

# ASPECTOS FISIAGRÁFICOS DAS ÁREAS DE NIDIFICAÇÃO DA TARTARUGA MARINHA *CARETTA CARETTA* NA PRAIA DA GUANABARA, ANCHIETA, ESPÍRITO SANTO

Paulo Dias Ferreira Júnior (Autor correspondente)<sup>1</sup>

Paulo de Tarso Amorim Castro<sup>2</sup>

João Eduardo Addad<sup>3</sup>

Mariângela De Lorenzo<sup>4</sup>

**Resumo:** A praia da Guanabara no município de Anchieta, no sul do Espírito Santo, é uma importante área de desova da tartaruga marinha cabeçuda (*Caretta caretta*). Na temporada reprodutiva de 2001/2002, ocorreram 47 desovas ao longo desta praia que possui cerca de 1500 m de extensão. Neste trabalho foi realizada a caracterização geológica da praia da Guanabara buscando verificar se aspectos geomorfológicos e sedimentológicos controlam a escolha das áreas de desova e afetam a reprodução da espécie. Neste intuito foram coletados dados sobre a distribuição das covas, altura das covas em relação ao nível do mar, granulometria e composição mineralógica dos sedimentos, profundidade das covas, grau de compactação da areia e período da desova. Estes parâmetros foram correlacionados com a duração da incubação e com o sucesso da eclosão para testar a hipótese de que o local da desova afeta a biologia reprodutiva da tartaruga marinha. Os resultados sugerem que, à despeito das grandes diferenças geológicas das áreas de nidificação, o local da desova exerce pequena influência no sucesso da eclosão e na duração da incubação de *C. caretta*.

**Palavras chave:** *Caretta caretta*, nidificação, duração da incubação, sucesso da eclosão, granulometria, razão sexual

**Abstract:** The Guanabara Beach, in Anchieta, southern of Espírito Santo State, is an important nesting area for the sea turtle *Caretta caretta*. During the 2001/2002 nesting season, 47 nests were laid in Guanabara beach along its 1500 m long. This work analyses the Guanabara beach is geomorphological and sedimentological factors related to *C. caretta* nesting site. We verified the nest sites, its height related with sea level, sand grain size and mineralogy, the clutch depth as well as the substrate compaction grade and laying date. In order to test the reproductive success of *C. caretta* the data were tested for relationship between incubation duration and hatchling success. In spite of the great geological diversity of nesting site, the results suggest small influence of the nesting place in *C. caretta* hatchling success and incubation duration.

**Key Words:** *Caretta caretta*, nesting, incubation duration, hatchling success, grain size, sex ratio

1. Departamento de Geologia, Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), Campus Morro do Cruzeiro. Ouro Preto, MG, 35.400-000. pdfj@hotmail.com

2. Departamento de Geologia, Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), Campus Morro do Cruzeiro. Ouro Preto, MG, 35.400-000. paulo@degeo.ufop.br

3. Laboratório de Geologia, Faculdade Espírito Santense de Administração (FAESA). Rua Anselmo Serrat, 199, Ilha de Monte Belo, Vitória, ES, 29.040-410. eaddad@hotmail.com

4. Secretaria de Pesca e Meio Ambiente, Prefeitura Municipal de Anchieta. Rodovia do Sol, 1620, Vila Residencial Samarco, Anchieta, ES, 29.230-000.

## INTRODUÇÃO

Desde os trabalhos pioneiros de YNTEMA & MROSOVSKY (1980, 1982) que mostraram que a tartaruga marinha cabeçuda (*Caretta caretta*) possui determinação sexual dependente da temperatura de incubação dos ovos, vários estudos passaram a discorrer sobre a influência do ambiente termal na embriogênese. Em experimentos conduzidos no ambiente natural e em condições controladas em laboratório é muito clara a influência da temperatura de incubação dos ovos na razão sexual dos filhotes de tartaruga marinha (MROSOVSKY *et al.*, 1984; GODFREY *et al.*, 1996, 1999). Para *C. caretta*, temperaturas elevadas induzem a produção predominante de fêmeas e baixas temperaturas possibilitam o desenvolvimento, principalmente, de machos (MROSOVSKY & PROVANCHA, 1992; MARCOVALDI *et al.*, 1997; MROSOVSKY *et al.*, 1999). A temperatura pivotal, que define a produção de 50% de cada sexo (MROSOVSKY & PIEAU, 1991), para *C. caretta* foi calculada em 29,2 °C por MARCOVALDI *et al.* (1997). Existe uma faixa de transição de 1 °C a 2 °C, em torno da temperatura pivotal, onde ambos os sexos são gerados em diferentes proporções (YNTEMA & MROSOVSKY, 1982).

A duração da incubação pode ser utilizada como um índice do desenvolvimento embrionário e um parâmetro das condições termais das covas (MROSOVSKY *et al.*, 1999). A correlação existente entre a duração da incubação, a temperatura da incubação e a razão sexual dos filhotes de tartaruga marinha suportam o uso deste índice, denominado de duração pivotal da incubação (GODFREY *et al.*, 1999; MARCOVALDI *et al.*, 1997; HANSON *et al.*, 1998; GODLEY *et al.*, 2001). Esta utilização

é baseada no fato da temperatura pivotal apresentar pequenas variações e poder ser considerada conservativa ao longo de diversas populações de tartaruga marinha (MROSOVSKY, 1994; GEORGES *et al.*, 1994) e a repetição dos resultados obtidos em campo e laboratório que corroboram a relação existente entre a razão sexual dos filhotes e a temperatura de incubação média do período termo-sensitivo. De acordo com MARCOVALDI *et al.* (1997) e MROSOVSKY *et al.* (1999) o emprego da duração da incubação facilita o cálculo da razão sexual dos filhotes, uma vez que a duração da incubação é um dado coletado rotineiramente nos projetos com tartarugas marinhas. A duração pivotal da incubação (que define a produção de 50% de cada sexo: MROSOVSKY *et al.*, 1984), para *C. caretta* do litoral brasileiro, foi estabelecida em 59,3 dias por MARCOVALDI *et al.* (1997) e em 59,9 dias por MROSOVSKY *et al.* (1999).

É comum a nidificação de mais de uma espécie de tartaruga marinha em uma mesma praia. De maneira geral, as tartarugas não elegem um ponto específico da praia e parece não haver um controle muito rígido na escolha dos locais de desova. Por esse motivo é comum a sobreposição das áreas de desova de duas ou mais espécies (WHITMORE & DUTTON, 1985; BJORDNAL & BOLTEN, 1992; GODFREY *et al.*, 1996, 1999). Na classificação dos ambientes de nidificação as praias, no geral, são divididas em: (1) zona vegetada, (2) zona de transição e (3) zona aberta ou praia (BJORDNAL & BOLTEN, 1992). A tartaruga gigante de couro (*Dermochelys coriacea*) é apontada como a mais “exclusivista” desovando, quase sempre, na praia aberta (GODFREY *et al.*, 1996). As demais espécies de tartarugas marinhas utilizam-se de todas

as áreas da praia em diferentes proporções. *Caretta caretta* é descrita desovando em áreas abertas, na zona de transição e em áreas vegetadas e sombreadas (MORTIMER, 1995; HANSON *et al.*, 1998; GARMESTANI *et al.*, 2000). FOLEY *et al.* (2000) relataram a desova em um mangue na Florida (EUA) o que aparentemente é um fato incomum.

Segundo MORTIMER (1995), um “bom sítio de nidificação” (*good nest-site*) inclui fácil acesso a partir do mar, praia do tipo plataforma (*platform beach*), altura suficiente para não ser inundada pelas altas marés ou pelo lençol freático e areia que facilite a difusão de gases, mas que seja úmida e fina o bastante para prevenir o colapso excessivo durante a abertura das covas. GARMESTANI *et al.* (2000) mostraram que a largura e a inclinação da praia são fatores que afetam a escolha das áreas de nidificação de *C. caretta*. Áreas mais largas e menos inclinadas são mais procuradas. Outros exemplos, contudo, mostram que a escolha dos locais de desova nem sempre atendem a estes requisitos (STANCYK & ROSS, 1978).

