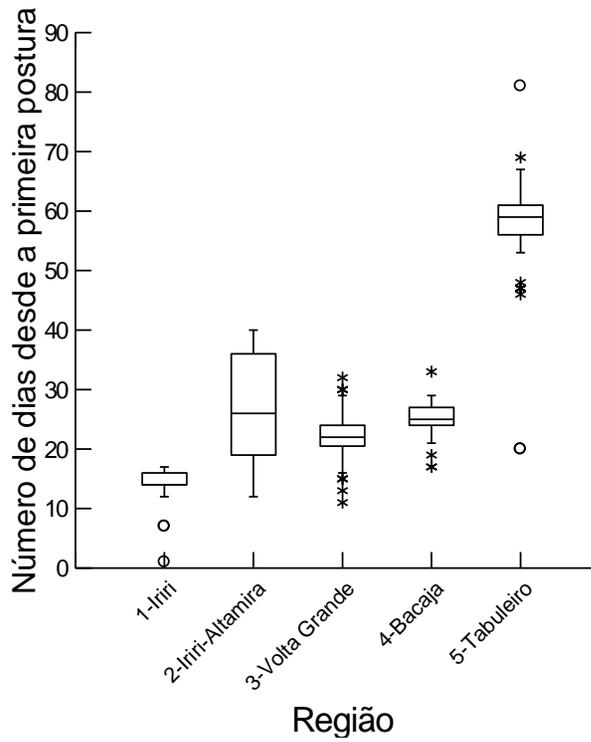
FIGURA 4. Barranco utilizado para desova por *P. unifilis* no rio Bacajá, Pará, Brasil. Fonte: Ana Paula Baeta Fernandes.



FIGURA 5. Extensos bancos de areia utilizados por *P. unifilis* para desova no Baixo rio Xingu (Tabuleiro do Embaubal), Pará, Brasil. Fonte: Ana Paula Baeta Fernandes.



A



B

FIGURA 6. A) Distribuição do número de ninhos de *P. unifilis* ao longo do período de postura; e B) Número de ninhos por dia (considerando o número de dias decorridos desde a data de postura do primeiro ninho encontrado) nas praias da bacia do rio Xingu, Pará, Brasil, durante o período reprodutivo de 2008.

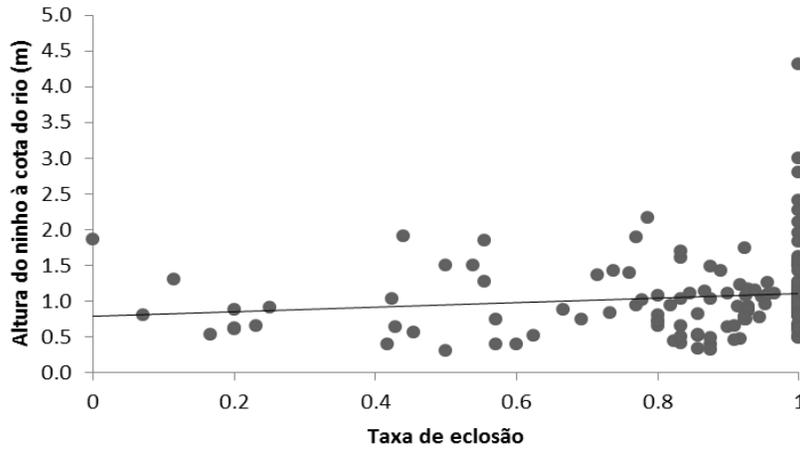


FIGURA 7. Relação entre a taxa de eclosão e a altura dos ninhos de *P. unifilis* à cota do rio (m) na bacia do rio Xingu, Pará, Brasil, durante o período reprodutivo de 2008.

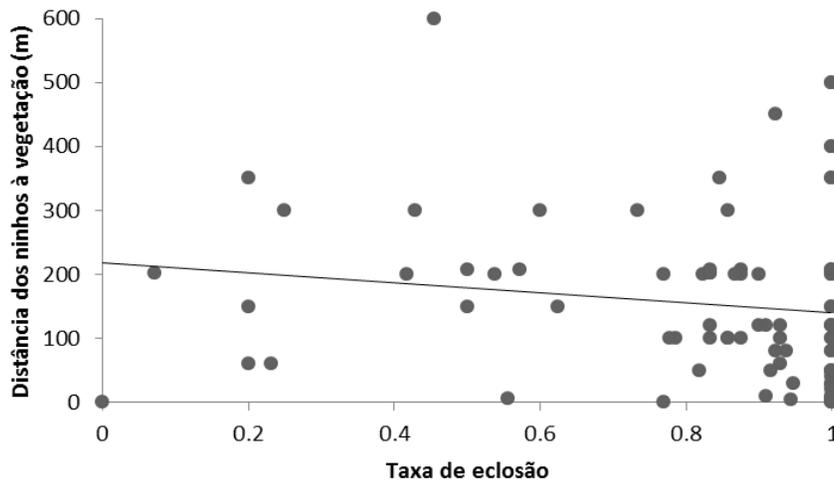


FIGURA 8. Relação entre a taxa de eclosão e a distância dos ninhos de *P. unifilis* à vegetação (m) na bacia do rio Xingu, Pará, Brasil, durante o período reprodutivo de 2008.

