

Tartarugas marinhas de ocorrência no Brasil: hábitos e aspectos da biologia da reprodução

Sea turtles of Brazil: habits and aspects of the reproduction biology

Márcio Gianordoli Teixeira Gomes^{1,3}, Marcelo Renan de Deus Santos², Marc Henry¹

¹Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinárias, Escola de Veterinária, UFMG, Belo Horizonte, MG, 31270-901, Brasil.

²Centro Universitário Vila Velha, Vila Velha, ES, 29102-770, Brasil.

³Correspondência: mgianordoli@gmail.com

Resumo

No Brasil, há ocorrência de cinco espécies de tartarugas marinhas, *D. coriacea*, *C. mydas*, *C. caretta*, *E. imbricata* e *L. olivacea*. A reprodução é um processo sazonal que envolve frequentemente longas migrações das áreas de forrageamento para as áreas de acasalamento. As fêmeas realizam, em média, duas a seis posturas por temporada reprodutiva. O intervalo entre desovas ocorre entre dois, três, quatro e até nove anos. A cada 500 filhotes nascidos, apenas um chega à idade reprodutiva. Tal fragilidade, exacerbada tanto pelas mudanças naturais do meio ambiente como pelas práticas humanas irresponsáveis, revela a grande importância de se desenvolver estudos que tenham como objetivo gerar conhecimento visando à preservação destas espécies.

Palavras-chaves: tartarugas marinhas; reprodução; acasalamento; desova.

Abstract

Five marine turtle species are found in Brazil, *D. coriacea*, *C. mydas*, *C. caretta*, *E. imbricate* and *L. olivacea*. Reproduction is a seasonal process and most of the time involves frequent and long migration distance between areas of food availability and mating sites. Females use laying eggs on average two to six times per reproductive season. Spawn intervals can be as long as two, three, four and up to nine years and only one out of five hundreds babies born reach the age of reproduction. This fragility related to natural environment changes and exacerbated by irresponsible human practices show how important is to increase knowledge which will results in preservation of these species.

Keywords: sea turtles; reproduction; mating; nesting.

Introdução

As tartarugas marinhas pertencem à mais antiga linhagem de répteis vivos, existindo relatos que comprovam sua presença na Terra há mais de 200 milhões de anos, época correspondente ao período Triássico. Por esta razão, as tartarugas são consideradas um manancial genético para estudos evolucionistas. A Ordem Testudines agrupa todas as tartarugas marinhas existentes no planeta e possui duas famílias: a Dermochelyidae e a Cheloniidae (Lutz e Musick, 1997).

Esses animais têm feito parte de diversas culturas desde a antiguidade, particularmente junto às comunidades litorâneas. De mitos a lendas, as tartarugas estão associadas aos símbolos de força, estabilidade e sabedoria. Além disso, as tartarugas têm contribuído para a sustentabilidade econômica e nutricional de várias populações ao redor do mundo (Frazier *et al.*, 1999).

Nos últimos duzentos anos, e de maneira mais intensificada nos últimos cinquenta, uma combinação de fatores, tais como a sobrepesca comercial, a captura acidental, a destruição de *habitats* usados para alimentação, nidificação e repouso desses animais, e mais recentemente, a poluição dos mares conseguiram subjugar a capacidade das tartarugas em manter seu número populacional. Hoje são escassas as populações de tartarugas marinhas não afetadas pela depredação humana. A maioria das populações encontra-se em declínio, atingindo frequentemente números críticos, sendo que muitas já se extinguíram (Global, 1995).

Diante da importância social e ambiental de se preservar as tartarugas marinhas em escala mundial e, em especial, no Brasil, é necessário dominar o conhecimento de seus hábitos e das características reprodutivas antes do estabelecimento de qualquer plano de conservação e preservação desses animais. O presente artigo tem por objetivo divulgar aspectos relevantes dos hábitos e da reprodução destes répteis, cujo ciclo de vida apresenta pontos peculiares e frágeis, facilmente deteriorados pelo modo de vida das sociedades modernas.

Espécies e distribuição geográfica

Sete são as espécies de tartarugas marinhas encontradas ao redor do mundo: *Dermochelis coriacea*, *Chelonia mydas*, *Caretta caretta*, *Eretmochelys imbricata*, *Lepidochelys olivacea*, *Lepidochelys kempfi* e *Natator depressus*, e todas compartilham um ciclo de vida muito comum, sendo observadas apenas pequenas variações

entre as espécies (Hirth, 1980).

Todas as espécies migram de pequenas a longas distâncias, entre áreas de forrageamento (alimentação) e reprodução (acasalamento e desova). Os machos somente migram entre as áreas de alimentação e acasalamento, ao passo que as fêmeas se deslocam ainda para as áreas de desova, geralmente localizadas próximas às de acasalamento (Miller, 1997).

Apesar de existirem pequenas diferenças no requerimento de *habitat* e alimentação entre as espécies, a maioria delas acabam se distribuindo em todos oceanos do globo terrestre mantendo-se em regiões tropicais e subtropicais. Somente a *L. kempii* é restrita à região do Golfo do México, e a *N. depressus* está presente apenas no continente australiano (Marquez, 1994).

Embora o forrageamento exista em todo o oceano, incluindo as áreas mais profundas em oceano aberto, a escolha primária das tartarugas para se alimentarem são áreas, tanto no hemisfério norte como sul, onde as águas são relativamente rasas tendendo à isoterma, com temperatura de superfície média em torno de 20°C. Faz exceção a essa regra a espécie *D. coriacea*, que costuma alimentar-se em águas bem profundas e frias (Miller, 1997).

