

Universidade do Algarve
Faculdade de Ciências e Tecnologia

Foto-identificação de tartarugas marinhas (*Chelonia mydas* e
Eretmochelys imbricata) na Reserva Biológica Marinha do
Arvoredo (Santa Catarina, Brasil)

Bruno Theodosio Gonçalves

Dissertação orientada pelo Prof. Doutor Nuno de Santos Loureiro

Tese de Mestrado em Biologia Marinha
Especialização em Ecologia e Conservação Marinha

Algarve, 2012

Universidade do Algarve
Faculdade de Ciências e Tecnologia

Foto-identificação de tartarugas marinhas (*Chelonia mydas* e
Eretmochelys imbricata) na Reserva Biológica Marinha do
Arvoredo (Santa Catarina, Brasil)

Bruno Theodosio Gonçalves

Dissertação orientada pelo Prof. Doutor Nuno de Santos Loureiro

Tese de Mestrado em Biologia Marinha
Especialização em Ecologia e Conservação Marinha

Algarve, 2012

Foto-identificação de tartarugas marinhas (*Chelonia mydas* e *Eretmochelys imbricata* na Reserva Biológica Marinha do Arvoredo (Santa Catarina, Brasil)

“Declaração de autoria de trabalho”

“Declaro ser o autor desse trabalho, que é original e inédito. Autores e trabalhos consultados estão devidamente citados no texto e constam da listagem de referências incluída.”

Bruno Theodosio Gonçalves

“A Universidade do Algarve tem o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar este trabalho através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, de divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.”



“Para Joe (*in memoriam*), com amor e saudades, meu melhor amigo.”

*“I thank whatever gods may be
For my unconquerable soul
It matters not how strait the gate,
I am the master of my fate.
I am the captain of my soul”.*

(William Ernest Henley)

*“Jamais para mim a bandeira abaixada,
Jamais a última tentativa.”*

(Sir Ernest Shackleton)

AGRADECIMENTOS

Aos melhores pais que alguém possa ter Júlio e Regina por todo apoio, dedicação, amor e por nunca deixarem me faltar nada na minha vida e sempre alimentar esse difícil sonho de se tornar um mestre em biologia marinha, assim como meu irmão Daniel, pela a ajuda nos mergulhos, irmã Marcela e meus cunhados Maria Augusta e Nasser que sempre estão dispostos a ajudar.

A minha namorada Luana que, apesar da grande saudade, sempre me estimulou, apoiou e principalmente me amou durante esses anos, te amo a cada dia mais e mais.

Aos meus padrinhos Ana e Ayrton que sempre estiveram presentes com amor em todos momentos da minha vida. A família Pesca da Rosa, que mesmo não estando presente agora, estavam lá no começo da minha caminhada como biólogo.

Aos amigos que eu posso sempre contar de Florianópolis: Gogui, Léo, Gustavo, João Paulo, Rausis, Miguel, Campos e Bobo. E aos novos amigos que fiz em Portugal, Luís Silva, Simon, Sr. Mário e especialmente a Ana Rato que me ajudou muito durante toda essa minha estadia em Faro.

Ao meu orientador Nuno de Santos Loureiro e sua família por aceitado e me ajudado muito durante todo o desenvolvimento desse projeto de pesquisa com tartarugas marinhas.

Ao pessoal do ICMBio do Arvoredo e do Projeto Tamar de Florianópolis, especialmente ao Gustavo e Jusarra, por todo apoio e autorizações cedidas para realização dessa pesquisa. Assim como o pessoal do Instituto Conservação Marinha do Brasil (COMAR), Becker, Derek, Marcelo, Leco e Douglas e principalmente a Diogo “Kid”, Thiago “Abú” por toda a ajuda e dedicação para realização desse Projeto.

Em especial para Leandro, Rafa, Lyu, Danilo, Henrique, Roy, Clóvis, André, Alex, Martin, Andy e Fernandinho da empresa de mergulho Submarine Divers, que cedeu o transporte diário até a Ilha do Arvoredo sem nenhum custo e sempre ajudando em tudo, vocês foram essenciais para o bom andamento desse trabalho, vou levar a amizade de vocês para toda vida.

A Claire Jean do Projeto Kelonia, nas Ilhas Reunião, França, pelo desenvolvimento do programa especializado em foto-identificação de tartarugas marinhas

e por cedê-lo para esse projeto de tese.

Aos meus patrocinadores Claudionor (Seriattate Imóveis), Arlindo Jr (Pescados Pioneira da Costa) e ao Marcos (Aguarara) por fornecer equipamento de mergulho de alta qualidade para o trabalho.

Às Professoras Alexandra Chícharo e Ana Barbosa da Universidade do Algarve sempre estarem dispostas a ajudar e aconselhar da melhor maneira possível.

A Júlia Reisser e Maira Proietti pela parceria no compartilhando de dados e fotos de seus respectivos trabalhos que ajudaram a enriquecer e muito o meu projeto.

À Universidade do Algarve da qual me orgulho de fazer parte e que me proporcionou uma grande oportunidade de realizar um grande Mestrado na área em que sou apaixonado.

E a todos em que alguma vez passaram pela minha vida e deixaram de alguma forma alguma contribuição.

RESUMO

A Reserva Biológica Marinha do Arvoredo apresenta grande biodiversidade de animais marinhos e é uma importante área de alimentação de juvenis e sub-adultos de tartarugas marinhas das espécies *Chelonia mydas* e *Eretmochelys imbricata*, as quais têm grande importância no patrimônio natural local. Porém, nas últimas décadas, devido a grande ação antrópica, a população de tartarugas marinhas vem apresentando grande declínio. A foto-identificação é um método não destrutivo e não *stressante* que utiliza fotografias das marcas naturais do corpo do animal, para seu reconhecimento, sendo usado também como complemento a outros métodos de identificação. O presente trabalho tem como objetivo principal a validação do método de Foto-ID através de programa de computador desenvolvido pelo Projeto Kelonia (França), e os nossos resultados são comparados com o trabalho anterior de Reisser *et al.* (2008), no mesmo local. As capturas foram efetuadas através de mergulhos. Foi conseguido um total de 39 tartarugas marinhas (38 *C. mydas* e 1 *E. imbricata*) durante os meses de verão de 2011/2012, em resultado de um total de 136.5 horas de esforço de mergulho. Fotografias de ambos os lados da face são necessários para o uso do *software* de computador. Um total de 202 tartarugas marinhas foram estudadas (do presente trabalho e também de trabalhos anteriores no local) gerando a análise de 402 fotos. Apenas uma tartaruga marinha coincidiu em ambas pesquisas (presente trabalho e trabalho de Reisser e colaboradores) e ela não apresentou qualquer alteração nas suas placas durante a diferença de quase seis anos entre captura e recaptura. Voluntários não treinados validaram o método que se mostrou de fácil uso e confiável, contribuindo também para a criação de um banco de dados de tartarugas do local. Em conclusão, esse estudo validou a exatidão, confiabilidade e facilidade desse método de Foto-ID. Assim, futuros trabalhos irão permitir uma maior comprovação podendo assim a levar a novas ações de manejo, proteção e conservação desses fantásticos animais.

Palavras-chaves: Tartarugas marinhas, *Chelonia mydas*, *Eretmochelys imbricata*. foto-identificação, método computadorizado, Reserva Biológica Marinha do Arvoredo.

ABSTRACT

The Marine Biological Reserve of Arvoreda presents an enormous biodiversity of marine wildlife and is an important feeding area for juveniles and subadults of the sea turtles species *Chelonia mydas* and *Eretmochelys imbricata*, which features a great importance in the local natural heritage. However, in the last decades, due to the strong anthropic impacts, the sea turtle populations began to decline. The photo-identification is a non-destructive and non-stressing method which uses photographs of natural marks of the animal body to ensure their recognition. Photo-ID is also used as a complement to other identification methods. The present work is focused on the validation of the Photo-ID method developed by the Kelonia Project (France) which uses an original software. Our results are compared with the previous work of Reisser *et al.* (2008), carried out in the same study area. Catches were made by free and scuba diving. A total of 39 sea turtles (38 *C. mydas* e 1 *E. imbricata*) have been captured during the summer of 2011/2012, as a result of 136.5 hours of diving effort. Photographs of both sides of the head are needed for photo-identification with the Kelonia Project software. A total of 202 turtles were studied (from the present work and from the previous mentioned research) generating the analysis of 402 photos. Only one individual coincided in both researches and she did not show any change in the facial plates during the six years between capture and recapture. Untrained volunteers were used to evaluate the method as a reliable and easy one to use by everybody, and they contributed to the creation of the database of Arvoreda Sea Turtles. In conclusion, this work validated the accuracy and reliability of this Photo-ID method. Future work will provide new evaluation of the method and may lead to new management and protection actions for these fantastic animals.

Keywords: Sea turtles, *Chelonia mydas*, *Eretmochelys imbricata*, photo-identification, software, Marine Biological Reserve of Arvoreda

ÍNDICE

1. Introdução	16
2. Objetivos	27
2.1. Objetivo Geral.....	27
2.2. Objetivo Específicos.....	27
3. Material e Métodos	28
3.1. Área de Estudo.....	28
3.2. Metodologia.....	30
3.3. Programa para Foto-ID.....	33
4. Resultados	37
4.1. Locais de Coleta.....	37
4.2. Tartarugas Marinhas.....	39
4.3. Recapturas.....	40
4.4. Foto-Identificação.....	41
4.5. Validação e Análise do Programa.....	42
4.6. Epibiontes.....	44
5. Discussão	45
5.1. Validação com Voluntários.....	45
5.2. Número de Placas Usado na Foto-Identificação e de Faces da Tartaruga Marinha.....	46
5.3. Diversificação do Banco de Dados de <i>C. mydas</i>	48
5.4. Espécies de Tartarugas Marinhas da Família Cheloniidae.....	50
5.5. Aspectos Finais.....	51
6. Conclusões	53
7. Referências Bibliográficas	54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ação antrópica na Reserva Biológica Marinha do Arvoredo, rede de pesca.	16
Figura 2. Classificação sistemática das tartarugas marinhas. Com ✕ as tartarugas marinhas que não ocorrem o litoral brasileiro.	17
Figura 3. Espécies estudadas no presente trabalho: (A) <i>C. mydas</i> e (B) <i>E. imbricata</i>	18
Figura 4. (a) tartaruga verde (<i>C. mydas</i>), (b) tartaruga de pente (<i>E. imbricata</i>). Numeração das placas utilizadas para Foto-ID. Fonte: Jean <i>et al.</i> (2010).	20
Figura 5. Placas (ou escamas) faciais e escudos da carapaça utilizados para identificação das espécies. Fonte: Tamar (2008).	22
Figura 6. Placas utilizadas na Foto-ID de <i>C. mydas</i> e <i>E. imbricata</i> , no trabalho de Reisser <i>et al.</i> (2008).	23
Figura 7. Placas utilizadas na Foto-ID de <i>E. imbricata</i> , no trabalho de Félix <i>et al.</i> (2010).	24
Figura 8. Placas utilizadas na Foto-ID, no trabalho de Schofield <i>et al.</i> (2008).	25

Figura 9. Placas utilizadas na Foto-ID utilizando um programa de computador, no trabalho de Jean <i>et al.</i> (2010). Resultado da classificação de 13 placas (à direita).	25
Figura 10. Reserva Biológica Marinha do Arvoredo (Santa Catarina, Brasil). Zoom sucessivo a partir de mapa da América do Sul. Fonte: Reisser <i>et al.</i> (2008).	29
Figura 11. Vista aérea da Ilha do Arvoredo (Santa Catarina, Brasil). Fonte: www.inema.com.br	30
Figura 12. Exemplos da prática de mergulho durante o esforço para captura das tartarugas marinhas.	31
Figura 13. Posição para a medição de comprimento curvilíneo de carapaça (CCC) e da largura curvilínea de carapaça (LCC). Fonte: Bolten (1999).	31
Figura 14. Procedimentos de medição (LCC) e marcação com anilha metálica durante o presente estudo.	32
Figura 15. Exemplos das fotografias tiradas a cada indivíduo capturado.	33
Figura 16. Exemplos das fotografias subaquáticas tiradas no Arvoredo.	33

Figura 17. Cadastro prévio realizado para cada fotografia de uma face de uma tartaruga.	34
Figura 18. Exemplo completo de Foto-ID, através do programa Kelonia.	35
Figura 19. Comparação e análise entre dois indivíduos no <i>software</i> Kelonia. A imagem superior corresponde à fotografia que acabou de ser cadastrada e a imagem inferior a uma fotografia que já estava no bando de dados.	36
Figura 20. Vista geral dos locais de pesquisa do presente trabalho. Fonte: www.flickr.com/postersc	37
Figura 21. Locais utilizados para mergulho no lado sul da Ilha do Arvoredo. Fonte: www.inema.com.br	38
Figura 22. Único indivíduo de <i>E. imbricata</i> capturado durante o verão de 2011/2012.	39
Figura 23. <i>C. mydas</i> capturada pela presente equipa de trabalho, em 06/02/2012, e que já havia sido marcada por Reisser <i>et al.</i> (2008), em 19/07/2006.	40
Figura 24. Comparação do mesmo indivíduo no <i>software</i> Kelonia. À esquerda as fotografias do trabalho de Reisser <i>et al.</i> (2008) e à direita as do presente trabalho.	42

Figura 25. Imagem “A” mostra o erro em que incorreu na maioria dos candidatos. A “B” ilustra a geometria correta da placa.

.....43

Figura 26. Epibiontes (cracas) incrustados na cabeça da tartaruga marinha.

