

VINÍCIUS PERON DE OLIVEIRA GASPAROTTO

Conservação do Mabuia (*Trachylepis atlantica*, Schmidt, 1945) no Arquipélago de Fernando de Noronha – PE: reprodução, densidade populacional e avaliação sanitária

São Paulo

2019

VINÍCIUS PERON DE OLIVEIRA GASPAROTTO

Conservação do Mabuia (*Trachylepis atlantica*, Schmidt, 1945) no Arquipélago de Fernando de Noronha – PE: reprodução, densidade populacional e avaliação sanitária

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Epidemiologia Experimental Aplicada às Zoonoses da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Ciências

Departamento:

Departamento de Medicina Veterinária Preventiva e Saúde Animal

Área de concentração:

Epidemiologia Experimental Aplicada às Zoonoses

Orientador:

Prof. Dr. Ricardo Augusto Dias

São Paulo

2019

Autorizo a reprodução parcial ou total desta obra, para fins acadêmicos, desde que citada a fonte.

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO

(Biblioteca Virginie Buff D'Ápice da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo)

T. 3808
FMVZ

Gasparotto, Vinícius Peron de Oliveira
Conservação do Mabuia (*Trachylepis atlantica*, Schmidt, 1945) no Arquipélago de Fernando de Noronha – PE: reprodução, densidade populacional e avaliação sanitária / Vinicius Peron de Oliveira Gasparotto. – 2019.
109 p. : il.

Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Departamento de Medicina Veterinária Preventiva e Saúde Animal, São Paulo, 2019.

Programa de Pós-Graduação: Epidemiologia Experimental Aplicada às Zoonoses.

Área de Concentração: Epidemiologia Experimental Aplicada às Zoonoses.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Augusto Dias.

1. Espécie endêmica. 2. Invasão biológica. 3. Ilhas oceânicas. 4. Epidemiologia.
5. Scincidae. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada pela biblioteca Maria Aparecida Laet, CRB 5673-8, da FMVZ/USP.



Ministério do Meio Ambiente - MMA
Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio
Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 41682-6	Data da Emissão: 01/02/2018 08:59	Data para Revalidação*: 03/03/2019
------------------------	--	---

* De acordo com o art. 28 da IN 03/2014, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.

Dados do titular

Nome: PAULO ROGERIO MANGINI	CPF: 720.944.949-34
Título do Projeto: Avaliação do Impacto e Manejo da Herpetofauna Exótica no PARNAMAR e APA de Fernando de Noronha e suas Consequências para a Saúde & Conservação da Biodiversidade no Arquipélago.	
Nome da Instituição : Inst. Bras. para Medicina da Conservação - Triade	CNPJ: 06.375.194/0001-96

Cronograma de atividades

#	Descrição da atividade	Início (mês/ano)	Fim (mês/ano)
1	Revisão de literatura e coleta de dados disponíveis sobre as espécies na área de estudo	04/2014	06/2019
2	Primeira saída a campo (JUL 2014): análise de paisagem, avaliação de métodos de captura, coleta de d	07/2014	08/2014
3	Segunda saída a campo (NOV 2014): coleta de dados e amostras	11/2014	12/2014
4	Redação de relatório com dados preliminares	11/2014	02/2015
5	Terceira saída a campo (JUL 2015): coleta de dados e amostras	07/2015	08/2015
6	Quarta saída a campo (NOV 2015): coleta de dados e amostras	11/2015	12/2015
7	Redação de relatório com dados preliminares	11/2015	01/2016
8	Quinta saída a campo (MAR 2016): coleta de dados e amostras	03/2016	04/2016
9	Sexta saída a campo (AGO 2016): coleta de dados e amostras	08/2016	08/2016
10	Redação de relatório com dados preliminares	09/2016	04/2017
11	Sétima saída a campo (MAR 2017): coleta de dados e amostras	03/2017	04/2017
12	Oitava saída a campo (OUT 2017): coleta de dados e amostras	10/2017	11/2017
13	Redação de relatório final com dados consolidados	11/2017	06/2019
14	Avaliação de dados finais, divulgação de resultados as UCs, workshop e reunião técnicas nas UCs.	11/2017	06/2019
15	Nona saída a campo (Jan 2018): coleta de dados e amostras	01/2018	02/2018
16	Décima saída a campo (MAR 2018): coleta de dados e amostras	03/2018	04/2018
17	Décima Primeira saída a campo (JUN 2018): coleta de dados e amostras	06/2018	07/2018
18	Décima Segunda saída a campo (setembro 2018): coleta de dados e amostras	09/2018	10/2018
19	Décima Terceira saída a campo (DEZ 2018): coleta de dados e amostras	12/2018	01/2019
20	DécimaQuarta saída a campo (ABR 2018): coleta de dados e amostras	04/2019	05/2019

Observações e ressalvas

1	As atividades de campo exercidas por pessoa natural ou jurídica estrangeira, em todo o território nacional, que impliquem o deslocamento de recursos humanos e materiais, tendo por objeto coletar dados, materiais, espécimes biológicos e minerais, peças integrantes da cultura nativa e cultura popular, presente e passada, obtidos por meio de recursos e técnicas que se destinem ao estudo, à difusão ou à pesquisa, estão sujeitas a autorização do Ministério de Ciência e Tecnologia.
2	Esta autorização NÃO exige o pesquisador titular e os membros de sua equipe da necessidade de obter as anuências previstas em outros instrumentos legais, bem como do consentimento do responsável pela área, pública ou privada, onde será realizada a atividade, inclusive do órgão gestor de terra indígena (FUNAI), da unidade de conservação estadual, distrital ou municipal, ou do proprietário, arrendatário, posseiro ou morador de área dentro dos limites de unidade de conservação federal cujo processo de regularização fundiária encontra-se em curso.
3	Este documento somente poderá ser utilizado para os fins previstos na Instrução Normativa ICMBio nº 03/2014 ou na Instrução Normativa ICMBio nº 10/2010, no que especifica esta Autorização, não podendo ser utilizado para fins comerciais, industriais ou esportivos. O material biológico coletado deverá ser utilizado para atividades científicas ou didáticas no âmbito do ensino superior.
4	A autorização para envio ao exterior de material biológico não consignado deverá ser requerida por meio do endereço eletrônico www.ibama.gov.br (Serviços on-line - Licença para importação ou exportação de flora e fauna - CITES e não CITES).
5	O titular de licença ou autorização e os membros da sua equipe deverão optar por métodos de coleta e instrumentos de captura direcionados, sempre que possível, ao grupo taxonômico de interesse, evitando a morte ou dano significativo a outros grupos; e empregar esforço de coleta ou captura que não comprometa a viabilidade de populações do grupo taxonômico de interesse em condição in situ.
6	O titular de autorização ou de licença permanente, assim como os membros de sua equipe, quando da violação da legislação vigente, ou quando da inadequação, omissão ou falsa descrição de informações relevantes que subsidiaram a expedição do ato, poderá, mediante decisão motivada, ter a autorização ou licença suspensa ou revogada pelo ICMBio, nos termos da legislação brasileira em vigor.
7	Este documento não dispensa o cumprimento da legislação que dispõe sobre acesso a componente do patrimônio genético existente no território nacional, na plataforma continental e na zona econômica exclusiva, ou ao conhecimento tradicional associado ao patrimônio genético, para fins de pesquisa científica, bioprospecção e desenvolvimento tecnológico. Veja maiores informações em www.mma.gov.br/cgen .

Este documento (Autorização para atividades com finalidade científica) foi expedido com base na Instrução Normativa nº 03/2014. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).

Código de autenticação: 65545542



Página 1/5



Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 41682-6	Data da Emissão: 01/02/2018 08:59	Data para Revalidação*: 03/03/2019
------------------------	--	---

* De acordo com o art. 28 da IN 03/2014, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.

Dados do titular

Nome: PAULO ROGERIO MANGINI	CPF: 720.944.949-34
Título do Projeto: Avaliação do Impacto e Manejo da Herpetofauna Exótica no PARNAMAR e APA de Fernando de Noronha e suas Consequências para a Saúde & Conservação da Biodiversidade no Arquipélago.	
Nome da Instituição : Inst. Bras. para Medicina da Conservação - Triáde	CNPJ: 06.375.194/0001-96

8	Em caso de pesquisa em UNIDADE DE CONSERVAÇÃO, o pesquisador titular desta autorização deverá contactar a administração da unidade a fim de CONFIRMAR AS DATAS das expedições, as condições para realização das coletas e de uso da infra-estrutura da unidade.
---	---

Outras ressalvas

1	O responsável pela execução da pesquisa, quando em Fernando de Noronha, deverá fornecer a sede ICMBio/FN cronograma detalhado das ações de campo. As atividades de campo deverão ser acompanhadas por servidor indicado pela Coordenação de Manejo do PARNAMAR de Fernando de Noronha.
2	A chefia da Unidade de Conservação deverá ser informada tão logo quanto possível sobre qualquer anormalidade eventualmente verificada durante os trabalhos de campo.

Equipe

#	Nome	Função	CPF	Doc. Identidade	Nacionalidade
1	Ricardo Augusto Dias	Pesquisador	162.510.648-38	23428967-3 SSP-SP	Brasileira
2	Tatiane Micheletti Ribeiro Silva	Pesquisador / Aluno Doutorado	313.361.928-44	339815188 SSP-SP	Brasileira
3	CARLOS ROBERTO ABRAHAO	Pesquisador / Aluno Doutorado	027.552.659-30	70309432 SSP-PR	Brasileira
4	VINICIUS PERON DE OLIVEIRA GASPAROTTO	Pesquisador	352.232.208-89	426629620 SP-SSP-SP	Brasileira
5	Serena Najara Migliore	Pesquisador - reprodução/comportamento	363.466.258-10	37.336.089-7 ssp-SP	Brasileira
6	CATIA DEJUSTE DE PAULA	Pesquisadora / patologista	260.878.458-52	24.686.846-6 SSP/SP-SP	Brasileira

Locais onde as atividades de campo serão executadas

#	Município	UF	Descrição do local	Tipo
1		PE	PARQUE NACIONAL MARINHO DE FERNANDO DE NORONHA	UC Federal
2		PE	ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DE FERNANDO DE NORONHA - ROCAS - SÃO PEDRO E SÃO PAULO	UC Federal

Atividades X Táxons

#	Atividade	Táxons
1	Captura de animais silvestres in situ	Salvator merianae, Rhinella jimi, Hemidactylus mabouia, Amphisbaena ridley, Trachylepis atlantica, Scinax
2	Coleta/transporte de amostras biológicas in situ	Hemidactylus mabouia, Amphisbaena ridley, Trachylepis atlantica, Salvator merianae, Rhinella jimi, Scinax
3	Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ	Trachylepis atlantica (*Qtde: 20), Salvator merianae (*Qtde: 100), Hemidactylus mabouia (*Qtde: 50), Rhinella jimi (*Qtde: 100), Amphisbaena ridley (*Qtde: 10), Scinax (*Qtde: 100)
4	Marcação de animais silvestres in situ	Trachylepis atlantica, Amphisbaena ridley, Hemidactylus mabouia, Salvator merianae

* Quantidade de indivíduos por espécie, por localidade ou unidade de conservação, a serem coletados durante um ano.

Material e métodos

Este documento (Autorização para atividades com finalidade científica) foi expedido com base na Instrução Normativa nº 03/2014. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).

Código de autenticação: 65545542





CERTIFICADO

Certificamos que o Projeto intitulado "CONSERVAÇÃO DO MABUIA (*Trachylepis atlantica*, Schmidt, 1945) NO ARQUIPÉLAGO DE FERNANDO DE NORONHA – PE: AVALIAÇÃO SANITÁRIA, REPRODUÇÃO E DINÂMICA POPULACIONAL", protocolado sob o CEUA nº 1827250515, sob a responsabilidade de **Ricardo Augusto Dias** e *equipe*; *Vinicius Peron de Oliveira Gasparotto* - que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica (ou ensino) - encontra-se de acordo com os preceitos da Lei 11.794, de 8 de outubro de 2008, com o Decreto 6.899, de 15 de julho de 2009, com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi **aprovado** pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo (CEUA/FMZV) em reunião de 26/10/2015.

We certify that the proposal "CONSERVATION OF SKINK (*Trachylepis atlantica*, Schmidt, 1945) IN THE ARCHIPELAGO OF FERNANDO DE NORONHA - PE: HEALTH EVALUATION, REPRODUCTION AND POPULATION DYNAMICS", utilizing 6 Reptiles (3 males and 3 females), protocol number CEUA 1827250515, under the responsibility of **Ricardo Augusto Dias and team**; *Vinicius Peron de Oliveira Gasparotto* - which involves the production, maintenance and/or use of animals belonging to the phylum Chordata, subphylum Vertebrata (except human beings), for scientific research purposes (or teaching) - it's in accordance with Law 11.794, of October 8 2008, Decree 6899, of July 15, 2009, with the rules issued by the National Council for Control of Animal Experimentation (CONCEA), and was **approved** by the Ethic Committee on Animal Use of the School of Veterinary Medicine and Animal Science of São Paulo University (CEUA/FMZV) in the meeting of 10/26/2015.

Vigência da Proposta: de 01/11/15 a 01/08/17

Área: Medicina Veterinária Preventiva E Saúde Animal

Procedência: Arquipélago de Fernando de Noronha - PE

Espécie: Réptil

Gênero: Machos

idade: Adulto

N: 3

Linhagem: *Trachylepis atlantica*

Peso: 20gr

Procedência: Arquipélago de Fernando de Noronha - PE

Espécie: Réptil

Gênero: Fêmeas

idade: Adulto

N: 3

Linhagem: *Trachylepis atlantica*

Peso: 15gr

São Paulo, 27 de outubro de 2015

Profa. Dra. Denise Tabacchi Fantoni
Presidente da Comissão de Ética no Uso de Animais
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia
Universidade de São Paulo



Ilmo(a). Sr(a).

Responsável: Ricardo Augusto Dias

Área: Medicina Veterinária Preventiva E Saúde Animal

Título da proposta: "CONSERVAÇÃO DO MABUIA (*Trachylepis atlantica*, Schmidt, 1945) NO ARQUIPÉLAGO DE FERNANDO DE NORONHA □ PE: AVALIAÇÃO SANITÁRIA, REPRODUÇÃO E DINÂMICA POPULACIONAL".

Parecer Consubstanciado da Comissão de Ética no Uso de Animais FMVZ (ID 004364)

A Comissão de Ética no Uso de Animais da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, no cumprimento das suas atribuições, analisou e **APROVOU** o Relatório Parcial (versão de 14/janeiro/2019) da proposta acima referenciada.

Resumo apresentado pelo pesquisador: "1. Qual o estágio do estudo no momento? Resp: As campanhas de campo já foram finalizadas. A tese e artigos científicos estão em fase de elaboração. 2. Por quanto tempo mais o estudo se estenderá? Resp: O prazo para o depósito da tese é março de 2019, e até lá, já terão sido produzidos, além da tese, os artigos científicos propostos. 3. Resultados parciais ou totais apresentados em congresso? Resp: Sim. 4. Resultados parciais ou totais já publicados? Resp: Um manuscrito sobre a biologia reprodutiva do *Trachylepis atlantica* foi submetido para a publicação."

Comentário da CEUA: "Aprovado".

Profa. Dra. Anneliese de Souza Traldi
Presidente da Comissão de Ética no Uso de Animais
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade
de São Paulo

Roseli da Costa Gomes
Secretária
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade
de São Paulo

FOLHA DE AVALIAÇÃO

Autor: GASPAROTTO, Vinicius Peron de Oliveira

Título: **Conservação do Mabuia (*Trachylepis atlantica*, Schmidt, 1945) no Arquipélago de Fernando de Noronha – PE: reprodução, densidade populacional e avaliação sanitária**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Epidemiologia Experimental Aplicada às Zoonoses da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Ciências

Data: 04/10/2019

BANCA EXAMINADORA

Prof(a). Dr(a): **Ricardo Augusto Dias** (orientador)

Instituição/Assinatura: Universidade de São Paulo - USP

Julgamento: _____

Prof(a). Dr(a): **Marcos Bryan Heinemann**

Instituição/Assinatura: Universidade de São Paulo (USP)

Julgamento: _____

Prof(a). Dr(a): **Jean Carlos Ramos da Silva**

Instituição/Assinatura: Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)

Julgamento: _____

Prof(a). Dr(a): **Selma Maria de Almeida-Santos**

Instituição/Assinatura: Instituto Butantã – Laboratório de Ecologia e Evolução

Julgamento: _____

Prof(a). Dr(a): **Paulo Rogério Mangini**

Instituição/Assinatura: Instituto Brasileiro para Medicina da Conservação - Tríade

Julgamento: _____



Ao meu fiel companheiro, meu cão Bóris. Um tanto quanto imponente e ao mesmo tempo medroso. Simpático em relação a tudo e a todos. Desculpe não me despedir e muito obrigado por dividir sua vida com a minha. Fique com Deus meu "velhão".

Dedico à todos os animais que sofreram e ainda sofrem nas mãos da espécie mais gananciosa deste planeta, o humano.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha mãe, pelo amor e por não medir esforços em todas as etapas de minha vida. Ao meu pai, pelo apoio e companheirismo. A minha irmã, pela parceria desde a época que vivíamos juntos na barriga de nossa mãe.

A minha Vó Aracy, Vô Zé (*in memorian*), Vô Kiro e Vó Fina, pelas sábias lições. Vocês são um exemplo de vida para mim.

A Ana Paula, minha mulher, amiga e companheira de vida. Obrigado pelo amor, dedicação, paciência e por todos os momentos que passamos juntos. Te amo.

Aos meus verdadeiros amigos, que sempre me apoiaram e que de alguma maneira contribuíram para que eu continuasse o meu trabalho.

Ao Paulinho e Tati, que proporcionaram minha primeira ida ao arquipélago, no qual foi possível despertar o interesse e imensa admiração pela espécie deste estudo. Ao grande pescadô (Ricardo Krull), Renatinha Santos, Jean Carlos, Kadu Verona, Patrícia Serafini e Thali Sampaio. Valeu Carlos Téju-mento Abrahão pela ajuda em vários momentos.

A todas as pessoas, colegas, amigos e instituições de Fernando de Noronha, ICMBio (Dudu, Thayná, Tadeu, Felipe, Débora e Vini), TAMAR (Rasta, Lourival e Armando), Golfinho Rotador (Rafa e Zé Martins), Netão, Mirtes, Noronha Diver's, Dijanira, Babalú, “Capitão da cavalaria marítima”, “Cueca”, Fernandinho, etc., que de alguma maneira puderam contribuir com o desenvolvimentos das atividades.

Aos amigos e colegas do VPS e FMVZ-USP (Marcos Bryan, José Grisi, Marcelo Labruna, “Cabelo”, Herbert, Jairo Roldan, Hector, Felipe, Danival e Mário). Muito obrigado pelos conselhos, confiança e acolhimento!

Ao LEEV – Instituto Butantan, pela oportunidade de desenvolver parte das análises e pelo conhecimento transmitido. Obrigado Selma Almeida-Santos, Rafaela Coeti e principalmente a Serena Migliore pela imensurável ajuda, amizade e paciência!

Aos amigos e colegas da Nova Zelândia, James Russell, Markus Gronwald, Julia Schmack, Marie Moinet, Maria Adelaida, Ivan, Evaylah Rozova, Shahista Nisa, e Hedwich Oosterhof, meu muito obrigado pelos momentos incríveis!

Ao meu digníssimo orientador Ricardo A. Dias, principal colaborador deste trabalho, meu muito obrigado pelos ensinamentos, apoio, amizade e pela confiança.

Enfim, agradeço a todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho. Desculpem aos que eu esqueci.



**Agradecimentos à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo
(FAPESP) pelo suporte financeiro (processo nº 2016/16433-1)**



**Agradecimentos à “The Rufford Foundation” pelo suporte financeiro (processo
18890-1)**

“Falamos sobre recursos naturais como se tudo tivesse uma etiqueta com um preço. As coisas que estimulam nosso espírito são intangíveis: as florestas antigas, um rio claro, o voo de uma águia, o uivo de um lobo, o espaço e o silêncio sem o ruído dos motores. São estes os valores que as pessoas e que todos precisam. Sem valores morais, a conservação ambiental não se sustenta”

George B. Schaller

RESUMO

GASPAROTTO, Vinicius Peron de Oliveira. **Conservação do Mabuia (*Trachylepis atlantica*, Schmidt, 1945) no Arquipélago de Fernando de Noronha – PE: reprodução, densidade populacional e avaliação sanitária.** [Conservation of the Noronha Skink (*Trachylepis atlantica*, Schmidt, 1945) on the Fernando de Noronha Archipelago: reproduction, population density and sanitary evaluation]. 2019. 109 pgs. Tese (Doutorado em Ciências) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

Localizado no Oceano Atlântico e no Nordeste do Brasil, o arquipélago de Fernando de Noronha pertence ao estado de Pernambuco e é composto por 21 ilhas de origem vulcânica, sendo que sua ilha principal apresenta uma área de 16,9 Km² (Olson, 1981; Carleton e Olson, 1999). O arquipélago possui duas espécies endêmicas de répteis, uma delas chamada de cobra-de-duas-cabeças (*Amphisbaena ridleyi*) e a outra popularmente chamada de mabuia-de-noronha (*Trachylepis atlantica*) (Ramalho et al., 2009). O *Trachylepis atlantica* apresentou dimorfismo sexual, sazonalidade reprodutiva e as cópulas e posturas dos ovos ocorreram durante a estação seca. Machos defendem ativamente seus territórios de outros machos invasores e as fêmeas não apresentaram mais do que dois ovos no oviduto por estação reprodutiva. Além das espécies endêmicas de répteis presentes no arquipélago, outros habitantes continentais pertencentes à mesma classe, Reptilia, foram introduzidas no arquipélago: *Salvator merianae* e *Hemidactylus mabouia*. Espécies exóticas invasoras são ameaças à biodiversidade em todo o mundo, especialmente em ambientes insulares. Dois métodos foram utilizados para estimar a densidade do mabuia-de-noronha. A densidade para a ilha principal foi de 0.167 ind./m²±0.090 ind./m²; para as ilhas secundárias foi de 0,357±0.170 ind./m²; e para o arquipélago todo foi de 0.184±0.109 ind./m². Os animais presentes nas ilhas secundárias apresentaram parâmetros morfométricos maiores do que os indivíduos presentes na ilha principal. Nesses ambientes, espécies endêmicas são mais vulneráveis à predação e competição por recursos, bem como às doenças trazidas pela espécie introduzida, podendo inclusive, causar sua extinção. Microrganismos da cavidade oral e cloacal foram identificados, bem como a ocorrência de ectoparasitas. O índice de massa corporal e parâmetros hematológicos foram determinados a partir de indivíduos saudáveis. Desta maneira, este projeto gerou elementos técnicos para a promoção da conservação desta espécie endêmica que vem sofrendo uma série de pressões antrópicas no Arquipélago de Fernando de Noronha. Para isso, caracterizou-se a biologia reprodutiva, a densidade populacional e foi realizado a avaliação sanitária da população de mabuias. Até a elaboração do presente projeto, tais informações não estavam disponíveis na literatura científica. Os resultados demonstraram o declínio da população de mabuias presentes na ilha principal. Por fim, essas informações poderão ser utilizadas para a criação de um plano de manejo e conservação da espécie, juntamente com analistas ambientais do ICMBio e integrantes locais da comunidade.

Palavras-chave: Espécie endêmica. Invasão biológica. Ilhas oceânicas. Epidemiologia. Scincidae.

ABSTRACT

GASPAROTTO, Vinicius Peron de Oliveira. **Conservation of the Noronha Skink (*Trachylepis atlantica*, Schmidt, 1945) on the Fernando de Noronha Archipelago: reproduction, population density and sanitary evaluation.** [Conservação do Mabuia (*Trachylepis atlantica*, Schmidt, 1945) no Arquipélago de Fernando de Noronha – PE: reprodução, densidade populacional e avaliação sanitária] 2019. 109 pgs. Tese (Doutorado em Ciências) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

Located in the Atlantic Ocean and in the Northeast of Brazil, the Fernando de Noronha archipelago belongs to the state of Pernambuco and is composed of 21 volcanic islands, and its main island has an area of 16.9 km² (Olson, 1981; Carleton and Olson, 1999). The archipelago has two endemic species of reptiles, first one called two-headed snake (*Amphisbaena ridleyi*) and another popularly called Noronha skink (*Trachylepis atlantica*) (Ramalho et al., 2009). The *T. atlantica* showed sexual dimorphism, reproductive seasonality and the copulation and egg laying occurred during the dry season. Males actively defend their territories from other invading males and females showed no more than two eggs in the oviduct per reproductive season. In addition to the endemic species of reptiles present in the archipelago, other continental species belonging to the same class, Reptilia, were introduced: *Salvator merianae* and *Hemidactylus mabouia*. Invasive alien species threat biodiversity worldwide, especially in island environments. Two methods were used to estimate the density of the Noronha Skink. The density for the main island was 0.167 ind./m² ± 0.090 ind./m²; for the secondary islands it was 0.357 ± 0.170 ind./m²; and for the whole archipelago it was 0.184 ± 0.109 ind./m². The animals present in the secondary islands presented larger morphometric parameters than the individuals present in the main island. In these environments, endemic species are more vulnerable to predation and competition for resources, as well as to diseases brought by the introduced species, which may cause their extinction. Microorganisms of the oral and cloacal cavity were identified, as well as the occurrence of ectoparasites. Body mass index and hematological parameters were determined from healthy individuals. Thus, this project generated technical elements for the promotion of conservation. In this way, the main objective of this project was to offer technical elements for the promotion of the conservation of this endemic species that has undergone a series of anthropic pressures in the Archipelago of Fernando de Noronha. To achieve this, we characterized the reproductive biology, population density and the sanitary evaluation of the Noronha skink population was carried out. Until the elaboration of the present project, such informations were not available in the scientific literature. Results showed the likely decline of the Noronha Skink population present on the main island. Finally, we set the basis for a management and conservation plan of this endemic species along with environmental analysts of ICMBio and local members of the community.