Espécies de tartarugas marinhas de ocorrência no Brasil

Todas as espécies que ocorrem no Brasil estão classificadas como *Ameaçadas* ou *Vulneráveis* na Lista Vermelha da IUCN (União Mundial para a Conservação da Natureza) (Barata *et al.*, 2004). Todas integram o apêndice I do CITES (Convenção sobre o Comércio Internacional de Espécies Ameaçadas da Fauna e Flora Selvagem) e todas integram também os apêndices I e H da Convenção sobre a Conservação das espécies Migratórias de Animais Selvagens, conhecida como a Convenção de Bonn (Global, 1995).

São as seguintes as espécies de ocorrência no Brasil:

Caretta caretta – popularmente conhecida como cabeçuda. Apresenta a carapaça (dorso) marrom e o plastrão (ventre) amarelado. Seu casco mede aproximadamente 1m de comprimento e pesa, em média, 150kg, podendo alguns exemplares atingir até 250kg. Alimenta-se de peixes, camarões, caramujos, esponjas e algas. Esta espécie desova preferencialmente nos estados do Rio de Janeiro, Espírito Santo, Bahia e Sergipe (Marcovaldi e Marcovaldi, 1985).

Eretmochelys imbricata – popularmente conhecida como tartaruga de pente ou de bico, chamada também de tartaruga verdadeira ou legítima, por ter sido a mais conhecida e abundante no Brasil. A população presente no nosso litoral é a de maior tamanho em todo o mundo (Marcovaldi *et al.*, 1999). Esta espécie tem a carapaça formada por escamas marrons e amareladas sobrepostas, a boca parece o bico de um gavião, e o casco pode medir até 1m de comprimento e pesar 150kg (Marcovaldi e Marcovaldi, 1985). A alimentação é constituída de corais e esponjas, e a desova ocorre preferencialmente no litoral norte da Bahia. Esta é uma das espécies mais ameaçadas de extinção devido à beleza de seu casco, que foi muito utilizado na confecção de pentes, utensílios domésticos e acessórios femininos (Marcovaldi e Marcovaldi, 1985).

Chelonia mydas – popularmente conhecida como tartaruga verde ou aruanã, apresenta o casco castanho esverdeado ou acinzentado, medindo, em média, 1,20m de comprimento e pesa em torno de 250kg, podendo alguns exemplares atingir até 350kg. Até o primeiro ano de vida, alimenta-se de pequenos moluscos e esponjas, passando em seguida a alimentar-se exclusivamente de algas. A desova ocorre preferencialmente em ilhas oceânicas, como no Arquipélago de Fernando de Noronha, Atol das Rocas e Ilha da Trindade, localizadas respectivamente nos estados de Pernambuco, Rio Grande do Norte e Espírito Santo (Marcovaldi e Marcovaldi, 1985).

Lepidochelys olivacea – é popularmente conhecida como tartaruga oliva. O casco é de cor cinza esverdeada, medindo cerca de 60cm, sendo a menor das espécies, e pesa em média 65kg. Alimenta-se de peixes, moluscos, crustáceos (principalmente camarões) e plantas aquáticas, e desova preferencialmente no litoral do Estado do Sergipe (Marcovaldi e Marcovaldi, 1985).

Dermochelys coriacea – popularmente conhecida como tartaruga gigante ou de couro. O casco cinza enegrecido apresenta uma textura semelhante ao couro de um animal, mede aproximadamente 2m de comprimento e pesa em torno de 750kg. O maior peso já registrado foi o de um macho que atingiu 951 kg. Esta espécie vive em alto-mar, aproximando-se do litoral apenas para desovar e alimenta-se preferencialmente de águas-vivas. A desova ocorre somente no litoral do Estado do Espírito Santo (Marcovaldi e Marcovaldi, 1985), tendo sido observado, nos últimos dez anos, um aumento de 20% na frequência de ocorrência (Baptistotte, 2005; informação verbal).

Anatomia do sistema urogenital

O sistema urogenital é formado pelos rins, ureteres, gônadas e seus ductos, vesícula urinária e estruturas derivadas da papila genital (pênis e clitóris), presentes no interior da cloaca (Wyneken, 2001).

A principal função renal, assim como nos mamíferos, é remover o excesso de nitrogênio na circulação sistêmica (excreção) e manter o equilíbrio entre a água e os eletrólitos (osmoregulação). Os ureteres transportam

a excreção de nitrogênio em direção à cloaca, onde irá depositar-se na vesícula urinária para ser eliminada. As gônadas, ovários e testículos, produzem os gametas sexuais, e seus ductos transportam os ovos e espermatozoides até a cloaca (Lutz e Musick, 1997).

O trato reprodutor feminino consiste em um par de ovários e ovidutos, e seus respectivos ligamentos mesentéricos (mesovário, mesosalpinge e mesotubário). Os ovários e ovidutos imaturos mudam de tamanho e estruturação com o passar da idade, puberdade, e entre as estações reprodutivas e não reprodutivas (Hamann *et al.*, 2003).

Nas fêmeas sexualmente maduras, os folículos presentes nos ovários aumentam de tamanho e adquirem uma coloração amarelada brilhante. Os folículos maiores alongam-se em sentido cranial, ao passo que os menores e imaturos permanecem mais concentrados no terço posterior do ovário. Os folículos atingem a maturidade ao apresentarem 2-3cm de diâmetro (média entre as espécies), momento oportuno às ovulações e acasalamento das fêmeas (Wyneken, 2001).

Assim como os ovários, os ovidutos também passam pelo processo de maturação. De simples paredes tubulares delgadas, passam a paredes musculares espessas e móveis com aumento linear do diâmetro luminal. O oviduto aparece dobrado ao longo de todo seu comprimento quando não está ativo. É funcionalmente dividido em cinco regiões: óstio ou infundíbulo, segmento aglandular, magno, concha glandular e vagina (Wyneken, 2001).

