



Efeito do sombreamento artificial na incubação de ninhos da *Caretta caretta*, Ilha da Boa Vista, Cabo Verde

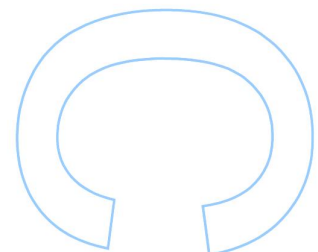
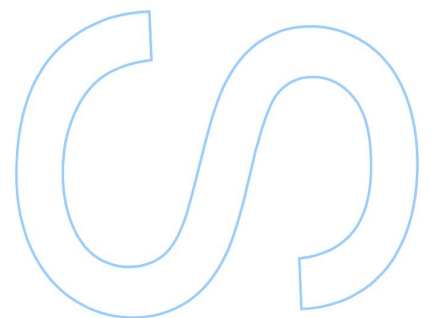
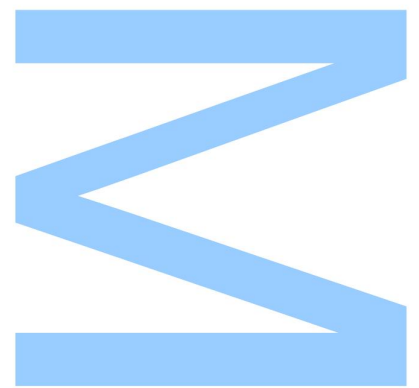
Sara Sofia Santos Teles
Mestrado em Ecologia e Ambiente
Departamento de Biologia

Orientador

Adolfo Marco, PhD, Estación Biológica de Doñana, CSIC, Sevilha, Espanha

Coorientador

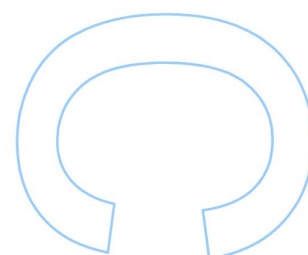
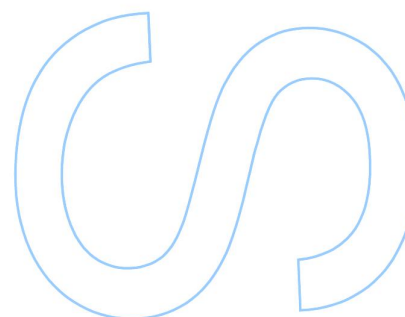
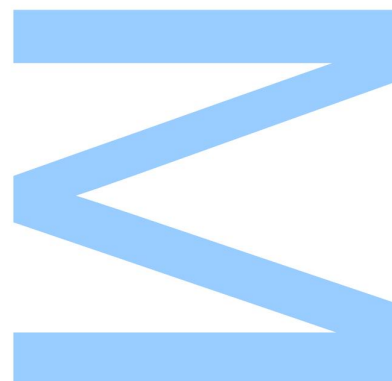
Sara Antunes, PhD, Professora Auxiliar do Departamento de Biologia, FCUP.
Investigadora Auxiliar CIIMAR, Porto, Portugal





Todas as correções determinadas pelo júri, e só essas, foram efetuadas.
O Presidente do Júri,

Porto, ____/____/____



Declaração de Honra

Eu, Sara Sofia Santos Teles, inscrita no Mestrado em Ecologia e Ambiente da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto declaro, nos termos do disposto na alínea a) do artigo 14.º do Código Ético de Conduta Académica da U.Porto, que o conteúdo da presente dissertação, “Efeito do sombreamento artificial na incubação de ninhos da *Caretta caretta*, Ilha da Boa Vista, Cabo Verde” reflete as perspetivas, o trabalho de investigação e as minhas interpretações no momento da sua entrega. Ao entregar esta dissertação, declaro, ainda, que a mesma é resultado do meu próprio trabalho de investigação e contém contributos que não foram utilizados previamente noutros trabalhos apresentados a esta ou outra instituição. Mais declaro que todas as referências a outros autores respeitam escrupulosamente as regras da atribuição, encontrando-se devidamente citadas no corpo do texto e identificadas na secção de referências bibliográficas. Não são divulgados na presente dissertação, “Efeito do sombreamento artificial na incubação de ninhos da *Caretta caretta*, Ilha da Boa Vista, Cabo Verde, quaisquer conteúdos cuja reprodução esteja vedada por direitos de autor.

Tenho consciência de que a prática de plágio e auto-plágio constitui um ilícito académico.

Sara Teles

30, Setembro de 2022

Agradecimentos

Agradeço primeiramente à Faculdade de Ciências da Universidade do Porto (FCUP), a todos os meus professores do Mestrado em Ecologia e Ambiente. O rigor e entusiasmo que me transmitiram foram fundamentais para atingir meus objetivos, foram dois anos de conhecimentos profundos. Em particular, à minha co-orientadora científica, Professora Doutora Sara Antunes, por me ter oferecido orientação durante toda a dissertação. Sinto-me muito grata pela sua generosidade e contributo.

À organização Bios Cabo Verde, pela possibilidade da realização desta dissertação e por terem contribuído para o meu sonho. Aos meus colegas e amigos pela partilha de conhecimentos, companheirismo, entusiasmo e resiliência. Foram absolutamente incríveis e fundamentais na recolha de dados e em todo o processo de campo, sem eles nada teria sido possível. Ao meu orientador científico, Doutor Adolfo Marco, pelo seu inestimável apoio e partilha de valiosos conhecimentos.

Ao Professor Doutor Pablo Payo, do Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar (ICBAS) pelo seu incentivo e profunda inspiração.

Deixo expresso também o meu reconhecimento a todos os meus queridos amigos que me acompanharam e contribuíram para que esta dissertação fosse possível.

À minha família por me apoiar e me incentivar em todo o meu percurso académico e profissional.

A todos, a minha profunda gratidão.

Resumo

As alterações climáticas estão a influenciar todo o património natural e a diversidade biológica, com impactos que poderão ser irreversíveis para toda a vida do planeta, incluindo a vida humana. As tartarugas marinhas desenvolveram mecanismos biológicos que lhes permitem fazer determinação sexual dependente da temperatura – TSD. Com o aumento exacerbado da temperatura do planeta, poderá existir uma crescente feminização da espécie, ausência total de machos, aumento da mortalidade embrionária e comprometimento da saúde das crias de tartarugas, uma vez que estas nascem mais fracas e com alterações de mobilidade. Além disso, podem ocorrer desequilíbrios nas populações, comprometendo todos os esforços de conservação e empurrando a espécie para o declínio, levando-a à extinção. Neste sentido, o estudo propôs-se, desta forma, a criar estratégias para mitigar a falta de produção de machos em consequência das alterações climáticas na tartaruga marinha *Caretta caretta*, na Ilha da Boa Vista, em Cabo Verde. Sendo esta a maior área de nidificação do mundo desta espécie, é importante criar estratégias para garantir o equilíbrio *sex-ratio* da população, de forma a que se permita dar mais tempo à população altamente filantrópica para se dispersar para zonas mais frias e salvaguardar as gerações vindouras. Foram avaliadas técnicas de sombra artificial no viveiro em comparação com o controlo sol. Assim usaram-se dois tipos de sombra artificiais: uma de folha seca da palmeira *Phoenix atlantica* e outra de rede de polietileno com proteção UV. Estas, fornecem sombra a 80%, com o intuito de baixar a temperatura até valores de equilíbrio populacional 1:1, ou até ao favorecimento de nascimentos de machos, durante todo o período de incubação, principalmente durante o período termossensível. Os resultados mostram que existe diferenças significativas na distribuição da temperatura $H(2=115,019; p<0.000)$ e do *sex-ratio* $H(2=113,257; p<0.000)$ entre os grupos diversos em estudo e consequente implicação no tempo de incubação e resposta na sobrevivência das crias. Os tratamentos não tiveram nenhum impacto negativo aparente sobre as crias.

Palavras-chave: Tartarugas Marinhas; Cabo-Verde; Ilha Boa Vista; *Caretta caretta*; Alterações Climáticas; Conservação; Viveiro; Temperatura.

Abstract

Climate change is affecting the entire natural heritage and biological diversity, with impacts that could be irreversible for all life on our planet, including human life. Sea turtles have developed biological mechanisms that allow them to make temperature-dependent sex determination – TSD. With the exacerbated increase in the planet's temperature, there may be a growing feminization of the species, total absence of males, increased embryonic mortality and compromising health of turtles hatchlings, as they are born weaker and with changes in mobility. In addition, imbalances can occur in populations, all conservation efforts and pushing the species to its decline, leading it to extinction. In this study it's proposed to create strategies to mitigate the lack of male production as a consequence of climate change in the *Caretta caretta* on Boa Vista Island, in Cape Verde. As this is the largest nesting area in the world for this species, it is of highly importance to create strategies to make sure the population's *sex-ratio* balance of the population, in order to allow more time for the highly philopatric population to disperse to cooler areas and safeguard future generations. Artificial shade techniques were evaluated in the nursery compared to other techniques like sun control. Two types of artificial shades were used: one made of dry leaves from the *Phoenix atlantica* palm tree and the other made of UV-protected polyethylene netting. These provide 80% shade, in order to lower the temperature to population equilibrium values of 1:1, or to favor hatching males, throughout the incubation period, especially during their thermosensitive period. The results show that there are significant differences in the distribution of temperature $H(2=115,019; p<0,000)$ and sex-ratio $H(2=113,257; p<0,000)$ between the different groups under this study and consequente implication in the incubation time and response to offspring survival. These treatments had no apparent negative impact hatchlings.

Key-words: Sea Turtles; Cape Verde; Boa Vista Island; *Caretta caretta*; Climate Change; Conservation; Nursery; Temperature

Índice

Lista de Figuras

Lista de Tabelas

Lista de Abreviaturas

INTRODUÇÃO	1
Biodiversidade e Evolução das tartarugas marinhas	1
Impacto das alterações climáticas nas tartarugas marinhas	7
ESTRUTURA DA TESE E OBJETIVOS	8
METODOLOGIA	10
Tartaruga comum – <i>Caretta caretta</i> (Linnaeus, 1758)	10
Distribuição <i>Caretta caretta</i> e local de estudo	16
Gestão de Conservação e Manuseamento.....	20
Desenho experimental	24
Tratamento de dados	29
RESULTADOS	31
Temperatura plurianual <i>hatchery</i>	31
Influência do tratamento sombra na temperatura da areia durante o TSP, 2021 ..	31
Perfil térmico em diferentes profundidades da areia durante o TSP, 2021	33
Temperatura no interior dos ninhos durante o TSP, 2021	34
<i>Sex-ratio</i> para cada tratamento durante o TSP, 2021	35
Efeito dos tratamentos sobre as crias, 2021	37
DISCUSSÃO	39
CONCLUSÃO	43
REFERÊNCIAS	45
ANEXOS	62
Parte I. Voluntariado BIOS.CV.....	62
Parte II. Documento de registo das fêmeas nidificantes.....	65
Parte III. Documento de registo do seguimento de ninhos (Hatchery)	66
Parte IV. Documento de registo de rastos e ninhos.....	67
Parte V. Documento de registo de ninhos transferidos (Hatchery).....	68
Parte VI. Documento de registo de exumação ninho.....	69
Parte VIII. Tabela de identificação das progenitoras usadas para a experiência. .	70

Parte VIII. Classificação embrionária.....	72
Parte IX. Tabela de biometrias das crias nascidas da experinência.....	73
Parte X. Tabela individual das médias da temperatura da areia de cada grupo de tratamento 2021.....	75

Lista de Figuras

Figura 1 – Taxonomia das sete espécies de tartarugas marinhas existentes atualmente, 2022.

Figura 2 – À esquerda (a) representação do crescimento alométrico, cria de *C. Caretta*. À direita (b) estrutura óssea da carapaça, *C. Caretta* adulta. João Barrosa, Ilha da Boa Vista, Cabo Verde.

Figura 3 – À esquerda (a) representação da estrutura óssea do crânio, *C. Caretta* adulta. À direita (b) Ranfoteca. João Barrosa, Ilha da Boa Vista, Cabo Verde.

Figura 4 – Coloração da carapaça, *C. Caretta* adulta. RNTM, Ilha da Boa Vista, Cabo Verde.

Figura 5 – Coloração do plastrão, *C. Caretta* adulta. RNTM, Ilha da Boa Vista, Cabo Verde.

Figura 6 – Nidificação durante a noite. João barrosa, Ilha da Boa Vista, Cabo Verde.

Figura 7 – Distribuição mundial da RMU, *C. Caretta*. (Walace et al., 2010).

Figura 8 – Mapa da localização de Cabo Verde (a) e praia de João Barrosa (b) (Martins et al., 2021).

Figura 9 – Zygophyllaceae, presente em regiões áridas e semi-áridas em África. João barrosa, Ilha da Boa Vista, Cabo Verde.

Figura 10 – *Phoenix atlântica* (a) (b) (c). João barrosa, Ilha da Boa Vista, Cabo Verde

Figura 11 – Caranguejo fantasma, *Ocypode cursor*. RNTM, Ilha da Boa Vista, Cabo Verde.

Figura 12 – Alguns exemplares da fauna presente. À esquerda (a) burro doméstico. No centro (b) cavalo doméstico. À direita (c) alcatraz juvenil, *Sula leucogaster*. João Barrosa, Ilha da Boa Vista, Cabo Verde.

Figura 13 – Identificação da progenitora e dados da localização do ninho transferido. João Barrosa, Iha da Boa Vista, Cabo Verde.

Figura 14 – À esquerda (a) câmara de incubação natural, progenitora de *C. Caretta*. RNTM, Ilha da Boa Vista, Cabo Verde. À direita (b) Identificação no hatchery do ninho (assinalado com círculo vermelho). João Barrosa, Ilha da Boa Vista, Cabo Verde.

Figura 15 – Nascimento de crias *C. Caretta*. João Barrosa, Ilha da Boa Vista, Cabo Verde.

Figura 16 – Exumação e classificação embrionária, *C. Caretta*. À esquerda (a) embrião em estágio 9 (sem membrana embrionária); Ao centro (b) e a direita (c) embriões em estágio 8 (com membrana embrionária). João Barrosa, Ilha da Boa Vista, Cabo Verde.

Figura 17 – Enquadramento e medidas do desenho usado durante a experiência. João Barrosa, Ilha da Boa Vista, Cabo Verde.

Figura 18 – Desenvolvimento do desenho experimental, vista superior. Ilha da Boa Vista, João Barrosa, Cabo Verde

Figura 19 – Desenvolvimento do desenho experimental, vista inferior. Ilha da Boa Vista, João Barrosa, Cabo Verde

Figura 20 – À esquerda (a) Data logger (Tidbit®) usado durante a experiência e à direita (b) termómetro digital com sonda (PCE –HPT1 RTD). João Barrosa, Ilha da Boa Vista, Cabo Verde.

Figura 21 – Média da temperatura da areia e *sex-ratio* dos últimos oito anos, 2013-2020. João Barrosa, Ilha da Boa Vista, Cabo Verde.

Figura 22 – Média da temperatura bruta da areia: sombra vs sol. João Barrosa, Ilha da Boa Vista, Cabo Verde.

Figura 23 – Representação da diferença significativa entre tratamentos através do teste Kruskal-Wallis, relativamente à temperatura durante o TSP. João Barrosa, Ilha da Boa Vista, Cabo Verde.

Figura 24 – Perfil térmico em diferentes profundidades. João Barrosa, Ilha da Boa Vista, Cabo Verde.

Figura 25 – Média da temperatura no interior dos ninhos durante o TSP, 2021. João Barrosa, Ilha da Boa Vista, Cabo Verde.

Figura 26 – Sex-ratio para cada tratamento durante o TSP, 2021. João Barrosa, Ilha da Boa Vista, Cabo Verde.

Figura 27 – Representação da diferença significativa através do Teste de Kruskal-Wallis entre os tratamentos, relativamente ao *sex-ratio* durante o TSP (Sombra rede malha, sombra de folha seca de *Phoenix atlantica* e controlo sol). João Barrosa, Ilha da Boa Vista, Cabo Verde.

Figura 28 – Representação da diferença significativa entre os tratamentos relativamente ao tempo de incubação da sombra de rede malha, sombra de

folha seca de *Phoenix atlantica* e controlo sol. João Barrosa, Ilha da Boa Vista, Cabo Verde.

Figura 29 – Estratégia bioclimática, vista superior.

Figura 30 – Estratégia bioclimática, vista inferior.

Figura 31 – Identificação de rastos. João Barrosa, Ilha da Boa Vista, Cabo Verde

Figura 32 – Resgate de uma *C. Caretta* numa situação considerada de risco.

João Barrosa, Ilha da Boa Vista, Cabo Verde.

Figura 33 – Recolha de dados científicos e marcação PIT tag. João Barrosa, Ilha da Boa Vista, Cabo Verde a, Cabo Verde.

Figura 34 – À esquerda (a) monitorização do *hatchery*; À direita (b) devolução de crias de *C. Caretta* ao mar. João Barrosa, Ilha da Boa Vista, Cabo Verde.

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Fórmula estimativa de Mrosovsky et al., 2002.

Tabela 2 – Comparação da distribuição do tempo de incubação, sucesso de eclosão e sucesso de emergência entre os diferentes tratamentos através do teste ANOVA One-Way. João Barrosa, Ilha da Boa Vista, Cabo Verde.

Tabela 3 – Comparação da distribuição do peso das crias, LCC, CCC e prova de esforço entre os tratamentos, através do teste ANOVA *One-Way*.

Lista de Abreviaturas

BIOS.CV – Associação para a Conservação do Ambiente e desenvolvimento sustentável

CCC – Comprimento Curvilíneo da Carapaça

CITES – Convenção sobre o Comércio Internacional de Espécies de Fauna e Flora Selvagem

CR – Criticamente em perigo (Critically endangered)

DD – Sem dados suficientes (Data deficiente – Unspecified)

EN – Em perigo (Endangered)

ESD – Mecanismo de determinação sexual ambiental (Environmental sex determination)

FP – Fibropapilomatose

GSD – Mecanismo de determinação sexual genotipa (Genotypic sex determination)

IPCC – Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas

IUCN – União Internacional para a Conservação da Natureza (The International Union for Conservation of Nature)

ONG – Organização Não Governamental

ONU – Organização das Nações Unidas

LCC – Largura Curvilínea da Carapaça

PIT – Microchip de Identificação Eletrónica (Passive Integrated Transponders)

RMU – Unidade Regional de Conservação (Regional Management Units for Marine Turtles)

RNTM – Reserva Natural da Tartarugas Marinhas

SD – Síndrome de Descompensação

TPV – Temperatura pivotal

TSD – Temperatura dependente do ambiente (Temperature-dependent sex determination)

TSP – Período termossensível (Thermosensitive period)

VU – Vulnerável

INTRODUÇÃO

Biodiversidade e Evolução das tartarugas marinhas

As tartarugas marinhas são animais aquáticos, pertencentes à Classe Reptilia, em que a característica mais marcante é o tegumento constituído por escudos ou placas córneas (Reis e Goldberg, 2017). A ordem dos Testudines inclui os quelónios, que integra os organismos onde, o corpo é revestido por uma carapaça óssea (Raphael, 2003). Nesta ordem, existem duas subordens: Cryptodira, onde se observam organismos que retraem a cabeça para dentro da carapaça; Pleurodira, onde os organismos conseguem curvar o pescoço lateralmente (Gaffney e Meylan, 1988; Meylan e Meylan, 1999). A subordem Cryptodira apresenta maior diversidade de quelónios incluindo as famílias atuais de tartarugas marinhas *Cheloniidae* e *Dermochelyidae* (Meylan e Meylan, 1999; Shaffer, 2009).

As sete espécies de tartarugas marinhas existentes atualmente, são os últimos elementos que sobreviveram ao diverso mundo das tartarugas Criptodira (Eckert et al., 2000; Meylan e Meylan, 1999): tartaruga-couro (*Dermochelys coriacea*, Vandelli 1976); tartaruga-cabeçuda (*Caretta caretta*, Linnaeus, 1758); tartaruga-verde (*Chelonia mydas*, Linnaeus 1758); tartaruga-casco-levantado (*Eretmochelys imbricata*, Linnaeus, 1766); tartaruga-kempi (*Lepidochelys kempii*, Garman, 1880), tartaruga-australiana (*Natator depressus*, Garman, 1880); tartaruga-olivacea (*Lepidochelys olivacea*, Eschscholtz, 1829). As espécies supracitadas, formam um grupo monofilético da subordem Cryptodira, derivando de um ancestral comum e que não deu lugar a nenhuma outra rama de tartarugas vivas (Eckert et al., 2000), que se tenha conhecimento.

Reino Animalia

Filo Chordata

Subfilo Vertebrata

Superclasse Tetrapoda

Classe Reptilia

Subclasse Anapsidia

Ordem Testudines

Subordem Cryptodira





Figura 1 – Taxonomia das sete espécies de tartarugas marinhas existentes atualmente, 2022.

A linha temporal da vida na terra ainda hoje continua em constante discussão. O surgimento da impressionante variedade de organismos vivos e a forma como estes desapareceram ou perpetuaram-se é o espelho dos processos de evolução até aos dias de hoje. As tartarugas marinhas, são o rasto vivo mais antigo desta história, tendo sobrevivido aos asteroides que dizimaram parte da biota, incluindo os dinossauros há 65,5 milhões de anos (Lyson et al., 2016). A sua origem teve início no período do cretáceo há mais 220 milhões de anos. Estes répteis Testudines, foram os primeiros a apresentar placas ósseas e a perpetuar a configuração craniana dos anapsídeos (Lyson et al., 2015). A origem da forma corporal assenta-se na hipótese da fossorialidade (estratégia de alguns organismos em se movimentarem no solo, por exemplo cavar). Esta estratégia comportamental, comumente usada por tetrápodes em resposta ao stress ambiental do triássico inferior, pode ter desempenhado um papel importante na evolução inicial da carapaça, comum a todas as tartarugas tronco, não sendo uma autapomorfia da prototartaruga mais antiga, como se pensava (Lyson et al., 2016). O plastrão ventral, foi a primeira placa óssea a ser totalmente desenvolvida e posteriormente deu-se ossificação das placas neurais juntamente com a expansão das costelas dorsais e desenvolvimento do osteoderma, formando a carapaça (Chun et al., 2008). Esta adaptação, facilitou o movimento das tartarugas-tronco em ambientes aquáticos no início da história evolutiva (Lyson et al., 2016), uma prova aponta para os registos fósseis junto de sedimentos marinhos da *Odontochelys*. Pode ter-se iniciado

aqui a história das tartarugas marinhas que hoje conhecemos. No entanto, novas abordagens, como a paleoneuroanatomia, ajudam a clarificar as afinidades filogenéticas das tartarugas marinhas, apontando para novos cenários da sua origem ecológica. Acredita-se atualmente no facto da carapaça completa ter surgido em tartarugas terrestres sem ligação evidente para a fossorialidade (Wernburg et al., 2018).

Todas as espécies de tartarugas marinhas apresentam um comportamento migratório durante as diferentes fases de vida. Apesar da sincronicidade de crias na fase de emergência, estas, depois de chegarem ao mar, seguem dispersas para uma vida praticamente solitária (Wyneken et al., 2013) o que, dificulta a documentação do comportamento da espécie na fase de transição de cria até juvenil, ao contrário da fase em que já são adultas, uma vez que, existe maior facilidade de marcar fêmeas nas praias de nidificação (Eckert et al., 2000; Reis e Goldberg, 2017). Estas marcações, permite-nos conhecer o comportamento migratório das espécies, a sua taxa de crescimento, características de reprodução, alimentação e abundância da população, sendo por isso as mais documentadas. As tartarugas passam a maior parte da vida em locais de alimentação, que podem ser fixos, como leitos de algas, ou transitórios, onde encontram florescimentos sazonais. As tartarugas não possuem uma estrutura social e os machos não representam nenhuma hierarquia social (Wyneken et al., 2013).

Devido ao seu complexo ciclo de vida, marcado por diferentes ambientes ao longo do tempo, as tartarugas marinhas migram entre vários habitats, tendo que para tal por vezes incluir a travessia de toda a bacia oceânica (Márquez, 1990; Bjordal, 1997; Eckert et al., 2000; Bolten, 2003b; Luschi et al., 2003), sendo, por isso, animais circunglobais. Áreas continentais, baías, lagoas e estuários de águas temperadas, subtropicais e tropicais dos oceanos Atlântico, Pacífico e Índico são uma preferência para a sua ocorrência de nidificação (Márquez, 1990; Pritchard e Mortimer, 1999; Weishampel et al., 2004). Durante a nidificação tendem a procurar áreas temperadas e subtropicais quentes (Dodd e Kenneth, 1988), no entanto, a tartaruga-kempi e a tartaruga-australiana localizam-se em regiões mais circunscritas, como o Golfo do México e plataforma continental da Austrália (Pexas et al., 2017)

Hays e Scott (2013) observaram os corredores de migração das tartarugas marinhas, em específico a *Caretta caretta* (Tartaruga comum) são em média de 618 a 445 km. No entanto, já se registaram valores de 2.150 km em deslocamentos para tartarugas adultas desta espécie. Quando a avaliação é em tartarugas juvenis, a distância média registada é 4.557 km para a tartaruga-comum, tartaruga-de-pente e

tartaruga-verde, com valores máximos superior a 13.000 km, para as Tartarugas-comuns que viajaram entre Austrália e Peru (Boyle et al., 2009).

Os mecanismos de determinação sexual em répteis (Shine, 1999) podem ser divididos em duas classificações: genótipa (GSD) e ambiental (ESD) (Janzen, 1991). No entanto, a expressão ambiental na forma de determinação sexual dependente da temperatura (TSD), é a variável essencial em todas as sete espécies de tartarugas marinhas (Janzen e Phillips, 2006; Ceriani e Wyneken, 2008; Baker-Gallegos et al., 2009; Woolgar et al., 2013). A influência da variação da TSD na determinação sexual é mais frequente entre répteis (Bull 1980; Valenzuela, 2004), mas também, ocorre noutros grupos taxonómicos, incluindo peixes, aves e alguns invertebrados (Bull, 1987; Baker-Gallegos et al., 2009; Pieau et al., 2001; Kallimanis, 2010;). Charnier (1966) descobriu que a determinação sexual do lagarto *Agama agama* é controlada pela temperatura de incubação dos ovos, e assim abriu um novo campo de pesquisas no mundo da biologia e ecologia. Quando, em 1979 Yntema e Mrosovsky descobriram que o mesmo acontecia com a tartaruga-comum, abriu-se uma porta para o aumento do conhecimento científico desta espécie.

