

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E NATURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

**EFEITO DE PORCOS DOMÉSTICOS EXÓTICOS  
NO ESTOQUE REPRODUTOR DE FÊMEAS  
*Chelonia mydas* NA ILHA DA TRINDADE,  
ATLÂNTICO SUL OCIDENTAL**

**Josiele Alves Pereira**

Vitória, ES  
Fevereiro, 2019

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E NATURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

**EFEITO DE PORCOS DOMÉSTICOS EXÓTICOS  
NO ESTOQUE REPRODUTOR DE FÊMEAS  
*Chelonia mydas* NA ILHA DA TRINDADE,  
ATLÂNTICO SUL OCIDENTAL**

**Josiele Alves Pereira**

**Orientador:** Dr. Agnaldo Silva Martins

**Coorientador (a):** Dr. Ana Mazzuco

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Biologia Animal) da Universidade Federal do Espírito Santo como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Biologia Animal.

Vitória, ES  
Fevereiro, 2019

Ficha catalográfica disponibilizada pelo Sistema Integrado de Bibliotecas - SIBI/UFES e elaborada pelo autor

---

P436e      Pereira, Josiele Alves, 1987-  
Efeito de espécies exóticas sobre estoques desovantes de populações de vida longa em uma ilha oceânica isolada / Josiele Alves Pereira. - 2019.  
36 f. : il.

Orientador: Agnaldo Silva Martins.  
Coorientadora: Ana Mazzuco.  
Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) - Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Humanas e Naturais.

I. Martins, Agnaldo Silva. II. Mazzuco, Ana. III. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências Humanas e Naturais. IV. Título.

CDU: 57

---

JOSIELE ALVES PEREIRA

**EFEITO DE PORCOS DOMÉSTICOS EXÓTICOS  
NO ESTOQUE REPRODUTOR DE FÊMEAS  
*Chelonia mydas* NA ILHA DA TRINDADE,  
ATLÂNTICO SUL OCIDENTAL**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Biologia Animal) da Universidade Federal do Espírito Santo como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Biologia Animal.

COMISSÃO EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Agnaldo Silva Martins  
Orientador  
Universidade Federal do Espírito Santo / UFES

---

Prof. Dr. Sarah Maria Vargas  
Examinador Interno  
Universidade Federal do Espírito / UFES

---

Dr. Cecília Baptistotte  
Examinador Externo  
ICMBIO/TAMAR

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço de forma especial a minha família que acreditou em mim e sempre me deu forças para realizar meus sonhos.....

Ao meu orientador Dr. Agnaldo Silva Martins por mesmo sem me conhecer ter me dado essa oportunidade, pela paciência, carinho e cuidado que teve com minha pessoa. Admiro muito seu trabalho, sua postura e você como ser humano, que sabe agir na hora certa, e tenta melhorar a cada erro. A você o meu muito obrigada!

A Cecilia Baptistotte por ter ajudado em todo o processo de obtenção dos dados, além da ida para ilha da Trindade.

Agradeço a confiança e disponibilidade da Fundação Centro Brasileiro de Proteção e Pesquisa das Tartarugas Marinhas – Fundação Pró-Tamar e Centro TAMAR/ICMBio por ter me cedido os dados e pela oportunidade de trabalhar como voluntária em Povoação e Trindade.

A minha coorientadora Ana Mazzuco pelos ensinamentos e pela paciência e dedicação.

Agradeço a base de Povoação e em especial a Rennara Herculano pelo tempo cedido, treinamento e compreensão.

Agradeço a todos os meus amigos pelo companheirismo, dedicação e lealdade, sem vocês provavelmente eu não teria conseguido.

À Capes/CNPQ pela bolsa concedida durante o período da pesquisa e ao PROAP pela bolsa auxílio para o treinamento em Povoação e viagem a Trindade.

Agradeço a Marinha brasileira e ao programa Pró-Trindade pelo apoio as pesquisas científicas na ilha, bem como ao apreço pelos pesquisadores.

Ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal da UFES, e em especial a coordenadora do curso Taissa que apesar do seu jeito turrão sempre me deu apoio e me ajudou nos piores percaustos, sem essa ajuda provavelmente eu não teria continuado.

Agradeço ao meu amigo Nathan pela confecção do mapa da área de estudo.

***Gratidão.....***

## RESUMO

A ilha da Trindade é um importante refúgio da vida silvestre, sua descoberta resultou no consumo de animais endêmicos e na introdução de espécies exóticas. Porcos introduzidos se tornaram predadores de ninhos das tartarugas verdes (*Chelonia mydas*). Considerando o processo predatório de porcos sobre os ninhos de *C. mydas* e seu estado atual de vulnerabilidade, esta pesquisa visa compreender o efeito ecológico da introdução de espécie exótica em área de desova na ilha da Trindade através do estudo das alterações populacionais das fêmeas pós-impacto. Para este estudo foram utilizados registros de captura e recaptura, o comprimento curvilíneo da carapaça (CCC) de fêmeas de *Chelonia mydas* de 35 anos de monitoramentos em área de desova e registros históricos de exploração e da introdução de espécie exótica predadora. Foram identificadas diferenças significativas no CCC das tartarugas de Trindade ao longo dos monitoramentos que convergem com o histórico de erradicação dos porcos. As maiores classes de comprimento curvilíneo da carapaça estão presentes nos primeiros anos de monitoramentos com um padrão de diminuição durante as temporadas mais recentes. Mudanças observadas nas frequências de CCC entre as temporadas monitoradas sugerem uma menor taxa de recrutamento no período de 1985/2000 e um recrutamento mais significativo entre 2006/2017. O estudo demonstrou que o estoque da população de fêmeas reprodutoras de *Chelonia mydas* sofreu um intenso processo de mudança na estrutura populacional induzido pela introdução de um novo predador de ovos e neonatos em Trindade e apresenta evidências de recuperação crescente.

**Palavras-chave:** Espécie exótica; Porcos; Ilha da Trindade;

## ABSTRACT

The island of Trindade is an important wildlife refuge, its discovery has resulted in the consumption of endemic animals and the introduction of exotic species. Introduced pigs have become predators of green turtle (*Chelonia mydas*) nests. Considering the predatory process of pigs on the nests of *C. mydas* and their present state of vulnerability, this research aims to understand the ecological effect of the introduction of exotic species in a spawning area on the island of Trindade through the study of the population changes of post- (CCC) of *Chelonia mydas* females of 35 years of monitoring in spawning grounds and historical records of exploration and introduction of predatory exotic species. Significant differences were identified in the curvilinear length of the carapace of the Trindade turtles along the monitoring that converge with the history of eradication of the pigs. The largest curvilinear length classes of the carapace are present in the first years of monitoring with a decreasing pattern during the most recent seasons. Observed changes in CCC frequencies between monitored seasons suggest a lower recruitment rate in the 1985/2000 period and a more significant recruitment between 2006/2017. The study showed that the stock of the spawning population of *Chelonia mydas* underwent an intense process of change in the population structure induced by the introduction of a new egg and newborn predator in Trinidad and present evidence of increasing recovery.

**Keywords:** Exotic species; Pigs; Trindade Island;

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1:** Esforço amostral nas temporadas reprodutivas de *Chelonia mydas* na ilha da Trindade. Período que ocorreu o monitoramento, dias monitorados, quantitativo de pessoas na equipe, total de tartarugas medidas sem repetições e de tartarugas marcadas em cada temporada..... 15

**Tabela 2:** Referências históricas contendo informações sobre o uso e ocupação da ilha da Trindade e os prejuízos decorrentes dessa introdução. .... 16

**Tabela 3:** Divisão das classes de frequências de comprimento curvilíneo da carapaça (CCC) para realização do teste estatístico entre as temporadas reprodutivas de 1985/2000 e 2006/2017..... 19

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1:** Área de estudo com a localização das nove praias onde ocorre a desova da tartaruga verde na ilha da Trindade, Oceano Atlântico Sul Ocidental. .... 13
- Figura 2:** Obtenção de dados biométricos de *Chelonia mydas* na ilha da Trindade. .... 14
- Figura 3:** Intervalos de comprimento curvilíneo da carapaça de *Chelonia mydas* em diferentes áreas de desova no Atlântico Sul e Pacífico. .... 20
- Figura 4:** Distribuição de comprimento curvilíneo da carapaça de *Chelonia mydas* na Ilha da Trindade disposta em coortes trienais nas temporadas entre 1995 a 2016 (A), 1996 a 2015(B) e 1985 a 2017 (C). Linhas pretas delimitam as frequências de comprimentos das recrutas e as linhas cinzas delimitam as classes de comprimento dos adultos, pós-recrutas. .... 21
- Figura 5:** Comprimento curvilíneo da carapaça (CCC) médio (círculos) de tartarugas medidas durante as temporadas de desova e respectivos desvios padrão (barras verticais) abaixo de 102 cm (A), abaixo de 116 cm (B) e acima de 122 cm (C) de tartarugas verdes (*Chelonia mydas*) na ilha da Trindade nas temporadas reprodutivas entre 1985/2000 (N=7) e 2006/2017 (N=9). Asteriscos em quantidade diferentes indicam diferenças significativas com o teste de Mann Whitney para amostras independentes ( $p < 0,01$ ). .... 22
- Figura 6:** Comprimento curvilíneo da carapaça (CCC) médio (círculos) de tartarugas marcadas durante as temporadas de desova e respectivos desvios padrão (barras verticais) abaixo de 102 cm (A), abaixo de 116 cm (B) e acima de 122 cm (C) de tartarugas verdes (*Chelonia mydas*) na ilha da Trindade nas temporadas reprodutivas entre 1985-2000 (N=7) e 2006-2017 (N=9). Asteriscos em quantidade diferentes indicam diferenças significativas com o teste de Mann Whitney para amostras independentes ( $p < 0,01$ ). .... 23
- Figura 7:** Histórico indicando os eventos mais relevantes de uso, ocupação e introdução de espécies exóticas na ilha da Trindade e sua relação com as diferenças de comprimento curvilíneo da carapaça das fêmeas de *Chelonia mydas* .....24

# SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	8
<b>METODOLOGIA</b> .....	13
<b>Área de estudo</b> .....	13
<b>Obtenção de dados</b> .....	14
<b>Processamento dos dados</b> .....	17
<b>Análise dos dados</b> .....	18
<b>RESULTADOS</b> .....	20
<b>Tendências ecológicas</b> .....	20
<b>Evidências históricas</b> .....	24
<b>DISCUSSÃO</b> .....	26
<b>Referências Bibliograficas</b> .....	30
<b>ANEXO I</b> .....	37
<b>ANEXO II</b> .....	42
<b>ANEXO III</b> .....	43

## INTRODUÇÃO

As ilhas oceânicas são reconhecidas como áreas de alta relevância ecológica por apresentarem uma biodiversidade rica e singular. Cerca de um terço de todos os vertebrados ameaçados de extinção (FONSECA *et al.* 2006) são encontrados nestas ilhas, cujas comunidades englobam espécies residentes e migratórias utilizando o local para forrageio, descanso e nidificação. Devido ao espaço geográfico restrito e único, a vulnerabilidade das espécies endêmicas é alta em comparação às áreas costeiras e continentais, e os efeitos negativos da introdução de espécies exóticas são superiores (VITOUSEK, 1997) sendo considerada a segunda maior causa de perda de biodiversidade (GISP, 2005; ZILLER & ZALBA, 2007).

Existe um longo histórico documentado da introdução de espécies exóticas em ilhas oceânicas. Uma espécie é considerada exótica quando introduzida fora de sua área de distribuição geográfica natural por mediação, voluntária ou involuntária da ação humana (CDB, 1992). Se a espécie conseguir se reproduzir e expandir sua população no novo habitat, ela passa a ser considerada como espécie exótica invasora interferindo no nicho ecológico local. O impacto negativo de espécies exóticas sobre a biodiversidade marinha ocorre através de introduções de espécies propriamente marinhas, por exemplo, por meio da água de lastro (DRAKE & LODGE, 2004), e também de espécies terrestres que de alguma forma afetam as comunidades marinhas (PHILLIPS *et al.* 2012). Dentre os vertebrados marinhos, aves, pinípedes e quelônios estão entre os grupos mais afetados por espécies exóticas em ilhas oceânicas, sendo alvo das principais ações de manejo.

A ilha da Trindade é um importante refúgio da vida silvestre marinha localizado há milhares de quilômetros da costa sudeste brasileira, considerada patrimônio geológico mundial pela UNESCO (MORH *et al.* 2009; ALMEIDA, 2000; ALVES, 1998) e apontada pela Convenção da Diversidade Biológica como uma área ecologicamente e biologicamente relevante (DUTRA *et al.* 2012). Sua descoberta, datada entre os anos de 1501 e 1502 (GASPARINI, 2004) resultou em intenso impacto antropogênico sobre a fauna e a flora endêmica (ALVES & SILVA, 2013) em consequências dos processos de uso e exploração (MORH *et al.* 2009; ALMEIDA, 2000; ALVES, 1998). Animais como, tartarugas marinhas, baleias, peixes e tubarões foram caçados, abatidos e comercializados para consumo por piratas, comerciantes de escravos e exploradores (KNIGHT, 1884; LOBO, 1919). Gatos, introduzidos pelos portugueses, por exemplo, causaram impactos negativos sobre as aves nidificantes e residentes da ilha diminuindo sua população (MORH *et al.* 2009; ALVES, 1998; DUARTE & HORTA, 2012), o rebanho de cabras sucumbiu à flora local e os porcos tornaram-se predadores dos ninhos das tartarugas marinhas (*Chelonia mydas*) que desovam no local (BARTH, 1958).

A utilização de recursos naturais e a introdução de animais exóticos modificou a estrutura ecológica da ilha, com evidências de que o impacto negativo sobre as populações locais persiste até os tempos recentes. A introdução de porcos e cabras, realizada pelo astrônomo Halley em 1700 (COPELAND, 1882; ALVES, 1998; DUARTE & HORTA, 2012), causou grandes prejuízos à biodiversidade devido ao rápido aumento populacional e intensa pressão de predação sobre as espécies locais. Em Galápagos a tartaruga

(*Geochelone elephantopus*) quase foi extinta pela predação de ovos e neonatos realizada pelos porcos e ratos introduzidos (NOGUEIRA-FILHO, 2009).

Trindade está sob guarnição da Marinha do Brasil desde 1957 (GASPARINI, 2004), quando começou a ser frequentemente visitada por pesquisadores, sendo recentemente instituída como Área de Proteção Ambiental (BRASIL, 2018). Os relatos históricos sobre impactos negativos da introdução das diversas espécies exóticas na Ilha da Trindade são enfáticos e convergentes em relação às informações presentes, principalmente no que diz respeito à predação dos porcos sobre os ninhos de tartarugas marinhas. O naturalista Rudolf Barth ao realizar um levantamento faunístico em Trindade, constatou ataques recorrentes aos ovos e neonatos de *Chelonia mydas*.

“[...] Todas as posturas (não observamos nenhum sinal de exceção) foram descobertas pelos porcos. Poucos ovos, ocasionalmente não encontrados pelos porcos, completaram a evolução e os filhotes foram para água. Continuando este massacre, no decorrer de poucos anos, o número de tartarugas continuará a diminuir.”

(Rudolf Barth, 1958, p.269)

Os relatos de Barth sobre o futuro da *Chelonia mydas* demonstram que os porcos permaneceram na ilha por mais de 200 anos, uma vez que foram deixados no ambiente em 1700 e vistos por ele em 1957. Entretanto nada se sabe sobre a abundância das fêmeas que desovavam na ilha durante o processo predatório e quais os prejuízos para a população provenientes dessa introdução. Segundo Barth (1958) a eliminação das espécies exóticas seria imprescindível para a recuperação ambiental, sendo um dos principais responsáveis pela erradicação dos porcos pela Marinha Brasileira em 1965 (ALVES, 1998).

Em 1982 iniciaram-se os monitoramentos da *Chelonia mydas* em Trindade por ser evidenciada como principal área brasileira de desova da espécie (MARCOVALDI & MARCOVALDI, 1987), atualmente as praias da ilha apresentam uma média de 3.600 ninhos para cada temporada reprodutiva (ALMEIDA *et al.* 2011b). *Chelonia mydas*, popularmente conhecida como tartaruga verde ou aruanã, é uma das cinco espécies encontradas no Brasil (ALMEIDA *et al.* 2011a) com distribuição cosmopolita habitando mares tropicais e subtropicais (HIRTH, 1997). Os adultos podem ultrapassar 120 cm de comprimento curvilíneo de carapaça (PRITCHARD & MORTIMER, 1999), sendo a biometria muito utilizada para determinar a idade do animal. Essa espécie de quelônio apresenta maturação sexual tardia (ALMEIDA *et al.* 2011a), estimada entre 15 a 50 anos, dependendo da população (CHALOUPKA *et al.* 2004; WATSON, 2006), ciclo de vida longo, migrações transoceânicas e alternância de habitats e recursos alimentares (MUSICK & LIMPUS, 1997; BOLTEN, 2003; PLOTKIN, 2003). Características que requerem anos de monitoramento para a obtenção de resultados ecológicos populacionais confiáveis.