Na preparação para o acasalamento, um grupo inteiro de folículos maduros ovula junto, e os oócitos são captados pelo oviduto, na região do infundíbulo. Uma vez no oviduto, cada folículo passa posteriormente pelo segmento aglandular e adentra no magno, onde é recoberto por uma camada de albumina. Após três dias, os folículos passam para a região da concha glandular, onde são secretados proteínas e carboidratos de membrana (cório), além da matriz de “aragonite”, e passam a ser chamados de ovos. Nessa região, onde permanecem aproximadamente seis a sete dias, os ovos adquirem certo grau de calcificação, sendo na seqüência depositados na vagina, onde podem permanecer durante vários dias, até que passem pela cloaca e sejam desovados (ovoposição) (Wyneken, 2001).

O trato reprodutor masculino consiste em um par de testículos, epidídimos e ductos deferentes, ligamento suspensório, o mesórquio, presente ao longo de toda parede testicular, e um pênis (Wyneken, 2001).

Os testículos, epidídimos e ductos deferentes mudam de tamanho e forma com o passar da idade até atingirem a maturidade sexual, sendo notadas mudanças nas suas morfologias entre as estações de reprodução. Os testículos de machos imaturos apresentam um comprimento duas vezes maior do que o diâmetro e são preenchidos por um fluido esbranquiçado (Wyneken, 2001).

Como descrito anteriormente, o testículo apresenta um formato fusiforme, e, dependendo da espécie, possui coloração amarelada brilhante ou cinza rosada, estando o mesmo ligado ao peritônio pelo mesórquio (Lutz *et al.*, 2003).

Os espermatozoides são produzidos por células testiculares especializadas e carreados por pequenos ductos eferentes até o epidídimo, posicionado lateral ou posterolateralmente aos testículos. Dos epidídimos, local em que ocorre a maturação espermática, os espermatozoides seguem pelos ductos deferentes até a cloaca, mais precisamente no sulco espermático na base do pênis (Wyneken, 2001).

O pênis é retrátil e localiza-se no assoalho da cloaca. É composto por um par de corpos cavernosos entremeados por um sulco espermático. Durante a cópula, os corpos cavernosos são preenchidos por sangue e o sulco espermático se contrai, adquirindo forma tubular, facilitando a passagem do sêmen e fluidos (Wyneken, 2001).

Enquanto as tartarugas estão sexualmente imaturas, é difícil reconhecer anatomicamente o dimorfismo sexual, sendo grande a semelhança entre ovários e testículos. Todavia, ao atingirem a maturidade sexual, os machos apresentam caudas bem alongadas, com uma cloaca localizada quase na extremidade da cauda, ao passo que as fêmeas possuem caudas bem curtas e cloaca localizada entre a ponta da cauda e o plastrão (região ventral do casco). Além disso, na idade adulta, os testículos dos machos passam a apresentar-se amarelados ou acinzentados, e fusiformes, enquanto os ovários das fêmeas tornam-se rosados e com textura granular pelo surgimento de pequenos folículos (Wyneken, 2001).

No período anterior à maturidade sexual, os métodos seguros para determinação do sexo são, além da observação laparoscópica ou endoscópica, a cariotipagem, o ensaio com antígeno H-Y das células sanguíneas e a dosagem sérica de testosterona (Wibbels, 1999).

Fisiologia reprodutiva

A puberdade na fêmea inicia-se com o crescimento de pequenos folículos que produzem estrógeno e, aos poucos, vão crescendo e amadurecendo. O estrógeno estimula a produção e a secreção de uma proteína chamada vitelogenina, que, por sua vez, transporta lipídeos, predominantemente triglicerídeos, para o interior do folículo em crescimento. Esse processo, no qual há o armazenamento progressivo de proteína e lipídeo no interior de folículos, proporciona o amadurecimento dos oócitos e é chamado de vitelogênese. Inicia-se aproximadamente oito a nove meses antes da estação reprodutiva (Guraya, 1989).

A vitelogenina é uma proteína relativamente grande (205kDa) sintetizada pelo fígado e é transportada para os ovários pelo plasma por meio de um complexo lipoprotéico. Tal proteína exerce importante papel no crescimento e no amadurecimento do oócito, que apresenta receptores para lipídeos (Heck, 1997).

As ovulações ocorrem após a completa maturação do oócito, que é expelido do interior do folículo e captado pelas fímbrias, caindo no interior do infundíbulo, no oviduto. Concomitantemente, no ovário, há a formação do corpo lúteo, por hipertrofia das células da parede do folículo com predomínio de células da granulosa (Guraya, 1989). Estes medem em torno de 1,5cm em tartarugas marinhas e apresentam uma forma de cratera. Assim como em mamíferos e aves, em resposta ao hormônio luteinizante (LH), produzem e secretam progesterona, que, por sua vez, estimula a produção de albumina (Owens, 1980).

Os corpos lúteos regredem no decorrer da estação reprodutiva, quando, em seu final, apresentam diferentes tamanhos em função do tempo de ovulação de diferentes grupos de folículos. Ao regredirem, os corpos lúteos, assim como nos mamíferos e aves, tornam-se cicatrizes esbranquiçadas, passando a ser chamados de corpos albicans (Wyneken, 2001).

Após a ejaculação intravaginal, os espermatozoides seguem pelo oviduto e são abundantemente encontrados no magno e na região aglandular, regiões consideradas reservatório espermático (Solomon e Baird, 1979). O sêmen proveniente de um período de cópula pode ser armazenado e servir para fertilizar subseqüentes liberações de oócitos, resultando em diferentes desovas ao longo de uma estação reprodutiva (Owens, 1980).

