

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E SOCIAIS APLICADAS  
CAMPUS V – MINISTRO ALCIDES CARNEIRO  
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**RONIERE ANDRADE DE BRITO**

**PERFIL TÉRMICO EM ÁREAS DE DESOVA DE TARTARUGA DE PENTE  
(*Eretmochelys imbricata* (Linnaeus, 1766)) NA GRANDE JOÃO PESSOA.**

**JOÃO PESSOA – PB**

**2010**

RONIERE ANDRADE DE BRITO

PERFIL TÉRMICO EM ÁREAS DE DESOVA DE TARTARUGA DE PENTE  
(*Eretmochelys imbricata* (Linnaeus, 1766)) NA GRANDE JOÃO PESSOA.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Ciências Biológicas da Universidade Estadual da Paraíba, em cumprimento às exigências para obtenção do grau de Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientador: Douglas Zeppelini Filho

Co-Orientadora: Rita de Cássia Siriano Mascarenhas

João Pessoa – PB  
2010

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA SETORIAL CAMPUS V – UEPB

B862t

Brito, Roniere Andrade de.

Perfil térmico em áreas de desova de tartaruga de pente (*Eretmochelys imbricata* (Linnaeus, 1766)) na grande João Pessoa / Roniere Andrade de Brito. – 2010.

44f. : il. color.

Digitado.

Trabalho Acadêmico Orientado (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e Sociais Aplicadas, 2010.

“Orientação: Prof. Dr. Douglas Zeppelini Filho ”.

1. Tartarugas Marinhas. 2. Temperatura de Incubação. 3. Tartaruga de Pente - Área de Desova. I. Título.

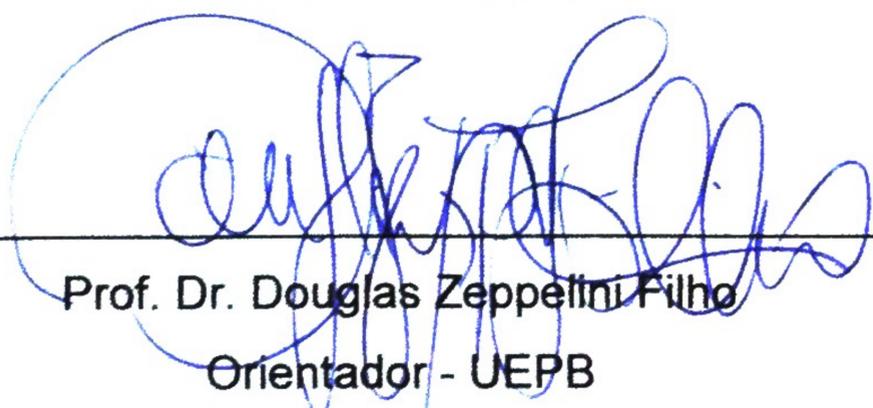
21. ed. CDD 597.92

RONIERE ANDRADE DE BRITO

**PERFIL TÉRMICO EM ÁREAS DE DESOVA DE TARTARUGA DE PENTE  
(*Eretmochelys imbricata* (Linnaeus, 1766)) NA GRANDE JOÃO PESSOA.**

Aprovado em: 25 de 11 de 2010

**BANCA EXAMINADORA**



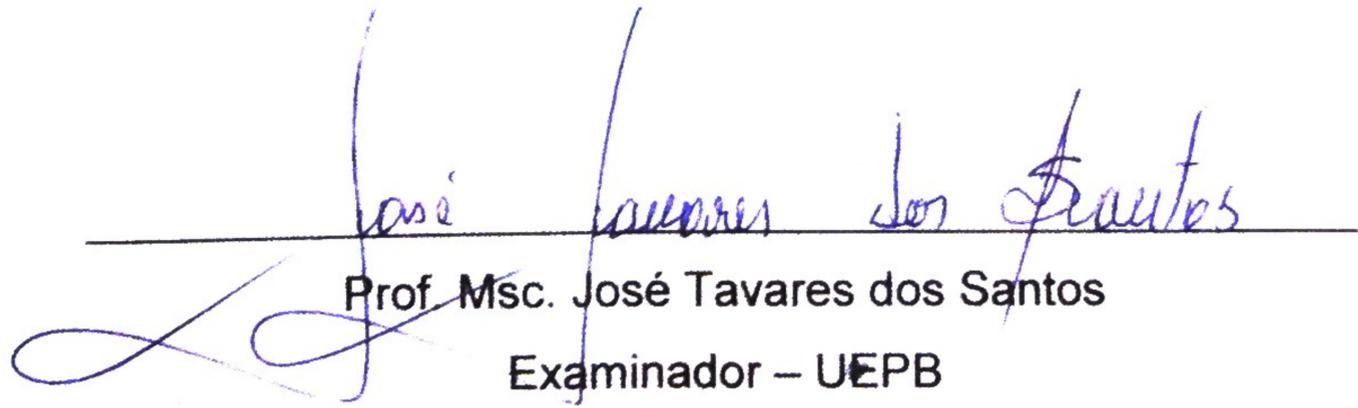
---

Prof. Dr. Douglas Zeppellini Filho  
Orientador - UEPB



---

Profa. Dra. Ana Lúcia Vendel  
Examinadora – UEPB



---

Prof. Msc. José Tavares dos Santos  
Examinador – UEPB

*Aos meus Pais.  
A minha eterna companheira Antonia Gabriele.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço aos meus orientadores, Douglas Zeppelini e Rita Mascarenhas, por terem confiado a mim um projeto que já se encontrava em andamento para dar continuidade. Muito obrigado pela paciência que tiveram e a hospitalidade com que me receberam nas noites frias de coleta.

Aos meus professores pela atenção e compreensão nos prazos para entrega de relatórios e realização das avaliações, e até mesmo pelas cobranças recebidas. Os Mestres que tive na graduação foram ímpares e estarão nas minhas lembranças, pois são exemplos a serem seguidos.

Agradeço à UEPB/PRPGP pela concessão das Bolsas de Iniciação Científica PROINCI/UEPB/2007-2008 e PIBIC/CNPq/UEPB/2008-2009.

Obrigado a todos que compõem a ONG Guajiru pela receptividade e por terem disponibilizado dados dos ninhos enriquecendo ainda mais este trabalho. A Clenia Batista e Allinne Araújo muito obrigado por nunca terem se recusado a dar apoio quando eram solicitadas.

Agradeço a minha família que apesar da distância sempre esteve presente não medindo esforços para conclusão desta etapa na jornada da vida.

A minha companheira e amiga Antonia Gabriele por compreender meus ideais estando sempre a me orientar nas decisões e ajudando nas atividades possíveis e impossíveis da universidade a fim de cumprir os prazos. Ela que compartilha comigo alegrias e angústias, meu muito obrigado e peço desculpas por palavras ditas em momentos de exaustão que possa por qualquer motivo te causado tristeza.

Agradeço a minha turma pelas palavras de apoio, antes, durante e depois da execução do projeto. Aos colegas da UEPB/CCBSA/CB: Diego Dias, Juan Diego Lourenço, Fernando Queiroga e Antoniel Augusto Severo pela contribuição nas coletas noturnas mensais.

*Há um tempo em que é preciso abandonar as roupas usadas, que já tem a forma do nosso corpo, e esquecer os nossos caminhos, que nos levam sempre aos mesmos lugares. É o tempo da travessia: e, se não ousarmos fazê-la, teremos ficado, para sempre, à margem de nós mesmos.*

Fernando Pessoa

## RESUMO

Tartarugas marinhas estão ameaçadas de extinção (variando de vulneráveis a criticamente ameaçadas). Das sete espécies existentes, cinco ocorrem no litoral brasileiro, utilizando este litoral como área de reprodução e alimentação. A tartaruga de pente (*Eretmochelys imbricata*) é a mais comum em áreas de reprodução no litoral do estado da Paraíba. A determinação sexual em tartarugas marinhas é dependente da temperatura do ambiente durante o segundo terço do período de incubação. Temperaturas baixas influenciam na proporção maior de nascimento de machos, enquanto que temperaturas altas têm maior efeito na proporção de fêmeas. A ação da maré, a presença de vegetação, a pluviosidade e o sombreamento, tanto natural quanto antrópico, influenciam diretamente no sucesso reprodutivo e sexagem dos neonatos. O objetivo do trabalho foi recolher dados de temperatura da areia nas praias, da precipitação e do período de incubação para poder analisar o efeito de tais condições no sucesso reprodutivo das tartarugas, com a finalidade de propor modificações e até mesmo a criação de novas estratégias de manejo e conservação. Para tal estudo, foi medida a temperatura durante a temporada de desova e nascimento das tartarugas, de dezembro/2007 a julho/2008 e de dezembro/2008 a julho/2009, diariamente, nas praias do Bessa e Intermares. Com o uso de um termômetro de mercúrio a temperatura foi coletada em profundidades de 30 cm e 60 cm. Os dados de precipitação foram adquiridos junto a Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba – AESA, e os dados do período de incubação e taxas de natalidade e mortalidade de neonatos junto a Associação Guajiru, Projeto Tartarugas Urbanas que atua no litoral pessoense. Os resultados mostram que a temperatura foi distinta entre os anos estudados (com diferença significativa para os meses de fevereiro e abril) alternando a sexagem e o sucesso reprodutivo, tendo 2008 a tendência no nascimento de tartarugas fêmeas e com taxa de sucesso reprodutivo igual a 67,4%, e 2009 tendência ao nascimento de machos e com taxa de sucesso reprodutivo igual a 75,5%. No entanto, o número de neonatos fêmea foi maior que o número de machos, quando somado o número total de nascimento dos dois anos de pesquisa. Isso demonstra que o litoral paraibano possui um potencial como região produtora de tartarugas fêmeas.

**Palavras-Chave:** Tartarugas marinhas. Temperatura de incubação. Sucesso reprodutivo.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Protocolo de campo com os dados reprodutivos das tartarugas de pente.....	16
Quadro 1	Descrição dos pontos geográficos para a coleta dos dados.....	17
Figura 2	Imagem dos pontos de coleta - Bessa/Intermares.....	19
Figura 3	Média da temperatura nos pontos de coleta para os meses de dezembro/2007 e dezembro/2008 a 30 e 60 cm de profundidade.....	21
Figura 4	Média da temperatura nos pontos de coleta para os meses de janeiro/2008 e janeiro/2009 a 30 e 60 cm de profundidade.....	22
Figura 5	Média da temperatura nos pontos de coleta para os meses de fevereiro/2008 e fevereiro/2009 a 30 e 60 cm de profundidade.....	23
Figura 6	Média da temperatura nos pontos de coleta para os meses de março/2008 e março/2009 a 30 e 60 cm de profundidade.....	24
Figura 7	Média da temperatura nos pontos de coleta para os meses de abril/2008 e abril/2009 a 30 e 60 cm de profundidade.....	24
Figura 8	Média da temperatura nos pontos de coleta para os meses de maio/2008 e maio/2009 a 30 e 60 cm de profundidade.....	25
Figura 9	Média da temperatura nos pontos de coleta para os meses de junho/2008 e junho/2009 a 30 e 60 cm de profundidade.....	25
Figura 10	Média da temperatura nos pontos de coleta para os meses de julho/2008 e julho/2009 a 30 e 60 cm de profundidade.....	26
Figura 11	Variação média da temperatura para o período de dez/2007 a jul/2008 (A) e dez/2008 a jul/2009 (B). As linhas representam todos os pontos de coleta a 30 e 60 cm de profundidade.....	27
Figura 12	Variação média da temperatura de jan - jul/2008 (A) e jan - jul/2009 (B) no período de 24 horas nos três pontos de calibração (ponto 1, 4 e 5) da área de estudo.....	28
Figura 13	Relação entre a variação da pluviosidade e temperatura da área de estudo o período de dez/2007 a jul/2008 (A) e dez/2008 a jul/2009 (B)..	29
Figura 14	Variação da pluviosidade na área de estudo entre os anos de 2006 e 2009. Posto de monitoramento AESA – DFAARA João Pessoa.....	30

Figura 15 Estimativa de filhotes para cada sexo, dentro dos grupos de ninhos macho, fêmea e macho/fêmea nas praias do Bessa e Intermares no ano de 2008.....	32
Figura 16 Estimativa de filhotes para cada sexo, dentro dos grupos de ninhos macho, fêmea e macho/fêmea nas praias do Bessa e Intermares no ano de 2009.....	32
Figura 17 Número estimado de neonatos macho e fêmea a partir dos grupos de ninhos macho, fêmea e macho/fêmea da praia do Bessa e Intermares no ano de 2008.....	33
Figura 18 Número estimado de neonatos machos e fêmeas a partir dos grupos de ninhos macho, fêmea e macho/fêmea da praia do Bessa e Intermares no ano de 2009.....	33

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Dados quantitativos dos ninhos das praias do Bessa e Intermares nos anos de 2008 e 2009.....	31
----------	--	----

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	11
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	13
<b>3</b>	<b>OBJETIVO GERAL</b> .....	15
3.1	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	15
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	16
4.1	OBTENÇÃO DA TEMPERATURA NOS PONTOS DE COLETA .....	17
4.2	VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS .....	19
4.3	DETERMINAÇÃO DA SEXAGEM .....	19
4.4	ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	20
<b>5</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	21
5.1	DADOS DE TEMPERATURA E PLUVIOSIDADE .....	21
5.2	DADOS DOS NINHOS .....	30
<b>6</b>	<b>DISCUSSÃO</b> .....	34
<b>7</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	39
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	40

## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente há sete espécies de tartarugas marinhas no planeta: *Lepidochelys olivacea* (Eschscholtz, 1829), *Lepidochelys kempii* (Garman, 1880), *Caretta caretta* (Linnaeus, 1758), *Eretmochelys imbricata* (Linnaeus, 1766), *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758), *Natator depressus* (Garman, 1880) e *Dermochelys coriacea* (Vandelli, 1761), todas incluídas na lista da Convenção sobre o Comércio Internacional de Espécies Ameaçadas da Fauna e Flora Selvagem (CITES - Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora, 2008) e na lista vermelha da União Internacional para a Conservação da Natureza e dos Recursos Naturais (IUCN - International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, 2004), em diferentes categorias: criticamente em perigo (*E. imbricata* e *L. kempii*), em perigo de extinção (*C. caretta*, *L. olivacea*, *C. mydas* e *D. coriacea*) e vulnerável (*N. depressus*), destas, cinco ocorrem na costa brasileira: *E. imbricata*, *C. mydas*, *C. caretta*, *L. olivacea* e *D. coriacea*.