.....44

Figura 27. Fotos de dois indivíduos diferentes que possuem as duas primeiras colunas com numeração dos polígonos iguais.

.....47

Figura 28. Foto-ID de indivíduos de *C. mydas* em diferentes localidades: (A) Havaí (www.lamumarine.wildlifedirect.org), (B) Ilhas Galápagos (www.travelimages.com), (C) Austrália (www.atsis.uq.edu.au), (D) Brasil, (E) Ilhas Reunião (www.kelonia.org) e (F) Ilha do Príncipe – STP (Programa SADA, Universidade do Algarve).

.....49

Figura 29. Tartarugas da espécie *C. caretta* foto-identificadas pelo método do presente trabalho. Fonte: Esquerda (www.dalyanvillas.com.tr) e direita (www.utas.edu.au).

.....50

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Diferenças entre o número de escudos da carapaça (CA), e das placas pré-frontais (PF) e pós-orbitais (PO), entre as espécies da família Cheloniidae. Legenda: *C. mydas* (Cm), *N. depressus* (Nd), *C. caretta* (Cc), *E. imbricata* (Ei), *L. olivacea* (Lo) e *L. kempii* (Lk).

.....22

Tabela 2. Esforço de mergulho, número de capturas e média de esforço por captura nos diversos pontos de trabalho.

.....38

Tabela 3. Horas de esforço de mergulho, média da temperatura da água, visibilidade média e número de capturas por mês.

.....38

Tabela 4. Média dos CCC e LCC e do peso dos indivíduos capturados no presente trabalho, para cada uma das espécies estudadas.

.....40

Tabela 5. Percentagem (%) de acertos (ac) obtida por cada um dos dez voluntários (numerados de 1 a 10).

.....43

1. INTRODUÇÃO

Devido à grande ação antrópica que se verificou ao longo dos últimos séculos, nomeadamente a caça, a pesca incidental (fig. 1) e a poluição dos mares, todas as espécies de tartarugas marinhas se encontram hoje em situação vulnerável ou mesmo crítica, sendo escassas as populações de tartarugas marinhas que não são afectadas por actividades humanas (Gomes *et al.*, 2006). Os primeiros projectos de proteção e conservação se preocupavam principalmente com as áreas de desova e reprodução. Porém, como as tartarugas marinhas são animais altamente migratórios, percorrendo milhares e milhares de quilômetros em suas viagens, se viu a necessidade de proteção nas áreas de alimentação e, igualmente, nas áreas com grande actividade pesqueira. Essa proteção é de suma importância para a sobrevivência das tartarugas marinhas visto que, na maior parte de suas vidas, elas estão migrando e buscando as suas áreas de alimentação (Tamar, 2008).

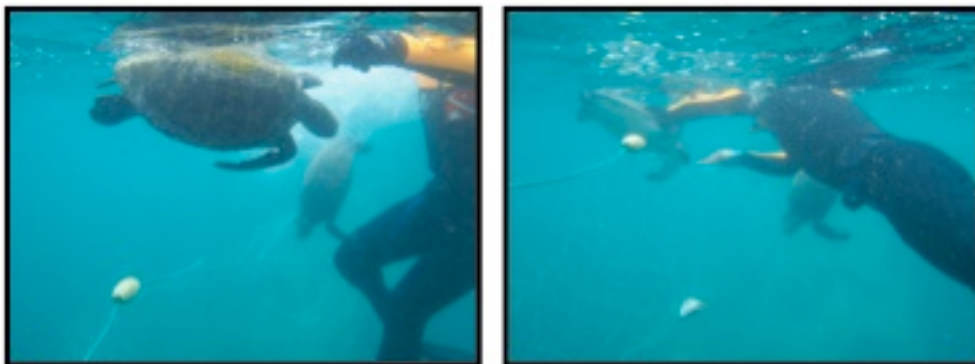


Figura 1. Ação antrópica na Reserva Biológica Marinha do Arvoredo, rede de pesca.

As tartarugas marinhas têm significativa importância na cadeia trófica, gerando fluxos de nutrientes e de energia (Spotila, 2004) cruciais para a sobrevivência de tantas outras espécies animais e vegetais, algumas delas com interesse econômico. Das tartarugas marinhas depende a existência de uma infinidade de peixes, crustáceos, moluscos, esponjas, e outros animais, assim como formações de mangues, bancos de areia, gramas marinhas e algas, corais, recifes e ilhotas. Proteger e conservar as tartarugas marinhas, conseqüentemente, e preservar as espécies e o ambiente marinho, é contribuir

para a sobrevivência do Planeta e da humanidade (Tamar, 2008).

As tartarugas marinhas tiveram origem há mais de 150 milhões de anos, conseguindo sobreviver através de várias eras geológicas e sofrendo poucas alterações na sua morfologia, e estão entre os animais mais antigos do Planeta (Pupo *et al.*, 2006). Migradoras por natureza, realizam viagens de pequenas e longas distâncias, podendo atravessar oceanos entre as áreas de alimentação e de reprodução (acasalamento e desova) (Miller, 1997). Assim, necessitam de uma conjugação de estudos e de proteção, com o envolvimento das muitas nações onde elas ocorrem, seja nas águas oceânicas ou costeiras, seja nas praias de desova.

Atualmente existem sete espécies de tartarugas no Mundo, pertencentes a duas superfamílias: Chelonioidea (6 espécies) e Dermochelyoidea (1 espécie) (Marcovaldi *et al.*, 1999). Todas as espécies manifestam um ciclo de vida muito semelhante, apenas com algumas variações entre elas (Hirth, 1980).

- Filo Chordata
- Subfilo: Vertebrata
- Classe: Reptilia
- Subclasse: Eucryptodira
- Ordem: Testudines
- Subordem: Polycryptodira
- Superfamília: Chelonioidea
- Família: Cheloniidae
- *Chelonia mydas*, (tartaruga verde) (Linnaeus, 1758). Ameaçada (IUCN)
- *Caretta caretta*, (tartaruga cabeçuda) (Linnaeus, 1758). Ameaçada (IUCN)
- *Natator depressus* (Garman, 1880). Dados insuficientes (IUCN) ✕
- *Eretmochelys imbricata* (tartaruga de pente) (Linnaeus, 1766). Critico (IUCN)
- *Lepidochelys olivacea* (tartaruga oliva) (Eschscholtz, 1829). Vulnerável (IUCN)
- *Lepidochelys kempii* (Garman, 1880). Critico (IUCN) ✕
- Superfamília: Dermochelyoidea
- Família: Dermochelyidae
- *Dermochelys coriacea* (tartaruga de couro) (Vandelli, 1761). Critico (IUCN)

Figura 2: Classificação sistemática das tartarugas marinhas. Com ✕ as tartarugas marinhas que não ocorrem o litoral brasileiro.

As cinco espécies que ocorrem na costa brasileira são circunglobais e começaram a beneficiar de proteção legal, no Brasil, em 1983. Desde então, o número de indivíduos vem aumentando a cada ano, mesmo que persistam ainda algumas ameaças mais difíceis de solucionar e minimizar (Marcovaldi *et al.*, 1999).

Estudos apontam para que, nos seus primeiros anos de vida, os filhotes de tartarugas marinhas residam em associação com bancos de algas, alimentando-se de zooplâncton na superfície (Bjournaldal *et al.*, 2000; Carr, 1987). Quando atingem as fases juvenil e adulta tornam-se omnívoras, exceção para a *C. mydas* que se torna basicamente herbívora. Com ressalva da *L. olivacea* e da *D. coriacea*, as outras três que ocorrem na costa brasileira (*C. mydas*, *C. caretta* e *E. imbricata*) preferem águas rasas para se alimentar. É então muito comum a presença de tartarugas marinhas próximo à costa e verificam-se as conseqüentes capturas acidentais por redes de pesca costeira (Pupo *et al.*, 2006).

As espécies mais focadas no presente estudo são a *C. mydas* (fig. 3A), que é a mais abundante se alimentando no litoral brasileiro, e a *E. imbricata* (fig. 3B), que foi muito explorada devido à beleza das escamas do seu casco, usadas para confecção de pentes e bijuterias. A *C. mydas* possui carapaça com quatro pares de placas laterais justapostas, coloração castanho-esverdeada, mede cerca de 1.2 m de comprimento total e pesa até 200 kg (Grossman, 2001; Moreira, 2003). A *E. imbricata* apresenta a carapaça com quatro pares de placas laterais sobrepostas (imbricadas) com tons amarelo-esverdeados, comprimento total de cerca de 1.0 m e peso de 80 kg (Pritchard & Mortimer, 1999).

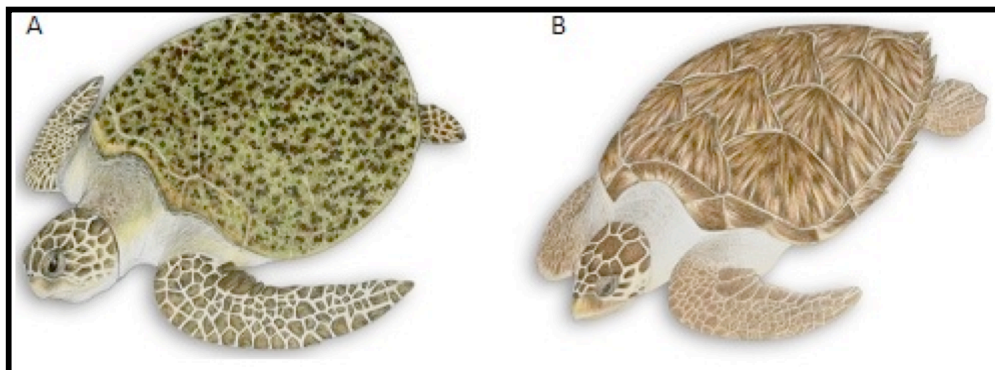


Figura 3. Espécies estudadas no presente trabalho: (A) *C. mydas* e (B) *E. imbricata*.

Depois de durante anos terem sido capturadas e mortas, e utilizadas para a alimentação humana, para a medicina popular e para o fabrico de objetos utilitários e decorativos, as tartarugas marinhas tornaram-se espécies “simpáticas e amigas”. Conquistaram o estatuto de espécies-bandeira em muitos países, como é o caso do Brasil, e são alvo de inúmeras campanhas de proteção pelo mundo inteiro. A investigação científica em torno das tartarugas marinhas também ganhou grande expressão. Em muitos estudos, nomeadamente sobre a ecologia, a dinâmica populacional, as migrações e a biologia, se utilizam métodos de captura-marcação-recaptura (CMR), o que acarreta sempre problemas como o *stress* provocado aos animais e o enviesamento dos resultados em consequência da perda de anilhas de marcação (resultante do próprio desgaste do material) (Reisser *et al.*, 2008; Mrosovsky, 1976; Limpus, 1992).

A identificação por anilhas de marcação ou etiquetas metálicas (*tags*) de indivíduos de tartarugas marinhas é uma solução fácil para ser aplicada e lida, sendo fundamental em estudos populacionais realizados nas últimas décadas (Balazs, 1982). Mesmo que a perda dessas etiquetas seja relativamente alta (Mrosovsky, 1976), o sucesso dos estudos com essa prática influenciou projetos de conservação de tartarugas marinhas no mundo todo (Broderick & Godley, 1999). Assim, a utilização dessas *tags* deve continuar nos próximos anos, mesmo que seja em com novas técnicas emergentes.

A marcação com PIT (Passive Integrated Transponder) *tags* consiste na aplicação de pequenos *microchips* cilíndricos (14 x 2 mm) codificados com números únicos de identificação, injetados nos músculos das nadadeiras e depois detectados usando *scanners* portáteis (Mcdonald & Dutton, 1994). Essas etiquetas têm grande potencial como sistema de identificação. Porém, é preciso padronizar procedimentos como o local de aplicação dos PIT *tags* e a compatibilidade dos mesmos para serem identificados e lidos pelos diferentes tipos de *scanners*, de marcas diferentes. Com a marcação PIT há muito menor taxa de perda de *tags* do que com os métodos convencionais, o que pode conduzir a uma necessidade mínima de remarcação, levando a resultados de maior fiabilidade e valor científico (Broderick & Godley, 1999). No entanto, o custo dos PIT *tags* é bastante elevado, o que limita a sua utilização mais generalizada.

O presente estudo visa contribuir para o teste das potencialidades da foto-identificação (Foto-ID), um método que minimiza ou elimina o *stress* causado aos

animais, eventualmente válido como alternativa ou complemento à utilização de anilhas de marcação e/ou de PIT tags, e que visa tornar possível a identificação externa dos indivíduos sem a necessidade da sua captura. Esse método é já utilizado com eficácia em outros animais, como golfinhos, baleias e tubarões (Jean *et al.*, 2010), bem como em zebras, tigres, etc. A Foto-ID poderá, eventualmente, ser utilizada em tartarugas marinhas, recorrendo à análise da disposição das placas faciais da cabeça, que se admite terem uma geometria única para cada indivíduo.

A Foto-ID é, de forma sumária, um método que utiliza fotografias das características e marcas naturais do corpo do animal para seu reconhecimento. Nas tartarugas marinhas esse método tem sido usado como técnica complementar nos estudos populacionais que utilizam CMR (Schofield *et al.*, 2004), e também em pesquisas relativas ao período de apego (tempo em que a etiqueta de marcação permanece presa ao indivíduo). A análise da taxa de perda das anilhas de marcação pode ser conhecida graças à Foto-ID, o que torna depois possível a interpretação de eventuais enviezamentos nas estimativas baseadas em estudos que recorrem a CMR (Reisser *et al.*, 2008) convencional. A Foto-ID é uma técnica (fig. 4) particularmente válida para tartarugas marinhas que não podem ou não devem ser capturadas, principalmente em locais de alimentação, de difícil geografia, ou durante períodos de repouso das fêmeas nas épocas de desova (Jean *et al.*, 2010).