Como as tartarugas marinhas apresentam determinação sexual dependente da temperatura de incubação é importante que se conheça os locais de nidificação e a sua influência no ambiente termal das covas. A temperatura experimentada pelos ovos será resultante da interação de inúmeras variáveis, tais como a intensidade da cobertura vegetal (MORREALE *et al.*, 1982; SPOTILA *et al.*, 1987; JANZEN, 1994), a profundidade da cova (BURGER, 1976; THOMPSON, 1988), as características físicas do solo como, por exemplo, a composição mineralógica (MILTON *et al.*, 1997), o tamanho do sedimento (SOUZA & VOGT, 1994; MALVASIO *et al.*, 2002), o albedo (HAYS *et al.*, 2001) e a umidade (WILSON, 1998) e fatores meteorológicos como a pluviosidade, a temperatura do ar e a taxa de insolação (MROSOVSKY & PROVANCHA, 1989; MALONEY *et al.*, 1990; HAYS *et al.*, 1999; GODLEY *et al.*, 2001).

Não existe um consenso sobre as características termais da praia junto às covas de tartaruga marinha. Diversos trabalhos mostram diferenças significativas na temperatura das covas e estas diferenças são atribuídas ao local da desova (MORREALE *et al.*, 1982; SPOTILA *et al.*, 1987; HAYS & SPEAKMAN, 1993; HANSON *et al.*, 1998). Outros autores afirmam que, à profundidade média das covas, a temperatura é praticamente a mesma em diversas áreas ou zonas da praia, não havendo diferenças marcantes entre as áreas vegetadas e abertas (MROSOVSKY *et al.*, 1992; GODFREY *et al.*, 1996; NARO-MACIEL *et al.*, 1999).

O local da desova pode afetar ainda o sucesso da eclosão, a duração da incubação (BUSTARD & GREENHAN, 1968; McGEHEE, 1990; MORTIMER, 1990; HAYS & SPEAKMAN, 1993) e a razão sexual dos filhotes de tartaruga marinha (SPOTILA *et al.*, 1987). Em areias muito secas ocorre a desidratação do embrião reduzindo o sucesso da eclosão (PACKARD *et al.*, 1981, 1987). Em ambientes muito úmidos, as trocas gasosas e a difusão dos gases entre o meio e os ovos são prejudicadas reduzindo a sobrevivência dos embriões (PLUMMER, 1976; ACKERMAN *et al.*, 1985). As maiores concentrações de covas de *C. caretta* (HAYS & SPEAKMAN, 1993) e *Eretmochelys imbricata* (HORROCKS & SCOTT, 1991) ocorrem nas áreas onde o sucesso da eclosão é maior.

O presente trabalho analisa a distribuição de covas de *C. caretta* na temporada reprodutiva de 2001/2002 na praia da Guanabara, Anchieta, sul do estado do Espírito Santo. Foi analisada a influência do período e do local de desova no sucesso da eclosão e na duração da incubação. Além das características físicas da praia (granulometria, composição mineralógica, altura da cova em relação ao nível do mar) também foi testada a influência da profundidade da cova sobre o sucesso da eclosão e sobre a duração da incubação.

## MATERIAL E MÉTODOS

Em 2001 foi implantado o projeto Tartarugas Vivas Marinhas (TAVIVAMAR) que monitorou a desova de *Caretta caretta* em nove praias do município de Anchieta, sul do estado do Espírito Santo (Figura 1). Os dados relativos à data da desova, data da eclosão, profundidade das covas, número de filhotes vivos, filhotes mortos e ovos inviáveis foram coletados por agentes do projeto TAVIVAMAR e estagiários que percorreram as praias diariamente durante

toda a estação reprodutiva que se estendeu de outubro de 2001 a abril de 2002. A profundidade das covas (topo e base) foi tomada no momento da abertura dos ninhos e coleta dos filhotes a partir das dimensões da câmara de ovos. A duração da incubação é o período que se estende da desova à emergência dos filhotes. O sucesso da eclosão, neste trabalho, é a relação entre o número de filhotes vivos e o número de ovos por cova.

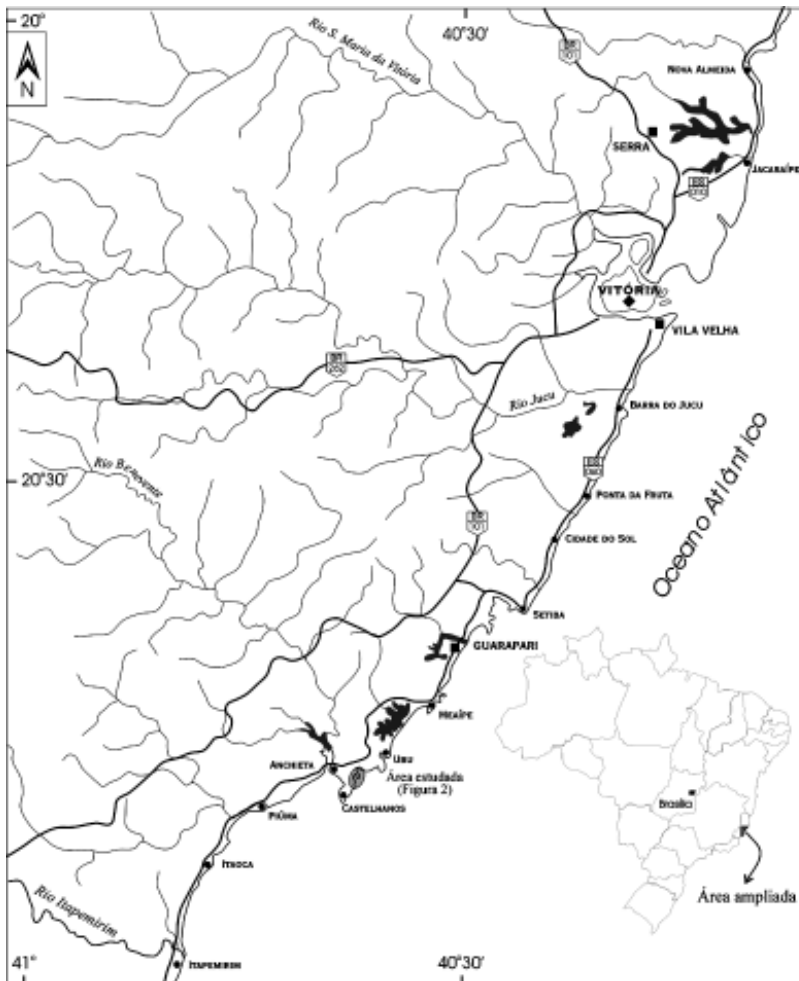


Figura 1 – Mapa de localização da área estudada.

Para o mapeamento da área de foram utilizadas bússola e trena devido à facilidade do manuseio, dimensões a serem mensuradas e grau de precisão requerido. A adoção da escala de 1:1.000 permitiu a plotagem das principais feições geomorfológicas como os limites da praia aberta, a faixa de berma, a restinga, os degraus topográficos e as áreas de erosão e deposição.

Para a medição da altura das covas em relação ao nível do mar utilizou-se de um nível de precisão de 5 mm. Inicialmente foi tomada a altura da cova em relação à linha de maré mais alta do dia anterior. A linha de maré alta foi facilmente reconhecida pela faixa de algas, bioclastos e detritos trazidos pelo mar. A esta medida adicionou-se o valor da maré mais alta do dia anterior (160 cm, registrada às 16:02 h do dia 15 de março no porto de Ubu que dista de 3 km da praia da Guanabara) obtendo-se a altura da cova em relação ao nível do mar. A adoção do nível do mar como referência é importante, pois permite a comparação entre diferentes áreas de nidificação.