Tartarugas marinhas passam a maior parte do seu ciclo de vida no mar, mas, em duas breves ocasiões elas são vistas na praia, a primeira quando emergem do ninho e a segunda quando as fêmeas adultas voltam para deixar seus ovos. Estas duas ocasiões, ainda que breves, são vitais para o processo reprodutivo, para a conservação e para o estudo de sua biologia. Após deixar seus ovos na areia, a tartaruga volta para o mar e, deste momento em diante, os ovos e posteriormente os neonatos estão abandonados à sua sorte, isto é, não há cuidado parental e, uma série de fatores pode impedir o sucesso do ninho, tais como predadores naturais e condições ambientais no exemplo de temperatura e umidade (MROSOVSKY, 1983), além das atividades humanas: consumo dos ovos e dos adultos; acidentes em alto mar; poluição ambiental e ftopoluição; destruição das praias de desova por meio de urbanização; edificações altas ao longo das praias ocasionando sombreamento e conseqüentemente esfriamento da areia das praias (ZEPPELINI; MASCARENHAS comunicação pessoal).

Temperaturas entre 22 °C e 34 °C são mais favoráveis para o sucesso de incubação, e, portanto, níveis diferentes deste intervalo podem levar à morte embriões e/ou neonatos, diminuindo a taxa de indivíduos por temporada reprodutiva e, conseqüentemente, o número de tartarugas adultas no decorrer do tempo, além

de alterar os padrões de sexagem dentro e entre as estações reprodutivas. Considerando a perspectiva de elevação da temperatura da Terra em 1,8 °C, podendo chegar a 4,5 °C até o final do século (a temperatura oscilou entre 0,2 a 1 °C no período de 1970 – 2004 na região brasileira), conforme resultado do relatório elaborado pelo Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007), as conseqüências para várias espécies de tartarugas marinhas podem ser deletérias (GRIFFIN *et. al*, 2007), já que este incremento na temperatura deve ultrapassar os padrões tanto para definição da sexagem quanto para a sobrevivência dos neonatos, ou provocar mudanças nos sítios de desovas (BRAHIC, 2007). Com esse aumento de temperatura, as populações de tartarugas fêmeas em idade reprodutiva que ocorrem no litoral brasileiro – pouco mais de 1,1 milhão (TAMAR – ICMBio, 2008) – também devem perder uma grande faixa de praia para a desova devido à elevação dos níveis do oceano.

O rápido desaparecimento das tartarugas, a sua inclusão em várias categorias de risco de extinção e a constante degradação do meio ambiente forçam a necessidade da criação de métodos que minimizem os impactos ambientais e antropogênicos que vêm sendo causados sobre todos os estágios de vida desses animais (ECKERT, 1999; BJORNDAL, 1999).

Portanto, o presente trabalho buscou recolher dados de temperatura, pluviosidade e tempo de incubação, e traçar um perfil preliminar de sua influência sobre *Eretmochelys imbricata*, a tartaruga-de-pente, em uma área de desova na Grande João Pessoa – Paraíba, comparando os resultados obtidos com aqueles encontrados em anos anteriores e outros locais, analisar o efeito das variações de temperatura no sucesso reprodutivo das tartarugas para propor modificação e até mesmo a criação de novas estratégias de manejo e conservação, adequando-se à realidade local em função das necessidades ecológicas destes animais.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A determinação sexual em tartarugas marinhas depende da temperatura da areia onde os ovos estão sendo incubados durante o segundo terço do desenvolvimento embrionário (MROSOVSKY; PIEAU, 1991) tendo, portanto, influência do meio externo. Temperaturas altas produzem primariamente fêmeas e mais baixas produzem machos (EWERT; NELSON, 1991; MROSOVSKY, 1994). O intervalo de temperatura resultando em ambos os sexos no ninho é chamado de Intervalo de Temperatura Transicional (ITT), a temperatura constante de incubação que resulta em 50% de cada sexo é chamada de temperatura pivotal (PT) (MROSOVSKY *et al.*, 1984).

Os intervalos de temperatura encontrados em experimentos de laboratório indicam que ninhos incubados entre 24 °C e 33 °C emergem com sucesso (YNTEMA; MROSOVSKY, 1980; LIMPUS *et al.*, 1983). Estudos de diferentes espécies e populações de tartarugas marinhas têm demonstrado que a temperatura pivotal tem sido sempre encontrada por volta dos 29 °C (ACKERMAN, 1997). Conseqüentemente os fatores que produzem um intervalo de temperatura de incubação por volta dos 29 °C são vitais para assegurar a sobrevivência das populações. A temperatura é o fator abiótico responsável por cerca de 75% do sucesso dos ninhos (MATSUZAWA *et al.*, 2002).

Estimativas de sexagem de neonatos geralmente são feitas cruzando dados de temperaturas dos ninhos, tempo de incubação e análise histológicas de gônadas. Por questões logísticas e éticas (tartarugas marinhas estão ameaçadas de extinção), é desaconselhável sacrificar neonatos para determinar diretamente razões sexuais dos ninhos (BRODERICK *et al.*, 2001). Por estes e outros motivos, Marcovaldi *et al.* (1997); Godfrey e Mrosovsky (1997); Mrosovsky *et al.* (1999) e Godfrey *et al.* (1999), sugerem que o conhecimento da temperatura e tempo de incubação devem ser usados em uma variedade de praias para gerar predicções sobre a razão sexual dos neonatos de tartarugas marinhas. Assim, a estimativa indireta tem como grandes vantagens, um baixo custo operacional e não há a necessidade do sacrifício (REECE *et al.*, 2002).

O período de incubação dos ovos para as espécies *E. imbricata*, *C. mydas*, *C. caretta*, *L. olivacea* e *D. coriacea* pode variar entre 50 e 81 dias dependendo da

temperatura encontrada na areia da praia, quanto maior a temperatura menor o tempo de incubação até a emergência dos ninhos (HIRTH, 1980).

Uma tartaruga marinha deposita em média 119 ovos em cada desova (HIRTH, 1980). Essa grande massa de embriões ao final do período de incubação gera calor (calor metabólico), portanto a temperatura na camada de ovos é, conseqüentemente, superior ao da areia adjacente (KRAEMER, 1979; McGEHEE, 1979; MAXWELL *et al.*, 1988; MALONEY *et al.*, 1990; GODFREY *et al.*, 1997). O aumento do calor pode elevar a temperatura do ninho acima do limite viável e matar os embriões ou os neonatos que estão em fase pré-emergente (MATSUZAWA *et al.*, 2002).

De acordo com Gomes *et al.* (2006) os ninhos, dependendo do local onde foram depositados, apresentam diferenças nas condições de incubação, pois podem ser afetados pela ação da maré, estar envoltos de vegetação ou até mesmo estar presente em áreas de erosão eólica, resultando na formação de microambientes. Assim como a sazonalidade presente na região nordeste nos períodos de seca e chuva influencia na produção de macho e fêmeas, a umidade provavelmente atua como um fator controlador ou minimizante da temperatura da areia. Como forma de manejo, na Praia do Forte o Projeto TAMAR-ICMBio realiza irrigações de uma área de berçário durante os dias mais quentes do ano, com o intuito diminuir as elevadas temperaturas letais ao ninho e aumentar a taxa de sucesso dos ninhos (NAROMACIEL *et al.*, 1999).

### 3 OBJETIVO GERAL

Recolher dados de temperatura, umidade e tempo de incubação a fim de traçar um perfil preliminar de sua influência sobre *Eretmochelys imbricata* em uma área de desovas na Grande João Pessoa – PB, contribuindo para a criação de novas estratégias de manejo e conservação.

#### 3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1) Conhecer as temperaturas da areia em diferentes setores da praia e em diferentes profundidades;

2) Coletar as taxas de precipitação e analisar sua possível relação com a temperatura e o período de incubação, e a partir destes dados estimar a possível razão sexual dos neonatos;

3) Comparar os resultados obtidos com aqueles encontrados em outros locais, e analisar o efeito das variações de temperatura no sucesso reprodutivo das tartarugas.

#### 4 METODOLOGIA

A coleta de dados foi executada nas praias do Bessa e Intermares que fazem parte do litoral dos municípios de João Pessoa e Cabedelo respectivamente, estado da Paraíba na região nordeste do Brasil (S 07°03'33,4" e W 34°50'33,3") no período de dez/2007 a jul/2008 e dez/2008 a jul/2009.

Nestas praias é desenvolvido há oito anos o Projeto Tartarugas Urbanas pela Associação Guajiru, que tem como objetivos proteger atividades reprodutivas de tartarugas marinhas em áreas extremamente urbanizadas, das ações antropogênicas, aplicar técnicas de educação ambiental junto à população destas áreas, além de pesquisar a biologia e ecologia das populações que ali desovam.

Para determinar os pontos de coleta para o cumprimento dos objetivos propostos, foram usados os dados levantados pelo Projeto Tartarugas Urbanas, de acordo com protocolo de coleta de campo desenvolvido para áreas de reprodução como mostra a Figura 1.

PROJETO TARTARUGAS URBANAS	
Registro no. _____	Data: ____/____/____
Ninho no. _____	Nº de vivos: _____
Praia: _____	Natimortos: _____
Local: _____	Embriões: _____
Profundidade: A _____ B _____	Ovos Gorados: _____
CCC= _____ LCC= _____	% Sucesso: _____
<input type="checkbox"/> <i>In situ</i> <input type="checkbox"/> Transposto. <input type="checkbox"/> Berçário	Tempo de incubação: _____
<input type="checkbox"/> Assistido <input type="checkbox"/> Natural	Observação: _____
Observação: _____	

Figura 1 – Protocolo de coleta de campo com os dados reprodutivos das tartarugas de pente. Fonte: Projeto Tartarugas Urbanas, Associação Guajiru, 2006 – 2007.

A temperatura da areia foi tomada em seis pontos na área de desova. Para simplificar a escolha destes pontos, foram eleitos locais onde todos os anos há concentração de ninhos, além de incluir diferentes fisionomias da praia. Assim, os pontos selecionados são pontos estratégicos de desova e a coleta da temperatura próxima dos ninhos torna mais fidedigna a determinação indireta da razão sexual dos neonatos (Quadro 1; Figura 2).

Ponto	Coordenada geográfica	Descrição
P1	S 07°03'34,7" W 34°50'32,0"	Em frente ao Bar do Peixe Elétrico. Área com pouca vegetação, na base de uma duna e pode sofrer a ação da maré. Bessa – João Pessoa
P2	S 07°03'28,5" W 34°50'33,1"	Em frente à garagem do edifício residencial Príncipe das Dunas. Área com vegetação e não sofre ação da maré. Bessa – João Pessoa
P3	S 07°03'22,8" W 34°50'33,8"	Em frente do canal que escoar a água do mangue para o mar, antes do maceió. Área aberta sem vegetação e sujeita regularmente à ação da maré. Bessa – João Pessoa
P4	S 07°03'05,4" W 34°50'32,9"	Ao lado do poste XII. Área com vegetação e não está sujeita à ação de maré. Intermares – Cabedelo
P5	S 07°02'53,7" W 34°50'30,6"	Em frente do Bar do Surfista. Área aberta sem vegetação e pode sofrer a ação da maré. Intermares – Cabedelo
P6	S 07°02'48,5" W 34°50'29,1"	Em frente do edifício Residencial Shalon. Área com vegetação próxima e pode sofrer a ação da maré. Intermares – Cabedelo

Quadro 1 – Descrição dos pontos geográficos para a coleta dos dados

#### 4.1 OBTENÇÃO DA TEMPERATURA NOS PONTOS DE COLETA

Em todo período do estudo foi empregada a medição manual das temperaturas com o uso de um termômetro técnico de filamento de mercúrio da Incoterm, modelo 5173 (termômetro para solo, com escala interna de -25 a +60, capilar amarelo, enchimento a mercúrio (Hg), diâmetro de 17,5 mm ângulo 150°, divisão de escala 0,2° C e com limite de erro para menor que 0° C ± 0,4, entre 0° / 50° C ± 0,2, e maior que 50° C ± 0,3).