As tartarugas marinhas, como não apresentam cromossomas sexuais heteromórficos (Jolesz et al., 1981; Tezak et al., 2020), desenvolveram o mecanismo de determinação sexual pela variação da temperatura. A gonada embrionária é extremamente sensível ao efeito aculativo da temperatura como supracitado, especialmente durante o terço médio de gestação (Bull e Voght, 1981) ou também denominado de período termossensível (TSP). Aqui, a determinação sexual é definida (Hawkes et al., 2006; Baker-Gallegos et al., 2009) de forma irreversível (Bull e Voght, 1981). O efeito cumulativo da temperatura (Junior 2009) vai desencadear o desenvolvimento dos testículos ou ovários nos embriões (Valenzuela e Lance, 2004). Existe então, uma relação-temperatura “sex-ratio”, entre machos e fêmeas (Lolavar e Wyneken 2019). Sendo que, temperaturas mais quentes promovem predominantemente nascimentos de fêmeas e, temperaturas mais frias promovem nascimentos de machos (Wilhoft et al., 1983; Ewert et al., 1994; Miller 1997; Kamel e Mrosovsky 2005; Godfrey e Mrosovsky 2006).

Com temperaturas inferiores a 28 °C, há nascimentos com elevadas taxas de machos e com temperaturas superiores a 31 °C há nascimento exclusivo de fêmeas (Jolesz et al., 1982). Contudo, quando temos temperaturas constantes, entre estes dois valores, denominada de temperatura pivotal (TPV) ou *threshold*, há produção equilibrada de crias, ou seja, com proporções sexuais de 1:1 (Bull 1980; Jolesz et al., 1982; Mrosovsky e Pieau, 1991; Godfrey e Mrosovsky, 2006). Para a maioria das tartarugas marinhas estes valores centrais variam entre 27,7 °C a 31 °C,

na *Caretta caretta*, é de 29,3 °C (Yntema e Mrosovsky, 1982; Limpus et al., 1985; Maxwell et al., 1988; Mrosovsky, 1988; Georges et al., 1994; Marcovaldi et al., 1997; Davenport 1997; Tokunaga et al., 1999; Morosovsky et al., 2002; Wibbels, 2003). Woolgar et al., em 2013, descreveu que para esta espécie são precisos apenas 0,67 °C de variação de temperatura para que um dos géneros seja produzido.

Todas estas espécies de tartarugas marinhas, figuram na Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas da União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN 2019). Tartaruga-de-couro (Vulnerável – VU), tartaruga-comum (Vulnerável – VU), tartaruga-verde (Em Perigo – EN), tartaruga-casco-levantado (Criticamente em Perigo – CR), tartaruga-kempi (Criticamente em Perigo – CR), aplanada-australiana (Dados Insuficientes – DD), tartaruga-olivacea (Vulnerável –VU). No entanto, a tartaruga-australiana (*Natator depressus*) não figura como categoria de ameaça, o que não prova que não se encontre ameaçada. Subpopulações regionais podem variar de status de “criticamente em perigo” para “menos preocupante” de acordo com a localização geográfica (Casale e Tucker, 2017).

O homem e as tartarugas estão vinculados desde o tempo em que o homem se fixou na costa e iniciou a prática da caça no oceano. Durante inúmeras gerações, as comunidades costeiras alimentaram-se de tartarugas marinhas e dos ovos (Eckert et al., 2000), por isso, o impacto que o humano exerce sobre estas populações é reconhecido há décadas (Lutcavage et al., 1997). Ao longo da história este comportamento perpetuou-se e provocou o declínio das populações (Arianoutsou, 1988) e da função do ecossistema (Jackson et al., 2001; Pauly et al., 2005).

Apesar dos progressos feitos à escala mundial na proteção e recuperação das espécies de tartarugas marinhas, ainda hoje os impactos antropogénicos e outros, continuam a acontecer (Hamann et al., 2010) e, são uma ameaça constante, principalmente para as populações mais juvenis (Sales et al., 2008). As capturas acidentais (bycatch) são outro exemplo, e entre os milhares de animais presentes no oceano, as tartarugas marinhas, grupo megafauna, são das mais afetadas, e estima-se que em 18 anos foram capturadas de forma acidental cerca de 1,5 milhões de exemplares (Wallace et al., 2010). Outros exemplos como, o desenvolvimento costeiro sem regulamentação (Fuentes et al., 2016), a iluminação artificial, que afeta negativamente a sobrevivência dos recém-nascidos (Witherington e Bjorndal 1991) e aumenta a dificuldade das progenitoras regressarem ao oceano (Salies et al., 2015) são fatores responsáveis pelo declínio destas espécies. Por outro lado, a poluição marinha, amplamente difundida a todos os níveis das teias alimentares e que está já

desmonstrado cientificamente associado a patologias emergentes, como morte por estrangulamento de milhares de tartarugas (Wright et al., 2013).

Paralelamente, cresce ainda a problemática das alterações climáticas que apresenta igualmente um risco acrescido aos ecossistemas costeiros, habitats essenciais a estas espécies (Chaloupka et al., 2007). Assim, é urgente criar estratégias regionais para diminuir a pegada humana sobre as áreas selvagens e continuar com os protocolos internacionais, como a Diretiva de Habitats, Convenções de Bona, Berna e a Convenção CITES de modo a conservar as áreas de nidificação destas espécies.

A sobrevivência das tartarugas marinhas, tem sido massacrada pelas diversas ameaças de origem antropogénicas. Estas, podem ser uma das causas de algumas patologias já identificadas nestes organismos e que carecem de ser mencionadas e compreendidas em conservação, uma vez que apresentam atualmente uma ameaça à sobrevivência e conservação das tartarugas marinhas (Pereira, 2019).

A fibropapilomatose (FP), descrita pela primeira vez nos E.U.A, considera-se que seja muito debilitante e visível nas tartarugas marinhas (Stamper et al., 2017) em todos os oceanos (Aguirre, 1998). Estes tumores benignos são potencialmente fatais pela sua rápida proliferação tanto no tecido epitelial como mesenquimal (Pereira, 2019). O desenvolvimento desta patologia compromete a natação, visão, alimentação e respiração (Amorim, 2010; Cubas et al., 2014; Divers e Mader, 2005). Estudos indicam que esta infeção provocada pelo herpesvírus é despoletada por fatores como a presença de contaminantes químicos no oceano (Cubas et al., 2014., Jones et al., 2016).

A síndrome de debilitação crónica é outra patologia bastante comum e está associada à ingestão de corpos estranhos que ficam retidos no esófago, como artefactos de pesca e plástico (Pereira-Figueroa et al., 2022). Esta situação, provoca atrofia muscular, edemas severos e perfuração cardíaca (Manire et al., 2017). Síndrome de descompensação (SD), recentemente descrito e associado às artes de pesca (García-Parraga et al., 2017), caracteriza-se por ser uma infeção generalizada provocada pela presença de bolhas de nitrogénio presentes no sistema cardiovascular e outros tecidos, provocado por um embolismo. Este síndrome está associado a tartarugas capturadas em redes de pesca, por terem sido arrastadas a profundidades superiores a 10 metros. (Pereira-Figueroa et al., 2022).

Devido às características bioecológicas (Chaloupka e Musick, 1997), as tartarugas marinhas são muito sensíveis, colocando-as num perigo acrescido para a extinção. O conhecimento destas patologias associadas a estes organismos é

crucial, para se responder e iniciar-se de forma imediata o melhor protocolo clínico de acordo com as características intrínsecas de cada patologia.

Impacto das alterações climáticas nas tartarugas marinhas

As alterações climáticas estão a impactar todo o património natural e a diversidade biológica deste planeta com previsões drásticas até 2040 (Allen et al., 2018; IPCC 2022). Segundo o Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas IPCC (2022), cada décimo de grau de temperatura adicional poderá aumentar a probabilidade de ameaça a todas as espécies, a todo o ecossistema, e a todo o Humano. Estes impactos, poderão ser irreversíveis e, António Guterres, Secretário Geral da ONU, afirmou “*estamos no caminho para um mundo inabitável*” (IPCC 2022). Pachauri et al. (2014) já estimava que as alterações climáticas projetadas para o Sec. XXI iam ser extremamente severas e abruptas, com impactos negativos em todo o planeta (Thomas et al., 2004; Lovejoy 2008), mas com maior incidência nas altas latitudes (Garcia et al., 2014). Evidências corroborativas mostram que o aumento da temperatura global afeta os organismos e os processos biológicos tanto terrestres (Walther et al., 2002) como marinhos (Hooght-Guldberg et al. 2007; Poloczanska et al. 2013). Desta forma, a morfologia, comportamento e fragmentação de habitats e conseqüentemente a sobrevivência de muitas espécies está comprometida (Gytay et al., 2002; Mitchell e Janzen 2010; Peuelas et al., 2013; IPCC, 2022). Estes fatores de cariz antropogénico, colocam intensas pressões sobre os ecossistemas (Descamps et al., 2017) e já desencadearam respostas biológicas à escala global. Por outro lado têm-se, registado também mudanças numa variedade de taxons (Hove et al., 2017), espécies endémicas que ocupam nichos ecológicos frágeis são incapazes de se adaptar (Myers et al., 2000; Malcolm et al., 2006) e animais termicamente sensíveis – ectotérmicos, são afetadas significativamente e são empurrados para a extinção (Walther et al., 2002; Hawkes et al., 2006).

As mudanças no comportamento das tartarugas marinhas, relacionadas com o aquecimento global estão a acontecer (Weishampel *et al.*, 2004) uma vez que são ectotérmicos e respondem à TSD (Temperature-dependent sex determination), e são vistas como animais altamente vulneráveis às alterações climáticas (Poloczanska et al., 2009; Martins et al., 2020). As rápidas mudanças, que se têm observado, têm impacto negativo (Hawkes et al., 2009)

nestas espécies uma vez que, são organismos de crescimento lento, apresentam maturidade sexual tardia (Hamann et al., 2007), reprodução lenta (Angert *et al.*, 2011; Schloss *et al.*, 2012), o que afeta diretamente o seu desempenho e a reprodução, (Walther et al., 2002; Hawkes et al., 2006) e também, o desenvolvimento embrionário e juvenil (Martins et al., 2020). Alterações morfológicas externas são também visíveis, com o nascimento de crias mais pequenas e com baixas capacidades locomotoras (Glen et al., 2003; Staines et al. 2019; Reboul et al., 2021). A mortalidade é elevada (Jensen et al., 2018; Booth et al., 2020; Reboul et al., 2021) e ocorre a alteração da razão sexual das crias com incremento da feminização das populações (Yntema and Mrosovsky 1982; Standora and Spotila 1985; Reboul et al., 2021), existindo a necessidade acrescida de avaliações constantes destas razões sexuais (Tezak et al., 2020).

Por estas razões, as alterações climáticas são uma ameaça particularmente preocupante para as tartarugas marinhas (Lolavar e Wyneken, 2020) e existe a necessidade urgente de dispersão da espécie para geográficas zonas mais frias ou seleção de microhabitats mais frios (Chaloupka *et al.*, 2007). Paralelamente, será necessário um grande potencial de investimento temporal de recursos humanos para evitar a sua extinção local (Mitchell e Janzen 2010), tendo como objetivo a sustentabilidade a medio e longo prazo, e global (Hawkes et al., 2006).

Ao longo da história, as espécies provaram que são capazes de responder e de se adaptar ao desequilíbrio climático, como migrar na tentativa de encontrar temperaturas mais adequadas ou adaptarem-se ao ambiente onde vivem (Pearson e Dawson, 2003). As tartarugas marinhas são a prova disso (Eckert et al., 2000). Contudo, sobreviver a esta mudança contemporânea rápida é um desafio (Mitchell e Janzen 2010), e a capacidade de migração, velocidade e direção pode estar evidentemente comprometida (Pexas et al., 2017).

ESTRUTURA DA TESE E OBJETIVOS

Esta dissertação foi elaborada no âmbito do Mestrado em Ecologia e Ambiente da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto durante o ano de 2021. O trabalho de campo foi realizado em Cabo-verde, Ilha da Boa Vista, na Reserva Natural das Tartarugas Marinhas, durante os meses de junho a setembro sob o tema “Efeito do

sombreamento artificial na incubação de ninhos da *Caretta caretta*, Ilha da Boa Vista, Cabo Verde”.

A estrutura do trabalho encontra-se dividida em seis partes, a primeira parte faz referência à introdução da biodiversidade, origem e evolução das tartarugas marinhas no mundo e revisão da problemática das alterações climáticas. A segunda parte, são os objetivos que instigaram esta investigação, a crescente feminização das populações provocadas pelas alterações climáticas. Seguindo-se a metodologia e desenho experimental, na terceira parte. Aqui, está descrito de forma detalhada todos os passos da experiência realizada durante os quatro meses. Revisão da literatura associado às características da *C. caretta*: físicas, ecológicas, ciclo de vida, maturidade sexual, migração, dieta, reprodução e nidificação da espécie em estudo, gestão de conservação e manejo. A quarta parte desta dissertação é dedicada aos resultados, seguindo-se com a discussão e por fim a conclusão, na sexta parte.

A presente dissertação teve como objetivo principal mitigar o impacto das mudanças climáticas na incubação de ninhos em zonas importantes de desova da tartaruga marinha *Caretta caretta* (Linnaeus, 1758), praia de João Barrosa, ilha da Boa Vista, em Cabo Verde. Para responder a este objetivo, grupos de ninhos foram incubados em duas condições artificiais distintas: sombra com folha seca de *Phoenix atlantica* e sombra com rede malha de polietileno com proteção UV. Com estas condições pretendia-se determinar se as sombras artificiais podem ser um agente ativo sobre o impacto das alterações climáticas na determinação sexual desta espécie de tartaruga. Por outro lado, pretendia-se avaliar, se a curto prazo, ambas as condições sombra poderão ser uma solução para a gestão e conservação no mundo para a *C. Caretta*.

Paralelamente ao objetivo proposto desta dissertação, fiz parte da equipa de voluntariado da organização. Parte do trabalho consistia na recolha de dados científicos que serão posteriormente usados em investigações da Bios.CV, como também, no resgate e devolução de tartarugas marinhas encontradas em situações de risco (Anexo parte I)

METODOLOGIA

Toda a investigação foi previamente aprovada pela Direção Nacional do Ambiente de Cabo Verde em conjunto com a ONG “Bios Cabo Verde”. O estudo foi realizado em praias e instalações de conservação concessionadas pela organização. E, em nenhum momento, esta pesquisa afetou o comportamento da espécie e nenhuma cria foi sacrificada em prol da recolha dos dados.

Tartaruga comum – *Caretta caretta* (Linnaeus, 1758)

Caretta caretta, apresenta crescimento alométrico, tanto nas crias como nos juvenis, e os escudos vertebrais são mais largos do que compridos, mas à medida que a tartaruga cresce, o comprimento aumenta mais do que a largura (Dodd e Kenneth, 1988). A carapaça caracteriza-se, sobretudo pela presença de uma camada óssea coberta por escudos queratinizados de origem epidérmica (Wyneken, 2001). Apresenta também, redução da quantidade de material ósseo para melhorar a eficácia hidrodinâmica (Eckert *et al.*, 2000). A estrutura está subdividida entre carapaça e plastrão, respetivamente, nas porções dorsal e ventral, conectadas por pontes ósseas. Os escudos ou placas córneas, também designadas de queratinizadas, estão presentes na cabeça variam em número segundo a espécie, sendo utilizadas, portanto, para diferencia-las (Pritchard e Mortimer, 1999). A ranfoteca, ou bico córneo, semelhante ao de uma ave, reveste os ramos das mandíbulas e tem a função de apreender e selecionar os alimentos. A ranfoteca varia consoante o tipo de dieta e é essencial para a diferenciação das espécies de tartarugas (Wyneken, 2001). Tendo em conta as derivações morfológicas consequentes das adaptações para viverem no mar, as glândulas lacrimais sofreram modificações para extrair o excesso de sal dos fluídos corporais, onde se acumulavam depois de ingerirem água do mar (Eckert *et al.*, 2000). Não apresentam ouvido externo e a membrana timpânica é apenas a continuação do tecido que cobre a cabeça (Bartol e Musick, 2003; McArthur *et al.*, 2004) (Figura 2 e 3).

Caretta caretta, pode medir até 100 cm de comprimento curvilíneo, e pesar entre 100 kg a 180 kg (Pritchard e Mortimer, 1999), no entanto, pode existir diferenças significativas entre populações adultas. Em Cabo Verde, podem pesar 50kg e medir 70 cm. Marco *et al* (2008), descreve que esta tartaruga pode atingir uma dimensão e peso superior com tamanho médio de 120 cm e peso de 200 kg. Apresenta um crânio forte completamente coberto por placas (Márquez, 1990),

designadas de pré-frontais, dois pares (Marco et al., 2008), e pós-orbitais, três pares, que lhe confere proteção adicional, uma vez que não consegue retrain a cabeça. *C. caretta* apresenta cinco pares de escudos laterais justapostos na carapaça e três pares inframarginais no plastrão. O primeiro escudo lateral de cada lado da extremidade anterior da carapaça é significativamente menor que os demais (Pritchard e Mortimer, 1999) e possui entre 11 a 13 escudos marginais (Marco et al., 2008). *C. caretta* apresenta uma cabeça proporcionalmente grande em relação ao corpo (Wyneken, 2001). Esta espécie apresentam patas com dedos firmemente unidos e altamente desenvolvidos, revestidos com tecido conjuntivo e coberto por numerosas placas. É possível ainda encontrar duas unhas na margem anterior das patas (Márquez, 1990; Pritchard e Mortimer, 1999).

A coloração da carapaça é também uma característica distintiva, nomeadamente nas crias onde existem variações consideráveis. Na Carolina do Norte, nos E.U.A, a carapaça está descrita como tendo uma coloração amarelo-acastanhado a cinza-preto (Dodd e Kenneth, 1988). Na África do Sul, as crias apresentam um tom mais avermelhado-acastanhado (Hughes, 1974), mas podem existir outras variações como castanho-amarelado e o plastrão com a cor, amarelo-claro, característica descrita por Pritchard e Mortimer em 1999. Em Cabo Verde, a coloração é castanha com bordas avermelhadas ou alaranjadas e o plastrão mais esbranquiçado ou com tons amarelos pálidos (Marco et al., 2008) (Figura 4 e 5). A espécie *C. caretta*, apresenta dimorfismo sexual, evidenciando-se apenas após atingir a maturidade sexual (Ceriani e Wyneken, 2008). Os machos são visivelmente maiores e apresentam caudas e unhas mais longas (Dodd e Kenneth, 1988). O plastrão é menor para acomodar a longa cauda muscular e a grande cabeça (Hughes, 1974).

Apresenta um ciclo de vida longo e com maturidade sexual tardia, entre os 15 e 45 anos (Chaloupka e Musick, 1997; Santos et al., 2011). As primeiras estimativas de idade para a maturidade sexual surgiram em indivíduos que se encontravam em cativeiro (Dodd e Kenneth, 1988). No entanto, estes dados podem variar entre populações ou até mesmo dentro de uma determinada população (Limpus, 1985). Eckert et al., em 2000, afirmou que pode existir uma ampla margem entre 10-50 anos, dependendo da área geográfica.

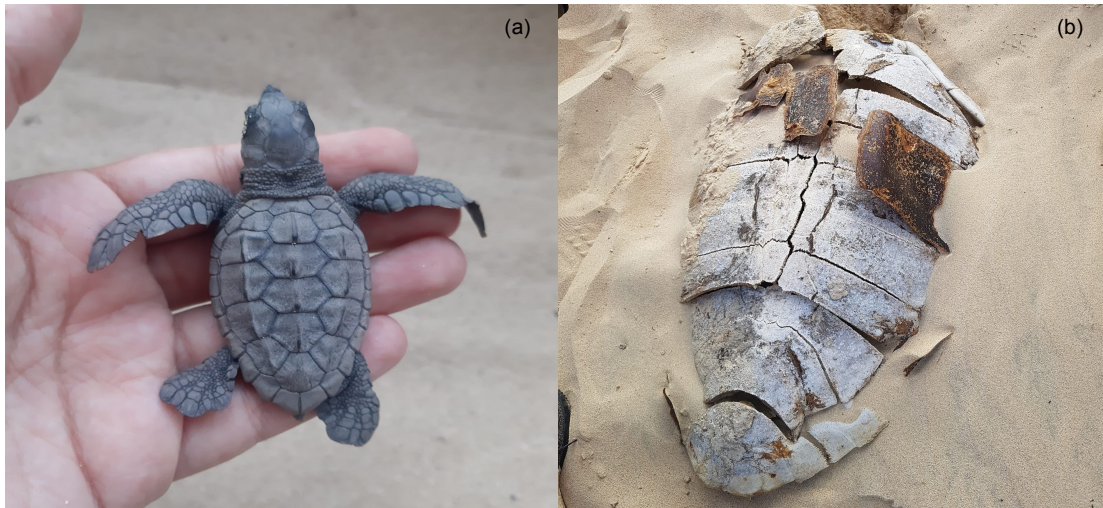


Figura 2- À esquerda (a) representação do crescimento alométrico, cria de *C. Caretta*. À direita (b) estrutura óssea da carapaça, *C. Caretta* adulta. João Barrosa, Ilha da Boa Vista, Cabo Verde (fotos: Sara Teles).

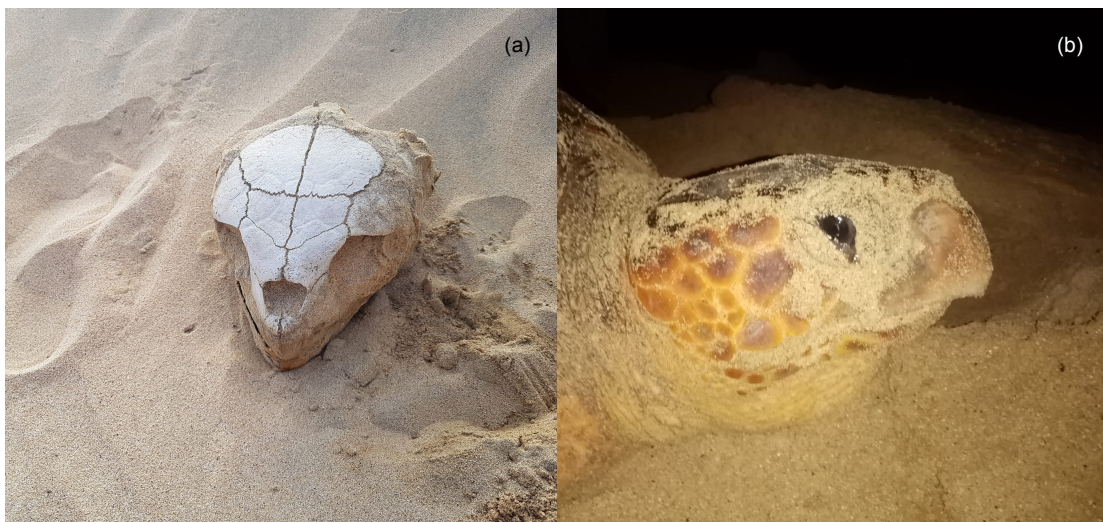


Figura 3- À esquerda (a) representação da estrutura óssea do crânio, *C. Caretta* adulta. À direita (b) Ranfoteca. João Barrosa, Ilha da Boa Vista, Cabo Verde (foto de: Ivanildo Lopes e Sara Teles).



Figura 4- Coloração da carapaça, *C. Caretta* adulta. RNTM, Ilha da Boa Vista, Cabo Verde (foto de: Ivanildo Lopes).



Figura 5- Coloração da plastrão, *C. Caretta* adulta. RNTM, Ilha da Boa Vista, Cabo Verde (foto de: Ivanildo Lopes).

C. caretta apresentam uma dieta bentónica carnívora durante todo o seu ciclo de vida (Santos et al., 2011) composta essencialmente por crustáceos, moluscos, peixe (Barros et al., 2009), ovos, cefalópodes e medusas (Bjorndal, 1997; Tomas et al., 2001). Dependendo da disponibilidade de alimentos, podem alimentar-se também de algas, dependendo assim, de ecossistemas costeiros para sobreviver (Spotila, 2004). As áreas de alimentação para as tartarugas mais jovens e adultas na fase nérica são essencialmente a plataforma continental (Hopkins-Murphy et al., 2003). Nos estágios iniciais juvenis são epipelágicas, alimentando-se nos primeiros cinco metros de coluna de água. Quando subadultas e/ou adultas, têm tendência para permanecer geralmente em profundidades entre os 60 m e os 200 m (Shoop e Kenney, 1992; Bolten, 2003b).

Apresentam reprodução estacional, sem periodicidade anual para as fêmeas, uma vez que só se reproduzem a cada 2-4 anos, os machos reproduzem-se anualmente (Eckert et al., 2000). São bissexuais, a fertilização é interna (Dodd e Kenneth, 1988) e a cópula começa semanas antes da chegada às praias de nidificação (Limpus, 1985). Contudo, Eckert et al. em 2000, veio afirmar que este processo dá-se sobretudo junto das praias de nidificação, designados de habitats internos, mas também nos corredores de migração. O ambiente marinho é o escolhido pela facilidade de fluabilidade dos corpos e acontece frequentemente na superfície do mar, apesar de existirem observações de acasalamentos submersos (Hughes, 1974). A cauda longa do macho é enrolada diretamente sob a fêmea para unir as duas cloacas, para que o macho possa inserir o pénis. As inseminações

múltiplas numa única fêmea são normais, indicando que estas sejam poliândricas (Limpus, 1985).

LeBuff e Beatty em 1971, afirmaram que *Caretta caretta*, nem sempre volta para a mesma praia para nidificar. No entanto, Santos et al. em 2011, defendeu que estas possuem uma grande taxa de filopatria, ou seja, voltam, quando adultas, para desovar na mesma praia em que nasceram. Esta espécie, apresenta características iterópadas (Ondich e Andrews, 2013), ou seja, nidificam mais de uma vez por temporada (entre 2 a 7 ninhos anuais e cada 12 a 18 dias). Normalmente, são indivíduos solitários, mas podem sobrepor-se e amontuar-se no momento da nidificação, no entanto, sem ocorrência de comportamentos agressivos (Dodd e Kenneth, 1988).