As populações de *Chelonia mydas* sofreram grandes declínios ao redor do mundo condicionadas pelos impactos negativos da ação humana sobre os ambientes costeiros e oceânicos. Listada como globalmente ameaçada de extinção pela IUCN (União Internacional para Conservação da Natureza), e atualmente classificada como em perigo (SEMINOFF, 2004) e vulnerável na costa brasileira (ICMPIO, 2018). Por ser uma espécie migratória em diversas fases da vida (LIMPUS *et al.* 1992; FRAZIER, 2002), sua proteção torna-se ainda mais difícil. No Brasil, as principais ações de conservação e manejo são

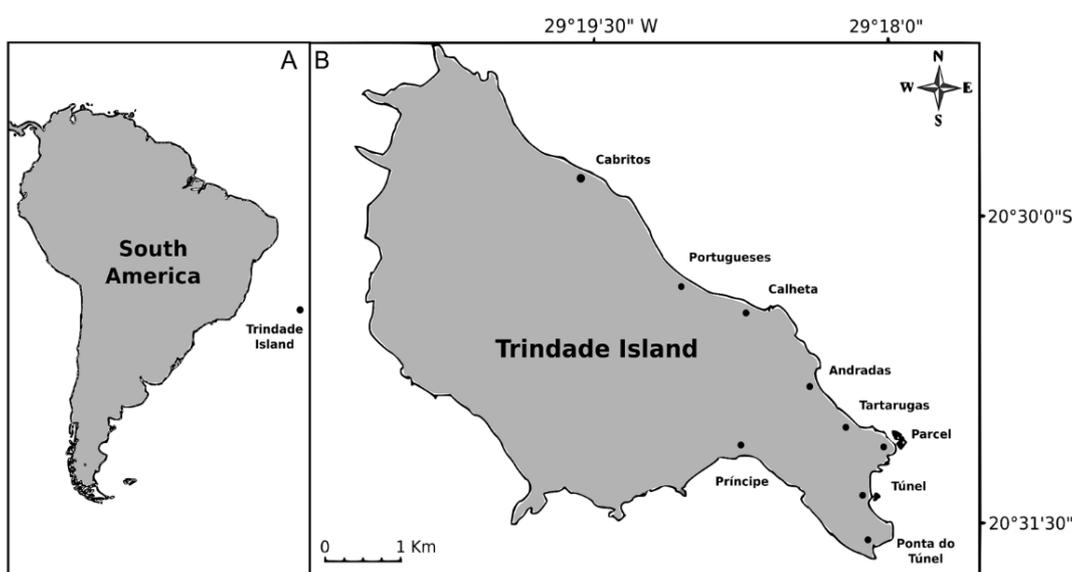
desempenhadas pelo Projeto Tartarugas Marinhas (TAMAR/ICMBIO) e os dados obtidos tem ajudado a compreender as ameaças predominantes para a espécie.

Considerando o processo predatório de porcos sobre os ninhos de *C. mydas* e seu estado atual de vulnerabilidade, esta pesquisa visa compreender o efeito ecológico da introdução de espécie exótica em área de desova na ilha da Trindade através do estudo das alterações populacionais das fêmeas pós-impacto. Registros históricos e a evolução do recrutamento ao longo de 35 anos de monitoramentos foram utilizados como fonte de dados, os quais permitiram avaliar tendências na variação do estoque de fêmeas e utilizar o comprimento curvilíneo da carapaça como um indicador ecológico para a espécie. Foi testada a hipótese de que a predação dos porcos sobre ninhos e neonatos provocou alterações na estrutura populacional de fêmeas que desovam na ilha da Trindade.

## METODOLOGIA

### Área de estudo

A ilha da Trindade ( $20^{\circ}30'S$ ,  $29^{\circ}20'W$ ) está localizada na região central do Atlântico sul Ocidental (Figura 1A), afastada 1.160 km da costa brasileira (SERAFINI *et al.* 2010), integrando a cadeia oceânica Vitória-Trindade. Apresenta  $13,5 \text{ km}^2$  de área, composta basicamente por grandes formações rochosas intercaladas de pequenas praias de areia e seixos (SECIRM, 2017). O ambiente marinho ao redor da ilha está sobre a influência da corrente do Brasil com indícios de bifurcação da Sul equatorial (STRAMMA, 1991). A cadeia de ilhas apresenta relevo íngreme associado a uma zona de fratura transversal de montes vulcânicos submarinos (ALVES, 1998). O clima é do tipo oceânico tropical, com temperatura média anual de  $25^{\circ}\text{C}$ , sendo o mês de fevereiro o mais quente ( $30^{\circ}\text{C}$ ) e o de agosto o mais frio, com temperatura em torno de  $17^{\circ}\text{C}$  (MOHR *et al.* 2009). A altura média das ondas varia entre 1,0 e 2,0 metros (PIANCA *et al.* 2010).



**Fig. 1:** Área de estudo com a localização das nove praias onde ocorre a desova da tartaruga verde na ilha da Trindade, Oceano Atlântico Sul Ocidental.

### *Obtenção de dados*

Os registros utilizados neste estudo estavam armazenados no banco de dados SISTAMAR e foram disponibilizados pelo Projeto Tartaruga Marinha (TAMAR). Os dados manuseados no trabalho foram: as marcas de captura e recaptura e o comprimento curvilíneo da carapaça (CCC) de fêmeas de *Chelonia mydas* (Figura 2) de 35 anos de monitoramentos em área de desova e registros históricos sobre a exploração e introdução de espécie exótica predadora.



**Fig. 2:** Obtenção de dados biométricos de *Chelonia mydas* na ilha da Trindade.

As informações sobre a espécie foram obtidas através de monitoramentos noturnos conduzidos em nove praias da ilha (Figura 1B) entre as temporadas reprodutivas de 1982 a 2017 durante os meses de outubro a junho (Tabela 1).

Os monitoramentos foram conduzidos durante os principais períodos de desova e nascimento dos filhotes, e realizados pelo projeto de conservação Tartaruga Marinha (TAMAR/ICMBIO). Foi feita a biometria (Figura 2) das fêmeas encontradas para obter o tamanho através do comprimento curvilíneo da

carapaça (CCC) com fita métrica de plástico flexível de precisão de 1 cm (MARCOVALDI & MARCOVALDI, 1999), e marcação com ligas metálicas de inconel (681, National Band Company, Kentucky U.S.A) nas nadadeiras dianteiras, esquerda e direita respectivamente (ALMEIDA *et al.* 2011a). Para fêmeas marcadas foi feita a biometria e anotado número do CCC e marca em ficha de campo.

**Tabela 1:** Esforço amostral nas temporadas reprodutivas de *Chelonia mydas* na ilha da Trindade. Período que ocorreu o monitoramento, dias monitorados, quantitativo de pessoas na equipe, total de tartarugas medidas sem repetições e de tartarugas marcadas em cada temporada.

Temporada reprodutiva (a)	Meses da pesquisa (m)	Período de amostragem (d)	Equipe de monitoramento (n)	Indivíduos medidos (n)	Indivíduos marcados (n)
1985/1986	Fev - Abr	53	2	675	385
1991/1992	Jan - Maio	128	4	459	443
1994/1995	Out - Out	344	2	916	412
1995/1996	Out - Jun	247	3	3219	585
1996/1997	Fev - Fev	61	2	412	249
1998/1999	Dez - Fev	60	2	810	334
1999/2000	Dez - Abr	121	3	727	262
2006/2007	Dez - Jul	189	2	350	258
2008/2009	Dez - Jun	210	2	682	270
2009/2010	Dez - Jun	213	2	508	332
2010/2011	Dez - Maio	60	3	773	448
2011/2012	Nov - Jun	180	3	630	283
2012/2013	Nov - Maio	183	3	1025	478
2014/2015	Dez - Jun	182	2	513	349
2015/2016	Dez - Abr	180	2	501	154
2016/2017	Dez - Abr	181	2	948	543

Os processos históricos foram pesquisados em fontes bibliográficas disponíveis (WebofScience, Google acadêmico, Museu Nacional e Marinha brasileira) de forma a construir uma linha do tempo dos eventos relacionados à introdução de espécie exótica predadora de ninhos e aos impactos decorrentes desse processo (Tabela 2).

**Tabela 2:** Referências históricas contendo informações sobre o uso e ocupação da ilha da Trindade e os prejuízos decorrentes dessa introdução.

<b>Referências Históricas</b>			
<b>Autor/Ano</b>	<b>Fonte</b>	<b>Período</b>	<b>Informação</b>
Alves (1998)	Documentação da Marinha	1700-1965	Introdução de cabras, porcos, cachorros e gatos. Erradicação dos porcos.
Alves et al. (2011)	IUCN, Gland, Switzerland	1998	Prejuízos causados pela introdução de animais exóticos na ilha.
Alves & Silva (2016)	Livro	1950	Estimativa de 200 porcos semi-selvagens na ilha da Trindade.
Barth (1958)	Instituto Oswaldo Cruz	1958	Ataques das posturas das Chelonias.
Copeland (1882)	Livro	1803	Cabras e porcos na ilha.
Duarte & Horta (2012)	Rev. de História, Ciência e Saúde	1958	Ataques das posturas das Chelonias.
Duperrey (1826)	Livro	1822	Relato de cachorros e porcos selvagens na ilha.
Fillippini & Bulhões (1988)	Bras.Florest	1982	Início dos monitoramentos do TAMAR em Trindade.
Gasparini (2004)	Livro	1957	Uso e ocupação da ilha e criação do posto oceanográfico.
Knight (1929)	Livro	1881-1889	Capturas de Chelonias e ovos relatos de 1889.
Lobo (1918)	Arquivos do Museu Nacional XXII	1895	Liberção da exploração de baleias, tubarões e tartarugas na ilha.
Marcovaldi & Marcovaldi (1987)	B.FBCN	1982	Início dos monitoramentos do TAMAR em Trindade.
Morh et al.(2009)	Sec. de Biodiversidade e Florestas	1916	Introdução de animais exóticos modificou a fauna e flora local.
Ribeiro (1918)	Arquivos Museu Nacional XXII	1918	Fauna de Vertebrados na ilha.
Serafini et al. (2010)	Rev. da Gestão Costeira Integrada	1822	Piratas e comerciantes de escravos na ilha.
Silva et al. (2013)	Rev. Rodriguésia.	1916	Resultados da expedição de pesquisa do Museu Nacional.
Thrower (1981)	Livro	—	Presença de cabras e porcos.