A expansão térmica do mercúrio é uniforme, prestando-se bem para medidas de temperatura entre  $-30^{\circ}$  e  $+320^{\circ}$  C, e a leitura se torna clara devido à aparência metálica (PIRES *et al.*, 2006).

A coleta de dados em cada ponto seguiu o seguinte protocolo:

- a) Medição das temperaturas diariamente durante o período de dez/2007 a jul/2008 e dez/2008 a jul/2009, a começar das 7 horas da manhã, a 30 e 60 cm de profundidade, pois esta é a profundidade média em que se encontra o topo e o fundo da câmara de ovos, respectivamente:
  - para 30 cm – Cavou-se uma cova de aproximadamente 20 cm de diâmetro com o auxílio de uma pá de jardinagem e parte do termômetro foi enterrado, após 1,5 minuto, tempo necessário para estabilizar a temperatura, anotou-se a temperatura coletada,
  - para 60 cm – Cavou-se uma cova distando aproximadamente 20 cm do lado direito da cova de 30 cm, e seguiu-se o mesmo procedimento que o anterior.

Também foi medida a temperatura a cada 3 horas uma vez por mês, por um período de 24 horas consecutivas, para fins de calibração da coleta de dados. As coletas para calibração foram realizadas nos pontos P1, P4 e P5. Estes pontos foram escolhidos devido a sua fisionomia (Quadro 1). Assim, se pôde analisar a variação máxima e mínima da temperatura na areia ao longo do dia, taxas que determinam a sexagem das tartarugas ou a morte prematura, e a taxa de acúmulo de calor nas áreas ao longo do dia.



Figura 2 – Imagem dos pontos de coleta – Bessa/Intermares  
 Fonte: GOOGLE Earth, version 4.2: satellite's image software.  
 Copyright 2006.

#### 4.2 VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS

Os dados de precipitação utilizados são da Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AES/A) do posto de monitoramento de João Pessoa/DFAARA (Delegacia Federal da Agricultura, Abastecimento e da Reforma Agrária – DFAARA) cuja localização é próxima dos pontos de coleta da temperatura dos ninhos (S 07°04'59,8" W 34°49'59,8").

Os dados compreendem os 16 meses de estudo podendo assim analisar a variação da precipitação neste período e juntamente com as temperaturas coletadas inferir de forma indireta a sexagem dos neonatos e o sucesso reprodutivo para a tartaruga-de-pente.

#### 4.3 DETERMINAÇÃO DA SEXAGEM

Para a determinação da sexagem dos neonatos foi analisado de forma manual a temperatura média da areia no  $\frac{2}{3}$  do período de incubação (PI). Ou seja, *a priori* foi estabelecido um intervalo entre a data da postura dos ovos até a sua

eclosão, em seguida um segundo intervalo foi calculado dentro do período total de incubação (por exemplo: 60 dias de PI total → do 21º ao 40º dia representa o  $\frac{2}{3}$  do PI). A temperatura analisada para cada ninho a fim de definir a sexagem dos neonatos foi baseada a partir da proximidade ninho x ponto de coleta.

A temperatura pivotal foi baseada nos estudos de Mrosovsky (1999) que estimaram a temperatura pivotal de 29,6 °C para a tartaruga-de-pente na Bahia. Ackerman (1997) através de estudos em populações de tartarugas marinhas demonstrou que a temperatura pivotal tem sido sempre encontrada por volta dos 29 °C. Sendo assim, os ninhos estudados com temperaturas observadas entre 29,0 °C e 29,6 °C foram considerados ninhos de sexagem mista tendendo a razão de 1:1. Acima de 29,6 °C tendência para aumento do número de fêmeas, abaixo de 29,0 °C tendência para formação de machos.

#### 4.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados de temperatura foram planilhados no *Microsoft Office Excel 2003 versão 11.8* para cálculo e análise das médias, correlações, interpretações e formulação gráfica. Um segundo tratamento dos dados foi por meio dos softwares *StatPlus 2008 versão Trial* e *BioEstat versão 5.0*. No *StatPlus* foi executado Testes F de Variância para Duas Amostras entre as médias e os pontos amostrais dos anos estudados, e a confirmação da normalidade dos dados pelo teste de Kolmogorov-Smirnov/Lilliefor<sup>1</sup>. O *BioEstat* estabeleceu a significância (*p-valor*) dos dados analisados no *Microsoft Excel 2003*.

---

<sup>1</sup> O teste de Kolmogorov-Smirnov pode ser aplicado para testar se a característica estudada da amostra é oriunda de uma população com distribuição normal. O teste é de execução simples, quando comparado ao qui-quadrado, e baseado na maior diferença absoluta entre a frequência acumulada observada e a estimada pela distribuição normal.

## 5 RESULTADOS

### 5.1 DADOS DE TEMPERATURA E PLUVIOSIDADE

Em dezembro/2008 a temperatura máxima encontrada foi de 30,8° C e a mínima de 27,4° C. No ano anterior para esse mês a máxima encontrada foi de 31,8° C com mínima de 28,6° C. Em dezembro/2007 a AESA registrou um índice pluviométrico mensal de 8,2 mm, já em dezembro/2008 este índice alcançou os 57,7 mm. A Figura 3 apresenta as médias em cada ponto de coleta para o mês de dezembro no ano de 2007 e 2008 evidenciando a queda da temperatura na maioria dos pontos de coleta, exceção dos pontos 5 e 6 a 30 cm, e ponto 5 a 60 cm de profundidade.

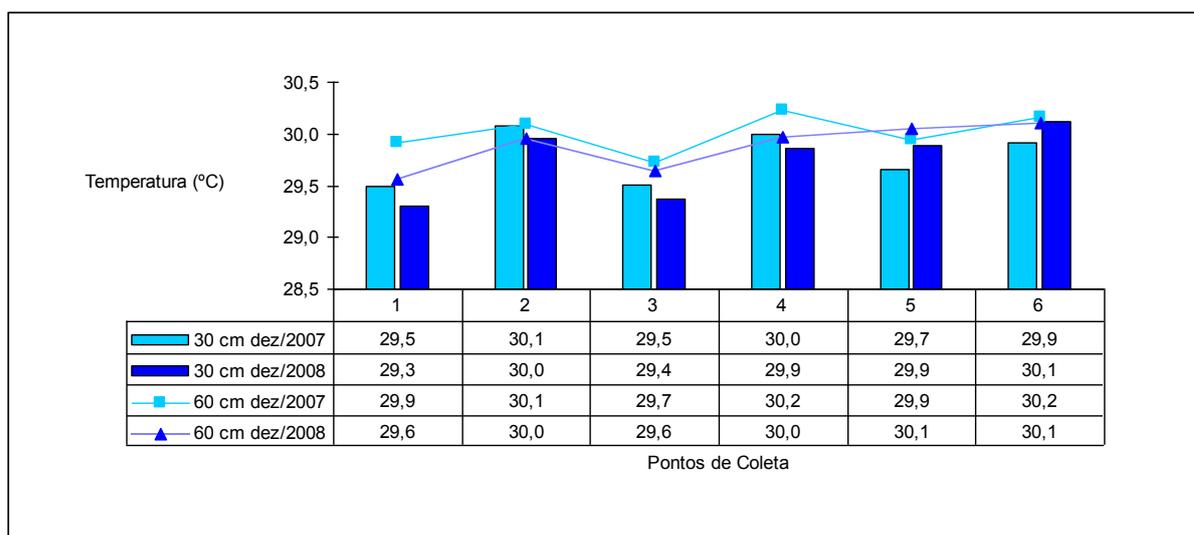


Figura 3 – Média da temperatura nos pontos de coleta para os meses de dezembro/2007 e dezembro/2008 a 30 e 60 cm de profundidade.

A temperatura máxima encontrada para janeiro/2009 foi de 31,2 °C com mínima de 27,2 °C, a média mensal foi de 29,9 °C ± 0,6, enquanto que em janeiro/2008 a temperatura máxima foi de 32,0 °C e a mínima de 26,2 °C, a média mensal foi de 29,7 °C ± 1,1. A diferença entre os desvios-padrão demonstra uma maior regularidade na precipitação de janeiro/2009 em relação ao ano anterior.

A pluviosidade do mês de janeiro/2008 foi de 80,6 mm enquanto que em janeiro/2009 a pluviosidade foi de 57,7 mm, igual a dezembro/2008, porém menor que a do ano anterior. A Figura 4 mostra a variação média mensal para o mês entre os anos. A temperatura média em janeiro/2009 a 30 cm de profundidade foram maiores que as de janeiro/2008 para todos os pontos de coleta. O mesmo perfil ocorre para as temperaturas a 60 cm de profundidade, exceto para os pontos 3 e 4 que foram iguais.

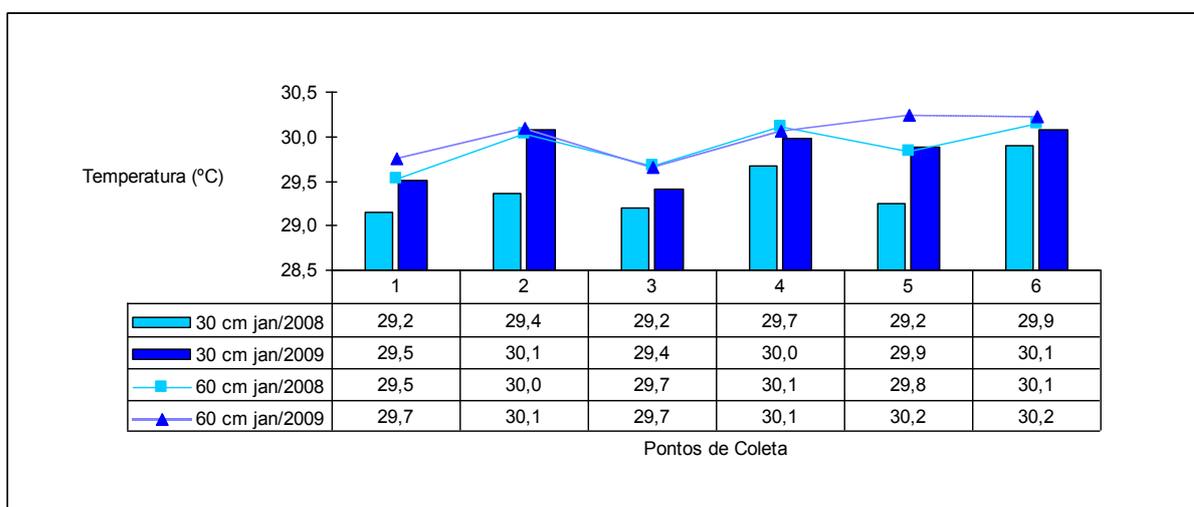


Figura 4 – Média da temperatura nos pontos de coleta para os meses de janeiro/2008 e janeiro/2009 a 30 e 60 cm de profundidade.

As temperaturas diárias no mês de fevereiro/2009 não ultrapassaram os 30,6 °C e chegaram a apresentar valor mínimo de 25,6 °C devido o maior volume de chuvas ocorridas no terceiro decêndio do mês, onde as temperaturas diminuíram apresentando-se em média abaixo da temperatura pivotal (máxima no intervalo de 21/02 a 28/02 = 29,4 °C, média de 27,7 °C  $\pm$  0,8); a temperatura média mensal foi de 28,9 °C  $\pm$  1,0. Em todos os pontos de coleta, para as profundidades de 30 e 60 cm, as temperaturas médias são menores ou iguais a temperatura pivotal (Figura 5).

Em fevereiro/2008 as temperaturas mensais se encontravam, em média, acima dos 30,4 °C  $\pm$  0,6 com máxima de 32,0 °C sendo juntamente com o mês de janeiro e março de 2008 aqueles com as mais elevadas taxas de temperaturas encontradas no ano (Figura 5).