O controle da ovulação e o desenvolvimento dos ovos ocorrem por uma série de mecanismos endócrinos. Nova onda de ovulação ocorre 36h após uma ovoposição, coincidindo com a liberação (picos) de gonadotrofinas (LH e FSH) e o decréscimo na concentração de testosterona (Wibbels *et al.*, 1990).

Ainda são pouco conhecidos os processos fisiológicos envolvidos na ovoposição. Neste período são também observadas altas concentrações circulantes de metabólitos de algumas substâncias, como da prostaglandina e arginina (Hamann *et al.*, 2003).

A puberdade no macho começa quando os testículos passam a produzir altas concentrações de testosterona, resultando em vários efeitos como: estímulo ao desenvolvimento das características sexuais secundárias (alongamento da cauda e amolecimento do plastrão), maturação dos túbulos seminíferos e início da espermatogênese (Wibbels *et al.*, 1991).

Durante a espermatogênese, a testosterona estimula a atividade das células de Sertoli e a mitose de células germinais, que se diferenciam em espermatócitos primários e migram em direção ao lúmen dos túbulos seminíferos. Os espermatócitos primários iniciam o processo de meiose, dando origem aos espermatócitos secundários, que após a segunda divisão meiótica dão origem às espermátides (Wibbels, 1991).

Análises histológicas de amostras coletadas por biópsia testicular sugerem que o processo espermatogênico leva aproximadamente nove meses para ocorrer. Foi observada a presença de espermatócitos primários e secundários durante seis meses, surgindo em seguida as espermátides que permanecem durante dois a três meses antes de se observar o pico máximo da espermiogênese (Hamann *et al.*, 2003).

Por apresentarem reprodução em períodos sazonais, os machos de tartarugas marinhas só apresentam espermatogênese completa próximo ao período pré-nupcial, antes do acasalamento. Este fato foi evidenciado por meio de análises histológicas do tecido testicular e pela percepção do aumento da massa testicular resultante da multiplicação celular. Todavia é descrito apenas um período de dois a três meses de quiescência na espermatogênese, período compreendido entre o fim da estação reprodutiva e o início de novo ciclo espermatogênico para a estação reprodutiva seguinte (Hamann *et al.*, 2003).

Comportamento reprodutivo

A reprodução das tartarugas marinhas é um processo sazonal e complexo, que envolve freqüentemente longas migrações das áreas de forrageamento para as áreas de acasalamento (Miller, 1997). As tartarugas nem sempre iniciam a reprodução de maneira uniforme ao atingirem um determinado tamanho, específico para cada espécie. Estudos laparoscópicos realizados por Limpus (1985), citado por Lutz e Musick (1997), demonstraram que, uma vez atingido o tamanho mínimo para a espécie, o amadurecimento sexual pode ocorrer em diferentes épocas entre indivíduos da uma mesma população. Foi observada diferença no comprimento do casco de 10cm ou mais e na idade de até 10 anos de intervalo entre indivíduos para o início das atividades reprodutivas. Os mecanismos que levam a essas diferenças ainda não foram elucidados (Lutz e Musick, 1997). As estimativas de amadurecimento sexual para *Chelonia mydas* variam de 27 a 33 anos no Atlântico e 30 ou mais anos na Austrália (Limpus e Walter, 1980).

As fêmeas podem permanecer acasalando-se por até 25h, copulando com vários machos diferentes (Owens, 1980), comportamento freqüentemente observado em águas rasas próximo às praias de desova, podendo o processo de cortejo sexual prévio à cópula durar várias horas (Hirth, 1980). Limpus (1993), estudando diversos sítios reprodutivos, concluiu que machos e fêmeas podem tanto copular em frente à praia de desova quanto a centenas de quilômetros de distância do local de postura.

Durante o cortejo, o macho nada perseguindo insistentemente a fêmea até que esta demonstre receptividade. Em seguida, há o cortejo, quando nadam lado a lado e encostam cabeça com cabeça. As fêmeas mantêm-se receptivas por cerca de sete a dez dias, enquanto os machos permanecem sexualmente ativos por cerca de 30 dias (Miller, 1997). Após o acasalamento, os machos retornam às áreas de forrageamento, enquanto as fêmeas permanecem nos sítios reprodutivos para a realização das posturas (Hirth, 1980).

Os machos dominantes apresentam durante o período próximo ao início da atividade sexual valores séricos de testosterona superiores aos machos subordinados. Todavia tais valores podem ser invertidos quando alternadas as posições de subordinação (Jessop *et al.*, 1999). Quando em atividade sexual, os valores séricos de FSH e LH demonstram-se menores quando comparados ao período pré-reprodutivo (Licht *et al.*, 1980).

Os valores séricos de LH nas fêmeas aumentam de forma transitória tanto no período de acasalamento quanto no da desova, ao passo que as concentrações séricas de FSH estão elevadas durante a metade do período da desova, declinando imediatamente ou logo após o término da ovoposição. Não foi encontrada diferença nos valores séricos de testosterona entre o período de acasalamento e o de desova. Os níveis de progesterona são similares durante o período de acasalamento e o de desova. Um a dois dias pós-desova, existindo um aumento nos níveis de LH, os níveis séricos de progesterona aumentam, estando estas mudanças associadas à ocorrência de uma onda ovulatória. Esses achados sugerem que a presença de ovos no oviduto resulta em uma supressão na ovulação (Licht *et al.*, 1980).

