

# Papéis Avulsos de Zoologia

Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo

Volume 54(25):363-374, 2014

www.mz.usp.br/publicacoes  
www.revistas.usp.br/paz  
www.scielo.br/paz

ISSN impresso: 0031-1049  
ISSN on-line: 1807-0205

## TEMPERATURA DE INCUBAÇÃO E RAZÃO SEXUAL EM FILHOTES RECÉM-ECLODIDOS DA TARTARUGA MARINHA *ERETMOCHELYS IMBRICATA* (LINNAEUS, 1766) NO MUNICÍPIO DO IPOJUCA, PERNAMBUCO, BRASIL

THYARA N. SIMÕES<sup>1</sup>  
ARLEY C. DA SILVA<sup>2</sup>  
EDNILZA M. DOS SANTOS<sup>3</sup>  
CRISTIANO A. CHAGAS<sup>4</sup>

### ABSTRACT

*The development of sex in sea turtles is determined by the temperature incubation of the eggs (TSD – Temperature dependent Sex Determination). For Eretmochelys imbricata species, very little is known about the sex ratio of spawning which occur in the southern coast of Pernambuco. Therefore, the purpose of this study is to analyze the relationship between sexual development and temperature incubation of nests of hawksbill turtles deposited in Merepe Beach County Ipojuca, Pernambuco. The temperature data were collected from nine nests during the months from January to June 2013, with the aid of registers type temperature data loggers (Onset Computer Model, UA-001-08). The average recorded for nests sampled depending on the incubation period and temperature were 54 days and 31.68°C. Based on these results, the nests showed a strong trend towards the development of females, with the sex ratio, estimated by histological analysis, 86.53% for females. So the beach Merepe has temperatures that provide greater differentiation of newborn females. However, more detailed studies should be carried out with the intention of verifying whether these results can be obtained for any ipojucano coast.*

**KEY-WORDS:** Hawksbill turtle; Sex determination; Conservation.

### INTRODUÇÃO

O desenvolvimento do sexo nas tartarugas marinhas é influenciado pela temperatura de incubação dos ovos (TSD – *Temperature-dependent Sex Determination*) (Bull, 1980). A temperatura, por sua vez, depende de vários fatores que também podem influen-

ciar na determinação sexual dos filhotes (Bull & Vogt, 1981; Mrosovsky & Provancha, 1989) como, por exemplo, localização, composição, tamanho, coloração e granulometria do sedimento do ninho (Ackerman, 1997). Além disso, o número de ovos de uma desova (Ackerman, 1997), as condições climáticas, como temperatura do ar e precipitação (Naro-Maciel

<sup>1</sup> Universidade Federal de Pernambuco. Centro Acadêmico de Vitória. E-mail: thyara.noely@gmail.com

<sup>2</sup> Diretor presidente da ONG Ecoassociados. E-mail: ecoassociados@bol.com.br

<sup>3</sup> Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Biologia. E-mail: ednilzamaranhao@yahoo.com.br

<sup>4</sup> Universidade Federal de Pernambuco. Centro Acadêmico de Vitória. E-mail: chagas.cris@gmail.com

et al., 1999), o local de desova (Miller et al., 2004), a profundidade do ninho e a vegetação local podem afetar o aquecimento metabólico do ninho (Ferreira Jr., 2003).

A determinação sexual ocorre durante o segundo terço do período de incubação dos ovos (entre o vigésimo e quadragésimo dia) (Wibbels, 2003). Nesse estágio, a temperatura influencia (ou determina) a síntese de enzimas que irão atuar na diferenciação dos sexos (Pieau, 1996). Em temperaturas mais elevadas ocorre o desenvolvimento preferencial de fêmeas, enquanto que em situação inversa, há maior geração de machos (Ackerman, 1997; Naro-Maciel et al., 1999). Em uma dada faixa de temperatura (Tabela 1) ocorrerá à formação de ambos os sexos em proporções iguais (50% de machos e 50% de fêmeas ou razão sexual de 1:1), sendo essa temperatura denominada de pivotal ou central (Yntema & Mrosovsky, 1982).

*Eretmochelys imbricata* (Linnaeus, 1766), conhecida popularmente como tartaruga-de-pente (Witzell, 1993) é classificada nacional e globalmente como criticamente ameaçada (Marcovaldi et al., 2011; IUCN, 2013), possui como áreas prioritárias de nidificação no Brasil, o litoral norte da Bahia e Sergipe e o litoral sul do Rio Grande do Norte (Marcovaldi et al., 2011), entretanto existem algumas áreas com um número menor de desovas como no litoral norte da Paraíba (Mascarenhas et al., 2004), no litoral sul do Espírito Santo (Marcovaldi et al., 2007) litoral leste do Ceará (Lima, 2002), litoral Sul do estado de Pernambuco (Moura et al., 2012) e no litoral norte do estado do Piauí (Santana et al., 2009).

A temporada reprodutiva da espécie *Eretmochelys imbricata* distribui-se entre os meses de setembro a outubro (Ferreira Jr., 2009), período o qual é considerado mais quente durante o ano no estado de Pernambuco. Esse período reprodutivo é comum tanto para

as áreas prioritárias como para regulares do nordeste apresentando um pico nas desovas nos meses de fevereiro e março (Moura et al., 2012).

A temperatura pivotal dessa espécie é de 29,2 e 29,6°C segundo Mrosovsky et al. (1992) e Godfrey et al. (1999), respectivamente. Estudos relatam uma crescente predominância de fêmeas de *E. imbricata* vinculada ao aumento de temperatura global (Forattini, 2011; Kamel & Mrosovsky, 2006). Segundo Godfrey (1999) foi registrado um maior desenvolvimento de fêmeas na Bahia, e Kamel & Mrosovsky (2006) e Godfrey et al. (1999) estimam que, no Brasil, grande parte do litoral produza fêmeas, sendo poucas as exceções de locais com condições adequadas à geração de machos. Fato que pode ser preocupante, pois a diferença na proporção sexual poderá interferir significativamente em perda genética para as futuras gerações (Bjorndal et al., 2003).

Devido aos efeitos potenciais das mudanças climáticas, aliado às ações antrópicas em todo o mundo (Blanvillain et al., 2007), principalmente em regiões tropicais, o monitoramento de tartarugas marinhas e estudos relacionados à razão sexual de diferentes populações tornou-se uma prioridade, especialmente para as espécies criticamente ameaçadas ou em perigo eminente de desaparecer. Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivos correlacionar à temperatura e a razão sexual em nove ninhos de tartarugas-de-pente, *Eretmochelys imbricata*, na Praia de Merepe, litoral sul de Pernambuco, no Nordeste do Brasil, bem como caracterizar as desovas quanto ao número de filhotes, tempo de incubação e temperatura do ninho entre as semanas da temporada 2012/2013, e relacioná-los com parâmetros abióticos externos (temperatura do ar, umidade relativa e pluviosidade), além de tipo de vegetação e granulometria.

**TABELA 1:** Espécies de tartarugas marinhas e suas respectivas temperaturas pivotal (°C), para a determinação do sexo.

Espécie	Temperatura Pivotal (°C)	Local	Referência
<i>Caretta caretta</i>	29.7	África do Sul	Maxwell et al. (1988)
	29.2	Brasil	Marcovaldi et al. (1997)
	30.0	EUA	Yntema & Mrosovsky (1982)
	29.0	Austrália	Georges et al. (1994)
<i>Eretmochelys imbricata</i>	29.2	Antígua	Mrosovsky et al. (1992)
	29.6	Brasil	Godfrey et al. (1999)
<i>Dermochelys coriacea</i>	29.4	Costa Rica	Binckley et al. (1998)
	29.5	Suriname	Mrosovsky et al. (1984)
<i>Chelonia mydas</i>	28.8	Suriname	Mrosovsky et al. (1984)
	28.8	Ilha Ascensão	Godley et al. (2002)
	28.5-30.0	Costa Rica	Standora & Spotila (1985)
<i>Lepidochelys olivacea</i>	30	Costa Rica	McCoy et al. (1983)
	31	Costa Rica	Wibbels et al. (1998)

## MATERIAL E MÉTODOS

### Área de estudo

A área de estudo localiza-se no município de Ipojuca, a 57 km de Recife, com coordenadas geográficas de 08°24'06" S e 35°03'45" W. Apresenta 32 km de área litorânea, sendo que em 12 km há monitoramento pela ONG Ecoassociados (instituição que objetiva proteger e conservar as tartarugas marinhas no litoral sul de Pernambuco), que vem registrando desovas de tartarugas marinhas nas praias de Muro Alto, Cupe, Merepe, Porto de Galinhas, Maracaípe e Pontal de Maracaípe (Fig. 1).