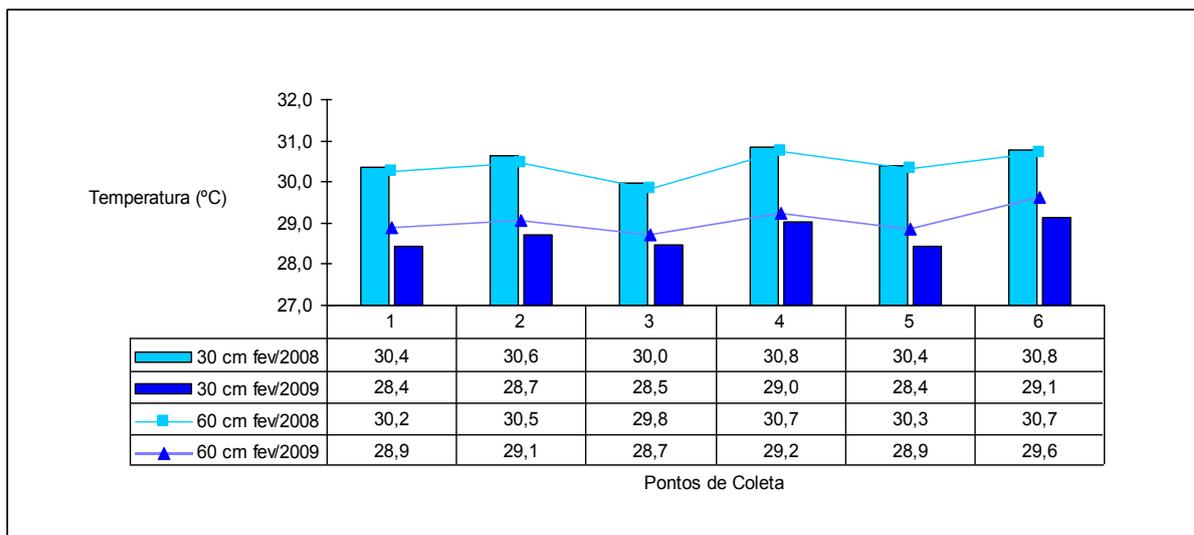


Figura 5 – Média da temperatura nos pontos de coleta para os meses de fevereiro/2008 e fevereiro/2009 a 30 e 60 cm de profundidade.

No mês de março/2009 a precipitação foi regular embora não ultrapassasse os 130 mm, a temperatura média mensal foi de 29,6 °C,  $\pm 1,0$ . A temperatura máxima encontrada foi de 31,4 °C e a mínima de 26,2 °C. O mês de março/2008 registrou temperaturas altas e uma média mensal de 30,2 °C  $\pm 1,4$ , mas com a alta precipitação (299,3 mm) no decêndio final, o mês registrou uma temperatura mínima de 26,0 °C. A média da temperatura nos pontos de coleta foram maiores que as de março/2009 para as profundidades de 30 e 60 cm (Figura 6).

Em abril/2008 as chuvas foram mais regulares que em abril/2009. Em abril/2008, a média mensal foi de 28,5 °C  $\pm 0,8$ , com a máxima de 30,4 °C e mínima de 25,8 °C. A temperatura média mensal em abril/2009 foi de 28,6 °C  $\pm 1,5$ , máxima encontrada de 31,4 °C (maior temperatura diária encontrada no ano – mar/abril) e mínima de 24,2 °C. Nos pontos 5 e 6 a 30 cm de profundidade e nos pontos 1, 3, 4, 5 e 6 a 60 cm de profundidade a temperatura média foi maior que a do ano de 2008. (pluviosidade: abril/2008 = 313,5 mm; abril/2009 = 540,4 mm). Na Figura 7 observa-se a variação da temperatura nos seis pontos para abril de 2008 e 2009.

Nos meses de maio, junho e julho de 2009 as temperaturas não ultrapassaram os 30,0 °C, a temperatura mínima registrada foi de 23,0 °C (julho) e temperaturas médias mensais de 26,6 °C  $\pm 1,1$ , 25,8 °C  $\pm 1,5$  e 24,7 °C  $\pm 0,6$ , respectivamente, menores que as observadas para o mesmo período de 2008, exceto no mês de junho, sendo, respectivamente, 27,5 °C  $\pm 1,0$ , 25,7 °C  $\pm 1,8$  e 25,1

$^{\circ}\text{C} \pm 0,9$ . De maio a julho de 2009 os índices pluviométricos registrados foram de 521,2 mm (maio), 303,9 mm (junho) e 426,9 mm (julho) enquanto que para o mesmo período de 2008 a pluviosidade foi de 335,7 mm, 397,4 mm 328,6 mm, respectivamente. A variação da temperatura média nos pontos de coleta de maio a julho para 2008 e 2009 é mostrada na Figura 8, 9 e 10, respectivamente.

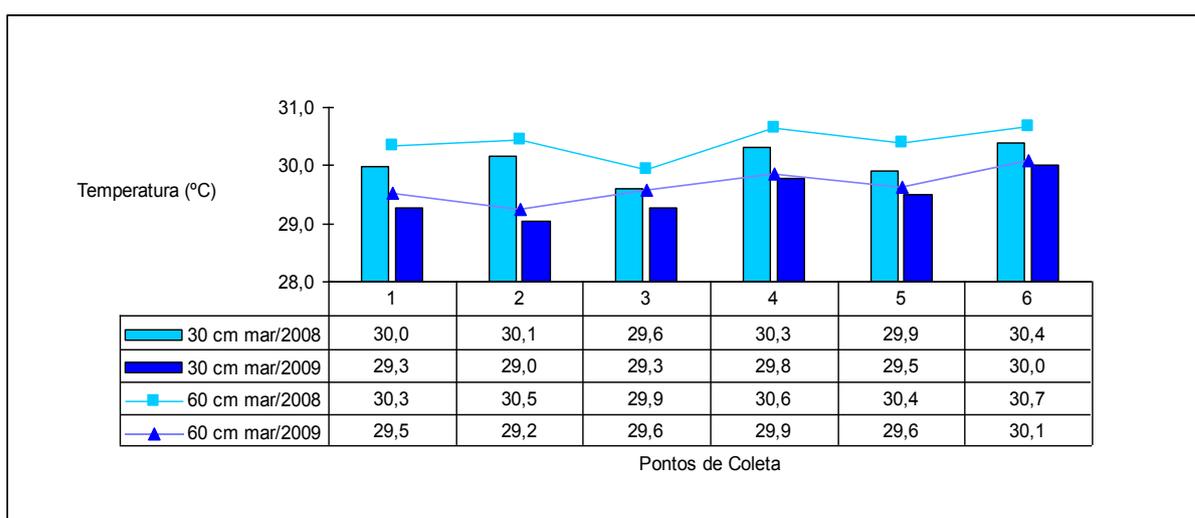


Figura 6 – Média da temperatura nos pontos de coleta para os meses de março/2008 e março/2009 a 30 e 60 cm de profundidade.

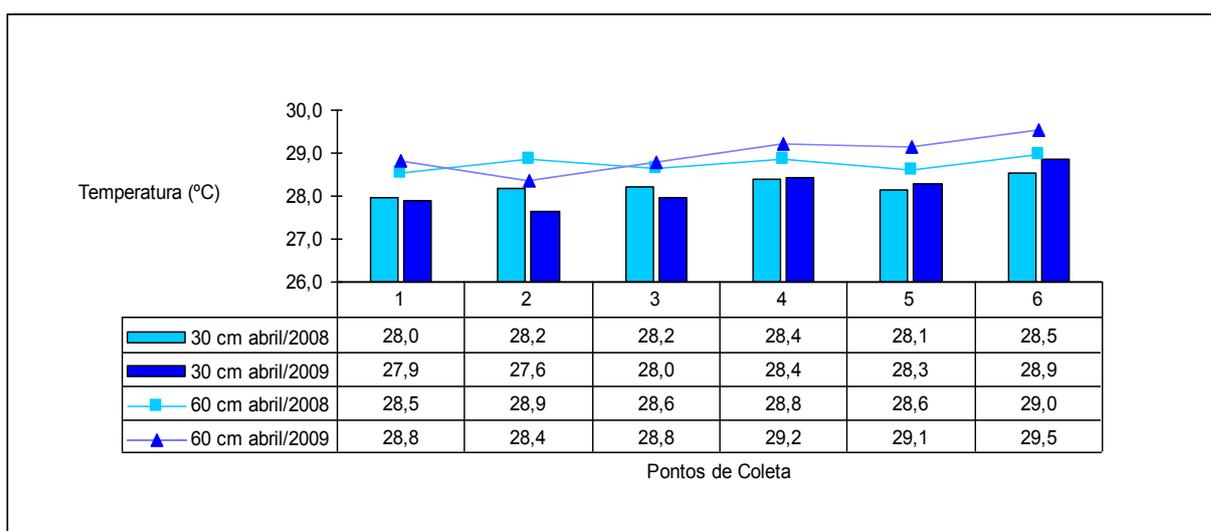


Figura 7 – Média da temperatura nos pontos de coleta para os meses de abril/2008 e abril/2009 a 30 e 60 cm de profundidade.

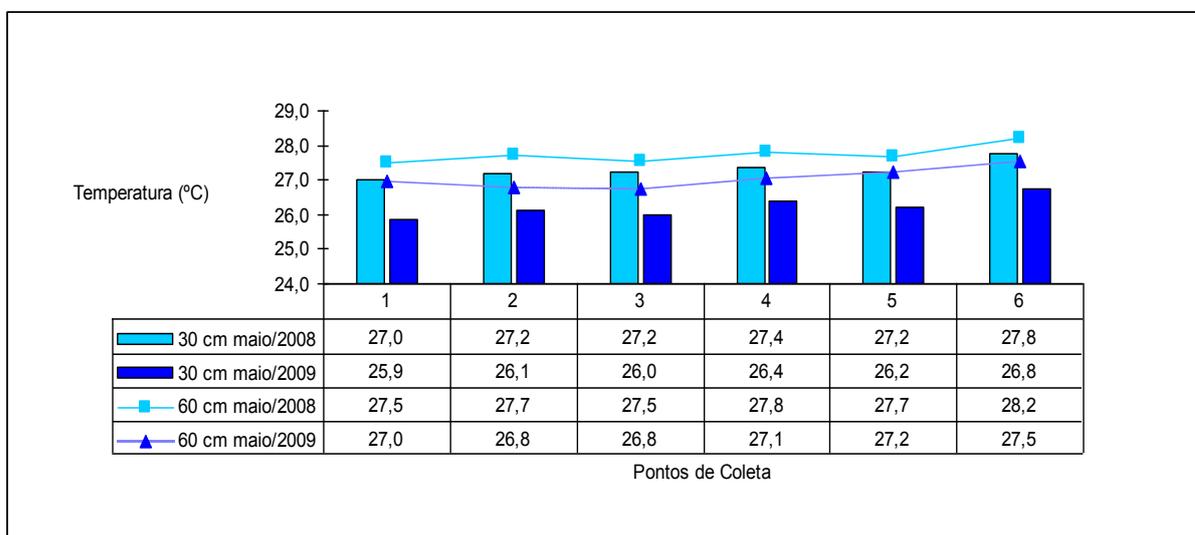


Figura 8 – Média da temperatura nos pontos de coleta para os meses de maio/2008 e maio/2009 a 30 e 60 cm de profundidade.

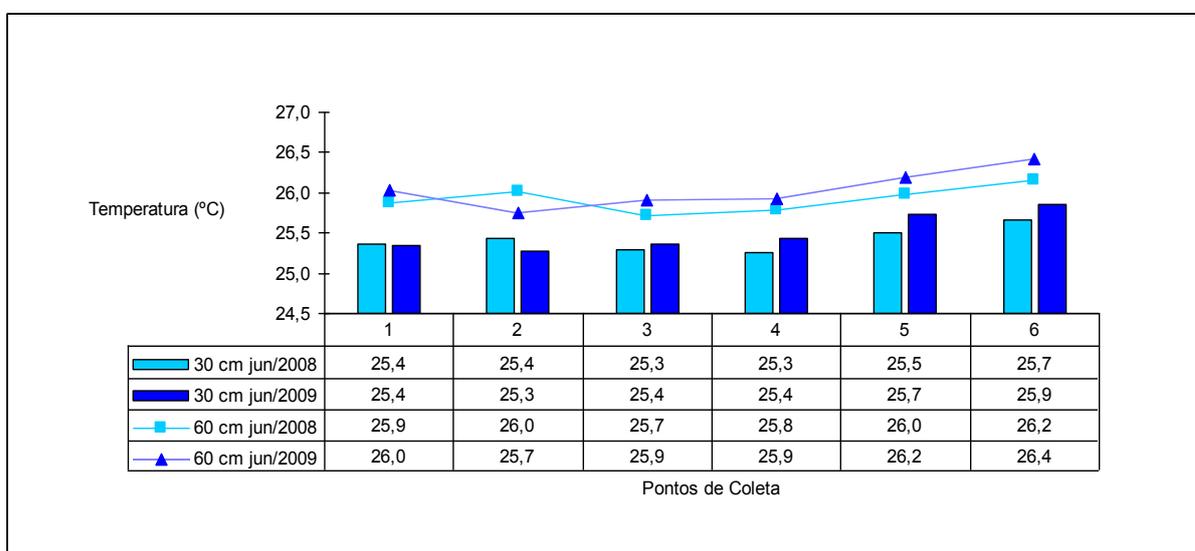


Figura 9 – Média da temperatura nos pontos de coleta para os meses de junho/2008 e junho/2009 a 30 e 60 cm de profundidade.