Para as análises das características físicas e geológicas da praia foram realizadas análises granulométricas, mineralógicas e um estudo de compactação do solo. Todas os testes seguem os procedimentos padrões

As amostras destinadas às análises mineralógicas e granulométricas foram recolhidas junto às covas no momento da abertura dos ninhos e contagem dos filhotes. Coletou-se 300 g do material que recobre os ninhos e que já havia sido homogeneizado pelas fêmeas no momento da abertura da cova e recobrimento dos ovos. Para a análise granulométrica os sedimentos foram classificados segundo a escala de Folk/Wentworth (FOLK, 1974), que compreende a seguinte divisão: seixo (diâmetro > 4 mm), grânulo (4 – 2 mm), areia muito grossa (2 – 1 mm), areia grossa (1 – 0,5 mm), areia média (0,5 – 0,25 mm), areia fina (0,25 – 0,125 mm) areia muito fina (0,125 – 0,063 mm) e lama (< 0,063 mm).

A composição mineralógica pode afetar a temperatura experimentada pelos ovos de *C. caretta*, como foi mostrado por MILTON *et al.* (1997), pois a transmissão de calor depende das características mineralógicas dos sedimentos. Para se avaliar a composição mineralógica foram realizadas 15 análises de amostras coletadas ao longo de toda a praia da Guanabara. A análise mineralógica foi realizada por estimativa visual de dez campos por cada amostra considerada, em uma lupa trinocular Zeiss Stemi 2000C. A relativa monotonia da composição mineralógica das areias e a abordagem adotada, com diferenciação entre grãos de quartzo, bioclastos e minerais pesados, permitiu que fosse utilizada a estimativa, ao invés de contagem de pontos.

O grau de compactação do solo poderá influenciar a abertura da cova e a profundidade da câmara de ovos. Para se avaliar a relação entre a profundidade das covas e as propriedades geotécnicas da área de desova foram realizados testes de compactação na face de praia e na face de berma. Os ensaios de compactação comparativa das areias da praia foram realizados com um equipamento de teste de penetração, tipo SPT (*Standard Penetration Test*), modificado de modo a otimizar o seu transporte ao longo da praia. O ensaio de SPT constitui-se em uma medida de resistência dinâmica, em um procedimento que consiste na cravação de um amostrador no fundo de uma escavação, usando um peso de 65 kg, caindo livremente de uma altura de 75 cm. O valor encontrado constitui o número de golpes necessário para fazer o amostrador penetrar 30 cm, após uma cravação inicial de 15 cm. O tripé modificado apresentou uma altura de 270 cm, enquanto o peso foi estabelecido em 20 kg, caindo de uma altura de 50 cm sobre o amostrador cravado previamente de 5 cm. O número de golpes foi contado para penetrações de 10 cm de modo a discretizar possíveis variações. Mesmo considerando a não conformidade

com os padrões geotécnicos, este teste de penetração permite uma análise comparativa entre as areias da face de praia e da berma.

Na análise da influência da granulometria dos sedimentos na duração da incubação e sucesso da eclosão cada fração granulométrica foi testada individualmente como sendo uma variável quantitativa e independente. Este procedimento é necessário, pois a covariância entre as frações granulométricas é muito alta e os

resultados das análises estatísticas são influenciadas por isto. Na análise da influência do local de desova no sucesso da eclosão, na duração da incubação, na profundidade da cova e no período de desova empregou-se o teste *t-Studente*. Na análise dos elementos que influenciam a duração da incubação e o sucesso da eclosão empregou-se regressão linear múltipla (ZAR, 1998). As médias são apresentadas seguidas de  $\pm 1$  DP (um desvio padrão).

## RESULTADOS

### Divisão geomorfológica da praia e composição mineralógica

Geomorfologicamente, a praia foi subdividida em duas faixas: **face de praia**, correspondendo à zona de varrido (ação das ondas) e **face de berma**, correspondendo à construção arenosa ocupada pela vegetação de restinga. Eventualmente, a retirada da vegetação rasteira da restinga altera a sua característica, passando a um trecho mais rebaixado e de maior mobilidade da areia por ação eólica. A transição entre as duas faixas pode se dar de um modo suave, com uma inclinação estabelecida construtivamente e a emissão de ramos de *Blutaparum sp.* em direção à face de praia, ou de modo erosivo, com a presença de uma escarpa de praia formada por ação de ondas de sizígia e/ou de tempestade.

A composição das areias mostrou-se monótona, com dominância de quartzo monocristalino, participação de bioclastos

(bivalvas e algas calcáreas) e presença de minerais pesados (ilmenita, zircão e rutilo subordinados). Variações no conteúdo bioclástico (entre 8 e 15%) alteraram as porcentagens de quartzo (90 a 83%, respectivamente), sendo os minerais pesados restritos a menos de 2%. Não foi observada relação entre as faixas amostradas e a composição da areia.

A granulometria varia ao longo da praia (Tabela 1). As frações areia grossa, areia fina, areia muito fina e lama variam significativamente ao longo das áreas de desova, sendo que a face de praia apresenta sedimentos mais grossos que a face de berma.

A faixa da face de praia apresentou maior compactação que a faixa de berma, principalmente a partir dos 40 a 50 cm de profundidade. Enquanto que a faixa de berma apresentou uma variação de três a sete golpes para penetração de 10 cm, a face

Fração granulométrica	Praia	Berma	t	n
Seixo	0.01	0	1.31	0.2034
Grânulo	0.27 + 0.52	0.03 + 0.06	1.70	0.1025
Areia muito grossa	3.76 + 5.16	1.49 + 0.92	1.68	0.1063
Areia grossa	56.29 + 5.53	35.01 + 14.09	4.33	0.0003
Areia média	24.11 + 5.58	29.12 + 5.98	-1.97	0.0614
Areia fina	14.99 + 8.27	32.86 + 16.25	-3.08	0.0056
Areia muito fina	0.55 + 0.51	1.46 + 1.16	-2.24	0.0345
Lama	0.02 + 0.01	0.03 + 0.03	-2.15	0.0432

**Tabela 1** – Composição granulométrica média das áreas de desova na face de praia e na face de berma. As amostras foram coletadas junto às covas de *C. caretta*, sendo 15 amostras provenientes da face de berma e nove da face de praia. A média é acompanhada por  $\pm 1$  desvio padrão.

de praia passou de três para 16 golpes, entre 10 e 80 cm de profundidade.

#### Distribuição das covas e parâmetros reprodutivos básicos

No município de Anchieta foram marcadas 84 covas ao longo das nove praias monitoradas pelo projeto TAVIVAMAR. Na praia da Guanabara ocorre uma das maiores concentrações de covas de *C. caretta* do estado. Na temporada reprodutiva de 2001/2002 foram registradas 47 covas em uma extensão aproximada de 1500 m. Nas praias do norte do estado, como Comboios, Regência e Povoação, ocorre uma maior desova, mas as praias são mais extensas o que diminui a densidade de covas

Na temporada de 2001/2002 na praia da Guanabara, *C. caretta* desovou preferencialmente no limite entre a praia aberta e a restinga (Figura 2). Das 47 covas apenas três covas situavam-se um pouco distante deste limite (a mais de 10 m), localizando-se na praia aberta. Vinte e seis covas situavam-se na restinga e 21 na praia aberta indicando um equilíbrio muito grande na escolha dos pontos de desova.

A ocupação imobiliária da área, dada principalmente por pousadas e casas de veraneio aparentemente não interferem na escolha dos locais de nidificação, pois as maiores concentrações de covas ocorrem nos pontos onde se tem um maior número de construções.