A Praia de Merepe foi escolhida para esse estudo por se tratar de uma das áreas de maior registro de ninhos (Moura *et al.*, 2012). Esta apresenta coordenadas 80°27'15" S e 34°59'52" W e extensão litorânea de 3,47 km. As características dessa praia são favoráveis à maior postura de ninhos por ser uma área que não apresenta barreiras recifais, por sua faixa de areia ser mais larga, havendo presença de vegetação litorânea e exótica (como algumas cactáceas, poaceas), e por possuir uma menor declividade em comparação com as demais (Moura *et al.*, 2012).

### Procedimento metodológico

O estudo foi realizado durante o período compreendido entre os meses de janeiro a junho de 2013 com o apoio da ONG Ecoassociados. Inicialmente a praia foi vistoriada para identificação e registro dos ninhos. Posteriormente, com auxílio de um GPS, os ninhos

foram mapeados e caracterizados quanto à localização, distância da água, presença e tipo de vegetação (extratos e identificação), granulometria (segundo a classificação de Wentworth, 1922), temperatura e umidade relativa do ar no momento em que a fêmea realizava a postura dos ovos. Todos os dados foram registrados em fichas de campo da ONG Ecoassociados, como também fotografias foram arquivadas em seus bancos de dados.

Um total de nove ninhos foi monitorado. Estes foram escolhidos de forma aleatória para o monitoramento da temperatura e caracterização. Para medir a variação de temperatura dos ninhos, foi colocado um registrador de temperatura *Data logger* (Onset Computer, UA-001-08) ao lado da massa de ovos. Esse procedimento foi realizado inicialmente em 10 ninhos, mas um foi perdido (Fig. 2). Para isso, uma abertura ao lado da massa de ovos de cada ninho foi escavada até a parte mediana, a aproximadamente 30 cm de profundidade, e, em seguida, foi colocado o registrador, já programado para realizar as medições. Posteriormente, a mesma areia retirada foi devolvida.

Cada registrador foi programado para medir a temperatura (em graus Celsius, °C) em intervalos de 2 h a partir da postura dos ovos pela fêmea e foi retirado após a emergência dos neonatos, seguindo sugestões de outros estudos (Mrosovsky *et al.*, 1992; Degregorio & Williard, 2011). Os ninhos foram monitorados diariamente durante a noite até eclosão. Utilizou-se também um termohigrômetro para medir umidade relativa e temperatura do ar no primeiro dia de eclosão. As médias diárias foram obtidas através do Instituto de Meteorologia do Recife, Estação Curado.

Após o nascimento dos neonatos, o número de ovos foi contado e, posteriormente, retirados os *Data*

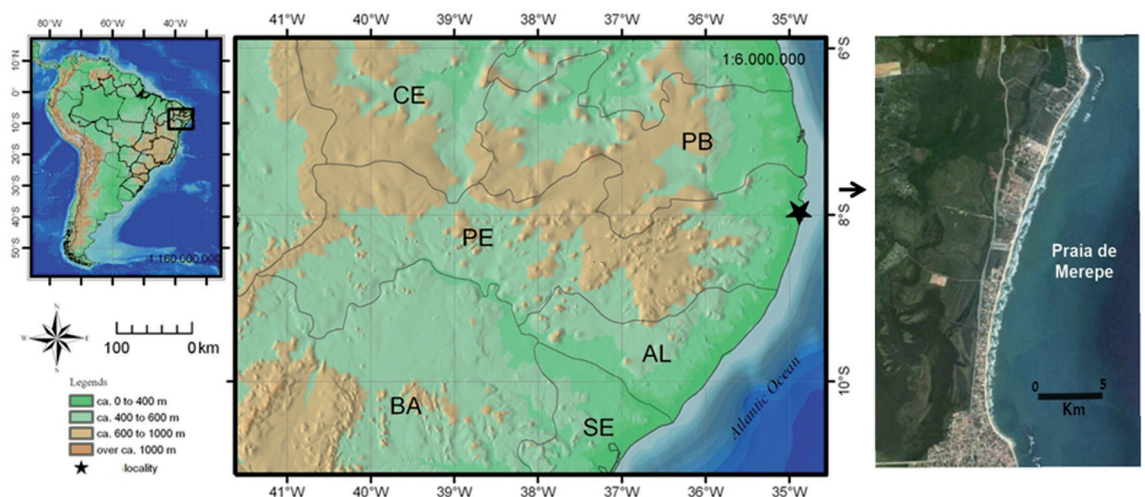
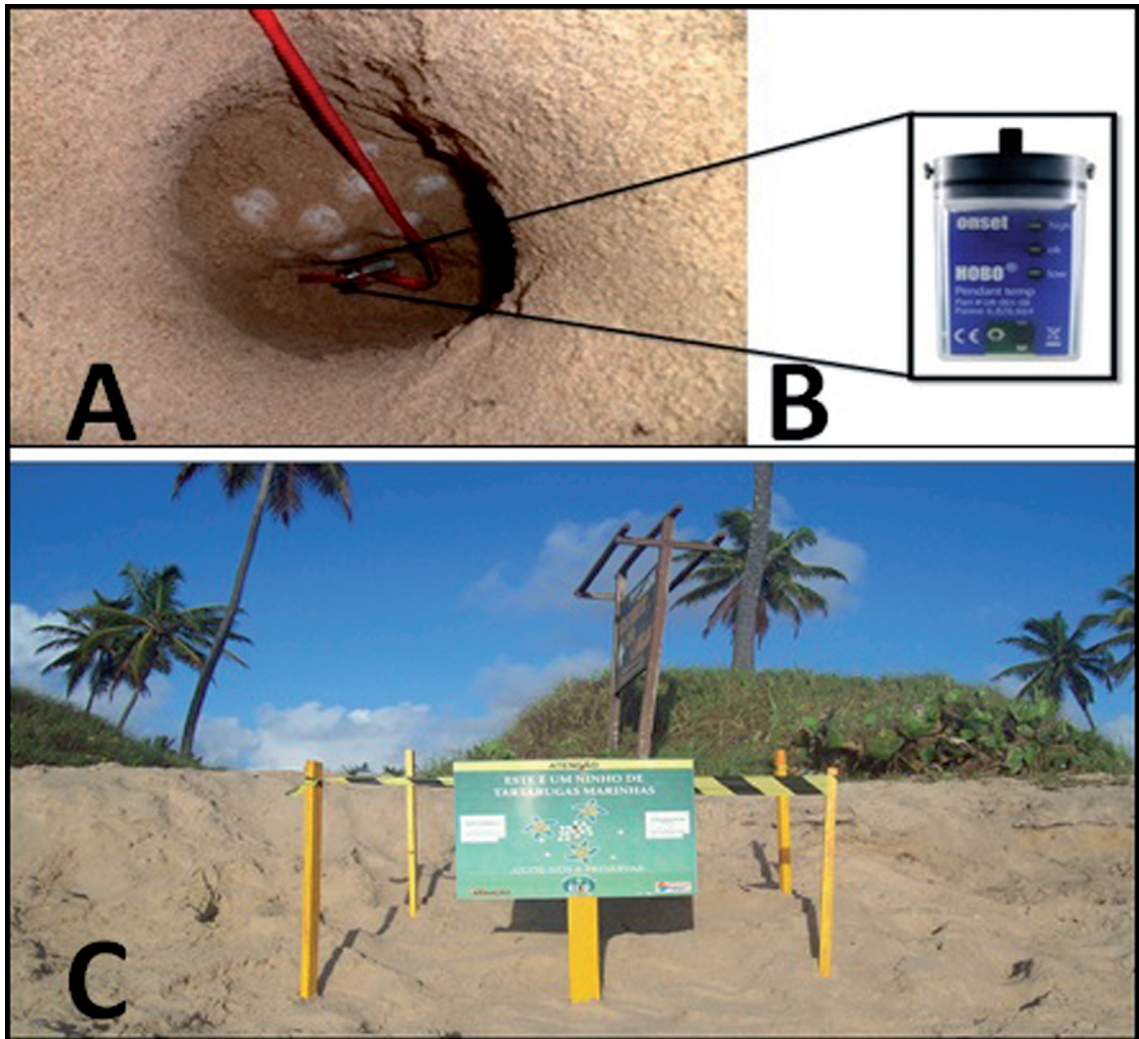


FIGURA 1: Mapa de localização da área de estudo, a estrela refere-se ao município de Ipojuca, praia de Merepe, Porto de Galinhas, Ipojuca, Pernambuco, Brasil. Fonte: Google Earth, 2014.



**FIGURA 2:** Monitoramento do ninho da espécie *Eretmochelys imbricata* durante o período de janeiro a junho de 2013, na Praia de Merepe, Ipojuca, PE. **A** = Localização do *Data logger* (Onset Computer, UA-001-08) ao lado da massa de ovos; **B** = *Data logger* (Onset Computer, UA-001-08) Fonte: Thyara, 2013; **C** = Ninho marcado para o monitoramento.