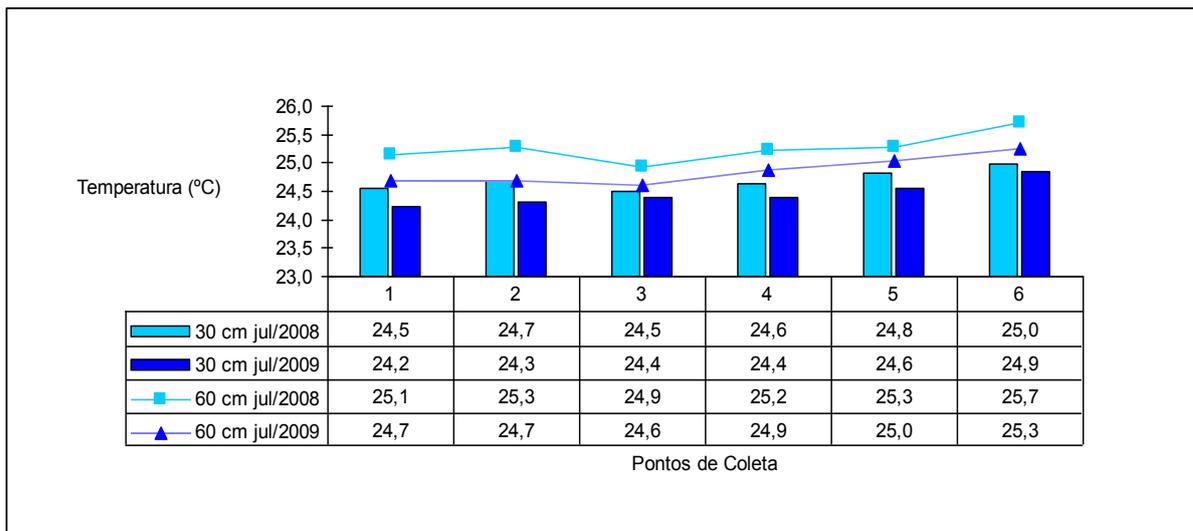


Figura 10 – Média da temperatura nos pontos de coleta para os meses de julho/2008 e julho/2009 a 30 e 60 cm de profundidade.

Comparando os dados mensais de temperatura de 2009 com os do ano anterior verifica-se que não há diferença significativa na temperatura (Teste F de Variância com  $\alpha = 5\%$ ,  $H_0 =$  médias iguais) em todos os pontos de coleta ( $p > 0,05$ ), exceto para os meses de fevereiro e abril. Nestes dois meses a temperatura em toda a área apresenta diferença significativa entre os anos estudados ( $p \leq 0,0028$ ). A Figura 11 mostra a variação geral da temperatura durante os meses de coleta para 2008 e 2009 na área estudada, respectivamente.

Os valores de correlação (de Pearson; distribuição normal) entre as temperaturas a 30 e 60 cm de profundidade nos pontos amostrais (P1 a P6) para 2008 e 2009 mostraram-se elevados, sendo, em média,  $r = 0,971 \pm 0,003$  ( $p < 0,0001$ ) e  $r = 0,977 \pm 0,002$  ( $p < 0,0001$ ), respectivamente, logo, a variação da temperatura a 30 e 60 cm de profundidade na área de estudo é diretamente proporcional.

Analisando as temperaturas a 30 e 60 cm do ano de 2008 através do Teste F de Variância ( $\alpha = 5\%$ ) observou-se que os pontos 1, 2 e 6 apresentam temperaturas diferentes entre as profundidades (com  $p < 0,04$ ) enquanto que os pontos 3, 4 e 5 as temperaturas não mostraram diferença significativa (com  $p > 0,07$ ). Já nas temperaturas de 2009 as profundidades de todos os pontos apresentaram diferença significativa com  $p < 0,01$ . Comparando as médias entre os anos o Teste de Variância mostrou que somente os pontos 3 e 5 à 30 cm de profundidade apresentam diferença significativa entre os anos (com  $p < 0,01$ ).

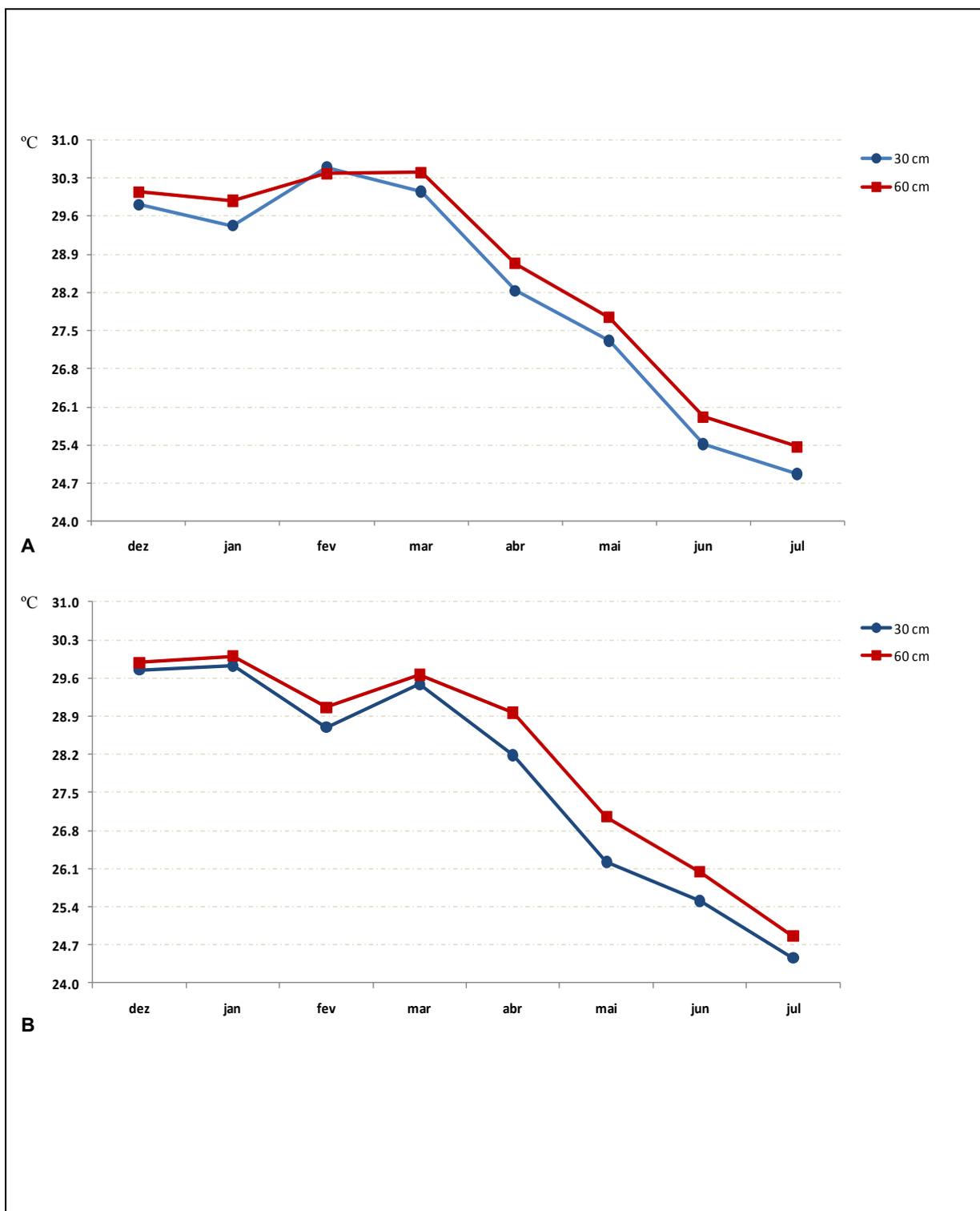


Figura 11 – Variação média da temperatura na área de estudo no período de dez/2007 a jul/2008 (A) e dez/2008 a jul/2009 (B).

A variação da temperatura no período de 24 horas realizado na calibração com a coleta a cada 3 horas é observada na Figura 12. Verificou-se que em 2008 os meses com as maiores médias foram fevereiro e março,  $30,9^{\circ}\text{C}$  ( $\pm 0,6$ ) e  $31,2^{\circ}\text{C}$  ( $\pm 0,5$ ), com temperatura máxima encontrada de  $32,2^{\circ}\text{C}$  (pontos 1 e 5) e  $32,0^{\circ}\text{C}$  (ponto 4 e 5), respectivamente. A mínima variou entre  $25,1^{\circ}\text{C}$  ( $\pm 0,3$ ) e  $24,8^{\circ}\text{C}$  ( $\pm 0,4$ ), em média, nos meses de junho e julho, respectivamente, chegando a  $24,0^{\circ}\text{C}$  no ponto 4 (julho). No ano de 2009, março apresentou a maior média para o período de calibração,  $30,3^{\circ}\text{C}$  ( $\pm 0,4$ ), (em fevereiro a média foi de  $28,7^{\circ}\text{C} \pm 0,9$ , com mínima chegando a  $26,2$  no ponto 1 e máxima de  $30,2^{\circ}\text{C}$  no ponto 4). Maio e julho registraram as menores médias sendo  $24,7^{\circ}\text{C} \pm 0,4$  e  $24,3^{\circ}\text{C} \pm 0,3$ , respectivamente, e com mínimas de  $24,0^{\circ}\text{C}$  durante as 24 horas.

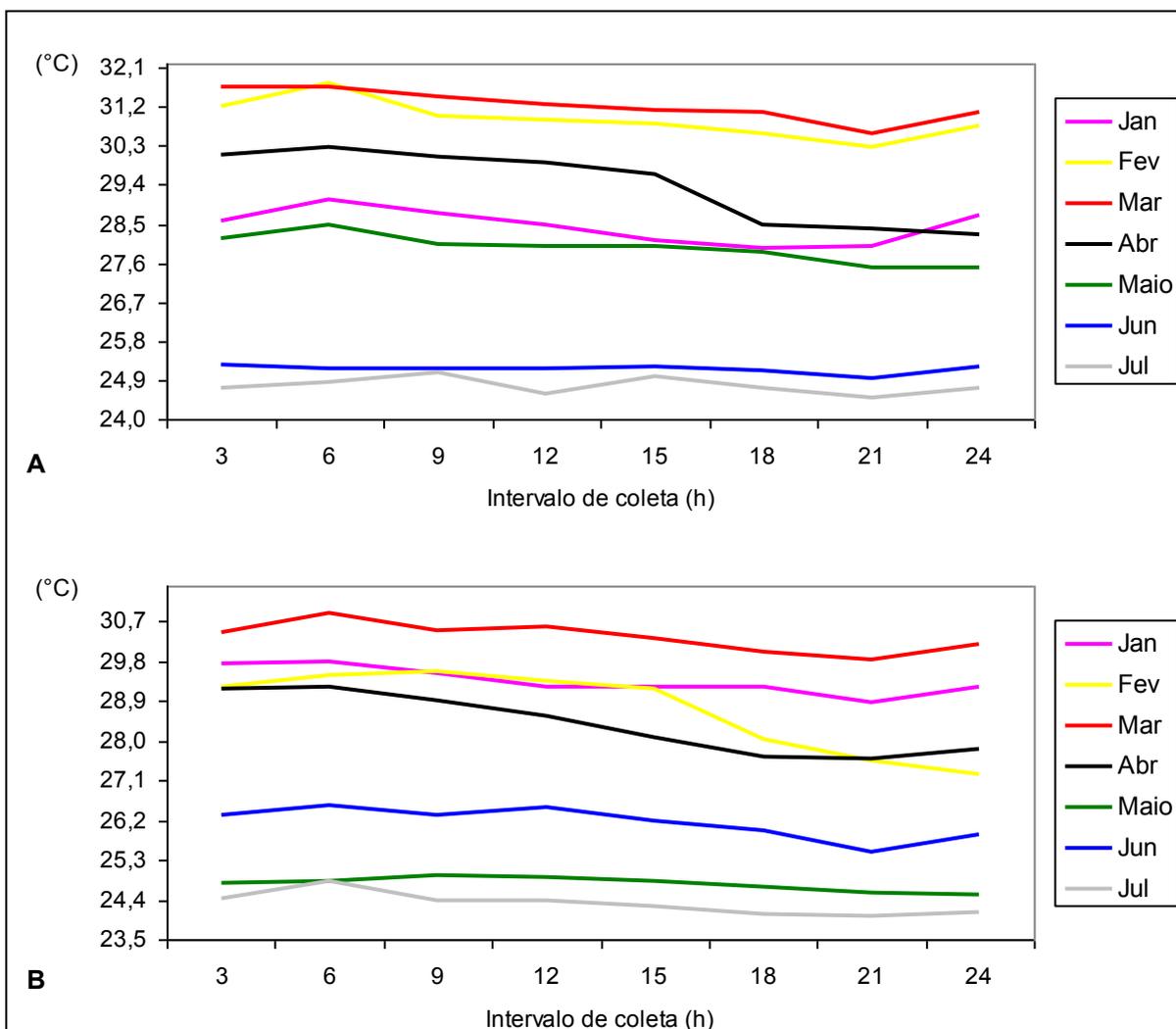


Figura 12 – Variação média da temperatura de janeiro - jul/2008 (A) e janeiro - jul/2009 (B) no período de 24 horas nos três pontos de calibração (pontos 1, 4 e 5) da área de estudo.