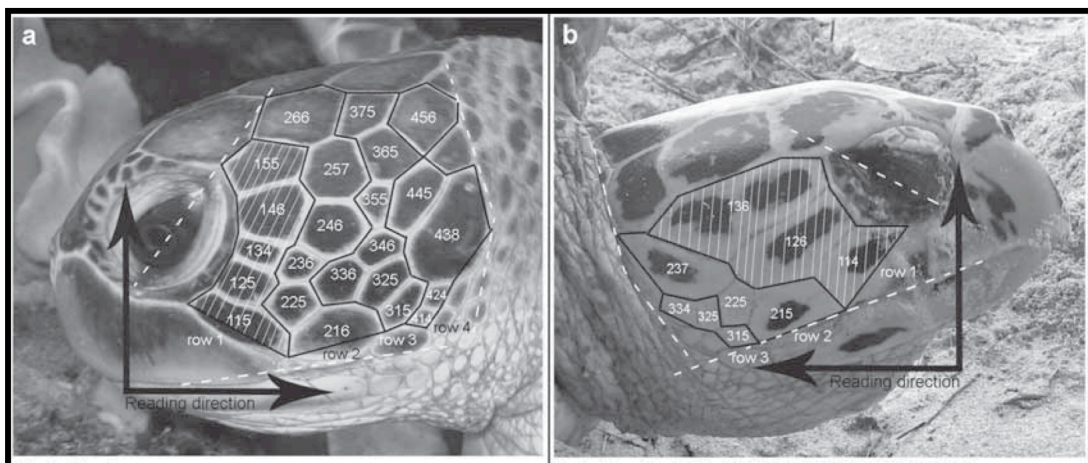


Figura 4. (a) tartaruga verde (*C. mydas*), (b) tartaruga de pente (*E. imbricata*). Numeração das placas utilizadas para Foto-ID. Fonte: Jean *et al.* (2010).

A maioria dos métodos de Foto-ID desenvolvidos para tartarugas marinhas são baseados na comparação visual de fotografias dos perfis faciais, de acordo com o número, a forma e a disposição das placas (Rodriguez & Martinez, 2000; Reisser *et al.*, 2008; Schofield *et al.*, 2008). A fiabilidade desses métodos de identificação pode ser reduzida pela qualidade das imagens ou quantidade de imagens dos bancos de dados (Whitehead *et al.*, 1997).

As placas faciais das cabeças das tartarugas marinhas podem apresentar grande variação de formato e geometria, particularmente as que se localizam em volta dos olhos (Schofield *et al.*, 2004). Para além disso, em cada indivíduo, cada face apresenta diferenças, o que permite que ambas possam ser utilizadas para a Foto-ID do mesmo indivíduo, e isso assegura uma caracterização mais detalhada e efetiva (Jean *et al.*, 2010). É um pressuposto fundamental para admitir o potencial da técnica de Foto-ID assumir-se que as características físicas de cada indivíduo sejam estáveis ao longo do tempo (Speed *et al.*, 2007).

Tradicionalmente, um dos métodos para identificar e descrever as diferentes espécies de tartarugas marinhas estava baseado nas suas carapaças. Recorria-se ao número de escudos e à sua disposição, forma e coloração (FAO, 1990; Pritchard & Mortimer, 1999). Porém, em algumas espécies o número desses escudos da carapaça é igual, podendo surgir dificuldades na diferenciação objetiva das espécies. Utilizavam-se, então, as placas (ou escamas) faciais, pré-frontais (entre o olho direito e esquerdo) e pós-orbitais (placas posteriores aos olhos) (fig. 5) (Ripple, 1996) como critério de identificação. Na verdade, nenhuma das seis espécies existentes apresenta o mesmo número de escudos na carapaça e de placas na cabeça (tab. 1) (Eckert *et al.*, 1999).

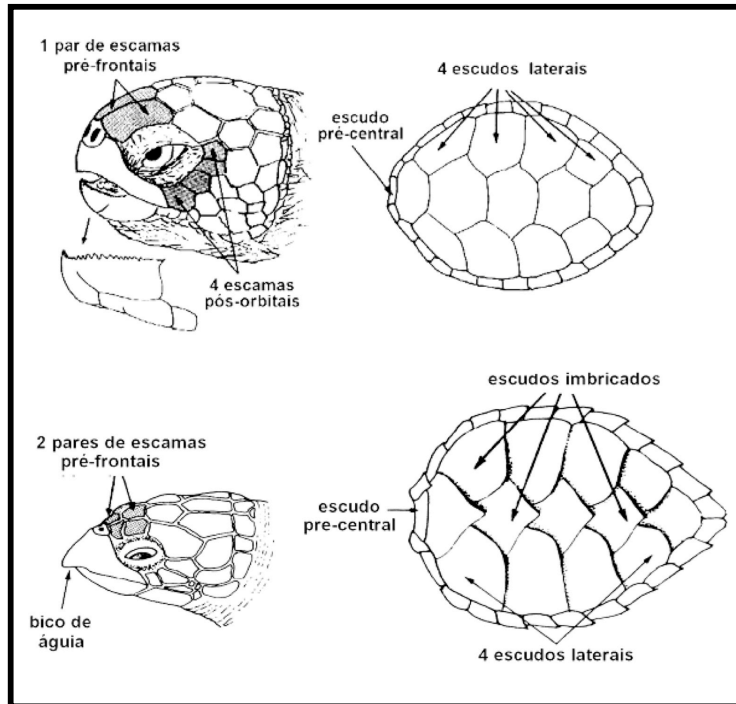


Figura 5. Placas (ou escamas) faciais e escudos da carapaça utilizados para identificação das espécies.

Fonte: Tamar (2008).

Como exemplo podem-se referir os casos das *C. mydas*, *N. depressus* e *E. imbricata*, que possuem o mesmo número de escudos laterais na carapaça (CA) (em vermelho) mas são diferenciadas pelas placas localizadas na sua face, pré-frontais (PF) ou pós-orbitais (PO) (sublinhado).

X	<i>Cm</i>	<i>Nd</i>	<i>Cc</i>	<i>Ei</i>	<i>Lo</i>	<i>Lk</i>
PF	<u>2</u>	<u>2</u>	5	<u>4</u>	4	4
PO	<u>4</u>	<u>3</u>	3	<u>3</u>	3	3
CA	4	4	5	4	6 a 9	5

Tabela 1. Diferenças entre o número de escudos da carapaça (CA), e das placas pré-frontais (PF) e pós-orbitais (PO), entre as espécies da família *Cheloniidae*. Legenda: *C. mydas* (*Cm*), *N. depressus* (*Nd*), *C. caretta* (*Cc*), *E. imbricata* (*Ei*), *L. olivacea* (*Lo*) e *L. kempii* (*Lk*).

Os primeiros estudos utilizando Foto-ID eram feitos com identificação manual, sem utilização de programas de computadores. Por exemplo: Reisser *et al.* (2008). Nesse estudo, as tartarugas marinhas que foram recapturadas e que já tinham perdido a marcação metálica das nadadeiras foram identificadas de forma inequívoca pelo método de Foto-ID. Constatou-se que não tinha havido nenhuma alteração na disposição e forma das placas faciais, nos indivíduos recapturados. Para a identificação usaram-se apenas as duas fileiras pós-oculares de cada lateral da face (fig. 6).

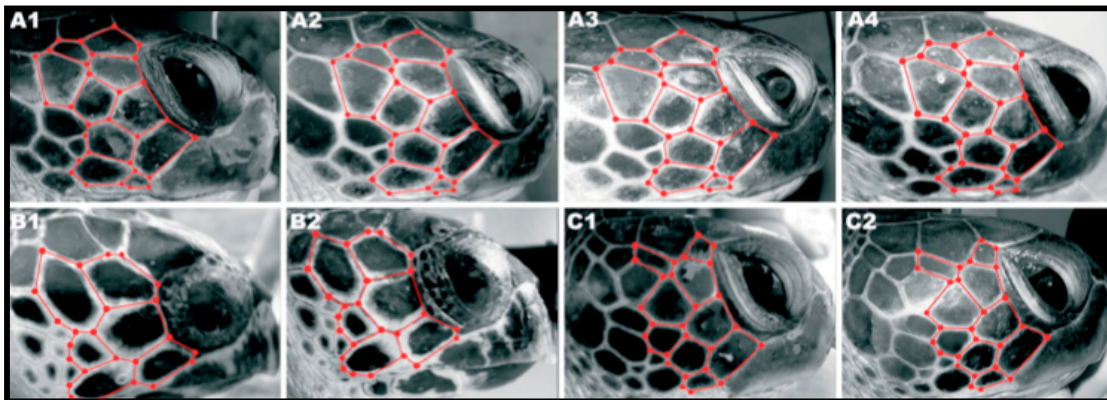


Figura 6. Placas utilizadas na Foto-ID de *C. mydas* e *E. imbricata*, no trabalho de Reisser *et al.* (2008).

Já Féliz *et al.* (2010), em seu trabalho de Foto-ID com *E. imbricata* na República Dominicana, usaram principalmente as placas localizadas na região do tímpano, assumindo que são as mais adequadas para a identificação dessa espécie (fig. 7). Os autores testaram a validação da Foto-ID recorrendo a pessoas treinadas e não treinadas para fazer a identificação. Tiveram 100% de sucesso com as pessoas treinadas e 88% com as que não dominavam tais procedimentos, assim concluindo que a Foto-ID é um método fácil e confiável.

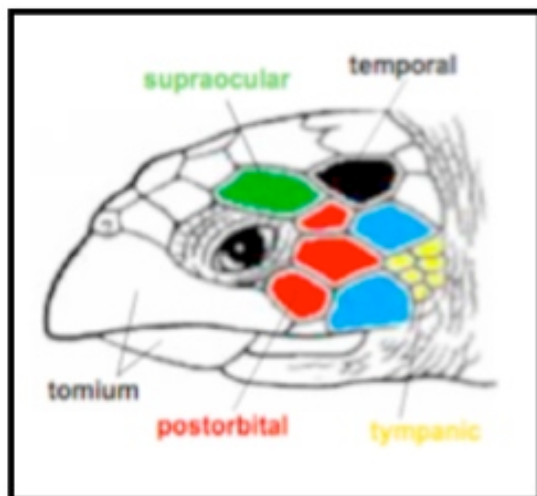


Figura 7. Placas utilizadas na Foto-ID de *E. imbricata*, no trabalho de Féliz *et al.* (2010).

A Foto-ID utilizando programas de computadores foi testada em estudos como o de Schofield *et al.* (2008), que utilizaram fotografias da lateral facial direita, tiradas no ambiente natural (dentro de água), a distâncias de 2 a 7 metros. A coleta de fotografias ocorreu de forma repetida durante 5 anos. Para a identificação utilizaram as placas pós-oculares, o número e forma das placas da região timpânica e central, e as formas relativas das escalas sub-temporal e temporal (fig. 8). Concluíram ser possível validar a precisão, fiabilidade e facilidade de treinamento para o uso de marcas faciais, para identificar indivíduos em uma população adulta de *C. caretta*, no mar. No âmbito de um programa de monitorização a longo prazo, a técnica de correspondência fotográfica poderia ser usada para obter novos *insights* sobre as tendências da população de tartarugas marinhas, comportamento, ecologia e estado de conservação.

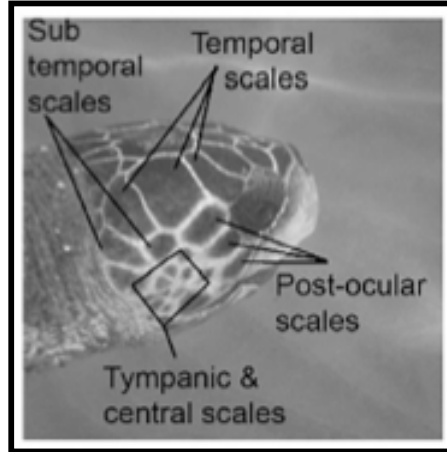


Figura 8. Placas utilizadas na Foto-ID, no trabalho de Schofield *et al.* (2008).

Jean *et al.* (2010) realizaram um outro estudo, nas Ilhas Reunião, França, utilizando um programa de computador onde cada placa facial é identificada pela sua localização (coluna, linha e número de “fronteiras”), em cada face lateral do indivíduo, gerando uma seqüência única de identificação (fig. 9). Essa numeração começa nas placas faciais localizadas junto ao olho e de baixo para cima. Esses números de identificação podem ser guardados em um banco de dados (eventualmente *online*) onde o animal recapturado pode ser rapidamente encontrado, ou um novo ser rapidamente cadastrado. Afirmam os autores que a análise por computação digital é confiável, rápida e simples, possibilitando a identificação de indivíduos dentro da mesma espécie.