### *Processamento dos dados*

A base de dados original foi corrigida para permitir a análise e o teste de hipótese. As correções incluíram descarte dos registros sem informações biométricas, inclusão de numeração para indivíduos sem número de identificação e revisão de imprecisões na biométrie. Para identificar possíveis discrepâncias biométricas foram utilizadas comparações das frequências de CCC entre os intervalos reprodutivos dentro da própria temporada (Intervalo internidal) bem como medidas de CCC provenientes de desovas ocorridas em temporadas reprodutivas diferentes, geralmente em períodos de três anos (Intervalo de Re-migração) (ALMEIDA *et al.* 2011b). Estabeleceu-se como discrepância biométrica máxima aceitável de 5 cm entre os comprimentos curvilíneos da carapaça da mesma tartaruga durante o intervalo internidal. Em discrepâncias abaixo de 5 cm, foi utilizada apenas os valores médios entre os comprimentos obtidos nos intervalos internidais.

Temporadas reprodutivas que apresentaram um número (N) de indivíduos medidos inferior a 100 foram desconsideradas por mostrarem-se insuficientes para caracterizar padrões consistentes de mudanças na estrutura de comprimento curvilíneo da carapaça. Foram utilizadas 16 temporadas reprodutivas neste estudo (Tabela 1) e tartarugas re-capturadas na mesma temporada foram descartadas das análises.

## *Análise dos dados*

As variações de recrutamento das tartarugas de Trindade foram analisadas a partir das mudanças nas frequências de comprimento curvilíneo da carapaça (GODOY *et al.* 2016) agrupadas por coortes trienais, comparadas graficamente e estatisticamente (KAPS & LAMBERSON, 2004). A escolha de coortes trienais levou em conta intervalos de re-migração da espécie descrita para a ilha que é de três anos (ALMEIDA *et al.* 2011b). Já os dois períodos escolhidos (1985/200 e 2006/2017) para as análises estatísticas levaram em conta a exploração inicial dos dados que identificou diferenças visuais a partir das datas citadas.

Para as análises estatísticas, as temporadas reprodutivas foram divididas em dois períodos: 1985/2000 (sete temporadas) e 2006/2017 (nove temporadas). As temporadas reprodutivas de 1985/2000 abrangem os primeiros 18 anos de monitoramentos e as temporadas de 2006/2017 os 17 últimos anos até a presente data. A análise estatística foi realizada com o total de exemplares medidos e marcados (uma vez que houve a falta de marca em algumas temporadas reprodutivas) e somente com as tartarugas marcadas em cada temporada. As fêmeas foram agrupadas em três intervalos de frequência de comprimento curvilíneo da carapaça: abaixo de 102 cm, entre 102 e 116 cm e acima de 122 cm. Tartarugas abaixo de 102 cm foram consideradas recrutas (ALMEIDA *et al.* 2011b). A frequência de CCC de 116 cm foi utilizada por ser a moda das fêmeas na ilha. Tartarugas acima de 122 cm foram consideradas longevas de acordo com estudos de esqueletocronologia e de marca e recaptura (MENDONÇA, 1981; FRAZER & LADNER, 1986; BALAZS & CHALOUPKA, 2004).

Os intervalos de frequências de CCC de indivíduos medidos e marcados de cada temporada reprodutiva entre 1985/2000 e entre 2006/2017 foram agrupados e comparados estatisticamente utilizando-se o teste U de Mann Whitney para amostras independentes ( $p < 0,01$ ) (Tabela 3).

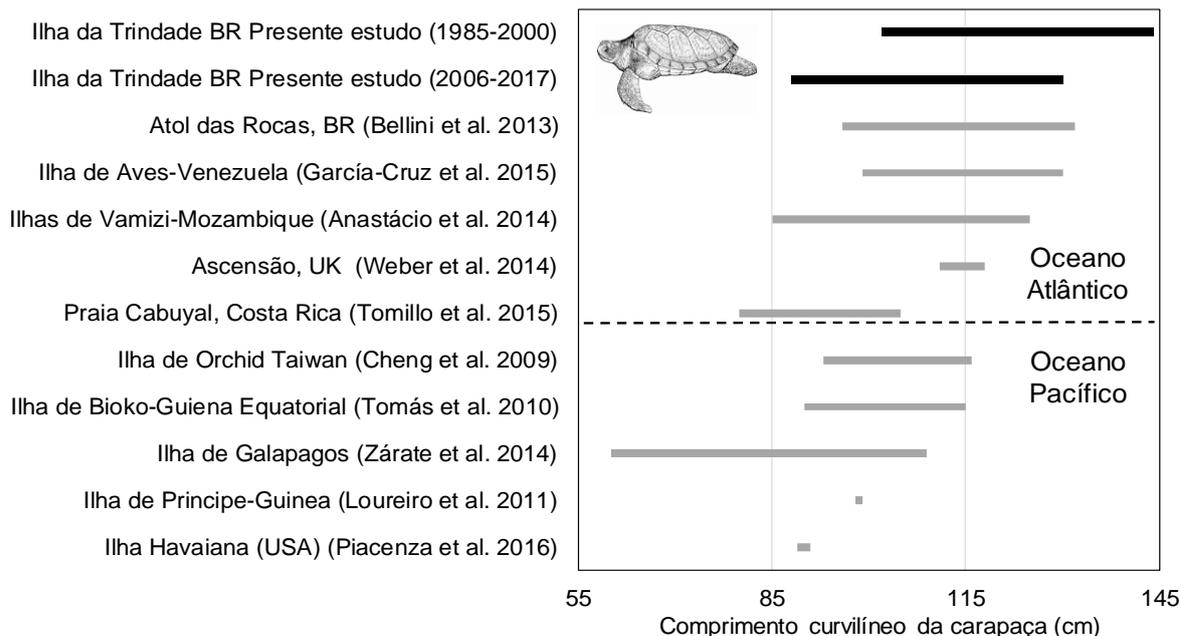
**Tabela 3:** Divisão das classes de frequências de comprimento curvilíneo da carapaça (CCC) para realização do teste estatístico entre as temporadas reprodutivas de 1985/2000 e 2006/2017.

Frequência de CCC	Temporadas 1985/2000	Teste estatístico	Temporadas 2006/2017
< de 102 cm	7 Temporadas	Versus	9 Temporadas
102 cm - 116 cm	7 Temporadas	Versus	9 Temporadas
> de 122 cm	7 Temporadas	Versus	9 Temporadas

## RESULTADOS

### *Tendências ecológicas*

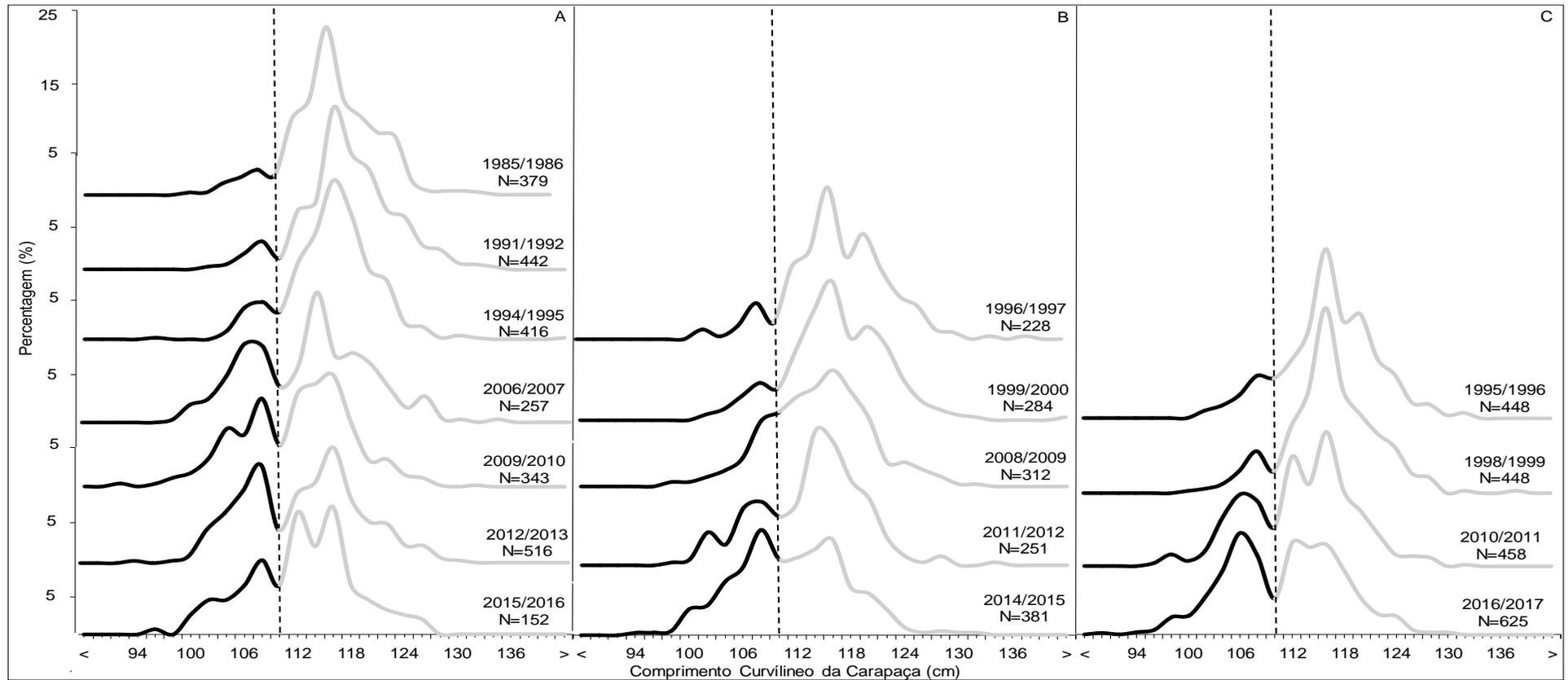
Foram identificadas diferenças significativas no tamanho médio das tartarugas de Trindade ao longo dos 35 anos de monitoramento segundo as medidas de comprimento curvilíneo da carapaça (CCC). Antes de 2000, o CCC variou entre 102 cm e 144 cm (média 116 cm e desvio padrão de 5,6) sendo maiores do que o registrado para populações de outros sítios de desova do Atlântico Sul e Pacífico (Figura 3). Após a temporada de 2006, o CCC variou entre 88 cm a 130 cm (média de 111 cm e desvio padrão de 6,3), similar ao esperado para espécie (Figura 3).