*loggers*. Em seguida, foi coletada uma amostra de 20 indivíduos aleatórios, mortos e em estágios embrionários finais de cada ninho, equivalente a 10% do total de ovos de cada ninho. Estes foram acondicionados em frascos de vidro com formol a 10% e levados ao laboratório. Após a fixação, os complexos de rim/gônadas foram cortados transversalmente no ponto médio da gônada, posteriormente processados através de uma série de seis banhos de desidratação e incluídos em parafina. Em seguida, foram realizados seis cortes histológicos de 6  $\mu$ m de espessura, através do microtomo semiautomático da marca Leica RM2245, e montados em lâminas coradas com hematoxilina e eosina. Por fim, as gônadas foram analisadas com o auxílio de um microscópio óptico (Nikon E-200) acoplado a um sistema digital de captura (Moticam 2300), utilizando-se os critérios de Yntema & Mrosovsky (1982).

Utilizou-se para análise dos dados a estatística descritiva, para valores de média e desvio padrão. Em seguida, testou-se a normalidade aplicando o teste Kolmogorov-smirnov e, posteriormente, utilizou-se a correlação de Spearman ( $r_s$ ) Rank Order, implementada pelo programa Statistica versão 7.0 (StatSoft, 2013).

Para testar a significância da razão sexual, foi aplicado o teste de Qui-quadrado ( $\chi^2$ ), disponível no programa BioEstat 5.0 (Ayres *et al.*, 2007). Todas as análises foram realizadas com um nível de significância considerando  $p < 0,05$ .

## RESULTADOS

No decorrer da temporada reprodutiva, durante o período entre os meses de janeiro e de junho de

2013, foi possível acompanhar apenas nove ninhos de *E. imbricata* na Praia de Merepe. O décimo ninho foi perdido devido a uma grande quantidade de água em seu interior, levando à perda total de seus ovos. Para essas nove desova foi contabilizado um total de 1.303 ovos depositados, com média de 144,77 ovos por ninho, dos quais apenas 52,65% dos filhotes emergiram. Dos ninhos monitorados, o ninho 2 apresentou uma maior quantidade de ovos não eclodidos (ONE, n = 100) enquanto o ninho 1 o menor número (n = 3). Foi obtido um total de 261 embriões (E), salientando que a maior quantidade foi para o ninho 7 com 102 embriões e a menor quantidade registrada foi para o ninho 1. Analisando o número de natimortos (N), ficou evidente uma menor quantidade dos mesmos em comparação com ovos não eclodidos, sendo um total de 12 natimortos, com uma variação entre ninhos de 0 a 6 (Tabela 2).

A taxa média do sucesso de eclosão registrada para os nove ninhos de *E. imbricata* foi de 51,33%, sendo o maior sucesso de eclosão de 94,73% e o menor de 12,4%, respectivamente para os ninhos 1 e 2. Esses ninhos tiveram, respectivamente, 108 e 17 filhotes que conseguiram emergir (Tabela 2). Não foi observada correlação entre o número de ovos e o número de filhotes eclodidos.

Os ninhos apresentaram um período médio de incubação de 54 dias. Verificou-se que ninhos com o maior número de filhotes vivos (ver Tabela 2) apresentaram 55 dias de incubação, como no primeiro, sexto e oitavo ninho, enquanto que os demais ninhos variaram entre 50 e 54 dias. Apenas um ninho (n9), dentre aqueles avaliados, apresentou uma quantidade de dias superior aos outros, com 58 dias de incubação (Tabela 3), todavia com baixo sucesso de eclosão (Tabela 2).

Ao analisar as gônadas, observou-se no ovário a presença de córtex bem desenvolvido, medula densa

**TABELA 2:** Caracterização dos ninhos de *E. imbricata* quanto ao número total de ovos, filhotes vivos (FV), ovos não eclodidos (ONE), embriões (E), natimortos (N) e sucesso de eclosão (SE) (%). Período de Janeiro a Junho de 2013, na Praia de Merepe, Ipojuca, PE.

Ninho	Total de Ovos	FV	ONE	E	N	SE (%)
1	114	108	3	3	0	94,73
2	137	17	100	20	0	12,4
3	127	78	27	22	0	61,41
4	132	63	15	52	2	47,72
5	108	58	46	3	1	53,7
6	168	131	17	14	6	77,97
7	163	38	23	102	0	23,3
8	231	161	33	17	2	69,69
9	123	32	43	28	1	26,01
Total	1.303	686	307	261	12	100%

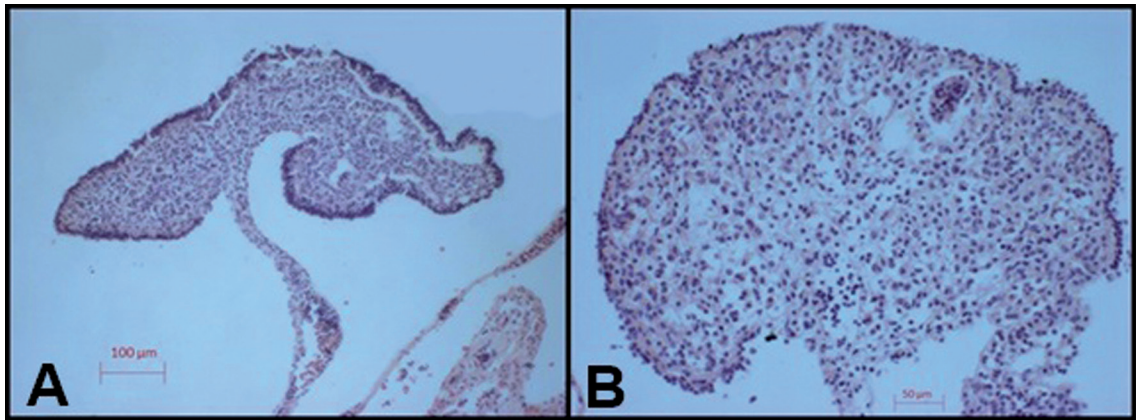
e mal organizada e não foi evidenciada a presença de túbulos (Fig. 3). Já nos cortes transversais de gônadas de macho, foram encontrados medula preenchida com túbulos seminíferos em desenvolvimento e córtex pouco desenvolvido ou quase inexistente (Fig. 4).

A temperatura média de incubação dos ninhos entre o intervalo do 1º ao 20º dia de incubação foi de 31,79°C, sendo semelhante à temperaturas registradas para o segundo terço e o período posterior até a eclosão, que correspondem a 31,81 e 31,46°C, respectivamente. O percentual de fêmeas (86,53%) foi superior ao de machos, indicando uma razão sexual desviada para fêmeas (6,42:1; Tabela 3). Essa variação percentual entre machos e fêmeas foi estatisticamente significativa ( $\chi^2 = 27,76$ ; gl = 1;  $p < 0,05$ ). A razão sexual apresentou correlação significativa com a temperatura média do ninho ( $r_s = 0,6755$ ;  $p < 0,05$ ) e com a temperatura do ar no dia da desova ( $r_s = 0,7609$ ;  $p < 0,05$ ).

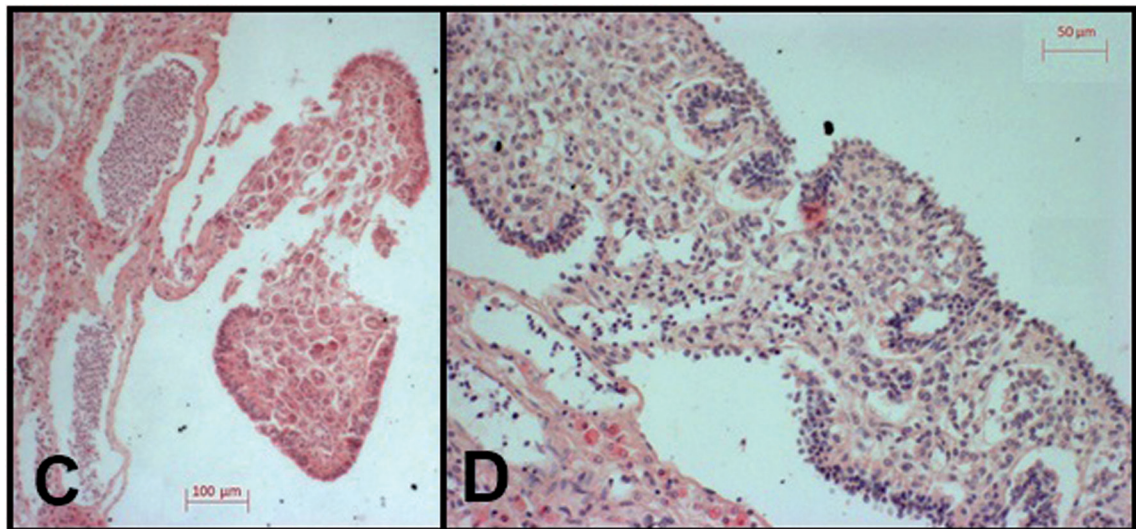
Ao comparar variáveis bióticas, como número de filhotes vivos ou mortos, com o tempo de incubação

**TABELA 3:** Período de incubação (P.I) de *E. imbricata*, média da temperatura (em °C) e número de fêmeas e machos imaturos identificados para o intervalo de janeiro a junho de 2013 na Praia de Merepe, Ipojuca, PE.