Keywords: Endemic species. Biological invasion. Oceanic islands. Epidemiology. Scincidae.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Vista do morro do Piquinho. Foto: Vinicius Gasparotto.....	23
Figura 2. Mabuia-de-noronha (<i>Trachylepis atlantica</i>). Foto: Vinicius Gasparotto....	25
Figura 3. Mabuia-de-noronha procurando néctar ou água na flor da árvore mulungu. Foto: Vinicius Gasparotto.	27
Figura 4. Localização da área de estudo. Ilustração: Vinicius Gasparotto, 2015, Google Earth 5.1.....	29
Figura 5. Vista da ilha principal de Fernando de Noronha a partir da Ilha do Meio. Foto: Vinicius Gasparotto.	30
Figura 6. Enseada da Caieiras. Foto: Vinicius Gasparotto.	31
Figura 7. Tropiciduridae capturado utilizando metodologia de captura ativa com vara e laço. Foto: Vinicius Gasparotto	35
Figura 8. Presença de dois folículos em vitelogênese secundária na cavidade celomática de fêmea de <i>Trachylepis atlantica</i> . Foto: Vinicius Gasparotto.	38
Figura 9. Presença de dois ovos na cavidade celomática de fêmea de <i>Trachylepis atlantica</i> . Foto: Vinicius Gasparotto.....	39
Figura 10. Variação sazonal do folículo ovariano (azul) e ovos presentes no oviduto (vermelho), ao longo do ano, em <i>Trachylepis atlantica</i> . Setas indicam as predições dos meses de postura dos ovos. Ilustração: Vinicius Gasparotto, 2019.	39
Figura 11. Testículo desenvolvido presente na cavidade celomática de macho de <i>Trachylepis atlantica</i> (círculo vermelho). Ducto deferente enovelado (seta amarela). Foto: Vinicius Gasparotto.....	40
Figura 12. Presença de grande quantidade de espermatozoides, observados por meio das análises histológicas do sistema reprodutivo de machos de <i>Trachylepis atlantica</i> . Foto: Serena Migliore.	41
Figura 13. Variação sazonal do desenvolvimento testicular (azul), ao longo do ano, em <i>Trachylepis atlantica</i> . Setas indicam período de cópula. Ilustração: Vinicius Gasparotto, 2019.....	41
Figura 14. <i>Trachylepis atlantica</i> com marcação não permanente na região dorsal (numeração 14). Foto: Vinicius Gasparotto.....	44
Figura 15. Parcela realizada com a finalidade de observar o uso do território pelo mabuia-de-noronha. Ilustração: Vinicius Gasparotto, 2018©, Autodesk Autocad® 2017.....	45

Figura 16. Baía do Sueste. Foto: Vinicius Gasparotto.....	53
Figura 17. Densidade do mabuia-de-noronha (<i>Trachylepis atlantica</i>) no arquipélago de Fernando de Noronha, pontos de amostragem e locais das parcelas utilizadas para a metodologia de captura e recaptura visual. Ilustração: Vinicius Gasparotto, 2018, Qgis®.....	60
Figura 18. Cenário-base com taxa de mortalidade de 18%, simulados com auxílio do programa Vortex®, para o <i>T. atlantica</i> no arquipélago de Fernando de Noronha. Ilustração: Vinicius Gasparotto, 2019.....	63
Figura 19. Simulação da dinâmica e abundância populacional do <i>T. atlantica</i> . Cenário demonstrando alterações após a introdução de espécies invasoras e alterações antrópicas no Arquipélago de Fernando de Noronha. Ilustração: Vinicius Gasparotto, 2019.....	64
Figura 20. Cenário demonstrando acréscimo de 3% na taxa de mortalidade da espécie, simulados com auxílio do programa Vortex®. Ilustração: Vinicius Gasparotto, 2019.	65
Figura 21. Cenário demonstrando taxa de mortalidade de 30%, simulados com auxílio do programa Vortex®. Extinção ocorreria em menos de 400 anos. Ilustração: Vinicius Gasparotto, 2019.	65
Figura 22. Mar de fora – Ilha Cabeluda. Foto: Vinicius Gasparotto.	71
Figura 23. Coleta de amostras e informações biológicas. A - Swab cloacal. B - Sexagem com sonda adaptada. C - Coleta de sangue intracardíaca. Foto: Vinicius Gasparotto.	80
Figura 24. <i>Amblyomma rotundatum</i> parasitando indivíduo da espécie <i>Trachylepis atlantica</i> (círculo amarelo). Todos os carrapatos encontrados estavam localizados em regiões semelhantes (região ventral proximal do úmero). Foto: Vinicius Gasparotto.	83
Figura 25. Distribuição espacial dos pontos de amostragem e ocorrência de <i>Salmonella</i> spp. (pontos amarelos) e <i>Escherichia coli</i> (pontos vermelhos) no arquipélago de Fernando de Noronha – PE. Ilustração: Vinicius Gasparotto, 2019, Qgis®.	83
Figura 26. <i>Trachylepis atlantica</i> aproximando-se por curiosidade. Praia do bode. Foto: Vinicius Gasparotto.	92

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Densidade do mabuia-de-noronha (<i>Trachylepis atlantica</i>) na ilha principal do arquipélago de Fernando de Noronha, em seis localidades.	59
Tabela 2. Valor médio e diferenças dos parâmetros morfométricos de <i>Trachylepis atlantica</i> capturados na ilha principal e em ilhas secundárias do Arquipélago de Fernando de Noronha.....	61
Tabela 3. Comparação das diferenças observadas entre machos e fêmeas do mabuia-de-noronha (<i>Trachylepis atlantica</i>) entre as ilhas do arquipélago.....	62
Tabela 4. Resultados das modelagens realizadas para o cenário base do <i>Trachylepis atlantica</i> no arquipélago de Fernando de Noronha.....	63
Tabela 5. Resultado da simulação realizada para o cenário pós-colonização, com a presença de gatos e ratos interferindo na população de <i>Trachylepis atlantica</i>	64
Tabela 6. Resultado das simulações realizadas para o cenário com a presença de gatos, ratos, teiús e garças.	66
Tabela 7. <i>Trachylepis atlantica</i> : Valores de referência hematológicas e seus intervalos. Diferença entre sexos e média + desvio padrão geral.....	81
Tabela 8. Micro-organismos isolados e antibiograma, a partir de swab oral (SO) e swab cloacal (SC), coletados de dez indivíduos da espécie <i>Trachylepis atlantica</i> provenientes do arquipélago de Fernando de Noronha – PE.	85

LISTA DE BOXPLOT E GRÁFICO

Boxplot 1. Demonstração da mediana e quartil do CRC (comprimento rostro-cloacal) comparado entre os sexos da espécie <i>Trachylepis atlantica</i> . Ilustração: Lucas Siqueira, 2018.....	42
Boxplot 2. Demonstração da mediana e quartil do Ccab (comprimento da cabeça) comparado entre os sexos da espécie <i>Trachylepis atlantica</i> . Ilustração: Lucas Siqueira, 2018.....	43
Boxplot 3. Demonstração da mediana e quartil do Ccau (comprimento da cauda) comparado entre os sexos da espécie <i>Trachylepis atlantica</i> . Ilustração: Lucas Siqueira, 2018.....	43
Gráfico 4. Linha de tendência (linha vermelha) demonstrando o índice de massa corporal próximo do esperado para um indivíduo saudável, visto que os animais analisados não apresentaram nenhum sinal ou característica condizente com algum quadro patológico. Ilustração: Vinicius Gasparotto, 2019.....	81

LISTA DE PRANCHAS

- Prancha 1.** Combate entre machos. A- Contato visual, aproximação e display corporal. B- Início das agressões e mordidas. C- Rotações. Fotos: Vinicius Gasparotto.46
- Prancha 2.** A- Mordidas na região da cabeça imobilizando a mandíbula do adversário. B- Cicatrizes na região da cabeça (seta preta). Fotos: Vinicius Gasparotto.47
- Prancha 3.** A- Momento em que o macho imobiliza a fêmea e realiza a cópula B- Retração do hemipênis (seta vermelha). Fotos: Vinicius Gasparotto.48

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL.....	23
INTRODUÇÃO	24
ESTADO DE CONSERVAÇÃO	27
OBJETIVOS	28
Objetivos específicos	28
DESENHO DE ESTUDO.....	29
CAPÍTULO 1 - BIOLOGIA REPRODUTIVA	31
1.1 INTRODUÇÃO	32
1.2 MATERIAL E MÉTODOS	35
1.2.1 Captura dos indivíduos	35
1.2.2 Sistema reprodutivo	35
1.2.3 Dimorfismo sexual	36
1.2.4 Uso do território, combate e cópula.....	37
1.3 RESULTADOS.....	38
1.3.1 Sazonalidade reprodutiva e número de ovos por postura	38
1.3.2 Dimorfismo sexual	41
1.3.3 Uso do território.....	43
1.3.4 Encontro agonístico	45
1.3.5 Cópula.....	47
1.4 DISCUSSÃO	49
CAPÍTULO 2 - DENSIDADE POPULACIONAL E IMPACTO DE ESPÉCIES INVASORAS.....	53
2.1 INTRODUÇÃO	54
2.2 MATERIAL E MÉTODOS	56
2.2.1 Área de estudo	56
2.2.2 Captura e recaptura visual	56
2.2.3 Transecto pontual	57
2.2.4 Morfometria.....	57
2.2.5 Viabilidade populacional e espécies invasoras.....	58
2.3 RESULTADOS.....	59
2.3.1 Densidade e abundância	59
2.3.2 Parâmetros morfométricos entre ilhas	60

2.3.3	Análise da viabilidade populacional e risco de extinção	62
2.4	DISCUSSÃO	67
CAPÍTULO 3 - AVALIAÇÃO SANITÁRIA		71
3.1	INTRODUÇÃO	72
3.2	MATERIAL E MÉTODOS	74
3.2.1	Avaliação da saúde e agentes transmissíveis nos mabuias-de-noronha	74
3.2.2	Dados biométricos	74
3.2.3	Valores de referência e dados hematológicos.....	74
3.2.4	Hemoparasitas	75
3.2.5	Ectoparasitas	75
3.2.5.1	Identificação	76
3.2.6	<i>Escherichia coli</i> e <i>Salmonella</i> spp.....	76
3.2.7	Microbiologia	77
3.2.7.1	Sensibilidade antimicrobiana	78
3.2.8	Sorologia.....	78
3.3	RESULTADOS.....	80
3.3.1	Índice de massa corporal (IMC)	80
3.3.2	Hematologia.....	81
3.3.3	Hemoparasitas	82
3.3.4	Ectoparasitas	82
3.3.5	<i>Escherichia coli</i> e <i>Salmonella</i> spp.....	83
3.3.6	Perfil microbiológico e sensibilidade antimicrobiana	83
3.4	DISCUSSÃO	87
REFERÊNCIAS GERAL		93
ANEXOS		104
	Anexo 1. Modelo Poisson log-normal Mark-resight - Programa MARK	104
	Anexo 2. Parâmetros usados na Análise de Viabilidade Populacional -	
	Programa Vortex® 10.0.7.9	107

Figura 1. Vista do morro do Piquinho. Foto: Vinicius Gasparotto.



INTRODUÇÃO GERAL

INTRODUÇÃO

Localizado no oceano Atlântico e ao nordeste do Brasil, o Arquipélago de Fernando de Noronha pertence ao estado de Pernambuco e é composto por 21 ilhas de origem vulcânica e sua ilha principal apresenta uma área de 16,9 Km² (Olson, 1981; Carleton e Olson, 1999). O clima do arquipélago é considerado tropical quente, caracterizado por duas estações anuais: chuvosa (março a agosto) e seca (setembro a fevereiro) (De Almeida, 1955). O arquipélago foi descoberto no ano de 1503, por Américo Vespúcio, sendo colonizado e ocupado por diversos países como, Holanda (1630), França (1736), Portugal (1737) e Estados Unidos, durante a segunda guerra mundial (1940) (Teixeira, 2003; Tada et al., 2010). No ano de 1942 o arquipélago tornou-se território federal do Brasil, sendo que em 1988 passou a ser administrado pelo estado de Pernambuco e sua área foi declarada como parque nacional (Tada et al., 2010; MMA, 2019).

Ao desembarcar em Fernando de Noronha, Américo Vespúcio descreve:

“Encontramos esta ilha desabitada, com muitas fontes de água fresca, inúmeras árvores, repletas de tantas aves marinhas e aves da terra que eram incontáveis. Elas eram tão calmas que deixavam-nos pegar com as mãos. Pegamos tantas delas que carregamos um barco só de aves. Ninguém observou nenhum outro animal a não ser ratos muito grandes, lagartos de duas caudas e algumas serpentes” (Northup, 1916).

Américo Vespúcio não só descreve a elevada abundância de aves marinhas e terrestres, mas, provavelmente do *Noronomys vespucii*, da *Amphisbaena ridleyi* e do “lagarto de duas caudas” ou mabuia-de-noronha (*Trachylepis atlantica*).

Atualmente, o arquipélago possui duas espécies endêmicas de répteis, uma delas chamada de cobra-de-duas-cabeças (*Amphisbaena ridleyi*) e outra, popularmente chamada de mabuia-de-noronha (*Trachylepis atlantica*) (Ramalho et al., 2009). O gênero *Trachylepis* está amplamente distribuído pela África, Europa e Ásia, sendo descritas 82 espécies na atualidade (iNaturalist - CONABIO). O mabuia-de-noronha é geneticamente mais próximos de espécies presentes no continente Africano, sendo considerado dentro do gênero *Trachylepis* a espécie com registro de dispersão mais longa já conhecida (Pereira e Schrago, 2017).

Após anos de sua primeira descrição (Gray, 1839), pouco se sabe sobre a história de vida deste lagarto. O mabuia-de-noronha (Figura 2) é o único representante do gênero *Trachylepis* no Novo Mundo e é considerado uma das principais espécies-bandeira do arquipélago. Estritamente diurno, raramente os indivíduos são vistos antes da 06h00min ou depois das 18h00min, com pico de atividade entre as 12h00min e 14h00min, a uma temperatura média de $32.2 \pm 2.9^{\circ}\text{C}$ (Rocha et al., 2009). Podem ser observados em praticamente todos os tipos de substratos, mas são frequentemente encontrados em rochas e micro-habitats com esse tipo de formação (Rocha et al., 2009).

Possuem hábitos alimentares generalistas e podem ser considerados onívoros oportunistas, alimentando-se desde material vegetal à itens de origem animal, variando principalmente de acordo com a disponibilidade do recurso no ambiente.



Figura 2. Mabuia-de-noronha (*Trachylepis atlantica*). Foto: Vinicius Gasparotto.

Em ambientes isolados e muitas vezes reduzidos, como as ilhas oceânicas, as relações entre fauna e flora são simplificadas, desta forma tornando cada relação ecológica interespecífica significativamente importante e, portanto, extremamente vulneráveis a quaisquer perturbações. Um exemplo disto é a ocorrência da polinização de flores da árvore mulungu (*Erythrina velutina*) realizada pelo mabuia, que percorre suas inflorescências em busca de néctar e água acumulado na base da flor, tornando-o um dos únicos répteis polinizadores conhecidos e com papel ecológico fundamental

dentro do arquipélago de Fernando de Noronha (Figura 3) (Sazima, Sazima, e Sazima, 2005, 2010).

Além das espécies nativas e endêmicas de répteis do arquipélago, outros habitantes continentais pertencentes à mesma classe Reptilia foram introduzidas nas ilhas. São eles: *Salvator merianae* e *Hemidactylus mabouia*. Mamíferos exóticos também foram introduzidos nas ilhas desde sua colonização: *Canis lupus familiaris*, *Felis silvestris catus*, *Rattus rattus*, *Rattus norvegicus*, *Mus musculus* e *Kerodon rupestris*, além de espécies domésticas destinadas à produção pecuária.

A causa da extinção de espécies nativas em ilhas é ocasionada, na maioria das vezes, pela introdução de espécies invasoras (Wood et al., 2017). O declínio e extinção de espécies insulares é mais acelerado em relação a qualquer outro ambiente continental, podendo-se considerar as ilhas como focos das extinções da maioria das espécies (Tershy et al., 2015; Spatz et al., 2017). No arquipélago de Fernando de Noronha já existe ao menos um relato de extinção ocasionada pós colonização e introdução de espécies invasoras (Carleton e Olson, 1999).

A perda de uma espécie em um ambiente considerado tão sensível quanto o insular pode gerar impactos relevantes ao ambiente. Diversas ilhas ao redor do mundo estão desenvolvendo planos de manejo para restaurar o equilíbrio ecológico perdido com a extinção de espécies nativas em ilhas (Wood et al., 2017).

Baseado nessas informações, o *T. atlantica* possui importante função ecológica no ambiente insular no qual evoluiu e vive atualmente. Sendo assim, o presente estudo propendeu compreender a estrutura e saúde populacional do mabuia-de-noronha, bem como avaliar as atuais ameaças que a espécie vem sofrendo pelas espécies invasoras e, caso necessário, criar planos para mitigar essas pressões objetivando-se a conservação da espécie.



Figura 3. Mabuia-de-noronha procurando néctar ou água na flor da árvore mulungu.
Foto: Vinicius Gasparotto.

ESTADO DE CONSERVAÇÃO

Atualmente o mabuia-de-noronha não está descrito na Lista Vermelha da União Internacional para a Conservação da Natureza e dos Recursos Naturais das Espécies Ameaçadas (IUCN), também conhecida como Lista Vermelha da IUCN, devido à falta de conhecimento sobre a espécie. A Lista Vermelha da IUCN constitui um dos inventários mais detalhados sobre o estado de conservação de diversas espécies distribuídas mundialmente.

No entanto, devido ao fato da espécie ser endêmica do arquipélago de Fernando de Noronha e estar distribuída em uma área menor do que 20 km², no ano de 2017 o mabuia-de-noronha foi classificado como “EN” (em perigo) pelo setor de fauna da Agência Estadual de Meio Ambiente do Estado de Pernambuco – CPRH. Resultados preliminares do presente estudo auxiliaram nesta re-avaliação.

As características comportamentais da espécie, nas quais acabam proporcionando fácil visualização dos indivíduos distribuídos pelos diversos ambientes do arquipélago, faz com que exista a percepção de elevada abundância da espécie. Como consequência um baixo interesse foi gerado, nos pesquisadores e órgãos ambientais locais, sobre o real status populacional da espécie ou sobre possíveis pressões antrópicas deletérias na qual poderia estar submetida.

OBJETIVOS

Avaliar o risco de extinção do *Trachylepis atlantica* no arquipélago de Fernando de Noronha com base na geração de informações relevantes sobre sua biologia reprodutiva, dados populacionais, impacto causado pelas espécies invasoras e a pesquisa de patógenos circulantes, que embasem estratégia e um programa de conservação para a espécie, caso necessário.

Objetivos específicos

Realizar a avaliação reprodutiva dos mabuias-de-noronha, machos e fêmeas, por meio de estudos anatômicos do sistema reprodutor nas diferentes fases do ciclo reprodutivo;

Determinar a existência de dimorfismo sexual, sazonalidade reprodutiva, número de ovos por postura e quantidade de posturas por ano;

Compreender a estrutura, densidade da população, número de indivíduos e as diferenças biométricas dos indivíduos entre as ilhas do arquipélago de Fernando de Noronha;

Determinação dos predadores do mabuia-de-noronha por meio de observações a campo;

Avaliação do estado físico geral e microbiota oral e cloacal dos espécimes capturados;

Obtenção de parâmetros fisiológicos, hematológicos e clínicos de espécimes capturados nas campanhas;

Formação de um banco de soro dos espécimes capturados e avaliar a ocorrência de agentes transmissíveis ou patogênicos.

DESENHO DE ESTUDO

As campanhas de campo foram realizadas no arquipélago de Fernando de Noronha entre os anos de 2015 e 2018 (Figura 4 e 5), durante os meses de fevereiro, abril, outubro e novembro. Cada expedição teve duração de aproximadamente 20 dias. O presente projeto foi realizado sob a licença SISBIO 41682-1/2/3/4/5/6. Os procedimentos foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo (Protocolo 1827250515) (CEUA-FMVZ) de acordo com os preceitos da Lei 11.794, de 8 de outubro de 2008, com o Decreto 6.899, de 15 de julho de 2009 e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA).

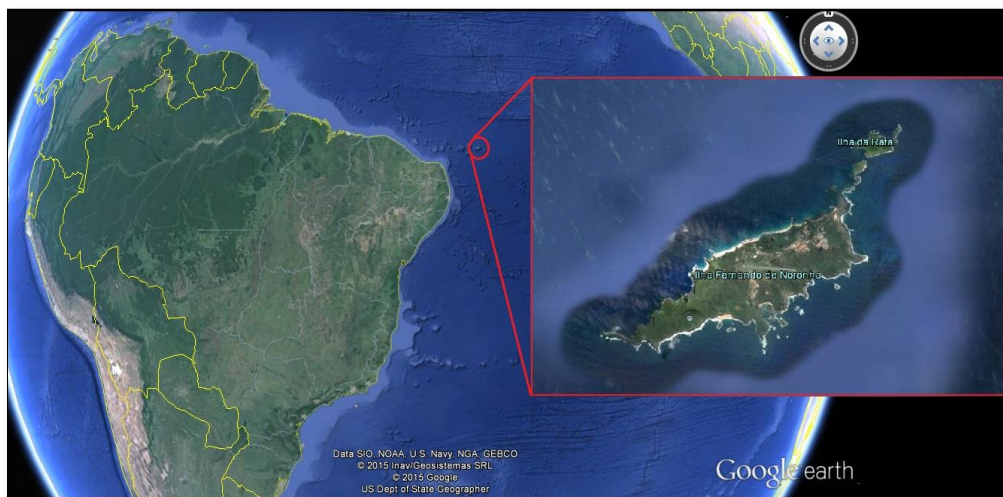


Figura 4. Localização da área de estudo. Ilustração: Vinicius Gasparotto, 2015, Google Earth 5.1.

Os principais objetivos foram determinar a biologia reprodutiva da espécie, a densidade populacional nas diferentes paisagens do arquipélago, realizar a avaliação de saúde da população e inferir possíveis impactos causados pelas principais espécies invasoras presentes no arquipélago de Fernando de Noronha.

Análises do sistema reprodutivo de machos e fêmeas, por meio da mensuração de órgãos internos e microscopia óptica, foram realizadas para determinar o número de ovos por postura, posturas por ano e sazonalidade reprodutiva. Dois métodos foram empregados, captura/recaptura visual e ponto amostral, para quantificar a densidade do mabuia-de-noronha em diferentes paisagens do arquipélago. A avaliação sanitária foi realizada por meio de exames clínicos e laboratoriais de saúde como: exame físico

completo, hemograma, pesquisa microbiológica e presença de hemo e ectoparasitas. Observações sobre a predação do mabuia-de-noronha pelas espécies exóticas e invasoras também foram registradas.



Figura 5. Vista da ilha principal de Fernando de Noronha a partir da Ilha do Meio. Foto: Vinicius Gasparotto.

Figura 6. Enseada da Caieiras. Foto: Vinicius Gasparotto.



CAPÍTULO 1 - BIOLOGIA REPRODUTIVA

1.1 INTRODUÇÃO

O *T. atlantica* é um lagarto da família Scincidae, composta por 1.660 espécies, pertencente a subfamília Mabuyinae, composta por 203 espécies, sendo que dentro do gênero *Trachylepis* existem atualmente 82 espécies descritas (Uetz, 2019). Poucos artigos trazem informações biológicas e reprodutivas sobre o mabuia-de-noronha, mesmo sendo uma espécie com abundância relativamente elevada e tolerante a presença humana (Rocha et al., 2009). O desconhecimento de informações básicas sobre biologia reprodutiva acaba tornando-se um dos principais obstáculos para o entendimento do sucesso reprodutivo dos animais de vida livre (Swanson, 2006; Migliore et al., 2017), principalmente quando o objetivo é avaliar a viabilidade de uma espécie.

Um dos principais moduladores de comportamento e interação social em répteis está ligado à seleção sexual, elegendo assim características morfológicas, comportamentais e adaptações que podem ser mantidas ao longo da vida dos animais (Fox, McCoy, e Baird, 2003). Exibições agonísticas são os comportamentos visuais mais comuns observados em lagartos, sendo utilizado para mostrar a capacidade de defesa de territórios (Ord, Blumstein, e Evans, 2002; Beltrán e Amézquita, 2015), corte e interação entre sexo oposto (Bradbury e Vehrencamp, 1998). Esse tipo de sinalização tem um papel bem descrito nas disputas de dominância durante as estações reprodutivas, resultando na possibilidade de cópula.

Com o início dos estudos sobre reprodução, dois modelos reprodutivos foram descritos nos répteis, ovíparos ou vivíparos (Shine, 1983). Dentro da ordem Squamata, inicialmente a viviparidade era tida como uma estratégia adaptativa simplificada, através de poucas modificações funcionais e estruturais, diferentemente do que é observado nos mamíferos, aos quais os nutrientes são fornecidos ao feto por estruturas complexas, como a placenta, proporcionando íntima ligação com os tecidos maternos (Blackburn e Flemming, 2010).

No tocante às estratégias reprodutivas os répteis podem ser considerados mais basais, principalmente quando comparados com os mamíferos. Porém, estudos recentes identificaram que a espécie *Trachylepis ivensi* possui placentação altamente invasiva, especializações reprodutivas similares às de mamíferos eutérios (Blackburn e Flemming, 2010). Espécies pertencentes ao gênero *Trachylepis* são consideradas vivíparas, outras ovíparas e algumas poucas apresentam os dois tipos de reprodução (Broadley, 1977).

Sobre a espécie alvo desta pesquisa, o mabuia-de-noronha, a reprodução é do tipo ovípara. Os indivíduos apresentam hábitos diurnos e vivem em conjunto com co-específicos, aparentemente podendo se organizar em colônias. Estão distribuídos em praticamente todas as paisagens do arquipélago de Fernando de Noronha, associados preferencialmente a afloramentos rochosos. Porém, as descrições de padrões comportamentais na família Scincidae ainda são escassas (Torr e Shine, 1994)

De uma maneira geral, os lagartos possuem estações reprodutivas determinadas por ciclos baseados no foto-período, temperatura, estação chuvosa ou seca e disponibilidade de alimentos (Barten, 2006). No arquipélago existem apenas duas estações do ano predominantes: estação seca, que ocorre aproximadamente de setembro a fevereiro, e a estação chuvosa, de março a agosto. Lutas entre machos são frequentes durante épocas reprodutivas (Vitt e Cooper, 1985) e normalmente são dependentes de estímulos visuais, químicos, auditivos ou a combinação entre eles (Cooper e Vitt, 1987).

Em machos, as variações durante as estações reprodutivas podem ser observadas diretamente no tamanho testicular (Barten, 2006). Fêmeas possuem ovários e ovidutos em pares que terminam no urodeum, no interior da cloaca (Barten, 2006). Os ovidutos recebem os ovos após a ovulação e fecundação, tendo como função principal a produção de albúmen e casca, placentação, estocagem de espermatozoide, entre outras (Almeida-santos, 2005).