A tartaruga *C. caretta* desova indistintamente na praia e na restinga ao longo de toda a estação reprodutiva (Figura 3). A figura 4 mostra a distribuição da desova e da eclosão ao longo da estação reprodutiva. O pico da desova ocorreu em novembro e dezembro e o pico da eclosão se deu em janeiro e fevereiro. A escolha do local de nidificação independe do período da desova ( $gl = 40$ ;  $t = -0,12$ ;  $p = 0,9084$ ).

A profundidade da cova depende do local da desova ( $gl = 29$ ;  $t = 2,98$ ;  $p = 0,0058$ )

sendo maior na praia ( $57,8 \pm 8,38$  cm; intervalo: 45 a 78 cm) que na restinga ( $50,3 \pm 5,64$  cm; intervalo: 40 a 62 cm). O topo da cova também é mais raso na restinga ( $24,5 \pm 9,24$  cm; intervalo: 12 a 46 cm) que na praia ( $37,5 \pm 10,30$  cm; intervalo: 14 a 60 cm) indicando uma correlação entre a profundidade da cova e o local da desova ( $gl = 31$ ;  $t = 3,81$ ;  $p = 0,0006$ ). A profundidade da cova independe do tamanho da ninhada ( $F_{1,29} = 0,82$ ;  $R^2 = 0,0307$ ;  $p = 0,3457$ ).

A altura da cova em relação ao nível do mar é de  $297,8 \pm 48,3$  cm (intervalo: 210 a 397 cm) na restinga e de  $231,3 \pm 43,89$  (intervalo: 180 a 311 cm) na praia. A altura da cova é dependente do local da desova ( $gl = 45$ ;  $t = -4,88$ ;  $p < 0,001$ ).

O tamanho da ninhada depende do local da desova ( $gl = 43$ ;  $t = -2,64$ ;  $p = 0,0114$ ) e as covas da restinga ( $141,5 \pm 17,30$ ; intervalo: 93 a 175) apresentam mais ovos que as covas da praia ( $126,2 \pm 21,61$ ; intervalo: 70 a 156). O tamanho da ninhada não varia durante a estação reprodutiva ( $F_{1,40} = 1,94$ ;  $R^2 = 0,0463$ ;  $p = 0,1713$ ).

#### Duração da incubação

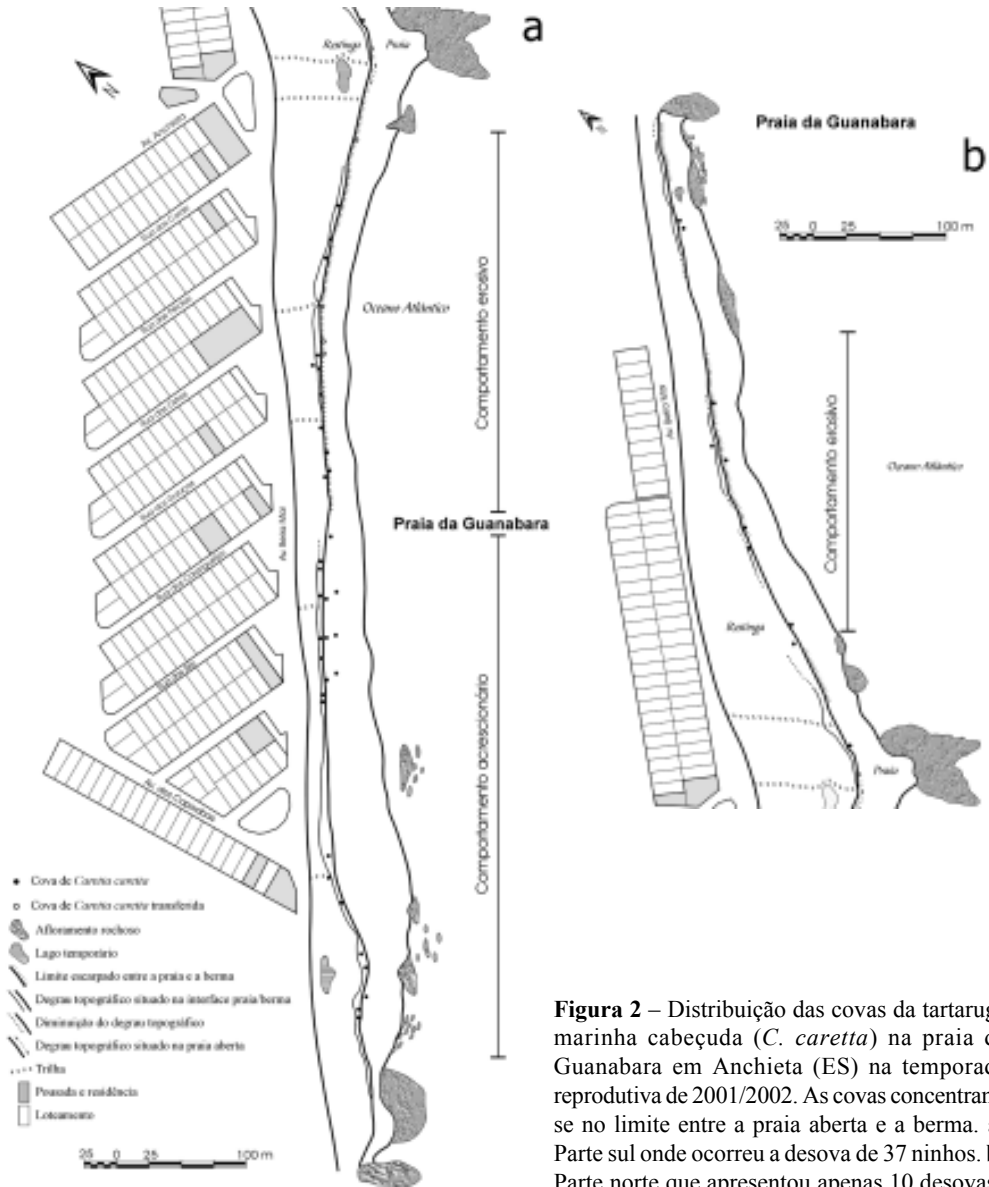
Das variáveis testadas, apenas o período da desova afetou a duração da incubação de *C. caretta* na praia da Guanabara na temporada reprodutiva de 2001/2002 (Tabela 2). As covas do início da estação reprodutiva apresentam uma maior duração da incubação que as covas do final da estação reprodutiva (Figura 5). A duração da incubação não é afetada pelo local da desova ( $gl = 36$ ;  $t = 1,53$ ;  $p = 0,1352$ ), pois as covas da praia ( $64,5 \pm 6,13$  dias; intervalo: 55 a 74 dias) e da restinga ( $61,1 \pm 5,52$  dias; intervalo: 54 a 71 dias) apresentam uma duração de incubação estatisticamente semelhante.

O tamanho dos sedimentos não influencia a duração da incubação, pois nenhuma das frações granulométricas mostra correlação significativa com este parâmetro (Tabela 3).