Ninho	PI (Dias)	Média da Temperatura (°C) de Incubação (Dias)			Média T. (°C) ±	Macho	Fêmea	Razão sexual
		1º ao 20º	21º ao 40º	41º até a eclosão				
1	55	30,49	31,61	31,46	31,19	0	0	
2	54	32,26	32,25	32,54	32,35	2	5	2,5
3	52	32,08	32,76	32,75	32,53	2	6	3
4	53	32,03	32,80	32,93	32,58	1	9	9
5	50	31,75	32,23	32,88	32,28	0	2	0
6	55	31,63	32,52	31,32	31,82	0	7	0
7	54	32,22	32,26	29,93	31,47	2	8	4
8	55	32,03	30,31	30,25	30,86	0	3	0
9	58	31,70	29,55	29,11	30,12	0	5	0
Média Total	54,00	31,79	31,81	31,46	31,68	0,77	5,0	6,42



**FIGURA 3:** Gônadas de neonatos fêmea de *E. imbricata* evidenciando um córtex bem desenvolvido (A) e uma porção medular pouco organizada (B).



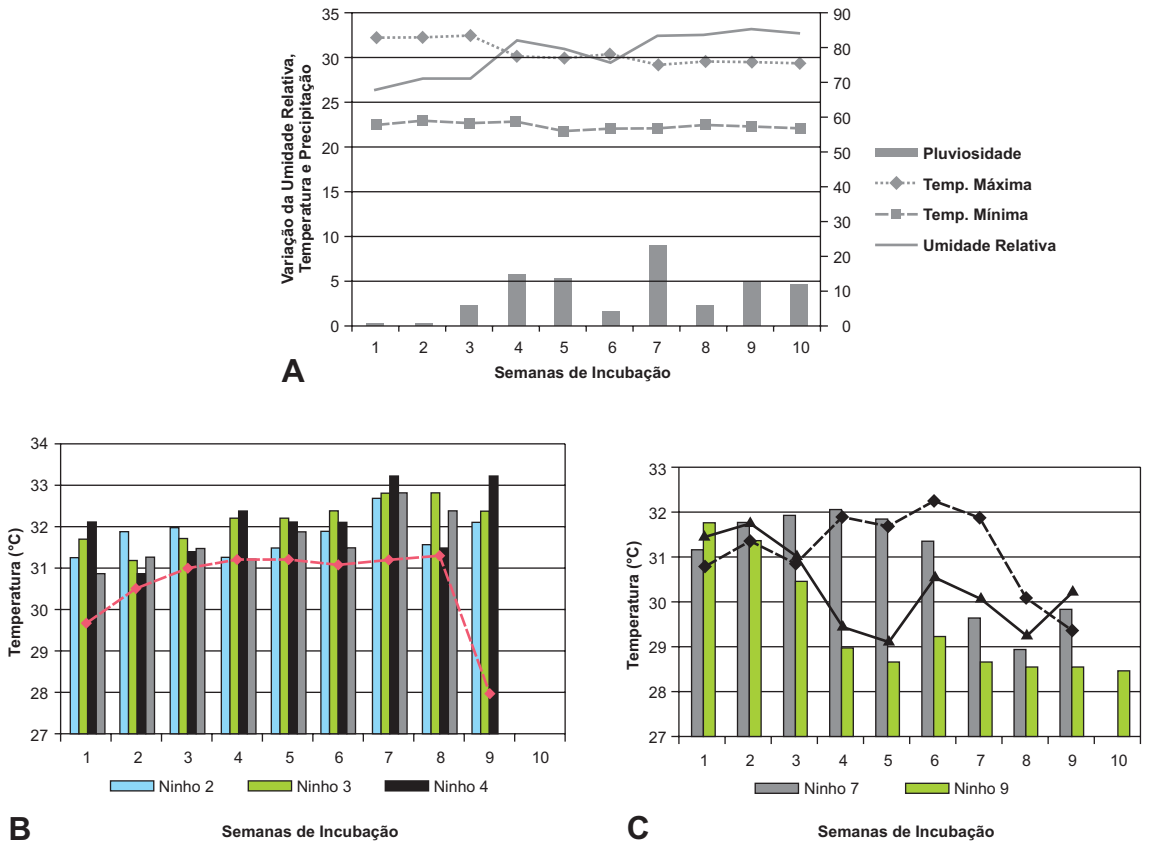
**FIGURA 4:** Gônadas de filhotes macho de *E. imbricata*, apresentando uma porção medular mais organizada (C) e o córtex pouco desenvolvido (D).

e as diferentes classes de temperatura (Tabela 3), não foi observado correlação. Todavia, o tempo de incubação apresentou correlação negativa e estatisticamente significativa com a temperatura média do ninho ( $r_s = -0,8087$ ;  $p < 0,05$ ), bem como com a temperatura no terço final da incubação ( $r_s = -0,8002$ ;  $p < 0,05$ ).

Ao analisar as médias relacionadas aos parâmetros abióticos para as 10 semanas monitoradas, destacam-se: (1) uma baixa pluviosidade, com uma variação entre 06 a 23,3 m<sup>3</sup> de chuva, sendo a 7<sup>a</sup> semana o pico da pluviosidade (23,3 m<sup>3</sup>); (2) um aumento da umidade relativa entre a 7<sup>a</sup> e 10<sup>a</sup> semana; e (3) uma ligeira diminuição das temperaturas (máxima e mínima) entre a 4<sup>a</sup> e a 7<sup>a</sup> semanas (Fig. 5A). Observando a distribuição das médias de temperatura dos ninhos, destaca-se uma grande variação, todavia com um aumento de temperatura entre a 1<sup>a</sup> semana

e a 7<sup>a</sup> na maioria dos ninhos, com picos entre 32 a 33,3°C (Figs. 5B-C), com exceção do ninho 4. Dos ninhos analisados com maior sucesso de eclosão (Tabela 2, ninhos 1, 6 e 8), observou-se que as maiores temperaturas estavam entre a 2<sup>a</sup> e a 8<sup>a</sup> semanas com diferenças marcantes de declínio de temperatura no ninho 8. Correlacionando os parâmetros externos, acima citados, com a temperatura do ninho, obteve-se uma correlação significativa com a temperatura máxima dos ninhos 2, 5, 8 e 9 ( $r_s = -0,8852$ ;  $-0,8852$ ;  $0,728$ ;  $0,9496$ ; respectivamente, com;  $p < 0,05$ ), com a umidade relativa do ar para os ninhos 2, 5, 8 e 9 ( $0,8222$ ;  $0,7306$ ;  $-0,7$ ;  $-0,9791$ ; respectivamente, com  $p < 0,05$ ) e com a pluviosidade para os ninhos 8 e 9 ( $-0,7$ ;  $0,6611$ ; respectivamente,  $p < 0,05$ ).

De uma maneira geral, quanto às características dos ninhos, a maioria desses estava próxima à vegeta-



**FIGURA 5:** Parâmetros abióticos para as 10 semanas monitoradas entre janeiro a junho de 2013 na Praia de Merepe, Ipojuca, PE. **A** = Variação da temperatura do ar – máxima e mínima (em °C), Umidade relativa e pluviosidade (eixos Y); **B** e **C** = temperatura (em °C) de cada ninho. As linhas representam os ninhos com maior sucesso de eclosão dessa amostra.

ção (sendo 90% desta composta por cactáceas e poaceas), e somente os ninhos 4 e 8 estavam localizados entre a vegetação. Foi identificado que a iluminação artificial estava ausente na maioria dos ninhos (n = 7) e que as edificações encontravam-se bem próximas dos mesmos, cerca de 1 metro aproximadamente. No que se refere à localização dos ninhos, seis desses encontraram-se na zonação supralitoral e os demais no mesolitoral. A altura da maré no momento em que a fêmea desovou variou de 0,8 m a 1,5 m para os nove ninhos monitorados, tendo uma maior prevalência aos que estavam a menos de 1 m. De modo geral a localização dos ninhos e a altura da maré, não evidenciaram correlação com a razão sexual, com o sucesso de eclosão e nem com o tempo de incubação dos ninhos.