**Fig. 3:** Intervalos de comprimento curvilíneo da carapaça de *Chelonia mydas* em diferentes áreas de desova no Atlântico Sul e Pacífico.

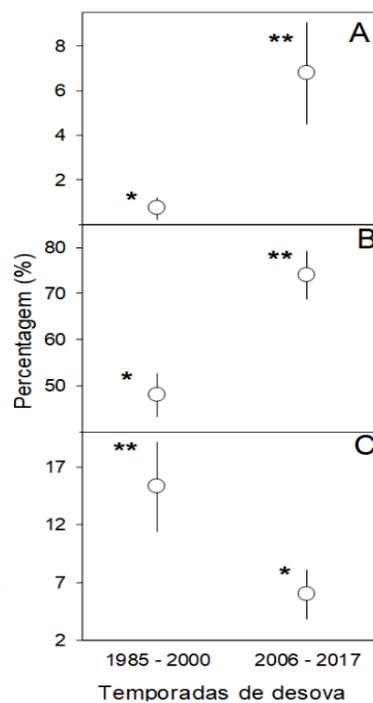
As coortes trienais apresentaram frequências relativamente baixas de CCC menores de 110 cm entre as temporadas 1985/2000, e altas frequências relativas da mesma faixa de CCC entre 2006/2017 (Figura 4). Nas temporadas reprodutivas entre 1985/2000 houve alta frequência de tartarugas com CCC acima de 122 cm (Figura 4). A partir da temporada reprodutiva de 2006/2017 a

frequência dos indivíduos acima de 122 cm foi baixa. A frequência de indivíduos com CCC acima de 122 cm diminuiu no decorrer dos anos de monitoramento, enquanto a frequência de indivíduos abaixo de 110 cm aumentou em todas as coortes trienais (Figura 4).



**Fig. 4:** Distribuição de comprimento curvilíneo da carapaça de *Chelonia mydas* na Ilha da Trindade disposta em coortes trienais nas temporadas entre 1995 a 2016 (A), 1996 a 2015(B) e 1985 a 2017 (C). Linhas pretas delimitam as frequências de CCC das recrutas e as linhas cinzas delimitam as classes de CCC dos adultos, pós-recrutas.

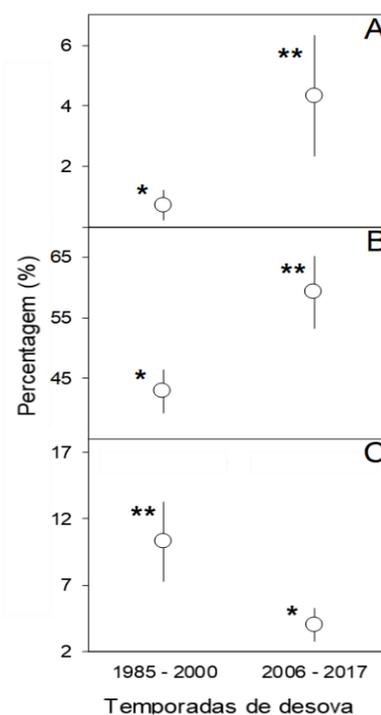
A diferença entre a frequência de CCC das temporadas 1985/2000 e 2006/2017 foi significativa para todas análises ( $p < 0,01$ ). A frequência abaixo de 102 cm e abaixo de 116 cm foi alta entre as temporadas reprodutivas de 2006/2017 (Figura 5 - 6). Já a frequência de indivíduos acima de 122 cm foi baixa nas temporadas reprodutivas de 2006/2017 e alta entre as temporadas reprodutivas de 1985/2000 (Figura 5 - 6).



**Fig. 5:** Comprimento curvilíneo da carapaça (CCC) médio (círculos) de tartarugas medidas durante as temporadas de desova e respectivos desvios padrão (barras verticais) abaixo de 102 cm (A), abaixo de 116 cm (B) e acima de 122 cm (C) de tartarugas verdes (*Chelonia mydas*) na ilha da Trindade nas temporadas reprodutivas entre 1985/2000 (N=7) e 2006/2017 (N=9). Asteriscos em quantidade diferentes indicam diferenças significativas com o teste de Mann Whitney para amostras independentes ( $p < 0,01$ ).

A baixa frequência de tartarugas marcadas com menos de 102 e 116 cm (Figura 5 - 6) nas temporadas de 1985/2000 em relação às temporadas de 2006/2017 demonstra que indivíduos mais velhos estavam entre os mais abundantes na população durante os primeiros anos de monitoramento. Quando consideradas as maiores classes de CCC, acima de 122 cm, o padrão se inverteu, sendo que as menores frequências ocorreram nas temporadas reprodutivas mais recentes, confirmando o padrão de diminuição relativo de fêmeas maiores e conseqüentemente mais longevas e o aumento do recrutamento de fêmeas menores provavelmente mais jovens.

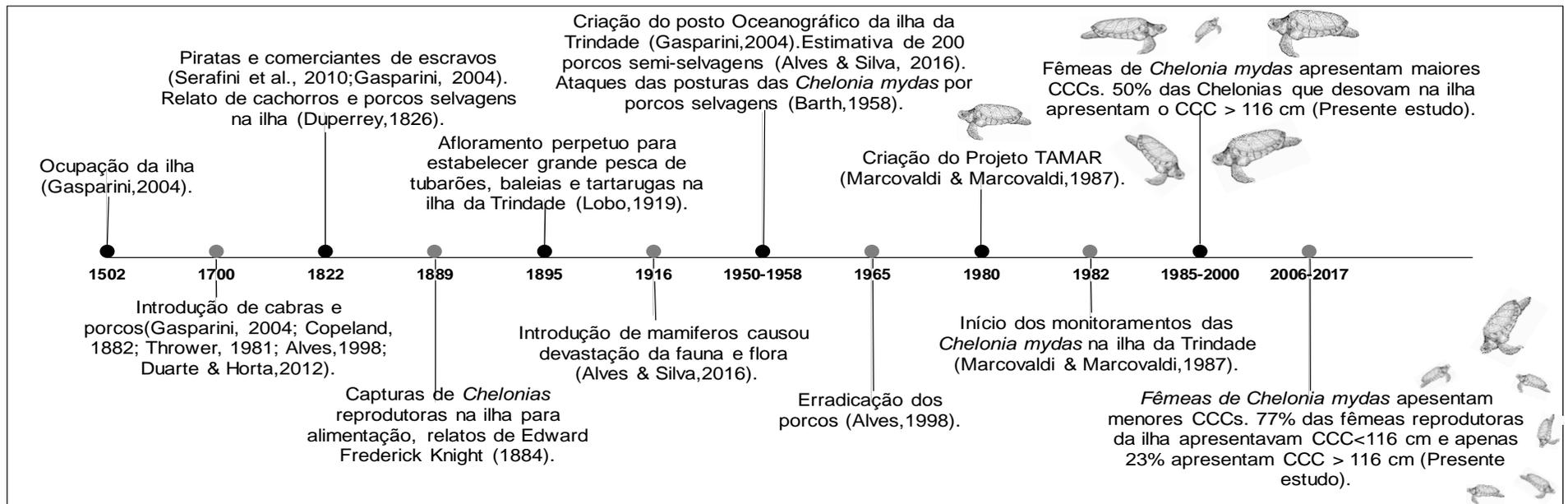
As mudanças observadas nas frequências de CCC entre as temporadas monitoradas sugerem uma menor taxa de recrutamento no período de 1985/2000 e um aumento significativo a partir das temporadas entre 2006/2017.



**Fig. 6:** Comprimento curvilíneo da carapaça (CCC) médio (círculos) de tartarugas marcadas durante as temporadas de desova e respectivos desvios padrão (barras verticais) abaixo de 102 cm (A), abaixo de 116 cm (B) e acima de 122 cm (C) de tartarugas verdes (*Chelonia mydas*) na ilha da Trindade nas temporadas reprodutivas entre 1985-2000 (N=7) e 2006-2017 (N=9). Asteriscos em quantidade diferentes indicam diferenças significativas com o teste de Mann Whitney para amostras independentes ( $p < 0,01$ ).