Sucesso da eclosão

Apenas a altura da cova em relação ao nível do mar afeta o sucesso da eclosão de *C. caretta* (Tabela 2). As covas mais altas apresentam um maior sucesso de eclosão

que aquelas situadas nos pontos mais baixos da praia. Este fato é devido, principalmente, à erosão de quatro covas que se localizavam nas áreas onde a praia apresenta um comportamento erosivo. Se considerarmos todas as covas, inclusive as



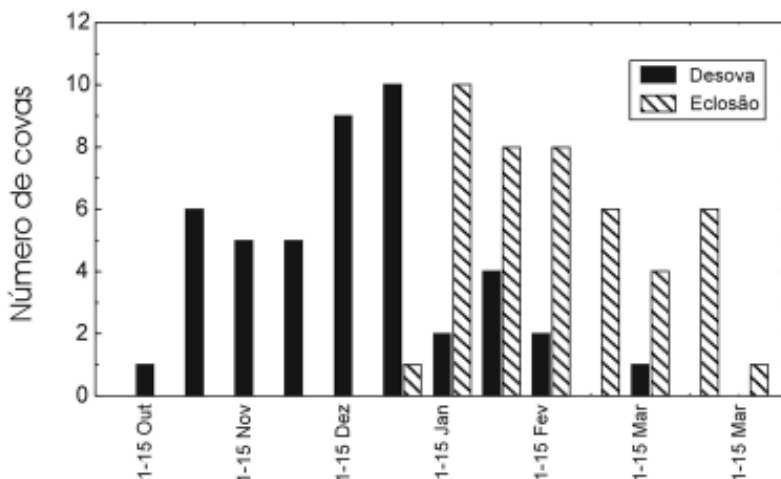
**Figura 2** – Distribuição das covas da tartaruga marinha cabeçuda (*C. caretta*) na praia da Guanabara em Anchieta (ES) na temporada reprodutiva de 2001/2002. As covas concentraram-se no limite entre a praia aberta e a berma. **a)** Parte sul onde ocorreu a desova de 37 ninhos. **b)** Parte norte que apresentou apenas 10 desovas.



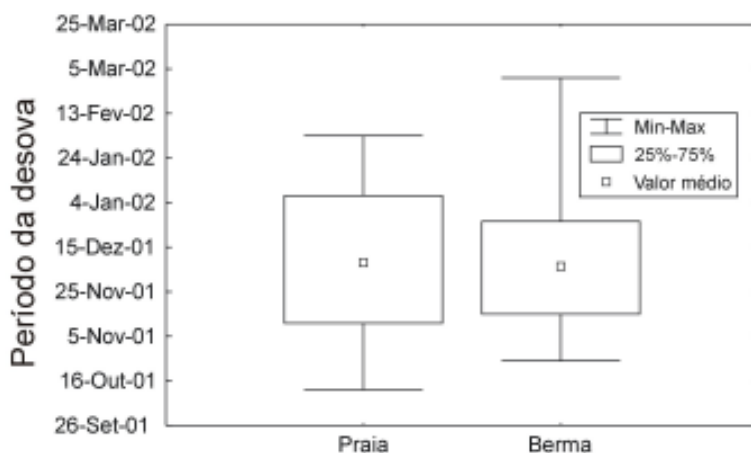
que seriam erodidas e foram transferidas, o sucesso da eclosão será de  $67,9\% \pm 35,06$  (intervalo: 0 a 96,8%) na praia e de  $72,8\% \pm 19,28$  (intervalo: 12,9 a 96,1%) na restinga. Se as covas que seriam erodidas forem excluídas do cálculo, o sucesso da eclosão da praia aumenta significativamente ( $83,8\%$

$\pm 10,17$ ; intervalo: 61,8 a 96,8%) ultrapassando os valores da restinga.

O tamanho do sedimento (Tabela 3, frações granulométricas), o tamanho da ninhada, profundidade da cova, período da desova e duração da incubação não afetam o sucesso da eclosão (Tabela 2).



**Figura 3** – Período da desova e eclosão de *C. caretta* na praia da Guanabara. O pico da desova ocorreu em dezembro e o pico da eclosão em janeiro e fevereiro.



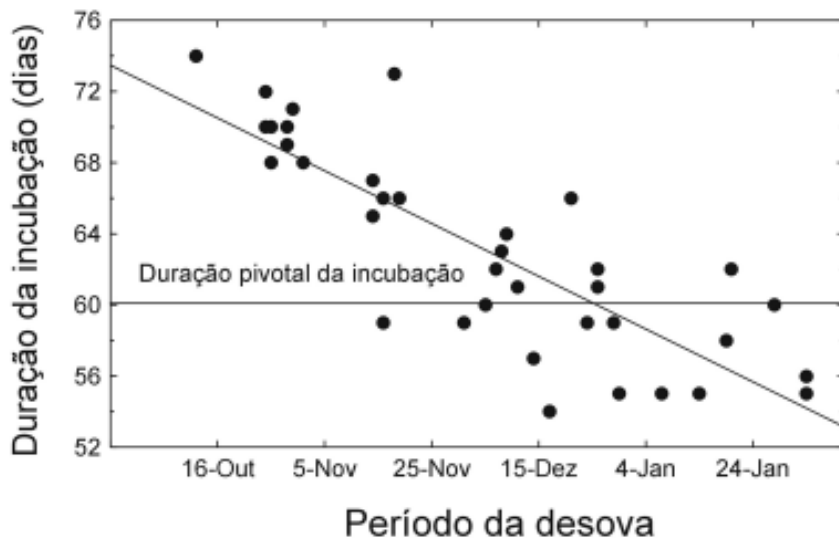
**Figura 4** – Relação entre o período da desova e a distribuição das covas ao longo da praia da Guanabara. O momento em que ocorre a nidificação não influencia a escolha do local de desova.

Fonte de variação	Duração da incubação				Sucesso da eclosão			
	gl	F	R <sup>2</sup>	p	gl	F	R <sup>2</sup>	p
Período da desova	1,36	79,41	0,6881	<0,001	1,42	0,17	0,0040	0,681 <sup>±</sup>
Altura da cova	1,36	0,43	0,0117	0,5174	1,46	4,19	0,0835	0,0464
Base da cova	1,26	0,01	0,0003	0,9257	1,29	0,29	0,0099	0,594 <sup>±</sup>
Topo da cova	1,27	0,05	0,0017	0,8331	1,31	0,43	0,0136	0,5174
Número de ovos por cova	1,36	0,01	0,0003	0,9212	1,43	3,37	0,0727	0,073 <sup>±</sup>
Duração da incubação					1,36	0,03	0,0007	0,871 <sup>±</sup>

**Tabela 2** – Fonte de variação da duração da incubação e do sucesso da eclosão de *C. caretta* na praia da Guanabara na estação reprodutiva de 2001/2002. Foi empregada regressão linear.

Fração granulométrica	Duração da incubação			Sucesso da eclosão		
	F	R <sup>2</sup>	p	F	R <sup>2</sup>	p
Seixo	0,63	0,0290	0,4372	0,41	0,0017	0,8473
Grânulo	0,99	0,0453	0,3297	0,20	0,0091	0,6570
Areia muito grossa	0,89	0,0405	0,3571	0,34	0,0150	0,5682
Areia grossa	0,05	0,0022	0,8307	0,01	0,0007	0,9040
Areia média	1,33	0,0594	0,2625	0,29	0,0130	0,5963
Areia fina	0,16	0,0076	0,6925	<0,01	<0,0001	0,9875
Areia muito fina	0,01	0,0053	0,7415	0,13	0,0059	0,7215

**Tabela 3** – Influência do tamanho do sedimento na duração da incubação e no sucesso da eclosão de *C. caretta* na praia da Guanabara na estação reprodutiva de 2001/2002. Foi empregada regressão linear. Para a duração da incubação gl = 1,21 e para o sucesso da eclosão gl = 1,22.



**Figura 5** – Relação entre o período da desova e a duração da incubação de *C. caretta*. A linha horizontal representa o valor da duração pivotal de incubação de 59,9 dias estabelecida por MROSOVSKY *et al.* (1999) para *C. caretta* no Brasil.

## DISCUSSÃO

### Divisão geomorfológica da praia

Praias são ambientes dinâmicos, onde a arrebentação das ondas e o retrabalhamento eólico da área costeira determinam respostas geomorfológicas rápidas. De um modo genérico, a presença/ausência de elementos de amortecimento direto da arrebentação das ondas (e.g. couraças lateríticas, bancos arenosos) ou de condicionamento local da sua difração, entre os trechos da praia, resultam em comportamentos erosivos ou acrecionários diferenciados. Na dependência da direção de incidência do campo ondulatório (e.g. entrada de frentes frias), o padrão de comportamento sofre alterações. Observações na praia de Guanabara mostram que os degraus topográficos tornam-se mais acentuados nos meses da eclosão quando o nível da maré alta avança até a restinga.