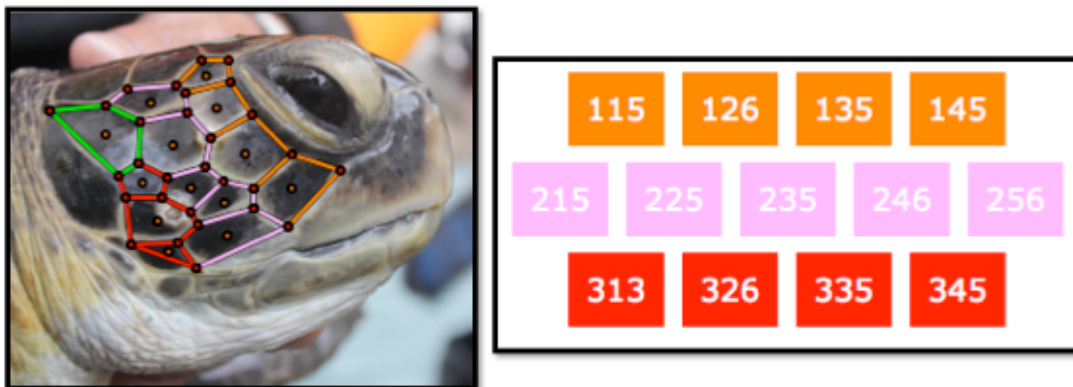


Figura 9. Placas utilizadas na Foto-ID utilizando um programa de computador, no trabalho de Jean *et al.* (2010). Resultado da classificação de 13 placas (à direita).

Muitas tartarugas marinhas apresentam epibiontes presos ao seu corpo, animais que não se deslocam voluntariamente. Os principais epibiontes nas tartarugas marinhas são as algas verdes, vermelhas e marrons, para além das cracas (Sazima *et al.*, 2004). Esses organismos não são vantajosos para as tartarugas marinhas visto que elas buscam estações de limpeza onde peixes podem se alimentar desses animais, assim ocorrendo uma relação benéfica para ambas as partes, conhecida como mutualismo (Schofield *et al.*, 2006).

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Identificar e quantificar através de foto-identificação (Foto-ID) as tartarugas marinhas que utilizam a região da Reserva Biológica Marinha do Arvoredo (Santa Catarina, Brasil) como área de alimentação, durante a estação de verão (janeiro a março de 2012).

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Captura de tartarugas marinhas para sua marcação, medição, pesagem e fotografia para posterior Foto-ID.
- Esforço de recaptura de indivíduos que já foram marcados em trabalhos realizados anteriormente, para determinar o nível de fidelidade, crescimento de cada animal e validação do programa de computador.
- Uso do programa de identificação por pessoas não treinadas para validação do nível de dificuldade e acerto com o uso de *software*.
- Estudo da presença de epibiontes nas tartarugas marinhas.
- Criação de banco de imagens de tartarugas marinhas foto-identificadas do Arvoredo.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. ÁREA DE ESTUDO

A Reserva Biológica Marinha do Arvoredo ($27^{\circ}15'S$, $48^{\circ}25'W$) está localizada no litoral do Estado de Santa Catarina, República Federativa do Brasil, a uma distância de 6.2 km da linha de costa. Foi criada em março de 1990, tem uma extensão de 176 000 km², e administrativamente está entre os municípios de Florianópolis e Bombinhas (fig. 10). No seu interior existem as ilhas do Arvoredo, que é a maior, da Galé, Deserta e Calhau de São Pedro, bem como uma grande extensão marinha de fundos rochosos graníticos (Reisser *et al.*, 2008). A tutela da Reserva pertence na sua parte terrestre à Marinha do Brasil e na parte marítima ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), um órgão pertencente ao governo brasileiro.

As ilhas que compõem a atual Reserva Biológica Marinha do Arvoredo foram um destino tradicional de mergulho recreativo no sul do Brasil desde a década de 1980. A partir do ano de 2000, a Reserva foi fechada para o mergulho recreativo por determinação da Lei do Sistema Nacional de Unidades de Conservação, e as operadoras de mergulho passaram a restringir sua atuação ao sul da Ilha do Arvoredo, que não faz parte da Reserva Biológica.

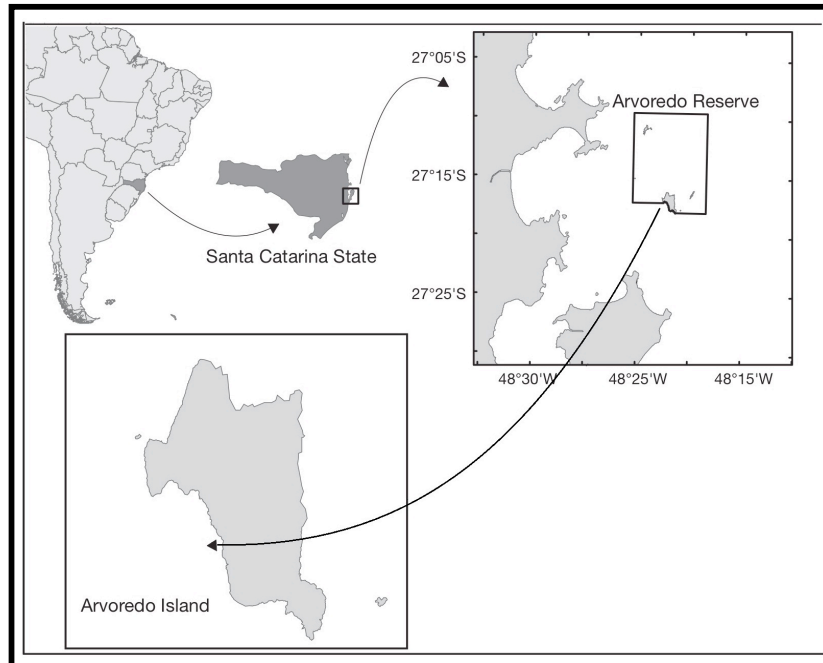


Figura 10. Reserva Biológica Marinha do Arvoredo (Santa Catarina, Brasil). Zoom sucessivo a partir de mapa da América do Sul. Fonte: Reisser *et al.* (2008).

A Reserva situa-se numa faixa de transição entre os climas tropical e temperado, e ganha influência da corrente oceânica do Brasil, com águas quentes oriundas do Norte durante o verão, e frias vindas do Sul, através das correntes das Malvinas (Rocha *et al.*, 2005). Tal posição proporciona uma grande diversidade de ambientes marinhos e terrestres, com grande diversidade de espécies vegetais e animais, muitas delas ameaçadas de extinção. A transparência da água na Reserva varia muito, principalmente de acordo com os ventos durante o verão. A pouca visibilidade é resultante da influência dos ventos de Norte, que trazem águas ricas em nutrientes, e dos de Oeste, que trazem o aporte continental. No inverno a influência da corrente das Malvinas traz uma maior transparência às águas da região (Castro & Miranda, 1998).

A Ilha do Arvoredo (fig.11) tem um alto percentual de cobertura de macroalgas em todos seus costões rochosos, que variam desde a zona intermareal, exposta em períodos de maré baixa, até profundidades em torno dos 20 metros, onde o substrato rochoso é substituído por fundo arenoso (Lanari *et al.*, 2007). A existência de uma comunidade algal no local é imprescindível para a produção primária e ciclagem de nutrientes, além de atuar como fonte de alimento para peixes, invertebrados e tartarugas

marinhas.

A Reserva Biológica é uma Unidade de Conservação Federal de Proteção Integral, e tem como objetivo proteger esse pequeno espaço de elevado interesse para a biodiversidade brasileira e global.



Figura 11. Vista aérea da Ilha do Arvoredo (Santa Catarina, Brasil). Fonte: www.inema.com.br.

3.2. METODOLOGIA

A presente pesquisa contou com a autorização para atividades de finalidade científica nº 31527-2 emitida através do governo brasileiro pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e de Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) para estudos em locais de conservação. A autorização para estudos com tartarugas marinhas foi emitida pelo Projeto Tartaruga Marinha – TAMAR, órgão responsável pela conservação das tartarugas marinhas da costa brasileira.

As tartarugas marinhas utilizadas no presente estudo foram capturadas à mão pelo seu autor, sempre de forma não lesiva, através de mergulho autônomo e livre (fig. 12), durante a estação de verão (entre 1 de janeiro e 10 de abril de 2012). Os locais de captura foram georreferenciados através de um GPS (Garmin Fish Finder 90). As sessões de mergulho foram feitas a partir de uma embarcação a motor, propriedade da operadora de mergulho Submarine Divers, que opera na cidade de Bombinhas.



Figura 12. Exemplos da prática de mergulho durante o esforço para captura das tartarugas marinhas.

Os animais capturados eram cuidadosamente levados até o barco de apoio e acondicionados em recipientes plásticos (caixa de peixe forrada com espuma de 5 cm de espessura) ou mantidos no assoalho do barco em cima de espuma, para evitar ferimentos no plastrão. De imediato era efetuada sua medição com uma fita métrica flexível. Mediam-se o comprimento curvilíneo de carapaça (CCC), de acordo com a técnica de Bolten (1999), e a largura curvilínea de carapaça (LCC) (fig. 13). Em seguida os animais eram pesados com uma balança digital (Action Digital 50), com capacidade até 50 kg (e intervalos de 0.100 kg). Todos os animais capturados foram depois marcados nas nadadeiras frontais com anilhas metálicas cedidas pelo Projeto Tamar (fig. 14).

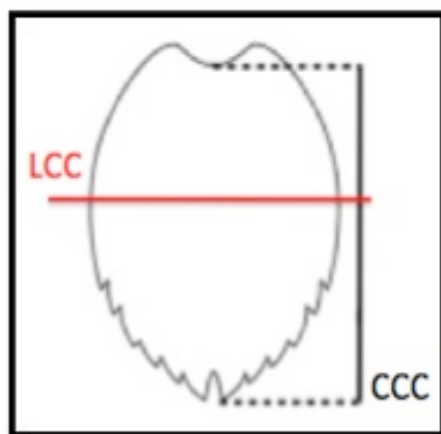


Figura 13. Posição para a medição de comprimento curvilíneo de carapaça (CCC) e da largura curvilínea de carapaça (LCC). Fonte: Bolten (1999).

A marcação, assim como a coleta de dados biométricos dos animais, foi realizada de acordo com os protocolos e metodologias já estabelecidos (Tamar, 2008), para permitir a futura comparação dos dados. Todo o material de marcação foi esterilizado com desinfetante Germi-Rio®, antes e após o uso em cada animal, a fim de evitar eventual contaminação entre eles. Juntamente com cada anilha de marcação foi colocado um lacre vermelho, preso em volta das anilha, (fig. 14) com o objetivo de impedir que a mesma tartaruga fosse recapturada em um curto intervalo de tempo e evitando assim um *stress* desnecessário ao animal.



Figura 14. Procedimentos de medição (CCL) marcação com anilha metálica durante o presente estudo.

Com câmera digital (Canon EOS Rebel T3) foram feitas fotografias em plano lateral da cabeça (foto-identificação), ventral do plastrão e de epibiontes (fig. 15). Por fim, as tartarugas marinhas eram libertadas, num local muito próximo ao da sua captura. O intervalo médio de tempo de todos os procedimentos era de cerca de 10 minutos.



Figura 15. Exemplos das fotografias tiradas a cada indivíduo capturado.

As fotografias subaquáticas (fig. 16) foram feitas com câmera digital (Canon Power Shot G9) e caixa estanque (Canon WP – DC21) no ambiente natural, com objetivo de avaliar a eficácia do uso da foto-identificação. Esse procedimento era realizado sempre que havia a companhia de algum pesquisador, pois o processo de captura se tornava muito difícil com uma câmera nas mãos.

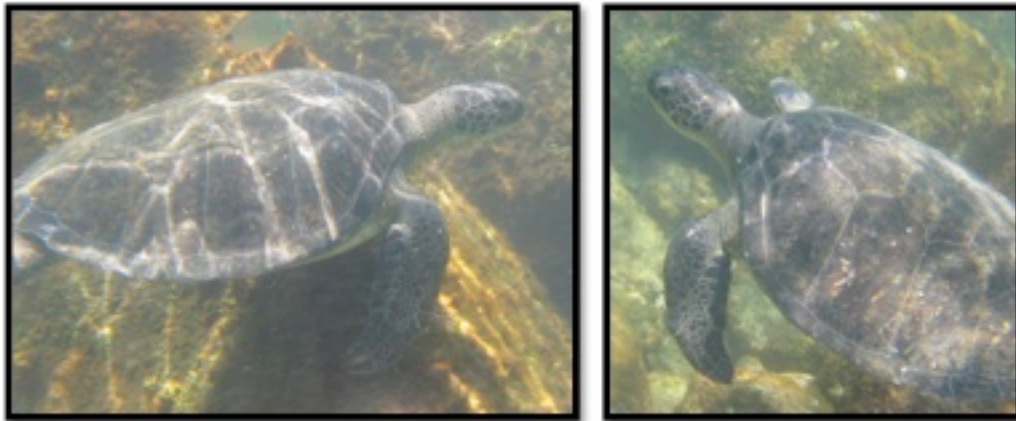


Figura 16. Exemplos das fotografias subaquáticas tiradas no Arvoredo.

3.3. PROGRAMA PARA FOTO-ID

Desenvolvido pelo Instituto Kelonia (Saint Leu - Ilhas Reunião, França, (www.kelonia.org) para Foto-ID de tartarugas marinhas da família Cheloniidae (Jean *et al.*, 2010), recorre a características físicas específicas dos animais e os procedimentos são

simples e rápidos. O programa usa simples fotografias, tiradas sem quaisquer requisitos especiais, das faces laterais direita e esquerda, para a Foto-ID, e depois estabelece um conjunto de códigos obtidos a partir da análise das placas. Os códigos, que são seqüências de números, são então o ‘número de identidade’ do indivíduo.

