

Influência das características do sedimento no sucesso de eclosão e na duração da incubação de *Podocnemis sextuberculata*, na região do médio rio Solimões, AM, Brasil.

Antônio Eduardo Santos AGUIAR^{1*}, Robinson BOTERO-ARIAS², Cássia Santos CAMILLO³

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi analisar a influência do sedimento no sucesso de eclosão e no tempo de incubação em ninhos de *Podocnemis sextuberculata*. Foram coletadas amostras de sedimento de ninhos (~200g), bem como informações do sucesso de eclosão (porcentagem de filhotes vivos) e tempo de incubação. Das 200g de sedimento, foi retirada uma subamostra de aproximadamente 50g. Por meio do método de peneiramento, obteve-se a separação dos grãos em dez tamanhos diferentes. As características do sedimento (tipo, tamanho médio, grau de selecionamento e proporção de cada fração granulométrica) foram calculadas pelo programa Gradistat. Das 41 amostras analisadas, 19,6% foram classificadas como areia fina e 80,4% como areia média. Observou-se que quanto maior o diâmetro médio dos grãos e menor o grau de selecionamento, maior o sucesso de eclosão. Além disso, o sucesso de eclosão é maior em sedimentos com maior proporção de areia média e menores proporções de areia fina e muito fina. No entanto, todas as relações foram fracas, sendo que a fração areia muito fina, foi a que melhor explicou a variação no sucesso de eclosão e ainda assim 77% da variação no sucesso são explicados por outras variáveis. O tempo de incubação não é influenciado por nenhuma das variáveis do sedimento analisadas. Novos estudos são necessários, uma vez que o sedimento pode ainda afetar outras características, que não foram avaliadas, como: desenvolvimento embrionário, sexo, tamanho e mobilidade dos filhotes.

PALAVRAS-CHAVES: quelônios, reprodução, nidificação, iacá, Amazônia.

Influence of sand characteristics in hatching success and incubation duration in *Podocnemis sextuberculata* nests, in the region of middle Solimões river, AM, Brazil.

ABSTRACT

This study aimed to analyze the influence of sand characteristics in the hatching success and incubation duration of *Podocnemis sextuberculata* nests. We collected sand samples from nests (~200g) as well as data on hatching success (percentage of live hatchlings) and incubation duration. From the 200g sample, we took a subsample of approximately 50g. We

¹ Centro de Estudos Superiores de Tefé, Universidade do Estado do Amazonas, Tefé, AM. eduardoaguilar30@yahoo.com.br.

² Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, Tefé, AM. robin@mamiraua.org.br.

³ Centro de Estudos Superiores de Tefé, Universidade do Estado do Amazonas, Tefé, AM. cassiacamillo@gmail.com.

performed granulometric analysis using nine sieves, which separated the sediment in ten different grain size categories. We calculated sediment characteristics (type, mean diameter, sorting and proportion of each granulometric category) by using the software Gradistat. We analyzed 41 nest samples, of which 19.6% were classified as fine sand and 80.4% as medium sand. Our data suggest that hatching success is higher in sediment with high mean diameter and lower sorting. Besides, hatching success is higher in sediments with a higher proportion of medium sand and lower proportions of fine and very fine sand. However, all these relations were weak and even considering very fine sand, which was the one that best explained variation in hatching success, still 77% of the variation in hatching success are explained for other factors than sand characteristics. Incubation duration was not influenced by the sand characteristics that we analyzed. Other studies are necessary, in order to better evaluate the influence of sand characteristics in the reproductive success of this species, as sediment can affect other characteristics, that we did not analyzed, such as: embryonic development, size, sex and mobility of hatchings.

KEYWORDS: freshwater turtles, reproduction, nesting, Amazon, six-tubercled Amazon river turtle.