A diferença de distribuição granulométrica entre a face de praia e a face de berma (Tabela 2) resulta da participação eólica na construção do corpo da berma (faixa de restinga), onde a vegetação rasteira aprisiona os grãos transportados pelo vento entre seus ramos. Este modo construtivo também condiciona o grau de compactação entre os dois subambientes. A deposição dos grãos por ação de ondas sucessivas, com o rearranjo do arcaçouço pela infiltração de parte do espraçamento na cunha de areia da face de praia, resulta em uma diminuição de porosidade e aumento dos pontos de contato entre os grãos. A areia da face de praia se mostra mais compacta, principalmente a partir de 40 a 50 cm de profundidade. A berma, por outro lado, mantém um grau de porosidade mais elevado.

### Distribuição das covas

A abertura das covas na berma é mais fácil que na praia aberta por diversos motivos, dentre eles, grau de compactação, umidade, tamanho dos sedimentos e presença

de raízes (BUSTARD & GREENHAN, 1968; MORTIMER & CARR, 1987; MORTIMER, 1990; BJORDNAL & BOLTEN, 1992). A menor umidade, o menor tamanho dos sedimentos e o menor grau de compactação da berma facilitam a abertura da cova sendo necessário um menor esforço por parte das fêmeas de *C. caretta*. A presença de raízes minimiza o desabamento das paredes da cova permitindo que a câmara de ovos se situe a menores profundidades. À despeito do maior grau de compactação da praia aberta (principalmente a maiores profundidades), advinda da maior umidade, a ausência de raízes e o maior tamanho dos sedimentos dificulta a abertura das covas, pois as camadas superiores do solo são mais incoesas tendendo a colapsar. Somente a maiores profundidades é que a coesão dos sedimentos permite a abertura da câmara de ovos. Desta forma, o maior esforço despendido pelas fêmeas para atingirem a berma pode ser compensado pela maior facilidade de abertura das covas.

BUSTARD & GREENHAN (1968) já haviam notado a importância das raízes para a abertura de covas de *Chelonia mydas*, principalmente nos pontos mais secos da praia. Segundo esses autores, o excesso de raízes pode inviabilizar a abertura das covas. Na praia da Guanabara a presença de raízes não chega a constituir um problema, pois uma das características marcantes da berma é sua deposição e erosão ao longo do ano. Com isso a sua vegetação típica é constituída por espécies de rápido crescimento, mas que não apresentam uma grande densidade de raízes.

### Duração da incubação

Como a estação reprodutiva das tartarugas é muito longa, as mudanças climáticas provocam diferenças no ambiente termal das covas com reflexos na duração da incubação e na razão sexual dos filhotes.

Este fato é constatado em tartarugas marinhas e de água doce (VOGT & BULL, 1982; MROSOVSKY *et al.*, 1984; MAXWELL *et al.*, 1988; GODFREY *et al.*, 1996, 1999). A duração da incubação na praia da Guanabara, na temporada reprodutiva de 2001/2002 apresenta um comportamento similar ao de outras áreas do Espírito Santo e do Brasil (MARCOVALDI *et al.*, 1997).

A aplicação da duração pivotal da incubação como um índice da razão sexual para um pequeno universo amostral é desencorajado pelos próprios formuladores desta proposta. A temperatura média da incubação pode ser afetada, segundo MROSOVSKY *et al.* (1999) e GODFREY *et al.* (1999), por variações de curta duração da temperatura, mas de grande intensidade dentro do período termo-sensitivo, pelo tamanho da ninhada e calor metabólico produzido, pelo grau de compactação da areia que dificulta a saída dos filhotes dos ninhos e por variações da pluviosidade. Por esse motivo não será calculada a razão sexual para os filhotes da praia da Guanabara onde os trabalhos completaram o primeiro ano de monitoramento. Entretanto, uma estimativa inicial, tomando como base a duração pivotal da incubação de 59,3 dias (MARCOVALDI *et al.*, 1997) ou de 59,9 dias (MROSOVSKY *et al.* 1999) indica que a razão sexual dos filhotes de *C. caretta* deve ser favorável aos machos (Figura 5). As covas do início da estação reprodutiva até a primeira quinzena de dezembro apresentam uma duração de incubação superior a 60 dias. A partir da segunda quinzena de dezembro a duração da incubação diminui sugerindo que uma maior proporção de fêmeas passou a ser produzida. Esta observação, ainda que preliminar, destaca a importância de projetos de preservação de tartaruga marinha mais ao sul do Brasil onde um maior número de filhotes machos deve estar sendo gerado. Apesar destas regiões produzirem um menor número de filhotes, estes indivíduos poderão contrapor uma

razão sexual francamente favorável às fêmeas das praias do nordeste brasileiro (MARCOVALDI *et al.*, 1997; MROSOVSKY *et al.*, 1999; GODFREY *et al.*, 1999) auxiliando o equilíbrio das populações. À semelhança do que ocorre na costa dos EUA, onde a proporção de filhotes machos tende a aumentar nas áreas de maior latitude (MROSOVSKY, 1988), a duração da incubação de *C. caretta* aumenta em direção ao sul da costa brasileira.

A principal observação deste trabalho diz que a duração da incubação independe do local de desova. As covas situam-se, preferencialmente, em uma faixa alongada de 5 a 10 m de largura que abrange o limite de duas zonas com características sedimentológicas e geomorfológicas distintas. Apesar da proximidade das covas localizadas na praia e na berma há em muitos pontos um acentuado desnível topográfico que pode ultrapassar 2 m de altura. Como consequência o ambiente hídrico deverá apresentar marcantes diferenças. Entretanto, a composição mineralógica, granulométrica, altura das covas e grau de compactação da areia não foram capazes de produzir diferenças significativas na duração da incubação das covas situadas nestas duas zonas. Isso sugere que os elementos mensurados não foram capazes de afetar o ambiente termal das covas, uma vez que o desenvolvimento embrionário se manteve semelhante entre as áreas (BUSTARD & GREENHAM, 1968; ACKERMAN, 1997; MROSOVSKY, 1988; MROSOVSKY *et al.*, 1992).

Aparentemente outros elementos interagem proporcionando uma temperatura de incubação similar nas diferentes zonas. Por exemplo, na berma o menor tamanho dos sedimentos (SOUZA & VOGT, 1994; MALVASIO *et al.*, 2002) e a presença da vegetação (MORREALE *et al.*, 1982; SPOTILA *et al.*, 1987) diminuiriam a temperatura do solo compensando a menor profundidade das covas. Na praia aberta, exposta a grande taxa de insolação, a maior

umidade oriunda do lençol freático (NOVAK & BLACK, 1985; HARRISON & MORRISON, 1993) e a maior profundidade das covas (BURGER, 1976; THOMPSON, 1988; WILSON, 1998) reduziriam as oscilações diárias da temperatura.

Os resultados obtidos com a duração da incubação, que é uma função do ambiente termal das covas (MARCOVALDI *et al.*, 1997; GODFREY *et al.*, 1999; MROSOVSKY *et al.*, 1999; GODLEY *et al.*, 2001), é similar ao longo dos diversos ambientes da praia, como evidenciado em estudos anteriores (MROSOVSKY *et al.*, 1992; GODFREY *et al.*, 1996; NARO-MACIEL *et al.*, 1999). MROSOVSKY *et al.* (1992) mostraram que a 60 cm de profundidade a temperatura da praia é praticamente a mesma, incluindo as zonas abertas e vegetadas. A pequena diferença na temperatura não seria suficiente para alterar a taxa de desenvolvimento embrionário e afetar a duração da incubação e a razão sexual de *Dermochelys coriacea* e *Chelonia mydas* ao longo da praia (GODFREY *et al.*, 1996). De acordo com GEORGES *et al.* (1994), pequenas variações diárias da temperatura não afetam significativamente a determinação sexual dos filhotes de *C. caretta*.