## Evidências históricas

O histórico de ocupação da ilha da Trindade (Figura 7) iniciado em meados de 1502 sugere que a intervenção antrópica afetou o equilíbrio da população reprodutora de *Chelonia mydas*. Transcorridos 265 anos desde a introdução dos porcos em 1700 (Figura 7), os animais foram vistos e citados por exploradores, pesquisadores e naturalistas em diversas ocasiões (DUPERREY, 1826; DUARTE & HORTA, 2012) comprovando que os mesmos permaneceram no local durante mais de dois séculos.



**Fig. 7:** Histórico indicando os eventos mais relevantes de uso, ocupação e introdução de espécies exóticas na ilha da Trindade e sua relação com as diferenças de comprimento curvilíneo da carapaça das fêmeas de *Chelonia mydas*.

A expedição de João Alberto a ilha estimou um total de 200 porcos semi-selvagens (*Sus scrofa domestica*), cerca de 400 cabras (*Capra hircus*) e muitos gatos (*Felis ochreata domestica*) (ALVES & SILVA, 2016). Em visita a Trindade, o zoólogo Rudolf Barth enfatizou com preocupação a importância de erradicar os porcos devido à grande predação de ovos e neonatos, o que afetaria o sucesso reprodutivo da espécie de tartaruga levando a população reprodutora da ilha a extinção (BARTH, 1958). Em 1965 os porcos foram finalmente erradicados pela guarnição da marinha brasileira seguindo ordens superiores (ALVES, 1998).

A exploração de fêmeas e ovos para consumo (KINIGHT, 1884; LOBO, 1919) e a introdução de animais domésticos como porcos, cachorros e gatos, novos predadores de ninhos (BARTH, 1958; ALVES, 1998; DUARTE & HORTA, 2012) alterou o quantitativo de nascimentos das tartarugas marinhas na ilha. Passados mais de 20 anos da erradicação dos porcos, as temporadas entre 1985/2000 apresentavam 50% da população reprodutora com o CCC acima de 116 cm (Figura 7), e após 40 anos, entre as temporadas de 2006/2017, apenas 23% das fêmeas apresentavam CCC acima de 116 cm (Figura 7).

## DISCUSSÃO

As populações de grandes vertebrados marinhos apresentam um drástico histórico de redução causado por influência antropogênica, estando as tartarugas dentre as espécies mais afetadas (LOTZE *et al.* 2011; WEBER *et al.* 2014). Neste estudo foi possível verificar importantes alterações no estoque de uma população reprodutora de tartarugas marinhas ao longo de aproximadamente 35 anos pós impacto predatório de espécie exótica, mostrando claras evidências de recuperação.

Os primeiros monitoramentos realizados no início dos anos 80 mostraram uma maior contribuição de fêmeas longevas (maior tamanho) no estoque reprodutor da Ilha da Trindade. Evidências apontam que a ausência de fêmeas reprodutoras menores nesta população tenha sido um efeito de longo prazo da ação predatória de porcos, exóticos na área de desova estudada. Sabe-se que a introdução de um novo predador é capaz de modificar e até extinguir populações com baixa resiliência (ROEMER *et al.* 2002).

A redução populacional do Petrel-de-Trindade (*Pterodroma arminjoniana*) devido a ação predatória de porcos e gatos (MORH *et al.* 2009) é um exemplo danoso da introdução de espécies exóticas na ilha. Em outras ilhas oceânicas, como por exemplo as Havaianas, ficou comprovado que o forrageamento de porcos modificou os padrões de distribuição e abundância de plantas e animais endêmicos (NOGUEIRA-FILHO *et al.* 2009) processo similar ao observado através das alterações na frequência de CCC do estoque de fêmeas em Trindade. A introdução dos porcos aumentou a mortalidade de ovos e neonatos explorados como alimento (BARTH, 1958) ressaltando a importância efetiva de proteção das áreas de desova da espécie, em sua maioria localizadas

em ilhas oceânicas. Um elemento agravante é a alta filopatria das *Chelonias mydas* (NARO-MACIEL et al. 2014) na área de desova, indicando a tendência da ilha a se tornar uma unidade demograficamente independente, vulnerável à extinção local (FORMIA et al. 2006).

Os resultados demonstram o recrutamento gradativo com o aumento do número de fêmeas de menor comprimento no estoque reprodutor ao longo do tempo. Processo semelhante foi observado na ilha de Aves - Venezuela, apresentando evidências que apontam para a recuperação dos estoques sob um cenário de conservação e manejo após longos processos de superexploração de ovos e adultos (GARCÍA-CRUZ et al. 2015). O recrutamento de fêmeas na ilha da Trindade ficou mais evidente nos últimos anos de monitoramentos, fato explicado pela maturação tardia da espécie e a pequena proporção de indivíduos que chegam à idade adulta devido a grande mortalidade em fases pelágicas (MILLER et al. 2003).

As alterações nas frequências de comprimento curvilíneo da carapaça das fêmeas que desovam na ilha demonstram que a eliminação dos porcos em Trindade, ocorrida em 1965 (GASPARINI, 2004; DUARTE & HORTA, 2012) efetivou a proteção dos ninhos e gerou uma recuperação no estoque reprodutor de tartarugas marinhas, a partir do aumento no retorno de *Chelonia mydas* menores, em consequência de mais nascimentos. Apesar de mudanças populacionais acontecerem perante o impacto de juvenis e adultos, a ação predatória dos porcos sugere que a redução dos neonatos pode provocar graves alterações no quantitativo de fêmeas, e a longo prazo poderia levar o estoque populacional da ilha a extinção.

O aumento do número de fêmeas de menor tamanho (provavelmente as mais jovens) foi verificado 41 anos após a erradicação dos porcos na ilha que aconteceu em 1965. Este dado corrobora com o ciclo de vida e idade de maturação descritos para a espécie, que para o Atlântico Norte é de 28 a 44 anos (90 a 105 cm) (GOSHE *et al.* 2010) e de 30 anos para primeira desova no Pacífico (81 a 106 cm) (ZUG *et al.* 2001). Além disso, os maiores CCC descritos nos primeiros anos de monitoramentos reforçam a hipótese da relação desse padrão com uma população mais velha que as demais, uma vez que, há uma inter-relação entre o comprimento curvilíneo da carapaça e a idade das tartarugas em estudos de crescimento (AVENS & SNOVER, 2013; GOSHE *et al.* 2016).

O processo de predação por espécie exótica ocorrido ao longo de quase três séculos apresenta algumas lacunas em função do registro irregular de viajantes e ocupantes da ilha. Não há informações sobre a abundância das fêmeas em períodos anteriores a 1982, bem como a densidade real de porcos e as quantidades de ninhos predados. No entanto, a introdução de porcos em uma ilha pode causar sérios danos a fauna e flora local (NOGUEIRA-FILHO *et al.* 2009), uma vez que, esses animais se caracterizam por serem predadores onívoros e generalistas (PHILLIPS *et al.* 2012) causando graves prejuízos ambientais. O recrutamento alopátrico é outra lacuna a se destacar, já que este pode ter mascarado o processo de recrutamento observado, uma vez que a hipótese do "Natal homing" tem se mostrado não obrigatória através da análise de marcadores nucleares e DNA mitocondrial (BOWEN *et al.* 1992), comprovando um possível comportamento de exploração de outras praias de desova pelas jovens recrutas. Esse processo de colonização por fêmeas jovens

nascidas em outros sítios do Atlântico Sul poderia ter contribuído na recuperação da população e evitado a sua extinção (HAMAM *et al.* 2010), mesmo após cerca de 200 anos de ocupação da ilha pelos porcos.

Nosso estudo demonstrou que o estoque da população de fêmeas reprodutoras de *Chelonia mydas* sofreu um intenso processo de mudança na estrutura populacional induzido pela introdução de um novo predador de ninhos em Trindade e vêm apresentando evidências de recuperação através do quantitativo crescente de recrutas, anos após a eliminação dos porcos da ilha. O trabalho apresentou uma maneira eficiente de registrar as alterações em estoques reprodutores de *Chelonia mydas*, a partir da análise de variações na frequência de CCC através de dados de marcação e recaptura e registros históricos, indicando uma ferramenta que pode ser utilizada para entender a dinâmica da população, o tempo de recuperação, as taxas de recrutamento, o histórico de exploração e a efetividade de anos de proteção ambiental.