Baseando-se neste conhecimento, alguns parâmetros devem ser considerados em estudos reprodutivos do *Trachylepis atlantica*: para as fêmeas, os processos e fases de vitelogênese (Aldridge, 1979) e para os machos, as alterações biométricas em relação ao tamanho e massa dos testículos (Krohmer, 2004) e a presença ou ausência de espermatozoides no ducto deferente (Shine, 1977). Além disso, diversas espécies apresentam comportamentos sociais elaborados e interações complexas que são relacionadas às estações reprodutivas (Sánchez-Hernández, Ramírez-Pinilla, e Molina-Borja, 2012).

Espécies poligâmicas possuem a necessidade de defesa de território e de alternativas para atrair as fêmeas associadas a ele, sendo a expressão do comportamento territorial muito evidente (Stamps, 1977; Tokarz, 1995). Dessa maneira, atividades diárias relacionadas ao comportamento podem influenciar o tamanho corporal, resultando em dimorfismo sexual (Butler e Losos, 2002).

A obtenção de dados fundamentais sobre a história de vida, como o comportamento e sazonalidade reprodutiva, uso do território, número de ovos por

postura e quantidade de posturas por ano são importantes para embasar e implementar, caso necessário, um programa de conservação para a espécie.

1.2 MATERIAL E MÉTODOS

1.2.1 Captura dos indivíduos

Foi realizada a captura e a contenção física dos animais para a coleta de informações biológicas. Os animais foram localizados no ambiente através de busca ativa. Posteriormente, foi realizada a aproximação e, com o auxílio de uma vara com um nó de laço em sua extremidade, os animais foram capturados (Figura 7). Ao passar o laço ao redor da região cervical dos indivíduos, de preferência em conjunto com um dos membros anteriores, com uma puxada rápida e firme o animal ficava preso na linha. Apesar do método de captura ser seletivo, objetivou-se capturar os indivíduos de maneira aleatória, conforme disponibilidade no ambiente.

Imediatamente após as capturas, os espécimes de *Trachylepis atlantica* foram submetidos à eutanásia utilizando sobre dose anestésica de cloridrato de cetamina 10% (30 a 50mg/kg) associado com cloridrato de xilazina 2% (1 a 2mg/kg), necessário para indução e manutenção do plano anestésico, seguido de injeção intracerebral de cloridrato de lidocaína 1% via forame magno.

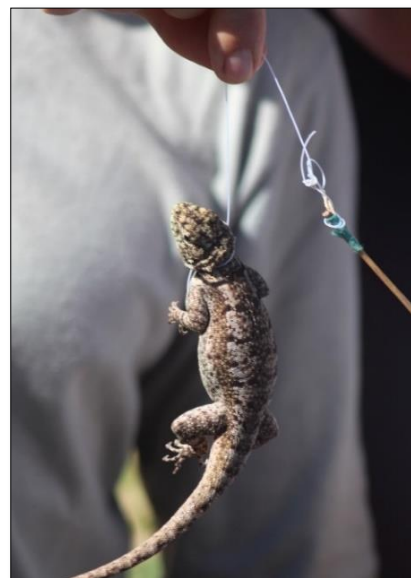


Figura 7. Tropiduridae capturado utilizando metodologia de captura ativa com vara e laço. Foto: Vinicius Gasparotto

1.2.2 Sistema reprodutivo

Após a captura e eutanásia dos indivíduos, foram aferidas as medidas biométricas externas, os indivíduos de ambos os sexos foram fixados em solução de formaldeído 10% e mantidos em recipientes apropriados repletos de álcool 70% até serem encaminhados para o Laboratório de Ecologia e Evolução - LEEV do Instituto Butantan para a realização de comparações baseadas na sazonalidade e maturidade sexual dos

indivíduos. As estruturas internas foram analisadas a olho nú, com auxílio de lupa Leica M205c e de um paquímetro digital com precisão de 0,1mm

Fêmeas tiveram o sistema reprodutivo dissecado através de incisão ventral e foram examinados quanto ao estágio de desenvolvimento folicular (V1 - vitelogênese primária, V2 - vitelogênese secundária) quantidade de folículos, presença de ovos e suas mensurações. Esses dados foram relacionados com os valores biométricos externos de cada indivíduo objetivando-se determinar a maturidade sexual, por meio da observação da menor fêmea apta a reproduzir. Ovos e embriões presentes na cavidade foram avaliados de acordo com Almeida-Santos et al. (2014). Foram coletados ovidutos, vagina, folículos e ovos para exames histológicos. Machos tiveram seus testículos, ductos deferentes e rins avaliados quando ao comprimento, diâmetro e espessura. Essas medidas também foram relacionadas com os valores biométricos externos e estação do ano. Foram coletados para exame histológico os testículos, ductos deferentes, epidídimos e rins. A presença de espermatozoides foi avaliada por de microscopia óptica. Indivíduos provenientes da Coleção do Museu Nacional do Rio de Janeiro (MNRJ) passaram pelo mesmo procedimento para coleta das amostras biológicas.

As fêmeas analisadas foram consideradas sexualmente maduras caso fosse observado a presença de folículos vitelogênicos, ovos no interior dos ovidutos ou oviduto pregueado. Os machos foram considerados maduros caso fosse observado o tamanho aumentado dos testículos, ducto deferente enovelado (indicando estocagem de espermatozoides) ou atividade testicular com produção de espermatozoides.

Os materiais biológicos coletados para análise histológica foram fixados, desidratados em séries crescentes, diafanizados e inclusos em parafina para cortes finos serem realizados, corados e analisados através de microscopia, objetivando-se detectar presença de folículos e espermatozoides.

Gráficos de dispersão foram gerados com a finalidade de observar o desenvolvimento folicular ao longo do ano e determinar a existência de sazonalidade reprodutiva, bem como, inferir os períodos de cópula e postura dos ovos.

1.2.3 Dimorfismo sexual

Posteriormente as coletas, os indivíduos tiveram suas informações biométricas externas aferidas com auxílio de régua e balança digital de precisão. Tanto os machos como as fêmeas foram analisados objetivando-se determinar a existência de dimorfismo sexual entre os indivíduos maduros sexualmente. As medidas aferidas foram:

comprimento rostro-cloacal (CRC), comprimento da cabeça (Ccab), largura da cabeça (Lcab), altura da cabeça (Acab) comprimento da cauda (Ccau) e massa corporal.

O teste de Kolmogorov-Smirnov foi utilizado para verificar a distribuição dos dados. A variabilidade das amostras também foi verificada, utilizando o teste de Levene. Para comparar as medidas morfológicas encontradas entre os sexos foi utilizado o teste t. As medidas de tendência central foram comparadas através do teste estatístico condizente com a distribuição dos dados.

1.2.4 Uso do território, combate e cópula

Parcelas foram previamente delimitadas utilizando a própria vegetação e rochas do ambiente para orientação, estabelecendo-se o perímetro das parcelas sem perturbar o movimento dos lagartos ou alterando significativamente o seu ambiente. Os indivíduos foram capturados e marcados com caneta hidrográfica. O observador ficou posicionado no centro da parcela e as observações foram realizadas e registradas com o auxílio de uma câmera digital Nikon Coolpix P610. Quando o observador entrava em seus territórios, os lagartos se escondiam rapidamente e, após em média três minutos, voltavam as atividades normais sem nenhum efeito da presença do observador. Os combates e cópulas foram observados e registrados quando possível, mesmo que esses comportamentos já tivessem sido iniciados, descrevendo-se o tempo de duração, dia e hora da ocorrência.

1.3 RESULTADOS

1.3.1 Sazonalidade reprodutiva e número de ovos por postura

Foram dissecadas e avaliadas 26 fêmeas maduras sexualmente, das quais 16 foram coletadas no arquipélago de Fernando de Noronha e 10 foram provenientes Museu Nacional do Rio de Janeiro (MNRJ). A menor fêmea madura sexualmente, em vitelogênese primária, apresentou 71mm de comprimento rostro-cloacal (CRC).

O CRC das fêmeas variou de 71 até 90 mm (média $82,8 \text{ mm} \pm 5,3 \text{ mm}$). Fêmeas em vitelogênese foram encontradas na estação seca (16 em vitelogênese primária e 6 em vitelogênese secundária), sendo que uma delas foi coletada, no mês de fevereiro, em fase avançada do desenvolvimento do ovo, próximo da postura. Adicionalmente, uma fêmea encontrada atropelada foi visualizada no mês de outubro/2015 com dois ovos na cavidade celomática. No mês de abril/2018 foi observado uma grande quantidade de filhotes presentes no ambiente. Em nenhuma das fêmeas analisadas foram encontrados mais do que dois ovos na cavidade celomática ou folículos vitelogênicos em desenvolvimento simultâneo com os ovos (Figuras 8 e 9), indicando que as fêmeas produzem apenas uma ninhada por período reprodutivo. A variação do desenvolvimento folicular, ao longo do ano, pode ser observada na Figura 10.



Figura 8. Presença de dois folículos em vitelogênese secundária na cavidade celomática de fêmea de *Trachylepis atlantica*. Foto: Vinicius Gasparotto.



Figura 9. Presença de dois ovos na cavidade celomática de fêmea de *Trachylepis atlantica*. Foto: Vinicius Gasparotto.

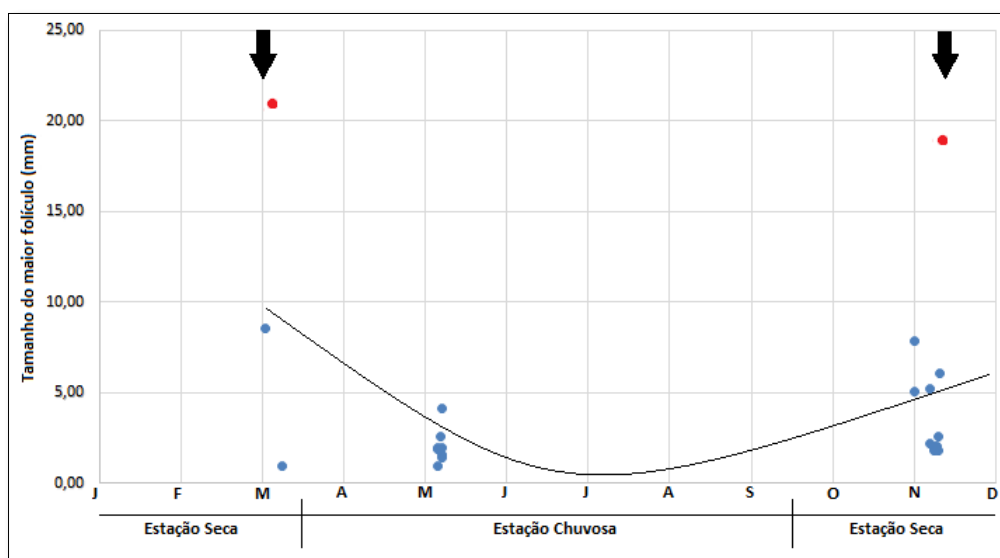


Figura 10. Variação sazonal do folículo ovariano (azul) e ovos presentes no oviduto (vermelho), ao longo do ano, em *Trachylepis atlantica*. Setas indicam as previsões dos meses de postura dos ovos. Ilustração: Vinicius Gasparotto, 2019.

Foram dissecados e avaliados 14 machos maduros sexualmente, sendo que 10 indivíduos foram coletados do arquipélago de Fernando de Noronha e quatro provenientes do Museu Nacional do Rio de Janeiro (MNRJ). O menor macho maduro sexualmente, evidenciando o desenvolvimento testicular, apresentou 90mm de comprimento rostro-cloacal.

O CRC dos machos variou de 90 até 112 mm (média 100,6 mm \pm 7,03 mm). Machos apresentando aumento testicular e ducto deferente enovelado (Figura 11),

caracterizando atividade testicular e produção de espermatozoides, foram observados entre os meses de outubro e março. Nas análises histológicas foi possível observar grande quantidade de espermatozoides presentes no interior dos testículos e ductos deferentes (Figura 12). Desta maneira, confirma-se os achados macroscópicos e diferenças entre as variações morfométricas dos testículos presentes na cavidade celomática dos indivíduos machos analisados.

A linha de tendência observada no gráfico sobre o desenvolvimento testicular foi similar a apresentada nos resultados das fêmeas analisadas (Figura 13). Nos meses de fevereiro e novembro foram observados, à campo, muitos indivíduos machos realizando combate entre si. Algumas cópulas também foram visualizadas nesta mesma época.

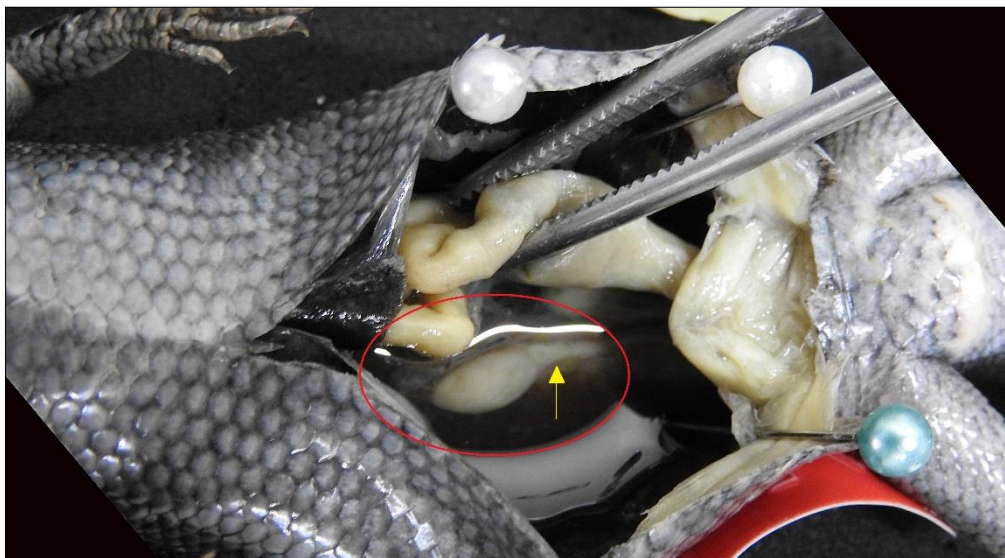


Figura 11. Testículo desenvolvido presente na cavidade celomática de macho de *Trachylepis atlantica* (círculo vermelho). Ducto deferente enovelado (seta amarela). Foto: Vinicius Gasparotto.



Figura 12. Presença de grande quantidade de espermatozoides, observados por meio das análises histológicas do sistema reprodutivo de machos de *Trachylepis atlantica*. Foto: Serena Migliore.

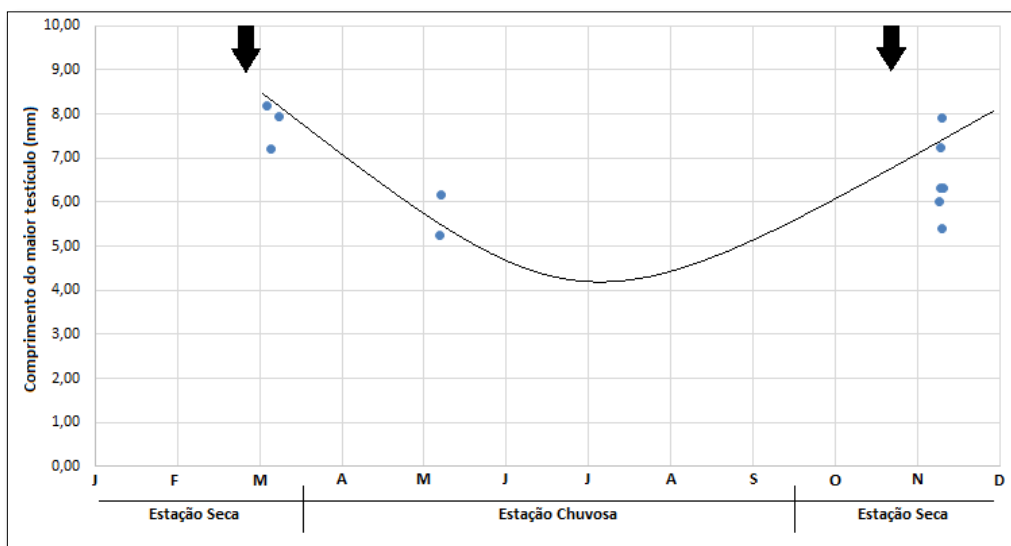
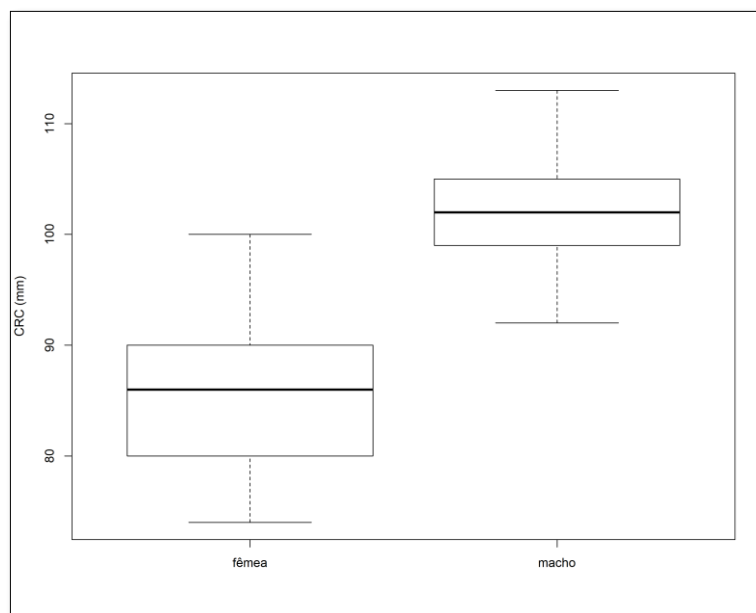


Figura 13. Variação sazonal do desenvolvimento testicular (azul), ao longo do ano, em *Trachylepis atlantica*. Setas indicam período de cópula. Ilustração: Vinicius Gasparotto, 2019.

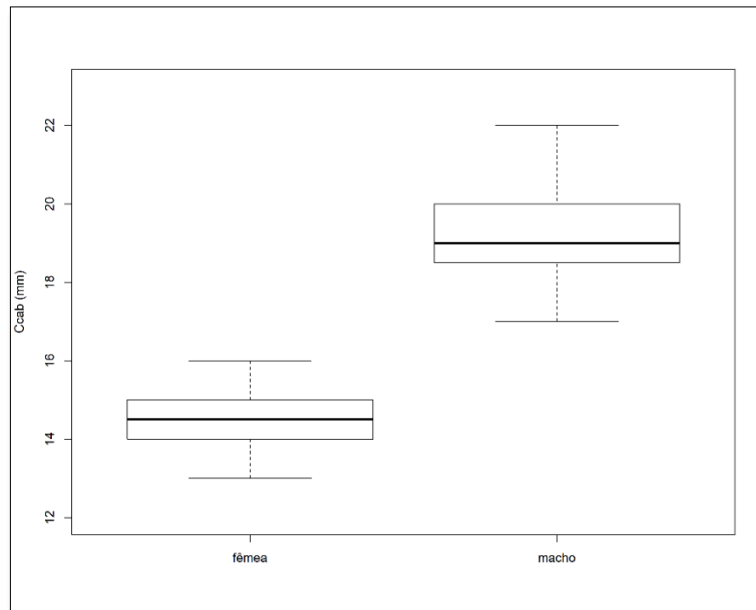
1.3.2 Dimorfismo sexual

No total, medidas morfométricas provenientes de 39 machos e 32 fêmeas maduros sexualmente e sem apresentarem autotomia foram analisados objetivando-se descobrir a existência de dimorfismo sexual. Os parâmetros apresentaram distribuição normal e não apresentaram diferenças de variabilidade.

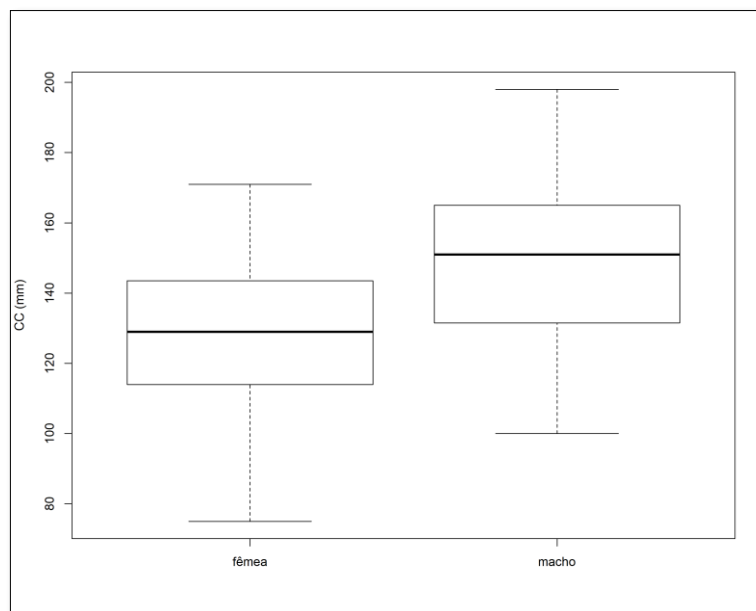
Os CRCs dos machos variaram de 92 a 113 mm (média 102,6 mm \pm 5,01 mm) e das fêmeas de 74 a 100 mm (média 85,6 mm \pm 6,02 mm) (Gráfico 1). Para o Ccab, machos variaram de 13 a 23 mm (média 19,2 mm \pm 2 mm) e fêmeas entre 12 a 20 mm (média 14,6 mm \pm 1,6 mm) (Gráfico 2). Por fim, o Ccau dos machos foi de 100 a 198 mm (média 148,7 \pm 22,8) e fêmeas de 75 a 171 mm (média 128,2 \pm 19,6) (Gráfico 3). Os testes apresentaram diferenças significativas para os valores de CRC ($p = 0.0001$), Ccab ($p = 0.0277$) e Ccau ($p = 0.0001$).



Boxplot 1. Demonstração da mediana e quartil do CRC (comprimento rostro-cloacal) comparado entre os sexos da espécie *Trachylepis atlantica*. Ilustração: Lucas Siqueira, 2018.



Boxplot 2. Demonstração da mediana e quartil do Ccab (comprimento da cabeça) comparado entre os sexos da espécie *Trachylepis atlantica*. Ilustração: Lucas Siqueira, 2018.



Boxplot 3. Demonstração da mediana e quartil do Ccau (comprimento da cauda) comparado entre os sexos da espécie *Trachylepis atlantica*. Ilustração: Lucas Siqueira, 2018.

1.3.3 Uso do território

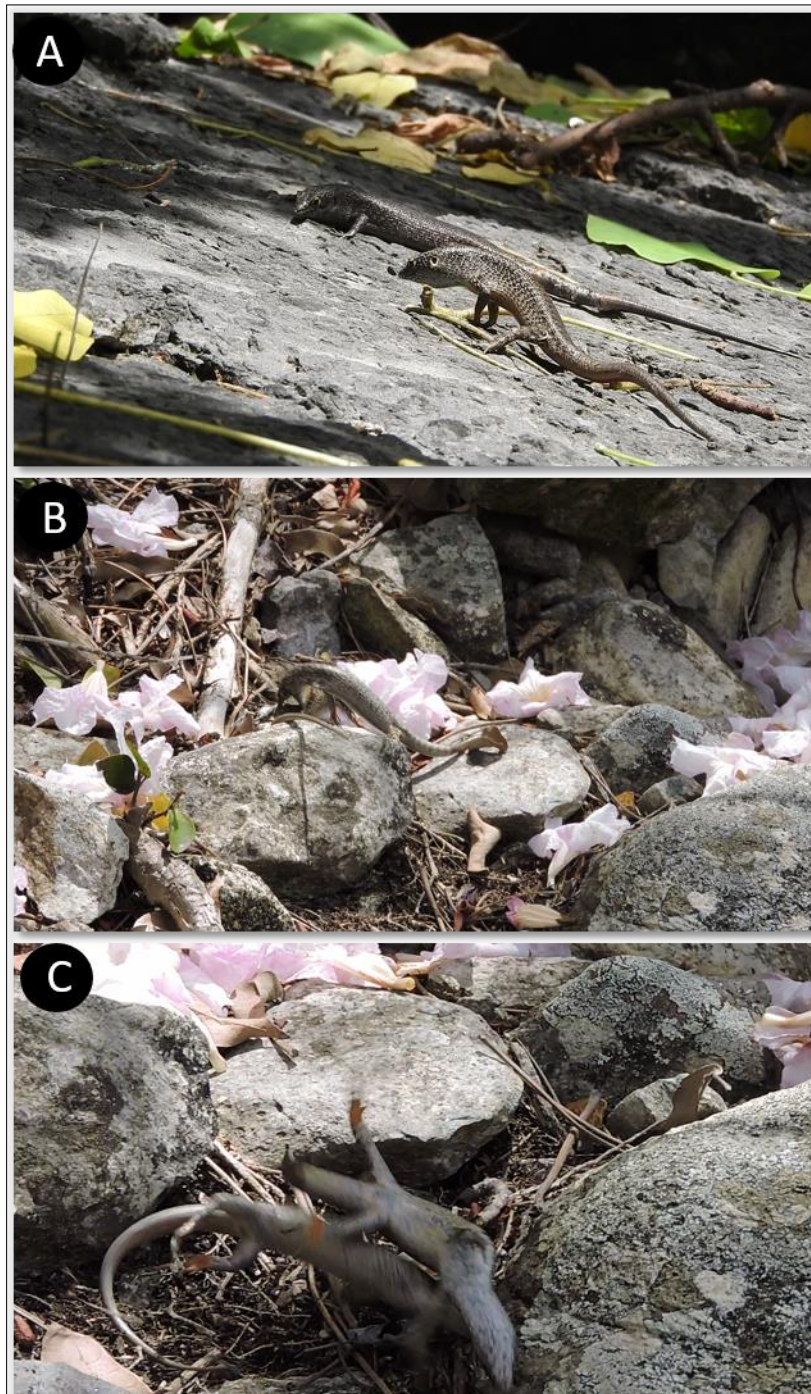
A área média de cada parcela foi de 25 m², 41 indivíduos foram capturados dentro dos seus limites e posteriormente marcados. O tempo de observação variou de 8 a 50 minutos, até que todos os indivíduos fossem identificados e contabilizados. O período

de observação foi referente à quantidade de animais presentes na parcela, sendo finalizado quando todos os animais fossem identificados e observados os comportamentos. Alguns indivíduos apresentaram comportamentos indicando preferência por território, uma vez que os machos maiores os defendiam. Após a identificação visual e determinação do território de cada animal na parcela, os parâmetros foram registrados. Os melhores territórios, com maior disponibilidade de recursos, abrigos e fêmeas, estavam diretamente relacionados ao tamanho corporal dos machos, ou seja, quanto maior o macho, melhor o seu território. Um dos indivíduos identificados, com marcação não permanente e individual, pode ser observado na Figura 14.