Tem preferência, por nidificar várias horas após o por-do-sol (Figura 6) inclusive a qualquer hora da noite (Cadwell, 1959) acima da linha da preia-mar e muitas vezes dentro da vegetação (Carr, 1952) e/ou entre afloramentos e rochas (Hughes, 1974). As zonas mais elevadas das dunas são também é uma preferência, podendo desta forma evitar o alagamento dos ninhos durante as chuvas, o que provocaria a morte dos embriões (Kraemer e Bell, 1980) ou exposição a altas salinidades (Bustard e Greenham, 1968).

A salinidade (Garmestani et al., 2000), a temperatura (Stoneburner e Richardson, 1981), o conteúdo de bioclastos, o pH, a humidade (Stancyk e Ross, 1978), a largura da praia (Kikukawa et al., 1999), a cor, tamanho e composição do substrato das praias (areia e argila) interfere diretamente no sucesso de eclosão das crias (Naro-Maciel et al., 1999; Junior, 2009). Segundo Marco et al., (2017) praias com elevada percentagem de argila tem menor probabilidade de sucesso de emergência, uma vez que esta característica aumenta o potencial hídrico e há desidratação dos ovos, impedindo estes de se desenvolverem (Ackerman, 1991). Para além das características das praias, a troca de gases inerentes ao desenvolvimento embrionário dentro da câmara de incubação dos ovos vai influenciar alguns parâmetros, como a temperatura e humidade em volta do ninho, estabelecendo condições que podem ou não ser favoráveis para o nascimento das crias (Read et al., 2013; Fisher et al., 2014; Patino-Martinez et al., 2014; Cheng et al., 2015). Assim, é importante perceber como as características do local de desova afetam o sucesso de eclosão para se poder controlar estes fatores ecológicos (Júnior, 2009).



Figura 6 – Nidificação durante a noite. João Barrosa, Ilha da Boa Vista, Cabo Verde (foto de: Ivanildo Lopes).

A variabilidade das características físicas das praias influencia o *sex-ratio* das tartarugas marinhas, em Cabo Verde, algumas praias apresentam areia escura vulcânica, com temperaturas médias de 34 °C, como descreve Nádya Veiga (2018). E, é possível verificar ausência total de um dos géneros, apontando para 99% de fêmeas na ilha do Fogo, São Nicolau, Santiago (Tanner et al., 2019). Paralelamente a isto, ainda existem outros fatores a considerar como localização do ninho (Janzen, 1991), aquecimento metabólico da massa dos ovos (Kamel e Mrosovsky, 2005), a condutividade térmica (Zbinden et al., 2006) a própria profundidade do ninho e extensão do sombreamento natural que varia entre praias (Baker-Gallegos et al., 2009) a própria humidade do solo que varia intensamente no topo, meio e base (Ackerman, 1980). Este conjunto de fatores influencia a sobrevivência desta espécie, levando ao grande aumento da mortalidade dos embriões (Ferreira Júnior et al., 2003), onde crias incubadas a temperaturas entre 32 °C e 32,5 °C dificilmente sobrevivem (Fisher et al., 2014). As que sobrevivem, eclodem antecipadamente observando-se diminuição do tamanho das crias (Glen, 2003), perda de conteúdo de gema que poderia ser convertido em tecido (Foley, 1998; Reece et al., 2002; Booth et al., 2004). E o desempenho locomotor, sendo essencial para sobreviverem, é severamente afetado (Burgess et al., 2006; Ischer et al., 2009; Booth e Evans, 2011; Maulany et al., 2012; Booth et al., 2013; Read et al., 2013; Wood et al., 2014). Mrosovsky et al., em 1984 apontava já para as consequências demográficas possíveis da TSD.

Nas últimas décadas, as tartarugas marinhas ganharam uma importância adicional e são atualmente um símbolo para a conservação (Reis e Golberg, 2017). Estas, desempenham um valioso papel no ecossistema marinho em que habitam,

uma vez que interagem de diferentes formas: como consumidoras, como presas, como hospedeiras para parasitas (Bjorndal e Jackson, 2003) e criam um ambiente de simbiose entre outras espécies como camarões e rêmoras através da protocooperação (Sazima et al., 2004; Sazima e Grossman, 2006). São fulcrais no controlo populacional das medusas, mantendo as populações equilibradas. Evitanto que, estas cresçam de forma descontrolada e consumam as larvas de peixe (Bjorndal, 1997). Paralelamente a isto, têm ainda a capacidade de transportar outros organismos, numa espécie de autocarro marítimo, como algas filamentosas e/ou invertebrados (Casale et al., 2004). Este fluxo energético não é estanque e estende-se do mar para a terra quando transportam alimento de um sistema rico para um sistema menos fértil (McLachan e McGwynne 1986; Deegan 1993). No momento em que as tartarugas fazem a ovopostura, depositam matéria orgânica rica em nutrientes e com altas concentrações energéticas. Esta, é aproveitada por predadores detritívoros que acabam por a assimilar e deixar novamente à disposição de outros seres vivos (Bouchard e Bjorndal 2000; Bjorndal e Jackson 2003). As tartarugas marinhas são também, consideradas espécies chave nos ecossistemas aquáticos, uma vez que são bioindicadoras do estado de saúde do ambiente (Aguilar et al., 2002; Baptistotte, 2014; Carvalho et al., 2021) e promovem a limpeza do oceano através da ingestão de peixes e outras espécies com lesões e/ou mortas, evitando a proliferação de possíveis doenças. As relações ecológicas das tartarugas marinhas são fundamentais para a sobrevivência de todo o ecossistema marinho.

Distribuição *Caretta caretta* e local de estudo

C. caretta, encontra-se amplamente distribuída pelas águas tropicais e subtropicais de todos os oceanos (Figura 7). Apesar da sua ampla distribuição mundial esta espécie encontra-se com o estatuto de conservação vulnerável, considerando o Anexo I da CITES, Anexo II da Convenção de Berna, Anexos I e II da Convenção de Bona (Casale e Tucker, 2017). Em Cabo Verde, esta população encontra-se protegida por inúmeros programas de conservação como a Bios Cabo Verde, Turtle Foundation, Natura 2000 e Projeto Biodiversidade, sendo por isso, hoje considerada a maior área reprodutora desta espécie no mundo.

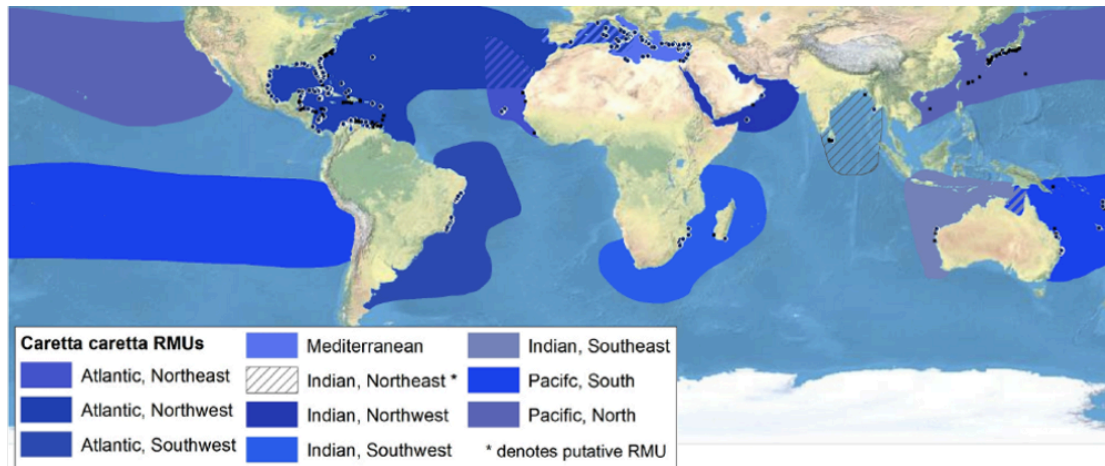


Figura 7 – Distribuição mundial da RMU da *C. Caretta*. (Wallace *et al.* 2010b).

Cabo Verde é um arquipélago de origem vulcânica e teve origem durante o Mioceno. Constituído por dez ilhas, divididas pelas ilhas do Barlavento (Santo Antão, São Vicente, Santa Luzia, São Nicolau, Sal, Boa Vista) e Sotavento (Maio, Santiago, Fogo, Brava) e seis ilhéus desabitados. O presente estudo realizado em Cabo Verde, zona do Atlântico Oriental com maior abundância e densidade de nidificação da *C. caretta*. A ilha da Boa Vista, (N14.50-1720 W22.40-25.30) é a terceira maior ilha do arquipélago com 620 km² de extensão, sendo a mais próxima do continente africano. Esta proximidade, influencia o clima da ilha, tornando-a numa pequena extensão do deserto Sahara. Os ventos alísios e clima árido, mas com formações rochosas, permitem que se formem painéis dunares com vários metros de altura, desempenhando uma função ecológica importante e de grande valor paisagístico.

O local selecionado para o estudo foi a praia de João Barrosa (N16.014 W22.735), que apresenta uma extensão de 5 km e está localizada na Reserva Natural das Tartarugas Marinhas, na costa sudeste da Ilha da Boa Vista (Figura 8). No centro desta, encontra-se o viveiro “*Hatchery*” (N16.016 W-22.741), local definido para a experiência. Esta reserva natural, constitui numa estratégia nacional para a conservação de tartarugas marinhas, ecossistemas costeiros, dunares, mas também, para a proteção da flora endémica de características macaronésicas.

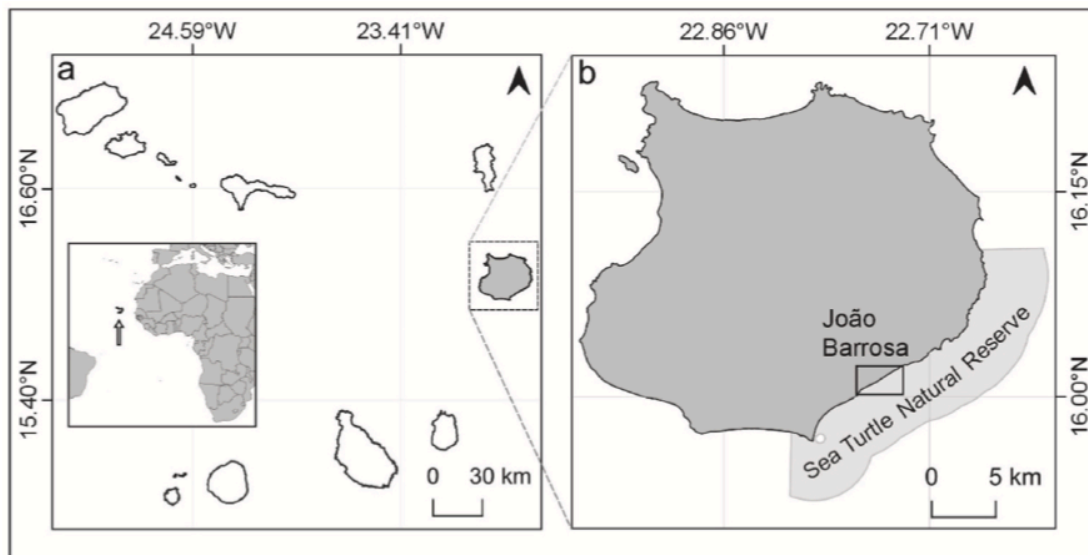


Figura 8 – Mapa da localização de Cabo Verde (a) e praia de João Barrosa (b) (Martins et al., 2021).

A localização geográfica no meio do Oceano Atlântico desta praia, tem influencia o seu clima, apresenta-se como subtropical seco, com uma curta estação de chuvas, de julho a outubro. A baixa pluviosidade, conjugada com as temperaturas altas faz com que estas ilhas sejam muito vulneráveis à desertificação.

Os pequenos perfis dunares são ricos em *Zygophyllaceae*s (Figura 9) e *Tamarix senegalensis*. No, entanto a desflorestação é visível e são escassos os sítios onde se pode encontrar espécies arbustivas/arbóreas, observando-se apenas alguns exemplares de tamareira *Phoenix atlantica* (Figura 10). A fauna presente na praia de João Barrosa é reduzida, quase limitada a frequentes predadores de ovos e crias de tartarugas, como o caranguejo fantasma (*Ocypode cursor*) (Figura 11), o Corvo (*Corvus ruficolis*) e o gato doméstico (*Felis catus*). No entanto, existem também insetos de influência africana, burros e cavalos domésticos, cabras, aves, répteis e crustáceos (Figura 12).



Figura 9 – Zygophyllaceae, presente em regiões áridas e semi-áridas em África. João Barrosa, Ilha da Boa Vista, Cabo Verde (foto: Sara Teles).

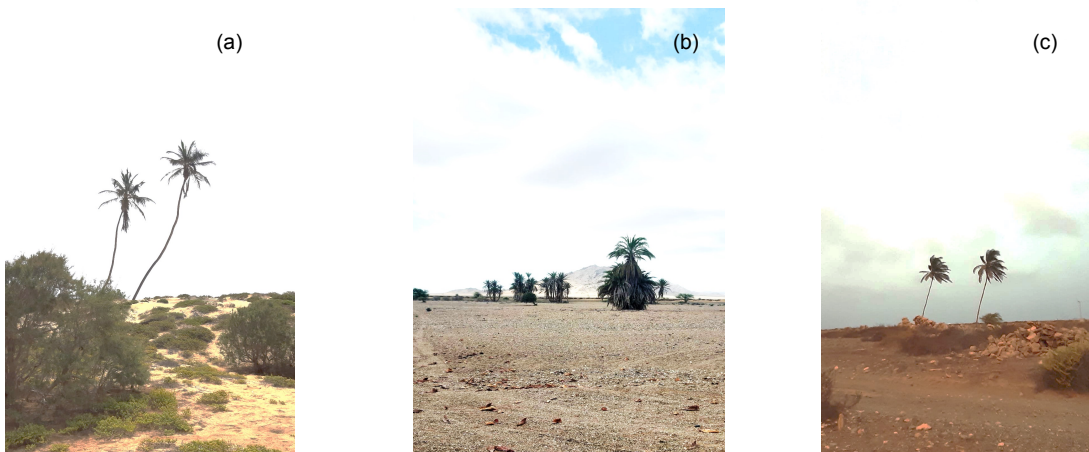


Figura 10 – *Phoenix atlantica* (a) (b) (c). João Barrosa, Ilha da Boa Vista, Cabo Verde (fotos: Sara Teles)



Figura 11 – Caranguejo fantasma, *Ocypode cursor*. RNTM, Ilha da Boa Vista, Cabo Verde (foto: Ivanildo Lopes).

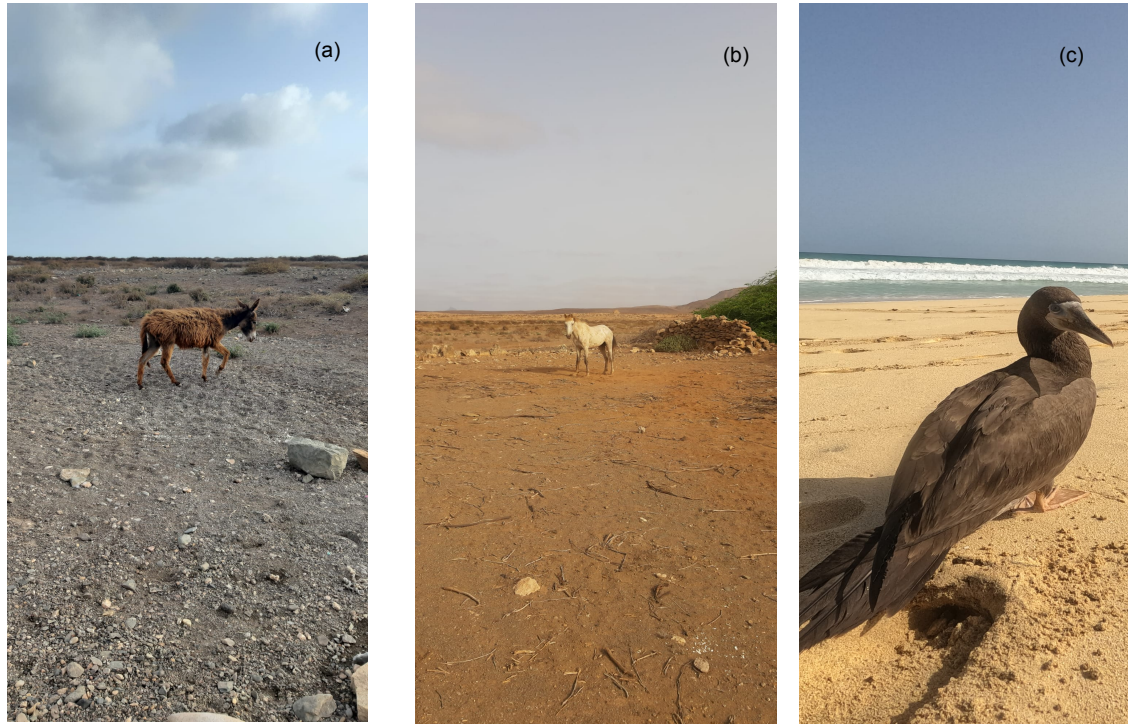


Figura 12 – Alguns exemplares da fauna presente. À esquerda (a) burro doméstico. No centro (b) cavalo doméstico. À direita (c) alcatraz juvenil, *Sula leucogaster*. João Barrosa, Ilha da Boa Vista, Cabo Verde (foto: Sara Teles).

Gestão de Conservação e Manuseamento

Na conservação de tartarugas marinhas, a escolha do local, a transferência de ninhos e a forma como manipulamos a espécie é fulcral para o sucesso de sobrevivência da mesma, permitindo que esta no futuro possa responder de forma natural e efetiva. Estas ações de conservação devem ser temporais para facilitar a adaptação ou dispersão das espécies para outras zonas geográficas mais frias.

O *Hatchery* é uma área de incubação isolada, localizada na praia, que permite receber ninhos de carácter de alto risco. Aqui, existe maior probabilidade de sucesso de eclosão, uma vez que é uma área controlada e há menos risco de predação e inundações. A escolha deste local de incubação, é a parte mais importante que permite aumentar as probabilidades de sucesso de eclosão. No entanto, devem ser considerados alguns aspetos físicos e ambientais para que este local seja o mais adequado.

O ambiente do ninho influencia significativamente o desenvolvimento embrionário das crias, sucesso de eclosão ou até provocar a morte (Marco et al., 2017). Por isso, o *hatchery* deve ser rigorosamente posicionado mais de 1 m acima da maré alta, bloqueando o acesso a possíveis progenitoras (Nooren e Claridge, 2002) e, deve-se evitar áreas com elevada percentagem de argila (Marco et al., 2017). Restos de ovos eclodidos de temporadas anteriores, raízes de plantas, cinzas e pontas cigarros, húmus e/ou alimentos que possam atrair predadores e outros contaminantes (Nooren e Claridge, 2002) são também indicadores de sítios não favoráveis ao desenvolvimento e eclosão dos ovos.

Os outros fatores muito importantes a serem considerados na criação de áreas de *hatchery*/conservação artificiais, são os materiais utilizados na construção desta área, não sendo aconselhável a utilização de material de origem metálica, quer em coberturas, cercas ou em baldes (Nooren e Claridge, 2002). Estudos já demonstraram que as tartarugas marinhas são afetadas pelo campo magnético da Terra, através de possíveis cristais de magnética biogénica retidas nas células do sistema nervoso e que lhes permite criar este sistema de magnetorrecepção com informações posicionais e direcionais (Irwin e Lohmann, 2005).

A realização de censos contínuos de ninhos é o método mais eficaz e a melhor forma de conhecer a abundância de tartarugas marinhas numa população, a sua evolução ao longo do tempo, o estado de conservação das populações e a avaliação da eficácia das medidas de proteção (Marco et al., 2012). Desta forma, existe um protocolo rigoroso que deve ser seguido para se poder prosseguir com qualquer investigação científica. Estes dados são primeiramente registados em documentos físicos (Anexos parte II, III, IV, V, VI) e posteriormente fazem parte de uma base dados digital da organização BIOS.CV.

Transferir um ninho de tartaruga da sua localização original só pode ser equacionada se o sucesso de eclosão estiver comprometido de alguma forma, ninhos de risco (Nooren e Claridge 2002; Marco et al., 2012) Esta transferência requer alguma perícia, uma vez que os ovos são particularmente sensíveis e qualquer movimento brusco pode inviabilizar a maioria dos ovos, oscilações devem ser evitadas. Ninhos com mais de 24h e que precisem de ser transferidos, deve-se garantir a mesma orientação vertical original (Abella, et al., 2007). Este transporte, deve ser efetuado em sacos de plástico limpos e/ou caixas (Marco et al., 2012). Por outro lado, é necessário garantir um alto padrão de higiene e evitar produtos químicos, cremes, e repelentes durante a manipulação dos ovos (Martins

et al., 2021a). Antes de transferir os ninhos, deve-se selecionar o local natural mais seguro, uma vez que a concentração de ninhos num só local pode ser suscetível a um impacto localizado, como por exemplo, uma bactéria que dizime todos os ninhos (Nooren e Claridge, 2002).

Este procedimento requer alguns passos, procedendo-se imediatamente com a sua marcação GPS, o que permite identificar com grande precisão o local exato dos ninhos que serão transferidos (norte, sul, sul final). Esta georreferência é fulcral para podermos afirmar se determinada praia é um ponto de desova importante. Posteriormente, faz-se a recolha de dados nomeadamente a identificação do número eletrónico PIT (Passive Integrated Transponders) da progenitora, hora da desova, número de ovos, data e identificação da praia. Assim que o ninho for transferido para o novo *hatchery* a hora de recolocação do ninho deve também ser registada (Figura 13) (Anexo parte VII). O procedimento de transferência deve ser rápido e não deve ser superior a 1h.

No novo *hatchery* a estrutura que vai acolher o ninho deve ser uma cópia o mais aproximado possível daquilo que a progenitora faria na praia. A câmara de incubação é semelhante a um globo, com 20 cm diâmetro e profundidade de 50 cm (Marco et al., 2012). A estrutura deve ser cavada em linha reta nos primeiros 30 cm, garantindo que a parede da areia fica lisa e nos restantes 10 a 20 cm deve-se começar a formar a estrutura redonda. Toda a areia retirada durante este processo deve ser reservada para ser novamente usada para tapar o ninho.

O processo de recolocação de areia deve respeitar uma sequência, da areia mais húmida para a mais seca até que o ninho fique totalmente tapado. Seguindo-se isto, obrigatoriamente o ninho deve ser identificado exteriormente. É-lhe associado um número que permite de forma rápida perceber em que fase de gestação se encontra. A rede de proteção colocada em volta do ninho é uma segurança para que na data de eclosão seja possível contabilizar o sucesso de emergências (Figura 14).

Dados do ninho

Praia	AB-7SUL	Setor	SUL
Data	07/07/21	Hora	3:31
Nº ovos	66	Hora enterro	
Nº de ninho hatchery			
PIT	410m273718+		
Observações	87		

Figura 13 – Identificação da progenitora e dados da localização do ninho transferido (foto:Sara Teles)

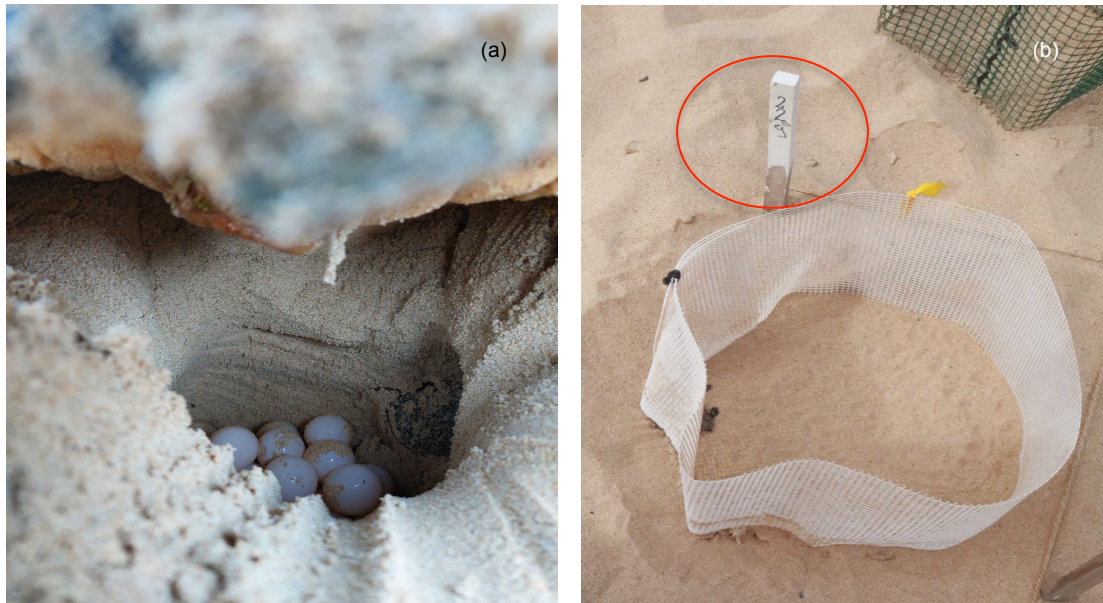


Figura 14 – À esquerda (a) câmara de incubação natural, progenitora de *C. Caretta*. RNTM, Ilha da Boa Vista, Cabo Verde (foto: Ivanildo Lopes). À direita (b) Identificação no hatchery do ninho (assinalado com círculo vermelho). João Barrosa, Ilha da Boa Vista, Cabo Verde (foto: Sara Teles).