Quanto à granulometria, observou-se que grande parte dos ninhos analisados apresentou uma maior quantidade de grãos que correspondem a “areia fina”, estando a espessura de cada grão entre 0,25 a 0,125 mm, segundo a escala de Wentworth (1922). O peso para as amostras de areia fina variou de 37,552 g a 73,814 g, todavia quando correlacionou esse parâmetro com o tempo de incubação, número de filho-

tes, razão sexual e temperatura, não observou nenhuma relação.

## DISCUSSÃO

A temporada reprodutiva 2012/2013 da espécie *Eretmochelys imbricata*, bem como o tempo de incubação para os nove ninhos monitorados e analisados são semelhantes aos resultados descrito para outras temporadas no litoral de Ipojuca, PE (Moura *et al.*, 2012) e para outras localidades do Nordeste do Brasil (Marcovaldi *et al.*, 2007). A média do número de ovos depositados foi semelhante aos estudos realizado por Camillo (2008) e Marcovaldi & Laurent (1996) no litoral sul da Bahia, como também para o litoral de Ipojuca (Moura *et al.*, 2012). A presente amostra (n = 9) representa cerca de 5% da média de ninhos registrada para Merepe nos últimos cinco anos (Moura *et al.*, 2012; Neves, 2012). Já para a temporada atual (2012/2013), correspondeu a 14% do total de ninhos registrados para esta localidade (n = 64) (Ecoassociados, 2013).

O número de ovos não eclodidos (ONE) foi maior que o número de embriões. Segundo Ackerman (1997), as possíveis mudanças nas condições adequadas para o sucesso na incubação dos ovos, tais como, umidade, níveis de gases respiratórios, temperatura e salinidade afetariam, de maneira significativa, o sucesso reprodutivo. Além disso, a fertilidade das fêmeas também poderia influenciar essa relação. Segundo Bell *et al.* (2003), um grande número de ovos não eclodidos indicaria que as fêmeas apresentaram uma baixa fertilidade durante seu período reprodutivo. O desenvolvimento dos embriões é também influenciado por características ambientais durante o período de incubação, como a temperatura e umidade no interior do ninho (Ackerman, 1997). Os valores dos ovos não eclodidos (ONE) e de embriões registrados no presente estudo seguiram o mesmo padrão das temporadas anteriores.

No que se refere ao sucesso de eclosão, a média de 51,33%, registrada para os nove ninhos amostrados, foi semelhante ao apontado por Neves (2012) e Moura *et al.* (2012) para esta mesma localidade. Essa média se aproxima das observadas para o Nordeste do Brasil, conforme registrado por Marcovaldi & Marcovaldi (1999) no litoral norte da Bahia (51,6 a 78,0%), mas com valores menores quando comparado a outros estudos no país e no mundo, como aqueles realizados por Mascarenhas *et al.* (2004) na Paraíba (87,4%) e Camillo *et al.* (2004) no litoral sul da Bahia (78,3%), e internacionalmente a Loop *et al.* (1995) na Austrália (79,9%), Moncada *et al.* (1999) em Cuba (69,2%) e Richardson *et al.* (1999) em Long Island, EUA (79,2%).

O período médio de incubação para a Praia de Merepe foi de 54 dias, similar aos descritos por Marcovaldi & Marcovaldi (1999) e Camillo *et al.* (2004) no litoral norte e sul da Bahia respectivamente. O teste de correlação corrobora os resultados apresentados por Ackerman (1997), segundo o qual o período de incubação diminui à medida que a temperatura de incubação aumenta. Broderick *et al.* (2000), estudando 18 ninhos da espécie *Chelonia mydas*, também obtiveram o mesmo resultado, sugerindo que períodos curtos de incubação estão relacionados a temperaturas mais altas. Entretanto, esses valores podem ser igualmente alterados por outros fatores abióticos, tais como pluviosidade, umidade relativa, granulometria da areia (Ferreira Jr., 2003) ou por qualquer outro fator que possa atingir diretamente o metabolismo dos neonatos, aumentando ou diminuindo o tempo para o seu desenvolvimento (Ackerman, 1997).

Ao analisar a temperatura do ar, umidade relativa e precipitação durante o período de incubação dos

ninhos amostrados com a variação de temperatura média da massa de ovos, observou-se que houve uma elevação da temperatura de incubação da 1ª à 7ª semana, sendo um pouco superior à temperatura do ar (Figs. 5B-C). Tal fato pode estar relacionado ao aquecimento metabólico da massa de ovos, pois, segundo a literatura, a temperatura de incubação aumenta no início do terço médio, atingindo o pico de intensidade durante o terço final da incubação (Mrosofsky *et al.*, 1992; Glen & Mrosofsky, 2004). Segundo Yntema & Mrosofsky (1982), o aquecimento desencadeado pelo metabolismo da massa de ovos pode elevar a temperatura de incubação em 1°C e diante disso pode se levar em consideração que esse aquecimento pode ter algum efeito na proporção sexual dos neonatos como também interferir no sucesso de eclosão dos ninhos. No entanto, essas variáveis externas precisam ser estudadas ao longo de mais temporadas reprodutivas para identificar como podem interferir no desenvolvimento sexual.

Quanto à temperatura de incubação, os dados demonstram que a temperatura média foi superior à pivotal para *E. imbricata*, caracterizada entre 29,2 e 29,6°C segundo Mrosofsky *et al.* (1992) e Godfrey *et al.* (1999). Dessa forma, há uma inclinação ou desvio da razão sexual para o desenvolvimento de um maior número de fêmeas (Tabela 3), todavia a razão sexual não apresenta correlação significativa com a temperatura de incubação. É possível que, com uma maior amostra, em diferentes temporadas, seja possível observar essa relação.

Os dados referentes ao número de fêmeas e a temperatura média do 21º dia até o 40º dia de incubação (Tabela 3) indicam que esse período é o determinante para a diferenciação do sexo de filhotes de *E. imbricata*, o que está de acordo com o apresentado por Piccinini & Mascarenhas (2008) e Brito *et al.* (2009), na Paraíba, e por Godfrey *et al.* (1999) na Bahia. Observa-se que a média da temperatura para esse período (21º ao 40º dia) é de 31,81°C, apresentando de 2,2 a 2,6°C acima da temperatura pivotal. Diante disso, os dados indicam uma tendência para a diferenciação de fêmeas na Praia de Merepe, apesar do reduzido número de ninhos analisado (apenas nove).

Estudos de avaliação da razão sexual em *E. imbricata* vem evidenciando, um maior número de fêmeas que de machos nos últimos anos (Loop & Limpus, 1995; Godfrey *et al.*, 1999). Na Paraíba, Brito *et al.* (2009) verificaram que a maioria dos ninhos analisados teve seu período de determinação sexual (segundo terço de incubação) durante os meses mais quentes, concluindo que, para a região estudada, há uma inclinação para o desenvolvimento de neona-



tos fêmeas. O mesmo foi relatado por Godfrey *et al.* (1999) para o litoral baiano, especificamente para a Praia do Forte, que tende a gerar um maior número de filhotes fêmeas, visto as temperaturas mais elevadas na região. Na região da Antígua, Mrosovsky *et al.* (1992) identificaram situação semelhante ao do litoral baiano, descrevendo que essa localidade também possui uma propensão ao nascimento de indivíduos fêmeas.

Esse aumento no número de filhotes fêmeas, em diversos locais, pode estar relacionado à elevação da temperatura em ritmo acelerado nos últimos anos, em decorrência das mudanças climáticas (Root *et al.*, 2003; Brohan *et al.*, 2006). Os répteis marinhos por apresentarem uma lentidão no processo adaptativo em relação a essas mudanças aceleradas (Fuentes *et al.*, 2009) sofrem impactos diretos, principalmente no que diz respeito ao sucesso reprodutivo em seus locais de nidificação (Hamann *et al.*, 2007; Hawkes *et al.*, 2007). Porém, fêmeas de algumas espécies, como por exemplo, *E. imbricata* conseguem se adaptar espacialmente em decorrência da variação da temperatura de determinados habitats, selecionando locais com condições microambientais semelhantes, mesmo em praias distintas (Kamel & Mrosovsky, 2005). Entretanto, trabalhos que relacionam a adaptação das tartarugas às mudanças climáticas são escassos, e os que existem foram realizados de forma mais aprofundada com tartarugas de água doce, como por exemplo, os descritos por Morjan (2003) e Schwanz & Janzen (2008).