INTRODUÇÃO

Em diversas espécies de répteis ovíparos, inclusive em várias espécies de quelônios há fatores ambientais como: temperatura, umidade, características geológicas (tamanho dos grãos do sedimento) e profundidade dos ninhos, que influenciam o desenvolvimento embrionário (Ferreira Junior 2003; Carneiro 2012). Dentre os diversos fatores geológicos que podem afetar a temperatura e o tempo de incubação, estão: tamanho do sedimento e coloração dos grãos (Ferreira Junior 2008).

Em ninhos de quelônios com sedimentos finos a temperatura é menor e a umidade é maior, o que dificulta as trocas gasosas. Desta forma, o tempo de incubação é maior, gerando filhotes maiores (Ferreira Junior 2003). Nos ninhos de sedimento mais grosso, possibilita uma maior troca gasosa, o que resulta em um tempo de incubação menor (Ferreira Junior 2003).

Além disso, fatores ambientais podem influenciar características dos filhotes. Dentre elas, a mais importante é a determinação sexual, a qual é influenciada pela temperatura (Ferreira Junior 2009b). Em espécies de *Podocnemis* temperaturas mais baixas induzem o desenvolvimento de embriões machos e temperaturas mais altas, o desenvolvimento de fêmeas (Ferreira Junior 2009b).

A *Podocnemis sextuberculata* (iaçá) é diferente de outras espécies porque quando jovens, possui seis tubérculos no plastrão, os quais desaparecem quando atinge um tamanho de 10 a 15 cm (Vogt 2008). Quando sexualmente maduros, as fêmeas sempre serão maiores que os machos, sendo o maior comprimento registrado, para uma fêmea, de 34 cm, com peso máximo de 3,5 Kg. A sua nidificação acontece no período da vazante e seca, em praias

arenosa, geralmente na calha dos rios principais. Esta espécie possui uma ninhada que varia entre 6 e 25 ovos (Vogt 2008).

Os quelônios são répteis que há muito tempo são utilizados como fonte de alimento, principalmente pelos povos ribeirinhos e também são explorados pelo comércio ilegal. Entre as espécies podemos destacar: *Podocnemis expansa* (tartaruga-da-Amazônia), *Podocnemis sextuberculata* (iaçá, pitiú) e *Podocnemis unifilis* (tracajá) (Vogt 2008). Por isso, atualmente, essas espécies são categorizadas em diferentes status de ameaça: *P. expansa*, criticamente ameaçada, *Podocnemis unifilis*, ameaçada, e *P. sextuberculata*, vulnerável (Turtle 2014).

Portanto ações de conservação são necessárias. Dentre tais ações, podemos destacar como as mais utilizadas a proteção de praias naturais e a transferência de ninhos (Camillo *et al.* 2012). Assim, saber qual tipo de sedimento e quais frações granulométrica têm maior influência no sucesso de eclosão e em outros aspectos do desenvolvimento embrionário, pode auxiliar a estabelecer as áreas ideais para proteção e transferência. Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi analisar a influência do sedimento no sucesso de eclosão e no tempo de incubação em ninhos de *Podocnemis sextuberculata*, procedentes da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, no Amazonas.

MATERIAL E MÉTODOS

As amostras de sedimento de ninhos (~200g) foram coletadas pelo Programa de Pesquisa em Conservação e Manejo de Quelônios do Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, durante a temporada de reprodução de quelônios de 2012, na praia do Horizonte, localizada na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, no município de Uarini-AM. A amostra foi coletada de toda a parede do ninho, desde a superfície até o fundo, de modo a coletar uma amostra mais representativa. Os dados de sucesso de eclosão e duração da incubação de cada ninho também foram cedidos pelo Instituto Mamirauá. Para os propósitos deste estudo o sucesso de eclosão foi considerado como a proporção de filhotes vivos em relação ao número total de ovos da ninhada e a duração da incubação como o período entre a data de postura dos ovos e a data de emergência dos filhotes do ninho.