O período de incubação varia entre 48 a 70 dias em *Caretta caretta*. O nascimento acontece maioritariamente durante o período noturno, tendo uma incidência maior entre as 20h e as 2h da manhã, contudo pode ocorrer também durante o dia (Figura 15). Cada cria eclodia foi recolhida e procedia-se com medições biométricas: medidas LCC (largura curvilínea carapaça) e CCC (comprimento curvilíneo carapaça), peso e prova de esforço. Depois, em grupo, eram devolvidas ao mar. De ressaltar que, na grande maioria, as crias no mesmo ninho não eclodiam em simultâneo, mas sim de forma faseada ao longo de vários dias. Chegados os 60 dias de incubação e independentemente de terem nascidos todos os elementos avançámos com a exumação. Este procedimento consiste em retirar a areia do ninho e verificar se existem crias vivas, eclovivas, mortos, ovos não eclodidos (onde se fez a classificação embrionária, baseado em Miller., 1982) (Figura 16) (Anexo parte VIII) e contagem de cascas. Estes dados biometricos são importantes para se poder comparar o tamanho e a destreza física das crias eclodidas nas diferentes condições do estudo (sombra vs sol).



Figura 15 – Nascimento crias *C. Caretta*. João Barrosa, Ilha da Boa Vista, Cabo Verde (foto: Sara Teles)

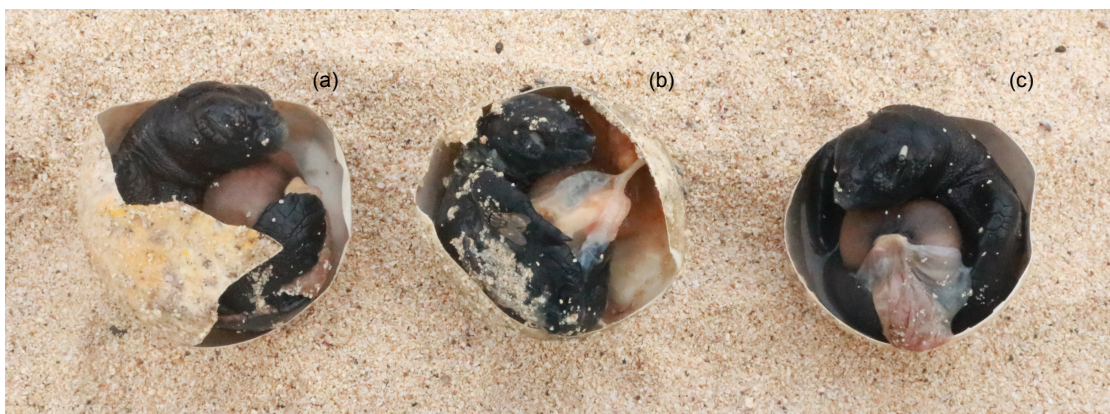


Figura 16 – Exumação e classificação embrionária, *C. Caretta*. À esquerda (a) embrião em estágio 9 (sem membrana embrionária); Ao centro (b) e a direita (c) embriões em estágio 8 (com membrana embrionária). João Barrosa, Ilha da Boa Vista, Cabo Verde (foto: Sara Teles).

Desenho experimental

Para o desenvolvimento do estudo foi delineado um desenho experimental que se focou em registar a temperatura ambiente transferida para a areia onde estão incubados os ninhos das tartarugas marinhas. Esta fonte de calor natural da praia foi registada desde a superfície da areia até às camadas mais profundas dos ninhos, com o intuito de se compreender a consequente alteração de temperatura de incubação.

Foram criados 3 blocos experimentais (I, II e III), organizados na zona do viveiro acima da preia-mar. Em cada bloco inclui-se três áreas de tratamentos (S = sol ; T= área à sombra com folhas secas da tamareira *Phoenix atlantica*; M = área à sombra com uma rede de malha) com

localização diferente e identificados com as letras A, B, C, D, E, F, G, H, I, sendo que cada uma delas corresponde a cada um dos blocos: Bloco I (A, B, C), bloco II (D, E, F), bloco III (G, H, I), de acordo com o descrito (Figura 17). Cada tratamento é composto por 6 ninhos, o que perfaz um total de 18 amostras por tratamento e um total final de 54 ninhos.

A sombra foi simulada por duas abordagens: uma com material natural, com folhas de tamareira seca, e outra que representou uma sombra com material artificial com uma rede de polietileno com proteção UV e que fornece sombra a 80% (Figuras 18 e 19). A escolha destes dois tipos de sombra requer alguma prudência, uma vez que apresentam vantagens e desvantagens. A sombra de folha seca não acarreta custos, não é de fácil acesso, quando não supervisionada pode ser uma fonte de contaminação para os ovos. Por sua vez, a rede de malha é de fácil acesso, baixo custo, mas quando manipulada sem cuidado pode ser uma fonte de poluição.

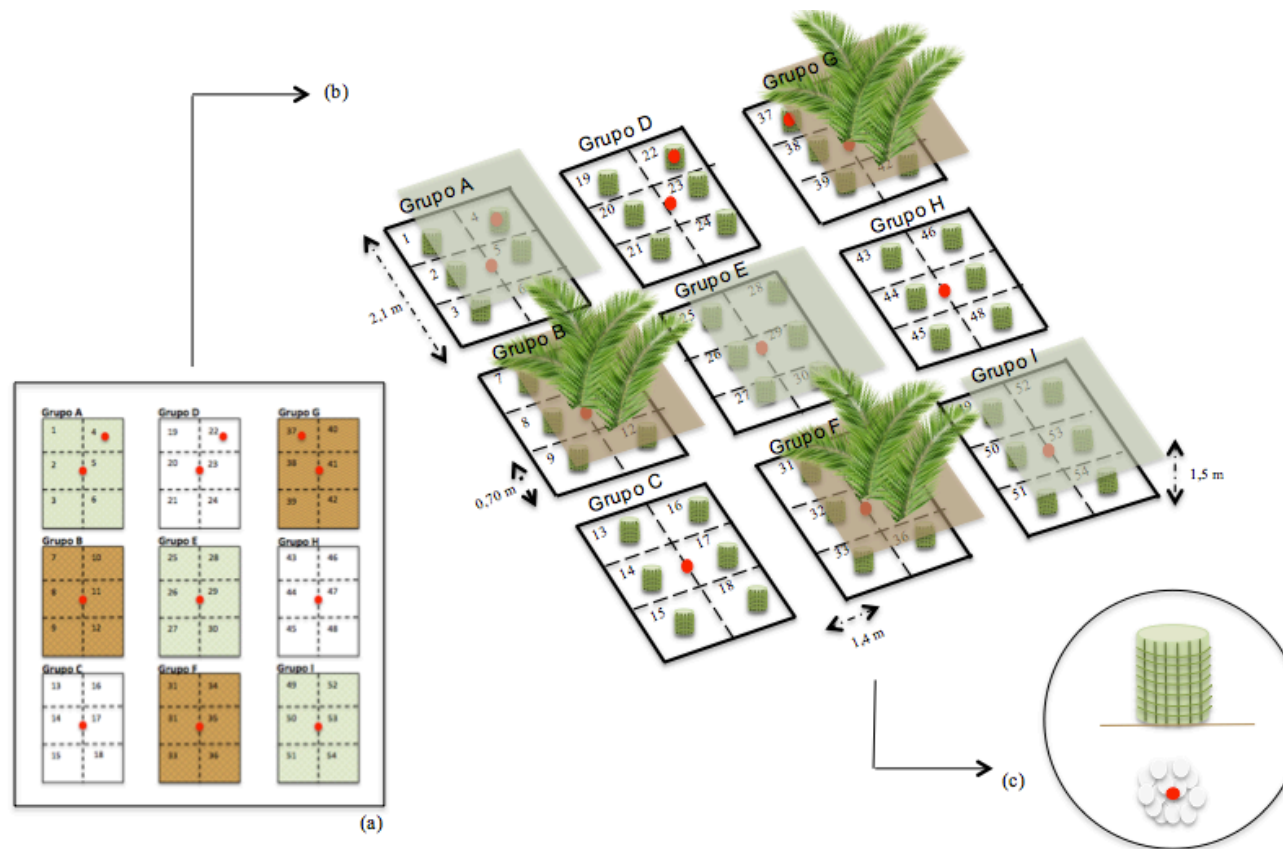


Figura 17 – (a) Enquadramento do desenho usado durante a experiência. (b) Vista projetada do desenho e medidas. A vermelho (pontos) está assinalado a localização dos data loggers (Tidbit®) e a localização dos tratamentos usados: verde representa a sombra malha “M” (grupos A,E,I); castanho representa a sombra com folhas da tamareira *Phoenix atlantica* “T” (grupos B,F,G); e sem sombreamento o controlo sol “S” (grupos C,D,H). (c) Desenho do posicionamento dos data loggers N4, N22, N37.



Figura 18 – Desenvolvimento do desenho experimental, vista superior. João Barrosa, Ilha Boa Vista, Cabo Verde (foto: Sara Teles).



Figura 19 – Desenvolvimento do desenho experimental, vista inferior. João Barrosa, Ilha da Boa Vista, Cabo Verde (foto: Sara Teles).

Durante o período em que decorreu a experiência, de 27 julho a 30 setembro de 2021 (65 dias), foram registadas informaticamente a cada 30 min os valores de temperatura da areia e dos ninhos através do Onset Data loggers-Tidbit®, com precisão de 0,2 °C. Todos os loggers foram intercomparados antes e depois da experiência para evitar potenciais derivações, e não se detetou nenhuma alteração maior que 0,2 °C em todos os loggers. Estes, foram posicionados em duas disposições diferentes: uns colocados a 40 cm de profundidade, o equivalente à fundura de incubação no centro de cada grupo de ninhos da experiência, outros, de forma paralela, foram colocados no centro do interior de três ninhos, entre os ovos (ninho n.º4, ninho n.º22 e ninho n.º37). No segundo terço de incubação de 14 agosto a 1 de setembro, período este em que se define de forma irreversível o sexo das tartarugas (Bull & Vogt, 1981), a temperatura da areia foi monitorizada usando um termómetro digital com sonda-PCE –HPT1 RTD. As medições de temperatura, foram registadas a cada quatro dias e a diferentes profundidades, 5 cm, 10 cm e 20 cm (Figura 20).



Figura 20 – À esquerda (a) Data logger (Tidbit®) usado durante a experiência (foto: Sara Teles) e à direita (b) termómetro digital com sonda (PCE –HPT1 RTD) (Foto: Diana Guedes). João Barrosa, Ilha da Boa Vista, Cabo Verde.

Tratamento de dados

Os valores obtidos de: Temperatura plurianual do *hatchery* (dados previamente recolhidos da base de dados da organização Bios Cabo-Verde, exatamente com o mesmo tipo de data logger e nas mesmas condições experimentais); Influência do tratamento sombra na temperatura da areia durante o TSP, 2021; Perfil térmico em diferentes profundidades da areia durante o TSP, 2021; Temperatura no interior dos ninhos durante o TSP, 2021; *Sex-ratio* para cada tratamento durante o TSP, 2021; Efeito dos tratamentos sobre as crias, 2021 foram analisados em Excel e no programa Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), versão 25, com um nível de significância α definido a 0,05. As variáveis contínuas foram representadas sob a forma de média e desvio-padrão. O teste ANOVA One-Way permitiu determinar diferenças significativas na distribuição das variáveis em estudo, enquanto que, o Teste de Kruskal-Wallis analisou as variáveis não homogêneas e sem distribuição normal.

Em Cabo verde não se conhece a relação entre *sex-ratio* e temperatura da espécie em estudo. No entanto, sendo esta uma característica muito estável para a *C. caretta* em todo o mundo pode-se calcular o *sex-ratio* durante o período de incubação (Tabela 1). Esta, permite avaliar períodos de incubação com maior ou menor percentagem de machos e fêmeas produzidos em cada dia, quinzena, mês ou ano através da temperatura da areia. Sendo que, quando resultados apresentam valores de percentagem >50% a 69% pode corresponder a maior probabilidade de nascimentos femininos, e superior a 70% feminização total. Valores centrais de 50% pode corresponder a uma leve e/ou moderada razão sexual de 1:1. Abaixo deste valor, ou seja, < 50%, poderá existir maior probabilidade de nascimentos de tartarugas do sexo masculino (Tabela 1). Deve-se ser prudente a interpretar os resultados uma vez que não é uma medição direta, mas sim uma estimativa.

Uma vez que a determinação sexual ocorre apartir do dia 18 a 36 de incubação, ou seja, segundo terço de incubação, os dados tratados serão apenas de este período específico.

Tabela 1 | Fórmula estimativa de Mrosovsky et al., 2002.

Fórmula estimativa sex-ratio (%) **$Y = 0 - (0 - 100) / (1 + 10^{((29,25 - X) * 2,767)})$**

em que **X**, corresponde ao período termossensível + 0,5 associado ao aquecimento metabólico no interior dos ovos.

RESULTADOS

Temperatura plurianual *hatchery*

De forma homogénea, foi calculada a média mensal da temperatura da areia, ao sol, no *hatchery* durante a época alta e época baixa de nidificação da *C. Caretta*, entre os anos de 2013 a 2020. Os resultados mostram que a temperatura da areia durante a época alta (julho, agosto e setembro) oscila entre os 29,42 °C e os 30,29 °C. Procurou-se perceber se nos meses seguintes, durante a época baixa de nidificação, correspondente aos meses mais frios e com menor ocorrência de progenitoras (outubro e novembro) se a temperatura seria semelhante. Os resultados mostram que a temperatura varia de 27,96 °C a 29,36 °C (Figura 21).

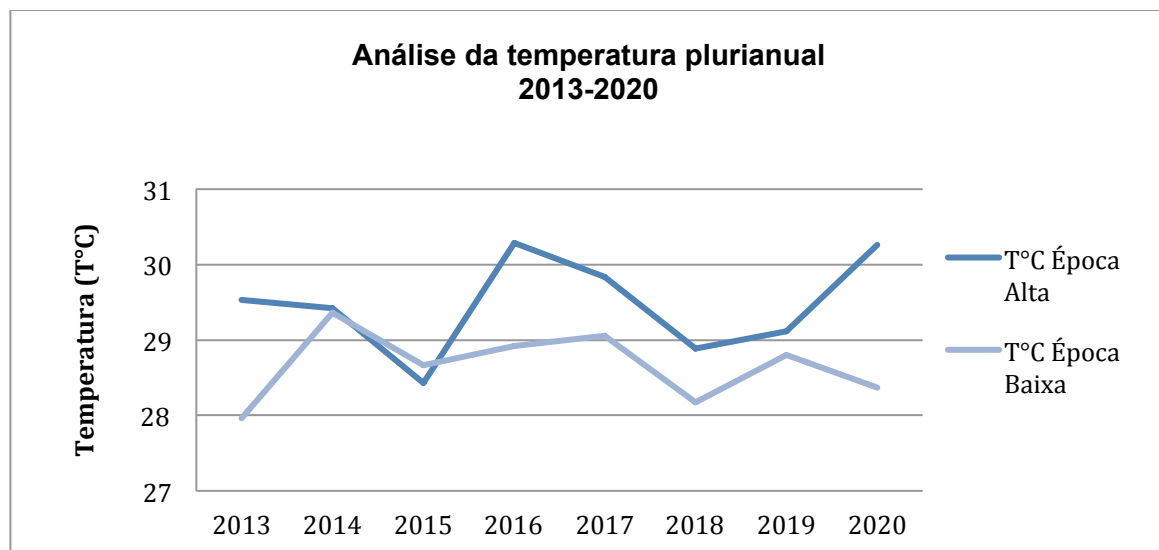


Figura 21 – Média da temperatura da areia dos últimos oito anos, 2013-2020, correspondente à época de nidificação entre julho a novembro de cada ano. Época alta (julho, agosto e setembro de cada ano) e época baixa (outubro, novembro de cada ano). Estes dados são do mesmo período de tempo e é idêntico todos os anos. João Barrosa, Ilha da Boa Vista, Cabo Verde.

Influência do tratamento sombra na temperatura da areia durante o TSP, 2021

Analisou-se a temperatura da areia durante o período termossensível, correspondente os dias de 14 de agosto a 1 de setembro de cada tratamento

sombra: rede de malha, folha seca da tamareira *Phoenix atlantica*, e sem sombra o controlo sol. Durante este período fizeram-se médias brutas da temperatura e não foi usada a fórmula estimativa de *sex-ratio* de Mrosovsky et al., 2002 (Tabela 1) nem incrementado o valor de 0,5 °C relacionado com o calor metabólico, uma vez que o interesse era analisar o efeito real da sombra sobre a temperatura da areia e comparar com os resultados da temperatura plurianual de 2013-2020 (Figura 21).

A sombra de rede de malha e de folha seca da tamareira *Phoenix atlantica* conseguem manter as temperaturas médias estáveis entre os 27,48 °C e os 29,01 °C graus durante todo o período (Figura 22). Paralelamente, os valores da temperatura registada no controlo sol mostra de forma linear temperaturas entre os 29,18 °C e os 31,36 °C, semelhante aos valores registados na temperatura plurianual durante os meses mais quentes, correspondente à época alta de nidificação (Figura 21).

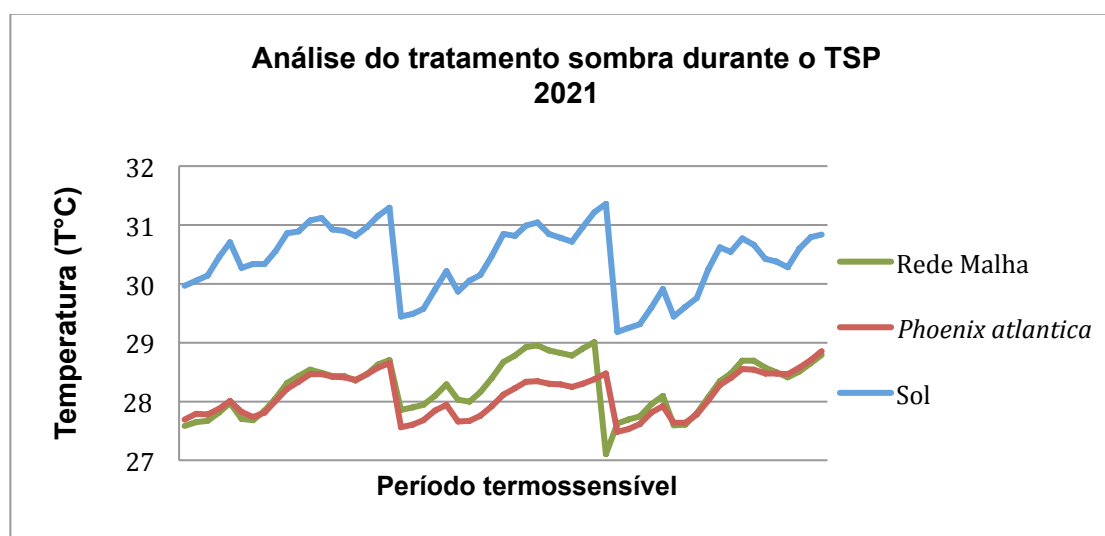


Figura 22 – Média da temperatura bruta da areia: Sombra vs Sol. João Barrosa, Ilha da Boa Vista, Cabo Verde.

A diferença média entre a temperatura mínima e máxima dos tratamentos sombra vs controlo sol é evidente e varia entre os valores de 27,48 °C a 31,36 °C. O efeito de ambas as sombras artificiais tem influência nos valores resgistados de temperatura da areia, apresentando valores entre -1,22 a -2 graus, semelhante aos valores registados em meses mais frios da temperatura plurianual (Figura 21), mas durante o período dos meses mais quentes e de TSP. Através do teste de Kruskal-Wallis $H(2 = 115.019; p < 0,000)$ foi possível confirmar que há diferenças entre tratamentos, o controlo sol apresenta temperaturas mais elevadas comparativamente com os tratamentos de sombra. No entanto, dentro dos tratamentos de sombra não se verificam diferenças significativas (Figura 23).

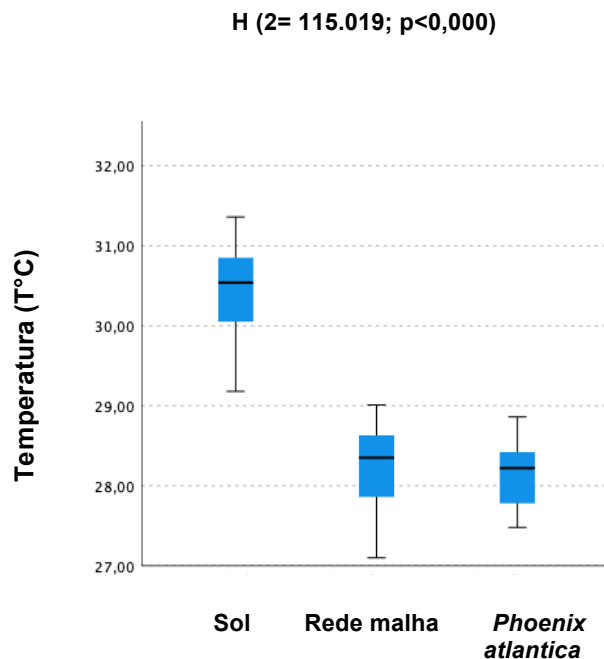


Figura 23 – Representação da diferença significativa através do Teste de Kruskal-Wallis entre os tratamentos, relativamente à temperatura durante o TSP (Sombra Rede malha, sombra de folha seca de *Phoenix atlantica* e controlo sol). João Barrosa, Ilha da Boa Vista, Cabo Verde.

Perfil térmico em diferentes profundidades da areia durante o TSP, 2021

Com o termómetro digital com sonda-PCE –HPT1 RTD, e para que se compreenda melhor a influência do tratamento sombra na temperatura da areia, fizeram-se medições em diferentes profundidades (5 cm , 10 cm, 20 cm) da areia durante o período termossensível da experiência (a cada 4 dias). Cada medição correspondente a cada tratamento sombra em estudo: rede de malha, folha seca da tamareira *Phoenix atlantica*, e sem sombra o controlo sol. Os resultados mostram que é evidente a diferença de temperaturas registadas. Valor máximo de 33,20 °C para o controlo sol a uma profundidade de 5 cm, e valor mínimo de 27 °C para a sombra de rede de malha a uma profundidade de 10 cm. É possível confirmar que, paralelamente às diferenças térmicas referidas entre os tratamentos sombra vs sol, existe também diferenças térmicas entre camadas nos diversos tratamentos. A camada mais superficial (5 cm) regista valores mais elevados, na camada intermédia (10 cm) a temperatura tende a baixar, quando há aproximação da camada mais profunda (20 cm) a temperatura aumenta novamente associado ao calor metabólico do interior do ninho (Figura 24).

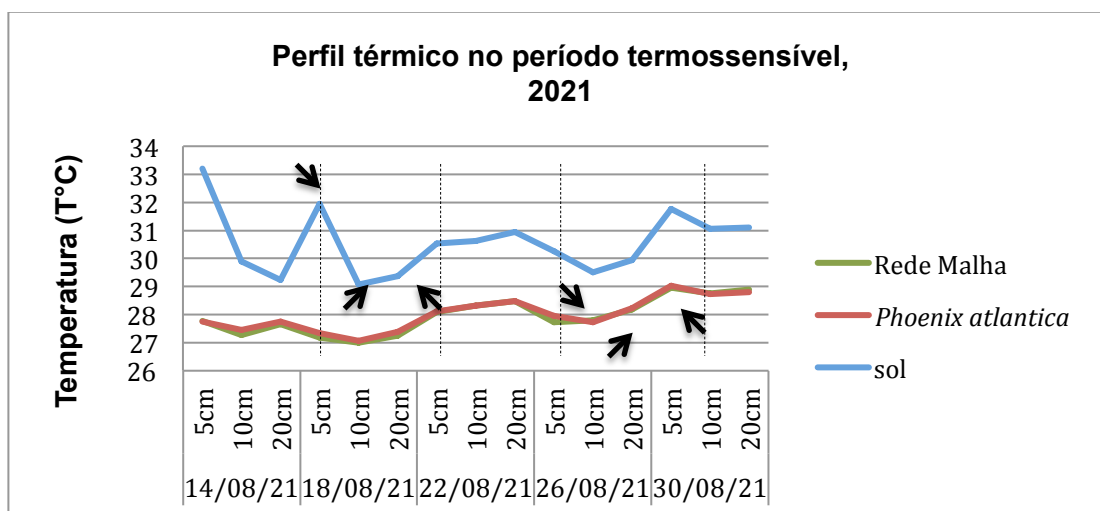


Figura 24 – Perfil térmico em diferentes profundidades (5cm, 10 cm, 20 cm) nos tratamentos sombra de rede de malha, sombra de folha seca *Phoenix atlantica* e controlo sol. As setas a negrito mostram essa variabilidade de temperatura. João Barrosa, Ilha da Boa Vista, Cabo Verde.

Temperatura no interior dos ninhos durante o TSP, 2021

Para conhecer melhor as diferenças térmicas desde a superfície até ao centro do ninho, foram analisadas os valores de temperatura no interior de três ninhos, correspondente a cada tratamento sombra e controlo sol: sombra rede malha (ninho nº4), sombra folha seca de *Phoenix atlantica* (ninho nº37) e controlo sol (ninho nº22) a uma profundidade de 40 cm. Os três data loggers-Tidbit® foram posicionados com a mesma distância entre o *hatchery* e a linha do mar para existir uniformidade (Figura 17). Ao valor da temperatura de cada tratamento foi adicionado o valor de 0,5 associado ao efeito do calor metabólico no interior dos ovos. É evidente a diferença de temperatura entre os tratamentos sombra e o controlo sol ao longo do TSP (Figura 25).