Figura 14. *Trachylepis atlantica* com marcação não permanente na região dorsal (numeração 14). Foto: Vinicius Gasparotto.

Machos permaneciam alertas ao longo do dia, e quando outro indivíduo do mesmo sexo se aproximava, o macho residente corria em direção ao invasor para expulsá-lo. Quando o invasor não saía do território, a interação culminava em combate. Da mesma forma, quando uma fêmea se aproximava, o macho residente se aproximava, começando a corteja-lá. As cortes iniciavam-se assim que o reconhecimento visual era estabelecido. Os machos aproximavam-se das fêmeas, realizando movimentos rápidos e frequentes da cabeça na direção dorsal-ventral.

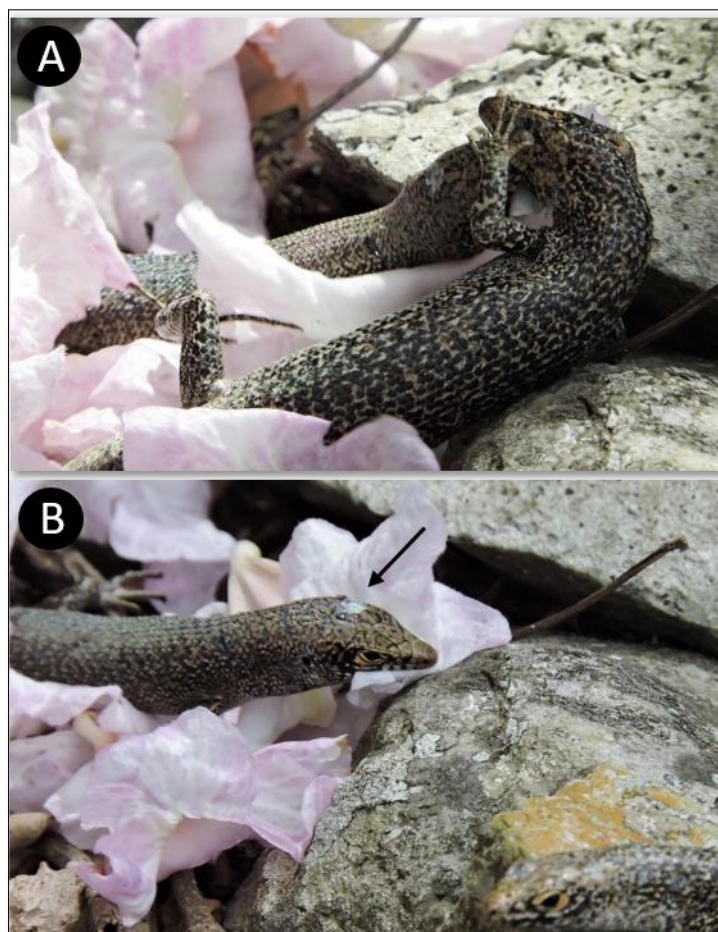


Prancha 1. Combate entre machos. A- Contato visual, aproximação e display corporal. B- Início das agressões e mordidas. C- Rotações. Fotos: Vinicius Gasparotto.

Após as exibições do corpo, o confronto corporal era caracterizado principalmente por mordidas e rotações. As mordidas foram direcionadas para a cauda, regiões cloacais, pescoço e cabeça. Em várias ocasiões os machos exibiram movimentos de ondulação com a porção final da cauda. À medida que o combate se desenvolvia, os indivíduos ficavam ofegantes, com um aparente aumento na frequência

respiratória, conseqüentemente diminuindo os ataques ao rival. Ofensivas sequenciais vindas de ambos os oponentes foram observadas a qualquer momento, variando entre exibições do corpo, até o final do combate quando o perdedor saiu do território seguido pelo macho dominante, que continuou a promover alguns ataques finais, sugerindo que a dominação e defesa do território foram estabelecidas.

Cicatrizes na região da cabeça foram observadas em diversos machos adultos, especialmente nas escamas frontoparietais, localizadas dorsalmente e acima dos olhos, resultantes de mordidas de combate. Além disso, foram observadas caudas mutiladas ou regeneradas (Prancha 2).

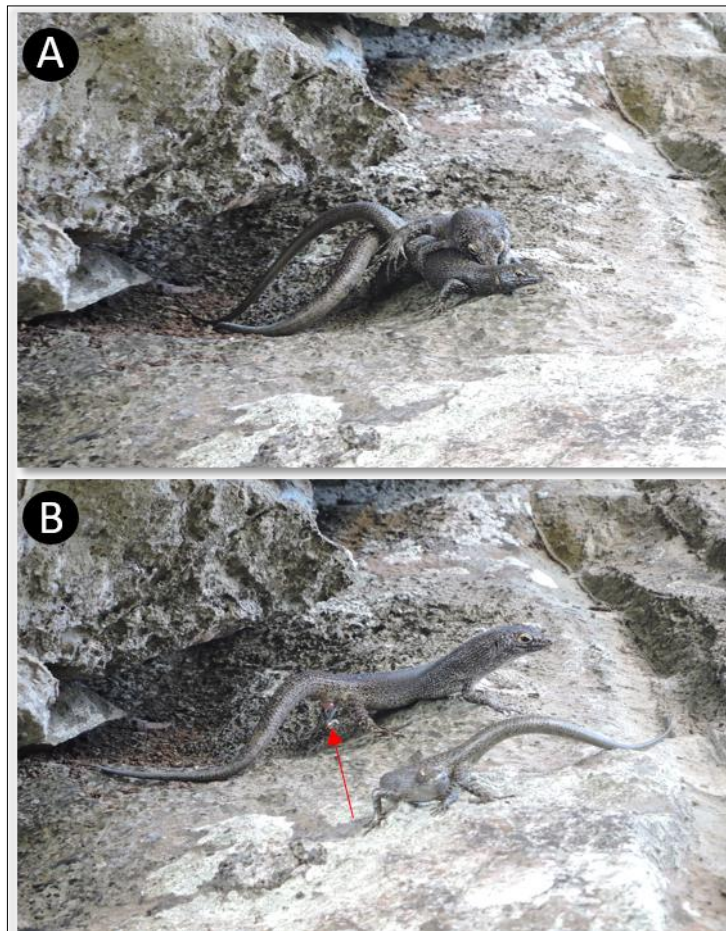


Prancha 2. A- Mordidas na região da cabeça immobilizando a mandíbula do adversário. B- Cicatrizes na região da cabeça (seta preta). Fotos: Vinicius Gasparotto.

1.3.5 Cópula

Algumas cópulas foram registradas entre os meses de novembro e fevereiro. O macho imobilizou a fêmea, mordendo-a na região cervical e contendo seu corpo com

um dos membros traseiros. Em seguida, o macho posicionou-se de tal forma que a cauda da fêmea permaneceu levantada, permitindo a inserção do hemipênis na cloaca da mesma (Prancha 3). A cópula já estava acontecendo quando o registro foi realizado e após aproximadamente um minuto o macho soltou a fêmea. Também foi possível observar a retração do hemipênis.



Prancha 3. A- Momento em que o macho imobiliza a fêmea e realiza a cópula B- Retração do hemipênis (seta vermelha). Fotos: Vinicius Gasparotto.

1.4 DISCUSSÃO

Poucos estudos sobre aspectos da biologia reprodutiva do gênero *Trachylepis* estão disponíveis na atualidade. Rocha et al. (2009) descreveram informações relacionadas à ecologia e história natural do mabuia-de-noronha. Porém, informações mais aprofundadas sobre características reprodutivas, combates, sazonalidade, posturas e número de filhotes por ano não haviam sido estabelecidas. As análises do presente trabalho foram realizadas com o objetivo de elucidar essas questões e obter informações importantes para a conservação do *T. atlantica*.

Devido à ampla distribuição do gênero *Trachylepis*, por pelo menos três continentes e diversas ilhas oceânicas (iNaturalist - CONABIO), esses lagartos apresentam características reprodutivas distintas para as diversas espécies pertencentes ao gênero. Segundo Broadley (1977) algumas espécies podem ser vivíparas, outras ovíparas e algumas delas apresentarem as duas características reprodutivas.

Travassos (1946) citou em um de seus trabalhos que os *T. atlantica* são animais vivíparos. Hojati, Parivar, e Rastegar-Pouyani (2013) generalizaram ainda mais e descreveram o gênero *Trachylepis* como sendo um táxon exclusivamente vivíparo. Essas informações são superficiais e generalistas e não condizem com os resultados obtidos neste trabalho. De acordo com resultados provenientes deste estudo, foi possível observar fêmeas com ovos perfeitamente formados em seus ovidutos pronto para serem deixados no ambiente para incubação, confirmando a característica reprodutiva de oviparidade da espécie, na qual corrobora com dados reprodutivos divulgados pela FPZSP (2015).

A análise da evolução do desenvolvimento folicular torna notável a sazonalidade existente no ciclo reprodutivo das fêmeas do mabuia-de-noronha. O acompanhamento do desenvolvimento testicular dos machos seguiu a mesma linha de tendência. Podemos confirmar que a época reprodutiva das fêmeas, envolvendo a aceitação para cópula e posteriormente a postura dos ovos, ocorre entre os meses de novembro, dezembro, janeiro, fevereiro e março (estação seca). Cópulas e combates por fêmeas e territórios também foram observadas neste mesmo período. De acordo com Goldberg (2007), o *Trachylepis sparsa* originário da Namíbia, África do Sul, apresentou maiores porcentagens de espermatogênese entre os meses de outubro e fevereiro.

Travassos (1946) analisou indivíduos coletados por Branner (1888) nos meses de julho e agosto (estação chuvosa) e citou que todos esses indivíduos apresentaram

gônadas desenvolvidas, sugerindo que encontravam-se maduros sexualmente. O fato de Travassos (1946) acreditar erroneamente que o mabuia-de-noronha era vivíparo, nos induz a crer que as gônadas reprodutivas que ele observou não estavam desenvolvidas o suficiente ao ponto de concluir que os animais estavam em período reprodutivo, nem mesmo caracterizando a oviparidade da espécie. Essa é mais uma evidência que na estação chuvosa (abril-setembro), os animais ainda estão em fase quiescente do ciclo reprodutivo, corroborando com as informações apresentadas por este estudo.

A época de recrutamento é um outro fator importante na análise do ciclo reprodutivo das espécies (Almeida-santos et al., 2014) e podem ser inferidas de maneira direta observando filhotes na natureza (Balestrin e Di-Bernardo, 2005). Baseado em informações referente ao período de incubação de ovos de lagartos da família Scincidae (30 até 79 dias) (Elphick e Shine, 1998) e nas observações de recrutamento observadas à campo (abril), as predições sobre as épocas de posturas citadas anteriormente se fortalecem.

Rocha et al. (2009) não observaram nenhum filhote à campo nos meses de outubro e novembro e nenhuma interação social (combate e cópula). Essa informação sugere que os animais nascidos no primeiro semestre do ano provavelmente já estariam com desenvolvimento corporal em estágio mais avançado, apresentando tamanho corporal entre jovens e adultos, corroborando Barbault (1976) no qual citou que *Trachylepis maculilabris* e *Trachylepis buttneri* apresentaram desenvolvimento rápido e atingiram a maturidade sexual por volta dos seis meses de idade.

Sugere-se que após o período de postura exista um descanso reprodutivo, que coincide com a entrada da estação chuvosa (maior disponibilidade de alimento), quando as fêmeas acumulam reservas energéticas para o próximo ciclo reprodutivo. Podemos observar comportamento reprodutivo semelhante na espécie *Trachylepis vittata* que apresenta sazonalidade reprodutiva e um período de descanso após a reprodução, para acúmulo de reserva energética, sendo que nem todas as fêmeas se reproduzem anualmente (Nassar et al., 2013).

Os encontros agonísticos são comumente observados entre répteis (Shine, 1978; Gillingham, Carpenter, e Murphy, 1983; Almeida-Santos, Aguiar, e Balestrin, 1998; Almeida-Santos e Marques, 2002; Muniz-da-silva e Almeida-Santos, 2013), especialmente em serpentes, concentradas ou diretamente associada à estação reprodutiva. Em relação aos lagartos, principalmente na família Scincidae, as descrições de comportamento agonístico são escassas (Cooper e Vitt, 1987; Cooper,

1999; Chapple, 2003), mas tais descrições são comumente relatadas em Iguanidae, Agamidae (Moehn, 1974; Rand e Rand, 1976), Varanidae (Murphy e Mitchell, 1974), Sphenodontia (Gans, Gillingham, e Clark, 1984) e Holodermatidae (Beck e Ramírez-Bautista, 1991). Esses encontros são mediados por mudanças hormonais durante o ciclo reprodutivo, levando ao aumento de glicocorticóides e andrógenos (Marler e Moore, 1988; Knapp e Moore, 1995).

Em geral, esses encontros têm graus variados de ritualização, culminando ou não em conflito. Os movimentos de cauda são observados em vários lagartos como uma tática anti-predação e, às vezes, são utilizadas em interações sociais (Cooper, 2002). Tornar a cauda visível é uma estratégia usada para atrair o ataque a essa região do corpo, evitando lesões em órgãos vitais. Diversos indivíduos de *Trachylepis atlantica* puderam ser observados apenas com a porção distal da cauda autotomizada. Em um encontro agonístico, um macho foi observado removendo e ingerindo uma porção distal da cauda do rival. Essa observação corrobora as descrições fornecidas por Cooper e Smith (2009), que mencionaram que os lagartos podem autotomizar apenas as porções distais da cauda ao se deparar com um predador.

Assim como observado em *Trachylepis atlantica*, mordidas durante combates foram visualizadas em diversas famílias de lagartos, como no gênero *Anolis* (Vanhooydonck et al., 2005) e *Crotaphytus* (Husak et al., 2006). Por exemplo, o tamanho do corpo, o tamanho da cabeça e a força da mordida influenciam diretamente o sucesso dos indivíduos durante encontros agonísticos (Lappin e Husak, 2005; Lailvaux e Irschick, 2007).

A defesa do território é favorável quando a recompensa, como o acesso às fêmeas e a exclusividade territorial, é maior do que os custos para expulsar os possíveis competidores (Stamps, 1994). O presente estudo pode demonstrar que os machos de maior tamanho corporal, e conseqüentemente os mais velhos, mantiveram e defenderam territórios maiores, com recursos mais abundantes e maior número de fêmeas acessíveis para o corte. Nossos resultados corroboram com os resultados de Schwartz et al. (2007) que demonstraram que os lagartos machos mais velhos (*Crotaphytus collaris*) controlam territórios maiores do que os machos mais jovens, resultando em maior acessibilidade às fêmeas.

As informações morfométricas indicaram que existe dimorfismo sexual para o mabuia-de-noronha. Machos foram significativamente maiores em relação as fêmeas. Rocha et al. (2009) encontraram os mesmos resultados para a mesma espécie do

presente estudo. Lagartos que apresentam comportamento de combate objetivando-se a defesa de território ou disputa por fêmeas, normalmente apresentam maior tamanho corporal (Fitch, 1981). Fêmeas vivíparas da espécie *T. vittata* foram significativamente maiores que machos da mesma espécie (Nassar et al., 2013), devido a fecundidade e a capacidade de animais vivíparos gerarem mais filhotes ser proporcional ao tamanho do corpo (Fairbairn, Blanckenhorn, e Székely, 2007).

Não existe evidências de que o *T. atlantica* tenha mais do que uma ovipostura por ano. Porém, em vista do longo período do ciclo reprodutivo das fêmeas, entre outubro e março, não podemos descartar a possibilidade de existir mais de uma ovipostura realizada por cada fêmea dentro no mesmo ciclo reprodutivo. De acordo com os dados gerados, pode-se inferir que o ciclo de machos e fêmeas são sincronizados, corroborando com outros estudos reprodutivos em outras espécies do gênero *Trachylepis* (Goldberg, 2007).

Figura 16. Baía do Sueste. Foto: Vinicius Gasparotto.



CAPÍTULO 2 - DENSIDADE POPULACIONAL E IMPACTO DE ESPÉCIES INVASORAS

2.1 INTRODUÇÃO

Devido ao isolamento das ilhas, a dinâmica de colonização e extinção de espécies é distinta de áreas continentais (MacArthur e Wilson, 2001). Mundialmente, ilhas ocupam pequena área se comparado às extensas áreas continentais, porém possuem enorme importância ecológica devido aos altos níveis de endemismo e por serem locais de reprodução de espécies marinhas (Dias et al., 2017). Contudo, ilhas oceânicas têm perdido muitas de suas espécies endêmicas desde o século XVI, em decorrência da colonização humana nesses ambientes (Whittaker e Fernández-Palacios, 2007; Triantis et al., 2010). Exemplos clássicos de colonizações podem ser vistas no arquipélago de Galápagos e Hawaii (Cox, Moore, e Ladle, 2016).

Como exemplo, o *Trachylepis atlantica*, espécie endêmica, seu ancestral dispersou do continente Africano, se estabeleceu e especiou-se no arquipélago de Fernando de Noronha. Sendo o único representante do gênero que se encontra mais próximo do continente Sul-Americano do que do continente Africano. A sua dispersão é a mais longa já registrada para o gênero *Trachylepis* (Pereira e Schrago, 2017).

As populações presentes em ilhas possuem maiores riscos de extinção se comparado com populações continentais (Diamond, 1984; Case, Bolger, e Richman, 1992). Características peculiares e específicas de espécies insulares como a baixa fecundidade, não coevolução com espécies exóticas, pequena extensão geográfica onde vivem, entre outros, são fatores que predisõem ao declínio populacional (Simberloff, 1995; Paulay, 1996; Martin, Thibault, e Bretagnolle, 2000).

A densidade de uma população está relacionada principalmente com a disponibilidade de recursos disponíveis no ambiente (Tilman, 1982). Populações insulares, tendem a apresentar densidades maiores do que de populações continentais (Buckley e Jetz, 2007). Flutuações naturais no número de indivíduos ao longo do tempo podem ser consideradas comuns (Blaustein, Wake, e Sousa, 1994), porém, nem todo declínio populacional pode ser considerado natural (Gibbons et al., 2000).

Atividades antrópicas, como a urbanização, poluição, introdução de espécies invasoras e fragmentação dos habitats, são comprovadamente uma ameaça ao meio ambiente e sua biodiversidade (McKinney, 2002; Galli et al., 2014), sendo estas alterações responsáveis pela extinção e declínio populacional de diversas espécies no arquipélago de Fernando de Noronha (Sinervo et al., 2010), como o rato-de-noronha

(*Noronhomys vespucii*) e o mabuia-de-noronha (*Trachylepis atlantica*) (Carleton e Olson, 1999; Agência Estadual de Meio Ambiente, 2017).

Animais que muitas vezes não são vistos com problemáticos, como os animais de estimação criados em domicílio (cães e gatos), podem ser responsáveis pela transmissão de patógenos aos répteis (Frye, 1991; Johnson-Delaney, 1996), dentre outras ameaças (Dias et al., 2017). O que evidencia alguns dos impactos que espécies introduzidas podem gerar para populações insulares, as quais antes viviam isoladas.

Nos últimos anos vem sendo relatada, por moradores locais, uma redução na abundância no mabuia-de-noronha, ainda que este seja facilmente visualizado na ilha. Indícios na redução da população, somada ao fato da espécie ser endêmica do arquipélago, em 2017 esta passou a ser considerada como ameaçada pelo Governo Estadual de Pernambuco (Agência Estadual de Meio Ambiente 2017).

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1 *Área de estudo*

Áreas com diferentes feições de paisagem foram definidas aleatoriamente, de acordo com a capacidade de acesso, com o objetivo de avaliar a densidade da espécie nas distintas paisagens existentes no arquipélago de Fernando de Noronha. Atualmente, a vegetação predominante é a floresta estacional decidual, caducifólia, semelhante ao Agreste Nordestino (Teixeira et al., 2003). Na face sul do arquipélago, exposta aos ventos oceânicos (mar de fora), a vegetação é predominantemente arbustiva e, com alguns trechos constituídos por gramíneas (Marques et al., 2007). A face voltada para o subcontinente da América do Sul, mais protegida dos ventos e com vegetação mais densa, foi denominada como “mar de dentro”. Para estimativa da população de mabuias-de-noronha e avaliação de impactos foram utilizados dados de cinco saídas de campo, com duração de 20 dias cada saída, nos anos de 2015, 2016 e 2018, levando-se em consideração que não exista flutuação da densidade e distribuição ao longo do ano.

2.2.2 *Captura e recaptura visual*

Parcelas amostrais foram definidas de acordo com a acessibilidade e abrangendo os diferentes tipos de paisagens existentes na ilha principal de Fernando de Noronha. As parcelas foram instaladas em paisagens caracterizadas como arbórea, arbustiva, pedreira e urbanizada, sendo que três delas estavam localizadas no “mar de fora” e três no “mar de dentro”.

Os animais foram capturados com auxílio de vara e laço e marcados com identificações numéricas e não permanentes, com auxílio de caneta hidrográfica. As identificações possuíam durabilidade suficiente para as observações serem feitas ao longo do experimento. As marcações eram individualizadas e com coloração discreta para não atrair predadores. Os animais também foram cuidadosamente inspecionados objetivando-se determinar se estavam em processo de ecdise (troca de pele), para que as marcações não se perdessem caso o animal trocasse de pele.

A faixa etária foi determinada no momento da captura, por meio de observações visuais, variando entre filhote, jovem ou adulto. As marcações foram realizadas apenas no primeiro dia. Durante seis dias subsequentes, tanto os animais marcados como os não marcados, foram contados. As análises foram realizadas no programa Mark (Burnham, 1999), utilizando o modelo Poisson log-normal mark-resight (Mcclintock et

al., 2009), considerando a população como fechada (sem nascimentos, mortes, emigração ou imigração durante o período de observação), e sem o uso de covariáveis. Foram comparados os oito grupos (oito ambientes), e em oito ocasiões (anexo I).

2.2.3 *Transecto pontual*

O transecto de ponto foi utilizado como metodologia adicional para a determinação da densidade do mabuia-de-noronha. Este método foi empregado na ilha principal e nas ilhas secundárias da Rata, Meio, Morro da Viúva e Chapéu. Pontos foram determinados de acordo com a acessibilidade aos locais, e um único observador manteve-se parado durante sete minutos observando uma área tridimensional com raio de 2 m (12.6m²) em cada ponto. As observações foram realizadas em diferentes feições vegetacionais, durante o dia, levando-se em consideração a temperatura ambiental (29.8 ± 2.2°C) e os períodos de maiores atividades descrito para a espécie (Rocha et al. 2009). Os parâmetros ambientais como a temperatura e o horário foram fundamentais para efetuar as observações, pois tratam-se de animais ectotérmicos e possuem períodos de atividades determinados pelas condições ambientais.

Utilizou-se o método de ponderação inversa distante (PID) do QGIS[®] (*Open Source Geospatial Foundation* - <http://www.qgis.org/>). A grade da imagem raster resultante teve 3,5 x 3,5 m, resultando em uma área similar à área amostrada (12,6 m²). Em cada célula de grade, a densidade foi calculada dividindo o número estimado de animais por 12,6 m². A área tridimensional do arquipélago foi calculada a partir de um modelo digital de elevação feito com a ferramenta “Terrain Models” do QGIS[®] a partir da criação de dois mapas utilizando o “Hillshade mode” e o “Slope mode”, visando determinar a área tridimensional de cada pixel. A fórmula utilizada foi $A = 100m^2 / \cos(\text{slope} * \pi / 180)$ e os cálculos foram feitos com o plugin “Raster calculation” do QGIS[®]. A área 3D foi obtida a partir dos metadados do mapa “raster”.

2.2.4 *Morfometria*

Os indivíduos que foram capturados tiveram suas medidas biométricas externas aferidas com auxílio de régua e balança digital de precisão. Tanto os machos como as fêmeas foram analisados buscando determinar a existência de dimorfismo sexual entre os indivíduos da ilha principal e indivíduos provenientes das ilhas secundárias. As medidas aferidas foram: comprimento rostro-cloacal (CRC), comprimento da cabeça

(Ccab), largura da cabeça (Lcab), altura da cabeça (Acab) comprimento da cauda (Ccau) e massa corporal.

O teste de Kolmogorov-Smirnov foi utilizado para verificar a distribuição dos dados. A homogeneidade das amostras também foi verificada, utilizando o teste de Levene. Para comparar as medidas morfológicas encontradas entre os sexos foi utilizado o teste t.

2.2.5 Viabilidade populacional e espécies invasoras

Informações populacionais e biológicas obtidas neste estudo e em outros trabalhos com lagartos da família Scincidae (Barbault 1976; Nassar et al. 2013), foram utilizadas como parâmetros necessários para a realização das análises sobre a viabilidade populacional com o auxílio do programa Vortex® (versão 10.0.7.9, Lacy, Borbat, e Pollak, 2014). Por se tratar de uma espécie ameaçada e endêmica do arquipélago de Fernando de Noronha, o foco das simulações foi a presença das espécies invasoras, objetivando-se prever o futuro da população e sua probabilidade de extinção, considerando um cenário base e um cenário com espécies invasoras, como se apresentam a seguir.

Cenário base: este cenário foi desenvolvido com o objetivo de observar as tendências da população o mais próximo do seu estado natural, sem a influência de alterações antrópicas ou a presença de espécies invasoras. Neste cenário, simulações foram realizadas para diferentes taxas de mortalidade.

Cenário com espécies invasoras: um cenário com a presença das duas principais espécies invasoras (gatos e ratos) do arquipélago de Fernando de Noronha foi simulado, alterando apenas as taxas de mortalidade com a finalidade de atingir a abundância atual encontrada para a espécie do presente estudo. O cenário com a presença de gatos e ratos é relatado historicamente como sendo a invasão e colonização mais antiga do arquipélago.

Por meio de registros à campo e informações obtidas em outros trabalhos realizados no arquipélago (Silva-Jr., Péres-Jr., e Sazima, 2005; Gaiotto, 2018; Abrahão, 2019), foi possível prever alterações causadas pelas espécies invasoras, sobre a população de mabuias-de-noronha, direta ou indiretamente.

2.3 RESULTADOS

2.3.1 Densidade e abundância

Resultados provenientes das seis parcelas realizadas, em diferentes paisagens do arquipélago de Fernando de Noronha, podem ser observadas abaixo na Tabela 1.

Tabela 1. Densidade do mabuia-de-noronha (*Trachylepis atlantica*) na ilha principal do arquipélago de Fernando de Noronha, em seis localidades.