As fêmeas de tartarugas marinhas realizam, em média, duas (*Lepidochelys kempfi*) a seis (*Dermochelys coriacea*) posturas por temporada reprodutiva (Tab.1), sendo estas geralmente de ocorrência noturna. O intervalo entre desovas de uma fêmea não é rigorosamente anual, intervalos de dois, três, quatro e até nove anos entre desovas são freqüentemente observados (Hamann *et al.*, 2003). O processo de desova envolve uma série de etapas: 1) emergência da tartaruga da água; 2) deslocamento até um local seguro da ação das marés (nesta etapa a tartaruga pode desistir do processo se perturbada); 3) preparação do terreno e da cama (diâmetro aproximado de dois metros, dependendo da espécie); 4) escavação do ninho, de profundidade variada de acordo com a espécie; 5) deposição dos ovos (o número de ovos varia dependendo da espécie); 6) cobertura e camuflagem do ninho; 7) retorno ao mar. Todo este processo leva aproximadamente de 1 a 2 horas (Hirth, 1980).

Tabela 1. Comportamento reprodutivo das espécies de ocorrência no Brasil.

Espécie Parâmetro	<i>Caretta caretta</i>	<i>Dermochelis coriacea</i>	<i>Eretmochelys s imbricata</i>	<i>Lepidochelys olivacea</i>	<i>Chelonia mydas</i>
Tempo médio de incubação dos ovos/dias	59,5	67,8	52,67-57,81	50,7	61
Média do número de ovos por ninho	119,7	87,7 fecundados 22,1 não-viáveis	136,4	100,7	127,8
Porcentagem do n° de filhotes vivos por ninho (<i>in situ</i>)	79,9	65,1	51,67-78,06	80,9	75,4
Pico de desova	novembro	novembro e dezembro	janeiro e fevereiro	outubro a fevereiro	março e abril
Idade de maturação sexual/ anos	10-15	9-14	16-20	não conhecido	25-30
Intervalo internidal/ dias	10-14	9-10	14,5	15-17	11-12
Intervalo de remigração/ anos	2,59	2	2,5-2,7	1,7	3
Peso dos filhotes/ g	19,9	44,4	14,8	17	24,6
Número médio de desovas/temporada	3,9	5,7	4-5	2	3-4

Fonte: Hirth, 1980.

As tartarugas marinhas apresentam uma forte tendência em realizar as desovas sempre na mesma área quer seja em uma mesma temporada reprodutiva ou em temporadas diferentes. O termo filopatria (“philopatry”) é utilizado para designar a fidelidade de retornos a uma mesma região, e o termo fidelidade de praia (“site fidelity”) é empregado para designar os retornos a locais específicos nas praias de desova (Lutz e Musick, 1997).

Estudos realizados por meio de análises de DNA mitocondrial reforçam a idéia de que uma fêmea geralmente desova na praia onde nasceu, apresentando o que se chama de “fidelidade à praia de nascimento” (Bowen *et al.*, 1994). Além da fidelidade ao sítio reprodutivo, foi observada, em alguns casos, a fidelidade aos sítios de alimentação, dada a mesma forma de orientação para indivíduos adultos e filhotes. A orientação para um determinado local pode ser devido ao reconhecimento químico da água, à percepção de alguns estímulos como a direção da propagação das ondas ou à orientação pelo senso magnético (Mortimer e Carr, 1987).

Há uma variação significativa no processo de desova específica das populações do gênero *Lepidochelys*, conhecida como processo de “arribada”. Neste processo, populações de fêmeas de *L. kempii*, no período matutino, e algumas de *L. olivacea*, no período noturno, sobem juntas para desovar (Owens, 1980). Esse processo pode durar de um a três dias em intervalos recorrentes de 30 dias (Miller, 1997). É um evento comum deste gênero e podem ser observadas de 100 a 10.000 fêmeas saindo juntas do mar e desovando na mesma praia (Owens, 1980). Há duas hipóteses propostas para esse fenômeno. A primeira é postulada por Owens (1982), que defende que este seria um processo social de desova, facilitando a sincronia e a reprodução da população, e outra é defendida por Eckrich e Owens (1995), que considera ser essa uma característica de defesa e sobrevivência destas populações contra predadores. Classicamente, estima-se o número de tartarugas desovando em uma praia como sendo a razão entre o número total de ninhos depositados na praia durante a temporada e o número médio de ninhos depositados por tartaruga na temporada (Grossman, 2001).

Nascimento

O processo de nascimento começa quando os filhotes eclodem dos ovos. O nascimento e a migração para a superfície ocorrem preferencialmente à noite, e a escolha deste período do dia é atribuída à queda da temperatura da areia que naturalmente ocorre à noite (Glen *et al.*, 2006). A eclosão é propiciada pelo próprio filhote, que com seu bico quebra a região apical da casca do ovo para sua saída. Em seguida, inicia-se o processo de escavação em direção à superfície e, ao atingi-la, os filhotes tendem a seguir em direção ao mar (Miller, 1997).

A orientação dos filhotes para o mar é dada pelo reflexo da luminosidade da Lua na água. O processo de orientação dos filhotes pode ser alterado por duas razões. A primeira ocorre quando os filhotes, de maneira equivocada, nascem pela manhã. A luz incidente neste período vem de todas as direções desorientando os filhotes, e, adicionalmente, o calor excessivo leva à desidratação e à morte. A outra ocorre quando, por interferência do homem, há nas praias iluminação artificial no período noturno. Esta, emitindo raios luminosos sobre os ninhos, leva à desorientação dos filhotes (Lutz e Musick, 1997).

Em um mesmo ninho, são geralmente formados três grupos de filhotes: os que eclodem primeiro, nascendo perfeitos e em boas condições, que são os primeiros a emergirem do ninho; os que eclodem em um segundo momento, nascendo perfeitos e em boas condições, sendo o último grupo a emergir; e o último grupo é formado por todos os filhotes que não eclodiram os ovos ou nasceram debilitados, assim não conseguindo escavar e chegar à superfície de seus ninhos (Miller, 1997).