Como já mencionado, a pluviosidade durante o segundo ano de coleta (dez/2008 a jul/2009) superou os valores do ano de dez/2007 a jul/2008. A Figura 13 mostra a relação entre a variação das chuvas na área de estudo para os anos de 2008 e 2009 com a média de temperatura da área. Os valores de correlação entre temperatura e pluviosidade são:  $r = -0,65$  com  $p=0,08$  para 2009 e  $r = -0,73$  com  $p=0,03$  para 2008. Observa-se que temperatura e pluviosidade são inversamente proporcionais, ou seja, à medida que aumenta a pluviosidade há uma diminuição na temperatura. Precipitações maiores que 200 mm em 2008 ocorreram entre março a julho, em 2009 no mês de fevereiro e de abril a julho. Na Figura 14 pode-se observar à variação da pluviosidade de 2006 a 2009.

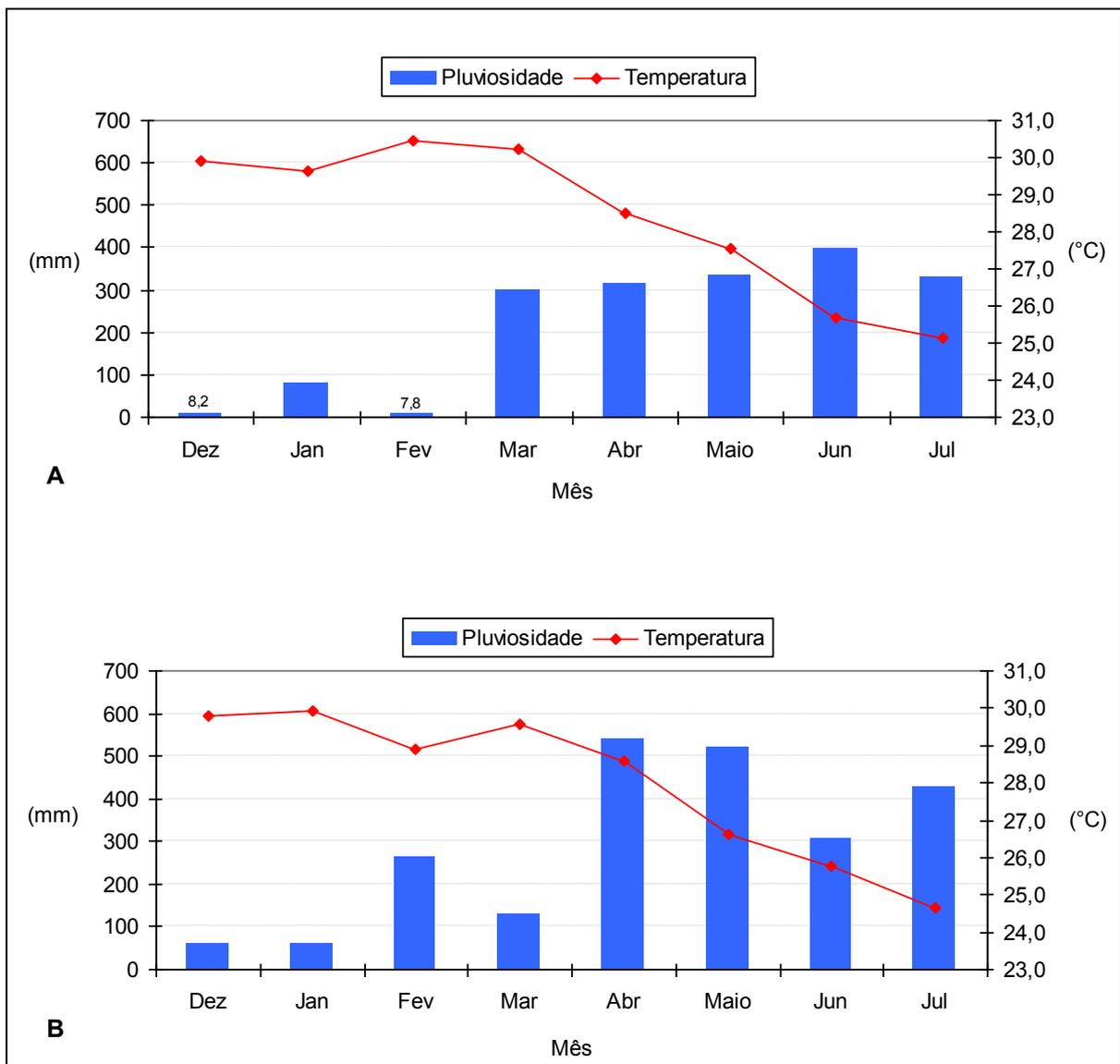


Figura 13 – Relação entre a variação da pluviosidade e temperatura da área de estudo o período de dez/2007 a jul/2008 (A) e dez/2008 a jul/2009 (B).

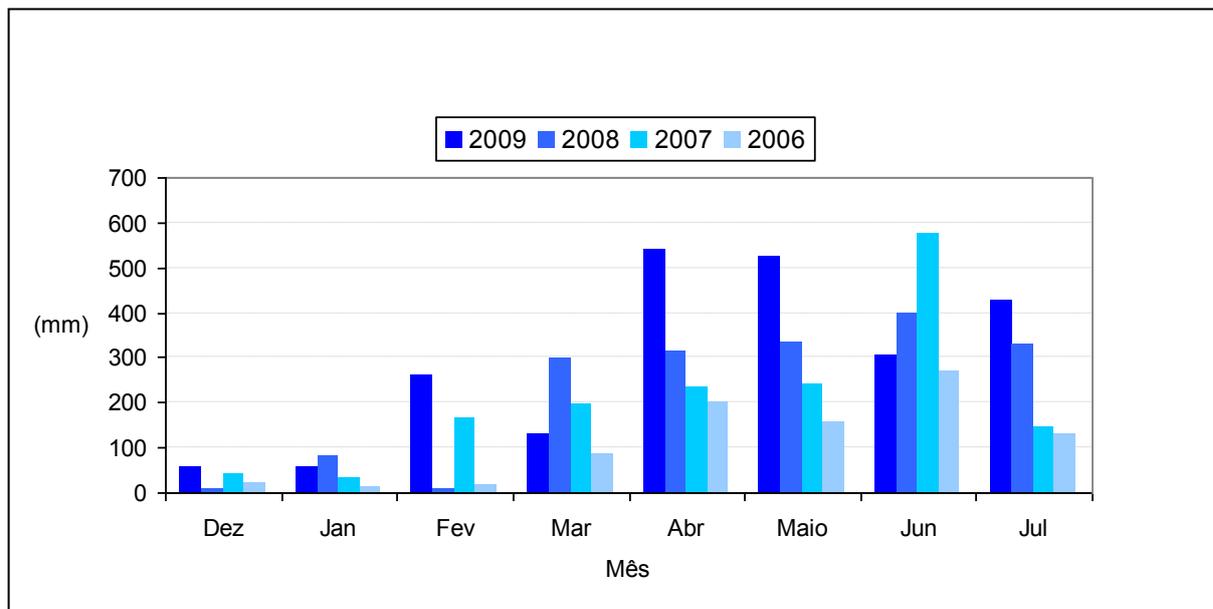


Figura 14 – Variação da pluviosidade na da área de estudo entre os anos de 2006 e 2009. Posto de monitoramento AESA – DFAARA João Pessoa.

## 5.2 DADOS DOS NINHOS

Para o período de dezembro/2007 a julho/2008 foram analisados 70 ninhos sendo que 65 deles encontravam-se na área de estudo, três foram perdidos por ação natural da maré ou por ação humana. Outros cinco ninhos foram adicionados no estudo devido às características da área de desova serem semelhantes as da área de estudo. Nas coletas do período de dezembro/2008 a julho/2009 foram analisados 77 ninhos, dos quais 4 também foram perdidos.

As primeiras desovas registradas na área de estudo em 2009 ocorreram em janeiro, com pico de desova no mês de março (33 ninhos), enquanto que no ano anterior a temporada se iniciou em dezembro de 2007, com pico de desova no mês de fevereiro/2008 (20 ninhos).

A média de ovos por ninho foi de  $140 \pm 35$  em 2008 e  $144 \pm 25$  ovos em 2009. A média de dias de incubação dos ovos foi de 55 dias ( $\pm 3$ ) para 2008, e 56 dias ( $\pm 4$ ) para 2009, podendo esse período ultrapassar os 65 dias no período chuvoso, característica comum nesses dois anos.

O número total de ovos, de neonatos e de ninhos por sexagem para os dois anos de coleta está representado na Tabela 1. No ano de 2009 observou-se uma

maior quantidade de ovos incubados, de nascimento, de ninho macho e misto (razão de 1:1) que o ano anterior.

Tabela 1 – Dados quantitativos dos ninhos das praias do Bessa e Internares nos anos de 2008 e 2009.

Dados	Dez/2007 – Jul/2008	Dez/2008 – Jul/2009
Ninho - macho (M)	11	20
Ninho - fêmea (F)	27	18
Ninho - misto (M/F)	29	35
Ovos depositados	9.352	10.496
Emergência de neonatos	6.309	7.928

Verificou-se também em 2009 que dois ninhos no mês de fevereiro as temperaturas indicaram nascimento de neonatos macho (diferentemente do observado em 2008). O nascimento de fêmeas para área estudada no ano de 2008 foi do mês de janeiro até o segundo decêndio de fevereiro, e de neonatos machos a partir de abril. Em 2009 o nascimento de neonatos fêmeas foi observado no segundo e terceiro decêndio de fevereiro, estendendo-se ao primeiro decêndio de março, e a partir do decêndio final deste mês o nascimento de machos. As Figuras 15 e 16 mostram a sexagem dos neonatos de acordo com a temperatura do segundo terço do período de incubação para os dois anos de estudo.

Como nos ninhos mistos considera-se 50% de neonatos para cada sexo, dos 6.309 neonatos do ano de 2008, estima-se que 2.629 foram machos e 3.680 foram fêmeas (Figura 17). A temporada de 2009 dos 7.928 neonatos estima-se que 4.287 foram machos e 3.641 foram fêmeas (Figura 18).

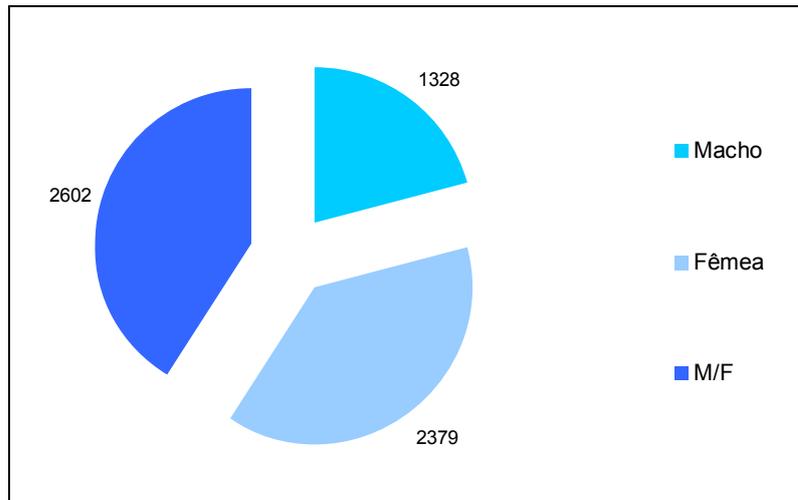


Figura 15 – Estimativa de filhotes para cada sexo, dentro dos grupos de ninho macho, fêmea e macho/fêmea nas praias do Bessa e Intermares no ano de 2008.

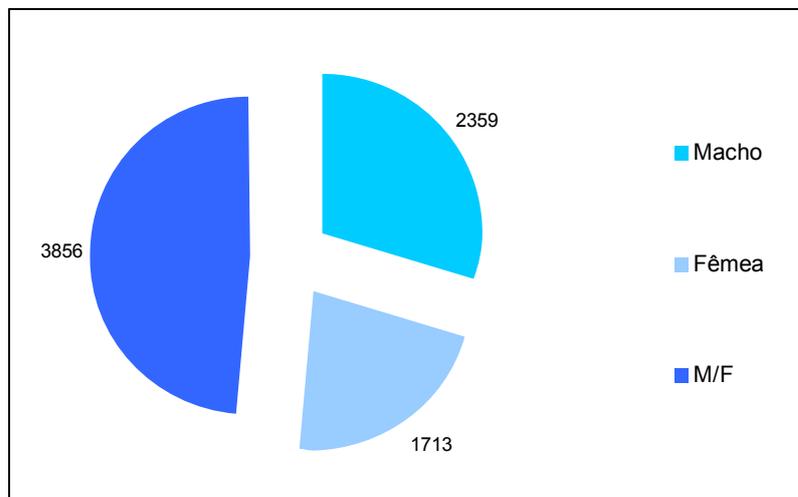


Figura 16 – Estimativa de filhotes para cada sexo, dentro dos grupos de ninho macho, fêmea e macho/fêmea nas praias do Bessa e Intermares no ano de 2009.