	Parcelas	População estimada	Desvio padrão	Esforço (min)	Área (m ²)	Densidade (ind./m ²)
Mar de dentro	Pedreira	22.09	3.73	97	13.5	1.64
	Arbustiva	59.70	6.86	157	36.7	1.63
	Urbanizada	10.86	2.21	61	7.7	1.41
Mar de fora	Arbustiva	13.21	2.03	106	30	0.44
	Arbustiva	12.29	2.46	96	48	0.26
	Arbórea	11.51	2.06	96	52	0.22

Para a metodologia do transecto pontual, 448 animais foram contabilizados em 150 pontos amostrais na ilha principal de Fernando de Noronha (113 pontos / 75.3%) e em quatro ilhas secundárias do arquipélago (Rata – 19 pontos / 12.6%, Meio – 16 pontos / 10.7%, Chapéu – 1 ponto / 0.7% e Viuvinha – 1 ponto / 0.7%). As contagens variaram de 0 a 19 indivíduos e a densidade estimada por ponto foi de 0-1.51 indivíduos/m².

A distribuição espacial dos pontos de amostragem não foi regular, então os valores de contagem foram utilizados para calcular a variação contínua da densidade utilizando a análise de interpolação pontual. O resultado do cálculo de densidade realizado pelo plugin de interpolação do Quantum GIS[®] 2.8.1 foi de 0.167 ± 0.090 ind./m² na ilha principal, 0.357 ± 0.170 ind./m² nas ilhas secundárias amostradas (Rata, Meio, Chapéu e Viuvinha) e 0.184 ± 0.109 ind./m² para a área total do arquipélago de Fernando de Noronha.

O mapa de densidade resultante, bem como a localização dos pontos de amostragem e parcelas podem ser observados no mapa a seguir (Figura 17).

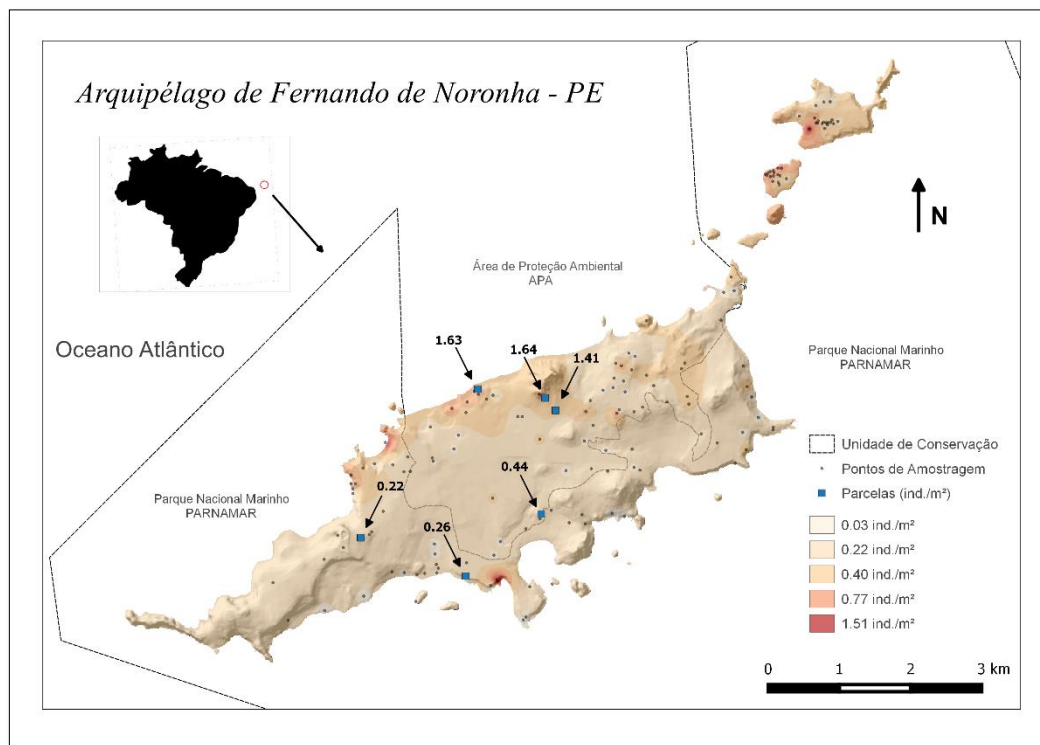


Figura 17. Densidade do mabuia-de-noronha (*Trachylepis atlantica*) no arquipélago de Fernando de Noronha, pontos de amostragem e locais das parcelas utilizadas para a metodologia de captura e recaptura visual. Ilustração: Vinicius Gasparotto, 2018, Qgis®.

A abundância do *Trachylepis atlantica*, calculada a partir dos metadados gerados pelo mapa de interpolação do software QGIS® e considerando a área tridimensional do arquipélago de Fernando de Noronha, seria de 3.295.440 indivíduos (2.820.630 indivíduos na ilha principal e 474.810 indivíduos nas ilhas secundárias). Para os cálculos foi considerada a densidade média resultante dos cálculos demonstrados acima (ilha principal 0.167 ind./m², ilhas secundárias 0.357 ind./m², levando em consideração a extensão de 18.22 Km² (ilha principal 16.89 Km², ilhas secundárias 1.33 Km²) do arquipélago de Fernando de Noronha.

2.3.2 Parâmetros morfométricos entre ilhas

Entre os anos de 2014 e 2016, 135 indivíduos foram capturados, sendo que 114 foram provenientes da ilha principal (84,4%) e 21 (15,5%) oriundos das ilhas secundárias (10 indivíduos na ilha Rata, sete na ilha do Meio, dois na ilha São José e dois na ilha do Chapéu). As variáveis apresentaram distribuição normal e não apresentaram diferenças de variabilidade. Todos os parâmetros foram maiores nas ilhas secundárias, sendo o CCab ($p = 0,010$) e a massa ($p = 0,007$) significativamente

diferentes. O CTot foi significativo com um alpha de 0.1 ($p = 0,058$). Os resultados e as diferenças dos parâmetros biométricos estão apresentados nas Tabelas 2 e 3.

Tabela 2. Valor médio e diferenças dos parâmetros morfométricos de *Trachylepis atlantica* capturados na ilha principal e em ilhas secundárias do Arquipélago de Fernando de Noronha.

Parâmetros	Ilha	Média	K-S (p)	Diferenças (CI 95%)	p
Comp. cabeça (CCab) (cm) ^a	Principal	1.68	0.124	-0.19 (-0.33; -0.05)	0.010
	Secundária	1.87	0.207		
Rostro-cloacal (CRC) (cm)	Principal	9.06	0.526	-0.48 (-1.01; 0.05)	0.075
	Secundária	9.54	0.858		
Comp. caudal (CCau) (cm)	Principal	13.58	0.895	-0.87 (-2.03; 0.29)	0.142
	Secundária	14.44	0.979		
Comp. total (CTot) (cm)	Principal	22.50	0.681	-1.49 (-3.02; 0.05)	0.058
	Secundária	23.99	0.959		
Massa (g) ^a	Principal	16.60	0.689	-4.51 (-7.76; -1.25)	0.007
	Secundária	21.11	0.793		

K-S test = Kolmogorov-Smirnov (normality) test. a Significant differences at alpha = 0.05.

Tabela 3. Comparação das diferenças observadas entre machos e fêmeas do mabuia-de-noronha (*Trachylepis atlantica*) entre as ilhas do arquipélago.

Parâmetro	Ilha	Sexo	Média	K-S (p)	Diferenças (CI 95%)	p
Comp. cabeça (CCab) (cm) ^a	P	Fêmea	1.53	0.142	-0.23 (-0.34; -0.12)	<0.00
		Macho	1.76	0.134		1
	S	Fêmea	1.68	0.239	-0.55 (-0.71; -0.38)	<0.00
		Macho	1.87	0.324		1
Rostro-cloacal (CRC) (cm) ^a	P	Fêmea	8.40	0.761	-1.02 (-1.43; -0.61)	<0.00
		Macho	9.42	0.133		1
	S	Fêmea	9.06	0.915	-1.59 (-2.42; -0.75)	0.001
		Macho	9.54	0.892		
Comp. caudal (CCau) (cm) ^a	P	Fêmea	12.40	0.492	-1.81 (-2.76; -0.87)	<0.00
		Macho	14.21	0.957		1
	S	Fêmea	13.58	0.748	-3.37 (-5.12; -1.61)	0.001
		Macho	14.44	0.854		
Comp. total (CTot) (cm) ^a	P	Fêmea	20.80	0.869	-2.61 (-3.84; -1.38)	<0.00
		Macho	23.41	0.622		1
	S	Fêmea	22.50	0.988	-4.95 (-7.00; -2.90)	<0.00
		Macho	23.99	0.973		1
Massa (g) ^a	P	Fêmea	12.45	0.304	-6.62 (-8.94; -4.31)	<0.00
		Macho	19.08	0.485		1
	S	Fêmea	16.60	0.508	-12.57 (-16.83; -8.32)	<0.00
		Macho	21.11	0.995		1

a Equal variances (p > 0.05). P - Ilha principal; S - Ilhas secundárias.

2.3.3 Análise da viabilidade populacional e risco de extinção

As simulações realizadas no programa Vortex[®] para o cenário-base da dinâmica populacional do mabuia-de-noronha pode ser observadas na Tabela 4. Os parâmetros utilizados para as simulações estão apresentados no Anexo II. O cenário-base demonstrou diferentes previsões de acordo com as porcentagens de mortalidade testadas, 10, 15, 18 e 20%. Apesar da capacidade de crescimento positiva em todas as simulações, as taxas de mortalidade igual ou acima de 18% (Figura 18) não manteria a estabilidade da população próximo ao nível máximo da capacidade de suporte, -10% do valor de (K)¹.

¹ K = capacidade de suporte

Tabela 4. Resultados das modelagens realizadas para o cenário base do *Trachylepis atlantica* no arquipélago de Fernando de Noronha.

Mortalidade	CC (r_{det})	CE	Média da População
10%	0,041	0,036	6.367.230 \pm 124.295
15%	0,023	0,020	6.233.162 \pm 303.779
18%	0,013	0,010	5.934.650 \pm 619.137
20%	0,005	0,003	4.989.501 \pm 1.251.637

CC - Capacidade de crescimento; CE – Crescimento estocástico

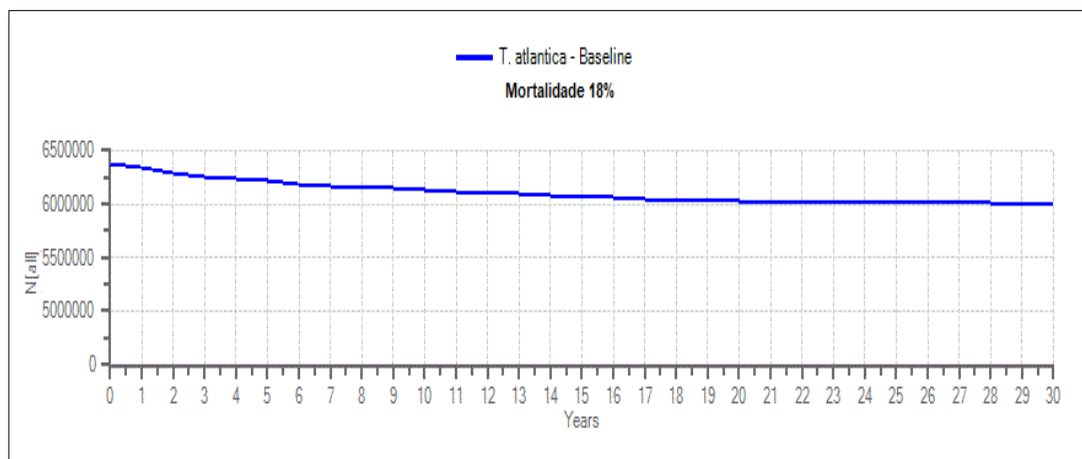


Figura 18. Cenário-base com taxa de mortalidade de 18%, simulados com auxílio do programa Vortex®, para o *T. atlantica* no arquipélago de Fernando de Noronha. Ilustração: Vinicius Gasparotto, 2019.

Com a chegada dos primeiros colonizadores no século XVI, e devido as alterações antrópicas e introdução dos ratos e gatos no arquipélago, supõe-se que a taxa de mortalidade da população do *T. atlantica* tenha aumentado consideravelmente. Simulações baseadas no período de tempo após a introdução das espécies invasoras, presença de gatos e ratos, e presumindo-se que a população do mabuia-de-noronha estava próximo da capacidade de suporte, podemos prever que a taxa de mortalidade da população atual é próxima a 21%, resultando na densidade de mabuias-de-noronha que estimamos com este estudo (Figura 19 e Tabela 5).

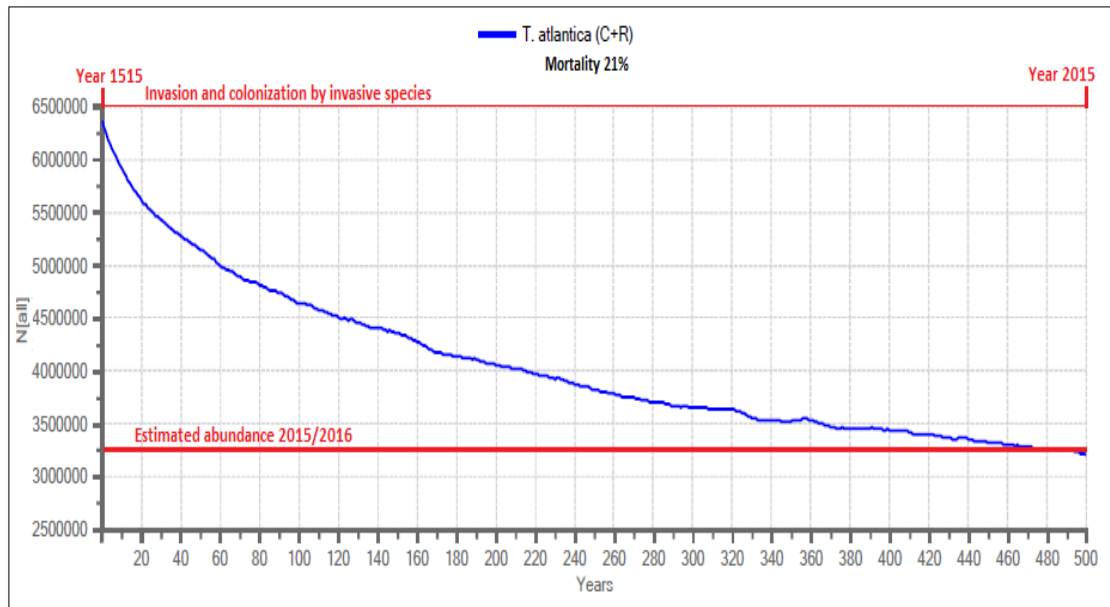


Figura 19. Simulação da dinâmica e abundância populacional do *T. atlantica*. Cenário demonstrando alterações após a introdução de espécies invasoras e alterações antrópicas no Arquipélago de Fernando de Noronha. Ilustração: Vinicius Gasparotto, 2019.

Tabela 5. Resultado da simulação realizada para o cenário pós-colonização, com a presença de gatos e ratos interferindo na população de *Trachylepis atlantica*.

Mortalidade	CC (r_{det})	CE	Média da População
21%	0,001	0,000	$3.241.831 \pm 1.738.159$

CC - Capacidade de crescimento; CE – Crescimento estocástico

Com o aumento expressivo e descontrolado do turismo nos últimos anos no arquipélago de Fernando de Noronha e a introdução de outras espécies potencialmente invasoras, a tendência dos impactos negativos sobre a população de *Trachylepis atlantica*, e até mesmo a probabilidade de extinção da espécie, deve ser considerada como uma possibilidade real. Aparentemente, além dos ratos e gatos presentes no arquipélago, a população de teiús e garças-vaqueiras vem também causando impactos sobre o mabuia-de-noronha. Supondo-se que a introdução do *S. merianae*, ocorrida previamente a 1918 (Santos, 1950), e o favorecimento do estabelecimento da *B. ibis* (últimos 15 anos) resulte em um aumento da taxa de mortalidade do *T. atlantica* para 24%, a probabilidade de extinção da espécie ficaria mais evidente (Figura 20). Podemos observar na simulação realizada com 30% de taxa de mortalidade, que a população atingiria números alarmantes em aproximadamente 160 anos e a extinção ocorreria em menos de 380 anos (Figura 21). Dados podem ser visualizados na Tabela 6.

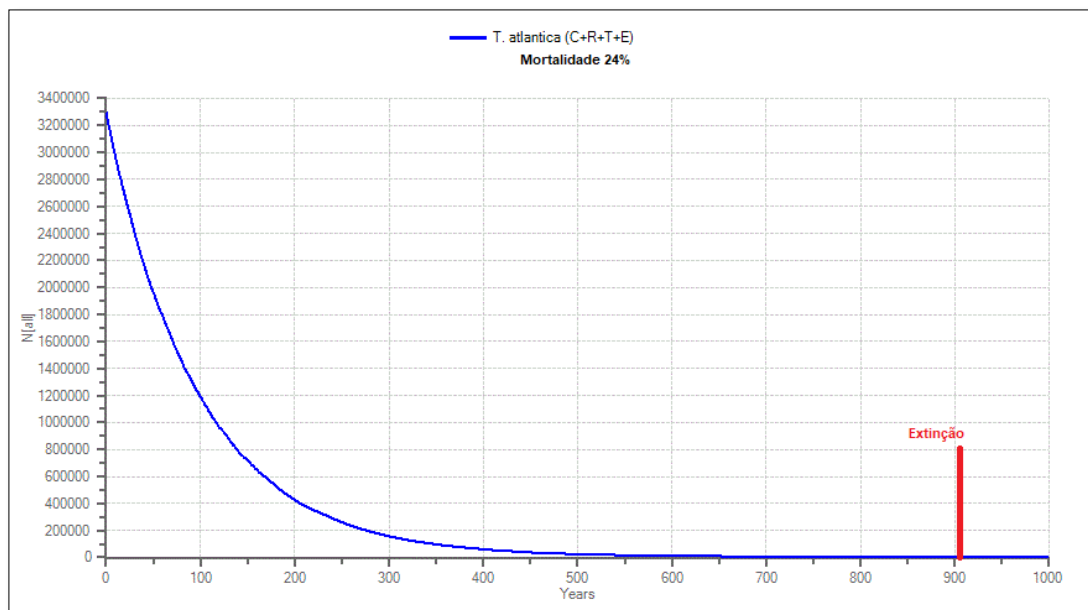


Figura 20. Cenário demonstrando acréscimo de 3% na taxa de mortalidade da espécie, simulados com auxílio do programa Vortex®. Ilustração: Vinicius Gasparotto, 2019.

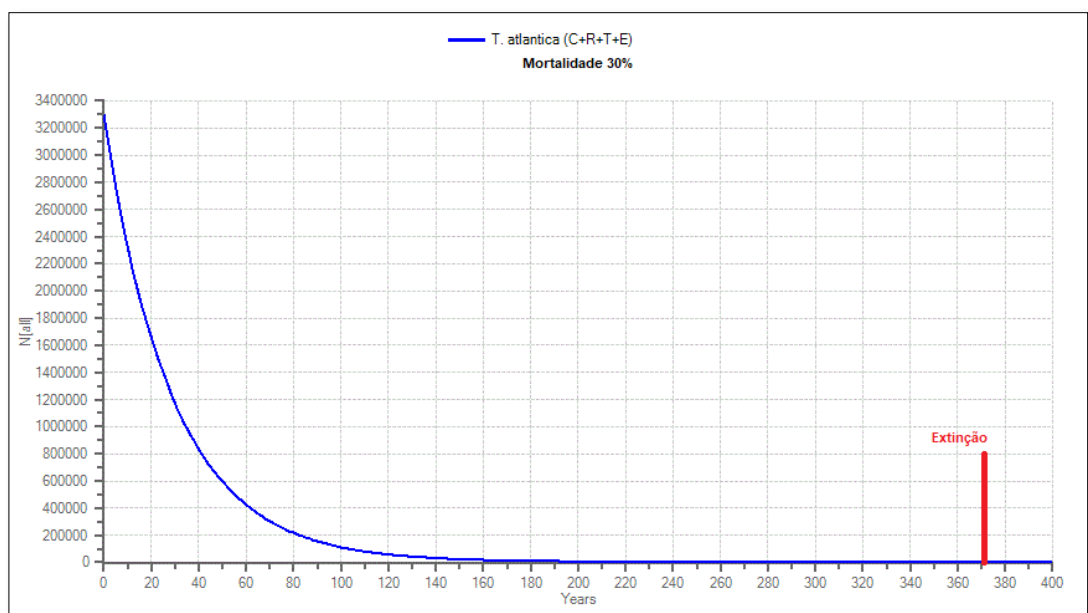


Figura 21. Cenário demonstrando taxa de mortalidade de 30%, simulados com auxílio do programa Vortex®. Extinção ocorreria em menos de 400 anos. Ilustração: Vinicius Gasparotto, 2019.

Tabela 6. Resultado das simulações realizadas para o cenário com a presença de gatos, ratos, teiús e garças.

Mortalidade	CC (r_{det})	CE	PE	TE	Média da População
24%	-0,010	-0,012	0,28	913	146 ± 681
30%	-0,034	-0,037	1	373	0 ± 0

CC - Capacidade de crescimento; CE – Crescimento estocástico; PE – Probabilidade de extinção; TE – Tempo para extinção (anos).

2.4 DISCUSSÃO

A presença do *T. atlantica* sempre foi relatada como extremamente abundante pela população local, turistas e alguns pesquisadores no arquipélago de Fernando de Noronha. Porém, resultados deste estudo mostraram que a população se encontra abaixo da capacidade de suporte estimada para o arquipélago. Com os dados adquiridos foi possível estimar a densidade para diferentes tipos de paisagens e ilhas do arquipélago. Com os valores obtidos foi possível comparar com estudos realizados para outras espécies do gênero, vivendo em situações similares, demonstrando que a densidade do *T. atlantica* é relativamente mais elevada: *Trachylepis adamastor* 0.012 ind./m², endêmico da Ilha Tinhosa Grande (Souza, 2017) e *Trachylepis sechellensis* 0.021 ind./m², endêmico das Ilhas Seychelles (Gerlach, 2008).

A elevada densidade do mabuia-de-noronha no arquipélago, em relação à lagartos continentais, pode ser explicada pelo fenômeno conhecido como compensação de densidade (Novosolov et al., 2016). De acordo com Buckley e Jetz (2007), espécies insulares tendem a ter densidades populacionais mais elevadas do que espécies continentais, por exemplo o *Salvator merianae*, com densidade de 0.00069 ind/m² na ilha principal de Fernando de Noronha (Abrahão et al., 2019) e 0.000063 ind/m² no Estado do Espírito Santo (Chiarello et al., 2010).

A baixa riqueza de animais nativos presentes no arquipélago de Fernando de Noronha e a provável inexistência de predadores naturais, anteriormente à colonização humana, foram, possivelmente, fatores importantes para a elevada densidade de *T. atlantica* no arquipélago. A falta de outras espécies que compartilham o mesmo nicho que o mabuia-de-noronha acaba gerando pouca competição intraespecífica, aliado à inexistência de predadores naturais, possivelmente resultando em uma baixa taxa de predação durante o estabelecimento da espécie nesse ambiente insular (Adler e Levins, 1994).

A elevada densidade populacional do *T. atlantica* encontrada atualmente, em relação as espécies citadas anteriormente ou espécies continentais, não garante a manutenção da população. Se considerarmos e estendermos a mesma densidade observada nas ilhas secundárias, no qual não existem gatos, para a ilha principal, a capacidade de suporte do arquipélago poderia ser de no mínimo 6.504.540 indivíduos. A população atual estaria então, pelo menos, 50.66% menor do que o esperado para um ambiente que apresente características naturais e livres de alterações antrópicas.

Diversas espécies invasoras habitam Fernando de Noronha, principalmente em sua ilha principal, são elas: ratos (*Rattus rattus* e *Rattus norvegicus*), camundongos (*Mus musculus*), mocó (*Kerodon rupestris*), cão doméstico (*Canis lupus familiares*), gato (*Felis catus*), garça vaqueira (*Bubulcus ibis*), teiú (*Salvator meriane*), sapo cururu (*Bufo jimi*), dentre outros (Serafini, França, e Andriquetto-Filho, 2010).

Introduzidos no arquipélago logo após o aparecimento dos primeiros colonizadores, durante o século XVI, gatos são considerados predadores muito eficientes e sua população estimada para o arquipélago de Fernando de Noronha é de aproximadamente 1.287 indivíduos (Dias et al., 2017). São responsáveis pela extinção de aves, mamíferos e répteis em diversas ilhas ao redor do mundo (Medina et al., 2011; Nogales et al., 2013).

Sem a presença de predadores no arquipélago, o mabuia-de-noronha especiou-se sem a característica comportamental de defesa em relação as ameaças provenientes de espécies predadoras, tornando-o extremamente vulnerável em encontros com as atuais espécies invasoras presentes no arquipélago. Gatos, ratos e teiús podem ser considerados uma das principais ameaças para o mabuia-de-noronha, predando-os diariamente, nas mais variadas paisagens do arquipélago. Essa percepção foi observada por Dias et al. (2017) que descreveu a frequentemente predação do *T. atlantica* pelos gatos, sendo que em seus resultados apresentados, diversos entrevistados relataram manter gatos em suas residências com a finalidade precípua de predação do mabuia-de-noronha.

A pressão de predação gerada pelas espécies invasoras, principalmente gatos, podem estar influenciando diretamente nos valores das densidades populacionais obtidas neste estudo. Essa hipótese corrobora com Case e Bolger (1991) que afirmam que gatos tem sido considerados grandes predadores de pequenos répteis em diversos tipos de ecossistemas. Smith et al. (2012) também chegaram à conclusão que a predação realizada por espécies introduzidas sobre os répteis da Ilha Christmas/Austrália foi um dos fatores mais importante para o declínio dos répteis nativos.

Ressalta-se que os gatos estão presentes somente na ilha principal e nas ilhas secundárias existem apenas teiús em baixa densidade e roedores em alta densidade (Abrahão et al., 2019; Russell et al., 2018). Provavelmente a ausência de uma única espécie invasora nas ilhas secundárias, com um enorme potencial de predação (*Felis catus*), manteve a densidade do mabuia-de-noronha 119% mais elevada (0.357 ind./m²) em relação a densidade calculada para a ilha principal (0.167 ind./m²). Não só a

densidade é mais elevada, mas sim o tamanho dos indivíduos foi significativamente maior nas ilhas secundárias em relação a ilha principal. O tamanho significativamente maior pode estar relacionado com a expectativa de vida mais prolongada desses indivíduos nas ilhas secundárias, mas também as características e condições da ilha em si.