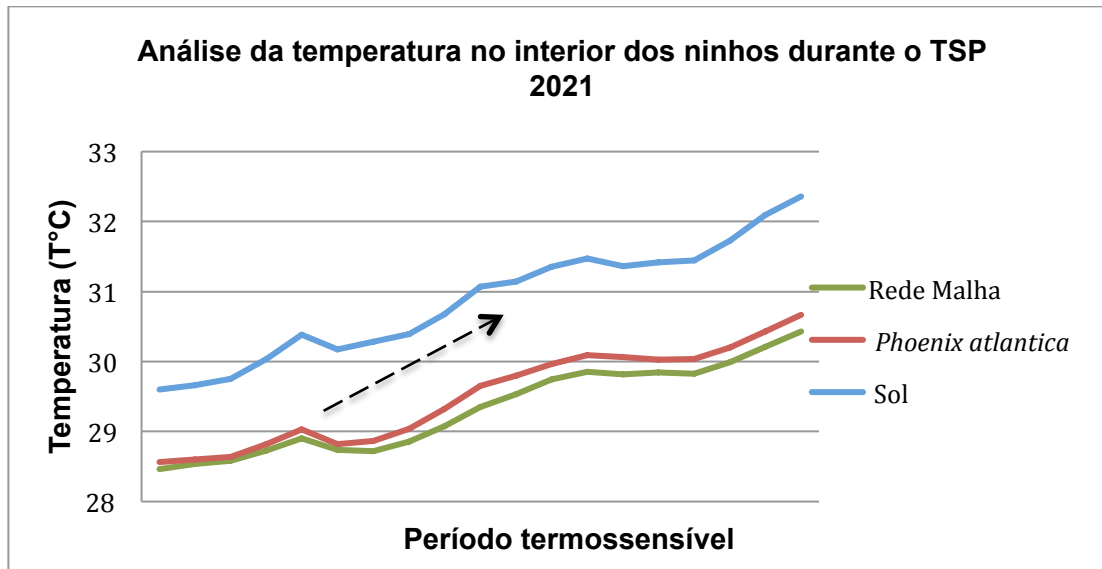


Figura 25 – Média da temperatura no interior dos ninhos durante o TSP, 2021. A tracejado a preto está evidenciado a altura em que a temperatura aumenta consideravelmente. João Barrosa, Ilha da Boa Vista, Cabo Verde.

Comparativamente com resultados obtidos anteriormente na “análise do tratamento sombra durante o TSP” (Figura 22) e “análise do perfil térmico em diferentes profundidades” (Figura 24), a temperatura no interior dos ninhos é superior e aumenta de forma considerável, associado ao aquecimento médio provocado pelo calor metabólico dentro da câmara de incubação e ovos. O valor mínimo registado foi entre 28,46 °C – 30,43 °C para a sombra de rede de malha (ninho nº4) e máximo de 29,6 °C – 32,36 °C para o controlo sol (ninho nº22). O valor médio ficou entre 28,56 °C – 30,67 °C na sombra folha seca de *Phoenix atlantica* (ninho nº37).

Sex-ratio para cada tratamento durante o TSP, 2021

Recorrendo à fórmula estimativa de *sex-ratio* de Mrosovsky et al., 2002 (Tabela1), e na tentativa de se compreender melhor o efeito da temperatura, foi calculada a *sex-ratio* entre machos e fêmeas para cada tratamento durante o período termossensível, TSP (Figura 26). Através do teste de Kruskal-Wallis H ($2 = 113.257$; $p < 0,000$) foi possível confirmar que os tratamentos sombra influenciam a distribuição da temperatura na areia e consequentemente o *sex-ratio* das crias de *C. Caretta*. Desta forma, há diferenças significativas entre os tratamentos sombra e sol, no entanto, dentro dos dois tratamentos sombra não se verificam diferenças

significativas A sombra de rede de malha e sombra de folha seca de *Phoenix atlantica* conseguem reduzir o *sex-ratio* para uma média de 50% (Figura 27).

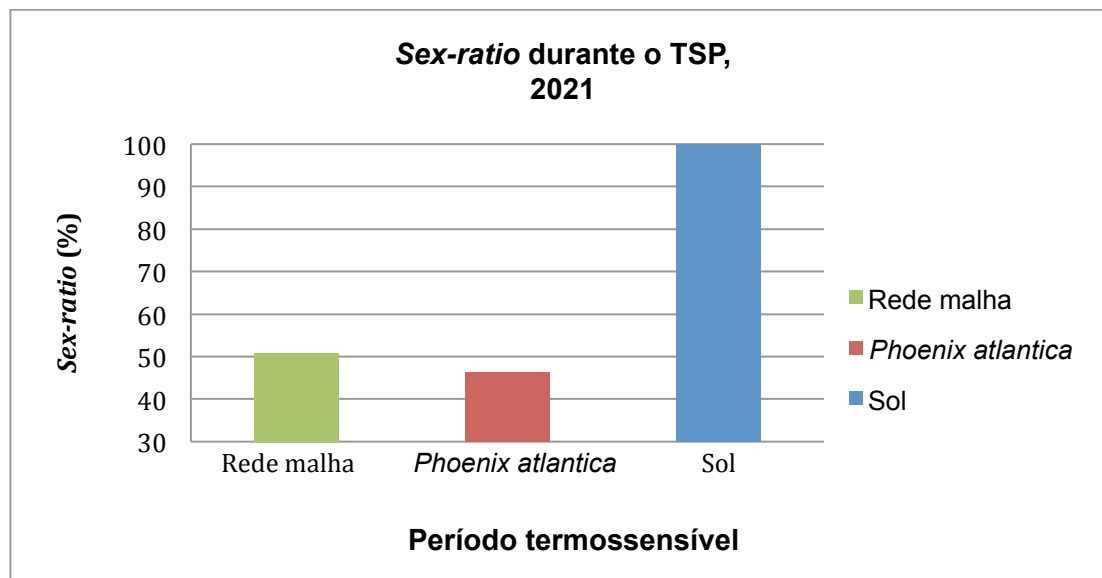


Figura 26 – *Sex-ratio* para cada tratamento durante o TSP, 2021. É visível a diferença entre os diferentes tratamentos: a azul “Sol” com percentagem de 100% o que corresponde a uma feminização total. A vermelho “*Phoenix atlantica*” e verde “rede malha”, correspondente aos tratamentos sombra, com uma média de 50%, indicando-nos que existe razão sexual equilibrada entre machos e fêmeas, 1:1. João Barrosa, Ilha da Boa Vista, Cabo Verde.

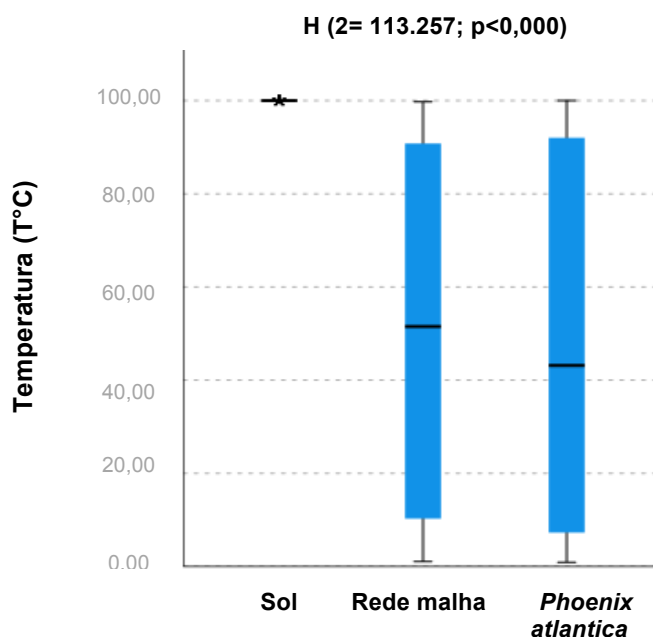


Figura 27 – Representação da diferença significativa através do Teste de Kruskal-Wallis entre os tratamentos, relativamente ao *sex-ratio* durante o TSP (Sombra rede malha, sombra de folha seca de *Phoenix atlantica* e controlo sol). É possível confirmar que os tratamentos sombra influenciam a distribuição da temperatura na areia e consequentemente o *sex-ratio*. João Barrosa, Ilha da Boa Vista, Cabo Verde.

Efeito dos tratamentos sobre as crias, 2021

Parâmetros Reprodutores

A diferença de + 2,1°C para os grupos do tratamento sol (Figura 22) refletiu-se no tempo de incubação das crias de *C. caretta*. Apresentam um nascimento mais precoce comparativamente com as crias nascidas debaixo dos tratamentos sombra de rede malha e sombra com folha seca de *Phoenix atlantica*, como se pode verificar através do teste ANOVA One-Way, em que é visível esta diferença significativa entre os grupos ($F=74,370$; $p<0.001$). No entanto, o sucesso da eclosão ($p=0.383$) e de emergência ($p=0.582$) foi semelhante entre tratamentos. O tempo de incubação na sombras de rede de malha ($p<0.001$) e sombra de folha seca de *Phoenix atlantica* ($p<0.001$) foi significativamente superior ao controlo, mas não diferiu entre os tratamentos (Tabela 2) (Figura 28).

Tabela 2 | Comparação da distribuição do tempo de incubação, sucesso da eclosão e sucesso da emergência entre os grupos de teste com recurso à ANOVA *One-Way*.

Variável	Grupo			ANOVA	
	Rede Malha	<i>Phoenix atlantica</i>	Sol	F	Valor p
Nº Total de ovos	1477	1363	1335		
Tempo de incubação (dias)	59,8±1,1	60,1±2,2	53,4±2,1	74,370	<0.001
Sucesso da eclosão (%)	80,0±14,2	75,4±24,8	70,6±20,4	0,978	0.383
Sucesso da emergência (%)	71,8±14,1	71,6±24,8	65,7±19,1	0,548	0.582

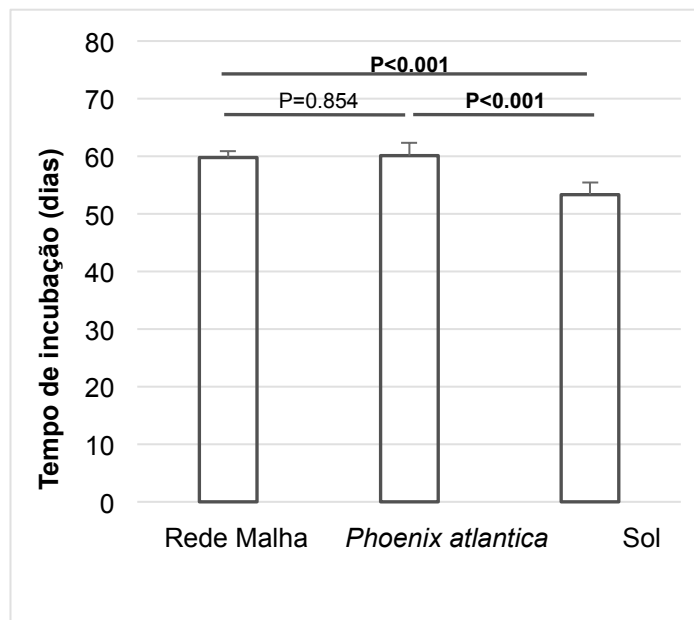


Figura 28 – Tempo de incubação (dias) para ovos de diferentes tratamentos: sombra de rede malha, sombra de folha seca de *Phoenix atlantica* e controlo sol. João Barrosa, Ilha da Boa Vista, Cabo Verde.

Sucesso das crias

Relativamente ao sucesso das crias, a distribuição do peso das crias ($F=1,214$; $p=0.305$), comprimento curvilíneo da carapaça ($F= 0,906$; $p= 0.4111$), largura curvilínea da carapaça ($F=1,172$; $p=0.318$) e prova de esforço ($F=1,051$; $p=0,357$) não apresentaram diferenças significativas para os tratamentos em análise, sombra de rede malha, folha seca de *Phoenix atlantica*, e sol (Tabela 3).

Tabela 3 | Comparação da distribuição do peso das crias, LCC, CCC e prova de esforço entre os tratamentos, através do teste ANOVA *One-Way*.

Variável	Grupo			ANOVA	
	Rede Malha	<i>Phoenix atlantica</i>	Sol	F	Valor p
Peso das crias (g)	16,7±1,5	15,9±4,1	17,3±1,3	1,214	0.305
CCC (mm)	31,9±1,2	30,2±7,6	31,9±0,8	0,906	0.411
LCC (mm)	42,4±1,4	40,1±10,0	43,0±1,0	1,172	0.318
Prova de esforço (s')	11,2±11,8	7,7±6,3	11,4±6,8	1,051	0.357

DISCUSSÃO

O impacto potencial das alterações climáticas nas tartarugas marinhas levou à necessidade de se criar estratégias de mitigação (Fuentes et al. 2012; Jourdan e Fuentes 2013) para garantir a sustentabilidade das populações no mundo. Os resultados desta dissertação vão ao encontro dessa necessidade e fornecem informações sobre a temperatura da areia e conseqüentemente o *sex-ratio* das crias *C. caretta*, nascidas na ilha da Boa Vista, Cabo-verde.

Após análise dos resultados, concluí-se que ambos os diferentes tratamentos sombra, podem, no atual momento, ser agentes mitigadores contra as alterações climáticas. A redução dos valores de temperatura da areia através do sombreamento da experiência de $-2,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ vai ao encontro de estudos anteriores de Hill et al., (2015), Esteban et al., (2018) e Reboul et al., (2021), fixando-se entre $27,97\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $30,58\text{ }^{\circ}\text{C}$, ou seja, perto do gradiente de temperaturas em que se reproduzem crias de ambos os sexos na *C. caretta* que é de $27,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $30,00\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Yntema e Mrosovsky 1982; Limpus et al., 1985; Maxwell et al., 1988; Mrosovsky, 1988; Georges et al., 1994; Marcovaldi et al., 1997; Davenport 1997; Tokunaga et al., 1999; Mrosovsky et al., 2002; Wibbels, 2003). Os valores resultantes de *sex-ratio* são favoráveis para o nascimento de crias com equilíbrio da razão sexual entre machos e fêmeas 1:1. Segundo Vindas-Picado (2000) o sombreamento pode ser uma estratégia para mitigar as temperaturas mais altas e aumentar o sucesso de eclosão que de outra forma seriam reduzidas. Contudo, a longo prazo não será suficiente para conservar a espécie e à medida em que as temperaturas globais aumentam, e segundo o IPCC (2015; 2021) pode corresponder entre $0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ – $4,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ até 2100. Existe claramente um problema para a espécie em estudo. O sombreamento poderá deixar de ser suficiente durante toda a época de nidificação. Existe a necessidade urgente de encontrar outras estratégias complementares para que esta espécie continue a nidificar em Cabo Verde, na ilha da Boa Vista, para que não se perca variabilidade genética (Baker-Gallegos et al., 2009), e para diminuir a probabilidade de ovos não fertilizados (Hawkes et al., 2006). Tendo em conta o cenário possível, seria interessante desenvolverem-se novas estratégias para se continuar a aumentar a probabilidade de nascimentos de machos e assegurar as fêmeas nidificantes. Devolver espaço selvagem à natureza e aumentar a biodiversidade e

ecologia local sustentável através de projetos a longo prazo como a restauração do ecossistema, a curto prazo estratégias bioclimáticas podem ser fundamentais para a promover a resiliência e adaptação face às alterações climáticas que são visíveis em Cabo Verde.

✓ Restauração do Ecossistema

Através da reflorestação da *Phoenix atlantica*, que se encontra atualmente com o estatuto de ameaça em perigo de extinção, segundo a IUCN. As sementes de palmeira apresentam crescimento lento (Luz et al., 2008) e características recalcitrantes que diminuem a probabilidade de proliferação (Probert et al., 1989; Prichard 1991; Martins et al., 1999). Contudo, Batista (2012) afirma que a recolha de sementes que se encontrem na fase de maturidade fisiológica e mantidas com teor de água entre os 45% a 35,23% tendem a aumentar as probabilidades de germinação. Estufas com condições ambientais favoráveis para o seu crescimento pode ser uma solução para que posteriormente possam ser devolvidas ao seu ambiente natural, a praia de João Barrosa. Isto, poderia contribuir para a diminuição da desertificação e asseguraria zonas térmicas distintas: zonas com sombra natural e zonas naturais sem sombra, induzindo a produção de crias de ambos os sexos, uma vez que os resultados mostram que existe diferenças significativas entre o tratamento sombra vs tratamento controlo sol.

✓ Estratégias Bioclimáticas

Usadas na arquitetura e em técnicas ancestrais para baixar a temperatura das casas, através do aproveitamento positivo dos recursos naturais (Figura 33 e 34). Como:

- Nova orientação do hatchery no sentido nascente com o intuito de haver um aproveitamento dos ventos alísios de nordeste (ventilação natural). Novos sombreamentos complementares de cor branca, em que esta permite a maior reflexão solar e diminui a absorção do calor, logo, um ambiente mais fresco e equacionar o uso de permutadores de calor a 40cm de profundidade;

- Criação de um microclima, recorrendo a bandas móveis de vegetação dunar (*Sporobolus spicatus*, *Ipomea pes-caprae*, *Cistanche phelypaea*). Estas estariam assentes em placas transportáveis que nos dias antecedentes ao nascimento das crias seriam depositadas nas dunas. Desta forma, as raízes não interferiam no crescimento saudável das crias e aumentava a probabilidade de redução do aquecimento do solo através da evapotranspiração. Para complementar como refere Vindas-Picado (2020) gotejamentos de água do mar durante a noite.

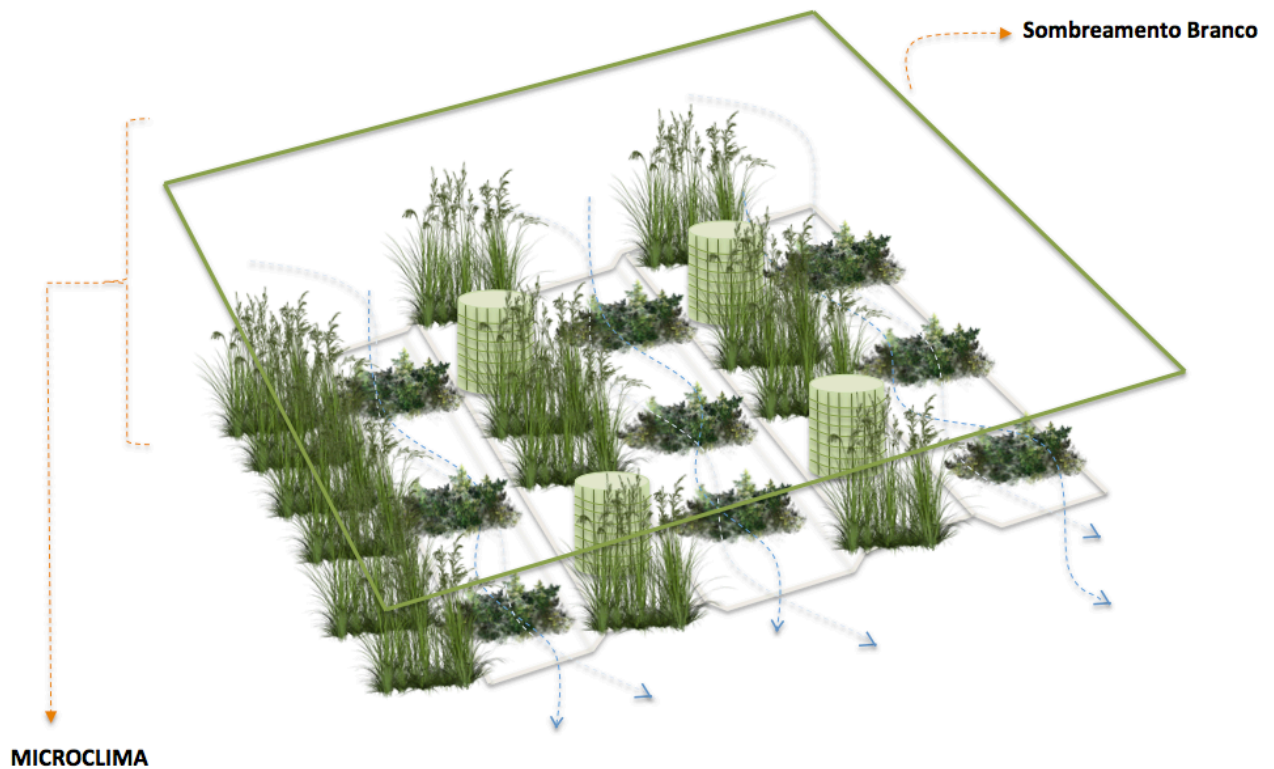


Figura 29 – Estratégia bioclimática, vista superior. (Foto: Sara Teles).



Figura 30 – Estratégia bioclimática, vista inferior. (Foto: Sara Teles)

CONCLUSÃO

O estudo confirma que as alterações climáticas provocam um viés sexual significativo com forte tendência para a feminização, tendo em conta os dados das temperaturas da areia estudadas entre 2008-2020 (Rocha et al., 2015) (Tanner et al., 2019) (Martins et al., 2020) até ao ano de 2021 em Cabo-Verde. Claramente existe a necessidade urgente de equilibrar a população desta espécie através de estratégias de conservação de forma a que esta possa no futuro responder de forma natural. Estudos semelhantes na Austrália (Wood et al., 2013), Costa Rica (Hill et al., 2015), Zelândia (Esteban et al., 2018) e Malásia (Reboul et al., 2021) confirmam que o sombreamento diminui a temperatura dos ninhos, para além de acarretarem pouco investimento e baixa tecnologia.

A insegurança hídrica durante grande parte dos meses dificulta o crescimento e a perpetuação da flora local, existindo a possibilidade de morte florestal. Esta dissertação pode ser o impulso para que novas investigações sejam feitas neste sentido. A importância de criar zonas naturais térmicas distintas que promovam o nascimento de crias de *C. Caretta* com uma razão sexual equilibrada é fulcral. Contudo, a falta de programas de educação ambiental para as espécies florais selvagens pode também ser um dos fatores acrescido e que tem contribuído para o seu declínio. A importância de criar novos espaços verdes selvagens é prioritário, para se poder proteger esta e outras espécies de tartarugas que nidificam nesta reserva. Devolver espaço selvagem à natureza pode ser o impulso que a ilha precisa para responder aos desafios das alterações climáticas e aumentar a resiliência ecológica e diminuir a vulnerabilidade da população. Novas técnicas para melhorar os viveiros, novas técnicas para melhorar a recolocação de ovos são precisas. No entanto, adaptação vai ser crucial nos próximos anos e vai ser necessário monitorizar as temperaturas da areia de forma continuada, incluindo fora da época de nidificação para a criação de uma base de dados contínua.

Apesar das dificuldades que todas as comunidades de espécies enfrentam em Cabo Verde, isto pode ser visto como uma forma para aumentar a resiliência e regressar a um passado mais verde e natural. Os escassos meses de chuva, mas de grande pluviosidade, permite o reflorescer, pode ser interpretado como o momento oportuno para o aproveitamento de águas das

chuvas para se implementar as estratégias abordadas no ponto anterior. E, com isso, preservar esta população isolada de *C. caretta*, na ilha da Boa Vista, como também toda a vida presente que carece de igual importância para conservação.

REFERÊNCIAS

- Abd Mutalib, AH., Fadzly, N., Ahmad, A., Nasir, N (2015). Understanding nesting ecology and behaviour of green marine turtle at Setiu Terengganu, Malaysia. *Mar Biol Ecol.* 36, 1003-1012.
- Abella, E., Marco, A., López-Jurado, LF (2007). Success of delayed translocation of loggerhead turtle nest. *J. Wildl. Manag.* 71, 2290-2296.
- Ackerman, RA. (1980). Physiological and ecological aspects of gas Exchange by sea turtles eggs. *Am. Zool.*, 1980(5): 575-583
- Ackerman, RA. (1991) . Physical factos affecting the water Exchange of buried reptile eggs. In: Deeming, D.C., Ferguson, M.W.J. (Eds), *Egg Incubation: Its Effects on Embryonic Development in Birds and Reptiles.* Cmbridge University Press,Cambridge, pp. 193-211
- Ackerman, RA. (1997). The nest environment and the embryonic development of sea turtles. *The biology of sea turtles, vol. I.* CRC Press. Boca Raton, pp. 83-106.
- Aguilar, A., Borrel, A., Reijnders, P.J (2002). Geographical and temporal variation in levels of organochlorine contaminants in marine mammals. *Mar. Env. Res.*, V. 53, p. 425-452.
- Aguirre, AA (1998). Fibropapilomas en Tortugas Marinas: un Taller del XVIII Simpósio anual sobre la biología y la conservación de las tortugas marinas. *Notociero de Tortugas Marinas.*, 82, 10-12.
- Allen, MR., Dube, OP., Solecki, W., Aragón-Durand, F., Cramer, W., Humpherys, S., Kainuma, K., Kala, J., Mahowald, N., Mulugetta, Y., Perez, R., Wairiu, M., Zickfeld, K (2018). Framing and Context. In: *Global Warming of 1,5C. An IPCC Special Report in the impacts of global warming above pre-industrial levels and related global greehouse gas emission pathways, in the contexto of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development and efforts to eradicate Poverty.* In: Masson-Delmontte, V., et al., (eds.). IPCC Secretariat.
- Amorim, DB (2010). Fibropapilomatose em tartarugas marinhas. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Angert, A.L *et al.*, (2011) Do Species traits predict recente shifts at expanding range edges? *Ecol. Lett.* 14, 677-689
- Arianoutsou, M (1988). Assessing the Impacts of Human Activities on Nesting of Loggerhead Sea turtles (*Caretta caretta*) on Zákynthos Island, Western Greece. *Environmental Conservation*, Vol 15, No. 4.
- Baldwin, R., Hughes, GR., Prince, RIT (2003). Loggerhead Turtles in the Indian Ocean. Pp. 218-234 .In: *Loggerhead Sea Turtles.* Bolten, AB., Witherington, BE (Eds.). Smithsonian Institution Press, Washington, D.C., USA.
- Bartol, SM., Musick, JA (2003) Sensory biology of sea turtles. In: Lutz, PL., Musick, JA., Wyneken, J., editors. *The biology of sea turtles: vol. II.* Florida: CRC Press. p. 79-102.