Após nascerem e deixarem a praia, pouco se sabe sobre a distribuição e a sobrevivência dos filhotes. O período do nascimento ao retorno às áreas costeiras para alimentação pode variar de três a sete anos, dependendo da espécie. Este período é denominado de “anos perdidos” pelo fato de os pesquisadores não conseguirem levantar quaisquer informações por não saberem onde os animais se encontram (Lutz e Musick, 1997).

Determinação do sexo

O sexo das ninhadas é influenciado pela temperatura de incubação dos ovos (Mrosovsky, 1980). Temperaturas mais altas ocasionam maior proporção de fêmeas, enquanto temperaturas mais baixas resultam em um maior número de machos (Mrosovsky, 1980; Mrosovsky e Provancha, 1992). Desta forma, evidencia-se a importância do local de desova pela fêmea na manutenção das proporções sexuais das populações (Hewavisinghi e Parmenter, 2000).

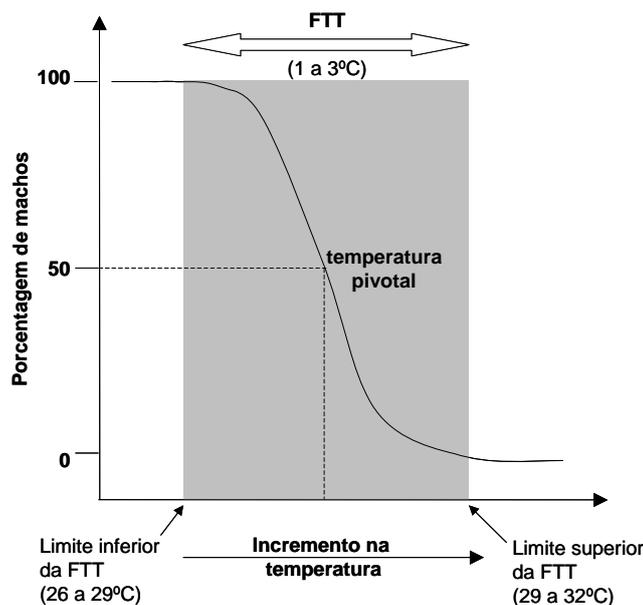
Em 1966, foi descoberto que, no grupo de répteis primitivos: tartarugas, crocodilos e tuataras, a determinação do sexo dos filhotes depende da temperatura de incubação dos ovos. Essa característica fisiológica até hoje não foi totalmente compreendida. Está por ser esclarecida a sua importância para a ecologia e a conservação dessas espécies. Supõe-se que se trata de um aspecto evolutivo, uma herança adaptativa (Hamann *et al.*, 2003).

A temperatura à qual os ovos são submetidos durante o terço médio do período de incubação influencia na determinação do sexo. Fica claro o quanto a determinação do sexo dos filhotes de tartaruga pode sofrer elevada influência do meio externo. Ninhos diferentes em uma mesma praia podem apresentar diferentes condições de incubação, dependendo de sua localização. Ninhos localizados próximos ou afastados da maré, entremeados ou não de vegetação ou em áreas com processo de erosão eólica (variação espacial), podem estar submetidos a uma diversidade de microambientes. A ação climática sazonal, como período de seca e período chuvoso, também influencia a proporção de machos e fêmeas entre ninhadas.

A ação do homem (variação humana), de forma ainda mais significativa que outras causas, provoca a devastação da natureza, como por exemplo, a edificação próximo ou em locais de desova, levando à restrição de espaço que, conseqüentemente, pode causar alterações termais no ambiente de desova (Hamann *et al.*, 2003)

A temperatura determinante para que ocorra a distribuição do sexo, tendo 50% de machos e 50% de fêmeas é denominada de pivotal. Se a média da temperatura durante o terço médio de incubação for mais elevada que a temperatura pivotal, há a prevalência de nascimento de fêmeas, ao passo que, se a média da temperatura for mais baixa, há prevalência de machos. Em um mesmo ninho, pode haver o nascimento de diferente porcentagem de sexo, como 70% de fêmeas e 30% de machos (Hamann *et al.*, 2003).

Dentre a faixa transicional de temperatura (FTT), pequenas alterações em sua média no terço médio de incubação são capazes de determinar a variação do sexo. Esta faixa varia de ninho para ninho e de população para população entre as tartarugas, mas em média é de 1 a 3°C. Dentro desta faixa, há um limite máximo que, se ultrapassado, haverá o nascimento de 100% de fêmeas e um limite mínimo que, se também ultrapassado, haverá o nascimento de 100% de machos (Hamann *et al.*, 2003; Fig.1).



Fonte: Wibbels, 2003.

Figura 1. Modelo da determinação do sexo pela temperatura.

Estudos relatam haver maior prevalência no nascimento de fêmeas, em números exorbitantes, pois para cada 500 filhotes nascidos apenas um chega à idade reprodutiva, e a relação estimada entre fêmea e macho na natureza é de 2:1. Não se sabe qual a proporção de fêmeas capazes de serem fecundadas por um macho, mas o nascimento de um maior número de fêmeas é necessário para manter o equilíbrio entre os sexos em uma mesma população. É conhecido que as fêmeas são mais susceptíveis à morte, pois gastam mais energia e sofrem mais risco de vida com o processo reprodutivo. As fêmeas, além de gerar os ovos, têm a necessidade de subir até uma praia para nidificar, expondo-se a predadores (Fisher, 1930, citado por Wibbels, 2003).