## Referências Bibliográficas

- Almeida, F. F. M. (2000). **A Ilha de Trindade. Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil.** <http://sigep.cprm.gov.br/sitio092.htm>
- Almeida, A. P., José, A., Santos, B., Carlos, J., Thomé, A., Belini, C. (2011). **Avaliação do Estado de Conservação da Tartaruga Marinha *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758) no Brasil.** Instituto Chico Mendes de Biodiversidade, nº 1.
- Almeida, A. P., Moreira, L. M. P., Bruno, S. C., Thomé, J. C. A., Martins, A. S., Bolten, A. B., Bjorndal, K. A. (2011). **Green turtle nesting on trindade island, Brazil: Abundance, trends, and biometrics.** *Endangered Species Research*, 14(3)193–201.
- Alves, R. J. V. (1998). **Ilha da Trindade & Arquipélago Martin Vaz – Um Ensaio Geobotânico.** Serviço de Documentação Da Marinha, 144.
- Alves, R. J. V., Silva, N. G., Aguirre-Muñoz, A. (2011). **Return of endemic plant populations on Trindade Island, Brazil, with comments on the fauna.** *Island Invasives: Eradication and Management*, 259–263.
- Alves, R. J.V., Silva, N.G. (2016). **Three Centuries of Natural History on Trindade Island, Brazil, With Comments on Conservation Distributed.** Smashwords.
- Anastácio, R., Santos, C., Lopes, C., Moreira, H., Souto, L., Ferrão, J. (2014). **Reproductive biology and genetic diversity of the green turtle (*Chelonia mydas*) in Vamizi island Mozambique.** *Springer Open Journal*, 1–16.
- Avens, L., Snover, M.L. (2013). **Age and age estimation in sea turtles.** In: Musick JA, Wyneken J, Lohmann KJ, editors. *The Biology of Sea Turtles*, vol. III. Boca Raton: CRC Press, pp. 97–134.
- Balazs, G.H., Chaloupka, M. (2004). **Spatial and temporal variability in somatic growth of green sea turtles (*Chelonia mydas*) resident in the Hawaiian Archipelago.** *Mar. Biol.*, 145(5):1043–59.
- Barth, R. (1958). **Observações biológicas e meteorológicas feitas na ilha da Trindade.** Memórias Do Instituto Oswaldo Cruz.
- Bellini, C., Santos, A. J. B., Grossman, A., Marcovaldi, M. A., Barata, P. C. R. (2013). **Green turtle (*Chelonia mydas*) nesting on Atol das Rocas, north-eastern Brazil, 1990-2008.** *J. Mar. Biol. Assoc. United Kingdom*, 93(4):1117–32.
- Blumenthal, J., Solomon, J., Bell, C., Austin, T., Ebanks-Petrie, G., Coyne, M. (2006). **Satellite tracking highlights the need for international cooperation in marine turtle management.** *Endanger Species Res.*, 51-61.

- Bolten, A. B. (2003). **Variation in sea turtle life history patterns: neritic vs. oceanic developmental stages**. Pages 243-257 in P. L. Lutz, J. Musick and J. Wyneken (editors), *The Biology of Sea Turtles*, volume II. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Bowen, B. W., Meylan, A. B., Ross, J. P., Limpus, C. J., Balazs, G. H., Avise, J. C. (1992). **Global Population Structure and Natural History of The Green Turtle (*Chelonia mydas*) In Terms of Matriarchal Phylogeny**. *Evolution International Journal of Organic Evolution Published by The Society for The Study of Evolution*, 46(4),pp.865-881.
- Brasil. **Decreto nº 9.312, de 19 de março de 2018**. Cria a Área de Proteção Ambiental do Arquipélago de Trindade e Martim Vaz e o Monumento Natural das Ilhas de Trindade e Martim Vaz e do Monte Columbia. *Diário Oficial da União - Seção 1 - 20/3/2018, Pág.1*.
- CDB-**Convenção sobre Diversidade Biológica**.(1992).<http://www.mma.gov.br>. Acessado em 25/07/2018.
- Chaloupka, M.Y., Limpus, C.J., Miller, J. D. (2004). **Green turtle somatic growth dynamics in a spatially disjunct Great Barrier Reef metapopulation**. *Coral Reefs*.23(3), 325-335.
- Cheng, I., Huang, C., Hung, P., Ke, B., Kuo, C. (2009). **Ten Years of Monitoring the Nesting Ecology of the Green Turtle**.48(1):83-94.
- Copeland, R. (1882). **Ein besuch auf der Insel Trinidad im Südatlantischen Ocean**. *Abhandlungen von Naturwissenschaftlichen Vereine Zu Bremen*, (7), 269–280.
- Domènech, F., Badillo, F. J., Tomás, J., Raga, J. A., Aznar, F. J. (2015). **Epibiont communities of loggerhead marine turtles (*Caretta caretta*) in the western Mediterranean: Influence of geographic and ecological factors**. *J. Mar. Biol. Assoc United Kingdom*, 95(4):851-61.
- Drake, J. M., Lodge, D. M. (2004). **Global hot spots of biological invasions: evaluating options for ballast-water management**. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, Vol. 271.
- Duarte, R. H., Horta, G. C. M. M. (2012). **Barth e a ilha da Trindade, 1957-1959**. *História, Ciências, Saúde-Manguinhos*, 19(3), 951–968.
- Dutra, G., Pereira, R., Francini-filho, R. B., Pinheiro, H. T., Teixeira, J. B., Neves, T., Gianuca, D., Engel, M., Marcondes, M., Olavo, G. (2012). **Abrolhos Bank and Vitória-Trindade Chain**. *Ecologically or Biologically Significant Areas*. 1-12.
- Duperrey, L. I. (1826). **Voyage Autour du Monde Exècutè par Ordre du Roi, La Corvette de La Majestè La Coquille: Rapport fait a L'Adacemie**

**Royale de Sciences le Lundi, 22 Aout 1825, sur le Voyage Autour du Monde de la Corvette se S. M., La Coquille.** Paris: Atlas Botanique.

- Filippini, A., Bulhões, H. A. (1988). ***Chelonia mydas* Linnaeus, na Ilha da Trindade.** Brasil Florestal, 66.
- Fonseca, G. A. B., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C.G. (2006). **Conservation of island biodiversity importance, challenges and opportunities.** Center for Applied Biodiversity Sciences, Conservation International, 16 p. Washington, DC, USA.
- Formia, A., Godley, B.J., Dontaine, J.F., Bruford, M.W. (2006). **Mitochondrial DNA diversity and phylogeography of endangered green turtle (*Chelonia mydas*) populations in Africa.** Conserv Genet.7(3):353-69.
- Frazer, N. B., Ladner, R. C. (1986). **A Growth Curve for Green Sea Turtles, *Chelonia Mydas*, In The U.S. Virgin Islands, 1913-1914.** Copeia, (3) :798-802.
- Frazier, J. (2002). **Marine Turtles and International Instruments: J Int Wildl Law Policy.** 1-10.
- García-cruz, M. A., Lampo, M., Peñaloza, C. L., Kendall, W. L., Solé, G., Rodríguez-clark, K. M. (2015). **Population trends and survival of nesting green sea turtles *Chelonia mydas* on Aves Island.** Venezuela, 29:103-16.
- Gasparini, J. L. (2004). **Ilha da Trindade e Arquipélago Martin Vaz Pedacos de Vitória no Azul Atlântico.** Gráfica e editora GSA Vitória, ES.
- GISP-Global Invasive Species Program. (2005). **América do Sul invadida. A crescente ameaça das espécies exóticas invasoras.** Ed. Gisp, 80p.
- Godley, B. J., Broderick, A. C., Frauenstein, R., Glen, F., Hays, G. C. (2002). **Reproductive seasonality and sexual dimorphism in green turtles.** Mar Ecol Prog Ser 226: 125-133.
- Godley, B. J., Almeida, A., Barbosa, C., Broderick, A. C., Catry, P. X., Hays, G. C., Indjai, B. (2003). **Using Satellite Telemetry to Determine Post-Nesting Migratory Corridors and Foraging Grounds of Green Turtles Nesting at Poilão, Guinea Bissau.** CMS, FIBA, People's Trust for Endangered Species, (April), 26.
- Godoy, D., Smith, A., Limpus, C., Stockin, K. (2016). **The spatio-temporal distribution and population structure of green turtles (*Chelonia mydas*) in New Zealand.** New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research, 50(4), 549-565.
- Goshe, L. R., Avens, L., Scharf, F. S., Southwood, A. L. (2010). **Estimation of age at maturation and growth of Atlantic green turtles (*Chelonia mydas*) using skeletochronology.** Marine Biology, 157(8), 1725-1740.

- Goshe, L. R., Snover, M. L., Hohn, A. A., Balazs, G. H. (2016). **Validation of back-calculated body lengths and timing of growth mark deposition in Hawaiian green sea turtles.** *Ecol Evol.*, 6:3208-3215.
- Hamann, M., Godfrey, M. H., Seminoff, J. A., Arthur, K., Barata, P. C. R., Bjorndal, K. A., Crowder, L. B. (2010). **Global research priorities for sea turtles: informing management and conservation in the 21st century.** 11, 245-269.
- Hirth, H. F. (1997). **Synopsis of the biological data on the green turtle *Chelonia mydas* (Linnaeus 1758).** Washington, DC: Fish and Wildlife Service.
- ICMBIO-Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. (2018). **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção.** Volume IV – Répteis.
- Kämpf, M. N. (2016). **Ilha da Trindade reconhecimento da soberania a ocupação britânica e o brasileira (1895 - 1896).** Brasília: FUNAG., p. 221.
- Kaps, M., Lambersonm, W. R. (2004). **Biostatistics for Animal Science.** CABI.
- Knight, E. S. (1884). **Cruise of the Falcon. A Voyage to South America in a 30-ton Yacht.** Oxford University, 605 p.
- Limpus, C. J., Miller, J. D., Parmenter, C. J., Reimer, D., M., Webb, R. O. (1992). **Migration of green (*Chelonia mydas*) and loggerhead (*Caretta caretta*) turtles to and from eastern Australian rookeries.** *Wildlife Research*, 19(3), 347-357.
- Lobo, B. (1919). **Ilha da Trindade. In: Conferência sobre a Ilha da Trindade.** Arquivos do Museu Nacional, 22:105-160.
- Lotze, H. K., Coll, M., Magera, A. M., Ward-Paige, C., Airoldi, L. (2011). **Recovery of marine animal populations and ecosystems.** *Trends in Ecology and Evolution*, 26(11), 595-605.
- Loureiro, N. S., Carvalho, H., Rodrigues, Z. (2011). **Praia Grande of Príncipe Island (Gulf of Guinea): an important nesting beach for the green turtle *Chelonia mydas*.** *Archipelago Life and Marine Sciences*, 28:89-95.
- Luschi, P., Hays, G. C., Seppia, C. Del, Marsh, R., Papi, F. (1998). **The navigational feats of green sea turtles migrating from Ascension Island investigated by satellite telemetry.** *Proc. R. Soc. Lond. B.*, 265:279-2284.
- Marcovaldi, M., Marcovaldi, G. G. (1987). **Áreas De Desova , Época De Reprodução, Técnicas De Preservação.** *Boletim FBCN*, 95-104.