Répteis possuem crescimento corporal durante todo o período de sua vida e, de acordo com (Goss, 1974), anfíbios e répteis mantem suas epífises cartilaginosas durante toda vida, proporcionando crescimento contínuo enquanto estiver vivo. Segundo Olsson e Shine (1996), a aceitação do conceito sobre o “crescimento indeterminado” dos répteis pode ser melhor aplicável em algumas espécies de lagartos com expectativa de vida mais curta. Essa informação corrobora e explica os dados obtidos neste estudo sobre os maiores parâmetros morfométricos encontrados nos animais presentes nas ilhas secundárias. As ilhas secundárias apresentam menores alterações ambientais e menor número de espécies invasoras, influenciando diretamente na longevidade do *T. atlantica* em relação aos indivíduos presentes na ilha principal.

A “regra da ilha” é um efeitos conhecido por causar alterações no tamanho corporal de animais insulares de acordo com características e condições da ilha no qual vivem, podendo ser relacionados a fatores extrínsecos (clima etc.) ou intrínsecos (predação etc.) (Millien e Damuth, 2004; Norrdahl et al., 2004; Lomolino, 2005). De acordo com Russell et al. (2011) quando ilhas compartilham condições climáticas similares e estão localizadas na mesma região biogeográfica, fatores extrínsecos podem não explicar diferenças nos padrões corporais. Porém, a elevada pressão de predação realizada pelos gatos e a competição por recursos com as outras espécies invasoras provavelmente criaram uma pressão seletiva e influenciou diretamente na densidade e tamanho corporal dos indivíduos, resultando no provável declínio populacional.

Ferramentas complementares vem sendo utilizadas para o melhor entendimento das relações entre as espécies. As análises de isótopos estáveis são utilizadas em estudos de ecologia alimentar, uso do habitat, fisiologia, dentre outras (Newsome, Clementz, e Koch, 2010). A base para este tipo de análise são que as composições dos isótopos dos consumidores refletem as composições isotópicas dos produtores primários, que por sua vez refletem as características ambientais dos quais esses indivíduos compartilham (Reich e Worthy, 2006). Dessa maneira, o entendimento da cadeia trófica e de interações mais complexas é facilitado.

Com a chegada de outras espécies invasoras no arquipélago, como o teiú (*Salvator merianae*) e a garça-vaqueira (*Bubulcus ibis*) (Nunes et al., 2010; Abrahão et al., 2019), a tendência do aumento das taxas de mortalidade e declínio populacional são preocupantes. Segundo Gaiotto (2018), 19.6% da alimentação dos teiús foi constituída de indivíduos da espécie *T. atlantica*. Silva-Jr. e colaboradores (2005) também relatam a predação do *T. atlantica* pela garça-vaqueira, confirmando os impactos que essas espécies invasoras já vêm causando.

As simulações realizadas com a finalidade de prever uma taxa de mortalidade para a espécie, em um cenário sem predadores, sugere que as taxas encontradas para o *T. atlantica* são muito menores do que as taxas encontradas para outros lagartos (Scincidae) continentais. A capacidade reprodutiva, número de ovos, múltiplas posturas ao longo do ano, de lagartos da família Scincidae (Barbault, 1976), são muito superiores ao mabuia-de-noronha. Isso se deve, provavelmente ao fato do *T. atlantica* ter evoluído em um ambiente sem a presença de predadores e não necessitem de características reprodutivas tão eficientes ou que exijam muito das fêmeas durante a estação reprodutiva.

Segundo Serafini (2010), Fernando de Noronha e Trindade são as ilhas oceânicas brasileiras que mais sofreram alterações em sua biodiversidade, principalmente pelo estabelecimento do homem e os impactos antrópicos decorrentes desde tipo de colonização e uso de recursos. Por fim, as simulações sobre a viabilidade populacional, relacionando informações de predação e alterações provocadas pelas espécies invasoras, demonstram que a população encontra-se em declínio. Ressalta-se ainda que os impactos negativos sobre a única população de *T. atlantica* conhecida vem aumentando a cada dia.

Figura 22. Mar de fora – Ilha Cabeluda. Foto: Vinicius Gasparotto.



CAPÍTULO 3 - AVALIAÇÃO SANITÁRIA

3.1 INTRODUÇÃO

A Organização Mundial da Saúde (OMS) define o estado de plena saúde como o completo bem estar físico, mental e social, e não apenas a ausência da doença em si ou enfermidade propriamente dita (Last et al., 2001). Porém, com o aumento da população humana e conseqüentemente as alterações causadas no ambiente, como a fragmentação e degradação de habitats, isolamento de populações e contato próximo entre humanos, animais domésticos e animais selvagens, impactos negativos na saúde da vida selvagem estão sendo observados (Jones, 1982; Scott, 1988; Daszak, Cunningham, e Hyatt, 2000).

O manejo da fauna com o objetivo da conservação da vida selvagem, baseados em avaliações sanitárias e estudos de monitoramento de doenças, tem aumentado nas últimas décadas (Daszak, Cunningham, e Hyatt, 2000; Deem, Karesh, e Weisman, 2001). Devido a isso, o conhecimento da estrutura das comunidades, dinâmica populacional e o comportamento individual são fatores indispensáveis para a conservação da vida selvagem (Deem, Karesh, e Weisman, 2001).

A movimentação de animais domésticos ao redor do mundo, impulsionado por humanos desde as primeiras colonizações européias, foi responsável pela introdução de diversos tipos de patógenos exóticos nos mais diversos ambientes (Daszak, Cunningham, e Hyatt, 2000). Um exemplo clássico é a peste bovina introduzida no ano de 1889 na África, suprimindo mais de 90% da população de búfalos do Quênia, afetando toda a cadeia trófica, extinguindo espécies e causando impactos negativos nas populações nativas (Daszak, Cunningham, e Hyatt, 2000).

Alterações ambientais e a introdução de espécies domésticas ou selvagens podem acarretar conseqüências devastadoras em ambientes insulares, visto a fragilidade e especificidade desse tipo de ecossistema. Fenômenos antrópicos negativos estão ocorrendo de maneira descontrolada e em uma escala mundial, facilitando o aparecimento de novas doenças e impactando negativamente a vida selvagem, dificultando os esforços que são direcionados para a conservação (Deem, Karesh, e Weisman, 2001).

A pesquisa de doenças em animais é um passo importante para o conhecimento e a prevenção da dispersão de doenças em populações selvagens (Armstrong, Jakob-Hoff, e Seal, 2003). Pesquisas sobre possíveis micro-organismos e testes específicos para organismos que foram considerados importantes dentro do grupo dos répteis. Levando-se em consideração os possíveis efeitos deletérios sobre a população do mabuia-de-

noronha o presente trabalho pesquisou *Salmonella* spp., *Escherichia* sp., hemoparasitas e, ectoparasitas, objetivando-se identificar possíveis efeitos desses organismos na saúde dessa espécie endêmica, provável dispersão entre espécies e potencial zoonótico (Woodford e Rossiter, 1994; Johnson-Delaney, 2006).

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1 Avaliação da saúde e agentes transmissíveis nos mabuias-de-noronha

Sangue total, soro, swab cloacal e oral, ectoparasitas, fezes e tecidos biológicos foram coletados dos indivíduos capturados no arquipélago de Fernando de Noronha com o objetivo de determinar a circulação de agentes responsáveis por quadros patológicos ou que viessem, de alguma maneira, influenciar negativamente a população dos mabuias-de-noronha.

3.2.2 Dados biométricos

Para as medidas, foi utilizada uma régua rígida, com escala de 1 mm, sendo medidos o comprimento rostro-cloacal (CRC), comprimento da cabeça (Ccab), comprimento da cauda (Ccau) e o comprimento total (Ctotal). Os indivíduos que apresentavam sinais de perda ou regeneração caudal, tiveram observações registradas. Para aferir o peso, foi utilizada uma balança digital de precisão, com escala de 1g. Uma sonda adaptada ao tamanho dos indivíduos foi utilizada para a sexagem.

Foi utilizado o comprimento rostro-cloacal (CRC) e a massa corporal dos indivíduos para o estabelecimento do índice de massa corporal (IMC). Este índice foi correlacionado com o CRC para que pudesse permitir a interpretação dos resultados. Quaisquer alterações biológicas ou patógenos que pudessem vir a ser isolados ou que viessem a causar alguma alteração sanitárias nos indivíduos, foram comparados com possíveis valores negativos gerados pela correlação (abaixo da linha de tendência):

$$IMC = \frac{\text{Massa corporal}}{CRC^2}$$

3.2.3 Valores de referência e dados hematológicos

Após a coleta sanguínea, em tubo heparinizado, e em um prazo máximo de 24 horas sob refrigeração, a contagem dos eritrócitos foi realizada em laboratório de campo com a diluição do sangue total em solução de NaCl 0,9% na proporção de 20µl de sangue para 3980µl de NaCl 0,9%. Posteriormente, com auxílio de uma câmara de Neubauer foi realizado a contagem dos cinco quadrantes centrais utilizando objetiva de 40x. Multiplicou-se o total de hemácias encontradas nos cinco quadrantes por 10.000 e obtivemos os valores expressos na unidade hemácias/mm³. O volume corpuscular

médio foi calculado dividindo-se o hematócrito pelo número de eritrócitos e multiplicando-se por 10. Foi representado pela unidade de fentolitros (fL).

Para a concentração sanguínea de leucócitos, as amostras foram diluídas na proporção de 20µl de sangue para 380µl de Azul Cresil Brillhante. Com auxílio da câmara de Neubauer, a leitura foi realizada nos quatro quadrantes laterais utilizando objetiva de 40x. Multiplicou-se o valor total por 50 obtendo-se valores expressos em leucócitos/mm³.

Para determinar o volume do hematócrito, foi empregada a técnica do micro hematócrito. Para isso um tubo capilar foi preenchido com sangue total, uma das extremidades vedada e centrifugado a 12.000 RPM durante 10 minutos. A interpretação foi realizada em uma escala de 0 a 100, expressa em percentagem no limite de separação entre os eritrócitos e o plasma.

A proteína plasmática foi mensurada com o produto restante das leituras dos hematócritos, no caso o plasma. Assim sendo, com o auxílio do refratômetro, o nível de proteína plasmática foi determinado e expresso em mg/dL.

3.2.4 Hemoparasitas

Foram realizados esfregaços sanguíneos, em duplicata, com sangue coletado sem anticoagulante. Uma das amostras foi corada pelo método Panótico Rápido (“Diff-Quik” stain: fixado em solução I durante 30 segundos, seguido de imersão em solução II durante 30 segundo e por fim na solução III por mais 30 segundos) e a outra apenas fixada com metanol. As lâminas foram encaminhadas para laboratório de patologia clínica, para avaliação em microscopia óptica, com a finalidade de busca por quaisquer alterações hematológicas ou pela presença de hemoparasitas.

Para a pesquisa de tripanossomatídeos, o sangue coletado foi inoculado em tubos com meio bifásico constituído por fase sólida BAB (blood agar base com 10% de sangue de coelho) e fase líquida de meio LIT (contendo soro fetal bovino e antibiótico) e cultivadas a 25-30° C. As espécies de tripanossomatídeos porventura isoladas serão crio-preservadas na Coleção Brasileira de Tripanossomatídeos do Departamento de Medicina Veterinária Preventiva e Saúde Animal FMVZ-USP.

3.2.5 Ectoparasitas

Exames físicos foram realizados com a finalidade de relacionar algum quadro patológico em decorrência dos níveis de infestação ou pela transmissão de algum agente

etiológico isolado com a presença de ectoparasitas, comumente observados entre as escamas, aderidos ao redor dos olhos, cloaca e membrana timpânica ou presentes no interior da cavidade oral.

3.2.5.1 Identificação

Para o gênero *Amblyomma*, foi utilizado a chave de identificação de Aragão e Fonseca (1961), bem como confrontou-se com a descrição e imagens contidas em Robinson (1926). Para a identificação de espécies do gênero *Fonsecia* foi utilizado a chave de (Brennan e Loomis, 1959). Para espécies pertencentes ao gênero *Eutrombicula* foi utilizado a chave de (Brennan e Reed, 1974). A chave de De La Fuente et al. (2016) foi utilizada para espécies do gênero *Hannemania*. Os ácaros foram posicionados em lâminas, clarificados com ácido láctico a 55° C. Posteriormente foram preparados de acordo com Lindquist, Krantz, e Walter (2009), montados em lâminas, secos, selados com ISOQUID-4571 e depositados em coleção biológica. Extração de DNA e reação em cadeia de polimerase (PCR) foram realizadas. A sequência obtida foi editada usando o programa SeqMan (Lasergene, DNASTar, Madison, Wis.), analisadas usando o software Geneious versão 11.1.4 e verificadas com sequências disponíveis no GenBank.

3.2.6 *Escherichia coli* e *Salmonella* spp.

Amostras foram coletadas com auxílio de swab estéril introduzido na cloaca. Posteriormente essas amostras foram mantidas em meio Stuart e refrigeradas até o final da campanha de campo. Por fim, foram encaminhadas para o Laboratório de Bacteriologia e Micologia da FMVZ-USP onde foi feita a cultura e identificação da *Salmonella* spp. e *E. coli* segundo Murray (1999) e Koneman et al. (2012). Para a pesquisa de *E. coli*, os swabs foram inoculados em caldo BHI (Brain e heart infusion broth) com incubação a 37° C por 24 horas. As amostras então foram semeadas em ágar MacConkey, com incubação em aerobiose a 37° C com leitura em 24 horas.

Visando a pesquisa de *Salmonella* spp., os swabs coletados foram inoculados em caldo tetrato e incubados a 37° C por 24 horas. Paralelamente as amostras também foram semeadas em ágar xilose-lisina-tergitol 4 (XLT4), com incubação em aerobiose a 37° C com leituras em 24-96 horas.

Após o isolamento das colônias de *Salmonella* spp., essas foram encaminhadas ao Laboratório de Sanidade Suína da FMVZ-USP para a tipificação sorológica e

molecular. A caracterização antigênica das amostras de *Salmonella spp.* foi realizada no Laboratório de Enterobactérias, do Departamento de Bacteriologia do Instituto Oswaldo Cruz – FIOCRUZ, utilizando a técnica de aglutinação rápida baseada nas fórmulas antigênicas para *Salmonella spp.* (Popoff e Le Minor, 2001). As estirpes foram submetidas a purificação e extração de DNA segundo protocolo de Boom et al. (1990). Os resultados da caracterização genotípicas foram analisados segundo o método numérico descrito por Hunter e Gaston (1988). O ponto de corte de 90% de similaridade genética foi utilizado para determinação e análise dos agrupamentos obtidos pela caracterização genotípica (Van Belkum et al., 2007).

3.2.7 Microbiologia

As amostras de swab cloacal e oral coletadas foram colocadas em tubos com meio de enriquecimento (*brain heart infusion* – BHI), com o objetivo de nutrir os microorganismos adormecidos. Em seguida os tubos foram incubados a temperatura de 37° C por 24 horas. Após incubação, as amostras enriquecidas foram semeadas em placas de petri com meio de cultura (seletivo e não seletivo) de acordo com o tipo de amostra. Para o swab oral foi utilizado Ágar Sangue (AS – não seletivo) e para o swab cloacal Ágar Sangue mais Ágar McConkey (AS+MAC – seletivo para bactérias gram-negativas), em seguida incubadas a 37° C por 48 horas.

Foram realizadas identificações bioquímicas das colônias para diagnóstico presuntivo definindo-as em: cocos gram-positivos (CGP) catalase positiva ou negativa (CAT + ou -), bacilos gram-negativos (BGN) ou cocobacilos gram-negativos (CBGN) fermentadores de glicose oxidase (OXI), não fermentadores de glicose (NF), diplococos gram-negativos (DCGN), bacilos gram-positivos (BGP) ou leveduras.

Posteriormente, provas de identificações bioquímicas de diagnóstico definitivos foram realizadas. CGP CAT +: fermentação do Manitol (MAN), produção da enzima coagulase (COAG) e produção da enzima desoxirribonuclease (DNAse); CGP CAT -: provas de hidrólise do L-pyrrolidonyl-beta-naphthylamide e crescimento em meio com 6,5% NaCl; BGN ou CBGN OXI -: provas de fermentação da lactose, fermentação da glicose, fermentação da rhamnose, produção de ácido sulfídrico, produção de gás a partir da fermentação da glicose, produção de indol, desaminação do L-triptofano, descarboxilação da lisina, descarboxilação da ornitina e motilidade; BGN ou CBGN OXI + ou - pertencente ao grupo das NF foram realizadas as provas de hidrólise da gelatina pela enzima gelatinase, crescimento em Ágar Cetrimide (CET), crescimento a

42°C, redução do nitrato a nitrito, oxidação da glicose, fermentação da lactose, fermentação da xilose, fermentação da maltose, motilidade e sensibilidade a Polimixina B (POL B); BGP provas de produção da enzima CAT, produção da enzima DNase, produção da enzima urease (URE), produção da enzima OXI, fermentação da glicose, fermentação da lactose, fermentação da maltose, fermentação da xilose, fermentação da rafinose, fermentação da celobiose, fermentação da arabinose, fermentação do adonitol, fermentação do inositol, fermentação do manitol e fermentação do sorbitol. Em alguns casos foi necessário submeter os resultados ao software IDENTAX Bacterial Identifier, para se diagnosticar definitivamente a bactéria.

3.2.7.1 Sensibilidade antimicrobiana

Foi realizado o teste de sensibilidade a antimicrobianos (TSA – Antibiograma) pelo método de Disco-Difusão de Kirby & Bauer, onde se testou antibióticos dos principais grupos: β -lactâmicos (penicilinas, cefalosporinas, carbapenens e monobactams), quinolonas, glicopeptídeos, aminoglicosídeos, macrolídeos, nitroimidazólicos, cloranfenicol, sulfonamidas, tetraciclinas e polimixinas.

Foram selecionadas colônias isoladas e posteriormente foram realizadas diluições em tubos contendo solução salina (NaCl a 0,9%) autoclavada, alcançando a turvação correspondente ao tubo 0,5 da Escala Nefelométrica de Mac Farland. Os tubos com salina foram semeados em placas de petri com meio de cultura não seletivo (Ágar Muller Hinton – MH), inseridos os discos e incubadas a temperatura de 37° C por 24 a 48 horas.

3.2.8 Sorologia

Devido ao pequeno tamanho dos indivíduos pertencentes a espécie trabalhada neste projeto, nem sempre foi possível coletar sangue o suficiente para realizar todas as análises desta pesquisa. O sangue coletado foi armazenado em tubo seco de 1ml através da punção da veia caudal ou punção cardíaca, respeitando-se o limite máximo de 1% do peso vivo, salvo animais que foram encontrados mortos ou eram pequenos demais para este procedimento de coleta. Posteriormente foi centrifugado a 12.000 RPM durante 10 minutos e alíquotas de soro foram coletadas em criotubos e mantidas congeladas para exames sorológicos, compondo um banco de material biológico na FMVZ-USP que poderá ser utilizado para análises e contraprovas.

Os coágulos de sangue provenientes deste processo de separação do soro foram armazenados em álcool absoluto e poderão ser utilizados para análises moleculares na Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo (FMVZ-USP), UNESP de Botucatu - SP e no exterior, na Universidade de Auckland.

3.3 RESULTADOS

No total, 191 *Trachylepis atlantica* foram capturados, dos quais 135 indivíduos tiveram amostras biológicas coletadas (Figura 23).



Figura 23. Coleta de amostras e informações biológicas. A - Swab cloacal. B - Sexagem com sonda adaptada. C - Coleta de sangue intracardíaca. Foto: Vinicius Gasparotto.

3.3.1 Índice de massa corporal (IMC)

Foi estabelecido o IMC de 100 indivíduos e os valores foram correlacionados com o comprimento rostro-cloacal. Foi observada uma relação positiva entre a massa corporal e o comprimento rostro-cloacal dos indivíduos analisados. A linha de tendência nos indica que conforme ocorre o aumento do CRC, a tendência é o aumento da massa corporal.

Após as avaliações de saúde, indivíduos positivos para agentes patogênicos ou apresentando algum nível de infestação por ectoparasitas foram acrescentados no gráfico. Onze animais (73,3%) positivos para algum tipo de alteração sanitária estavam abaixo da linha de tendência e quatro indivíduos (26,7%) estavam acima (Gráfico 4).

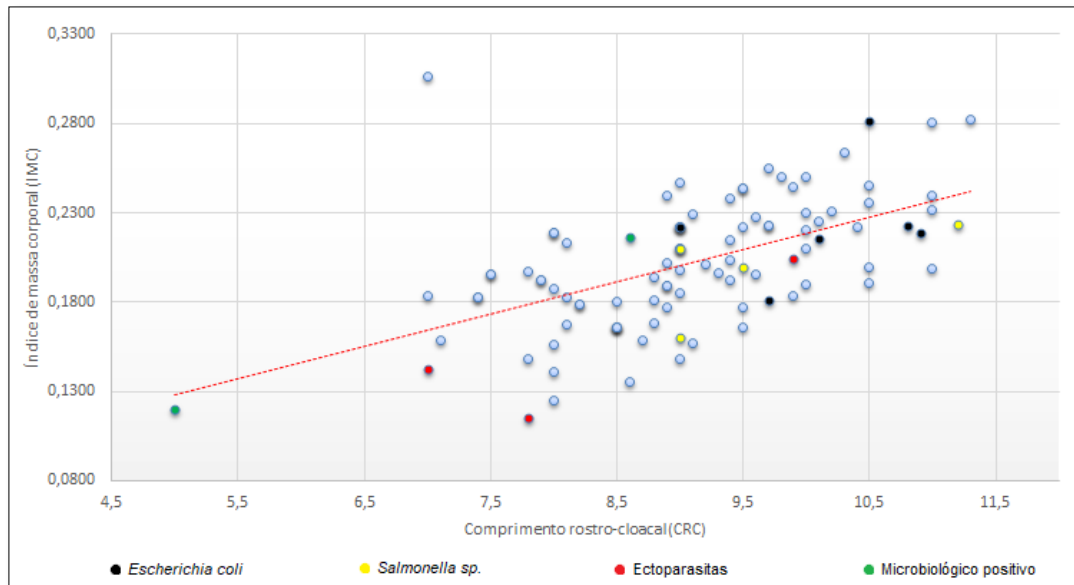


Gráfico 4. Linha de tendência (linha vermelha) demonstrando o índice de massa corporal próximo do esperado para um indivíduo saudável, visto que os animais analisados não apresentaram nenhum sinal ou característica condizente com algum quadro patológico. Ilustração: Vinicius Gasparotto, 2019.

3.3.2 Hematologia

Amostras sanguíneas foram coletadas de 68 indivíduos para a realização de análises referente aos parâmetros hematológicos. Objetivou-se definir valores de referência para a espécie. Todos os animais amostrados foram provenientes de vida livre e a maioria dos espécimes foram classificados como adultos e sub-adultos. Nenhum dos animais amostrados apresentou sinais de alterações de saúde, durante o exame clínico. Os resultados podem ser observados na Tabela 7.

Tabela 7. *Trachylepis atlantica*: Valores de referência hematológicas e seus intervalos. Diferença entre sexos e média + desvio padrão geral.

Análises	Média Machos	Média Fêmeas	Média Geral	N
Hemácias (hem./mm ³)	1114833 ± 290426	1168261 ± 358755	1.124.264 ± 2.831.87	68
VCM (fL)	289 ± 105	261 ± 89	282 ± 101	52
Leucócitos (lec./mm ³)	7609 ± 3580	7165 ± 3956	7.710 ± 3.576	66
Hematócrito (%)	28,84 ± 7,53	28,27 ± 6,44	28,69 ± 7,19	54
Proteína Plasmática (g/L)	72,7 ± 16,8	72,9 ± 13,4	72,5 ± 16,4	48

3.3.3 Hemoparasitas

Devido ao pequeno tamanho do mabuia-de-noronha, o principal fator limitante encontrado foi o volume sanguíneo capaz de ser coletado de cada indivíduo. Nem sempre foi possível obter material necessário, para a realização de todos os parâmetros sanitários avaliados neste estudo, do mesmo indivíduos. Sendo assim, 51 esfregaços sanguíneos foram preparados e analisados, referente a 28 animais, para pesquisa de hemoparasitas. Nenhum dos esfregaços sanguíneos foram positivos para a presença dos hemoparasitas pesquisados (*Hepatozoon spp.*, *Haemogregarina spp.* e *Karyolysus spp.*). Ao mesmo tempo, amostras sanguíneas provenientes de dez indivíduos foram cultivadas para a pesquisa de tripanossomatídeos e igualmente não houve nenhum isolamento.

3.3.4 Ectoparasitas

A ocorrência de ectoparasitas sobre a amostragem total foi consideravelmente baixa. Dos 135 indivíduos capturados e examinados fisicamente, com o objetivo de encontrar e diagnosticar a presença de ectoparasitas, apenas cinco indivíduos (3,7%) foram diagnosticados positivamente. Em três indivíduos foram constatados a presença de carrapatos da família Ixodidae, sendo identificados como *Amblyomma rotundatum* (Figura 24). Em outros dois indivíduos, ácaros pertencentes a família Trombiculidae foram identificados como *Eutrombicula alfreddugesi*.

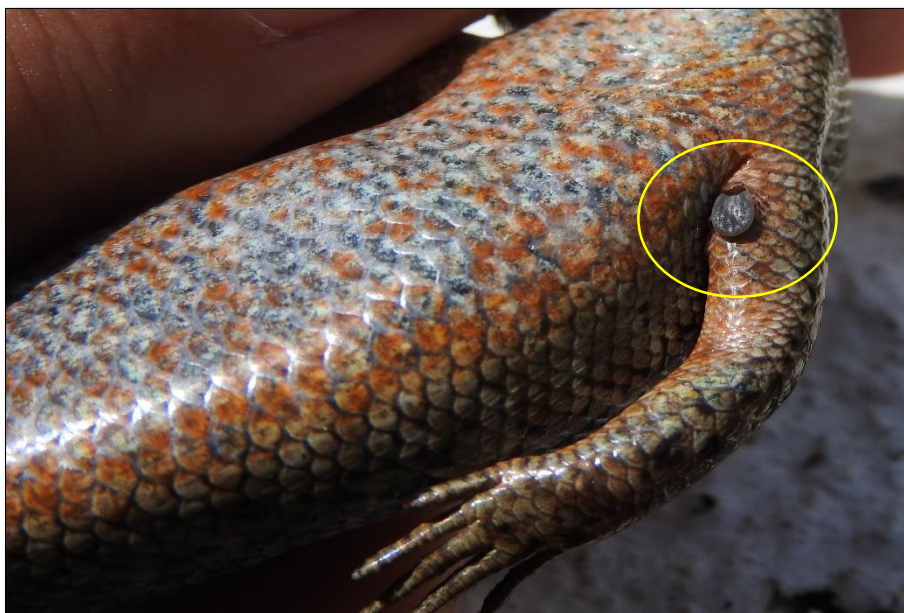


Figura 24. *Amblyomma rotundatum* parasitando indivíduo da espécie *Trachylepis atlantica* (círculo amarelo). Todos os carrapatos encontrados estavam localizados em regiões semelhantes (região ventral proximal do úmero). Foto: Vinicius Gasparotto.