A duração da incubação não foi afetada pelo tamanho da ninhada sugerindo que possíveis diferenças no calor metabólico não foram suficientes para aumentar a temperatura das covas a ponto de afetar a taxa de desenvolvimento embrionário (MAXWELL *et al.*, 1988; KASKA *et al.*, 1999; BINCKLEY *et al.*, 1998; MALONEY *et al.*, 1990; HANSON *et al.*, 1998).

### Sucesso da eclosão

O sucesso da eclosão é afetado, marginalmente, apenas pela altura da cova em relação ao nível do mar. Esta informação, por sua vez, deve ser analisada sob dois prismas. Inicialmente, se considerarmos todas as covas, a praia aberta apresenta um menor sucesso de eclosão, principalmente, porque algumas covas serão erodidas. Nes-

te caso a localização das covas será determinante no sucesso da eclosão. Covas situadas em pontos onde o comportamento da praia é erosivo podem ser completamente perdidas, ao passo que aquelas localizadas em áreas de acreção completam a incubação sem problemas. Em segundo lugar se excluirmos as covas que seriam erodidas tem-se que o sucesso da eclosão passa a ser maior na praia aberta que na berma. Neste caso, as diferenças no sucesso da eclosão entre a praia e a berma são atribuídas a dois fatores complementares: umidade e profundidade da cova. O topo da cova na berma é mais raso que na praia o que acarreta maiores variações diárias da temperatura. A umidade nas camadas superiores do solo também é menor, uma vez que as covas da berma situam-se em uma posição mais elevada em relação ao nível do mar. Com isso as porções superiores da câmara de ovos das covas localizadas na berma estarão sujeitas a maiores temperaturas e maior umidade, o que pode prejudicar o desenvolvimento embrionário. Na praia da Guanabara este fato é corroborado pela observação comum que os ovos das partes superiores das covas da berma eclodem em menores proporções que os ovos das camadas inferiores. McGEHEE (1990) e MORTIMER (1990) mostraram que a umidade afeta o sucesso da eclosão de *C. caretta* e *C. mydas*. GODLEY *et al.* (2001) afirmaram que o sucesso da eclosão de *C. caretta* é menor nas covas mais quentes.

Estas informações devem ser consideradas na transferência das covas sujeitas à erosão na praia da Guanabara. Recomenda-se que as covas sejam transferidas para a praia aberta nas áreas onde a praia apresenta um comportamento acrecionário, o que aumentaria o sucesso da eclosão. Na praia da Guanabara a área mais indicada situa-se na sua porção sul (Figura 2).

Segundo HORROCKS & SCOTT (1991), HAYS & SPEAKMAN (1993) e WILSON (1998) a maior concentração de covas de tartaruga

ocorre nas áreas onde o sucesso da eclosão é maior. Para a praia da Guanabara este fato não se repete pois as covas se distribuem indistintamente pelas partes altas e baixas da praia. Se a escolha dos sítios de nidificação

tivesse como estratégia o aumento do sucesso da eclosão as desovas ocorreriam preferencialmente na restinga, que apresenta as maiores alturas e menores riscos de erosão.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Projeto TAVIVAMAR e à Secretaria de Meio Ambiente da Prefeitura Municipal de Anchieta pela disponibilização dos dados e acompanhamento das etapas de campo. Aos biólogos Fernando e Maria pelo auxílio na coleta dos dados. À Pousada das Ostras pelo apoio nas “reuniões de trabalho”. Ao TAMAR/IBAMA/ES pela aprovação deste projeto.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACKERMAN, R.A. 1997. The nest environment and the embryonic development of sea turtles. *In: LUTZ, P.L. & MUSICK, J.A. The Biology of Sea Turtles*. CRC Press, Boca Raton, p. 83-106.
- ACKERMAN, R.A.; SEAGRAVE, R.C.; DMI'EL, R. & AR, A. 1985. Water and heat exchange between parchment-shelled reptile eggs and their surroundings. *Copeia*, **1985** (3): 703-711.
- 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. 1992. Spatial distribution of green turtle (*Chelonia mydas*) nests at Tortuguero, Costa Rica. *Copeia*, **1992** (1): 45-53.
- BURGER, J. 1976. Temperature relationships in nests of the northern diamondback terrapin, *Malaclemys terrapin terrapin*. *Herpetol.*, **32** (4): 412-418.
- BUSTARD, H.R. & GREENHAM, P. 1968. Physical and chemical factors affecting hatchling in the green sea turtle, *Chelonia mydas* (L.). *Ecology*, **49** (2): 269-276.
- EWERT, M.A.; JACKSON, D.R. & NELSON, C. E. 1994. Patterns of temperature-dependent sex determination in turtles. *J. Exp. Zool.*, **270** (1): 3-15.
- FOLEY, M.A.; PECK, A.S.; HARMAN, R.G. & RICHARDSON, L.W. 2000. Loggerhead turtle (*Caretta caretta*) nesting habitat on low-relief mangrove island in southwest Florida and consequences to hatchling sex ratios. *Herpetol.*, **56** (4): 433-445.
- FOLK, R.L. 1974. *Petrology of Sedimentary Rocks*. Austin, Hemphill Publication Company. 182p.
- GARMESTANI, A.S.; PERCIVAL, H.F.; PORTIER, K.M. & RICE, K.G. 2000. Nest-site selection by loggerhead sea turtle in Florida's Ten Thousand Island. *J. Herpetol.*, **34** (4): 504-510.
- GEORGES, A.; LIMPUS, C. & 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. *J. Exp. Zool.*, **270** (3): 432-444.
- GODFREY, M.H.; BARRETO, R. & MROSOVSKY, N. 1996. Estimating past and present sex ratio of sea turtles in Suriname. *Can. J. Zool.*, **74** (2): 267-277.
- GODFREY, M.H.; D'AMATO, A.F.; MARCOVALDI, M.A. & MROSOVSKY, N. 1999. Pivotal temperature and predicted sex ratios for hatchling hawksbill turtles from Brazil. *Can. J. Zool.*, **74** (9): 1465-1473.
- GODLEY, B.J.; BRODERICK, A.C.; DOWNIE, J.R.; GLEN, F.; HOUGHTON, J.D.; KIRKWOOD, I.; REECE, S. & HAYS, G.C. 2001. Thermal conditions in nests of loggerhead turtles: further evidence suggesting female skewed sex ratios of hatchling production in the Mediterranean. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **263** (1): 45-63.
- HANSON, J.; WIBBELS, T. & MARTIN, R.E., 1998. Predicted female bias sex ratios of hatchling loggerhead sea turtles from a Florida nesting beach. *Can. J. Zool.*, **76** (10): 1850-1861.