- Marcovaldi, M. A., Marcovaldi, G. G. (1999). **Marine Turtles of Brazil: the history and structure of Projeto Tamar-Ibama**. Biological Conservation, 91:35-41.
- Márquez, M. R. (1990). **Sea turtles of the world: an annotated and illustrated catalogue of sea turtle species known to date**. FAO Fisheries Synopsis, 11.
- Miller, J. D., Limpus, C. J., Godfrey, M. H. (2003). **Nest site selection, oviposition, eggs, development, hatching, and emergence of loggerhead turtles** In: Bolten, A. B., Witherington, B. E. (eds). Loggerhead Sea Turtles. Washington: Smithsonian Institution, p. 125-143.
- Mohr, L. V., Castro, J. W. A., Costa, P. M. S., Alves, R. J. V. (2009). **Ilhas Oceânicas brasileiras: da pesquisa ao manejo**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente/Secretaria de Biodiversidade e Florestas, volume II.
- Musick, J.A., Limpus, C. J. (1997). **Habitat utilization and migration in juvenile sea turtles**. In: Lutz, P.L., Musick, J.A., editors. The Biology of Sea Turtles.
- Naro-Maciel, E., Reid, B.N., Alter, S.E., Amato, G., Bjorndal, K.A., Bolten, A.B., Martin, M., Nairn, C.J., Shamblyn, B., Pineda-Catalan, O. (2014) **From refugia to rookeries: Phylogeography of Atlantic green turtles**. Journal Experimental Marine Biology and Ecology 461:306–16.
- Nogueira-filho, S. L. G., Nogueira, S. S. C., Fragoso, J. M. V. (2009). **Ecological impacts of feral pigs in the Hawaiian Islands**. Biodivers Conserv, 3677-3683.
- Piacenza, S. E., Balazs, G. H., Hargrove, S. K., Richards, P. M., Heppell, S. S. (2016). **Trends and variability in demographic indicators of a recovering population of green sea turtles *Chelonia mydas***. Endanger Species Res., 31(1):103-17.
- Pianca, C., Mazzini, P. L. F., Siegle, E. (2010). **Brazilian offshore wave climate based on NWW3 reanalysis**. Braz. j. oceanogr., V.58 nº1. São Paulo.
- Phillips, R. B., Wiedenfeld, D. A., Snell, H. L. (2012). **Galapagos Islands : Current status of alien vertebrates in the Gala invasion history , distribution , and potential impacts**. Biol. Invasions, 14:461-480.
- Plotkin, P. T. (2003). **Adult migrations and habitat use**. In: Lutz, P. L., Musick, J. A., Wyneken, J. editors. The Biology of Sea Turtles.
- Primack, R. B., Rodrigues, E. (2001). **Biologia da Conservação**. 1º ed. Planta, organizador. 328 p.
- Pritchard, P. C.H., Mortimer, J. A. (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/SSC Marine Turtle Specialist Group, n. 4. p. 2.

Ribeiro, A. M. (1919). **Fauna vertebrada da Ilha da Trindade**. Revista da Sociedade Brasileira de Ciências, 3:107-144.

Roemer, G. W., Donlan, C. J., Courchamp, F. (2002). **Golden eagles, feral pigs, and insular carnivores: How exotic species turn native predators into prey**. PNAS, 99(2):791–6.

SECIRM-Secretaria da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar - Marinha do Brasil. (2012). <https://www.marinha.mil.br/secirm/>

Seminoff, J. A., Resendiz, A., Nichols, W. J., Jones, T. T. (2002). **Growth rates of wild green turtles (*Chelonia mydas*) at a temperate foraging area in the Gulf of California, Mexico**. Copeia, 610-617.

Seminoff, J. A. (Southwest Fisheries Science Center, U.S.). (2004). ***Chelonia mydas*. The IUCN Red List of Threatened Species**. Version 2018 <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Downloaded on 07 July 2018.

Serafini, T. Z., França, G. B., Andriguetto-Filho, J. M. (2010). **Ilhas oceânicas brasileiras: biodiversidade conhecida e sua relação com o histórico de uso e ocupação humana**. Revista de Gestão Costeira Integrada, 10(3), 281-301.

Stramma, L. (1991). **Geostrophic transport of the South Equatorial Current in the Atlantic**. Journal of Marine Research, 49: 281-294.

Thrower, N. J. W. (1981). **The three voyages of Edmond Halley in the Paramore, 1698–1701**. Hakluyt Society, London, Ser. 2, vol. 156-157.

Tomás, J., Godley, J. B., Castroviejo, J., Raga, J. A. (2010). **Bioko: critically important nesting habitat for sea turtles of West Africa**. Biodivers Conserv. 19:2699-2714

Tomillo, P. S., Roberts, S. A., Andez, R. H., James, R., Spotila, J. R., Paladino, F. V. (2015). **Nesting ecology of East Pacific green turtles at Playa Cabuyal, Gulf of Papagayo, Costa Rica**. Marine Ecology, 36:506-516

Vitousek, P. (1997). **Diversidade e invasões biológicas de ilhas oceânicas**. Rev. Biodiversidade.

Watson, D. M. (2006). **Growth rates of sea turtles in Watamu, Kenya**. Earth and Environment, 2, 29-53.

Weber, S. B., Weber, N., Ellick, J., Avery, A., Frauenstein, R., Godley, B. J., Broderick, A. C. (2014). **Recovery of the South Atlantic's largest green turtle nesting population**. Biodiversity and Conservation, 23(12), 3005-3018.

- Zarate, P. (2014). **First results of the East Pacific green turtle, *Chelonia mydas*, nesting population assessment in the Galapagos Islands.** 22nd Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation, Miami, Florida USA.
- Ziller, S. R., Zalba, S. (2007). **Propostas de ação para prevenção e controle de espécies exóticas invasoras.** Nat. Conserv., 5(2).
- Zug, G. R., Balazs, G. H., Wetherall, J. A., Parker, D. M., Murakawa, S. K. K. (2000). **Age and growth of Hawaiian green seaturtles (*Chelonia mydas*): an analysis based on skeletochronology.** Fishery Bulletin, 100:117-127.

## ANEXO I

### Praias de desova – Ilha da Trindade



**Figura 1.** Praia dos Cabritos.



**Figura 2.** Cabrita nova ou praia dos portugueses.



**Figura 3.** Praia Calheta.



**Figura 4.** Vista de cima da praia de Andradas.



**Figura 5.** Praia das Tartarugas.



**Figura 6.** Parcel.



**Figura 7.** Praia do Túnel.



**Figura 8.** Ponta do Túnel.



**Figura 9.** Príncipe.

## ANEXO II

### Resultados do teste U de Mann Whitney para amostras independentes ( $p < 0,01$ )

**Tabela 1.** Teste U de Mann Whitney com o valor de P para a comparação das frequências de comprimento curvilíneo da carapaça das tartarugas medidas durante as temporadas reprodutivas entre 1985-2000 e 2006-2017.

Temporadas	CCC	P < 0,01
1985 - 2000 Versus 2006 - 2017	< 102	0.0008352
1985 - 2000 Versus 2006 - 2017	<116	0.0020946
1985 - 2000 Versus 2006 - 2017	> 122	0.002284

**Tabela 2.** Teste U de Mann Whitney com o valor de P para a comparação das frequências de comprimento curvilíneo da carapaça das tartarugas marcadas durante as temporadas reprodutivas entre 1985-2000 e 2006-2017.

Temporadas	CCC	P < 0,01
1985 - 2000 Versus 2006 - 2017	< 102	0.00079745
1985 - 2000 Versus 2006 - 2017	<116	0.00098942
1985 - 2000 Versus 2006 - 2017	> 122	0.0020314

### ANEXO III

#### Minha experiência na ilha da Trindade



Figura 10. Biometria em *Chelonia mydas* monitoramento diurno na ilha da Trindade.



Figura 11. Flagrante de *Chelonia mydas* desovando no início da manhã.



**Figura 12.** Rastro de *Chelonia mydas*.



**Figura 13.** Caranguejo amarelo dentro da cama da *Chelonia mydas*.



**Figura 14.** Predação de neonato de *Chelonia mydas* por caranguejo amarelo.



**Figura 15.** Predação de ovos de *Chelonia mydas*.



Figura 16. Monitoramento diurno - Contagem de rastros.



Figura 17. Desova de *Chelonia mydas* destampada.



**Figura 18.** Monitoramento diurno na praia do Príncipe.