3.3.5 *Escherichia coli* e *Salmonella* spp.

Para a pesquisa e isolamento de *Salmonella* spp. e *Escherichia coli*, 98 amostras foram coletadas com auxílio de swab estéril introduzido pela cloaca e posteriormente foram cultivadas e isoladas.

Dez amostras foram positivas para o isolamento de *Salmonella* spp. (10,2%) e seis amostras foram isoladas e identificadas como *Escherichia coli* (6,1%). A distribuição espacial da ocorrência de *Salmonella* spp. e *Escherichia coli* podem ser observadas na Figura 25. Não foi possível calcular a incidência populacional pois os indivíduos foram amostrados em um único momento em cada ponto amostral.

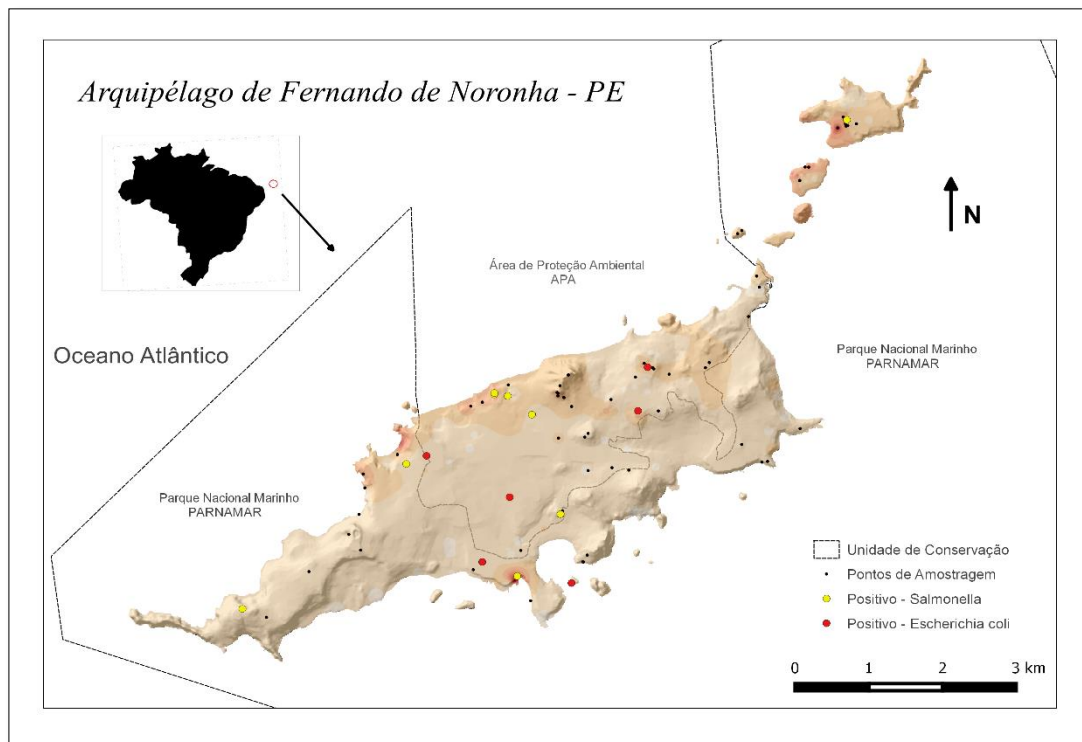


Figura 25. Distribuição espacial dos pontos de amostragem e ocorrência de *Salmonella* spp. (pontos amarelos) e *Escherichia coli* (pontos vermelhos) no arquipélago de Fernando de Noronha – PE. Ilustração: Vinicius Gasparotto, 2019, Qgis®.

3.3.6 Perfil microbiológico e sensibilidade antimicrobiana

Amostras provenientes de dez indivíduos foram utilizadas para uma ampla pesquisa de microbiota, provenientes de swabs coletados da cavidade oral e cloacal do mabuia-de-noronha. As amostras revelaram múltiplas espécies isoladas. Para as

amostras de swab oral cultivadas, sete indivíduos (70%) tiveram ao menos um micro-organismo isolado. Para as amostras de swab cloacal, dez indivíduos (100%) tiveram ao menos um micro-organismo isolado.

De uma maneira geral (swab oral e swab cloacal), dois indivíduos (20%) tiveram ao menos dois micro-organismos isolados, cinco animais (50%) tiveram três micro-organismos isolados, um animal (10%) teve quatro micro-organismos isolados, um animal (10%) teve cinco micro-organismos isolados e um animal (10%) teve seis micro-organismos isolados.

Foi realizado o teste de sensibilidade para os seguintes antimicrobianos: amicacina (AMI), amoxicilina + ácido clavulânico (AMC), ampicilina (AMP), ampicilina + sulbactam (ASB), aztreonam (ATM), cefalotina (CFL), cefalexina (CFE), cefotaxima (CTX), cefoxitina (CFO), ceftazidima (CAZ), ceftriaxona (CRO), cefuroxima (CRX), ciprofloxacina (CIP), clindamicina (CLI), cloranfenicol (CLO), enrofloxacina (ENRO), eritromicina (ERI), estreptomicina 0300 (EST0300), gentamicina (GEN), imipenem (IMP), meropenem (MER), linezolid (LZD), oxacilina (OXA), penicilina (PEN), piperacilina + tazobactam (PIT), sulfametoxazol + trimetopim (SUT), tetraciclina (TET) e vancomicina (VAN).

Dos 11 micro-organismos isolados, sete micro-organismos (63,6%) apresentaram resistência a pelo menos dois dos antimicrobianos testados. Os maiores índices de resistência foram observados frente aos fármacos penicilina (45,4%), cefuroxima (45,4%) e cefalexina (36,3%). Seguidos de cefoxitina (27,2%), cefalotina (18,1%), estreptomicina (18,1%), amicacina (9,1%), ampicilina (9,1%), ampicilina + sulbactam (9,1%), gentamicina (9,1%), ciprofloxacina (9,1%), enrofloxacina (9,1%) e eritromicina (9,1%). Os dados podem ser observados na Tabela 8.

Tabela 8. Micro-organismos isolados e antibiograma, a partir de swab oral (SO) e swab cloacal (SC), coletados de dez indivíduos da espécie *Trachylepis atlantica* provenientes do arquipélago de Fernando de Noronha – PE.

Micro-organismo	Tipo de amostra (N° indivíduos)	Ocorrência	Antibiograma		
			Resistentes	Intermediário	Sensível
<i>Bacillus niacini</i>	SO (3) SC (1)	40%	-	-	-
<i>Bacillus thuringiensis</i>	SO (4) SC (1)	50%	-	-	-
<i>Bacillus sp.</i>	SC (3)	30%	-	-	-
<i>Enterobacter agglomerans</i>	SC (1)	10%	CFL, CFE, CFO, PEN, CRX	-	AMI, AMC, AMP, ASB, ATM, CTX, CAZ, CRO, CIP, CLO, SUT, ENRO, GEN, IMP, MER, PIT
<i>Enterococcus italicus</i>	SO (2) SC (2)	40%	EST0300, AMC, AMP, ASB	-	AMP, CFE, CIP, ENRO, ERI, GEN, PEN, TET, VAN
<i>Enterococcus villorum</i>	SC (6)	60%	CFE, EST0300, GEN, CIP, ENRO, ERI	CIP, ENRO, ERI	AMP, PEN, TET, VAN
<i>Escherichia coli</i>	SC (1)	10%	PEN, CRX	CRX	AMI, AMC, AMP, ASB, ATM, CFE, CTX, CFO, CAZ, CRO, CIP, CLO, ENRO, GEN, IMP, CFL, MER, PIT, SUT
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	SC (1)	10%	PEN, CRX	-	AMI, AMC, AMP, ASB, ATM, CFL, CFE, CTX, CFO, CAZ, CRO, CIP, CLO, ENRO, GEN, IMP, MER, PIT, SUT
<i>Serratia liquefaciens</i>	SC (1)	10%	CFL, CFE, CFO, CRX, PEN	-	AMI, ATM, CTX, CAZ, CRO, CIP, CLO, ENRO, GEN, IMP, MER, PIT, SUT
<i>Serratia rubidea</i>	SO (1)	10%	CFL, CFE, CFO, CRX, PEN	-	AMI, ATM, CTX, CAZ, CRO, CIP, CLO, ENRO, GEN,

					IMP, MER, PIT, SUT
<i>Staphylococcus aureus</i>	SO (3) e SC (4)	50%	-	-	AMI, CFL, CFE, CFO, CIP, CLI, CLO, ENRO, ERI, GEN, IMP, LZD, OXA, PEN, SUT, TET, VAN

Amicacina (AMI), amoxicilina + ácido clavulânico (AMC), ampicilina (AMP), ampicilina + sulbactam (ASB), aztreonam (ATM), cefalotina (CFL), cefalexina (CFE), cefotaxima (CTX), cefoxitina (CFO), ceftazidima (CAZ), ceftriaxona (CRO), cefuroxima (CRX), ciprofloxacina (CIP), clindamicina (CLI), cloranfenicol (CLO), enrofloxacina (ENRO), eritromicina (ERI), estreptomicina 0300 (EST0300), gentamicina (GEN), imipenem (IMP), meropenem (MER), linezolide (LZD), oxacilina (OXA), penicilina (PEN), piperacilina + tazoctam (PIT), sulfametoxazol + trimetropim (SUT), tetraciclina (TET) e vancomicina (VAN).

3.4 DISCUSSÃO

De acordo com Peig e Green (2009), a condição corporal pode ser utilizada como um indicativo importante de qualidade de saúde. Informações apresentadas por Green (2001) indicam que a relação entre massa e tamanho é uma premissa necessária para o uso em índices de massa corporal. Portanto a utilização de recursos baseados na regressão linear, massa versus o CRC, nos permite uma interpretação rápida e fácil dos dados gerados, uma vez que os indivíduos localizados abaixo da linha de tendência possivelmente possuem pior condição corporal do que a esperada para aquela população (Jakob, Marshall, e Uetz, 1996).

As alterações antrópicas e ambientais, como as que frequentemente são observadas no arquipélago de Fernando de Noronha resultam em alterações fisiológicas nas quais estão relacionadas aos fatores de estresse e podem gerar desde alterações individuais ou até populacional (Aleksic, Crnobrnja-Isailovic, e Bejakovic, 2005; Schmeller et al., 2011). O estado fisiológico de cada indivíduo vai influenciar diretamente seu “fitness”, podendo gerar alterações comportamentais, no sucesso de forrageamento, habilidade de luta e fuga, níveis de infestações parasitárias, reprodução, respostas aos agentes patogênicos, dentre outros (Lins, 2013).

Através dos resultados obtidos com as análises do índice de massa corporal (IMC) e a correlação deste parâmetro com o comprimento rostro-cloacal (CRC), podemos prever que indivíduos da espécie *Trachylepis atlantica* localizados adjuntos ou acima da linha de tendência encontram-se próximo do “fitness” corporal ideal. Ao mesmo tempo foi possível observar que a maioria dos animais que apresentaram algum tipo de interferência, seja microbiológica ou parasitária, encontraram-se localizados abaixo da linha de tendência, corroborando com as informações citadas acima.

A dispersão de agentes infecciosos ou patogênicos é uma importante ameaça as populações de animais selvagens e muitas vezes subestimada em ações para a conservação (Loras et al., 2011). A capacidade de identificação de possíveis agentes etiológicos circulante em uma população animal e conseqüentemente a possibilidade de intervir sobre esses fatores, acaba contribuindo positivamente para a conservação de uma espécie (Gomes, 2002). Portanto, a avaliação sanitária de uma população fornece subsídios para a geração de informações úteis para subseqüentes estudos epidemiológicos (Stone, Montiel-Parra, e Pérez, 2005) e tomadas de decisões

importantes, visando a mitigação de possíveis impactos negativos sobre os animais avaliados.

As análises sanguíneas podem ajudar consideravelmente quando objetiva-se determinar a saúde aparente de um réptil (Mader, 2006). O estabelecimento de valores hematológicos de referência e seus intervalos de confiança são fundamentais para a determinação do que é normal ou atípico dentro da população estudada, possibilitando a avaliação da saúde e fornecendo ferramentas para a investigação de surtos ou causa de doenças e mortes dos animais selvagens (Deem, Karesh, e Weisman, 2001).

As informações encontradas neste estudo sobre as contagens de hemácias, volume corpuscular médio, leucócitos e hematócrito são similares e estão entre os valores de referência previamente descritas para *Corucia* sp., lagarto pertencente à mesma família (Scincidae) do mabuia-de-noronha (Wright e Skeba, 1992; ZIMS, 2019). Por outro lado, se compararmos os mesmo parâmetros analisados com lagartos de outras famílias (Agamidae – *Pogona vitticeps*, Iguanidae – *Iguana iguana*, Teiidae – *Salvator merianae*, Corytophanidae – *Basiliscus plumifrons*, Varanidae – *Varanus exanthematicus*), esses valores também são muito similares aos apresentados neste estudo (Frye, 1994; Cranfield, Graczyk, e Lodwick, 1996; Divers, Redmayne, e Aves, 1996; Harr et al., 2001; Hernandez-Divers, Knott, e MacDonald, 2001; ZIMS, 2019).

A espécie *Tiliqua scincoides* (Scincidae) apresentou parâmetros similares e dentro dos intervalos de confiança para as contagens de hemácias, VCM e leucócitos (ZIMS, 2019). Para o hematócrito, apresentou parâmetros menores do que os encontrados para o mabuia-de-noronha (ZIMS, 2019). Não foi testado a variação dos parâmetros de acordo com a sazonalidade, visto que as amostras foram coletadas em apenas uma estação do ano. Alterações nos padrões sanguíneos podem ocorrer com a sazonalidade, principalmente devido a menor disponibilidade de recursos de água, diminuindo o plasma sanguíneo e conseqüentemente alterando a hemoconcentração (Haggag, Raheem, e Khalil, 1966; Ultsch, 1988).

Outra variação que pode ser observada são os achados de corpúsculos em células brancas e trombócitos em répteis presentes em locais com sazonalidade marcante, relacionado as grandes diferenças na amplitude térmica (verão e inverno) (Troiano, Gould, e Gould, 2008). Essas variações estão diretamente relacionadas com o aumento da atividade dos répteis no verão, por se tratarem de animais ectotérmicos, resultando no aumento das atividades (alimentação, deslocamento, combate etc.) e conseqüentemente aumentando os estímulos ao sistema imune desses indivíduos

(Troiano, Gould, e Gould, 2008). Consequentemente, no inverno ocorre a queda desses achados e plaquetas devido à queda no metabolismo pelas baixas temperaturas ambientais. (Haggag, Raheem, e Khalil, 1966; Acuña, 1974; Ultsch, 1988).

A concentração da proteína plasmática de 48 mabuias-de-noronha analisados estava dentro dos valores sugeridos para répteis, corroborando com os dados de Campbell (2006) que é de 30-70 g/L. Não foram encontrados hemoparasitas nos esfregaços analisados.

As larvas da família Trombiculidae são parasitas de uma ampla variedade de vertebrados terrestres, incluindo espécies presentes no grupo dos mamíferos, aves, répteis e anfíbios, sendo que a espécie *Eutrombicula alfreddugesi* é habitualmente encontrada parasitando algum desses grupos (Bush et al., 2001; Rubio e Simonetti, 2009; Menezes et al., 2011). A ocorrência de ácaros sobre a população do mabuia-de-noronha foi extremamente baixa, apenas 1,5% dos indivíduos avaliados.

Segundo De Carvalho e colaboradores (2006), lagartos do gênero *Tropidurus* possuem alta ocorrência de parasitismo por *E. alfreddugesi* possivelmente por possuírem “bolsas de ácaros” e escamas evidentemente sobrepostas, fornecendo locais adequados e favorecendo o estabelecimento desses parasitas. Diferentemente dos lagartos do gênero *Tropidurus*, o mabuia-de-noronha não possui estruturas anatômicas parecidas com as “bolsas de ácaros” e seu tegumento é visivelmente liso, mesmo possuindo escamas anatomicamente quilhadas, provavelmente gerando dificuldades para o estabelecimento desse tipo de ácaro.

Podemos supor que a ocorrência do *E. alfreddugesi* no mabuia-de-noronha esteja relacionada com a taxa de ocorrência do ectoparasita no ambiente. Abrahão (2019) demonstrou baixos níveis de parasitas externos em uma espécie de lagarto invasor (*Salvator merianae*) residente no arquipélago de Fernando de Noronha. Ressalta-se que os mabuias-de-noronha parasitados estavam intimamente relacionados com locais de alta concentração de aves marinhas em nidificação, corroborando a informação de que os parasitas da família Trombiculidae são frequentemente encontrados parasitando grupos de aves (Daniel e Stekol'nikov, 2004).

Répteis são conhecidos por serem reservatórios de *Salmonella* spp., muitas vezes sem apresentar sinais clínicos (Geue e Löschner, 2002). Múltiplos trabalhos apresentam alta prevalência de *Salmonella* spp. em répteis mantidos em cativeiro e em animais nativos de vida livre (Filippi et al., 2010; Kikillus, Gartrell, e Motion, 2011). Geue e Löschner (2002) sugerem que pode existir um acréscimo da prevalência de *Salmonella*

spp. em répteis mantidos em cativeiro devido as transmissões serem facilitadas por humanos.

A ocorrência de *Salmonella* spp. encontrada na população de vida livre do mabuia-de-noronha foi relativamente baixa (10,2%). Diferentemente do que foi encontrado por Abrahão (2019), no qual desenvolveu seu estudo com lagartos no mesmo arquipélago, teiús (*Salvator merianae*) em Fernando de Noronha, e evidenciou que a prevalência de *Salmonella* spp. detectada na população de teiús foi de 56,9%, muito superior a encontrada para o mabuia-de-noronha (*Trachylepis atlantica*).

Cheng e colaboradores (2014) analisaram a prevalência de *Salmonella* spp. em lagartos mantidos em cativeiro e em animais provenientes de vida livre e demonstraram que os animais de cativeiro (Iguanidae, Agamidae, Scincidae, Gekkonidae e Varanidae) apresentaram positividade em 83,3% das amostras, sendo que apenas 25% dos animais de vida livre (Agamidae, Scincidae e Gekkonidae) foram positivos para *Salmonella* spp. Por outro lado, Franco et al. (2011) evidenciou que 98,4% das iguanas do arquipélago de Galápagos foram positivas para a bactéria. Existem grandes diferenças nos resultados encontrados para o isolamento de *Salmonella* spp. em diferentes espécies de répteis (Saelinger et al., 2006; Kabeya et al., 2008).

Estudos precedentes demonstram o potencial que os répteis possuem em veicular a bactéria *Salmonella* spp. no ambiente, existindo a possibilidade de provocar a doença em seres humanos (Briones et al., 2004; Franco et al., 2011). Entretanto, ainda não foi comprovado definitivamente nenhum caso de salmonelose humana diretamente relacionado com a transmissão realizada por lagartos de vida livre (Whiley, Gardner, e Ross, 2017).

Para outras bactérias, as mais frequentemente isoladas nos répteis são as gram-negativas, enquanto que as gram-positivas raramente são causadoras de algum processo patogênico, porém, ambas podem ser encontradas em animais apresentando ou não quadros clínicos (Mader, 2006).

Os resultados provenientes das culturas microbiológicas foram compostos por um “mix” de bactérias provenientes da microbiota entérica (cloaca) e cavidade oral, classificados entre organismos gram-negativos (*Enterobacter agglomerans*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Serratia liquefaciens*, *Serratia rubidea*) e gram-positivos (*Bacillus niacini*, *Bacillus thuringiensis*, *Bacillus* sp, *Enterococcus italicus*, *Enterococcus villorum*, *Staphylococcus aureus*) corroborando com achados de (Benites et al., 2013).

De acordo com Benites et al. (2013), o micro-organismo mais frequente isolado em jabutis foi a *Escherichia coli* (67%), sendo que nenhuma estirpe apresentou genes codificadores de fatores de virulência (pap, iuc, cnf1, sfa, afa, hly, eae, LT, STa e STb). No presente estudo a ocorrência de isolados de *E. coli* foi baixa em comparação com o estudo citado anteriormente, apenas 6,1%.

Não foi observado durante o exame clínico nenhuma evidencia de que os animais avaliados apresentassem algum quadro clínico ou sinal sugestivo de disfunção sanitária, estando de acordo com Pará et al. (2006) que cita que diferentes espécies de bactérias podem estar normalmente presentes em animais hígidos.

Sabe-se que a introdução de patógenos é responsável por grandes impactos na fauna nativa (Young et al., 2017) e o conhecimento dessas interações entre espécies nativas ou endêmicas e espécies exóticas ou invasoras é de suma importância para a conservação. Exemplos negativos de introdução de agentes impactando negativamente a população de *Trachylepis atlantica* já foram relatados para o arquipélago de Fernando de Noronha (Ramalho et al., 2009).

Dos 16 isolados de bactérias consideradas de interesse (*Salmonella* spp. e *E. coli*), apenas dois foram isoladas em locais distantes de áreas antropizadas, sendo que o restante (14 isolados ou 87,5%) foram isoladas dentro da área de proteção ambiental (APA) ou estavam intimamente relacionadas com atividades humanas.

Considerando os dados de referência gerados para a espécie e a avaliação sanitária realizada, iniciativas para a conservação não devem ser cogitadas sem abordar os problemas de saúde que podem estar envolvidos na população animal. Fica evidente que a saúde da vida selvagem é parte fundamental para a preservação de uma espécie ou ambiente. Os dados gerados aqui podem ajudar na conservação dessa espécie tão carismática e importante para o arquipélago de Fernando de Noronha, contribuindo para determinação de políticas públicas, direcionadas a saúde ambiental e que estimulem positivamente as tomadas de decisões, por parte dos gestores, resultando em ações para um bem maior dessa espécie endêmica e o ambiente na qual ela vive.



Figura 26. *Trachylepis atlantica* aproximando-se por curiosidade. Praia do bode.
Foto: Vinicius Gasparotto.

REFERÊNCIAS GERAL

Abrahão, C.R. (2019): Estratégias para o manejo do teiú (*Salvator merianae* Duméril & Bibron, 1839), um lagarto invasor no arquipélago de Fernando de Noronha, PE, Brasil. Universidade de São Paulo - USP.

Abrahão, C.R., Russell, J.C., Ferreira, F., Dias, R.A. (2019): Population assessment of a novel island invasive: tegu (*Salvator merianae*) of Fernando de Noronha. In: *Island Invasives: Scaling up to Meet the Challenge*, p. 317–325. Veitch, C.R., Clout, M.N., Martin, A.R., Russell, J.C., West, C.J., Eds. Gland, Switzerland: IUCN.,.

Acuña, M.L. (1974): The Hematology of the Tropical Lizard Iguana *iguana* Linnaeus: II. Seasonal Variations. *Herpetologica* **30**: 299–303.

Adler, G.H., Levins, R. (1994): The Island Syndrome in Rodent Populations. *Q. Rev. Biol.* **69**: 473–490.

Agência Estadual de Meio Ambiente, C. (2017): Lista Estadual de Répteis Ameaçados - Pernambuco.

Aldridge, R.D. (1979): Female Reproductive Cycles of the Snakes *Arizona elegans* and *Crotalus viridis*. *Herpetologica* **35**: 256–261.

Aleksic, I., Crnobrnja-Isailovic, J., Bejakovic, D. (2005): Fluctuating asymmetry in *Podarcis muralis* populations from Southern Montenegro: detection of environmental stress in insular populations. *Amphibia-Reptilia* **26**: 149–158.

Almeida-santos, S.M. (2005): Modelos reprodutivos em serpentes: estocagem de esperma e placentação em *Crotalus durissus* e *Bothrops jararaca* (serpentes: Viperidae). Universidade de São Paulo.

Almeida-Santos, S.M., Aguiar, L.F.S.A., Balestrin, R.L. (1998): *Micrurus frontalis* (coral snake). Male combat. *Herpetol. Rev.* **29**: 242.

Almeida-santos, S.M., Braz, H.B., Santos, L.C., Sueiro, L.R., Barros, V.A., Rojas, C.A., Kasperovicz, K.N. (2014): Biologia reprodutiva de serpentes: recomendações para a coleta e análise de dados.

Almeida-Santos, S.M., Marques, O.A. V (2002): Male-male ritual combat in the colubrid snake *Chironius bicarinatus* from the Atlantic Forest, southeastern Brazil. *Amphibia-Reptilia* **23**: 528–533.

Almeida, F.F.M. De (1955): Geologia e petrologia do Arquipélago de Fernando de Noronha. Serviço Grafico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

Aragão, H., Fonseca, F. da (1961): Notas de ixodologia: VIII. Lista e chave para os representantes da fauna ixodológica brasileira: notas de ixodologia. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz* **59**: 115–129.

Armstrong, D., Jakob-Hoff, R., Seal, U.S. (2003): Animal movements and disease risk: a workbook. *Conserv. Breed. Spec. Gr. (SSC/IUCN)*. Apple Val. Minnesota.

Balestrin, R.L., Di-Bernardo, M. (2005): Reproductive biology of *Atractus reticulatus* (Boulenger, 1885)(Serpentes, Colubridae) in southern Brazil. *Herpetol. J.* **15**: 195–199.

Barbault, R. (1976): Population dynamics and reproductive patterns of three african skinks. *Copeia - Am. Soc. Ichthyol. Herpetol.* **3**: 483–490.

Barten, S.L. (2006): Lizards. In: *Reptile Medicine and Surgery (2ª Edition)*, p. 59–77.

Mader, D.R., Ed. Elsevier Health Sciences,.

Beck, D.D., Ramírez-Bautista, A. (1991): Combat Behavior of the Beaded Lizard, *Heloderma h. horridum*, in Jalisco, México. *J. Herpetol.* **25**: 481–484.

Belkum, A. Van, Tassios, P.T., Dijkshoorn, L., Haeggman, S., Cookson, B., Fry, N.K., Fussing, V., Green, J., Feil, E., Gerner-Smidt, P. (2007): Guidelines for the validation and application of typing methods for use in bacterial epidemiology. *Clin. Microbiol. Infect.* **13**: 1–46.

Beltrán, I.C., Amézquita, A. (2015): First report of tail display during agonistic interaction in an anole species and a comment on its existence in various groups of lizards. *Herpetol. Notes* **8**: 357–359.