Das 200g de sedimento, foi retirada uma subamostra de aproximadamente 50g, pelo método de quarteamento (Ponzi 1995). Neste método, coloca-se a amostra de sedimento em um recipiente plano, reparte-se a amostra em quatro partes, descarta-se duas partes e junta-se as duas que sobraram. Este procedimento é repetido até chegar-se a uma subamostra de aproximadamente 50g. Em seguida, essa subamostra foi lavada em água corrente na peneira

de 63 μ m, para poder retirar a argila, que adjunta os grãos de areia, interferindo no peneiramento (Ferreira-Junior, com. pess.).

Depois da lavagem, a subamostra de sedimento foi seca em estufa a 70°C. Após a secagem, procedeu-se a uma nova pesagem, sendo que a diferença foi considerada nas análises granulométricas, na fração <63 μ m (Ferreira-Junior, com. pess.).

Finalizando, o peneiramento foi realizado, utilizando-se nove peneiras mais o fundo. Para tanto, foi utilizado um agitador de peneiras granulométricas, por 10 minutos. O sedimento retido em cada peneira foi pesado individualmente, em uma balança de precisão (~0,0001g). Desta forma obteve-se a separação dos grãos em dez tamanhos diferentes: >2,0 mm, >1,0 mm, >0,500 mm, >0,355 mm, >0,250 mm, >0,180 mm, >0,125 mm, >0,090 mm, >0,063 mm, <0,063mm. Foi utilizado o programa Gradistat para classificação do tipo de sedimento (método de Folk e Ward) e para o cálculo do tamanho médio dos grãos, grau de selecionamento (refere-se ao desvio padrão do diâmetro médio) e proporção de cada fração granulométrica (areia muito grossa e grossa, areia média, areia fina, areia muito fina, argila e silte).

Para analisar a influência das características do sedimento no sucesso de eclosão e na duração da incubação, foram utilizadas análises de regressão linear simples, com o auxílio do programa Biostat (versão 5.0). Foi utilizado o grau de significância de 0,05. No total, foram analisadas 46 amostras de sedimento, sendo que apenas para 41 havia dados de sucesso de eclosão e 25 de duração da incubação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No presente estudo, 19,6% das amostras de sedimento foram classificadas como fina e 80,4% como areia média. As amostras apresentaram um diâmetro médio de 279,82 \pm 28,47 μ m (211,1-341,6; N=41). Já o sucesso de eclosão teve uma média de 74,79 \pm 30,87% (0-100; N=41) e a duração média da incubação foi de 75,24 \pm 10,54 dias (60-93, N=25).

Observou-se que quanto maior o diâmetro médio dos grãos maior o sucesso de eclosão ($F_{(1,39)}=7,40$; $p=0,01$; Figura 1a). Por outro lado, quanto maior o grau de selecionamento, menor o sucesso de eclosão ($F_{(1,39)}=6,44$; $p=0,02$; Figura 1b). No entanto, ambas as relações mostraram-se fraca (diâmetro médio: $R^2=0,16$ e grau de selecionamento: $R^2=0,14$).

Em relação às frações granulométricas, as proporções de areia média, areia fina e areia muito fina influenciaram o sucesso de eclosão (Figura 2). A fração areia muito fina foi a que melhor explicou a variação no sucesso de eclosão ($F_{(1,39)}=11,93$; $p=0,002$; $R^2=0,23$; Figura 2c), sendo que quanto maior a proporção de areia muito fina, menor é o sucesso de eclosão. Somente a fração areia média teve uma relação positiva no sucesso de eclosão, ou seja, quanto maior a quantidade de areia média, maior o sucesso de eclosão (Figura 2a). Todas as relações observadas foram fracas, sendo que aproximadamente 77% ou mais da variação sucesso de eclosão são explicadas por outras variáveis, como temperatura, umidade, profundidade dos ninhos, coloração dos grãos (Ferreira Junior 2009a). Segundo Carneiro (2012), ninhos localizados em sedimentos mais finos têm maior sucesso de eclosão do que ninhos localizados em sedimentos mais grossos.