- Barros, JA., Monteiro, D., Estima, SC., Secchi, ER., Sassi, B (2009). Ecologia alimentar da tartarugas-cabeçuda (*Caretta caretta*) no extremo sul do Brasil, p. 117-119. In: Libro de Resumenes de las IV Jornadas de Investigación y Conservation de Tortugas Marinas. NOAA.
- Batista, G,S (2012). Germinação de sementes de palmeiras quanto a tolerância de dessecação, salinidade e temperatura (Tese de doutoramento). Universidade Estadual Paulista, UNESP, Campo de Jaboticabal. Brasil.
- Baptistotte, C., Thomé, JCA., Bjordnal, KA (2003). Reproductive biology and conservation status of the loggerhead sea turtle (*Caretta caretta*) in Espirito Santo State, Brazil. *Chel. Conserv. Biol.*, 4(3): 523-529
- Baptistotte, C (2014). C. Testudines marinhos (Tartarugas marinhas). In: Cubas, Z. S., Silva, J, C, R., Catão-Dias, J. L. Tratado de animais selvagens: medicina veterinária. 2. Ed. São Paulo: Roca, p. 259-270.
- Baker-Gallegos J., M.R. Fish & C. Drews (2009). Temperatures monitoring manual. Guidelines for monitoring sand and incubation temperatures on sea turtles nesting beaches. WWF report, San José, pp.20.
- Berglund, A (1994). The operational sex ratio influences choosiness in a pipefish. *Behavioural Ecology* 5:254-258
- Bever, G. S., Lyson, T., Field J, D., Bhullar, S (2015). Evolutionary origin of the turtle skull. *Revista Nature*.
- Bjorndal, KA (1997). Foraging ecology and nutricion of sea turtles, p. 199-231. In: Lutz, P.L e Musick, J.A (Eds) *The Biology of sea turtles*. CRC Press. Bjorndal, KA., Jackson, J (2003). Roles of sea turtles in marine ecosystems: reconstructing the past. In: Lutz, PL., Musick, JA., Wyneken, J., editors. *The biology of sea turtles: vol. II*. Florida: CRC Press. p. 259-273.
- Booth, DT., Burgess, E., McCosker, J., Lanyon, J (2004) The influence of incubation temperature on post hatching fitness characteristics of turtles. *Int Congr Ser 1275*: 226-233
- Booth, DT., Evans, A (2011) Warm water and cool nest are best. How global warming might influence hatchling green turtle swimming performance. *PLoS ONE* 6(8):e23262
- Booth, DT., Booth, D., Lanyon, J (2013) Nest and maternal origin can influence morphology and locomotor performance of hatchling green turtles incubate in field nest. *Mar Biol* 160: 127-137
- Booth, DT (2017). Influence of incubation temperature on sea turtle hatchling quality *Integr. Zool.* 12, 352-360
- Booth, DT., Dunstan, A., Bell, I., Reina, R., Tedeschi, J (2020). Low male production at the world's largest green turtle rookery. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 653,181-190
- Bolten, AB (2003a) Active swimmers- passive drifters: the ocean juvenile stage of loggerhead in the Atlantic systems, p. 63-78. In: Bolten, AB, e Witherington, B. (Eds). *Loggerhead Sea Turtles*. Smithsonian Institution Press.
- Bolten, AB (2003b) Variation in sea turtle life history patterns: Netric vs. Ocean developmental stages. In: Lutz, PL., Musick, JA., Wyneken, ., editors. *The biology of sea turtles: vol. II*. Florida: CRC Press. p. 243-257.

- Boyle, M.C., FitzSimmons, N.N., Limpus, C.J., Kelez, S., Velez-Zuazo, X and Waycott, M (2009). Evidence for transoceanic migrations by loggerhead sea turtle in the Southern Pacific Ocean. *Proceedings of the Royal Society of London Series B*, 276, 1993-1999.
- Broderick, A. C., Godley, B. J., Hays, G. C (2001). Metabolic heating and prediction of sex ratios for green turtles (*Chelonia mydas*). *Physiological and Biochemical Zoology* 74, 161-170.
- Bull, JJ (1980). Sex determination in reptiles. *Q. Rev. Biol.*, 53(1): 3-20.
- Bull, JJ., Vogt, RC (1981). Temperature-sensitive periods of sex determination in Emydid turtles. *J. Exp. Zool.*, 218: 435-440.
- Bull, JJ (1987). Temperature-dependent sex determination in reptiles: validity of sex diagnosis in hatchling lizards. *Can. J. Zool.* 65, 1421-1424.
- Burgess, E., Booth, D., Lanyon, J (2006) Swimming performance of hatchling green turtles is affected by incubation temperature. *Coral Reefs* 25: 341-349
- Bustard, HR., Greenham, P (1968). Physical and chemical factors affecting hatchling in the green sea turtle, *Chelonia mydas* (L). *eCOLOGY*, 49(2): 269-276.
- Callowell, D. K (1959). The loggerhead turtles of Cape Romain, South Carolina. (abridged and annotated manuscript of W. P Baldwin, Jr. and J.P. Loftin, Jr.). *Bull. Fla. State. Mus. Biol. Sci.* 4:319-348
- Carr. A.F., Jr (1952). Handbook of turtles. The turtle of the United States. Canada and Baja California. *Cornell University Press*. Ithaca, NY.
- Carvalho, G., Fósse, K., Souza, M., Reis, N (2021). Importância ecológica da conservação das tartarugas marinhas. Congresso Brasileiro Interdisciplinar em Ciências e Tecnologia. Espirito Santo, Brazil.
- Casale, P., Tucker, AD (2017) *Caretta caretta* (amended version of 2015 assessment). The IUCN Red List of Threatened Species.
- Ceriani, S., Wynneken, J (2008). Comparative morphology and sex identification of the reproductive systems in formalin-preserved sea turtle specimens. *Zoology* 11, 179-187
- Cheng, JJ., Lin, C., Tseng, CT (2015). Factors influencing variations of oxygen content in nest of green sea turtles during egg incubation with a comparison of two nesting environments. *J. Exp Mar Biol Ecol* 471: 104-111
- Chun, I., Wu, X.C., Rieppel, O., Zhao L., Wang, L (2008). An ancestral turtle from the late triassic of Southwestern China. *Nature*.
- Conover, MR (2002). Resolving Human-Wildlife Conflicts. The Science of Wildlife Damage Management. Lewis Publishers, Florida.
- Cubas, ZS., Silva, JCR., Dias, JLC (2014). Tratado de animais selvagens-medicina veterinária. Editora Roca.
- M., Musick, JA (1997). Age, growth, and population dynamics, p. 233-276. In: P.L.; Musick, JA (Eds). *The Biology of sea turtles*. Raton, Fla.: CRC Press.
- Chaloupka, M., Kamezaki, N., Limpus, C (2007). Is Climate Change affecting the population dynamics of the endangered Pacific loggerhead sea turtle?. *Journal Experimental Marine Biology and Ecology*. Elsevier.

- Chaloupka, M., Bjorndal, KA., Balaz, GH., Bolten, AB., Ehrhart, LM., Limpus, CJ., Sukanuma, H., Troeng, S., Yamaguchi, M (2008). Encouraging Outlook for recovery a once severely exploited marine megaherbivore. *Global Ecology and Biogeography*, 17(2): 297-3041.
- Charnier, M (1996). Action de la temperature sur la sex-ratio chez l'embryon d'*Agamma ágama* (Agamidae, Lacertilien). *Soc. Biol. Ouest Afric.*, 160: 620-622
- Cheg, IJ., Lin, CH., Tseng, CT (2015) Factors influencing variations of oxygen content in nests of green sea turtles during egg incubation with a comparison of two nesting environments. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 471, 104-111
- Chun, I., Wu, X,C., Rieppel, O., Zhao L., Wang, L (2008). An ancestral turtle from the late triassic of Southweaster China. Laboratory of evolution systematics of vertebrates, Institute of vetebate Paleontology and Paleoanthropology, Chinese Academic of Sciences. *Nature*.
- Davenport , J (1997). Temperature and the life-history strategies of sea turtles. *Journal of Thermal biology* 22, 479-488
- Delmas, V., Baudry, E., Girondot, M., Prevot-Julliard, AC (2007). The righting response as a fitness index in freshwater turtles. *Biol. J. Linn. Soc.* 91, 99-109
- Deraniyagala, P.E.P (1939). The tetrapod reptiles of ceylon. Vol.1. Testuninates and crocodilians. Colombo *Mus. Nat. Hist. Ser., Colombo, Ceylon, 412 pp.*
- Descamps, S., Aars, J., Fuglei, E., Kovacs, KM., et al (2017). Climate change impacts on wildlife in a Hight Artic archipelago-Svalbard, Norway. *Glob Change Biol*23: 490-502
- Dodd, C. Kenneth, Jr (1988). Synopsis of the biological data on the Loggerhead Sea Turtle *Caretta Caretta* (Linnaeus 1758). U.S. *Fish Wildl. Serv., Biol. Rep.* 88(14). 110 pp.
- Divers, SJ., Mader, DR (2005). Reptile medicine and sugery. Elsevier Health Sciences.
- Eckert, K. L., K. A. Bjorndal, F. A. Abreu Grobois y M. Donnelly (2000). Técnicas de investigation y manejo para la conservación de las tortugas marinas. *Grupo Especialista en Tortugas Marinas UICN/CSE Publicación n.4.*
- Escobedo-Galvan, AH (2013). Temperature-dependent sex determination in an uncertain world: advances and perspectives. *Rev. Mex. Biodivers.* 84, 727-730.
- Esteban, N., Laloë, JO., Mortimer, JA., Guzman, AN., Hays, GC (2016). Male hatchling production in sea turtles from one of the world's largest marine protected áreas, the Chagos Archipelago. *Sci Rep* 6:20339.
- Esteban, N., Mortimer, JA., Hays, GC (2017). How numbers of nesting sea turtle can be overestimated by nearly a factor of two. *Proceedings Royal Society B* 284:1-7.
- Esteban, N., Laloë, J-O., Kiggen, ESPL., Ubels, SM., Becking, LE., Meeters, EH., Berkel, J., Hays, GC., Christianen, MJA (2018). Optimism for mitigations of climate warming impacts for sea turtles throught nest shading and relocation. *Sci. Rep.* 8.
- Ewert, MA., Jackson, DR., Nelson, CE (2004). Turtle sex-determination modes and TSD patterns, and some TSD pattern correlates. *Temperature-Dependent Sex*

- Determination. Vertebr. Smithson. Books Wash. DC 21-32.
- Ferreir Júnior, PD., Castro PTA., Addad LE., De Lorenzo, M (2003). Aspectos fisiológicos das aéreas de nidificação da tartarugas marinha *Caretta caretta* na praia Guanabara, Anchieta, Espírito Santo. Anais do Instituto Pau Brasil de História Natural, 7(1): 25-40
- Fisher, LR., Godfrey, MH., Owens, DW (2014) Incubation Temperatures Effects on Hatchling Performance in the Loggerhead sea turtle (*Caretta caretta*). PLoS ONE 9(12): e114880
- Foley, MA (1998) Nesting ecology of the loggerhead turtle (*Caretta caretta*) in the Ten Thousand Ilands, Florida. Ph.D. Dissertation, University of South Florida, Tampa, Florida.
- Foley, MA., Peck, SA., Harman, RG., Richardson, LW (2000). Loggerhead turtle (*Caretta caretta*) nesting habitat on low-relief mangrove Island in southwest Florida and consequences to hatchling sex ratios. Herpetologica, 56(4): 433-445
- Fuentes, MMPB., Fish, MR., Maynard, JA (2011). Management strategies to mitigate the impacts of climate change on seaturtle's terrestrial reproductive phase. Mitig. Adapt. Strategies Glob. Change 17, 51-63.
- Fuentes, MMPB., Christian, G., Bateman, BL., Broettcher, R., Ceriani, SA., Godfrey, MH., Helmers, D., Ingram, DK., Kamrowski, RL., Pate, M., Presey, RL., Radeloff, VC (2016). Conservation hotspots for marine turtle nesting in the United States based on coastal development. Ecological Application. 26(8): 2708-2719
- Gafney, ES., Meylan, PA (1988) A phylogeny of turtles. In: Benton, MJ., editor. The Phylogeny and Classification of Tetrapods. Oxford: Clarendon Press. Vol 1: amphibians, reptiles, birds. p. 157-219
- Garcia, RA., Cabeza, M., Rahbek, C., Araújo, M (2014) Multiple Dimensions of Climate Change and Their Implications for Biodiversity. ScienceMag VOL 344.
- Garmestani, AS., Percival, HF., Portier, KM., Rice, KG (2000). Nest-site selection by loggerhead sea turtle in Florida's Ten Thousand Island. J. Herpetol., 34(4): 504-510.
- Georges, A., Limpus, C., Stoujesdijk, R (1994). Hatchling sex in the marine turtle *caretta caretta* is determined by proportion of development at a temperature, not daily duration of exposure. J. EXP. Zool. 270, 432-444.
- Gitay H, Suárez A, Watson RT, Dokken DJ (2002). Climate change and biodiversity. Intergovernmental Panel on Climate Change, Technical Paper V, UNEP, 77 pp.
- Glen, F., Broderick, A., Godley, B., Hays, G (2003) Incubation environment affects phenotype of naturally incubated green turtle hatchlings. J Mar Biol Assoc U.K 83: 1183-1186
- Godfrey, MH., Mrosovsky, N (2006). Pivotal Temperature for green sea turtle, *Chelonia mydas*, nesting in Suriname. Wildlife Resources Commission, 1507 Ann St., Beaufort, North Carolina 28516 USA.
- Gross, TS., Crain, DA., Bjorndal, BA., Bolten & Carthy, RR (1995). Identification of sex in hatchling loggerhead turtles (*Caretta Caretta*) by analysis of steroid concentrations in chorioallantoic/amniotic fluid. General & Comparative

Endocrinology 99: 204-210.

- Hamann, M., Godfrey, MH., Seminoff, JA., Arthur, K., Barata, PCR., Bjorndal, KA., Bolten, AB., Broderick, AC., Campbell, LM., Carreras, C., Casale, P., Chaloupka, M., Chan, SKF., Coyne, MS., Crowder, LB., Diez, CE., Dutton, PH., Epperly, SP., Fitzsimmons, NN., Formis, A., Girondot, M., Hays, GC., Ijiunn, C., Kaska, Y., Lewison, R., Mortimer, JA., Nichols, WJ., Reina, RD., Shanker, K., Spotila, JR., Tomás, J., Wallace, BP., Work, TM., Zbinden, J.,
- Godley, BJ (2010). Global research priorities for sea turtles: informing management and conservation in the 21st century. *Endangered Species Research*, 11: 245-269.
- Hawkes, AL., Broderick, AC., Godfrey, MH., Godley BJ (2006). Investigating the potential impacts of climate change on a marine turtle population. *Journal compilation, Global Change Biology* 13, 923-932.
- Hawkes, AL., Broderick, AC., Godfrey, MH., Godley BJ (2009). Climate change and marine turtles. *Endangered Species Research* 7, 137-154.
- Hays, GC., Speakman, JR (1993). Nest placement by loggerhead turtles, *Caretta caretta*. *Anim. Behav.*, 45(1): 47-53
- Hays, GC., Adams, CR, Mortimer, JA., Speakman, JR (1995). Inter-and intra-beach thermal variation for green turtle nest on Ascension Island, South Atlantic. *J. Mar Biol Assoc UK* 75: 405-411
- Hays, GC., Ashworth, JS., Barnsley, MJ., Broderick, AC., Emercy, DR., Godley, BJ., Henwood, A., Jones, EL. (2001). The importance of sand albedo for the thermal conditions on sea turtle nesting beach. *Oikos*, 93(1): 87-94.
- Hays, GC., Fossette, S., Katselidis, AK., Schofield, G., Gravenor, MB (2010). Breeding periodicity for male sea turtles, operational sex ratios, and implications in the face of climate change. *Departmente of Pure and Applied Ecology, Institute of Environmental Sustainability, Swansea University, Singleton Park, Swansea, UK. Conservation Biology*, Vol 24, No. 6, 1636-1643.
- Hays, GC., Scott, R (2013). Global patterns for upper ceilings on migration distance in sea turtles and comparisons with fish, birds and mammals. *Functional Ecology*, 27, 748-756.
- Hamann, M., Limpus, C., Read, M (2007) Vulnerability of marine reptiles in the Great Barrier Reef to climate change. In: Johnson J, Marshall P, editors. *Marine Park Authority*. Pp 465-496
- Hill, JE., Paladino, FV., Spotila, JR., Tomillo, PS (2015). Shading and watering as a tool to mitigate the impacts of climate change in sea turtle nest. *PLoS One* 10, e0129528.
- Hoegh-Guldberg, O., Mumby, PJ., Hooten, AJ., Steneck, RS., Greenfield, P., Gomez, E., Hardwell, CD., Sale, PF., Edwards, AJ., Caldeira, K., Knowlton, N., Eakin, CM., Iglesias-Prieto, R., Muthiga, N., Bradbury, RH., Dubi, A., Hatziolos, ME (2007). Coral reefs under rapid climate change and ocean acidification. *Science* 318: 1737-1742
- Hopkins-Murphy, SR., Owens, DW e Murphy, TM (2003) Ecology of immature loggerhead on foraging grounds and adults in interesting habitat in the eastern United States, 79-92. In: Bolten, AB e Witherington, BE (Eds.) *Loggerhead seaturtles*. Washington: Smithsonian Institution.

- Howard, R., Bell, I., Pike, DA (2014). Thermal tolerances of sea turtle embryos: current understanding and future directions. *Endanger. Species Res.* 26, 75-86.
- Hove, Alisa, Brian e Susan Mazer (2017). Phenological Responses to climate change II: Demographic and Geographic Range Shifts.
- Hughes. G. R (1974). The sea turtle of south-east Africa. I. Status. Monography and distribution. *Oceanogr. Res. Inst Ivest. Rep. No. 35*, 144 pp.
- International Union for the Conservation of Nature, IUCN. (2019) Red List of Threatened Species.
- International Union for the Conservation of Nature, IUCN. (2020) Red List of Threatened Species
- IPCC (2015) Intergovernmental Panelo on Climate Change.
- IPCC (2019) Intergovernmental Panelo on Climate Change.
- IPCC (2022) Intergovernmental Panelo on Climate Change.
- Irwin, WP., Lohmann, KJ (2005). Disruption of magnetic orientation in hatchling loggerhead sea turtles by pulsed magnetic fields. Department of North Carolina, Chapel Hill, NC 27599-3280, USA.
- Ischer, T., Ireland, K., Booth, D (2009) Locomotion performance of green turtle hatchlings from the Heron Island Rookery, Great Barrier Reef. *Mar Biol* 156(7): 1399-1409
- Jackson, JBC., Kirby, MX., Berger, WH, et al. (2001). Historical overfishing and the recente collapse of coastal ecosystems. *Science* 293, 629-638
- Janzen, J.F (1991). Environmental sex determination in reptiles: ecology, evolution, and experimental design. Department of Ecology e Evolution, University of Chicago. Ellionois, EUA.
- Janzen, J.F., Phillips, PC (2006). Exploring the evolution of environmental sex determination, especially in reptiles. *J. Evol. Biol.* 19 (6), 1775-1784.
- Jenzen, M.P., et al (2018). Environmental Warming Feminization of One of the Largest Sea Turtle Population in the World. *Curr. Biol.* 28, 154-159.e4
- Jolesz, A. F., Xu, T., Ruenzel, W. P e Henneman, E (1982, 11 June). Temperature-Dependent Sex Determination: Current Practices Threaten Conservation of Sea Turtles. *Department of Physiology, Harvard Medical School, Boston, Massachusetts*. *Science*, Vol 216.
- Jones, K., Ariel, E., Burgess, G., Read, M (2016). A review of fibropapillomatosis in green turtles (*Chelonia mydas*). *The Veterinary Journal*, 212, 48-57.
- Jourdan, J., Fuentes, MMPB (2013). Effectiveness of strategies at reducing sand temperature to mitigate potential impacts from changes in environmental temperature on sea turtle reproductive output. *Mitig. Adapt. Strategies Glob. Change* 20,121-133
- Junior F (2009). Aspectos Ecológicos da Determinação Sexual em Tartarugas. Tese de Mestrado, Centro Universitário Vila Velha, Bairro Boa Vista – ES (CEP: 29.102-770)

- Kallimanis, AS (2010). Temperature dependent sex determination and climate change. *Oikos* 119:197-200
- Kam, YC., Ackerman, RA (1990). The effect of incubation media on the water Exchange of snapping turtle (*Chelydra serpentina*) eggs and hatchlings. *J. Comp. Phys. B.* 160 (3), 317-324.
- Kamel, J. S., Mrosovsky, N (2005). Deforestation: Risk of sex ratio distortion in hawksbill sea turtles. *Department of zoology, University of Toronto*. Ontario, Canada.
- Kobayashi, S., Wada, M., Fujimoto, R., Kumazawa, Y., Arai, K., Watanabe, G., Saito, T (2017). The effects of nest incubation temperature on embryos and hatchling of the loggerhead sea turtle implications of sex difference for survival rates during early life stages. *J. Exp. Mar Biol Ecol.* 486, 274-281.
- Kopitsky, K., Pitman, RL., Plotkin, P (2000). Investigations on at-sea mating and reproductive status of olive ridleys, *Lepidochelys olivacea*, captured in the eastern tropical Pacific, 291p. In: *Proceeding of the 19th Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation*. NOAA
- Kraemer, JE., Bell, R (1980). Rain-induced mortality of eggs and hatchlings of loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) on the Georgia Coast. *Herpetologica*, 36(1): 72-77.
- Lara-Ruiz, P., Lopez, GC., Santos, FR., Soares, LS (2006). Extensive hybridization in hawksbill turtle (*Eretmochelys imbricata*) nesting in Brazil revealed by mtDNA analyses. *Conservation Genetics*, 7: 773-781
- Lautenschlager, S., Wernburg, I., Ferreira, G (2018). Sensory Evolution and Ecology of Early Turtles Revealed by Digital Endocranial Reconstructions. *Institute of Vertebrate Paleontology and Paleoanthropology (CAS), China*. *Frontiers in Ecology and Evolution*.
- LeBuff, Jr, CR., Beatty, RW (1971). Some aspects of nesting of the loggerhead turtle, *Caretta caretta* (Linneus), on the Gulf Coast of Florida. *Herpetologica*, 27(4): 153-156.
- Limpus, C.J., P.C. Reed, and J.D. Miller (1985). Temperature dependent sex determination in Queensland sea turtles: intraspecific variation in *Caretta caretta*. Pages 343-351 in G. Grigg, R. Shine, and H. Ehrmann (des.), *Biology of Australasian frogs and reptiles*. Surrey Beatty Pty. Ltd., Chipping North, NSW, Australia.
- Limpus, C.J (1993). In: Heritage, Q.D.o.E.a (ed), *Recommendations for Conservation of Marine Turtles in Peninsula Malaysia*. Report to Department of Fisheries, Ministry of Agriculture, Malaysia. Brisbane, Queensland, Australia.
- Limpus, C.J., Limpus, DJ (2003) *Biology of the loggerhead turtle in Western South Pacific Ocean foraging area*. I: Bolten, AB: Witherington, BE., editors. *Loggerhead Sea Turtles*. Washington, DC: Smithsonian Institution Press. p. 93-113
- Lolavar, A (2019). Impacts of environmental factors on gas content in relocated *Caretta caretta*. *Marine Turtle Newsletter* 157, 5-9.
- Lolavar, A., Wyneken, J (2019). The impact of sand moisture on the temperature-sex ratio responses of developing loggerhead (*Caretta caretta*) sea turtles. *Department of Biological Sciences, Florida Atlantic University, USA*. Elsevier.

- Lolavar, A., Wyneken, J (2020). Effects of supplemental watering on loggerhead nest and hatchling. Department of Biological Sciences, Florida Atlantic University, USA. *J. Exp. Mar Biol and Eco* 534.
- Lovejoy, T (2008). Climate Change and Biodiversity. *Rev. SCi Technique, Office Int Épizzo* 27: 331-338
- Luz, P, B., Tavares, A,R., Paiva, O, P., Aguiar, F., Kanashiro, S (2008). Germinação de sementes de palmeira-rafia: Efeito de tratamentos pré-germinativos. *Revista Árvore* 32 (5).
- Lyson, T., Bever, G. S., Field J, D., Bhullar, S (2015). Evolutionary origin of the turtle skull. *Nature*.
- Lyson, T., Rubidge, B., Scheyer, T., Bever, G., Queiroz, K., Schachner E., Smith, R., Botha, J (2016). Fossorial Origin of the Turtle Shell. *Current Biology*. 26, 1-8. Elsevier.
- Luschi, P., Hays, GC., Papi, F (2003). A review of long-distance movements by marine turtles, and the possible role of ocean currents. *Oikos*. 103(2): 293-302
- Malcolm, JR., Liu, C., Neilson, RP., Hansen, L., Hannah, L (2006). Global Warming and Extinctions of Endemic Species from Biodiversity Hotspots. *Conservation Biology* 20(2): 538-48
- Manire, C., Stacy, N., Norton, T (2017). Chronic Debilitation. *Sea Turtle Health e Rehabilitation*. Manire C.A, T.M Norton, B.A Stacy, CJ Innis e CA Harms (Eds). J. Ross Publishing. Pine Island Rd, Florida, USA. 707-724 pp.
- Marco, A., Carreras, C., Abella, E (2008). Tortuga boba – *Caretta caretta*. En: *Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles*. Carrascal, L. M., Salvador, A (Eds.). Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid.
- Marco, A., Abella-Perez, E., Liria, A., Martins, S., Loureiro, NS., López-Jurado, LF (2012). Manual para a monitorização de tartarugas marinhas nas ilhas de Cabo Verde. *Rede Nacional de Proteção das Tartarugas Marinhas de Cabo Verde, Zoologia Caboverdiana* 3, 24-47.
- Marco, A., Graça, J., García-Cerda, R., Abella, E., Freitas, R (2015). Patterns and intensity of ghost crab predation on the nest of an importante endangered loggerhead turtle population. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. Vol. 468, pp. 74-82
- Marco, A., Abella-Perez, E., Tiwari, M (2017) Vulnerability of loggerhead turtle eggs to the presence of clay and silt on nesting beaches. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 486, 195-203.
- Marcovaldi, MA., Godfrey, MH., Mrosovsky, N (1997). Estimating sex ratios of Loggerhead turtles in Brazil from pivotal incubation durations. *Can. J. Zool.* 75, 755-770.
- Marcovaldi, MA., Lopez, GG., Soares, LS., Lima, EHSM., Thomé, JCA., Almeida AP (2010) Satellite-tracking of female loggerhead turtles highlights fidelity behavior in Northeastern Brazil. *Endangered Species Research*, 12: 263-272.
- Martins, C, C., Nakagawa, J., Bovi, M, L, A (1999). Tolerância à dessecação de sementes de palmito-vermelho (*Euterpe espirosantensis*). *Revista Brasileira de Botânica*, São Paulo, v. 22, n. 3, p. 391-396.
- Martins, S., Silva, E., Abella, E., Loureiro, N., Marco, A (2019). Warner incubation

temperature influences sea turtles survival and nullifies the benefit of a female-biased sex ratio. *Climat change*, 163:689-704.