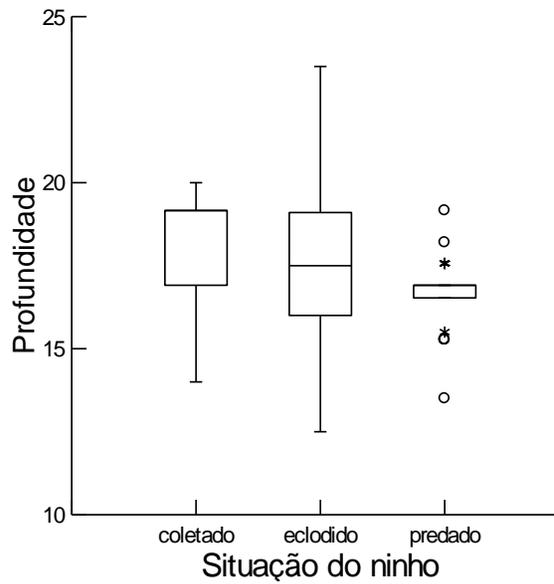


FIGURA 9. Profundidade final (cm) dos ninhos de *P. unifilis* coletados, predados e eclodidos na bacia do rio Xingu, Pará, Brasil, durante o período reprodutivo de 2008.

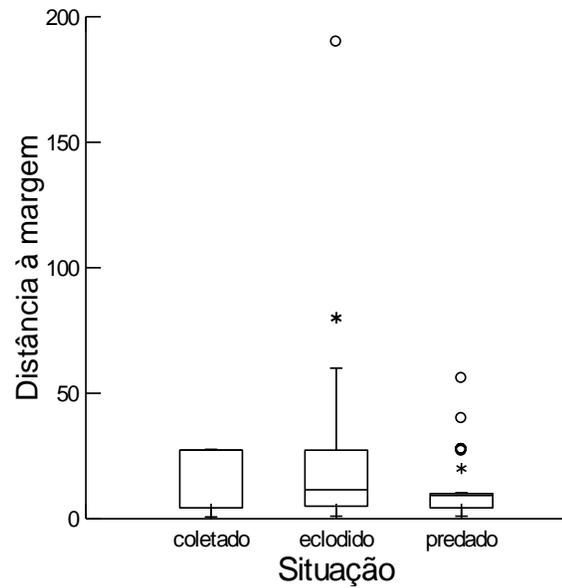


FIGURA 10. Diferença entre os ninhos coletados, predados e eclodidos em relação à distância à margem do rio (m) em ninhos de *P. unifilis* na bacia do rio Xingu, Pará, Brasil, durante o período reprodutivo de 2008.

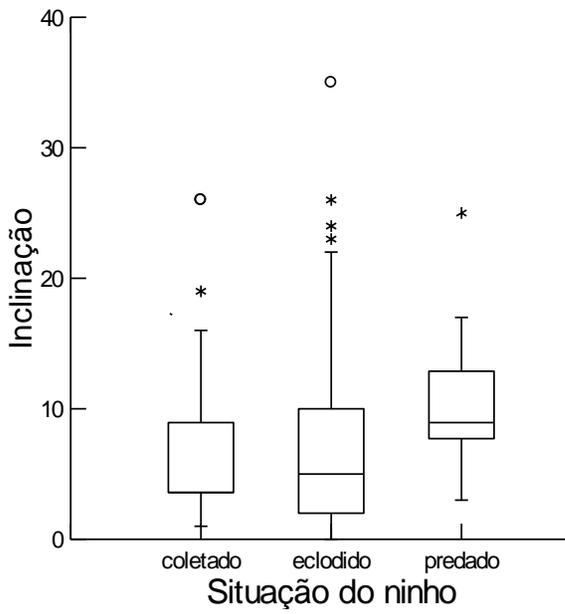


FIGURA 11. Inclinação da superfície (graus) dos ninhos de *P. unifilis* coletados, predados e eclodidos em relação à inclinação em ninhos na bacia do rio Xingu, Pará, Brasil, durante o período reprodutivo de 2008.