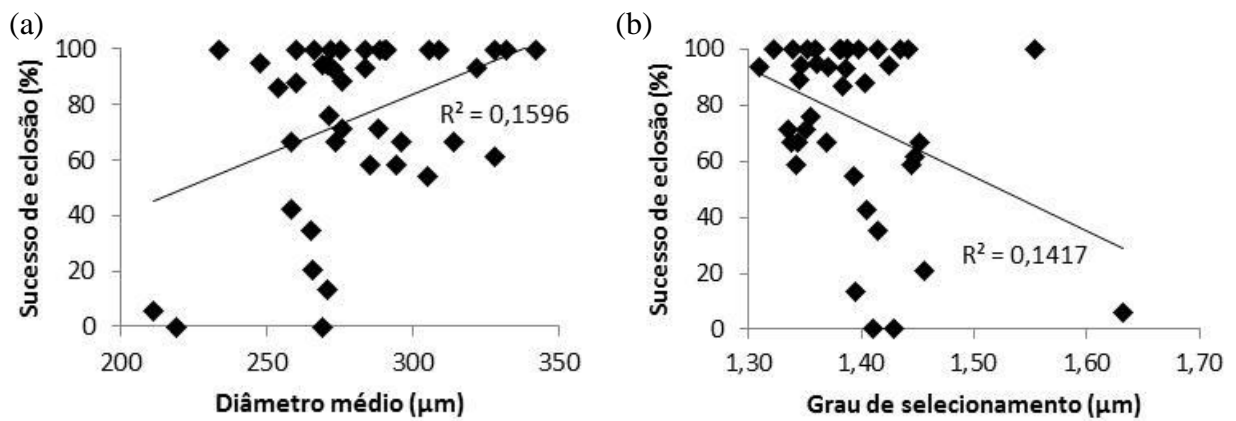
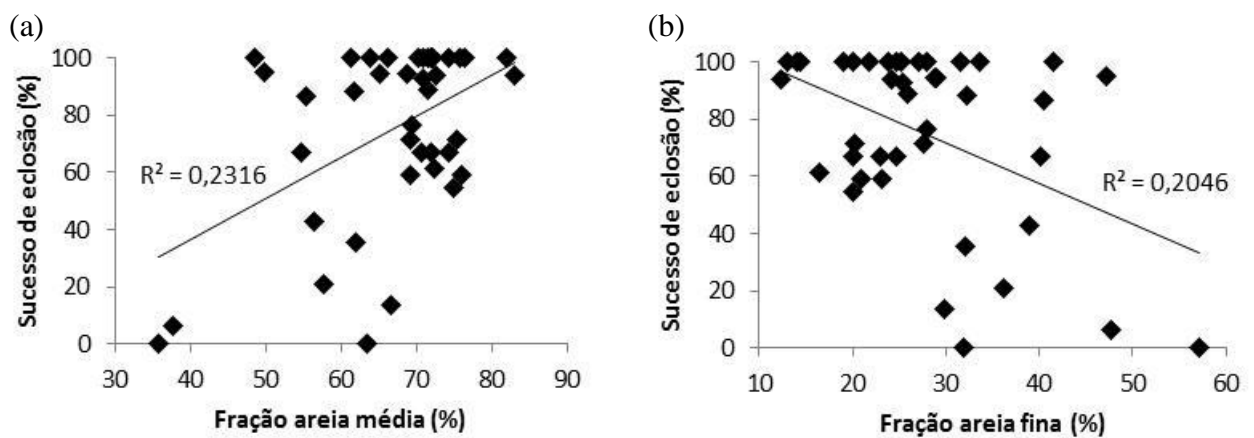


Figura 1. Relação entre (a) diâmetro médio dos grãos e (b) grau de selecionamento e o sucesso de eclosão de ninhos de *Podocnemis sextuberculata* na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, AM, Brasil.