- Martins, S., Marco, A., Patino-Martinez, J., Yeoman, K., Vinagre, C., Patrício, AR (2022). Ghost crab predation of loggerhead turtle eggs across termal habitats. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. Vol 551.
- Martins, S., Ferreira-Veiga, N., Rodrigues, Z., Querido, A., Loureiro NS., Freire, K., Abella, E., Oujo, C., Marco, A (2021a). Hatchery efficiency for turtle conservation in Cabo Verde. *Journal. MethodsX*, 8. 101518.
- Martins, S., Sierra, L., Rodrigues, E., Oñate-Casado, J., Galán, IT., Clarke, LJ., Marco, A (2021b). Ecological drivers of the high predation of sea turtle hatchlings during emergence. *Marine Ecology Progress Series*. Vol 668: 97-106.
- Márquez, MR (1990) *FAO Species Catalogue*. Rome: FAO. *FAO Fisheries Synopsis*, v. 11, n.125. Sea turtles of the world: an annotated and illustrated catalogue of sea turtle species know to date.
- Matsuzawa, Y., Sakamoto, W., Bjorndal, K (2002). Seasonal fluctuations in sand temperature: effects on the incubation period and mortality of loggerhead sea turtle pre-emergent hatchlings in Minabe, Japan. *Mar Biol*. 140, 639-646.
- Maulany, R., Booth, D., Baxter, G (2012a) The effects of incubation temperature on hatchling quality in the olive ridley turtle, *Lepidochelys olivacea*, from Alas Purwo National Park, East Java, Indonesia: implications for hatchery management. *Mar Biol* 159(12): 2651-2661.
- Maulany, R., Booth, DT., Baxter, GS (2012b). Emergence sucess and sex ratio of natural and relocated nests of olive ridley turtles from alas Purwo National Park, East Java, Indonesia. *Copeia* 738-747
- Maxwell, JA., Motara, MA., Frank, GH (1988). A micro-environmental study of the effect of temperature on the sex ratios of the loggerhead turtle, *Caretta caretta*, from Tongaland, Natal. *S. Afr. J. Zool*. 23, 342-350.
- McArthur, S., Meyer, J., Innis, C (2004) *Anatomy and physiology*. In: McArthur, S., Wilkinson, R., Meyer, J., editors. *Medicine and sugery of tortoise and turtles*. Oxford: Blackwell Publishing p. 35-72
- McMahan, SM., *et al* (2011) Improving assessment and modeling of climate change impacts on global terrestrial biodiversity. *Trends Ecol. Evol*. 26, 249-259
- Mendonça, MT (1981) Comparative growth rates of wild immature *Chelonia mydas* and *Caretta caretta* in Florida. *Journal of Herpetology*. 15(4): 447-451
- Meylan, AB., Meylan, PA (1999) An introduction to the evolution, life history, and biology of sea turtles. In: Eckert, KL., Bjorndal, KA., abreu-Grobois, FA., Donnelly, M., editors. *Research and Management Techniques for the Conservation of sea turtles*. Pennsylvania: Consolidated Graphic Communication. IUCN/SSC Publication, 4. p. 3-5.
- Mickelson, L., Downie, J (2010). Influence of incubation temperatures on morphology and locomotion performance of leatherback (*Dermochelys coriacea*) hatchling. *Can J Zool* 88: 359-368.
- Mitchel, NJ., Janzen, FJ (2010) Temperature-Dependent sex determination and contemporary climate change. Centre of Evolutionary Biology, School of Animal Biology, The University of Western Austrália. *Sexual Developmment*.

- Miller, JD (1997). Reproduction in sea turtles. *Biol. Sea Turtle*. 1, 51-82.
- Miller-Rushing, A.J., Hoyer, D., Inouye, E (2010) The effects of phenological mismatches on demography *Philos. Trans. R. Soc. Lond. B Biol. Sci.* 365, 3177-3186.
- Milton, S.I., Schulman, A.A., Lutz, P.L (1997). The effect of beach nourishment with aragonite versus silicate sand on beach temperature and loggerhead sea turtle nesting success. *J. Coastal Res.*, 13(3): 904-915.
- Mortimer, J.A (1990). The influence of beach sand characteristics on the nesting behavior and clutch survival of green turtles. *Copeia* 802-817
- Mrosovsky, N (1984). Editorial. *Marine Turtle Newsletter* 28: 1-2
- Mrosovsky, N., Dutton, P.H., Whitmore, C.P (1984). Sex ratios of two species of sea turtle nesting in Suriname. Departments of Zoology and Psychology, University of Toronto, Ont, Canada.
- Mrosovsky, N., Provancha, J (1989). Sex ratio of loggerhead sea turtles hatching on a Florida beach. *CAN. J. Zool./J. Can. Zool* 67, 2533-2539
- Mrosovsky, N., and C. Pieau (1991). Transitional range of temperature, pivotal temperatures and thermosensitive stages for sex determination in reptiles. *Amphibia-Reptilia* 12:169-179
- Mrosovsky, N., Kamel, S., Rees, A.F., Margaritoulis, D (2002). Pivotal temperature for loggerhead turtles (*Caretta caretta*) from Kyparissia Bay, Greece. *Canadian Journal of Zoology* 80, 2118-2124.
- Mrosovsky, N., Godfrey, M.H (2010). Thoughts on climate change and sex ratio of sea turtles. *Marine Turtle Newsletter*. No. 128.
- Monzón-Argüello, C., López-Jurado, L.F., Rico, C., Marco, A., López, P., Hays, P.L.M Lee (2010). Evidence from genetic and Lagrangian drifter data for transatlantic transport of small juvenile green turtles. *Journal of Biogeography*. Vol 37, pp 1752-1766.
- Musick, J.A., Limpus, C.J (1997) Habitat utilization and migration in juvenile sea turtle. In: Lutz, P.L.; Musick, J.A (Eds.). *The Biology of Sea Turtles*. Boca Raton: CRC Press. P 137-163
- Myers, Norman., Russel, A., Mittermeier, Cristina, G., Fonseca, G.A., Kent, J (2000). Biodiversity Hotspots for Conservation Priorities. *Nature* 403 (6772): 853-858
- Naro-Maciel, E., Mrosovsky, N., Marcovaldi, M.A (1999). Thermal profiles of sea turtle hatcheries and nesting areas at Praia do Forte, Brazil. *Chel. Conserv. Biol.*, 3(3): 407-413
- Nooren, H., Claridge, G (2002). Guidelines for turtle hatchery management. *Turtle Foundation*, Hauptst, Ammerland, Germany.
- Ondich, B.L., Andrews, K.M (2013). A history of sea turtle tagging and monitoring on Jekyll Island, Georgia, USA. *Marine Turtle Newsletter* 138: 11-15
- Pachauri, Rajendra, K., Myles, R., Allen, Vicente, R., Broome, J., Cramer, W., Chris, R., John, A., Church et al., (2014). Climate change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups, I, II, III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC.

- Packard, GC., Packard, MJ (1988). The physiological ecology of reptilian eggs and embryos. In: Gans, C., Huey, RB (Eds.) *Biology of the Reptilia*. Liss, New York, pp. 523-605.
- Patino-Martinez, J., Marco, A., Quinones, L., Hawkes, L (2014). The potential future onfluence of sea level rise on Leatherback turtle nest. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 461, s16-123.
- Pauly, DP., Whatson, R., Alder, J (2005). Global trends in world fisheries: impacts on marine ecosystems and food security. *Phill Trans R Soc B* 360, 5-12.
- Pearson, RG., Terence P., Dawson (2003). Predicting the impacts of climate change on the distribution of species: Arebioclimate envelope models useful?. *Global Ecology and Biogeography* 12(5): 361-371
- Penuelas *et al.*, (2013) Evidence of current impact of climate change on life: A Walk from genes to the biosphere. *Glob. Change Biol.* 19, 2303-2338.
- Pereira, MH., *et al* (2010) Scenarios for global biodiversity in the 21st century, *Science* 330-, 1496-1501.
- Pereira, R (2019). Fibropapilomatose em tartarugas marinhas. Centro de Informação em Saúde Silvestre. Boletim Informativo – Fiocruz. Brasil.
- Pereira-Figueroa, S., Jáuregui-Rodríguez, M., Zavala-Diaz, V (2022). Manual de Rehabilitación de Tortugas Marinas. O.N.G Qarapara Tortugas Marinas Chile. Santiago, Chile. 229 pp.
- Pexas, G., Mazaris, AD., Kalaitzidis, C (2017). The velocity of climate change: Implications for sea turtles conservation. Thesis in Geoinformation in Environmental Management. Department of Geoinfrmtion in Environmental Management. Mediterranean Agronomic Institute of Chania.
- Pfaller, JB., Bjorndal, KA., Chaloupka, M., Williams, MG., Frick and Bolten, AB (2013). Accounting for imperfect detection is critical for inferring marine turtle nesting population trends. *PLOS ONE*. 8(4):e62326.
- Pieau, C (1996). Temperature variation and sex determination in reptiles. *BioEssays*, 18(1): 19-26.
- Pieau, C., Dorizzi, M and Richard-Mercier, N (2001). Temperature-dependent sex determination and gonadal differentiation in reptiles. In *genes and Mechanisms in Vertebrate Sex Determination* (eds. Scherer, G and Schmind, M) vol. 91, 117-141. Birkhauser Basel
- Piovano, S., Clusa, M., Carreras, C., Giacoma, C., Pascual, M., Cardona, L (2011) Different growth rates between loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) of Mediterranean and Atlantic origin in the Mediterranean sea. *Marine Biology*. 158(11): 2577-2587.
- Pike DA., Antworth RL., Stiner JC (2006). Earlier nesting contributes to shorter nesting seasons for the Loggerhead sea turtle, *Caretta caretta*. *Journal of Herpetology*, 40, 91-94.
- Plotkin, PT., Wicksten, MK., Amos, AF (1993) Feeding ecology of the loggerhead sea turtle *Caretta caretta* in the north western Gulf of Mexico. *Marine Biology*. 115(1): 1-5.
- Poloczanska, Es., Limpus, CJ., Hays, GC (2009). Vulnerability of marine turtles to

- climate change. *Advances in Marine Biology*, 56: 151-211
- Poloczanska, ES., Brown, C.J., Sydeman, W.J., Kiessling, W., Schoeman, D.S., Moore, P.J., Brander, K., Bruno, J.F., Buckley, L.B., Burrows, M.T., Duarte, C.M., Halpern, B.S., Holding, J., Kappel, C.V., O'Connor, M.I., Pandolfi, J.M., Parmesan, C., Schwing, F., Thompson, S.A., Richardson, A.J (2013). Global imprint of climate change on marine life. *Nat Clim Chang* 3: 919-925
- Pritchard, H, W (1991). Water potencial and embryonic axix viability in recalcitrante seeds of *Quercus rubra*. *Annals of Botany, Oxford*, v. 67, n.1, p. 43-49.
- Pritchard, PCH., Mortimer, JA (1999) Taxonomy, external morphology, and species identification. In: Eckert, K.L., Bjorndal, K.A., Abreu-Grobois, F.A., Donnelly, M., editors. *Research and Management Techniques for the Conservation of sea turtles*. Washington: IUCN/SS Marine turtles specialist group. Publication, n.4. p. 23-44.
- Probert, R. J., Longley, P, L (1989). Recalcitrat seed physiology in three aquatic grasses (*Zizania palustris*, *Spartina ânglica* and *Portesia coarctata*). *Annals of Botany, Oxford*, v. 63, n.1, p. 53-63.
- Raphael, BL (2003) Chelonians. In: Fowler, M.E., Miller, R.E., editors. *Zoo and wild animals medicine*. 5. ed. Saint Louis: Saunders. p. 48-58.
- Read, T., Booth, D., Limpus, C (2013) Effect of nest temperature on hatchling phenotype of loggerhead turtles (*caretta caretta*) from two South Pacific rookeries, Mon Repos and La Roche Percée. *Aust J Zool* 60: 402-411
- Read, T., Booth, D.T., Limpus, C.J (2012). Effect of nest temperature on hatchling phenotype of loggerhead turtles (*caretta caretta*) from two South Pacific rookeries, Mon Repos and La Roche Percée. *Aust. J. Zool.* 60.
- Reece, S., Broderick, A., West, S (2002) The effects of incubation environment, sex and pedigree on the hatchling phenotype in a natural population of loggerhead turtles. *Evol Ecol Res* 4: 737-748
- Reboul, I., Booth, D., Rusli, U (2021). Artificial and natural shade: implications for green turtle (*Chelonia mydas*) rookery management. *Ocean and Coastal Management* 204. Elsevier.
- Rees, A.F., Theodorou, P., Margaritoulis, D (2020). Clutch Frequency for Loggerhead Turtles (*Caretta caretta*) Nesting in Kyparissia Bay, Greece. In: *The sea turtle protection society of Greece*, Solomou 57, GR, Athens.
- Reis, E.C., Goldberg, D.W (2017). Biologia e ecologia e conservação de tartarugas marinhas. In: Reis, E.C., Curbelo-Fernandes, M.P., editoras. *Mamíferos, quelônios e aves: caracterização ambiental regional da Bacia de Campos, Atlântico Sudoeste*. Rio de Janeiro: Elsevier. Habitat, v.7.p 63-89.
- Richards, P.M., Epperly, S.P., Heppel, S.S., King, R.T., Sasso, C.R., Moncada, F., Nodarse, G., Shaver, Y., Medina, and Zurita, J (2011). Sea turtle population estimates incorporating uncertainty: a new approach applied to western North Atlantic Loggerheads *Caretta caretta*. *Endangered Species Research* 15: 151-158
- Ronning, K., Beliveau, E., McCaffery, E., Omlor, C., Rosenblum, E (2013) Using RAG-1 and morphological characters to define phylogenetic relationship of turtles: separation of Cryptodira and Pleurodira, designating two novel infraorders Cryptodira and Trionychida (*tax. nov.*). *Euglena* 1(1): 1-9.

- Rocha, P., Melo, T., Rebelo, R., Catry, P (2015). A significant nesting population of loggerhead turtles at the nature reserve of Santa Luzia, Cabo Verde. *Chelonian Conservation and Biology*, 14 (2): 161-166
- Santidrián Tomillo, P., Suss, JS., Wallace, BP., Magrini, KD., Blanco, G., Paladino, FV., Spotila, JR (2009). Influence of emergence successo on the anual reproductive output of Leatherback turtles. *Mar Biol* 156: 2021-2031.
- Santos, A., Soares, L., Marcovaldi, M., Monteiro, D (2011) Avaliação do estado de conservação da tartaruga marinha *Caretta caretta* no Brasil. *Biodiversidade Brasileira*, No 1, 3-11.
- Sales, G., Giffoni, BB., Barata, PCR (2008). Incidental Catch of sea turtles by the Brazilian pelagic longline fishery. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 88(4): 853-864.
- Salies, E., Lara, PH., Pezetto, F., Verissimo, LF., Abreu, JA., Soares, LA., Tognin, F (2015). Cartilha de fotopoluição Projecto Tamar. Bahia: Fundação Pró Tamar.
- Schroeder, BA and Murphy, S (1999). Population surveys (ground and aerial) on nesting beaches. Pp 45-55. In: *Research and Management Techniques for the Conservation od sea Turtles*. Eckert, KL., Bjorndal, KA., Abreu-Grobois, FA., Donnelly, M (Eds.). Species Survival Commission, Marine Turtle Specialist Group, Publication No.4. Internatonal Union for the Conservation of Nature, Gland, Switzerland.
- Schwanz, LE., Janzen, FJ (2008). Climate change and temperature-dependent sex determination: can individual plasticity in nesting phenology prevent extreme sex ratios? *Physiol Bio. Zool* 81:826-834
- Shaffer, HB (2009) *Turtles (Testudines)*. In: Hedges, SB., Kumar, S., editors. *The Timetree of life*. Oxford: University Press.p. 398-401.
- Shepard, SP., Young, Y (1961). Distinguishing between beach and dune sands. *J. Sediment. Petrol.* 31, 196-214
- Shine, R (1999). Why is sex determined by nest temperature in many reptiles? *Trends in Ecology e Evolution* 14, 186-189.
- Shoo, LP., *et al.*, (2011) Engineering a future for amphibians under climate change. *J. Appl. Ecol.* 48, 487-492.
- Shop, CR., Kenney, RD (1992). Seasonal distribution and abundance of loggerhead and Leatherback sea turtles in waters of the northeastern United States. *Herpetological Monographs*, 6: 43-67.
- Smith, CE., Booth, DT., Crosby, A., Miller, JD., Staines, MN., Versace, H., Madden-Hof, CA (2021). Trianlling seawater irrigation to combat the hight nest temperature feminisation of green turtle *Chelonia mydas* hatchlings. *Marine Ecology Progress Series*. Vol. 667: 177-190.
- Snover, ML (2002) *Growth and ontogeny of sea turtles using skeletochronology: methods, validation and application to conservation (Ph.D.)* Durham: Duke University.
- Spotila, JR (2004). *Sea turtles: A complete guide to their biology, behavior, and conservation*, Johns Hopkins University Press and Oakwood Arts, Baltimore and London.
- Stains, MN., Booth, DT., Limpus, CJ (2019). Microclimate effects on the incubation

- sucess, hatchling morphology and locomotor performance of marine turtles. *Acta Oecol* 97: 49-56
- Stampler, M., Harms, C., Lewbart, G (2017). Environment / Water Quality / Biosecurity. Sea Turtle Health e Rehabilitation. Manire CA., Norton, TM., Stacy, BA., Innis, CJ., Harms, CA (Eds). J. Ross Publishing. Pine Island Rd, Florida, USA. 45-62 pp.
- Stancyk, SE., Ross, JP (1978). An analysis of sand from green turtle nesting beaches on Ascension Island. *Copeia*, 1978(1): 93-99.
- Standora, EA., Spotila, JR (1985). Temperature depending sex determination in sea turtle. *Copia*, 1985(3): 711-722
- Stoneburner, DL., Richardson, JI (1981). Observations on the role of temperature in loggerhead turtle nest selection. *Copeia* 1981(1): 238-241.
- Swiggs, J., Paladino, FV., Spotila, JR., Santidrián Tomillo, P (2018). Depth of the drying front and temperature affect emergence of Leatherback turtle hatchling from the nest. *Mar Biol* 165:91
- Tanabe, L., Steenacker, M., Rusli, MU., Berumen, ML (2021). Implications of nest relocation for morphology and locomotor performance of green turtles (*Chelonia mydas*) hatchlings. *Ocean and Coastal Management*, 207. 105591.
- Tanner, C., Marco, A., Martins, S., Abella-Perez, E., Hawkes, A (2019). Highly feminised sex-ratio estimations for the world's third-largest nesting aggregation of loggerhead sea turtles. *Marine Ecology Progress Series*, 621: 209-219.
- Tezak, B., Sifuentes-Romero, I., Milton, S., Wyneken, J (2020). Identifying sex of neonate turtles with temperature-dependent sex determination via small blood samples. Department of Biological Sciences, Florida Atlantic University, Boca Raton, USA. Scientific Reports.
- Thomas, CD., Cameron, A., Rhys, E., Green, MB., Linda, JB., Yvonne, CC., Barend, FN, Erasmus et al (2004). Extinction risk from climate change. *Nature* 427 (6970): 145-148
- Tomas, J., Aznar, FJ., Raga, JA (2001) Feeding ecology of the loggerhead turtle *Caretta caretta* in the western Mediterranean. *Journal of Zoology*. 255(4): 525-532.
- Torres, DF., Oliveira, ES., Alves, RRN (2018). Understanding Human- Wildlife Conflicts and Their Implications. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Brasil e Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, Brasil. Elsevier, capítulo 22.
- Tucker, AD (2009). Eight nests recorded for a Loggerhead turtle within one season. *Marine Turtle Newsletter* 124: 16-17
- Tucker, AD (2010) Nest site fidelity and clutch frequency of loggerhead turtles are better elucidated by satellite telemetry than by nocturnal tagging efforts: Implications for stock estimation. Marine Laboratory, 1600 Ken Thompson Parkway, Sarasota, EUA. *J. Exp. Marine Biology and Ecology*. Elsevier.
- Tucker, AD., Baldwin, R., Willson, A., Kiyumi, AA., Harthi, SA., Schroeder, B., Possard, E., Witherington, B (2018) Revised Clutch Frequency Estimates for Masirah Island Loggerhead Turtles (*Caretta carta*). *Herpetological Conservation and Biology* 13(1): 158-166.

- Valenzuela, N., Lance, VA (2004). Temperature-dependent Sex Determination. Smithsonian Institution Press, Washington DC.
- Valenzuela, N., et al (2019). Extreme thermal fluctuations from climate change unexpectedly accelerate demographic collapse of vertebrates with temperature-dependent sex determination. *Sci. Rep.* 9, 4254.
- Valverde, RA., Wingard, S., Gómez, F., Tordoir, MT., Orrego, CM (2010). Field lethal incubation temperature of olive ridley sea turtle *Lepidochelys olivacea* at a mass nesting rookery. *Endanger Species Res* 12: 77-86
- Van de Merwe, J., Ibrahim, K., Whittier (2006). Effects of nest depth, shading and metabolic heating on nest temperatures in sea turtles hatcheries. *Chelonian Conserv. Biol.* 5, 210-215
- Vargas, SM., Lara-Ruiz, P., Marcovaldi, MA., Soares, L., Santos, FR (2006). Diversidade genética de tartarugas cabeçudas, *Caretta caretta*, capturadas incidentalmente no litoral sul/sudeste do Brasil. Laboratório de Biodiversidade e Evolução Molecular, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais.
- Veiga, N (2018). Catálogo de praias importantes para nidificação da tartaruga comum em Cabo-Verde. Tese de Mestrado, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.
- Vindas-Picado, J., Yaney-Keller, A., Andrews, L (2020). Effectiveness of shading to mitigate the impact of high temperature on sea turtle clutches considering the effect on primary sex ratios. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 25: 1509-1521
- Wallace, BP., Sotherland, PR., Spotila, JR., Reina, RD., Franks, BR., Paladino, FV (2004). Biotic and abiotic factors affect the nest environment of embryonic Leatherback turtles, *Dermodochelys coriacea*. *Physiol Biochem Zool* 77: 423-432
- Wallace, BP., DiMatteo AD, Hurley BJ, Finkbeiner EM, Bolten AB, et al. (2010a) Regional Management Units for Marine Turtles: A Novel Framework for Prioritizing Conservation and Research across Multiple Scales. *Plos one* 5(12): e15465.
- Wallace, BP., Lewison, RL., McDonald, SL., McDonald, RK., Kot, CY., Kelez, S., Bjorkland, RK., Finkbeiner, EM., Helmbrecht, S., Crowder, LB (2010b). Global patterns of marine turtle bycatch. Global Marine Division, Conservation International, Crystal Drive, Arlington, USA.
- Walther GR., Post, E., Convey, P., Menzel, A., Parmesan, C., Beebee, TJC., Fromentin, JM., Hoegh-Guldberg, O., Bairlein, F (2002). Ecological responses to recent climate change. *Nature*, 416, 389-395.
- Wang, X., Piao, S., Gais, P., Friedlingstein, P., Myneni, RB., Cox, P., Heimann, M., Miller, J., Peng, S., Wang, T., Yang, H., Chen, A (2014). A two-fold increase of carbon cycle sensitivity to tropical temperature variations. *Nature*. 506, 212-215.
- Weber, N., Weber, SB., Godley, BJ., Ellick, J., Witt, MJ., Broderick, AC (2013) Telemetry as tool for improving estimates of marine turtle population size. *Biological Conservation* 167: 90-96
- Weishampel, F. J., Bagley, A. D., Ehrhart, M. L (2004). Earlier nesting by loggerhead sea turtles following sea surface warming. *Department of biology, University of Central Florida*, Orlando, USA.

- Wibbels, T., Bull JJ., Crews, D (1994). Temperature-dependent sex determination: a mechanistic approach. *J. Exp. Zool.*, 270(1): 71-78
- Wibbels, T (2003). Critical approaches to sex determination in sea turtles. *The biology of sea turtles*, vol. II. CRC Press, Boca Raton, pp. 103-134
- Wilhoft, DC., Hotaling, E., Franks, P (1983). Effects of temperature on sex determination in embryos of the snapping turtles, *Chelydra serpentina*. *J. Herpetol.*, 17(1): 38-42
- Wilson, DS (1998). Nest-site selection: microhabitat variation and its effects on the survival of turtle embryos. *J. Herpetol.*, 22(1): 88-96
- Witherington, B., Bjorndal, KA (1991). Influences of artificial lighting on the seaward orientation of hatchling loggerhead turtles. *Biol. Conserv* 55.
- Witherington, B., Kubilis, P., Brost, B., Meylan, A (2009). Decreasing annual nest counts in a globally important loggerhead sea turtle population. *Ecol. Appl.* 19, 30-54.
- Wood, A., Booth, D., Limpus, C (2013). Sun exposure, nest temperature and loggerhead turtle hatchlings: Implications for beach shading management strategies at sea turtle rookeries. *J Exp Mar Biol Ecol* 451: 105-114
- Wood, A., Booth, D., Limpus, C (2014) Sun exposure, nest temperature and loggerhead turtle hatchlings: implications for beach shading management strategies at sea turtle rookeries. *J Exp Mar Biol Ecol* 451: 105-114
- Woolgar, L., Trocini, S., Mitchell, N (2013) Key parameters describing temperature-dependent sex determination in the southernmost population of loggerhead sea turtles. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 499 77-84.
- Wright, SL., Thompson, RC., Galloway, TS (2013). The physical impacts of microplastics on marine organisms: A review. *Environmental Pollution*, 178, 483-492.
- Wyneken, J (2001) *The anatomy of sea turtles*. Miami: National Oceanic and Atmospheric Administration, U.S Department of Commerce. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC, 470.
- Wyneken, J., Epperly, SP., Crowder, LB., Vaughan & Esper KB (2007). Determining sex in posthatchling loggerhead sea turtles using multiple gonadal and accessory duct characteristics. *Herpetologica* 63: 19-30.
- Wyneken, J., Kenneth, J., John, AL., Musick, JA (2013). *The Biology of Sea Turtles*. Vol.3 CRC Press.
- Yntema, C. L., Mrosovsky, N (1979). Incubation temperature and sex ratio in hatchling loggerhead turtles: a preliminary report. *Marine Turtle Newsletter* 11, 9-10.
- Yntema, C. L., Mrosovsky, N (1982). Critical periods and pivotal temperatures for sexual differentiation in loggerhead sea turtles. *Can. J. Zool.*, 60(5): 1012-1016.
- Zbinden, AJ., Margaritoulis, D., Arlettaz (2006). Metabolic heating in mediterranean loggerhead sea turtle clutches. Elsevier. *Journal of experimental marine biology and ecology* 334 151-157 pp.