Para cada fotografia é necessário efetuar um cadastro prévio com as seguintes informações: identificação da foto da tartaruga (número das etiquetas metálicas, por exemplo); nome do pesquisador; região da coleta; latitude e longitude do local; data de captura; sexo do animal (macho, fêmea, juvenil ou indefinido); email do pesquisador e comentários se necessário (fig. 17).

The screenshot shows a web interface for 'Photo Identification'. At the top left, there is a user profile for 'Bruno Goncalves' with a 'Logout' link. The top right features the 'Iremer' logo and the text 'l'observatoire des tortues marines'. The main content area is titled 'Photo Identification' and is split into two columns. The left column, 'Select of the picture', has a 'Select your picture' section with a 'Selecionar Arquivo' button and the text 'nenhum a...ecionado', and a 'Picture name' input field with the value '71102 - 71103'. The right column, 'Additional information', contains several fields: 'Name of the photographer' (Bruno Theodosio Goncalves), 'Site name' (Brazil-Santa Catarina), 'GPS Position in decimal degrees (WGS84)' with 'Latitude' (27°15'S) and 'Longitude' (48°25'W) fields, 'Date of observation' (05/01/2012), 'Species' (Cm), 'Sex' (Juvenile), 'Email' (brunotgoncalves@hotr), and an 'Other comments' text area.

Figura 17. Cadastro prévio realizado para cada fotografia de uma face de uma tartaruga.

Depois da fotografia selecionada é preciso indicar qual das faces (direita ou esquerda) está representada e quantas placas pós-oculares apresenta. Com o auxílio do “mouse“ (rato) desenham-se os vértices dos polígonos que se assemelham a cada uma das placas, iniciando na parte inferior e terminando na parte superior da cabeça, das placas pós-oculares, seguindo assim até as placas da região do pescoço. Gera-se para cada placa

uma identificação de três números (coluna, linha e número de “fronteiras”) (fig. 18). Para cada face da tartaruga a identificação completa é a conjugação ordenada de todas as placas, e para cada indivíduo o ‘número de identidade’ é a conjugação das duas faces.

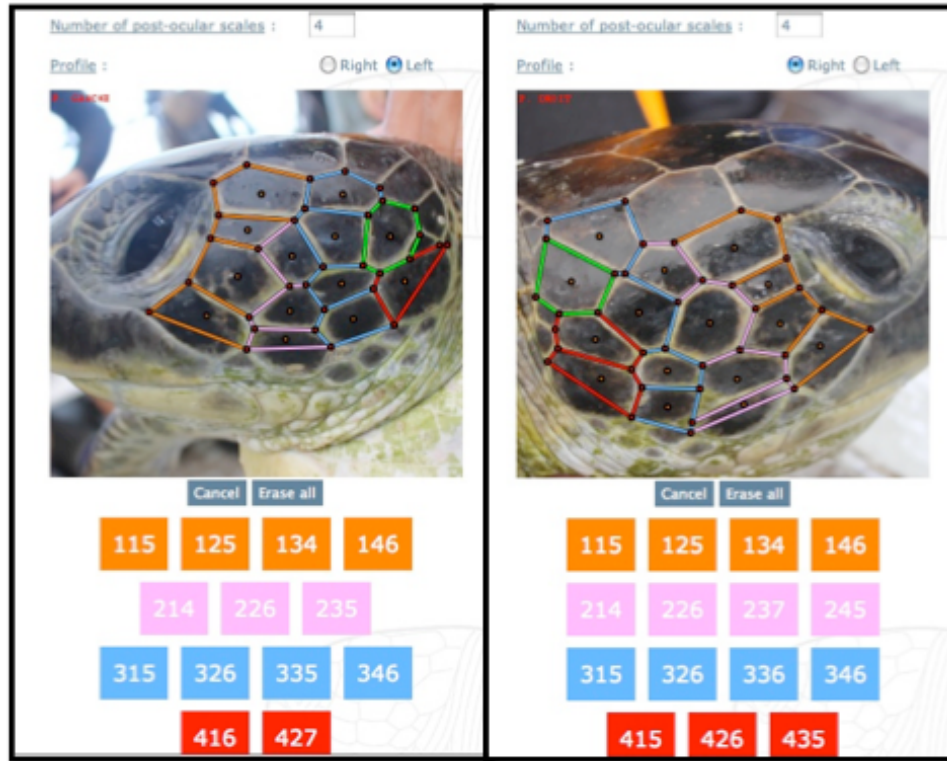


Figura 18. Exemplo completo de Foto-ID, através do programa Kelonia.

Por exemplo, as placas de número 315 na figura acima interpretam-se assim: coluna 3, placa 1 e em contacto com outras 5 placas. Após esse desenho, o *software* mostra automaticamente as 20 tartarugas marinhas que apresentam ‘números de identidade’ semelhantes ou iguais para comparação e análise (fig. 19). O critério utilizado permite uma comparação rápida através de um reconhecimento de códigos, que compara coluna, linha e número de “fronteiras” um por um, e também outros critérios como número de placas pós-oculares e espécie. Quanto mais números de códigos introduzidos no banco de dados, mais relevantes e precisos serão os resultados. Assim, as 20 imagens mais relevantes serão apresentadas de maneira decrescente de acordo com a sua similaridade, reduzindo o número de fotografias a serem comparadas.

4. RESULTADOS

4.1. LOCAIS DE COLETA

Foram realizadas 39 saídas para captura de tartarugas marinhas, em dez locais diferentes, sendo 6 deles na parte sul da Ilha do Arvoredo: Loc. 10, Loc. 5, Loc. 2, Loc. 6, Loc. 7 e Loc. 8. Os outros quatro pontos foram em regiões adjacentes à costa: Loc. 1 (Gov. Celso Ramos), Loc. 03 (Praia da Sepultura, Bombinhas), Loc. 04 (Praia de Bombinhas), Loc. 09 (Ponta de Porto Belo, Bombinhas). Em outras 3 localidades foram encontradas tartarugas marinhas presas em redes de pesca e levadas para o Projeto TAMAR de Florianópolis, e adicionadas ao presente trabalho, sendo suas localidades designadas de: TAMAR-1 - Praia dos Ingleses, TAMAR-2 – Barra da Lagoa, TAMAR-3 - Ilha do Xavier (fig. 20).



Figura 20. Vista geral dos locais de pesquisa do presente trabalho. Fonte: www.flickr.com/postersec.

Os locais que mais tiveram esforço de mergulho foram Loc. 2 com 49.0 h e Loc. 6 com 24.5 h, ambos na Ilha do Arvoredo (fig. 21). Quanto ao número de capturas por local os que obtiveram mais foram Loc. 2 e Loc. 5, com 14 indivíduos capturados em cada ponto, seguido de Loc. 6 com cinco capturas, e de Loc. 7 com duas capturas (tab. 2). Nos pontos da costa Loc. 1, 3, 4, 9, e da Ilha do Arvoredo Loc. 8 não foram capturados nenhuns exemplares.

Loc.	2	5	6	7	TAMAR
Esforço	49.0 h	19.2 h	24.5 h	5.2 h	-
Capturas	14	14	5	2	4
Média E/C	3.5 h	1.3 h	4.9 h	2.6 h	-

Tabela 2. Esforço de mergulho, número de capturas e média de esforço por captura nos diversos pontos de trabalho.



Figura 21. Locais utilizados para mergulho no lado sul da Ilha do Arvoredo. Fonte: www.Inema.com.br.

O número integral de horas utilizadas para captura das tartarugas através de mergulho foi de 136.5 horas. Janeiro foi o mês que apresentou o maior esforço para captura, marcação e fotografia: 49.0 horas e 17 indivíduos. Fevereiro e março apresentaram o mesmo esforço (tab. 3), porém o número de capturas foi diferente. Abril apresentou apenas uma captura devido principalmente às poucas horas de mergulho.

Mês	Pesquisa	Temp. Água	Visibilidade	Nº Capturas
Jan	49.0 h	25.6°C	5/6 m	17 <i>Cm</i>
Fev	38.5 h	24.2°C	7/8 m	9 <i>Cm</i>
Mar	38.5 h	24.0°C	6/7 m	11 <i>Cm</i> + 1 <i>Ei</i>
Abr	10.5 h	23.5°C	7 m	1 <i>Cm</i>
Total:	136.5 h			39

Tabela 3. Horas de esforço de mergulho, média da temperatura da água, visibilidade média e número de capturas por mês. Legenda: *C. mydas*: *Cm* e *E. imbricata*: *Ei*.

No mês de março ocorreu o número mais alto de capturas num mesmo dia. No dia 20 foram obtidas quatro tartarugas e no dia 13 ocorreram três capturas. O esforço total médio para cada tartaruga capturada foi de 3.5 h / captura.

4.2. TARTARUGAS MARINHAS

As 38 tartarugas capturadas da espécie *C. mydas* e foram divididas em juvenis (até 60 cm de comprimento curvilíneo da carapaça – CCC) e sub-adultos (de 60 até 80 cm de CCC), de acordo com os protocolos estabelecidos pelo Projeto TAMAR. Apenas quatro indivíduos se encontravam categoria de sub-adultos, tendo o maior 73 cm de CCC. Já na categoria de juvenis, a menor captura foi com 33 cm e a maior com 57 cm de CCC. Quanto à largura curvilínea da carapaça – LCC a maior captura foi de 65 cm e a menor de 30 cm. Tanto a maior medida de CCC e LCC e o maior peso pertencem à mesma tartaruga. Também as menores medidas de CCC e LCC pertencem à mesma tartaruga. Apenas um indivíduo da espécie *E. imbricata* foi capturado, com CCC de 35 cm, LCC de 31 cm e peso de 4.9 kg (fig. 22) (tab. 4).



Figura 22. Único indivíduo de *E. imbricata* capturado durante o verão de 2011/2012.

O indivíduos mais pesado apresentava 44.0 kg e o mais leve 4.5 kg. Em cinco tartarugas não se pôde coletar o peso devido a problemas relacionados a balança. A média das tartarugas da espécie *C. mydas* capturadas e pesadas foi de 14.2 kg.

Espécie	CCC (cm)	LCC (cm)	Peso (kg)
<i>C. mydas</i>	47.1 (n=38)	42.1 (n=38)	14.2 (n=33)
<i>E. imbricata</i>	35.0 (n=1)	31.0 (n=1)	4.9 (n=1)

Tabela 4. Média dos CCC e LCC e do peso dos indivíduos capturados no presente trabalho, para cada uma das espécies estudadas.

4.3. RECAPTURAS

Duas tartarugas coletadas apresentavam anilhas metálicas previamente aplicadas pelo Projeto TAMAR, mas devido ao alto nível de degradação das marcações elas foram substituídas por novas. A tartaruga marinha com as marcas 36041-36042 capturada primeiramente em 19/07/2006 na Ilha do Arvoredo pela equipa de Reisser (Reisser *et al.*, 2008) (fig. 23), apresentava então CCC de 53 cm, LCC de 47 cm e peso de 18 kg. Quando recapturada pela nossa equipa, em 06/02/2012, apresentava CCC de 62 cm, LCC de 54 cm e peso de 28.9 kg. Apenas uma etiqueta se encontrava ainda no indivíduo (36041), sendo retirada e colocadas novas anilhas de numeração: 71138-71139.



Figura 23. *C. mydas* capturada pela presente equipa de trabalho, em 06/02/2012, e que já havia sido marcada por Reisser *et al.* (2008), em 19/07/2006.

As tartarugas marinhas marcadas também foram, sempre que possível, recapturadas para saber seu índice de fidelidade ao local. Um total de nove tartarugas foram recapturadas, sendo três delas em duas oportunidades. A *C. mydas* 71111-71117 foi capturada no dia 18/01/2012 e recapturada nos dias 03/04/2012 e 21/07/2012. Três das recapturas de tartarugas marinhas se deram em resultado de ações antrópicas realizadas na região do Arvoredo. Duas delas foram encontradas em redes de pescas no dia 5/03/2012, sendo a 71113-71114 marcada no dia 19/01/2012 e encontrada morta, e a 71366-71196 encontrada afogada mas que conseguiu sua recuperação. Já a *C. mydas* 71110-71145 foi marcada no dia 25/02/2012, e recapturada devido a ingestão de lixo 5/03/2012 e levada para a base do Projeto TAMAR em Florianópolis, sendo solta duas semanas depois após sua recuperação, e sendo a 21/06/2012 novamente encontrada no lado sul da Ilha do Arvoredo.

4.4. FOTO-IDENTIFICAÇÃO

Todas as tartarugas capturadas, 38 *C. mydas* e uma *E. imbricata*, durante o presente trabalho, assim todos os 163 indivíduos do trabalho de Reisser *et al.* (2008) (157 *C. mydas* e 6 *E. imbricata*), também na Reserva Biológica Marinha do Arvoredo, foram submetidas ao programa de Foto-ID desenvolvido pelo Projeto Kelonia. Apenas um indivíduo coincidiu nos dois trabalhos realizados. Foi inicialmente capturado por Reisser *et al.* (2008) a 19/07/2006 e recapturado pelo presente trabalho a 06/02/2012. Logo que introduzidas as fotos desse indivíduo pela segunda vez no *software*, o programa mostrou as fotografias para comparação e análise. Percebeu-se claramente que é o mesmo indivíduo e que não houve qualquer alteração observável na distribuição e geometria das placas, tanto de um lado da face quanto do outro, ao longo desses quase seis anos de diferença entre os dois trabalhos de pesquisa (fig. 24). Outro fator a ser relevado nessa tartaruga foi tanto o lado direito quanto o esquerdo da face apresentam a mesma simetria e geometria na placas, como pode ser visto na seqüência de números na figura abaixo, sendo a o único indivíduo capturado no presente trabalho a apresentar essa característica de igualdade entre as faces.