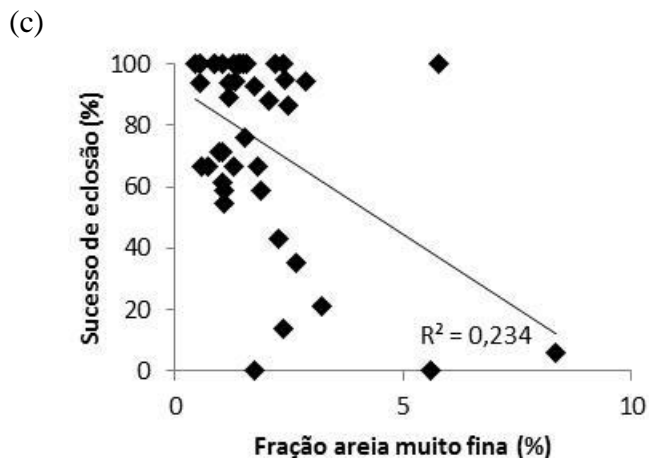


Figura 2. Relação entre porcentagem das frações (a) areia média, (b) areia fina e (c) areia muito fina e o sucesso de eclosão de ninhos de *Podocnemis sextuberculata* na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, AM, Brasil.

Por outro lado, o sucesso de eclosão não foi influenciado pelas frações: areia muito grossa e grossa ($F_{(1,39)}=1,28$; $p=0,26$), silte ($F_{(1,39)}=2,55$; $p=0,12$) e argila ($F_{(1,39)}=2,58$; $p=0,11$). Esperava-se que houvesse uma relação, visto que no estudo de Ferreira Junior (2008), as frações areia muito grossa e areia média foram as que mais influenciaram o sucesso de eclosão. As frações areia grossa e muito grossa, argila e silte podem influenciar tanto de forma positiva como de forma negativa, uma vez que sedimentos mais finos por serem mais coesos, retêm umidade e dificultam as trocas gasosas, e conseqüentemente evitam o ressecamento dos ovos (Ferreira Junior et al. 2008; Ferreira 2009a; Carneiro, 2012). Acredita-se que o estudo não demonstrou essas relações, principalmente, pelo fato das amostras não terem uma quantidade considerável das frações areia grossa, argila e silte (Tabela 1). Caso alguma amostra tivesse uma quantidade considerável destas frações, talvez fosse possível encontrar uma relação.

Tabela 1. Média, desvio padrão e amplitude de cada fração granulométrica nas amostras de sedimento de ninhos de *Podocnemis sextuberculata*, da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, AM.

Fração	Média (%)	DP (%)	Amplitude (%)	N
Areia muito grossa e grossa	2,52	2,45	0,31-11,83	41
Areia média	66,64	10,39	35,66-82,97	41
Areia fina	27,83	9,87	12,38-57,08	41
Areia muito fina	1,87	1,54	0,43-8,34	41
Silte	0,91	0,80	0,13-4,32	41
Argila	0,18	0,16	0,03-0,86	41