Zug, GR., Wynn, AH., Ruckdeschel, CA (1986). Age Determination of Loggerhead sea turtle, *Caretta caretta*, by incremental Growth marks in the skeleton. *Smithsonian Contributions to Zoology* 427: 1-34.

ANEXOS

Parte I. Voluntariado BIOS.CV

Paralelamente aos objetivos propostos na dissertação, desenvolvi trabalho de campo com a equipa de voluntários da Bios.Cv. Uma parte importante deste regime de voluntariado consistia na monitorização das áreas de nidificação, na praia de João Barrosa, em turnos noturnos rotativos. Com horários compreendidos entre as 20:00h e as 03:00h da madrugada ou das 03:00h até 08:00h, ou, até garantirmos que já não se encontravam tartarugas a nidificar e/ou em situações de risco, o que poderia estender este horário até às 10:00h/11:00h da manhã.

Durante estes turnos, as progenitoras eram monitorizadas e eram recolhidos dados científicos. Esta recolha consiste essencialmente na recolha de dados biométricos, leitura e marcação eletrónica PIT tags, georreferencia de ninhos, contagem e identificação de rastros. A Recolha de dados biométricos das progenitoras corresponde a alguns pontos anatómicos da carapaça já padronizados, LCC e CCC. Estas medidas curvilíneas e a contagem do número de placas da carapaça são importantes para a identificação de novas espécies, mas também para a avaliação da qualidade da área de alimentação e habitat.

Marcação eletrónica PIT tags, é essencial para a identificação individual da progenitora, identificação de possíveis recapturas, conhecer o comportamento migratório da espécie e perceber se existem várias posturas de uma progenitora durante toda a época de nidificação, avaliando assim o potencial reprodutivo da espécie.

Na área de conservação “*hatchery*”, também se faziam as monitorizações do espaço, recolocação de ninhos e devolução das crias nascidas para o mar e exumações.



Figura 31 – Identificação de rastros. João Barrosa, Ilha da Boa Vista, Cabo Verde (foto: Sara Teles).



Figura 32 – Resgate de uma *C. Caretta* numa situação considerada de risco. João Barrosa, Ilha da Boa Vista, Cabo Verde (Foto: Sara Teles).



Figura 33 – Recolha de dados científicos e marcação PIT tag. João Barrosa, Iha da Boa Vista, Cabo Verde (Foto: Sara Teles).



Figura 34 – À esquerda (a) monitorização do hatchery; À direita (b) devolução de crias de *C. Caretta* ao mar. João Barrosa, Iha da Boa Vista, Cabo Verde (Foto: Sara Teles).

Parte III. Documento de registo do seguimento de ninhos (Hatchery)

AGENDA DE SEGUIMENTO DE NINHO HATCHERY

Informações do ninho

Praia Data / /

Hora recolha na praia N° ovos

Hora colocação em hatchery N° de ninho: Dia 50 Dia 60

Dados da fêmea

PIT

Monitor:

Data/Hora (V/NV)	N° V/M	Emergências												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
		CRC												
		LRC												
		Peso												
		P.Esf.												
		ESN												
		CRC												
		LRC												
		Peso												
		P.Esf.												
		ESN												

OBS:

Exumação / /

Ovos não eclacionado					Cascas	Crias	
E: 0	E: 1	E: 2	E: 3	E: 4	Inteiras	vivas mortas	
E: 5	E: 6	E: 7	E: 8	E: 9	Metade	Dentro do ninho	
Dúvidoso/não categorizado <input type="text"/>						Eclacionando	

Informações do ninho

Praia Data / /

Hora recolha na praia N° ovos

Hora colocação em hatchery N° de ninho: Dia 50 Dia 60

Dados da fêmea

PIT

Monitor:

Data/Hora (V/NV)	N° V/M	Emergências												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
		CRC												
		LRC												
		Peso												
		P.Esf.												
		ESN												
		CRC												
		LRC												
		Peso												
		P.Esf.												
		ESN												

OBS:

Exumação / /

Ovos não eclacionado					Cascas	Crias	
E: 0	E: 1	E: 2	E: 3	E: 4	Inteiras	vivas mortas	
E: 5	E: 6	E: 7	E: 8	E: 9	Metade	Dentro do ninho	
Dúvidoso/não categorizado <input type="text"/>						Eclacionando	

Parte IV. Documento de registo de rastros e ninhos.



FICHA DE PROSPEÇÃO DE RASTROS E NINHOS

Praia Data (intervalo)
 Condições ambientais Hora início Fim
 Equipa: Data prospeção anterior

	Sector	Ninho (S/N/?)*	Tentat.	GPS	Sitio do ninho	Obs	Seguimento de ninhos	
							Nº ninho	Condição (*)
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								
32								
33								
34								
35								
36								
37								
38								
39								
40								
41								
42								

Observações


*S=sim; N=não; ?=duvidoso. APAGAR BEM OS RASTROS

Sitio do ninho. Atras (A)/Frente (F)/(L) ao Lado de Dunas (D); Rochas (R); Vegetação (V); Pedras (P)

(*) OK: nada que destacar; M: maré; I: inundado; CH: chuva; C (Nº) buraco caranguejo; NV: não visto

SL: substrato levantado por caranguejo Eclo (Nº tartaruga) eclosão; R: rede posta; RR: rede recolocada; O: outros danos

Parte V. Documento de registo de ninhos transferidos (Hatchery).



<p>Dados do ninho</p> <p>Praia <input type="text"/> Setor <input type="text"/></p> <p>Data <input type="text"/> / <input type="text"/> / <input type="text"/> Hora <input type="text"/></p> <p>Nº ovos <input type="text"/> Hora enterro <input type="text"/></p> <p>Nº de ninho hatchery <input type="text"/></p> <p>PIT <input type="text"/></p> <p>Observações</p>	<p>Dados do ninho</p> <p>Praia <input type="text"/> Setor <input type="text"/></p> <p>Data <input type="text"/> / <input type="text"/> / <input type="text"/> Hora <input type="text"/></p> <p>Nº ovos <input type="text"/> Hora enterro <input type="text"/></p> <p>Nº de ninho hatchery <input type="text"/></p> <p>PIT <input type="text"/></p> <p>Observações</p>	<p>Dados do ninho</p> <p>Praia <input type="text"/> Setor <input type="text"/></p> <p>Data <input type="text"/> / <input type="text"/> / <input type="text"/> Hora <input type="text"/></p> <p>Nº ovos <input type="text"/> Hora enterro <input type="text"/></p> <p>Nº de ninho hatchery <input type="text"/></p> <p>PIT <input type="text"/></p> <p>Observações</p>
<p>Dados do ninho</p> <p>Praia <input type="text"/> Setor <input type="text"/></p> <p>Data <input type="text"/> / <input type="text"/> / <input type="text"/> Hora <input type="text"/></p> <p>Nº ovos <input type="text"/> Hora enterro <input type="text"/></p> <p>Nº de ninho hatchery <input type="text"/></p> <p>PIT <input type="text"/></p> <p>Observações</p>	<p>Dados do ninho</p> <p>Praia <input type="text"/> Setor <input type="text"/></p> <p>Data <input type="text"/> / <input type="text"/> / <input type="text"/> Hora <input type="text"/></p> <p>Nº ovos <input type="text"/> Hora enterro <input type="text"/></p> <p>Nº de ninho hatchery <input type="text"/></p> <p>PIT <input type="text"/></p> <p>Observações</p>	<p>Dados do ninho</p> <p>Praia <input type="text"/> Setor <input type="text"/></p> <p>Data <input type="text"/> / <input type="text"/> / <input type="text"/> Hora <input type="text"/></p> <p>Nº ovos <input type="text"/> Hora enterro <input type="text"/></p> <p>Nº de ninho hatchery <input type="text"/></p> <p>PIT <input type="text"/></p> <p>Observações</p>
<p>Dados do ninho</p> <p>Praia <input type="text"/> Setor <input type="text"/></p> <p>Data <input type="text"/> / <input type="text"/> / <input type="text"/> Hora <input type="text"/></p> <p>Nº ovos <input type="text"/> Hora enterro <input type="text"/></p> <p>Nº de ninho hatchery <input type="text"/></p> <p>PIT <input type="text"/></p> <p>Observações</p>	<p>Dados do ninho</p> <p>Praia <input type="text"/> Setor <input type="text"/></p> <p>Data <input type="text"/> / <input type="text"/> / <input type="text"/> Hora <input type="text"/></p> <p>Nº ovos <input type="text"/> Hora enterro <input type="text"/></p> <p>Nº de ninho hatchery <input type="text"/></p> <p>PIT <input type="text"/></p> <p>Observações</p>	<p>Dados do ninho</p> <p>Praia <input type="text"/> Setor <input type="text"/></p> <p>Data <input type="text"/> / <input type="text"/> / <input type="text"/> Hora <input type="text"/></p> <p>Nº ovos <input type="text"/> Hora enterro <input type="text"/></p> <p>Nº de ninho hatchery <input type="text"/></p> <p>PIT <input type="text"/></p> <p>Observações</p>
<p>Dados do ninho</p> <p>Praia <input type="text"/> Setor <input type="text"/></p> <p>Data <input type="text"/> / <input type="text"/> / <input type="text"/> Hora <input type="text"/></p> <p>Nº ovos <input type="text"/> Hora enterro <input type="text"/></p> <p>Nº de ninho hatchery <input type="text"/></p> <p>PIT <input type="text"/></p> <p>Observações</p>	<p>Dados do ninho</p> <p>Praia <input type="text"/> Setor <input type="text"/></p> <p>Data <input type="text"/> / <input type="text"/> / <input type="text"/> Hora <input type="text"/></p> <p>Nº ovos <input type="text"/> Hora enterro <input type="text"/></p> <p>Nº de ninho hatchery <input type="text"/></p> <p>PIT <input type="text"/></p> <p>Observações</p>	<p>Dados do ninho</p> <p>Praia <input type="text"/> Setor <input type="text"/></p> <p>Data <input type="text"/> / <input type="text"/> / <input type="text"/> Hora <input type="text"/></p> <p>Nº ovos <input type="text"/> Hora enterro <input type="text"/></p> <p>Nº de ninho hatchery <input type="text"/></p> <p>PIT <input type="text"/></p> <p>Observações</p>

Parte VI. Documento de registo de exumação ninho.



FICHA DE EXUMAÇÕES DE NINHO

Ninho nº _____		Data Exumação ____/____/____		
Ovos não eclosionado				
E: 0	E: 1	E: 2	E: 3	E: 4
E: 5	E: 6	E: 7	E: 8	E: 9
Dúvidoso/não categorizado				

Cascas	
Inteiras	
Metade	

Crias	
	vivas mortas
Dentro do ninho	
Ecllosionando	

Ninho nº _____		Data Exumação ____/____/____		
Ovos não eclosionado				
E: 0	E: 1	E: 2	E: 3	E: 4
E: 5	E: 6	E: 7	E: 8	E: 9
Dúvidoso/não categorizado				

Cascas	
Inteiras	
Metade	

Crias	
	vivas mortas
Dentro do ninho	
Ecllosionando	

Ninho nº _____		Data Exumação ____/____/____		
Ovos não eclosionado				
E: 0	E: 1	E: 2	E: 3	E: 4
E: 5	E: 6	E: 7	E: 8	E: 9
Dúvidoso/não categorizado				

Cascas	
Inteiras	
Metade	

Crias	
	vivas mortas
Dentro do ninho	
Ecllosionando	

Ninho nº _____		Data Exumação ____/____/____		
Ovos não eclosionado				
E: 0	E: 1	E: 2	E: 3	E: 4
E: 5	E: 6	E: 7	E: 8	E: 9
Dúvidoso/não categorizado				

Cascas	
Inteiras	
Metade	

Crias	
	vivas mortas
Dentro do ninho	
Ecllosionando	

Parte VIII. Tabela de identificação das progenitoras usadas para a experiência.

Ninho	Identificação PIT (progenitoras)	Recaptura	Secção praia	Nº Ovos
1	981098108230484	Nova	S	79
2	Desc.	Desc.	S	58
3	941000020999120	Nova	N	78
4	941000020399320	Nova	S	93
5	941000020403903	Nova	S	80
6	941000020400132	Nova	N	62
7	941000022737187	Recaptura	S	66
8	941000020399540	Nova	S	76
9	981098108230772	Nova	N	78
10	941000020403860	Nova	S	62
11	941000020399484	Nova	SF	84
12	941000020399309	Nova	S	93
13	941000020399404	Nova	S	98
14	911000022745610	Recaptura	N	93
15	941000020399054	Nova	N	75
16	941000020399571	Nova	SF	86
17	9810200081184710	Recaptura	N	77
18	981098108247954	Recaptura	S	76
19	977200007737600	Recaptura	S	88
20	941000020399645	Nova	S	68
21	941000020400074	Nova	N	80
22	941000020403937	Nova	S	64
23	941000020399362	Nova	S	61
24	941000020399945	Nova	SF	82
25	981098108247512	Nova	S	70
26	941000020400096	Nova	S	65
27	941000020399418	Nova	S	70
28	941000020399301	Nova	S	73
29	941000020399650	Nova	S	108
30	941000020399172	Nova	S	85
31	941000020399478	Nova	S	70
32	941000020400218	Nova	N	54
33	941000020399231	Nova	N	74
34	941000020400805	Nova	S	92
35	941000022736868	Recaptura	N	56
36	981020000349611	Recaptura	N	97
37	941000020399166	Nova	S	84
38	941000020399528	Desc.	S	102
39	981098108229559	Desc.	N	78
40	941000020399504	Desc.	N	89
41	981098108247572	Nova	S	107
42	941000020403556	Desc.	SF	68

43	941000022740772	Recaptura	S	82
44	941000020400180	Nova	S	76
45	941000020399338	Nova	S	72
46	941000020399664	Nova	S	85
47	981098108231369	Recaptura	S	83
48	941000020399462	Nova	S	74
49	941000020399747	Nova	S	72
50	941000020400200	Nova	N	90
51	941000020399614	Nova	SF	79
52	941000022745518	Recaptura	S	82
53	941000020403881	Nova	N	62
54	941000020399178	Nova	SF	91

Parte VIII. Classificação embrionária.

CLASSIFICAÇÃO EMBRIONÁRIA (Baseado em Miller, 1982):



Parte IX. Tabela de biometrias das crias nascidas da experinência.

Ninho	Nº Ovos	Tempo incubação	Suc. Eclo. (%)	Suc. Emerg. (%)	CRC (cm)	LRC (cm)	Peso T (kg)	Prova esforço (s`)
1	79,00	59,00	74,68	63,29	40,58	30,20	14,46	8,34
2	58,00	61,00	63,79	55,17	45,38	33,48	19,48	25,30
3	78,00	60,00	82,05	71,79	39,51	29,07	14,12	22,05
4	93,00	60,00	47,31	45,16	43,43	32,17	17,10	2,82
5	80,00	62,00	92,22	92,22	43,56	33,24	17,18	3,26
6	62,00	61,00	88,71	87,10	41,87	32,30	16,50	1,63
7	66,00	60,00	98,55	94,20	43,16	32,96	17,95	2,66
8	76,00	59,00	97,37	75,00	42,43	31,77	16,79	20,38
9	78,00	59,00	69,23	65,38	42,26	31,57	16,33	2,21
10	62,00	60,00	8,06	3,23	0,00	0,00	0,00	0,00
11	84,00	59,00	73,81	73,81	40,92	31,53	14,62	3,52
12	93,00	58,00	76,34	75,27	42,48	31,44	16,00	17,91
13	98,00	50,00	55,10	51,02	42,28	31,32	16,50	5,84
14	93,00	57,00	97,85	87,10	44,73	31,70	18,45	16,96
15	75,00	53,00	54,67	52,00	42,16	31,78	16,72	15,23
16	86,00	51,00	68,60	54,65	43,60	32,18	17,63	4,59
17	77,00	53,00	88,31	81,82	42,13	30,55	16,39	13,48
18	76,00	52,00	85,53	78,95	44,05	32,97	19,62	3,69
19	88,00	51,00	71,59	65,91	42,97	32,11	20,14	24,94
20	68,00	53,00	73,53	72,06	42,45	31,44	16,37	7,66
21	80,00	52,00	88,75	88,75	42,92	31,69	17,87	26,67
22	64,00	53,00	78,13	65,63	41,64	31,69	16,68	11,55
23	61,00	53,00	88,52	83,61	42,88	33,06	17,73	16,71
24	82,00	53,00	68,29	63,41	40,92	30,29	14,98	14,69
25	70,00	59,00	78,57	71,43	42,59	31,07	15,42	3,05
26	65,00	59,00	89,23	73,85	42,14	31,25	15,83	4,35
27	70,00	59,00	98,57	92,86	44,19	32,42	17,60	49,45
28	73,00	60,00	94,52	82,19	42,89	32,76	17,18	7,92
29	108,00	59,00	73,15	64,81	40,18	30,32	14,23	3,16
30	85,00	59,00	72,94	71,76	42,66	32,07	16,44	16,21
31	70,00	59,00	90,00	90,00	42,48	32,42	17,40	12,19
32	54,00	62,00	81,48	81,48	43,18	33,31	18,33	7,40
33	74,00	60,00	81,08	81,08	41,97	31,60	16,34	7,56
34	92,00	60,00	31,52	30,43	41,32	30,42	15,42	4,52
35	56,00	63,00	96,43	96,43	43,11	33,11	16,83	11,42
36	97,00	59,00	87,63	83,51	42,19	31,52	17,00	5,97
37	84,00	58,00	57,14	48,81	42,29	30,69	15,86	16,14

38	102,00	62,00	92,16	92,16	42,15	32,23	16,58	3,31
39	78,00	59,00	91,03	76,92	42,59	31,45	16,61	15,04
40	89,00	57,00	89,89	88,76	42,75	31,68	16,76	1,86
41	107,00	60,00	46,73	44,86	42,70	31,60	18,63	3,88
42	68,00	62,00	88,24	88,24	44,34	33,56	19,10	2,45
43	82,00	54,00	42,68	42,68	43,02	32,65	16,88	4,21
44	76,00	54,00	76,32	69,74	41,98	32,07	16,41	8,62
45	72,00	59,00	15,28	15,28	41,95	33,46	16,21	7,93
46	85,00	55,00	54,12	50,59	40,92	30,82	16,22	5,50
47	83,00	53,00	72,29	71,08	42,97	32,04	17,84	11,76
48	74,00	55,00	90,54	89,19	43,09	32,30	18,45	5,84
49	72,00	59,00	97,22	77,78	42,44	31,63	17,17	9,79
50	90,00	60,00	70,00	48,89	44,64	32,52	18,11	5,25
51	79,00	59,00	72,15	67,09	43,25	30,80	16,12	10,09
52	82,00	59,00	96,34	90,24	43,54	32,89	18,28	16,85
53	62,00	62,00	87,10	75,81	44,03	33,16	17,74	2,52
54	91,00	59,00	61,54	61,54	42,92	32,56	17,46	9,37

Parte X. Tabela individual das médias da temperatura da areia de cada grupo de tratamento 2021.

Médias diárias brutas da temperatura da areia 2021

Data	A	B	C	D	E	F	G	H	I
26/07/21	28,32	29,19	28,58	28,16	28,52	29,35	28,86	29,23	28,25
27/07/21	27,81	26,98	27,11	28,12	27,28	27,13	27,59	26,87	27,14
28/07/21	28,21	27,43	28,16	28,75	27,44	27,29	27,83	27,64	27,19
29/07/21	28,13	28,03	29,30	28,85	27,98	27,71	27,78	28,53	27,60
30/07/21	27,91	27,91	29,21	28,75	27,88	27,61	27,64	28,40	27,50
31/07/21	27,78	27,84	29,11	28,69	27,83	27,57	27,60	28,37	27,51
01/08/21	27,72	27,72	29,19	28,68	27,82	27,56	27,57	28,37	27,51
02/08/21	27,62	27,66	29,04	28,64	27,76	27,51	27,50	28,34	27,47
03/08/21	27,51	27,63	29,15	28,71	27,73	27,48	27,50	28,38	27,46
04/08/21	27,48	27,63	29,41	28,93	27,78	27,53	27,57	28,53	27,46
05/08/21	27,34	27,56	29,16	28,76	27,69	27,43	27,42	28,27	27,29
06/08/21	27,21	27,43	28,90	28,55	27,60	27,30	27,25	28,12	27,25
07/08/21	27,30	27,35	29,09	28,72	27,63	27,28	27,23	28,37	27,36
08/08/21	27,38	27,37	29,44	29,05	27,69	27,34	27,34	28,77	27,46
09/08/21	27,67	27,61	29,86	29,52	27,89	27,56	27,62	29,29	27,73
10/08/21	27,73	27,71	29,94	29,61	27,99	27,62	27,64	29,30	27,77
11/08/21	27,63	27,69	29,90	29,55	27,95	27,60	27,58	29,22	27,72
12/08/21	27,61	27,68	29,99	29,57	27,93	27,59	27,53	29,26	27,71
13/08/21	27,57	27,68	30,00	29,52	27,89	27,56	27,48	29,22	27,65
14/08/21	27,58	27,69	29,97	29,44	27,86	27,56	27,48	29,18	27,63
15/08/21	27,65	27,79	30,05	29,49	27,90	27,61	27,53	29,25	27,69
16/08/21	27,67	27,78	30,14	29,58	27,94	27,68	27,62	29,32	27,75
17/08/21	27,81	27,88	30,46	29,90	28,10	27,84	27,81	29,60	27,95
18/08/21	27,98	28,01	30,71	30,22	28,29	27,94	27,92	29,91	28,09
19/08/21	27,70	27,82	30,27	29,87	28,03	27,66	27,64	29,45	27,59
20/08/21	27,68	27,74	30,34	30,05	28,00	27,67	27,64	29,61	27,61
21/08/21	27,84	27,81	30,34	30,15	28,16	27,76	27,78	29,76	27,80
22/08/21	28,05	28,01	30,56	30,48	28,40	27,92	28,02	30,25	28,07
23/08/21	28,31	28,22	30,86	30,85	28,67	28,12	28,28	30,62	28,35
24/08/21	28,43	28,34	30,89	30,82	28,78	28,23	28,40	30,54	28,48
25/08/21	28,54	28,46	31,08	30,99	28,92	28,34	28,55	30,77	28,69
26/08/21	28,49	28,46	31,12	31,05	28,96	28,35	28,54	30,66	28,69
27/08/21	28,43	28,42	30,93	30,85	28,87	28,30	28,48	30,43	28,57
28/08/21	28,43	28,41	30,91	30,79	28,82	28,29	28,48	30,38	28,50
29/08/21	28,36	28,37	30,82	30,72	28,78	28,25	28,46	30,28	28,41
30/08/21	28,47	28,46	30,97	30,97	28,90	28,30	28,57	30,60	28,51
31/08/21	28,63	28,57	31,16	31,22	29,01	28,38	28,70	30,80	28,65
01/09/21	28,71	28,65	31,30	31,36	20,10	28,48	28,86	30,84	28,79
02/09/21	28,81	28,75	31,55	31,58	29,24	28,61	29,04	30,95	28,92

03/09/21	28,99	28,88	31,80	31,76	29,37	28,71	29,17	31,15	29,00
04/09/21	29,00	28,92	31,86	31,76	29,41	28,74	29,23	31,15	29,00
05/09/21	29,09	28,99	31,93	31,77	29,46	28,80	29,32	31,21	29,04
06/09/21	29,12	29,05	31,94	31,81	29,52	28,85	29,46	31,23	29,10
07/09/21	29,26	29,16	32,09	32,03	29,69	28,92	29,64	31,52	29,25
08/09/21	29,38	29,26	32,15	32,06	29,80	29,00	29,80	31,58	29,34
09/09/21	29,47	29,35	32,31	32,18	29,90	29,08	29,98	31,69	29,42
10/09/21	29,72	29,58	32,56	32,49	30,14	29,28	30,29	32,09	29,67
11/09/21	29,97	29,78	32,69	32,61	30,30	29,44	30,49	32,26	29,85
12/09/21	29,99	29,87	32,55	32,41	30,30	29,46	30,60	32,08	29,86
13/09/21	30,14	30,04	32,53	32,37	30,42	29,58	30,81	32,14	30,01
14/09/21	30,44	30,32	32,76	32,60	30,66	29,80	31,06	32,44	30,25
15/09/21	30,43	30,41	32,77	32,63	30,69	29,83	31,12	32,25	30,26
16/09/21	30,35	30,73	32,68	32,58	30,63	29,86	31,54	32,08	30,29
17/09/21	30,67	31,06	32,65	32,39	30,79	29,88	31,79	31,99	30,29
18/09/21	30,78	31,18	32,57	31,94	30,85	29,82	31,75	31,79	30,21
19/09/21	30,67	31,08	32,28	31,47	30,75	29,88	31,48	31,40	30,24
20/09/21	30,68	30,99	31,96	31,14	30,59	29,90	31,52	31,15	30,22
21/09/21	31,04	31,29	32,16	31,31	31,02	30,26	31,98	31,32	30,61
22/09/21	31,22	31,45	32,21	31,22	31,16	30,38	32,13	31,24	30,77
23/09/21	31,43	31,58	32,19	31,15	31,23	30,50	32,40	31,12	30,96
24/09/21	31,33	31,55	32,01	30,97	31,18	30,51	32,50	30,91	31,01
25/09/21	31,18	31,44	31,69	30,65	30,96	30,44	32,16	30,67	30,99
26/09/21	31,09	31,31	30,40	30,42	30,52	30,43	31,73	30,23	31,04
27/09/21	31,14	31,33	29,93	30,42	30,52	30,47	31,51	30,34	31,14
28/09/21	31,01	31,43	30,61	30,57	30,42	30,41	31,38	30,60	31,18
29/09/21	31,14	30,85	30,86	30,62	29,08	29,82	29,63	30,49	29,42
30/09/21	31,03	30,60	30,78	30,58	29,74	29,94	30,38	30,28	29,80