Diversos autores afirmam que a elevação anual da temperatura tem consequências diretas na proporção sexual, produzindo uma maior quantidade de fêmeas de *E. imbricata* (Naro-Maciel *et al.*, 1999; Glen & Mrosovsky, 2004; Wibbels, 2003), sendo a declividade na produção de machos considerada uma grande ameaça para a sobrevivência e manutenção das populações de tartarugas marinhas, pois a diferença na razão sexual provocará uma significativa perda genética para as próximas gerações (Bjorndal *et al.*, 2003), fato o qual vem surgindo devido a redução da paternidade que termina desencadeando a diminuição no acasalamento, nas nidificações e conseqüentemente no sucesso de eclosão da espécie (Wood & Wood, 1980). Segundo Bergen *et al.* (1997) o acasalamento híbrido, também é uma consequência da redução do número de espécimes machos e com isso está surgindo acasalamento entre fêmeas de tartaruga de pente com machos de tartarugas cabeçudas, cruzamento o qual vem desenvolver fêmeas de tartarugas cabeçudas (Godfrey *et al.*, 1999).

Apesar de existirem diversos trabalhos sobre a razão sexual das espécies de tartarugas marinhas, ainda

há grandes lacunas sobre as proporções sexuais desses animais (Hawkes *et al.*, 2009). Segundo Mrosovsky *et al.* (1984) e Godfrey *et al.* (1996), a proporção da razão sexual entre os sexos pode ser alterada no mesmo período climático ou entre diferentes estações do ano. Diante disso, o presente estudo precisaria ser mais aprofundado com relação ao desenvolvimento sexual dos neonatos de *E. imbricata* para a Praia de Merepe, visto o baixo número de amostras (nove ninhos) e o curto período de tempo analisado (uma temporada reprodutiva).

Além do fato de impactar diretamente na diferenciação sexual, a elevação da temperatura também reduzirá o tempo de incubação dos ovos (Davenport, 1997), acarretando na diminuição do tamanho corporal de recém-eclodidos (Burgess *et al.*, 2006), e levando, por sua vez, à redução das chances de sobrevivência quando esses chegarem ao mar, visto a sua susceptibilidade diante dos predadores (Gyuris, 1994).

Visando estratégias conservacionistas desses animais e a proteção das suas áreas de nidificação, entidades públicas, privadas ou não governamentais podem elaborar e/ou promover ações com o intuito de tentar equilibrar a proporção sexual durante os estágios iniciais de desenvolvimento desses filhotes, através da alteração da temperatura da areia com métodos como sombreamento artificial, cobertura vegetal adaptada, aspersão do ninho com água fria ou até mesmo o deslocamento dos ninhos para ambientes que propiciem uma proporção considerada por alguns autores como incubação mais adequada (Naro-Maciel *et al.*, 1999; Fuentes *et al.*, 2009). No entanto, há muito que descobrir quanto a razão sexual considerada “ideal” para as tartarugas, ainda a incipiência de informação básica sobre história de vida da maioria das espécies, o que dificulta um diagnóstico atual sobre a situação dessas populações.

Para o presente estudo, a média de temperatura registrada para o período de 10 anos (2003 a 2013) variou aproximadamente de 20 a 32,3°C (Março/2010), o que pode ser considerado preocupante pelo motivo de existir a tendência do incremento na produção de neonatos fêmea que pode prejudicar a viabilidade de gerações futuras, conforme citado anteriormente. No entanto, são necessários estudos mais detalhados para verificar a consequência dessas variações de temperatura na proporção sexual dos filhotes de tartarugas marinhas que nidificam no litoral ipojuicano.

Quanto às amostras histológicas foi observado a presença de estruturas em gônadas de filhotes fêmeas e machos semelhantes às descritas no estudo realizado por Wibbels (2003).

*E. imbricata*, segundo Kamel & Mrosovsky (2006), tem preferência por desovar em áreas vegetadas por restinga, resultado que foi uma realidade para dois ninhos encontrados nesse estudo, ou seja 20%. Observou-se que a maioria dos ninhos localizava-se mais próximo da linha da vegetação como encontrado nos resultados dos trabalhos desenvolvidos por Camillo (2008) e Leone (2006). Tal preferência por desovar próximo da vegetação e não entre a vegetação pode ser justificado por outros fatores que as fêmeas também levam em consideração para um melhor sucesso de eclosão, como a granulometria (Ferreira Jr., 2009) e inclinação da praia (Ferreira Jr., 2003).

Analisando os resultados da granulometria foi verificado que os sedimentos dos ninhos amostrados não foram significantes ao ponto de interferir na determinação dos sexos dos neonatos. Os resultados demonstraram que na Praia de Merepe existe uma prevalência de sedimentos classificados como areia fina. A sedimentologia da praia pode afetar diretamente as condições do microclima do ninho, fato que foi encontrado para as espécies *Caretta caretta* e *Lepidochelys olivacea* no litoral baiano, onde sedimentos que têm grãos mais grossos apresentam temperatura mais elevada e consequentemente influenciam na determinação do sexo desencadeando uma tendência para a geração de fêmeas (Naro-Maciel *et al.*, 1999; Nomura & Giannini, 2009). Entretanto é importante ressaltar que é necessário realizar mais estudos a respeito do assunto, pois tal resultado foi obtido por meio de uma pequena amostragem para a Praia de Merepe.

Com base nos resultados apresentados no presente trabalho, a temporada reprodutiva (2012/2013) para a espécie *Eretmochelys imbricata* na Praia de Merepe, vem seguindo um padrão quando comparada às temporadas anteriores, no que se refere ao sucesso de eclosão, tempo de incubação e caracterização dos ninhos quanto a sua localização e distribuição ao longo da praia. No entanto, com relação à granulometria, observa-se ainda que exista uma grande lacuna de conhecimento referente a esse assunto, o que sugerimos estudos mais detalhados.

No que diz respeito à variação de temperatura, conclui-se que existe uma tendência para ao desenvolvimento de neonatos fêmeas, visto que as temperaturas ultrapassaram os valores médios para a diferenciação de ambos os sexos no litoral ipojucano. Segundo Ackerman (1997), com o aumento da temperatura global, pode existir uma tendência ao aumento considerável de fêmeas, podendo inviabilizar o surgimento de machos. É possível que ocorra esse fenômeno em Ipojuca, todavia, vale ressaltar que estudos sobre a determinação do sexo e alterações climáticas devem ser mais aprofundados.

## RESUMO

*O desenvolvimento do sexo em tartarugas marinhas é determinado pela temperatura de incubação dos ovos (TSD – Temperature-dependent Sex Determination). Para a espécie Eretmochelys imbricata, pouco se sabe a respeito da proporção sexual das desovas que ocorrem no litoral sul de Pernambuco. Diante disso, o objetivo desse estudo é analisar a relação entre o desenvolvimento sexual e a temperatura de incubação de ninhos de tartarugas-de-pente, depositados na Praia de Merepe, município do Ipojuca, Pernambuco. Os dados de temperatura foram coletados em nove ninhos, durante os meses de janeiro a junho de 2013, com auxílio de registradores de temperatura do tipo Data loggers (Modelo Onset Computer, UA-001-08). As médias registradas para os ninhos amostrados em relação ao período de incubação e temperatura foram de 54 dias e de 31,68°C. Com base nesses resultados, os ninhos apresentaram uma forte tendência para o desenvolvimento de fêmeas, sendo a razão sexual, estimada por meio de análises histológicas, de 86,53% para fêmeas. Portanto, a Praia de Merepe possui temperaturas que propiciam uma maior diferenciação de neonatos fêmea. Entretanto, estudos mais detalhados devem ser realizados com a intenção de verificar se esses mesmos resultados podem ser obtidos para todo o litoral ipojucano.*

**PALAVRAS-CHAVE:** Tartaruga-de-pente; Determinação do sexo; Conservação.

## AGRADECIMENTOS

A ONG Ecoassociados pelo apoio e contribuição durante o desenvolvimento do trabalho. Agradecemos também ao Laboratório de Biotecnologia e Fármacos, do Centro Acadêmico de Vitória, Universidade Federal de Pernambuco, pela ajuda no trabalho.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACKERMAN, R.A. 1997. The nest environment and the embryonic development of sea Turtles. In: Lutz, P.L.; Musick, J.A. (Eds.). *The Biology of Sea Turtles*. Boca Raton, CRC Marine Science Series. p. 83-108.
- AYRES, M.; AYRES JR., M.; AYRES, D.L.; SANTOS, A.A.S. DOS. (Eds.). 2007. *Bio Estat. Aplicações estatísticas nas áreas das ciências médicas*. 5. ed. Belém. 339p.
- BELL, B.A.; SPOTILA, J.R.; PALADINO, F.V. & REINA, R.D. 2003. Low reproductive success of leatherback turtle, *Dermodochelys coriacea*, is due to high embryonic mortality. *Biological Conservation*, 115: 131-138.
- BERGEN, K.; SEMLITSCH, R.D. & REYER, H.U. 1997. Hybrid female matings are directly related to the availability of *Rana lessonae*