Apesar das relações entre diâmetro médio, grau de selecionamento e frações areia média, areia fina e areia muito fina serem significativas para o sucesso de eclosão, não houve nenhuma relação com a duração de incubação, esperava-se que houvesse uma relação com tempo emergência, já que outros estudos demonstram uma relação do sedimento com tempo de eclosão. Suponha que o sedimento pode influenciar tanto na eclosão como na emergência do filhote no ninho, ou seja, ninhos que proporciona uma melhor temperatura ou umidade, pode facilitar a emergência do filhote ninhos, ninhos que proporciona maior temperatura, pode estar diminuindo esse tempo de emergência que pode chegar a 1 a 5 semana. Acredita-se que não foi observada uma relação entre a duração da incubação e características do sedimento porque no presente estudo a duração foi considerada como o período entre a desova e a emergência dos filhotes. Estudos realizados no Brasil e no Peru sugerem que os filhotes podem permanecer de uma a cinco semanas dentro do ninho, após a eclosão (Vogt 2008). Portanto, caso tivesse sido analisada a duração da incubação apenas até a eclosão dos filhotes, poderia ter sido observada uma relação, já que outros estudos associam o tempo de incubação ao tamanho do grão do sedimento. Assim, sedimentos mais finos por serem mais coesos, retêm umidade e dificultam as trocas gasosas, resultando em diminuição da temperatura e, conseqüentemente, maior duração da incubação (Ferreira Junior 2003). Por outro lado, ninhos localizados em sedimentos mais grossos têm um menor tempo de incubação, ou seja, há um maior espaçamento entre os grãos que facilita as trocas gasosas, aumentando assim a temperatura (Ferreira Junior 2003).

CONCLUSÃO

Com isso, os resultados mostraram que as áreas mais adequadas para uma suposta transferência de ninhos seriam aquelas com sedimento compostos principalmente da fração areia média e com uma baixa de proporção de areia muito fina. No entanto, são necessários outros estudos que avaliem os demais fatores ambientais que possam explicar a variação no sucesso de eclosão como: profundidade do ninho, altura da praia, presença de vegetação. Inclusive avaliando a interação entre esses fatores e seu efeito no sucesso e demais aspectos do desenvolvimento embrionário. Somente com todas essas informações reunidas será possível propor estratégias eficientes de manejo e conservação.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade do Estado do Amazonas pelo apoio técnico e logístico, ao Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, pelo apoio logístico e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas – FAPEAM pela concessão de bolsa de Iniciação Científica (A.E.S.A.).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Camillo, C. S.; Santos, O. M. D.; Sousa, I. S. D.; Queiroz, H. L. D. 2012. Communi-based freshwter turtler conservation in middle Solimões river, AM, Brazil. *Uakari* 8(5): 35-44.
- 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*. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Pará, Belém, Pará. 54p.
- Ferreira Júnior, P. D. 2003. *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*. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, Minas Gerais. 324p.
- Ferreira Junior, P.D; Rosa, M. F; Lorenzo, M. D; Monteiro, M. F; Alvarenga-Junior, R. A.; 2008. Influência das características geológicas do local de desova naduração da incubação e no sucesso da eclosão dos ovos de *Caretta caretta* na praia da Guanabara, Anchieta, Espírito Santo. *Iheringia* 98(4): 447-453.
- Ferreira Junior, P. D. 2009a. Efeitos de Fatores Ambientais na Reprodução de Tartarugas. *Acta Amazonica*, 39(2): 319 – 334.
- Ferreira Junior, P. D. 2009b. Aspectos Ecológicos da Determinação Sexual em Tartarugas. *Acta Amazonica*, 39(1): 129 – 144.
- Ponzi, V.R.A. 1995. *Métodos de análises sedimentológicas de amostras marinhas: representação de resultados através de gráficos e mapas*. Rio de Janeiro: Universidade Federal Fluminense.
- Turtle Taxonomy Working Group [van Dijk, P.P.; Iverson, J.B.; Rhodin, A.G.J.; Shaffer, H.B.; Bour, R.J.]. 2014. Turtles of the world, 7th edition: Annotated checklist of taxonomy, synonymy, distribution with maps, and conservation status. In: Rhodin, A.G.J.; Pritchard, P.C.H.; van Dijk, P.P.; Saumure, R.A.; Buhlmann, K.A.; Iverson, J.B.; Mittermeier, R.A. (eds.). Conservation Biology of Freshwater Turtles and Tortoises: A Compilation Project of the IUCN/SSC Tortoise and Freshwater Turtle Specialist Group. *Chelonian Research Monographs*, 5(7): 329-479.
- Vogt, R.C. 2008. Tartarugas da Amazônia. Lima, Peru: Os autores. 104p.