- HARRISON, S.J. & MORRISON, P. 1993. Temperatures in a sandy beach under strong solar heating: Patara Beach, Turkey. *Estuarine Coastal Shelf Sci.*, **37** (1): 89-97.
- HAYS, G.C. & SPEAKMAN, J.R. 1993. Nest placement by loggerhead turtles, *Caretta caretta*. *Anim. Behav.*, **45** (1): 47-53.
- HAYS, G.C.; GODLEY, B.J. & BRODERICK, A.C.; 1999. Long-term thermal conditions on the nesting beaches of green turtles on Ascension Island. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **185** (1): 297-299.
- HAYS, G.C.; ASHWORTH, J.S.; BARNESLEY, M.J.; BRODERICK, A.C.; EMERY, D.R.; GODLEY, B.J.; HENWOOD, A. & JONES, E.L. 2001. The importance of sand albedo for the thermal conditions on sea turtle nesting beaches. *Oikos*, **93** (1): 87-94.
- HORROCKS, J.A. & SCOTT, N.M. 1991. Nest site location and nest success in the hawksbill turtle *Eretmochelys imbricata* in Barbados, West Indies. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **69** (1): 1-8.
- JANZEN, F.J. 1994. Vegetational cover predicts the sex ratio of hatchling turtles in natural nests. *Ecology*, **75** (6): 1593-1599.
- KASKA, Y.; DOWNIE, R.; TIPPETTR. & FURNESS, R.W. 1999. Natural temperature regimes for loggerhead and green turtle nests in the eastern Mediterranean. *Can. J. Zool.*, **76** (4): 723-729.
- MALONEY, J.E.; DARIAN-SMITH, C.; TAKAHASHI, Y. & LIMPUS, C.J. 1990. The environment for development of the embryonic loggerhead turtle (*Caretta caretta*) in Queensland. *Copeia*, **1990** (3): 378-387.
- MALVASIO, A.; SOUZA, A.M.; FERREIRA JÚNIOR, P.D.; REIS, E.S. & SAMPAIO, F.A.A. 2002. Temperatura de incubação dos ovos e granulometria dos sedimentos das covas relacionadas à determinação sexual em *Podocnemis expansa* (Schweigger, 1812) e *P. unifilis* (Troschel, 1848) (Testudines, Pelomedusidae). *Publ. Avulsas Inst. Pau Bras. Hist. Nat.*, **5** (1): 11-25.
- MARCOVALDI, M.A., GODFREY, M.H., MROSOVSKY, N. 1997. Estimating sex ratios of loggerhead turtles in Brazil from pivotal incubation durations. *Can. J. Zool.*, **75** (4): 755-770.
- 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. *S. Afr. J. Zool.*, **23** (4): 342-350.
- McGEHEE, M.A. 1990. Effects of moisture on eggs and hatchlings of loggerhead sea turtle (*Caretta caretta*). *Herpetol.*, **46** (3): 251-258.
- MILTON, S.L.; SCHULMAN, A.A. & LUTZ, P.L. 1997. The effect of beach nourishment with aragonite versus silicate sand on beach temperature and loggerhead sea turtle nesting success. *J. Coastal Research*, **13** (3): 904-915.
- MORREALE, S.J.; RUIZ, G.J.; SPOTILA, J.R. & STANDORA, E.A. 1982. Temperature-dependent sex determination: current practices threaten conservation of sea turtles. *Science*, **216** (11): 1245-1247.
- MORTIMER, J.A. 1990. The influence of beach sand characteristics on the nesting behavior and clutch survival of green turtle (*Chelonia mydas*). *Copeia*, **1990** (4): 802-817.
- MORTIMER, J.A. 1995. Factors influencing beach selection by nesting sea turtle. In: BJORDNAL, K.A., *Biology and Conservation of Sea Turtle*. Smithsonian Inst. Press, Washington, p. 45-52.
- MORTIMER, J.A. & CARR, A. 1987. Reproduction and migrations of Ascension Island green turtle (*Chelonia mydas*). *Copeia*, **1987** (1): 103-113.
- MROSOVSKY, N. 1988. Pivotal temperatures for loggerhead turtles (*Caretta caretta*) from northern and southern nesting beaches. *Can. J. Zool.*, **66** (3): 661-669
- MROSOVSKY, N. 1994. Sex ratios of sea turtles. *J. Exp. Zool.*, **270** (1): 16-27.
- MROSOVSKY, N. & PROVANCHA, J. 1989. Sex ratio of loggerhead sea turtles hatching on a Florida beach. *Can. J. Zool.*, **67** (11): 2533-2539.
- MROSOVSKY, N. & PROVANCHA, J. 1992. Sex ratio of hatchling loggerhead sea turtles: data and estimates from a 5-year study. *Can. J. Zool.*, **70** (3): 530-538.
- MROSOVSKY, N. & PIEAU, C.. 1991. Transitional range of temperature, pivotal temperatures and thermosensitive stages for sex determination in reptiles. *Amphib. Reptilia*, **12** (1): 169-179.

- MROSOVSKY, N.; DUTTON, P.H. & WHITMORE, C.P. 1984. Sex ratio of two species of sea turtle nesting in Suriname. *Can. J. Zool.*, **62** (11): 2227-2239.
- MROSOVSKY, N.; BASS, A.; CORLISS, L.A.; RICHARDSON, J.I. & RICHARDSON, T.H. 1992. Pivotal and beach temperatures for hawksbill turtles nesting in Antigua. *Can. J. Zool.*, **70** (10): 1920-1925.
- MROSOVSKY, N.; BAPTISTOTTE, C. & GODFREY, M.H. 1999. Validation of incubation duration as an index of the sex ratio of hatchling sea turtles. *Can. J. Zool.*, **77** (5): 831-835.
- NARO-MACIEL, E.F.S.; MROSOVSKY, N. & MARCOVALDI, M.A. 1999. Thermal profiles of sea turtle hatcheries and nesting areas at Praia do Forte, Brazil. *Chelonian Conserv. Biol.*, **3** (3): 407-413.
- NOVAK, M.D. & BLACK, T.A., 1985. Theoretical determination of the surface energy balance and thermal regimes of bare soils. *Boundary-Layer Meteorol.*, **33** (2): 313-333.
- PACKARD, G.C.; PACKARD, M.J. & BOARDMAN, T.J. 1981. Patterns and possible significance of water exchange by flexible-shelled eggs of painted turtles (*Chrysemys picta*). *Physiol. Zool.*, **54** (1): 165-178.
- PACKARD, G.C.; PACKARD, M.J.; MILLER, K., & BOARDMAN, T.J. 1987. Influence of moisture, temperature, and substrate on snapping turtle eggs and embryos. *Ecology*, **68** (4): 983-993.
- PLUMMER, M.V. 1976. Some aspects of nesting success in the turtle, *Trionyx muticus*. *Herpetol.*, **32** (4): 353-359.
- SOUZA, R.R. & VOGT, R.C. 1994. Incubation temperature influences sex and hatchling size in the neotropical turtle *Podocnemis unifilis*. *J. Herpetol.*, **28** (4): 453-464.
- SPOTILA, J.R.; STANDORA, E.A.; MORREALE, S.J. & RUIZ, G. 1987. Temperature dependent sex determination in the green turtle (*Chelonia mydas*): effects on the sex ratio on a natural nesting beach. *Herpetol.*, **43** (1): 74-81.
- STANCYK, S.E. & ROSS, J.P. 1978. An analysis of sand from green turtle nesting beaches on Ascension Island. *Copeia*, **1978** (1): 93-99.
- THOMPSON, M.B. 1988. Nest temperatures in the pleurodian turtle, *Emydura macquarii*. *Copeia*, **1988** (4): 996-1000.
- VOGT, R.C. & BULL, J. 1982. Temperature controlled sex-determination in turtles: ecological and behavioral aspects. *Herpetol.*, **38** (1): 156-164.
- WHITMORE, C.P. & DUTTON, P.H. 1985. Infertility, embryonic mortality and nest-site selection in leatherback and green sea turtles in Suriname. *Biol. Conserv.*, **34** (3): 251-272.
- WILSON, D.S. 1998. Nest-site selection: microhabitat variation and its effects on the survival of turtle embryos. *J. Herpetol.*, **22** (1): 88-96.
- YNTEMA, C.L. & MROSOVSKY, N. 1980. Sexual differentiation in loggerheads (*Caretta caretta*) incubated at different controlled temperatures. *Herpetol.*, **36** (1): 33-36.
- YNTEMA, C.L. & MROSOVSKY, N. 1982. Critical periods and pivotal temperatures for sexual differentiation in loggerhead sea turtles. *Can. J. Zool.*, **60** (5): 1012-1016.
- ZAR, J.H. 1998. *Biostatistical Analysis*. New Jersey, Prentice Hall, 929p.