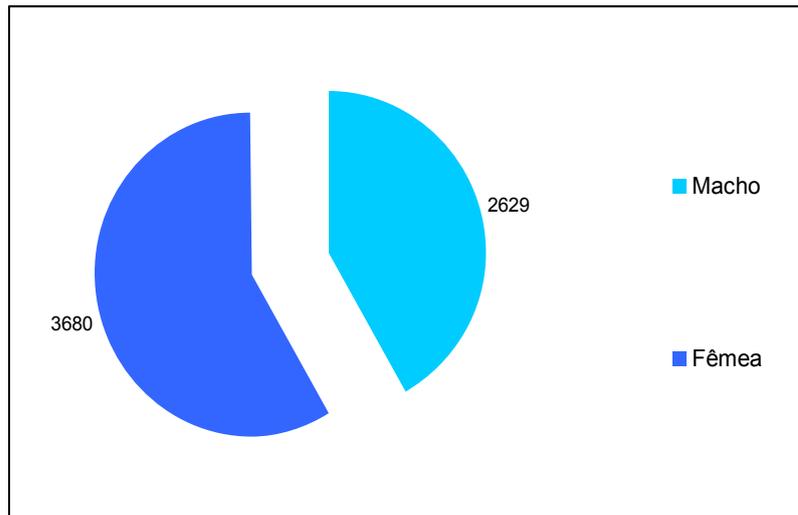


Figura 17 – Número estimado de neonatos macho e fêmea a partir dos grupos de ninho macho, fêmea e macho/fêmea da praia do Bessa e Intermares no ano de 2008.

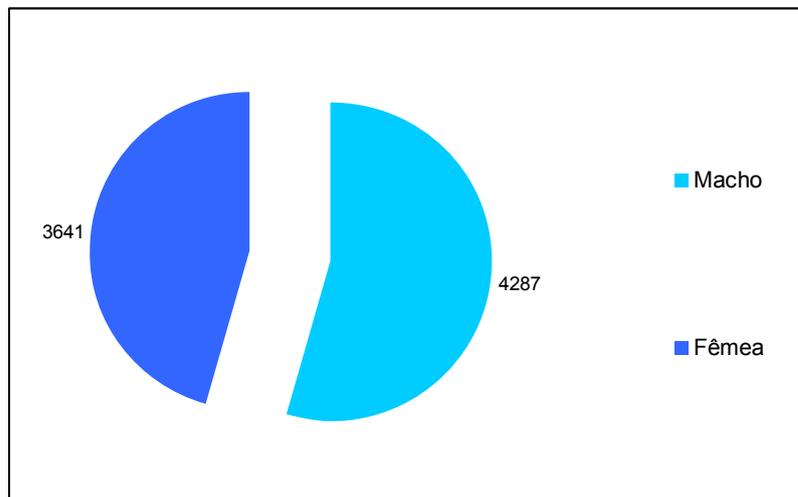


Figura 18 – Número estimado de neonatos machos e fêmeas a partir dos grupos de ninho macho, fêmea e macho/fêmea da praia do Bessa e Intermares no ano de 2009.

## 6 DISCUSSÃO

A costa paraibana historicamente apresenta uma predominância na sexagem de neonatos fêmea, pelas altas temperaturas típicas do verão nordestino como mostra os resultados obtidos por Piccinini (2008), e também pelos resultados para a temporada de 2008 deste estudo. Segundo Naro-Maciel (1999) há uma tendência para uma maior produção de fêmeas em tartaruga-de-pente na Bahia, e de acordo com o Projeto TAMAR/ICMBIO/Fundação Pró-Tamar (2009) 90% dos nascimentos de *Caretta caretta* (tartaruga cabeçuda) na Bahia são fêmeas. No entanto, no ano de 2009 a estimativa indica um maior número de neonatos machos no litoral paraibano. As temperaturas durante o segundo terço de incubação na área resultaram menores ou iguais à temperatura pivotal utilizada para definição da sexagem (entre 29,0° C e 29,6° C ninhos mistos, acima de 29,6° C ninhos com estimativa para fêmea, e abaixo de 29,0° C ninhos com estimativa para machos).

Foi verificado que as temperaturas mais altas são para os meses de dezembro a março, período do verão brasileiro, mas também é um período de ocorrência de chuvas tropicais na região litorânea. Em 2009 houve, no geral, uma queda nas temperaturas coletadas em relação ao mesmo período do ano anterior (dez/2007 a jul/2008) devido à alta pluviosidade, tais diferenças entre os anos se mostraram significativas para os Pontos de Coleta 3 e 5. Nestes dois pontos as temperaturas no topo dos ninhos (a 30 cm de profundidade) foram distintas. Este resultado está relacionado não somente a pluviosidade, mas também à fisionomia da área, pois são os únicos pontos amostrais localizados em áreas abertas, sem vegetação e com influencia da zona de maré, já os demais pontos estão localizados na região de berma praial, próximo ou dentro da vegetação. Tal fato demonstra a necessidade de conservação das características naturais nas zonas costeiras (dunas, vegetação), pois garantem a estabilidade no ecossistema litorâneo de forma a não permitir perturbações que saiam do limite intermediário necessário para se manter a diversidade ecológica. No caso da temperatura da areia, as formações de dunas e vegetações garantem que a variação sazonal do clima se mantenha em valores ótimos para a incubação dos neonatos.

As temperaturas do litoral da Grande João Pessoa favorecem o desenvolvimento e emergência dos ninhos entre 50 e 56 dias para uma temperatura

média da areia variando entre 31° C e 28° C, intervalos de incubação superiores a 57 dias são registrados geralmente para temperaturas menores que 28° C. Nos últimos dois anos não foi verificado intervalo de incubação superior aos 70 dias. O número de dias de incubação age como um indicador da sexagem do ninho, pois o prolongamento da eclosão dos ovos é uma evidencia da baixa temperatura na areia e consequentemente a estimativa de nascimento de neonatos machos.

Taxas de temperatura encontradas durante os dois anos de coleta juntamente com os resultados encontrados por Piccinini (2008) nos anos de 2006 e 2007 podem ter sido influenciadas por padrões climáticos anômalos como exemplo do La Niña, alterando o volume de chuva e a temperatura do ar, e consequentemente da areia. Além disso, para se afirmar a necessidade de manejo dos ninhos como a translocação dos mesmos para áreas com temperaturas adequadas ou técnicas para se propiciar aumento do sucesso reprodutivo, é mais recomendável que se faça estudos da temperatura e outros fatores ambientais ao longo de várias estações reprodutivas, evitando assim que técnicas de mitigação mal elaboradas estimulem uma desproporção entre machos e fêmeas, prejudicando ainda mais a condição de ameaça em que se encontra a espécie.

O sucesso reprodutivo entre os anos de 2008 e 2009 também se diferenciaram, sendo 67,4% e 75,5%, respectivamente, a taxa de sucesso reprodutivo encontrado por Piccinini (2008) para o litoral paraibano em anos anteriores foi de 70% para 2007 e 76% para 2006. Este autor também mostra no mesmo trabalho que quando ocorre uma precipitação média por volta de 200 mm ao mês as temperaturas da areia podem baixar até 2°C ou mais o que pode induzir a produção de ninhos de sexagem mista ou mesmo de machos (PICCININI, 2008).

Godfrey e seus colaboradores (1999) relatam que estações chuvosas podem afetar a temperatura da areia na profundidade onde o ninho se encontra alterando a proporção sexual. Em 2009 a precipitação ultrapassou os 2.200 mm enquanto que no ano anterior ficou por volta de 1.700 mm, a diferença na pluviosidade propiciou a sexagem distinta entre os anos. Podemos observar que os meses de fevereiro e abril, por exemplo, apresentaram índices pluviométricos alternados entre 2008 e 2009. Esta variação ocorreu especificamente no período em que se encontra o maior número de desovas de tartarugas na área de estudo. A alta concentração de chuva nos meses de pico de desovas, como ocorreu em 2009, resultou em índices maiores na tendência de nascimento de neonato macho. De acordo com Houghton

*et al.* (2007) estudos avançados de modelos de previsão de chuvas podem contribuir para melhorar as estimativas populacionais em modelos demográficos. Assim, conhecer previamente os padrões pluviométricos do litoral paraibano para os próximos anos irá contribuir para se trabalhar em estratégias de manejo na população de neonatos fêmeas, já que o litoral paraibano historicamente é uma área de nascimento deste gênero.

A análise do número de neonatos de acordo com a sexagem nos dois anos de estudo mostra que o número de fêmeas (7.321) supera o número de machos (6.916). No Brasil há uma predominância de fêmeas e poucos machos, a cópula entre os indivíduos da espécie se deve a migração de machos e fêmeas entre os continentes Americano e Africano, mas não é descartada a possibilidade que os poucos machos que nascem no Brasil copulem com as fêmeas também nascidas no Brasil (PICCININI, 2008). Parece ser necessária uma proporção maior de fêmeas para se manter um equilíbrio dentro da população, pois as fêmeas são as maiores vítimas da predação despendendo maior energia para o sucesso do processo reprodutivo (GOMES *et al.*, 2006).

O número de ovos depositados por ninhos é semelhante aqueles encontrados em outras áreas de desova da espécie no Brasil e no mundo, e, portanto, não é fator preocupante na área de desova. Durante dois anos de coleta as temperaturas não ultrapassaram os 33° C, entretanto Matsuzawa *et al.* (2002) verificaram a morte de neonatos em ninhos com temperaturas de 33° C depois de um aumento interno na temperatura de aproximadamente 2° C devido à concentração de ovos, morrendo, portanto, devido ao excesso de aquecimento. Tal ocorrência é um alerta para a região, pois temperaturas acima de 31° C são comuns nos meses de janeiro e fevereiro e podem ser importantes para que nestes períodos mais quentes e secos se crie estratégias de manejo para conservação da espécie usando a temperatura como gatilho para o manejo.

Devido a grande extensão do território brasileiro, Mrosovsky *et al.* (1999) supõe que a incubação dos ninhos de tartaruga em diferentes áreas de conservação formem diferentes populações da mesma espécie com sexagem diferente e que, portanto, os modelos de conservação também poderiam ser diferentes, e isso seria intrinsecamente interessante para a biodiversidade em razão do sexo e da estrutura populacional.

Dois fatores influenciaram nos valores de temperatura coletada: o erro humano durante a leitura da temperatura e o erro de precisão do termômetro que é de mais ou menos 0,2 °C.

Mesmo com os possíveis erros, os valores de temperatura coletadas que podem ser usadas para análise do sucesso reprodutivo e sexagem são mantidas visto que a temperatura oscila durante as 24 horas do dia como mostra as calibrações feitas durante a pesquisa. As maiores oscilações de temperatura ocorrem a 30 cm de profundidade, e principalmente nos períodos de chuva intermitentes durante o período diurno. Nos meses mais quentes a variação da temperatura ao longo do dia se mostrou dentro dos valores ótimos de incubação para ambos os anos.

Para aumentar a precisão das leituras da temperatura e, por conseguinte, da estimativa na sexagem dos neonatos é necessário empregar equipamentos mais sensíveis, implicando em tecnologia capaz de verificar a temperatura da areia sem a abertura de um buraco para a inserção do termômetro.

O aquecimento da atmosfera e conseqüentemente da areia em áreas de desova leva a mudanças na proporção de neonatos machos e fêmeas, tais mudanças ocasionam grande desequilíbrio fazendo com que as tartarugas procurem outros sítios de desovas para manter o sucesso reprodutivo nos ninhos já que a temperatura é responsável por 75% de tal sucesso (MATSUZAWA *et al.*, 2002). Áreas onde hoje há nascimento de fêmeas podem não sobreviver a tal aquecimento levando a morte e abandono da área de reprodução (BRAHIC, 2007). Áreas com concentração de nascimento de machos passaram a ter nascimento de fêmeas e áreas onde antes não havia condições para postura de ovos por ter temperatura considerada muito fria, letal, sustentará populações de machos.

O IPCC (Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas) projeta um aumento do nível do mar entre 0,1 a 0,9 metros no período de 1990 a 2100. Isso leva a cobertura de áreas de desovas em praias cuja elevação se enquadra nos limites previstos, sendo mais impactante naquelas que são planas. Um exemplo seria as desova do Caribe onde se estima que até 32% das áreas poderão ser perdidas com um aumento no nível do mar de 0,5 metros (FISH *et al.*, 2005). Na área estudada a projeção do tal aumento do nível do mar ocasionará marés que cobrem a área típica de desova, o que pode levar as tartarugas-de-pente a desovar

em áreas de vegetação mais densa e com maior proximidade da área urbana tendo efeito direto no sucesso reprodutivo.

O aumento da temperatura da água do mar e, conseqüentemente, o derretimento das geleiras tem implicações diretas na intensidade e freqüência dos ventos e na intensidade das correntes oceânicas. As alterações nestes fatores ambientais são preocupantes, pois eles têm demonstrado estar relacionados com a distribuição espacial dos locais de nidificação das tartarugas marinhas podendo influenciar a seleção do local de desova das fêmeas e/ou a dispersão dos filhotes (SANTANA GARCON *et al.*, 2010).