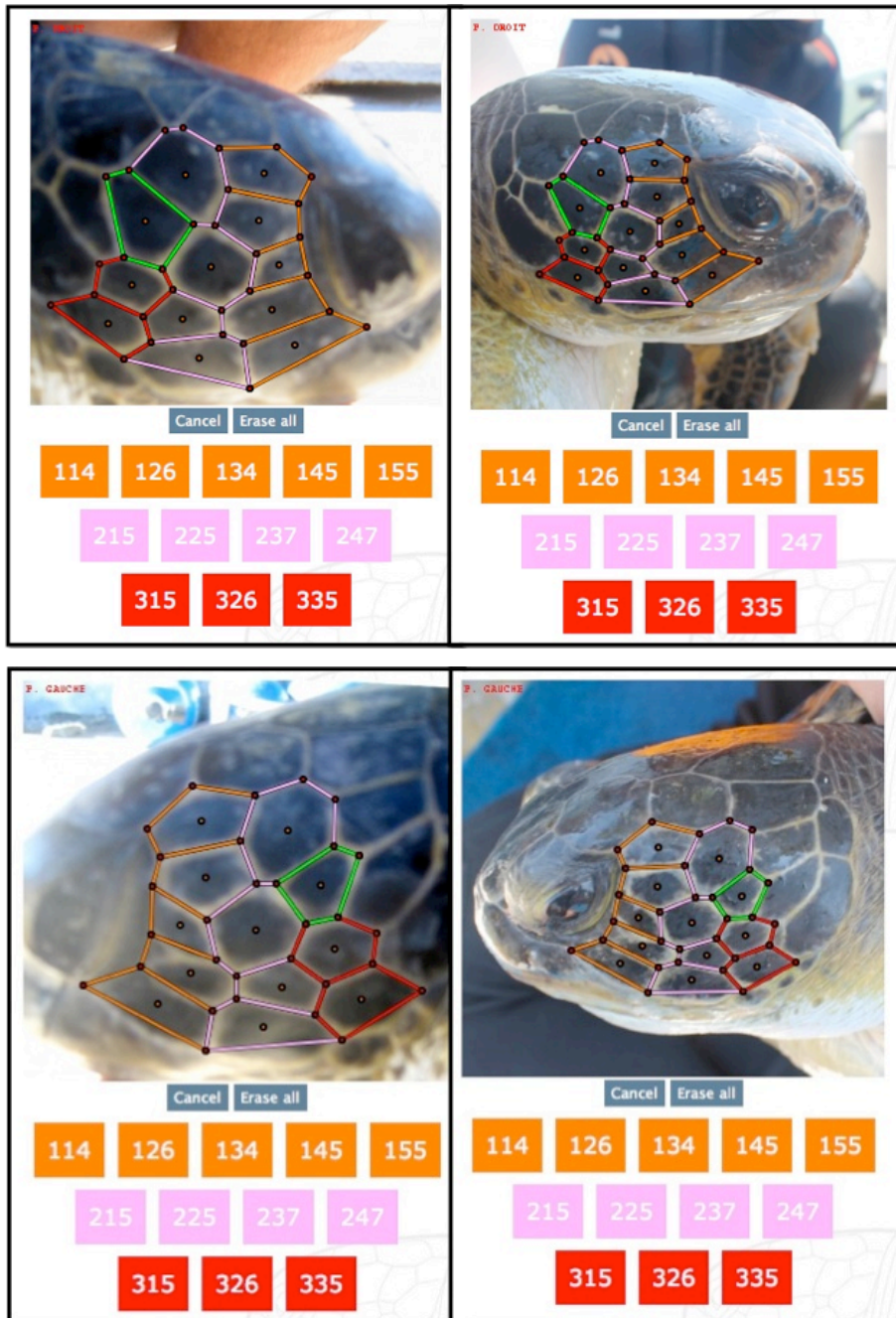


Figura 24. Comparação do mesmo indivíduo no *software* Kelonia. À esquerda as fotografias do trabalho de Reisser *et al.* (2008) e à direita as do presente trabalho.

4.5. VALIDAÇÃO E ANÁLISE DO PROGRAMA

Para identificar o nível de dificuldade e compreensão do programa foram selecionados dez voluntários (estudantes da Universidade do Algarve, Portugal) para

foto-identificarem através desse *software* dez fotos faciais pertencentes a quatro tartarugas. Um desses indivíduos foi repetido para se analisar a consistência do desempenho dos voluntários. Essas pessoas não foram treinadas. Apenas foram transmitidas algumas informações sobre como proceder no manejo do programa. O tempo médio que cada pessoa levou para realizar as dez fotografias foi de 45 minutos (apenas para o desenho dos polígonos).

A média total de acerto dos candidatos foi de 91.0%, variando entre 87.9% e 93.9% (tab. 5), valores que mostram uma percentagem de acerto muito elevada e também uma grande homogeneidade de desempenho dos voluntários. Quanto à tartaruga que se apresentava em fotografias repetidas o índice de coincidências, ou seja repetiu em ambas fotografias a mesma sequência, foi de 90%. É um valor muito próximo dos anteriores e que demonstra uma elevada consistência no desempenho dos voluntários.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
% ac	87.9	93.9	91.4	90.1	91.6	89.1	89.3	91.5	93.8	91.5

Tabela 5. Porcentagem (%) de acertos (ac) obtida por cada um dos dez voluntários (numerados de 1 a 10).

Foi detectado que a maioria dos erros ocorriam em pequenas junções das placas, onde se necessita uma análise mais profunda. A maioria dos candidatos optava em colocar apenas um ponto no local (fig. 25A) ao invés de dois, como seria correto (fig. 25B).

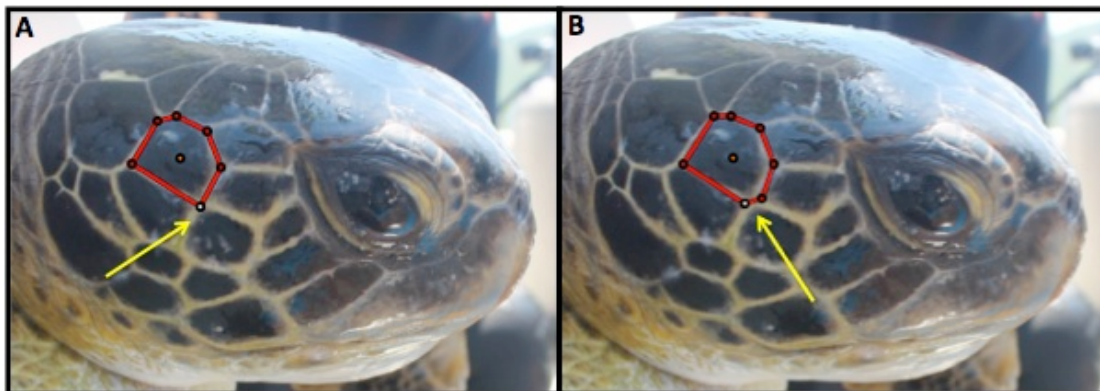


Figura 25. Imagem “A” mostra o erro em que incorreu na maioria dos candidatos. A “B” ilustra a geometria correta da placa.

4.6. EPIBIONTES

Todas as tartarugas coletadas durante o trabalho apresentavam epibiontes: cracas e algas, no casco, plastrão e/ou partes mais moles, como pescoço, cabeça e nadadeiras (fig. 26).



Figura 26. Epibiontes (cracas) incrustados na cabeça da tartaruga marinha.

Nenhuma estação de limpeza foi avistada durante a realização do presente trabalho, provavelmente devido ao considerável número de mergulhadores na área. Porém, no estudo de Reisser *et al.* (2008) essas estações foram encontradas na Ilha do Arvoredo e identificadas como sendo uma relação mutualista entre algumas espécies de peixes e as tartarugas marinhas.

5. DISCUSSÃO

O método de identificação das fotografias de tartarugas marinhas proposto pelo Projeto Kelonia, através de um *software* original, foi utilizado e avalizado no presente trabalho. Se mostrou rápido, confiável e de fácil aplicação por qualquer pessoa, como mostra a alta taxa de acerto dos voluntários não previamente treinados que colaboraram no presente trabalho. Procedimentos manuais de Foto-ID, como os utilizados por Reiser *et al.* (2008) e por Schofield *et al.* (2008), são muito mais trabalhosos, requerem mais tempo tanto para Foto-ID quanto para comparação com os bancos de dados, e é mais elevada a probabilidade de erros resultantes de falhas humanas, levando a enviesamentos nos resultados dos estudos sobre esses animais. No presente *software*, graças às rotinas automáticas de comparação, a consulta ao banco de dados é praticamente instantânea e não há erros humanos na comparação entre os indivíduos, aquele em análise e os anteriormente foto-identificados. Outro aspecto muito relevante é que em outros métodos de Foto-ID, aplicados a várias espécies de animais, se requiere, para a própria eficácia e padronização dos resultados, uma série de fatores fixos como: distância, qualidade e ângulo das fotografias (Kelly, 2001). O método de Foto-ID proposto pelo Projeto Kelonia é bastante flexível, e pode obter bons resultados a partir de qualquer fotografia que mostre as placas faciais e apresente qualidade aceitável. Tendo em vista discutir e aprofundar a avaliação do *software* do Projeto Kelonia enriqueceu-se o presente trabalho com quatro estudos adicionais, descritos abaixo.

5.1. VALIDAÇÃO COM VOLUNTÁRIOS

Os voluntários foram selecionados na Universidade do Algarve, todos estudantes de diferentes cursos de licenciatura e mestrado, com idades entre 23 e 26 anos. Os candidatos eram chamados um a um, a uma sala onde recebiam breves instruções de como utilizar e proceder. Eles apenas realizavam o desenho dos polígonos (placas) faciais em cada tartaruga marinha, num total de dez fotos (cinco indivíduos), não realizando nenhum outro processo no *software*, como introdução de dados e comparação de indivíduos.

Através da colaboração desses voluntários não treinados se demonstrou a validade, precisão e confiabilidade desse método devido à alta média de acertos durante o procedimento de foto-identificação. Assim, com pessoas treinadas e com maior conhecimento dos protocolos, essa taxa de acerto pode se tornar ainda mais elevada. É o que ficou demonstrado no trabalho de Schofield *et al.* (2008), que também testou seu método pessoas com não treinadas, conseguindo um alto índice de acerto, mas posteriormente utilizou pessoas com mais experiência e treinamento elevando ao máximo (100%) essa taxa. Essa utilização de pessoas treinadas realizada por ambos trabalhos é de suma importância para validação do método de Foto-ID, já que visa a interação com comunidades de pescadores e mergulhadores para a obtenção de dados, e a facilidade de compreensão do método é muito importante.

5.2. NÚMERO DE PLACAS USADO NA FOTO-IDENTIFICAÇÃO E DE FACES DA TARTARUGA MARINHA

O segundo estudo adicional incidiu sobre o número de placas e a possibilidade de utilização de apenas uma face, ou a necessidade de utilização das duas faces para o cadastramento inicial de cada tartaruga marinha. No presente trabalho, bem como no de Jean *et al.* (2010), o número de placas requeridas para Foto-ID foi o proposto pelo protocolo do Projeto Kelonia, que utiliza o maior número possível de placas para a identificação e descrição de cada uma das duas faces laterais da cabeça das tartarugas marinhas. Já Reisser *et al.* (2008) aproveitaram apenas as duas colunas de placas pós-oculares de cada face. O *software* da nossa pesquisa mostrou que quanto maior o número de placas utilizadas em cada face, para Foto-ID, maior a eficácia do método, assim evitando que surjam erros e enviezamentos num grupo grande de tartarugas marinhas. Constatamos que muitas das vezes as placas das primeiras colunas pós-oculares de indivíduos diferentes apresentam uma seqüência muito parecida ou mesmo igual, tornando impossível a correta identificação se ela estiver apenas assente nessas placas. A fig. 27 é um exemplo: duas tartarugas marinhas estão identificadas como distintas, utilizando o protocolo do Projeto Kelonia, mas são consideradas o mesmo indivíduo, empregando o estudo de Reisser *et al.* (2008).