Os efeitos da temperatura sobre a determinação sexual parecem ser tanto cumulativos quanto quantitativos, isto é, período e intensidade de exposição. A diferenciação gonadal ocorre justamente durante o período termo-sensitivo, ou seja, o terço médio da incubação. Quando em temperatura para fêmeas, há na gônada proliferação do epitélio cortical e degeneração da região medular, ao passo que, em temperatura para machos, não há proliferação do córtex nem regressão da medular, havendo início da formação dos ductos seminíferos (Hamann *et al.*, 2003).

A cascata de eventos que levam à determinação sexual pelo efeito da temperatura ainda não é bem compreendida, todavia existem algumas hipóteses. Duas hipóteses são relatadas para a determinação do sexo na fêmea. A primeira é relatada por Pieau (1996) que defende que a temperatura estimularia a gônada a produzir estrógeno, que levaria a mesma (efeito parácrino) a diferenciar-se em ovário. A outra hipótese, relatada por Jeyasuria e Place (1998), considera que o cérebro, mais que as gônadas, produziria estrógeno (efeito endócrino) para estimular a diferenciação gonadal. Tais suposições são baseadas em estudos que encontraram alta atividade da enzima aromatase que converte os andrógenos em estrógeno, em gônadas em diferenciação ovariana. No entanto, estudo realizado por Desvages *et al.* (1993), o qual só identificou a ação da aromatase após o período fotossensitivo, vem apoiar apenas a primeira hipótese, colocando em questionamento o momento exato em que

há o início da produção de estrógeno e sua relação com a determinação do sexo feminino.

Em contraste com os mamíferos e as aves que apresentam cromossomos sexuais heteromórficos, não foram identificadas em répteis, inclusive nas tartarugas marinhas, características na morfologia dos cromossomos que pudessem diferenciar machos de fêmeas. O número de genes tem sido avaliado como uma característica em potencial para a determinação sexual e conseqüente diferenciação gonadal em répteis. A região determinante para testículos em mamíferos, SRY, não ocorre nos répteis assim como nas aves (Wibbels, 2003). Em tal região há a expressão de um gene chamado SOX9, responsável pelo papel da diferenciação testicular em mamíferos. O gene SOX9 foi isolado em alta concentração em um estudo com tartarugas olivas em diferenciação gonadal testicular, e em baixa concentração em tartarugas em diferenciação gonadal para ovários. Estes achados sugerem que este gene também influencia a diferenciação sexual em animais termodependentes (Maldonado, 2002; Wibbels, 2003).

O DMRT-1 é outro gene de elevada expressão e requerimento durante o processo de diferenciação testicular em mamíferos e aves. Tal gene já foi identificado nas gônadas em diferenciação testicular de alguns répteis, porém ainda não em tartarugas marinhas. Uma substância encontrada no processo de diferenciação sexual testicular em mamíferos que já foi isolada em alguns répteis é o hormônio antimülleriano, todavia ainda não em tartarugas marinhas (Maldonado *et al.*, 2002; Wibbels, 2003).

Considerações finais

As tartarugas são animais que apresentam ciclo de vida longo, aproximadamente 100 anos, porém o período que mantém a capacidade de se reproduzir é de duração relativamente curta, adicionalmente, o período de repouso entre ciclos reprodutivos pode variar de um a nove anos. A puberdade ocorre em torno dos 25 anos e a senilidade é atingida próximo aos 65 anos. Aliado a este fator, de 500 filhotes nascidos, apenas um chega à idade reprodutiva, o que demonstra a alta sensibilidade das tartarugas marinhas aos efeitos do meio.

O alto potencial de perdas de animais do nascimento à idade adulta, exacerbado tanto pelas predações naturais do meio ambiente como pelas práticas humanas irresponsáveis, demonstra a grande importância de se desenvolver estudos que tenham como objetivo gerar conhecimento diretamente aplicado à preservação destas espécies. Todo projeto de desenvolvimento que interfira no ambiente costeiro de uso das tartarugas marinhas deve ser construído galgado no conhecimento da fisiologia reprodutiva, pois esta é repleta de peculiaridades que, se alteradas, afetam determinadamente a sobrevivência destes animais.

Referências

- Barata PCR, Lima EHS, Borges-Martins M.** Records of the leatherback sea turtle (*Dermochelys coriacea*) on the Brazilian coast, 1969-2001. *J Mar Biol Assoc*, v.84, p.1233-1240, 2004.
- Bowen BW, Meylon AB, Avise JC.** An odyssey of the green sea turtle: Ascension Island revised. *Evolution*, v.86, p.573-576, 1994.
- Desvages G, Girondot M, Pieau C.** Sensitive stages for the effects of temperature on gonadal aromatase activity in embryos of the marine turtle *Dermochelys coriacea*. *Gen Comp Endocrinol*, v.92, p.54-61, 1993.
- Eckrich CE, Owens DW.** Solitary versus arribada nesting in the olive ridley sea turtles (*Lepidochelys olivacea*): a test of the predator-satiation hypothesis. *Herpet*, v.51, p.349, 1995.
- Frazier JG, Eckert KL, Bjorndal KA.** *Research and management techniques for the conservation of sea turtles*. Cape Town, South Africa: IUCN/SSC, 1999. p.15-18. (Mar Turt Spec Group Pub, n.4).
- Glen F, Broderick AC, Godley BJ, Hays GC.** Thermal control of hatchling emergence patterns in marine turtles. *J Exp Mar Biol And Ecol*, v.334, p.31-42, 2006.
- Global strategy for the conservation of marine turtles.** Gland, Switzerland: IUCN/SSC, 1995.
- Grossman A.** *Biologia reprodutiva de Chelonia mydas (Reptilia) na Reserva Biológica do Atol das Rocas*. 2001. 81f. Dissertação (Mestrado em Zoologia) – Pontifícia Universidade Católica, Faculdade de Biociências, Porto Alegre, 2001.
- Guraya SS.** *Ovarian follicles in reptiles and birds*. Heidelberg: Springer-Verlag, 1989. 21p.
- Hamann M, Limpus CJ, Owens DW.** Reproductive cycles of males and females. In: Lutz PL, Musick JA, Wyneken, J. (Ed.). *The Biology of sea turtle II*. Boca Raton, FL: CRC Press, 2003. p.135-161.
- Heck J.** Estrogen induction of plasma vitellogenin in the Kemp's ridley sea turtle (*Lepidochelys kempii*). *Gen Comp Endocrinol*, v.107, p.280-289, 1997.
- Hewavisenthi S, Parmenter CJ.** Hydric environment and sex determination in the flatback turtle (*Natator depressus*). *Aust J Zool*. v.48, p.653-659, 2000.
- Hirth HF.** Some aspects of the nesting behaviour and reproductive biology of sea turtles. *Am Zool*, v.20, p.507, 1980.
- Jessop TS, FitzSimons NN, Limpus CJ, Whittier JM.** Interactions between behavior and plasma steroids within the scramble mating system of the promiscuous green turtle. *Chelonia mydas. Horm Behav*, v.36, p.86-97, 1999.