Fuentes (2010) avaliou um cenário na população de tartarugas verdes ao norte da Grande Barreira de Corais para os anos de 2030 e 2070 frente aos processos climáticos. O resultado demonstrou que haverá alteração do sedimento de praia tendo impacto direto na redução de habitat de nidificação, no sucesso reprodutivo e na emergência de ninhos; alteração nas temperaturas de incubação influenciando diretamente no aumento de tartarugas fêmeas – para 2030 – e posteriormente um decréscimo no sucesso reprodutivo e de neonatos machos – para 2070; e alteração no nível do mar promoverá maior vulnerabilidade nas áreas de nidificação caracterizadas por restingas baixas.

Os recifes de corais criam habitats que sustentam vários animais e mantêm de forma saudável a cadeia alimentar de ecossistemas marinhos. De acordo com o IPCC, o aumento de 2° C pode levar a perda de algas simbióticas, dentre outros organismos, da parede calcária dos corais causando seu branqueamento, porém passível de recuperação, mas um aumento de 3° C leva os corais à morte destruindo ecossistemas, levando a perda da área de alimentação. Este efeito atinge as tartarugas marinhas por se tratar de uma área importante para sua maturação e alimentação (PICCININI, 2008).

Frente as conseqüências ambientais advindas das mudanças climáticas, Witt *et al.* (2010) propõem práticas de manejo adaptativo podendo incluir o sombreamento de ninhos afim de reduzir as temperaturas de incubação e até mesmo a translocação de ninhos para novos locais.

## 7 CONCLUSÃO

Os dados de temperatura nos dois anos estudados mostram que a sexagem das tartarugas marinhas na região do litoral paraibano foi distinta devido à diferença na pluviometria entre os anos (menor em 2008 e maior em 2009), mas, quando comparados os dois anos, há uma maior tendência no nascimento de tartarugas fêmeas na Grande João Pessoa. Observou-se que a taxa do sucesso reprodutivo para a temporada de 2009 foi de 75,5% sendo maior que a verificada em 2008 que foi de 67,4%.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACKERMAN, R. A. 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, Fla: CRC Press, 1997. v. 1, p. 83-106.

BJORNDAL, K. Priorities for Research in Foraging Habitats. In: ECKERT, K. L.; BJORNDAL, K. A.; ABREU-GROBOIS, F. A.; DONNELLY, M. (Eds). *Research and Management Techniques for the Conservation of Sea Turtles*. IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group, 1999. Publication n. 4, p. 12-14.

BRAHIC, C. Male turtle populations crashing in the heat. *NewScientist Environment*, [London], 21 Feb 2007. Disponível em: <<http://environment.newscientist.com/channel/earth/dn11227-male-turtle-populations-crashing-in-the-heat.html>>. Acesso em: 28 mar. 2008.

BRODERICK, A. C.; GODLEY, B. J.; HAYS, G. C. Metabolic heating and the prediction of sex ratios for green turtles (*Chelonia mydas*). *Physiol. Biochem. Zool.*, n. 74, p. 161-170, 2001.

CONVENTION ON INTERNATIONAL TRADE IN ENDANGERED SPECIES OF WILD FAUNA AND FLORA, CITES. CITES species database. Disponível em: <<http://www.cites.org>>. Acesso em: 27 abril 2008.

ECKERT, K. L. Designing a Conservation Program. In: ECKERT, K. L.; BJORNDAL, K. A.; ABREU-GROBOIS, F. A.; DONNELLY, M. (Eds). *Research and Management Techniques for the Conservation of Sea Turtles*. IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group, 1999. Publication n. 4, p. 6-8.

EWERT, M. A.; NELSON, C. E. Sex determination in turtles: diverse patterns and some possible adaptive values. *Copeia*, [New York], v. 1991, n. 1, p. 50-69, feb 7, 1991.

FISH, M. R.; CÔTÉ, I. M.; GILL, J. A.; JONES, A. P.; RENSHOFF, S.; WATKINSON, A. R. Predicting the impact of sea-level rise on Caribbean sea turtle nesting habitat. *Conservation Biology*, v. 19, n. 2, p. 482-491, 2005.

FUENTES, M. M. P. B. Vulnerability of sea turtles to climate change: a case study within the northern Great Barrier Reef green turtle population. *PhD Thesis*. James Cook University. Australia. February, 2010.

GODFREY, M.H.; BARRETO, R.; MROSOVSKY, N. Metabolically generated heat of developing eggs and its potential effect on sex ratio of sea turtle hatchlings. *Journal of Herpetology*, v.31, p. 616-619, 1997.

GODFREY, M. H.; MROSOVSKY, N. Estimating the time between hatching of sea turtles and their emergence from the nest. *Chelonian Conservation and Biology*, United States, v. 2, n. 4, p. 581-585, dec 4, 1997.

GODFREY M. H.; D'AMATO, A. F.; MARCOVALDI, M. Â.; MROSOVSKY, N. Pivotal temperature and predicted sex ratios for hatchling hawksbill turtles from Brazil. *Canadian Journal of Zoology*, Ottawa, v. 77, p. 1465-1473, 1999.

GOMES, M. G. T.; SANTOS, M. R. D.; HENRY, M. Tartarugas marinhas de ocorrência no Brasil: hábitos e aspectos da biologia da reprodução. *Rev Bras Reprod Anim*, Belo Horizonte, v.30, n.1/2, p.19-27, jan./jun, 2006.

GRIFFIN, E.; FROST, E.; WHITE, L.; ALLISON, D. Climate change and commercial fishing: a one-two punch for sea turtles. *Oceana: protecting the world's oceans*. November, 2007. Disponível em: <[http://www.oceana.org/fileadmin/oceana/uploads/turtles/loggerhead/Turtles\\_and\\_Climate\\_final.pdf](http://www.oceana.org/fileadmin/oceana/uploads/turtles/loggerhead/Turtles_and_Climate_final.pdf)>. Acesso em: 29 abril 2008.

HIRTH, H. F. Some aspects of the nesting behavior and reproductive biology of sea turtles. *American Zoologist*, v. 20, p. 507-523, 1980.

HOUGHTON, J. D. R.; MYERS, A. E.; LLOYD, C.; KING, R. S.; ISAACS, C.; HAYS, G. C. Protracted rainfall decreases temperature within leatherback turtle (*Dermochelys coriacea*) clutches in Grenada, West Indies: Ecological implications for a species displaying temperature sex determination. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, v. 345, p. 71-77, 2007.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE, IPCC. *Climate Change 2007: Synthesis report - An Assessment of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Adopted at Valencia, Spain, 12-17 november 2007. Disponível em: <[http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4\\_syr.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr.pdf)> Acesso em: 27 abril 2008.

INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE AND NATURAL RESOURCES 2004, IUCN. *2004 IUCN Red List of Threatened Species*. Disponível em: <<http://www.iucnredlist.org>>. Acesso em: 20 fev. 2004.

- KRAEMER, J. E. Variation in incubation period of loggerhead sea turtle, *Caretta caretta*, clutches on the Georgia coast. MS thesis, University of Georgia, Athens, 1979. In: MATSUZAWA, Y.; SATO, K.; SAKAMOTO, W.; BJORN DAL, K. A. *Seasonal fluctuations in sand temperature: effects on the incubation period and mortality of loggerhead sea turtle (Caretta caretta) pre-emergent hatchling in Minabe, Japan*. *Marine Biology*, v. 140, p. 639-646, 2002.
- LIMPUS, C. J.; REED, P.; MILLAR, J. D. Islands and turtles: the influence of choice of nesting beach on sex ratio. In: BAKER, J. T. *et al. Proc. Inaugural Great Basin Reef Conference*. Townsville, Australia: JCU Press, 1983. p. 397-402.
- MALONEY, J. E.; DORIAN-SMITH, C.; TAKAHASHI, Y.; LIMPUS, C. J. The environment for development of the embryonic loggerhead turtle (*Caretta caretta*) in Queensland. *Copeia* [New York], v. 1990, p. 378-387, 1990.
- MARCOVALDI, M. A.; GODFREY, M. H.; MROSOVSKY, N. Estimating sex ratios of loggerhead turtles in Brazil from pivotal incubation durations. *Canadian Journal of Zoology*, Ottawa, v. 75, p. 755-770, 1997.
- MATSUZAWA, Y.; SATO, K.; SAKAMOTO, W.; BJORN DAL, K. A. Seasonal fluctuations in sand temperature: effects on the incubation period and mortality of loggerhead sea turtle (*Caretta caretta*) pre-emergent hatchling in Minabe, Japan. *Marine Biology*, v. 140, p. 639-646, 2002.
- MAXWELL, J. A.; MOTARA, M. A.; FRANK, G. H. 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*, v. 23, p. 342-350, 1988.
- McGEHEE, M. A. Factors affecting the hatching success of loggerhead sea turtle eggs (*Caretta caretta*). MS thesis, University of Central Florida, Orlando, 1979. In: MATSUZAWA, Y.; SATO, K.; SAKAMOTO, W.; BJORN DAL, K. A. *Seasonal fluctuations in sand temperature: effects on the incubation period and mortality of loggerhead sea turtle (Caretta caretta) pre-emergent hatchling in Minabe, Japan*. *Marine Biology*, v. 140, p. 639-646, 2002.
- MROSOVSKY, N. A brief life history. In: *Conserving sea turtles*. Publisher by The British Herpetological Society (The Zoological Society of London, Regent's Park, London NW1 4RY, United Kingdom), 8 pp., p. 1-176, 1983.
- MROSOVSKY, N. Sex ratios of sea turtles. *J. Exp. Zool.*, United States, v. 270, p. 16-27, 1994.

MROSOVSKY, N.; BAPTISTOTTE, C.; GODFREY, M. H. Validation of incubation duration as an index of the sex ratio of hatchling sea turtles. *Canadian Journal of Zoology*, Ottawa, v. 77, p. 831-835, 1999.

MROSOVSKY, N.; DUTTON, P. H.; WHITEMORE, C. P. Sex ratios of two species of sea turtles nesting in Suriname. *Canadian Journal of Zoology*, Ottawa, v. 62, p. 2227-2239, 1984.

MROSOVSKY, N.; PIEAU, C. Transitional range of temperature, pivotal temperature and thermosensitive stages for sex determination in reptiles. *Amphibia-Reptilia*, Oviedo, v.12, n. 2, p.169-179, 1991.

NARO-MACIEL, E.; MROSOVSKY, N.; MARCOVALDI, M. A. Thermal profiles of Sea Turtle Hatcheries and Nesting Areas at Praia do Forte, Brazil. *Chelonian conservation and Biology*, United States, v. 3, n. 3, p. 407- 413, 1999.

PICCININI, G. Estimativa indireta da sexagem de tartaruga-de-pente - *Eretmochelys imbricata* (Linnaeus, 1766) (Chelonia, Cheloniidae) no estado da Paraíba. 2008. p. 70. *Dissertação* (Mestrado em Zoologia) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas – Zoologia. Departamento de Ciências Exatas e da Natureza, Universidade Federal da Paraíba.

PIRES, D. P. L.; AFONSO, J. C.; CHAVES, F. A. B. A termometria nos séculos XIX e XX. *Rev. Bras. Ens. Fis.*, São Paulo, v. 28, n. 1, p.101-114, 2006.

REECE, S. E.; BRODERICK, A. C.; GODLEY B. J.; WEST, S. A. Extreme sex ratios of green (*Chelonia mydas*) and loggerhead (*Caretta caretta*) sea turtle nest in the Mediterranean and indirect methods of estimating sex ratios. Net, Ascención, United Kingdom, 2002. Disponível em <[http://westgroup.icapb.ed.ac.uk/SarahR/pdfs/Reece\\_et\\_al\\_02.pdf](http://westgroup.icapb.ed.ac.uk/SarahR/pdfs/Reece_et_al_02.pdf)>. Acesso em: 9 jan. 2004.

SANTANA GARCON J.; GRECH, A.; MOLONEY, J.; HAMANN, M. Relative exposure index: an important factor in sea turtle nesting distribution. *Aquatic Conservation*. Wiley:Chichester, v. 20, n. 2, p. 140-149, 2010.

TAMAR. Tartarugas marinhas: espécies. Bahia, Brasil. Disponível em: <<http://www.tamar.org.br/especies.php>>. Acesso em: 04 maio 2008.

TAMAR. Aquecimento global: um perigo real. Projeto TAMAR/ICMBIO/Fundação Pró-Tamar. *Revista do TAMAR*. Ano 14, n. 10, p. 18-25, 2009.

WITT, M. J.; HAWKES, L. A.; GODFREY, M. H.; GODLEY, B. J.; BRODERICK, A. C. Predicting the impacts of climate change on a globally distributed species: the case of the loggerhead turtle. *Journal of Experimental Biology*, n. 213, p. 901-911, 2010.

YNTEMA, C. L.; MROSOVSKY, N. Sexual differentiation in hatchling loggerhead (*Caretta caretta*) incubated at different controlled temperatures. *Herpetologica*, Lawrence, Kansas, United States, v. 36, p. 33-36, 1980.