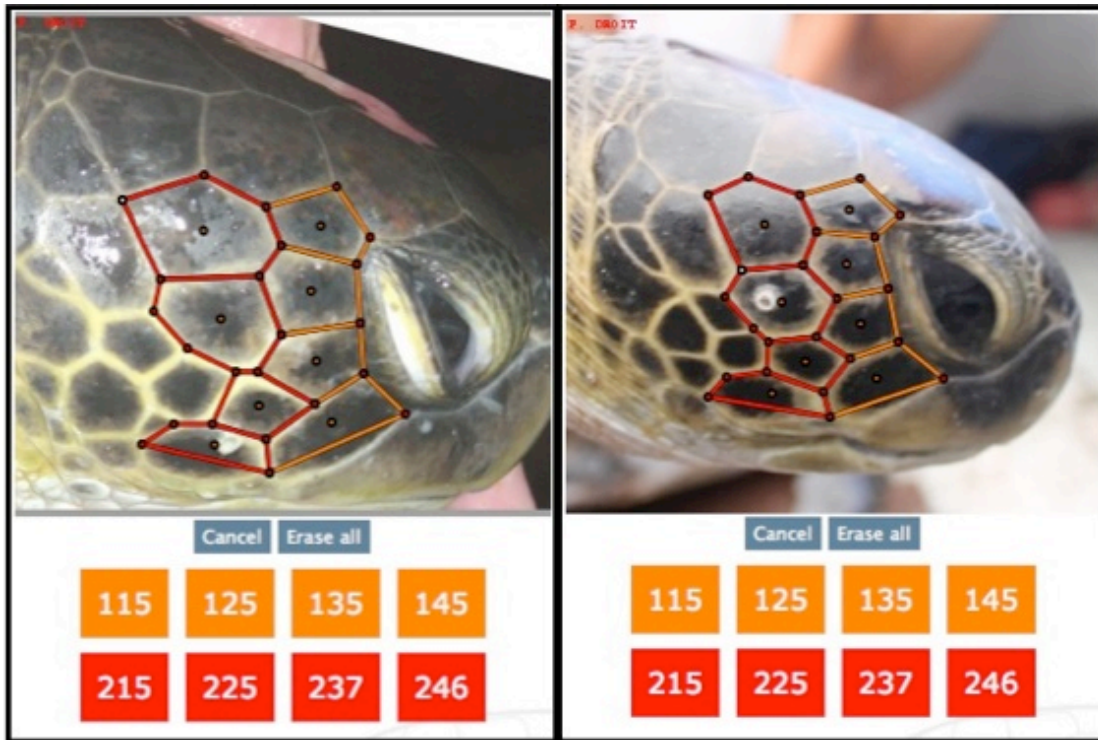


Figura 27. Fotos de dois indivíduos diferentes que possuem as duas primeiras colunas com numeração dos polígonos iguais.

Assim, métodos que utilizem poucas placas para identificação podem, em especial quando os respectivos bancos de dados vão crescendo, manifestar uma total incapacidade de identificar corretamente as tartarugas marinhas. O aumento do número de placas foto-identificadas em cada uma das faces da tartaruga marinha permite resolver essa limitação, que caracteriza e é um fator de limitação dos métodos mais antigos e simples.

Trabalhos como de Jean *et al.* (2010) e Schofield *et al.* (2008) utilizaram muitas fotografias subaquáticas e não apresentaram problemas na sua identificação corroborando assim o presente trabalho. As fotografias subaquáticas são assimiladas fielmente pelo *software* do Projeto Kelonia. Com isso, a colaboração com pescadores e mergulhadores é uma grande oportunidade para coletar imagens através dos anos e dos locais, permitindo estudos contínuos e de longa data, além de aumentar o interesse público sobre espécies ameaçadas de extinção, estratégia chave para a conservação das mesmas (Bennet *et al.*, 2000). A tecnologia atual também permite que não seja necessária uma grande aproximação aos indivíduos, devido à qualidade das imagens fornecidas pelas câmeras mais modernas e desde que a transparência seja boa.

Contudo, o presente trabalho permitiu constatar que na maioria das tartarugas marinhas os indivíduos apresentam lados faciais distintos, gerando a necessidade de se fotografar de ambos os lados para rigorosa validação no programa. Das tartarugas marinhas da espécie *C. mydas* capturadas pelo presente trabalho 97.5% (37 em 38 indivíduos) apresentavam laterais faciais distintas, bem como o único indivíduo de *E. imbricata* capturado. Já nas *C. mydas* capturadas por Reisser *et al.* (2008), 96.9% tinham laterais distintas: Para as *E. imbricata*, 100% tinham laterais diferentes em cada indivíduo. Assim tartarugas com apenas fotografias de um lado da cabeça não devem ser sujeitas a cadastro inicial, afim de evitar erros no banco de dados (Jean *et al.*, 2010). Métodos que utilizaram apenas uma lateral como o de Schofield *et al.* (2008) podem apresentar erros e enviezamentos na interpretação de sua população e de dados.

5.3. DIVERSIFICAÇÃO DO BANCO DE DADOS DE *C. mydas*

O terceiro estudo adicional incidiu sobre a diversificação do banco de dados. O presente *software* se mostrou capaz de memorizar e diferenciar todas as 404 fotos introduzidas. Outra qualidade importante é o fato de o programa ser *online*, podendo ser acessado de inúmeros lugares diferentes do mundo. No futuro, com a sua maior divulgação, será cada vez mais utilizado e o banco de dados vai continuar a crescer. Pelo contrário, com os métodos manuais anteriores, apresentados nas publicações de Féliz *et al.* (2010), Schofield *et al.* (2008) e Reisser *et al.* (2008), haverá provavelmente apenas um banco local de armazenamento para cada grupo de fotos.

Para perceber da capacidade do *software* em integrar e comparar *C. mydas* de outras regiões do mundo, fotos de quatro tartarugas marinhas de cinco localidades muito diferentes, como as Ilhas Galápagos (Pacífico Sul), a Austrália (Oceanos Pacífico e Índico), o Havaí - EUA (Oceano Pacífico Central), as Ilhas Reunião - FRA (Oceano Índico) e a Ilha do Príncipe - STP (Oceano Atlântico Central) foram analisadas com o presente método (fig. 28). As fotos relativas às Ilhas de Galápagos foram obtidas na internet: www.projectnoah.org e www.travelimages.com, as da Austrália em www.seaturtlefoundation.org, www.australiascoralcoast.com e www.atsis.uq.edu.au, as da Ilha Reunião em www.kelonia.org, as do Havaí em www.wildhawaii.org,

www.hawaiilife.com e www.lamumarine.wildlifedirect.org. As fotos relativas à Ilha do Príncipe foram fornecidas por um outro estudo de tartarugas marinhas que decorreu na Universidade do Algarve (Programa SADA).

O *software* não mostrou qualquer problema na identificação dessas 20 novas fotos. Com isso é possível afirmar, se bem que preliminarmente, que as *C. mydas* de todo o planeta estão aptas podem ser foto-identificadas com o programa do Projeto Kelonia. Como se sabe, as tartarugas marinhas estão organizadas e divididas em populações, geneticamente diferenciadas (Bowen *et al.*, 1993; Proietti *et al.*, 2009; Shawker *et al.*, 2004; Fitzsimmons *et al.*, 1995) e até mesmo em alguns casos varia a coloração da carapaça. Com o nosso estudo concluímos que não é possível fazer essa distinção de populações através das placas faciais dos indivíduos dessa espécie, das regiões analisadas e muito provavelmente de todo o mundo.

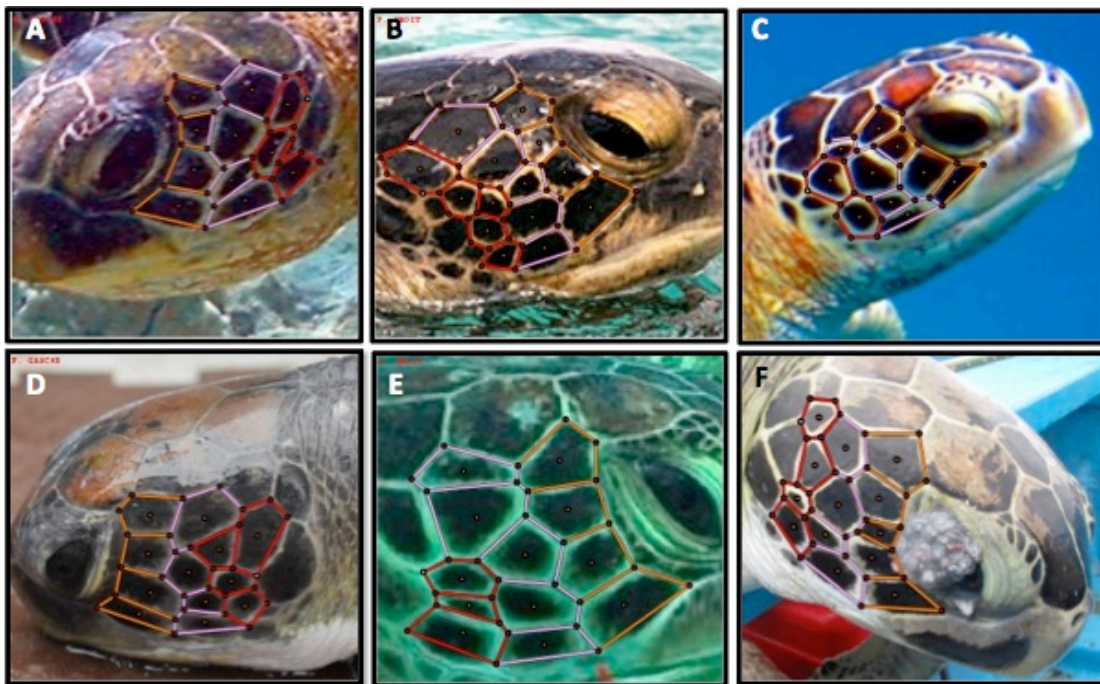


Figura 28. Foto-ID de indivíduos de *C. mydas* em diferentes localidades: (A) Haváí (www.lamumarine.wildlifedirect.org), (B) Ilhas Galápagos (www.travelimages.com), (C) Austrália (www.atsis.uq.edu.au), (D) Brasil, (E) Ilhas Reunião (www.kelonia.org) e (F) Ilha do Príncipe – STP (Programa SADA, Universidade do Algarve).

5.4. ESPÉCIES DE TARTARUGAS MARINHAS DA FAMÍLIA CHELONIIDAE

Em seguida realizámos um breve estudo adicional para avaliar das qualidades do *software* desenvolvido pelo Projeto Kelonia para ser utilizado nas seis espécies de tartarugas da família Cheloniidae. Foi possível, de forma muito preliminar, concluir que o método se adapta bem a todas as seis espécies de tartarugas da família Cheloniidae. Já Schofield *et al.* (2008) em seu trabalho com *C. caretta* classificavam as placas por grupos (pós-oculares, timpânicas e centrais, sub-temporais e temporais), o que é eficiente mas pode se mostrar confuso, visto que é mais difícil as pessoas estarem a foto-identificar cada grupo de placas de forma separada. No *software* agora utilizado, as escamas ficam naturalmente ordenadas, de forma simples, por colunas.

A aplicação do método do Projeto Kelonia a uma tartaruga marinha da espécie *C. caretta* (fig. 29) permitiu uma Foto-ID sem problemas, mostrando que não é necessária a separação de grupos de placas nessa espécie para que seja possível a aplicação de um método de Foto-ID.

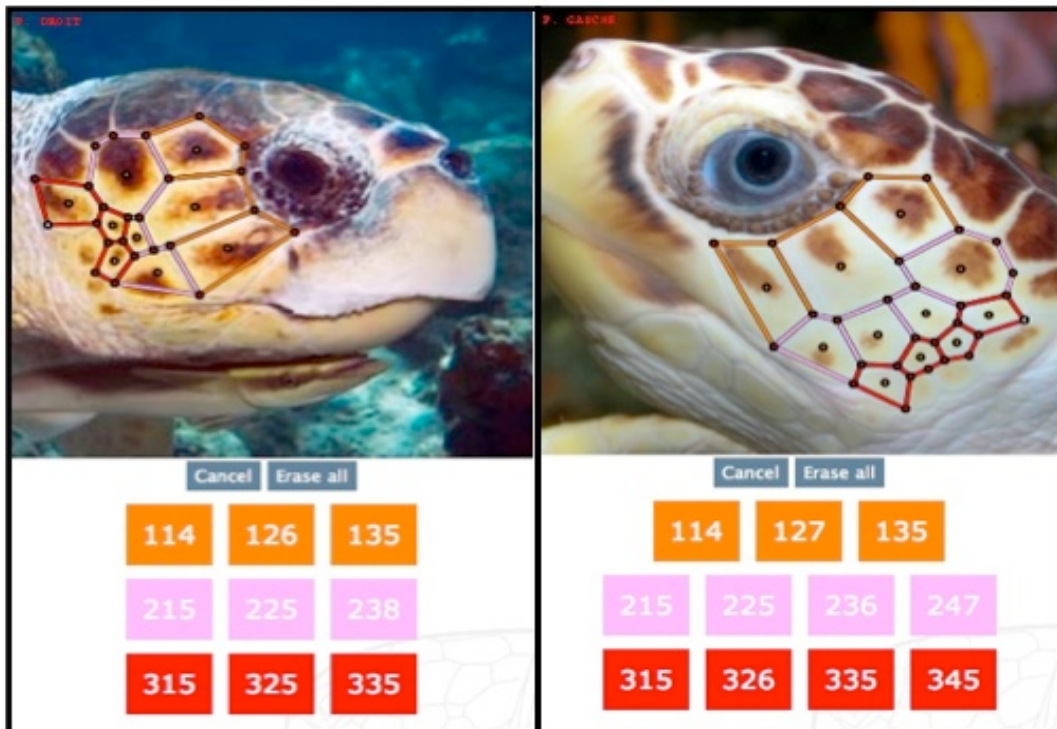


Figura 29. Tartarugas da espécie *C. caretta* foto-identificadas pelo método do presente trabalho. Fonte: Esquerda (www.dalyanvillas.com.tr) e direita (www.utas.edu.au).

Tartarugas marinhas do presente trabalho foram foto-identificadas através de métodos manuais anteriores. Utilizar a metodologia de apenas duas colunas seguida por Reisser *et al.* (2008) não se mostrou muito difícil, porém é necessária uma concentração muito maior para que não ocorram erros, já que no programa automatizado os polígonos ficam desenhados à medida em que são desenhados, sendo assim a visualização muito mais prática. O método proposto por Schoefield *et al.* (2008) se mostrou muito confuso para o uso em *C. mydas*, especialmente porque é necessário separar o grupo das placas timpânicas. Em *C. mydas* essas placas não estão tão claras como em *C. caretta* e *E. imbricata*. Por isso, o método de Schoefield *et al.* (2008) tem limitações de utilização. Restringe-se a algumas espécies da família Cheloniidae e não apresenta soluções para as restantes espécies. Em síntese, o *software* criado pelo Projeto Kelonia se mostrou como o mais abrangente dos três métodos estudados, para ser aplicado às diferentes espécies de tartarugas marinhas da família Cheloniidae.