- Jeyasuria P, Place A.** The brain-gonadal embryonic axis in sex determination of reptile: a role for cytochrome P450. *J Exp Zool*, v.281, p.428-449, 1998.
- Licht P, Rainey W, Clifton K.** Serum gonadotropin and steroids associated with breeding activities in the green sea turtle, *Chelonia mydas*. *Gen Comp Endocrinol*, v.40, p.116-122, 1980.
- Limpus CJ.** The green turtle (*Chelonia mydas*) in the Queensland: breeding males in southern Great Barrier Reef. *Wildlife Res*, v.20, p.513-523, 1993.
- Limpus CJ, Walter DG.** The growth of immature green turtle (*Chelonia mydas*) under natural conditions. *Herpet*, v.36, p.162-165, 1980.
- Lutz PL, Musick JA.** (Ed.). *The biology of sea turtles*. Boca Raton, FL: CRC Press, 1997. Ajustar para uma data de aprovação posterior a última usada no artigo anterior a este. 432p.
- Lutz PL, Musick JA, Wyneken, J.** (Ed.). *The biology of sea turtles II*. Boca Raton, FL: CRC Press, 2003. 503p.
- Maldonado LCT, Piedra AL, Mendoza NM.** Expression profiles of Dax1, Dmrt1, and Sox9 during temperature sex determination in gonads of the sea turtle (*Lepidochelys olivacea*). *Gen Comp Endocrinol*, v.129, p.20-26, 2002.
- Marcovaldi MA, Marcovaldi GG.** *Projeto Tamar: área de desova, ocorrência e distribuição das espécies, época de reprodução, comportamento de postura e técnicas de conservação das tartarugas marinhas no Brasil*. Brasília: MA-IBDF, 1985. 46p.
- Marcovaldi MA, Vieitas CF, Godfrey MH.** Nesting and conservation management of Hawksbill Turtles (*Eretmochelys imbricata*) in northern Bahia, Brazil. *Chelonian Conserv Biol*, v.3, p.301-307, 1999.
- Marquez MR.** *Synopsis of biological data on the Kemp's Ridley turtle, Lepidochelys kempi (Garman, 1880)*. Miami, FL: NOAA, 1994. 67p. (NOAA Tech Memo, n.91).
- Miller JD.** Reproduction in sea turtles. In: Lutz PL, Musick JA. (Ed.). *The biology of sea turtle*. Boca Raton, FL: CRC Press, 1997. p.51-81.
- Mortimer JA, Carr A.** Reproduction and migrations of the Ascension Island green turtle (*Chelonia mydas*). *Copeia*. v.103, p.103, 1987.
- Mrosovsky N.** Temperature dependence of sexual differentiation in sea turtles: implications for conservation practices. *Biol Conserv*, v.18, p.271-280, 1980.
- Mrosovsky N, Provancha J.** Sex ratio of hatchling loggerhead sea turtles: data and estimates from a 5-year study. *Can J Zool*, v.70, p.530-538, 1992.
- Owens DW.** The comparative reproductive physiology of sea turtles. *Am Zool*, v.20, p.547-563, 1980.
- Owens DW.** The role of reproductive physiology in the conservation of sea turtles. In: Bjorndal KA (Ed). *Biology conservation of sea turtle*. Washington, DC: Smithsonian Institution Press, 1982. p.347-358.
- Pieau C.** Temperature variation and sex determination in reptiles. *Bioessay*. v.18, p.19-26, 1996.
- Solomon SE, Baird T.** Aspects of the biology of *Chelonia mydas*. *Ocean Mar Biol*, v.17, p.347, 1979.
- Wibbels T.** Critical approaches to sex determination in sea turtles. In: Lutz PL, Musick JA, Wyneken, J. (Ed.). *The biology of sea turtle II*. Boca Raton, FL: CRC Press, 2003. p.103-133.
- Wibbels T.** Diagnosing the sex of sea turtles in foraging habitats. *Res Man Tec Conserv Sea Turtles*, n.4, p.1-5, 1999.
- Wibbels T, Owens DW, Limpus CJ, Reed PC, Amoss-JR MS.** Seasonal changes in serum gonadal steroids associated with migration, mating and nesting in the loggerhead sea turtle (*Caretta caretta*). *Gen Comp Endocrinol*, v.79, p.39-53, 1990.
- Wibbels T, Owens D, Rostal D.** Soft plastra of adult male sea turtles: an apparent secondary sexual characteristics. *Herpet*. v.22, p.47-59, 1991.
- Wyneken J.** *The anatomy of sea*. Miami, FL: NOAA, 2001. p.180. (NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC, 470).
-