- and *Rana esculenta* males in experimental populations. *Copeia*, 1997: 275-283.
- BINCKLEY, C.A.; SPOTILA, J.R.; WILSON, K.S. & PALADINO, F.V. 1998. Sex determination and sex ratios of Pacific leatherback turtles, *Dermochelys coriacea*. *Copeia*, 1998(2): 291-300.
- BJORNDAL, K.A.; BOLTEN, A.B.; DELLINGER, T.; DELGADO, C. & MARTINS, H.R. 2003. Compensatory growth in oceanic loggerhead sea turtles: response to a stochastic environment. *Ecology*, 84: 1237-1249.
- BLANVILLAIN, G.; SCHWENTER, J.A.; DAY, R.D.; POINT, D.; CHRISTOPHER, S.J.; ROUMILLAT, W. & OWENS, D.W. 2007. Diamondback terrapins, *Malaclemys terrapin*, as a sentinel species for monitoring mercury pollution of estuarine systems in South Carolina and Georgia, USA. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 26(7): 1441-1450.
- BRITO, R.A.; ZEPPELINI, D.F. & MASCARENHAS, R.C.S. 2009. Determinação da sexagem de tartaruga marinha (*Eretmochelys imbricata*, Linnaeus, 1766) através da análise de temperatura da areia em praias da grande João Pessoa. In: Congresso de Ecologia do Brasil, 9<sup>o</sup>. *Anais*. São Lourenço, MG, Sociedade de Ecologia do Brasil.
- BRODERICK, A.C.; GODLEY, B.J.; REECE, S. & DOWNIE, J.R. 2000. Incubation periods and sex ratios of green turtles: highly female biased hatchling production in the eastern Mediterranean. *Marine Ecology Progress Series*, 202: 273-281.
- BROHAN, P.B.; KENNEDY, J.J.; HARRIS, I.; TETT, S.F.B. & JONES, P.D. 2006. Uncertainty estimates in regional and global observed temperature changes: a new dataset from 1850. *Geophysical Research Letters*, 3: D12106.
- BULL, J.J. 1980. Sex determination in reptiles. *Quarterly Review of Biology*, 55: 3-21.
- BULL, J.J. & VOGT, R.C. 1981. Temperature-sensitive periods of sex determination in Emydid turtles. *Journal of Experimental Zoology*, 218: 435-440.
- BURGESS, E.A.; BOOTH, D.T. & LANYON, J.M. 2006. Swimming performance of hatchling green turtles is affected by incubation temperature. *Coral Reefs*, 25: 341-349.
- CAMILLO, C.S. 2008. *Seleção do local de nidificação e sua influência no sucesso de eclosão de Caretta caretta e Eretmochelys imbricata (Testudines: Cheloniidae) no sudeste da Bahia*. 78f. Dissertação (Mestrado em Zoologia) – Ilhéus, Bahia, Universidade Estadual de Santa Cruz.
- CAMILLO, C.S.; ROMERO, R.M.; LEONE, L.G.; BATISTA, R.L.G.; VELOZO, R.S. & NOGUEIRA-FILHO, S.L.G. 2004. Características da reprodução de tartarugas marinhas (Testudines, Cheloniidae) no litoral sul da Bahia, Brasil. *Biota Neotropica*, 9(2): 131-138.
- DAVENPORT, J. 1997. Temperature and the life-history strategies of sea turtles. *Journal of Thermal Biology*, 22: 479-488.
- DEGREGORIO, B.A. & WILLIARD, A.S. 2011. Incubation Temperatures and Metabolic Heating of Relocated and In Situ Loggerhead Sea Turtle (*Caretta caretta*) Nests at a Northern Rookery. *Chelonian Conservation and Biology*, 10(1): 54-61.
- ECOASSOCIADOS. 2013. *Relatório de monitoramento da temporada reprodutiva de 2012/2013*. Ipojuca, 2013.
- FERREIRA JR., 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*. 296p. Tese de Doutorado, Departamento de Geologia, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, MG.
- FERREIRA JR., P.D. 2009. Efeitos de Fatores Ambientais na Reprodução de Tartarugas. *Acta Amazônica*, v. 39, n. 2, p. 319-334.
- FERREIRA JR., P.D.; ROSSATI, L.M.; SILVA, R.H.; CASTRO, J.T.; SCALFONI, J.T. & TOREZANI, E. 2007. Influência do local da desova na reprodução de *Caretta caretta* no Espírito Santo. In: Congresso Latino-americano de Ciências do Mar – COLACMAR, Florianópolis, Brasil. *Anais*. Florianópolis, Associação Brasileira de Oceanografia (AOCEANO). p. 72-76.
- FORATTINI, J.G. 2011. *Concentrações de testosterona plasmática em uma população juvenil de Chelonia mydas no efluente industrial de uma companhia siderúrgica, Vitória, Espírito Santo*. 48 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal), Centro Universitário Vila Velha, 2011.
- FUENTES, M.M.P.B.; MAYNARD, J.A.; GUINEA, M.; BELL, I.P.; WERDELL, P.J. & HAMANN, M. 2009. Proxy indicators of sand temperature help project impacts of global warming on sea turtles. *Endangered Species Research Journal*, 9: 33-40.
- GEORGES, A.; LIMPUS, C.J. & STOUTJESDIJK, R. 1994. Hatchling sex in the marine turtle *Caretta caretta* is determined by proportion of development at a temperature, not daily duration of exposure. *Journal of Experimental Zoology*, 270: 432-444.
- GLEN, F. & MROSOVSKY, N. 2004. Antigua revisited: the impact of climate change on sand and nest temperatures at a hawksbill turtle (*Eretmochelys imbricata*) nesting beach. *Global Change Biology*, 10: 2036-2045.
- GODFREY, M.H.; BARRETO, R. & MROSOVSKY, N. 1996. Estimating past and present sex ratios of sea turtles in Suriname. *Canadian Journal of Zoology*, 74: 267-277.
- GODFREY, M.H.; D'AMATO, A.F.; MARCOVALDI, M.Â. & MROSOVSKY, N. 1999. Pivotal temperature and predicted sex ratios for hatchling hawksbill turtles from Brazil. *Canadian Journal of Zoology*, 74(9): 1465-1473.
- GODLEY, B.J.; BRODERICK, A.C. & HAYS, G.C. 2002. Temperature-dependent sex determination of Ascension Island green turtles. *Marine Ecology Progress Series*, 226: 115-124.
- GYURIS, E. 1994. The rate of predation by fishes on hatchlings of the green turtle (*Chelonia mydas*). *Coral Reefs*, 13: 137-144.
- HAMANN, M.; LIMPUS, C.J. & READ, M.A. 2007. Vulnerability of marine reptiles in the Great Barrier Reef to climate change. In: Johnson, J.E. & Marshall P.A. *Climate change and the Great Barrier Reef: a vulnerability assessment*. Hobart, Great Barrier Reef Marine Park Authority and Australia Greenhouse Office. p. 465-496.
- HAWKES, L.A.; BRODERICK, A.C.; GODFREY, M.H. & GODLEY, B.J. 2007. Investigating the potential impacts of climate change on a marine turtle population. *Global Change Biology*, 13: 923-932.
- HAWKES, L.A.; BRODERICK, A.C.; GODFREY, M.H. & GODLEY, B.J. 2009. Climate change and marine turtles. *Endanger. Endangered Species Research*, 7: 137-154.
- IUCN – INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE. 2013. *Red List of Threatened Species*. Disponível em: <www.iucnredlist.org/apps/redlist/details/8005/0>. Acesso em: 20/08/2013.
- KAMEL, S.J. & MROSOVSKY, N. 2005. Repeatability of nesting preferences in the hawksbill sea turtle, *Eretmochelys imbricata*, and their fitness consequences. *Animal Behaviour*, 70: 819-828.
- KAMEL, S.J. & MROSOVSKY, N. 2006. Deforestation: risk of sex ratio distortion in hawksbill sea turtle. *Ecological Applications*, 16(3): 923-931.
- LEONE, L.G. 2006. *Desovas de Tartarugas Marinhas na região da APA Itacaré-Serra Grande*. 82f. Dissertação (Mestrado em Zoologia). Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus.
- LIMA, E.H.S.M. 2002. Alguns dados sobre desova de tartaruga de pente (*Eretmochelys imbricata*) no litoral leste do Ceará. Congresso Brasileiro de Zoologia, 24<sup>o</sup>. *Resumos*. Itajaí, Sociedade Brasileira de Zoologia, UNIVALI. p. 426.
- LOOP, K.A.; MILLER, J.D. & LIMPUS, C.J. 1995. Nesting by the hawksbill turtle (*Eretmochelys imbricata*) on Milman Island, Great Barrier Reef, Australia. *Wildlife Research*, 22: 241-252.