5.5. ASPETOS FINAIS

O uso de etiquetas metálicas ajudou a comprovar a eficácia do *software* de computador utilizado, já que a tartaruga marcada pela equipa de Reisser (Reisser *et al.*, 2008), quando recapturada apresentava tais marcas. Outros trabalhos sobre Foto-ID, como Jean *et al.* (2010) e Schofield *et al.* (2008), também utilizaram a marcação por anilhas metálicas para validação de seus métodos. A informação que esse tipo de estudo nos fornece é a confirmação de que são o mesmo indivíduo, fato prontamente validado pela Foto-ID através do *software* utilizado. Com a comprovação da eficácia desse método, a não necessidade de captura das tartarugas marinhas passa a ser um trunfo para pesquisas de estudo de populações. Porém esse método de captura-marcação-recaptura (CMR) pode estar associado à obtenção de dados adicionais, como medição, pesagem e recolha de material genético de indivíduos e populações, de epibiontes, e até à instalação e manutenção de sistemas de navegação por satélite. Estudos antigos assinalam o risco de enviezamento de resultados em consequência da perda das anilhas (*tag loss*) (Bjorndal *et al.*, 2001; Belline *et al.*, 2001; McDonald & Dunn, 1994; Mrosovsky, 1976). A Foto-ID é e será sempre uma técnica simples de superar esses problemas.

Por fim, lugares como a Reserva Biológica Marinha do Arvoredo são importantes áreas de alimentação de juvenis, mas muito pouco estudadas, sendo que a maioria dos estudos populacionais se encontra em áreas de reprodução e nidificação. Porém esses estudos podem apresentar erros na estimativa, já que indivíduos machos são raramente capturados e marcados (Godley *et al.*, 2001). Assim o método de Foto-ID pode se tornar uma importante ferramenta para as informações sobre a ecologia desses animais em seu ambiente natural.

6. CONCLUSÕES

- Em conclusão, nosso estudo validou e mostrou que o método proposto pelo Projeto Kelonia é muito adequado e talvez o mais indicado para a foto-identificação de indivíduos da família Cheloniidae. A gestão da vida selvagem depende da aquisição de informações realistas da história de vida dos animais e a foto-identificação é uma técnica que vem facilitar e complementar estudos a longo prazo para espécies de tartarugas marinhas.
- A exatidão, confiabilidade e facilidade do *software* foi testada por voluntários não treinados, e validou o presente método como viável para a compreensão de qualquer pessoa. Pessoas treinadas levarão essa taxa de erro a quase zero.
- Os métodos de Reisser *et al.* (2008) e de Schofield *et al.* (2008) se mostraram satisfatórios para Foto-ID; porém o método do Projeto Kelonia mostrou-se muito mais atual e capaz de minimizar erros, além de ser aplicável para todas as espécies da família Cheloniidae.
- A padronização desse programa como método de identificação permitirá a criação de um banco de dados mundial (e também local), assim permitindo um melhor entendimento sobre as migrações das tartarugas marinhas e também em áreas normalmente pouco estudadas, como as áreas de alimentação, podendo fomentar futuras ações de manejo nessas regiões.
- A Reserva Biológica Marinha do Arvoredo se mostrou um lugar de importante fonte de alimentação para as tartarugas marinhas e com um estudo mais longo e em outras áreas da reserva poderá afirmar que as tartarugas marinhas apresentam uma fidelidade anual a essa região que se confirma como uma importante área de alimentação para ambas espécies de tartarugas marinhas.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Balazs, G. (1982). Factors affecting the retention of metal tags on sea turtles. *Marine Turtle News* 20:11-14.

Bellini, C. Godfrey, M.H. & Sanches, T.M. (2001). Metal tag loss in wild juvenile hawksbill sea turtles (*Eretmochelys imbricata*). *Herpetological Review* 32: 172-174.

Bennett, P. Keuper U. & Balazs G.H. (2000). Photographic evidence for the regression of fibropapilloma afflicting green turtles at Honokawai, Maui, in the Hawaiian Islands. 19th Annual Symposium Sea Turtle Biology and Conservation, NOAA Tech Memo NMFS-SEFSC - 443:37-39.

Bjorndal, K.A. Bolten, A.B. & Martins, H.R. (2000). Somatic growth model of juvenile loggerhead sea turtles *Caretta caretta*: duration of pelagic stage. *Marine Ecology Progress Series*. Vol 202: 265-272.

Bjorndal, K.A. Bolten, A.B. Lagueux, C.J. & Chaves, A. (1996). Probability of Tag Loss in Green Turtles Nesting at Tortuguero, Costa Rica. *Journal of Herpetology*. Vol 30, pp. 566-571.

Bolten, A.B. (1999). Techniques for measuring sea turtles, In: Eckert, K.E. Bjorndal, K.A. Abreu-Grobois, F.A. & Donnelly, M. *Research and Management Techniques for the Conservation of Sea Turtles*. IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group Publication Vol. 4, pp. 110-114.

Bowen, B. W. Nelson W. S. & Avise, J.C. (1993). A molecular phylogeny for marine turtles: trait mapping, rate assessment, and conservation relevance. *National Academy of Science, USA* 90:574-577.

Broderick, A.C. & Godley, B.J., (1999). Effect of tagging marine turtles on nesting behaviour and reproductive success. *Animal Behavior* 58, pp. 587-591.

Carr, A. (1987). *Conservation Biology*. Blackwell Publishing. Vol 1.

Castro, B.M. & Miranda, L.B. (1998). Physical oceanography of the western Atlantic continental shelf located between 4°N and 34°S, coastal segment (4°W). *The Sea*, Vol 11, pp. 209-251.

Eckert, K.L. Bjornal, K. Abreu-Grobois, F.A. Donnelly, M. (1999). *Research and Management Techniques for the Conservation of Sea Turtles*. IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group. Vol 4.

FAO (Food and Agriculture Organization of United Nations). (1990). *FAO Species Catalogue - Sea turtles of the world. An annotated and illustrated catalogue of sea turtle species known to date*. Vol 11.

Féliz, P. León, Y.M. Revuelta, O. Aucoin, S. Sofia, D. & Carreras, R. (2010). Photo-Identification of juvenile Hawksbills (*Eretmochelys imbricata*) using facial scales. University of Santo Domingo.

Fitzsimmons, N.N. Moritz, C. & Moore, S.S (1995). Conservation and dynamics of microsatellite loci over 300 million years of marine turtle evolution. *Molecular Biology Evolution*. 12: 432-440.

Godley, B.J. Broderick, A.C. Hays, G.C. (2001). Nesting of green turtles (*Chelonia mydas*) at Ascension Island, South Atlantic. *Biology Conservation* 97:151-158.

Gomes, M.G.T. Santos, M.R. & Henry, M. (2006). Tartarugas marinhas de ocorrência no Brasil: hábitos e aspectos da biologia da reprodução. *Revista Brasileira de Reprodução Animal* 30: 19-27.

Grossman, A. (2001). Biologia reprodutiva de *Chelonia mydas* (Reptilia) na Reserva Biológica do Atol das Rocas. Dissertação de Mestrado em Zoologia - Pontifícia Universidade Católica, Faculdade de Biociências, Porto Alegre.

Hillman, G.R. Würsig, B. Gailey, G.A., Kehtarnavaz, N. Drobyshevsky, A. Araabi, B.N. Weller, D.W. & Tagare, H.D. (2003). A computer assisted method for photo-identification of individual marines: a multi-species system performance comparison. *Marine Mammal Science*, 29 (1), 117-123.

Hirth, H.F. (1980). Some aspects of the nesting behavior and reproductive biology of sea turtles. *Zoology*. Vol. 20.

Jean, C. Ciccione, S. Talma, E. Ballorain, K. & Bourjea, J. (2010). Photo-identification method for green and hawksbill turtles - First results from Reunion. *Indian Ocean Newsletter* n° 11, pp 8 - 13.

IUCN (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources). (2012). IUCN Red list of threatened species. Disponível em (www.iucnredlist.org). Acesso em 15 de setembro de 2012.

Kelly, M.J. (2001). Computer - aided photograph matching in studies using individual identification: an example from Serengeti cheetahs. *Journal Mammal*, 82 (2), 440–449.

Lanari, M. & Copertino, M. (2007). Variabilidade sazonal da estrutura da comunidade de macroalgas no infralitoral da Ilha da Arvoredo, Santa Catarina - Brasil. *Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil*.

Limpus, C.J. (1992). Estimating of tag loss in marine turtle research. *Wild Life Research* 19, 457-469.

Marcovaldi, M.A & Marcovaldi, G.G. (1999). Marine turtles of Brazil: The history and structure of Projeto TAMAR - IBAMA. *Biology Conservation*, n° 91, pp. 35 - 41.

McDonald, D.L. & Dutton, P.H. (1994). Tag retention in leatherback sea turtles (*Dermochelys coriacea*) at Sandy Point, St. Croix, USA, 1979 - 1995. *Chelonian Conservation Biology* 2, pp. 148-152.

Miller, M.A. (1997). Reproduction in sea turtles. In: Lutz, P.L & Musick, J.A. *The biology of sea turtles*. 1° ed. v. 1. P. 51 - 81. Florida: CRC.

Moreira, L.M. (2003). Estimativa do número de desovas da tartaruga verde - aruanã, *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758) (Testudines, Cheloniidae) da Ilha da Trindade, Espírito Santo, Brasil. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Espírito Santo, 71 p.

Mrosovsky, N. (1976). The tag loss problem. *Marine Turtle Newsletter* 1, 3 - 4.

Pritchard, P.C.H & Mortimer, J.A. (1999). Taxonomy, External Morphology and Species Identification. *Research and Management Techniques for the Conservation of Sea Turtles*, IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group Publication, n° 4.

Proietti, M.C; Lara-Ruiz, P. Reisser, J.W. Pinto, L.S. (2009). Green turtles (*Chelonia mydas*) foraging at Arvoredo Island in Southern Brazil: Genetic characterization and mixed stock analysis mtDNA control region haplotypes. *Genetics and Molecular Biology*. 32, Vol. 3, pp. 613 - 618.

Pupo, M.M. Soto, J.M.R. & Hanazaki, M. (2006). Captura incidental de tartarugas marinhas na pesca artesanal da Ilha de Santa Catarina, SC. *Biotemas*, 19 (4): 63-72.

Reisser, J. Proietti, M. Kinas, P. & Sazina, I. (2008). Photographic identification of sea turtles: method description and validation, with an estimation of tag loss. *Endangered Species Research*. Vol. 5 pp. 73 - 82.

Ripple, J. (1996). *Sea Turtles*. Voyageur Press, Stillwater, Minnesota, USA.

Rocha, R.M. Moreno, R.T & Metri, R. (2005). Ascídias (Tunicata, Ascidiacea da Reserva Biológica Marinha do Arvoredo, Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*. 22 (2): 461 - 476.

Rodriguez, P.H. & L.S. Martinez. (2000). Estimation of leatherback nesting females in Mexiquillo Beach during 1995 - 1996 and 1996 - 1997 nesting season using pit tags and photo-identification. In: *International Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation*.

Sazima, C., A. Grossman, C. Bellini & I. Sazima. (2004). The moving gardens: reef fishes grazing, cleaning, and following green turtles in SW Atlantic. *Cybium*, 28: 47-53.

Schofield, G. Katselidis, K.A. Dimopoulos, P. Pantis, J.D. & Hays, G.C. (2006). Behaviour analysis of the loggerhead sea turtle (*Caretta caretta*) from direct in-water observation. *Endangered Species Reserch* 2, pp. 51-61.

Schofield, G. Katselidis, K.A. & Pantis, J.D. (2004). Assessment of photo-identification and GIS as a technique to collect in-water information about loggerhead sea turtles in Laganas Bay, Zakynthos Greece. *Proceedings of the Twenty-fourth Annual Symposium on Sea Turtle Biology & Conservation* U.S. Dept. Commerce. NOAA Tech. Memo. NMFS-SEFSC.

Schofield, G. Katselidis, K.A. Dimopoulos, P. & Pantis, J.D. (2008). Investigating the viability of photo-identification as an objective tool to study endangered sea turtle populations. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 360, pp. 103-108.

Shanker, K. Ramadevi, J. Choudhury B.C. Singh, L. & Aggarwal, R.K. (2004). Phylogeography of the olive ridley turtles (*Lepidochelys olivacea*) on the East coast of India: implications for conservation theory. *Molecular Ecology*, 13, 1899 -1909.

Speed C.W. Meekan M.G. & Bradshaw C.J.A. (2007). Spot the match: wildlife photo-identification using information theory. *Front Zoology*, 4:1-11.

Spotila, J.R. (2004). *Sea turtles: A complete guide to their biology, behavior, and conservation*. JHU Press.

TAMAR (Projeto Tartaruga Marinha). (2008). *Apostila de Programa de Formação do Projeto Tartaruga Marinha (TAMAR)*, ICMBio.

Whitehead, H. Gowans, S. Faucher, A. & McCarrey, S. (1997). Population analysis of northern bottlenose whales in the Gully, Nova Scotia. *Marine Mammals Science* 13, (2), 173-185.