- MARCOVALDI, M.A. & LAURENT, A. 1996. A six season study of marine turtle nesting at Praia do Forte, Bahia, Brazil, with implications for conservation and management. *Chelonian Conservation and Biology*, 2(1): 55-59.
- MARCOVALDI, M.A. & MARCOVALDI, G.G. 1999. Marine turtles of Brazil: the history and structure of Projeto TAMAR-IBAMA. *Biological Conservation*, v. 91(1): 35-41.
- MARCOVALDI, M.A.; GODFREY, M.H. & MROSOVSKY, N. 1997. Estimating sex ratios of loggerhead turtles in Brazil from pivotal incubation durations. *Canadian Journal of Zoology*, 75: 755-770.
- MARCOVALDI, M.A.; LOPEZ, G.G.; SOARES, L.S.; SANTOS, A.J.B.; BELLINI, C. & BARATA, P.C.R. 2007. Fifteen years of hawksbill sea turtle (*Eretmochelys imbricata*) nesting in Northern Brazil. *Chelonian Conservation and Biology*, v. 6(2): 223-228.
- MARCOVALDI, M.A.; LOPEZ, G.L.; SANTOS, A.J.B.; BELLINI, C.; SANTOS, A.S. & LOPEZ, M. 2011. Avaliação do Estado de Conservação da Tartaruga Marinha *Eretmochelys imbricata* (Linnaeus, 1766) no Brasil. *Biodiversidade Brasileira*, (1): 20-27.
- MASCARENHAS, R.; SANTOS, R.D. & ZEPPELINI, D. 2004. Nesting of hawksbill turtles in Paraíba, Brazil: Avoiding light pollution effects. *Marine Turtle Newsletter*, 104: 1-3.
- MAXWELL, J.A.; MOTARA, M.A. & FRANK, G.H. 1988. A micro-environmental study of the effect of temperature on the sex ratios of the loggerhead turtle, *Caretta caretta*, from Tongaland, Natal. *South African Journal of Zoology*, 23: 342-350.
- MCCOY, C.J.; VOGT, R.C. & CENSKY, E.J. 1983. Temperature-controlled sex determination in the sea turtle *Lepidochelys olivacea*. *Journal of Herpetology*, 17: 404-406.
- MILLER, D.; SUMMERS, J. & SILBER, S. 2004. Environmental versus genetic sex determination: a possible factor in dinosaur extinction. *Fertil and Steril*, 81: 954-964.
- MONCADA, F.; CARRILLO, E., SAENZ, A. & NODARSE, G. 1999. Reproduction and Nesting of the Hawksbill Turtle, *Eretmochelys imbricata*, in the Cuban Archipelago. *Chelonian Conservation and Biology*, 3(2): 257-263.
- MORJAN, C.L. 2003. How rapidly can maternal behavior affecting primary sex ratio evolve in a reptile with environmental sex determination. *American Naturalist*, 162: 205-219.
- MOURA, C.C.M.; GUIMARÃES, E.S.; AMARAL, G.J.A. & SILVA, A.C. 2012. Distribuição espaço-temporal e sucesso reprodutivo de *Eretmochelys imbricata* nas praias do Ipojuca, Pernambuco, Brasil. *Iheringia, Série Zoologia*, 102(3): 254-260.
- MROSOVSKY, N. & PROVANCHA, J. 1989. Sex ratio of loggerhead sea turtles hatching on a Florida beach. *Canadian Journal of Zoology*, 67: 2533-2539.
- MROSOVSKY, N.; BASS, A.; CORLISS, L.A.; RICHARDSON, J.I. & RICHARDSON, T.H. 1992. Pivotal and beach temperatures for hawksbill turtles nesting in Antigua. *Canadian Journal of Zoology*, 70(10): 1920-1925.
- MROSOVSKY, N.; DUTTON, P.H. & WHITMORE, C.P. 1984. Sex ratio of two species of sea turtle nesting in Suriname. *Canadian Journal of Zoology*, 62(11): 2227-2239.
- NARO-MACIEL, E.; MROSOVSKY, N. & MARCOVALDI, M.A. 1999. Thermal profiles of sea turtle hatcheries and nesting areas at Praia do Forte, Brazil. *Chelonian Conservation and Biology*, Massachusetts, 3(3): 407-413.
- NEVES, V.C.S. 2012. *Aspecto reprodutiva de Eretmochelys imbricata no litoral sul de Pernambuco, Brasil*. 36p. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) – Recife, Universidade de Pernambuco.
- NOMURA, M.S. & GIANNINI, P.C.F. 2009. A influência da granulometria no sucesso de eclosão e tempo de incubação dos ninhos das tartarugas marinhas *Caretta caretta* (Linnaeus, 1758) e *Lepidochelys olivacea* (Eschscholtz, 1829) no litoral norte da Bahia, Brasil. UNISA, Universidade Santo Amaro, SP. In: *Congresso de Iniciação Científica, 12º; 6ª mostra de Pós-Graduação*.
- PICCININI, G. & MASCARENHAS, R. 2008. *Estimativa indireta da sexagem de tartaruga-de-pente – Eretmochelys imbricata (Linnaeus, 1766) (Chelonia, Cheloniidae) no estado da Paraíba*. Departamento de Ciências Exatas e da Natureza, UFPB. 70p. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas), João Pessoa, PB.
- PIEAU, C. 1996. Temperature variation and sex determination in reptiles. *BioEssays*, 18(1): 19-26.
- RICHARDSON, J.I.; BELL, R. & RICHARDSON, T.H. 1999. Population Ecology and Demographic Implications Drawn From an 11-Year Study of Nesting Hawksbill Turtles, *Eretmochelys imbricata*, at Jumby Bay, Long Island, Antigua, West Indies. *Chelonian Conservation and Biology*, 3(2): 244-250.
- ROOT, T.L.; PRICE, J.T. & HALL, K.R. 2003. Fingerprints of global warming on wild animals and plants. *Nature*, 421: 57-60.
- SANTANA, W.M.; SILVA-LEITE, R.R.; SILVA, K.P. & MACHADO, R.A. 2009. Primeiro registro de nidificação de tartarugas marinhas das espécies *Eretmochelys imbricata* (Linnaeus, 1766) e *Lepidochelys olivacea* (Eschscholtz, 1829), na região da Área de Proteção Ambiental Delta do Parnaíba, Piauí, Brasil. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 3(4): 369-371.
- STATSOFT INC. *STATISTICA: DATA ANALYSIS SOFTWARE SYSTEM, VERSION 7*. Tulsa, 2007. Disponível em: <www.statsoft.com>. Acesso em: 26/08/2013.
- SCHWANZ, L.E. & JANZEN, F.J. 2008. Climate change and temperature-dependent sex determination: can individual plasticity in nesting phenology prevent extreme sex ratios. *Physiological and Biochemical Zoology*, 81: 826-834.
- STANDORA, E.A. & SPOTILA, J.R. 1985. Temperature dependent sex determination in sea turtle. *Copeia*, 1985(3): 711-722.
- WENTWORTH, C. 1922. A scale of grade and class term clastic sediment. *Journal of Geology*, [S.I.], v. 30, p. 377-392.
- WIBBELS, T. 2003. Critical approaches to sex determination in sea turtles. In: Lutz, P.L.; Musick, J.A. & Wyneken, J. (Eds.). *Biology of Sea Turtles*. Boca Raton, CRC Press. v. 2, p. 103-134.
- WIBBELS, T.; ROSTAL, D. & BYLES, R. 1998. High pivotal temperature in the sex determination of olive riddley sea turtle, *Lepidochelys olivacea*, from Playa Nancite, Costa Rica. *Copeia*, 1998(4): 1086-1088.
- WITZELL, W.N. 1993. Synopsis of Biological Data on the Hawksbill Turtle, *Eretmochelys imbricata* (Linnaeus, 1766). *FAO Fisheries Synopsis*, 137: 78.
- WOOD, J.R. & WOOD, F.E. 1980. Reproductive biology of captive green sea turtles, *Chelonia mydas*. *American Zoologist*, 20: 499-505.
- YNTEMA, C.L. & MROSOVSKY, N. 1982. Critical periods and pivotal temperatures for sexual differentiation in loggerhead sea turtles. *Canadian Journal of Zoology*, 60(5): 1012-1016.

Aceito em: 06/07/2014

Publicado em: 30/09/2014



Publicado com o apoio financeiro do Programa de Apoio às Publicações Científicas Periódicas da USP