Benites, N.R., Pessoa, C., Bandini, L., Saidenberg, A., Moreno, A., Sakata, S., Gomes, C., Melville, P. (2013): Microbiota Bacteriana e Fúngica Presentes na Cloaca de Jabutis-Piranga (*Geochelone carbonaria*) Criados em Domicílio. *Veterinária e Zootec.* **20**: 102–110.

Blackburn, D.G., Flemming, A.F. (2010): Reproductive specializations in a viviparous african skink and its implications for evolution and conservation. *Herpetol. Conserv. Biol.* **5**: 263–270.

Blaustein, A.R., Wake, D.B., Sousa, W.P. (1994): Amphibian Declines: Judging Stability, Persistence, and Susceptibility of Populations to Local and Global Extinctions. *Conserv. Biol.* **8**: 60–71.

Boom, R., Sol, C.J., Salimans, M.M., Jansen, C.L., Wertheim-van Dillen, P.M., Noordaa, J. Van der (1990): Rapid and simple method for purification of nucleic acids. *J. Clin. Microbiol.* **28**: 495–503.

Bradbury, J.W., Vehrencamp, S.L. (1998): Mate attraction and courtship. *Princ. Anim. Commun.*

Branner, J.C. (1888): Notes on the fauna of the islands of Fernando de Noronha. *Am. Nat.* **XXII**: 861–871.

Brennan, J.M., Loomis, R.B. (1959): A Review of the Reptile Chiggers, Genus *Fonsecia* (Acarina, Trombiculidae), with Descriptions of Two New American Species. *J. Parasitol.* **45**: 53–64.

Brennan, J.M., Reed, J.T. (1974): The Genus *Eutrombicula* in Venezuela (Acarina: Trombiculidae). *J. Parasitol.* **60**: 699–711.

Briones, V., Téllez, S., Goyache, J., Ballesteros, C., Pilar Lanzarot, M. Del, Domínguez, L., Fernández-Garayzábal, J.F. (2004): Salmonella diversity associated with wild reptiles and amphibians in Spain. *Environ. Microbiol.* **6**: 868–871.

Broadley, D.G. (1977): A Review of the Mabuya Striata Complex in South-eastern Africa (Sauria, Scincidae). National Museums and Monuments of Rhodesia.

Buckley, L.B., Jetz, W. (2007): Insularity and the determinants of lizard population density. *Ecol. Lett.* **10**: 481–489.

Burnham, K.P. (1999): Program MARK: survival estimation from populations of marked animals AU - White, Gary C. *Bird Study* **46**: S120–S139.

Bush, A.O., Fernández, J.C., Esch, G.W., Seed, J.R. (2001): Parasitism: the diversity and ecology of animal parasites. Cambridge University Press.

- Butler, M.A., Losos, J.B. (2002): Multivariate Sexual Dimorphism, Sexual Selection, and Adaptation in Greater Antillean Anolis Lizards. *Ecol. Monogr.* **72**: 541–559.
- Campbell, T.W. (2006): Clinical pathology in reptiles. In: *Reptile Medicine and Surgery*, p. 453–470. WB Saunders Co.,
- Carleton, M.D., Olson, S.L. (1999): Amerigo Vespucci and the Rat of Fernando de Noronha: a New Genus and Species of Rodentia (Muridae: Sigmodontinae) from a Volcanic Island Off Brazil's Continental Shelf. *Am. Museum Novit.* **59**.
- Carvalho, A.L.G. de, Araújo, A.F.B. de, Silva, H.R. da (2006): Patterns of parasitism by *Eutrombicula alfreddugesi* (Oudemans)(Acari, Trombiculidae) in three species of *Tropidurus* Wied (Squamata, Tropiduridae) from Cerrado habitat of central Brazil. *Rev. Bras. Zool.* **23**: 1010–1015.
- Case, T.J., Bolger, D.T. (1991): The role of introduced species in shaping the distribution and abundance of island reptiles. *Evol. Ecol.* **5**: 272–290.
- Case, T.J., Bolger, D.T., Richman, A.D. (1992): Reptilian extinctions: the last ten thousand years. In: *Conservation Biology*, p. 91–125. Springer.,
- Chapple, D.G. (2003): Ecology, Life-History, and Behavior in the Australian Scincid Genus *Egernia*, with Comments on the Evolution of Complex Sociality in Lizards. *Herpetol. Monogr.* **17**: 145–180.
- Cheng, B.Y., Wong, S.P., Dykes, G.A. (2014): Salmonella associated with captive and wild lizards in Malaysia. *Herpetol. Notes* **7**: 145–147.
- Chiarello, A.G., Srbek-Araujo, A.C., Del-Duque, H.J., Coelho, E.D.R., Rocha, C.F.D. (2010): Abundance of tegu lizards (*Tupinambis merianae*) in a remnant of the Brazilian Atlantic forest. *Amphib. Reptil.* **31**: 563–570.
- Cooper, W.E. (1999): Tradeoffs between courtship, fighting, and antipredatory behavior by a lizard, *Eumeces laticeps*. *Behav. Ecol. Sociobiol.* **47**: 54–59.
- Cooper, W.E. (2002): Multiple Roles of Tail Display by the Curly-Tailed Lizard *Leiocephalus carinatus*: Pursuit Deterrent and Deflective Roles of a Social Signal. *Ethology* **107**: 1137–1149.
- Cooper, W.E., Smith, C.S. (2009): Costs and economy of autotomy for tail movement and running speed in the skink *Trachylepis maculilabris*. *Can. J. Zool.* **87**: 400–406.
- Cooper, W.E., Vitt, L.J. (1987): Deferred agonistic behavior in a long-lived scincid lizard *Eumeces laticeps*. *Oecologia* **72**: 321–326.
- Cox, C.B., Moore, P.D., Ladle, R. (2016): *Biogeography: an ecological and evolutionary approach*. John Wiley & Sons.
- Cranfield, M., Graczyk, T., Lodwick, L. (1996): Adenovirus in the bearded dragon, *Pogona vitticeps*. In: *Proc. of the Third Annual Conf. Ass. Rept. Amph. Vet.*, p. 131–132.
- Daniel, M., Stekol'nikov, A.A. (2004): Chigger mites of the genus *Eutrombicula* Ewing, 1938 (Acari: Trombiculidae) from Cuba, with the description of three new species. *Folia Parasitol. (Praha)*. **51**: 359–366.
- Daszak, P., Cunningham, A.A., Hyatt, A.D. (2000): Emerging Infectious Diseases of Wildlife: Threats to Biodiversity and Human Health. *Science* (80-.). **287**: 443–450.
- Deem, S.L., Karesh, W.B., Weisman, W. (2001): *Putting Theory into Practice : Wildlife*

- Health in Conservation. *Conserv. Biol.* **15**: 1224–1233.
- Diamond, J. (1984): ‘Normal’ extinctions of isolated populations. Univ. Chicago Press. Chicago 191–246.
- Dias, R.A., Abrahão, C.R., Micheletti, T., Mangini, P.R., Gasparotto, V.P. de O., Jesus Pena, H.F. de, Ferreira, F., Russell, J.C., Silva, J.C.R. (2017): Prospects for domestic and feral cat management on an inhabited tropical island. *Biol. Invasions* **19**: 2339–2353.
- Divers, S.J., Redmayne, G., Aves, E.K. (1996): Haematological and biochemical values of 10 green iguanas. *Vet. Rec.* **138**: 203 LP-205.
- Elphick, M.J., Shine, R. (1998): Longterm effects of incubation temperatures on the morphology and locomotor performance of hatchling lizards (*Bassiana duperreyi*, Scincidae). *Biol. Journal Linn. Soc.* **63**: 429–447.
- Fairbairn, D.J., Blanckenhorn, W.U., Székely, T. (2007): Sex, size and gender roles: evolutionary studies of sexual size dimorphism. Oxford University Press.
- Filippi, E., D’alterio, G.L., Brozzi, A., Micci, M., Politi, P., Mantero, D. (2010): Note on the intestinal bacterial populations of free living snakes in Italy. *Herpetol. Notes* **3**: 263–265.
- Fitch, H. (1981): Sexual size differences in reptiles.
- Fox, S.F., McCoy, J.K., Baird, T.A. (2003): The evolutionary study of social behavior and the role of lizards as model organisms. In: *Lizard Social Behavior*, p. 11–14. Baltimore, John Hopkins University Press,.
- FPZSP, F.P.Z. de S.P. (2015): Nascimento de *Trachylepis atlantica* em cativeiro. Fundação Parque Zoológico de São Paulo, <https://zoosaopaulo/posts/998031550231232?>, accessed April 13, 2019.
- Franco, A., Hendriksen, R.S., Lorenzetti, S., Onorati, R., Gentile, G., Dell’Omo, G., Aarestrup, F.M., Battisti, A. (2011): Characterization of Salmonella Occurring at High Prevalence in a Population of the Land Iguana *Conolophus subcristatus* in Galápagos Islands, Ecuador. *PLoS One* **6**: e23147.
- Frye, F.L. (1991): Reptile care: an atlas of diseases and treatments.
- Frye, F.L. (1994): Reptile clinician’s handbook: a compact clinical and surgical reference. Malabar, FL, Krieger Publishing Company.
- Gaiotto, J.V. (2018): Influência do transporte de matéria marinha por aves sobre teias tróficas insulares. Universidade Federal do Rio Grande.
- Galli, A., Wackernagel, M., Iha, K., Lazarus, E. (2014): Ecological footprint: Implications for biodiversity. *Biol. Conserv.* **173**: 121–132.
- Gans, C., Gillingham, J.C., Clark, D.L. (1984): Courtship, Mating and Male Combat in Tuatara, *Sphenodon punctatus*. *J. Herpetol.* **18**: 194–197.
- Gerlach, J. (2008): Population and conservation status of the reptiles of the Seychelles islands. *Phelsuma* **16**: 31–48.
- Geue, L., Löschner, U. (2002): Salmonella enterica in reptiles of German and Austrian origin. *Vet. Microbiol.* **84**: 79–91.
- Gibbons, J.W., Scott, D.E., Ryan, T.J., Buhlmann, K.A., Tuberville, T.D., Metts, B.S.,

- Greene, J.L., Mills, T., Leiden, Y., Poppy, S. (2000): The Global Decline of Reptiles, Déjà Vu Amphibians: Reptile species are declining on a global scale. Six significant threats to reptile populations are habitat loss and degradation, introduced invasive species, environmental pollution, disease, unsustainable use, and global climate change. *Bioscience* **50**: 653–666.
- Gillingham, J.C., Carpenter, C.C., Murphy, J.B. (1983): Courtship, Male Combat and Dominance in the Western Diamondback Rattlesnake, *Crotalus atrox*. *J. Herpetol.* **17**: 265–270.
- Goldberg, S.R. (2007): Reproductive cycle of the Namibian striped skink, *Trachylepis sparsa* (Squamata: Scincidae) from southern Africa. *Zool. Soc. South. Africa* **42**: 289–293.
- Gomes, M. da S. (2002): Implantação de medidas profiláticas no Zoológico do Município de São Bernardo do Campo: uma análise de custo-benefício.
- Goss, R.J. (1974): Aging versus Growth. *Perspect. Biol. Med.* **17**: 485–494.
- Gray, J.E. (1839): Catalogue of the slender-tongued saurians, with descriptions of many new genera and species. *J. Nat. Hist.* **2**: 331–337.
- Green, A.J. (2001): Mass/length residuals: measures of body condition or generators of spurious results? *Ecology* **82**: 1473–1483.
- Haggag, G., Raheem, K.A., Khalil, F. (1966): Hibernation in reptiles—II. Changes in blood cell glucose, haemoglobin, red blood cell count, protein and non-protein nitrogen. *Comp. Biochem. Physiol.* **17**: 335–339.
- Harr, K.E., Alleman, A.R., Dennis, P.M., Maxwell, L.K., Lock, B.A., Bennett, R.A., Jacobson, E.R. (2001): Morphologic and cytochemical characteristics of blood cells and hematologic and plasma biochemical reference ranges in green iguanas. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* **218**: 915–921.
- Hernandez-Divers, S.J., Knott, C.D., MacDonald, J. (2001): Diagnosis and surgical treatment of thyroid adenoma-induced hyperthyroidism in a green iguana. *J. Zoo Wildl. Med.* **32**: 465–475.
- Hojati, V., Parivar, K., Rastegar-Pouyani, E. (2013): The Study of the Oogenic Cycle in Some of Lizard Species of Iran. *J. Anim. Biol.* **5**: 21–34.
- Hunter, P.R., Gaston, M.A. (1988): Numerical index of the discriminatory ability of typing systems: an application of Simpson's index of diversity. *J. Clin. Microbiol.* **26**: 2465–2466.
- Husak, J.F., Kristopher Lappin, A., Fox, S.F., Lemos-Espinal, J.A. (2006): Bite-Force Performance Predicts Dominance in Male Venerable Collared Lizards (*Crotaphytus antiquus*). *Copeia* **2006**: 301–306.
- INaturalist - CONABIO Gênero *Trachylepis* - Distribuição mundial.
- Jakob, E.M., Marshall, S.D., Uetz, G.W. (1996): Estimating fitness: a comparison of body condition indices. *Oikos* **77**: 61–67.
- Johnson-Delaney, C.A. (1996): Exotic companion medicine handbook for veterinarians. Wingers Publishing Incorporated.
- Johnson-Delaney, C.A. (2006): Reptile zoonoses and threats to public health. In: *Reptile Medicine and Surgery*. Philadelphia: Saunders, p. 1017–30.

- Jones, D.M. (1982): Conservation in relation to animal disease in Africa and Asia. In: Symposia of the Zoological Society of London, p. 271–285. London: New York: Academic Press, 1982.,.
- Kabeya, H., Fujita, M., Morita, Y., Yokoyama, E., Yoda, K., Yamauchi, A., Murata, K., Maruyama, S. (2008): Prevalence of Salmonella, Pasteurella and Staphylococcus among pet green iguanas in Japan. *J. Japan Vet. Med. Assoc.* **61**: 70–74.
- Kikillus, K.H., Gartrell, B.D., Motion, E. (2011): Prevalence of Salmonella spp., and serovars isolated from captive exotic reptiles in New Zealand. *N. Z. Vet. J.* **59**: 174–178.
- Knapp, R., Moore, M.C. (1995): Hormonal Responses to Aggression Vary in Different Types of Agonistic Encounters in Male Tree Lizards, *Urosaurus ornatus*. *Horm. Behav.* **29**: 85–105.
- Koneman, E., Winn Jr, W., Allen, S., Janda, W., Procop, G., Schreckenberber, P., Woods, G. (2012): Diagnóstico microbiológico: texto e atlas colorido. In: Diagnóstico Microbiológico: Texto e Atlas Colorido, p.
- Krohmer, R.W. (2004): Variation in Seasonal Ultrastructure of Sexual Granules in the Renal Sexual Segment of the Northern Water Snake , *Nerodia sipedon sipedon*. *J. Morphol.* **261**: 70–80.
- La Fuente, M.C.S. De, Moreno-Salas, L., Castro-Carrasco, C. (2016): Review of the genus *Hannemania* (Acari: *Leeuwenhoekiiidae*) with description the two new species in amphibians from Chile. *Zootaxa* **4200**: 580–590.
- Lacy, R., Borbat, M., Pollak, J. (2014): VORTEX: a stochastic simulation of the extinction process. Chicago Zool. Soc. Brookfield, Illinois, USA.
- Lailvaux, S.P., Irschick, D.J. (2007): The Evolution of Performance-Based Male Fighting Ability in Caribbean *Anolis* Lizards. *Am. Nat.* **170**: 573–586.
- Lappin, A.K., Husak, J.F. (2005): Weapon Performance, Not Size, Determines Mating Success and Potential Reproductive Output in the Collared Lizard (*Crotaphytus collaris*). *Am. Nat.* **166**: 426–436.
- Last, J.M., Harris, S.S., Thuriaux, M.C., Spasoff, R.A. (2001): A dictionary of epidemiology. International Epidemiological Association, Inc.
- Lindquist, E.E., Krantz, G.W., Walter, D.E. (2009): Order mesostigmata. *A Man. Acarol.* **3**: 124–232.
- Lins, A.C.R. (2013): Condição corporal e assimetria flutuante de lagartos em áreas de Cerrado contínuas e fragmentadas na UHE Serra da Mesa, Minaçu, GO. Fundação Universidade de Brasília.
- Lomolino, M. V (2005): Body size evolution in insular vertebrates: generality of the island rule. *J. Biogeogr.* **32**: 1683–1699.
- Loras, A.F., Hidalgo-Vila, J., Hermosilla, C., García, G., López, J., Duffus, A.L.J., Cunningham, A.A., Roca, V. (2011): Preliminary health screening and possible pathogen determination in a *Bufo bufo* (Linnaeus, 1758) (*Amphibia*: *Bufo*idae) population. *J. Nat. Hist.* **45**: 1–14.
- MacArthur, R.H., Wilson, E.O. (2001): The theory of island biogeography. Princeton university press.

- Mader, D. (2006): Reptile medicine and surgery. St. Louis, Missouri, Saunders Elsevier.
- Marler, C.A., Moore, M.C. (1988): Evolutionary costs of aggression revealed by testosterone manipulations in free-living male lizards. *Behav. Ecol. Sociobiol.* **23**: 21–26.
- Marques, F.A., Rosas Ribeiro, M., Bretas Bittar, S.M., Novais Tavares Filho, A., Wanderley Fernandes Lima, J.F. (2007): Caracterização e classificação de neossolos da ilha de Fernando de Noronha (PE). *Rev. Bras. Ciência Do Solo* **31**:
- Martin, J., Thibault, J., Bretagnolle, V. (2000): Black rats, island characteristics, and colonial nesting birds in the Mediterranean: consequences of an ancient introduction. *Conserv. Biol.* **14**: 1452–1466.
- Mcclintock, B.T., White, G.C., Antolin, M.F., Tripp, D.W. (2009): Estimating Abundance Using Mark – Resight When Sampling Is with Replacement or the Number of Marked Individuals Is Unknown. 237–246.
- McKinney, M.L. (2002): Urbanization, Biodiversity, and Conservation. *Bioscience* **52**:
- Medina, F.M., Bonnaud, E., Vidal, E., Tershy, B.R., Zavaleta, E.S., Josh Donlan, C., Keitt, B.S., Corre, M., Horwath, S. V, Nogales, M. (2011): A global review of the impacts of invasive cats on island endangered vertebrates. *Glob. Chang. Biol.* **17**: 3503–3510.
- Menezes, V.A., Fontes, A.F., Gettinger, D., Sluys, M. Van, Rocha, C.F.D. (2011): A morphometric study of *Eutrombicula alfreddugesi* (Acari: Trombiculidae) infesting four sympatric species of *Tropidurus* (Squamata: Tropiduridae) in northeastern Brazil. *Phyllomedusa* **10**: 79–84.
- Migliore, S.N., Braz, H.B., Barreto-lima, A.F., Almeida-Santos, S.M. (2017): Reproductive timing and fecundity in the Neotropical lizard *Enyalius perditus* (Squamata: Leiosauridae). *Acta Herpetol.* **12**: 187–191.
- Millien, V., Damuth, J. (2004): Climate change and size evolution in an island rodent species: new perspectives on the island rule. *Evolution* (N. Y). **58**: 1353–1360.
- MMA, M. do M.A. (2019): Parque Nacional Marinho de Fernando de Noronha - Cadastro Nacional de Unidades de Conservação.
- Moehn, L.D. (1974): The Effect of Quality of Light on Agonistic Behavior of Iguanid and Agamid Lizards. *J. Herpetol.* **8**: 175–183.
- Muniz-da-silva, D.F., Almeida-santos, S.M. (2013): Male-male ritual combat in *Spilotes pullatus* (Serpentes : Colubrinae). *Herpetol. Bull.* **126**: 25–29.
- Murphy, J.B., Mitchell, L.A. (1974): Ritualized Combat Behavior of the Pygmy Mulga Monitor Lizard, *Varanus gilleni* (Sauria: Varanidae). *Herpetologica* **30**: 90–97.
- Murray, P.R., Microbiology., A.S. for (1999): Manual of clinical microbiology. Washington, D.C., ASM Press.
- Nassar, F., Challita, M., Sadek, R., Hraoui-bloquet, S. (2013): Sexual dimorphism and female reproductive cycle in the scincid lizard *Trachylepis vittata* (Olivier, 1804) in Lebanon (Reptilia: Scincidae). *Zool. Middle East* **59**: 297–301.
- Newsome, S.D., Clementz, M.T., Koch, P.L. (2010): Using stable isotope biogeochemistry to study marine mammal ecology. *Mar. Mammal Sci.* **26**: 509–572.
- Nogales, M., Vidal, E., Medina, F.M., Bonnaud, E., Tershy, B.R., Campbell, K.J.,

- Zavaleta, E.S. (2013): Feral Cats and Biodiversity Conservation: The Urgent Prioritization of Island Management. *Bioscience* **63**: 804–810.
- Norrdahl, K., Heinilä, H., Klemola, T., Korpimäki, E. (2004): Predator-induced changes in population structure and individual quality of *Microtus voles*: a large-scale field experiment. *Oikos* **105**: 312–324.
- Northup, G.T. (1916): Amerigo Vespucci letter to Piero Soderini - Fourth Voyage. London: Humphrey Milford, Princeton University Press.
- Novosolov, M., Rodda, G.H., Feldman, A., Kadison, A.E., Dor, R., Meiri, S. (2016): Power in numbers. Drivers of high population density in insular lizards. *Glob. Ecol. Biogeogr.* **25**: 87–95.
- Nunes, M.F.C., Barbosa-Filho, R.C., Roos, A.L., Mestre, L.A.M. (2010): The Cattle Egret (*Bubulcus ibis*) on Fernando de Noronha Archipelago: history and population trends. *Rev. Bras. Ornitol.* **18**: 315–327.
- Olson, B.S.L. (1981): Natural History of Vertebrates on the Brazilian Islands of the Mid South Atlantic Natural History of Vertebrates on the Brazilian Islands of the Mid South Atlantic. **13**: 481–492.
- Olsson, M., Shine, R. (1996): Does reproductive success increase with age or with size in species with indeterminate growth? A case study using sand lizards (*Lacerta agilis*). *Oecologia* **105**: 175–178.
- Ord, T.J., Blumstein, D.T., Evans, C.S. (2002): Ecology and signal evolution in lizards. *Biol. J. Linn. Soc.* **77**: 127–148.
- Paré, J.A., Sigler, L., Rosenthal, K.L., Mader, D.R. (2006): Microbiology: fungal and bacterial diseases of reptiles. *Reptil. Med. Surg.* **2**: 217–238.
- Paulay, G. (1996): Biodiversity on oceanic islands: its origin and extinction. *Biol. Conserv.* **2**: 210.
- Peig, J., Green, A.J. (2009): New perspectives for estimating body condition from mass/length data: The scaled mass index as an alternative method. *Oikos* **118**: 1883–1891.
- Pereira, A.G., Schrago, C.G. (2017): Arrival and diversification of mabuyine skinks (Squamata: Scincidae) in the Neotropics based on a fossil-calibrated timetree. *PeerJ* **5**: e3194.
- Popoff, M.Y., Minor, L. Le (2001): Antigenic formulas of the *Salmonella* serovars, WHO Collaborating Centre for Reference and Research on *Salmonella*. World Heal. Organ. Geneva, Switz. **8**:
- Ramalho, A.C.O., Silva, R.J. Da, Schwartz, H.O., Péres-Jr, A.K. (2009): Helminths from an introduced species (*Tupinambis merianae*), and two endemic species (*Trachylepis atlantica* and *Amphisbaena ridleyi*) from Fernando de Noronha Archipelago, Brazil. *J. Parasitol.* **95**: 1026–1028.
- Rand, W.M., Rand, A.S. (1976): Agonistic Behavior in Nesting Iguanas: A Stochastic Analysis of Dispute Settlement Dominated by the Minimization of Energy Cost. *Z. Tierpsychol.* **40**: 279–299.
- Reich, K.J., Worthy, G.A.J. (2006): An isotopic assessment of the feeding habits of free-ranging manatees. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* **322**: 303–309.

- Robinson, L.E. (1926): The Genus *Amblyomma*.-Ticks: A Monograph of the Ixodoidea, Part IV. Genus *Amblyomma*.-Ticks A Monogr. Ixodoidea, Part IV.
- Rocha, C.F.D., Vrcibradic, D., Menezes, V.A., Ariani, C. V (2009): Ecology and Natural History of the Easternmost Native Lizard Species in South America, *Trachylepis atlantica* (Scincidae), from the Fernando de Noronha Archipelago, Brazil.
- Rubio, A. V, Simonetti, J.A. (2009): Ectoparasitism by *Eutrombicula alfreddugesi* larvae (Acari: Trombiculidae) on *Liolaemus tenuis* lizard in a Chilean fragmented temperate forest. *J. Parasitol.* **95**: 244–246.
- Russell, J.C., Abrahão, C.R., Silva, J.C.R., Dias, R.A. (2018): Management of cats and rodents on inhabited islands: An overview and case study of Fernando de Noronha , Brazil. *Perspect. Ecol. Conserv.* **16**: 193–200.
- Russell, J.C., Ringler, D., Trombini, A., Corre, M. Le (2011): The island syndrome and population dynamics of introduced rats. *Oecologia* **167**: 667–676.
- Saelinger, C.A., Lewbart, G.A., Christian, L.S., Lemons, C.L. (2006): Prevalence of *Salmonella* spp in cloacal, fecal, and gastrointestinal mucosal samples from wild North American turtles. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* **229**: 266–268.
- Sánchez-Hernández, P., Ramírez-Pinilla, M.P., Molina-Borja, M. (2012): Agonistic and courtship behaviour patterns in the skink *Chalcides viridanus* (Fam. Scincidae) from Tenerife. *Acta Ethol.* **15**: 65–71.
- Sazima, I., Sazima, C., Sazima, M. (2005): Little dragons prefer flowers to maidens : a lizards that laps nectar and pollinates trees. *Biota Neotrop.* **5**: 185–192.
- Sazima, I., Sazima, C., Sazima, M. (2010): A catch-all leguminous tree: *Erythrina velutina* visited and pollinated by vertebrates at an oceanic island. *Aust. J. Bot.* **57**: 26–30.
- Schmeller, D.S., Dolek, M., Geyer, A., Settele, J., Brandl, R. (2011): The effect of conservation efforts on morphological asymmetry in a butterfly population. *J. Nat. Conserv.* **19**: 161–165.
- Schwartz, A.M., Baird, T.A., Timanus, D.K. (2007): Influence of Age and Prior Experience on Territorial Behavior and the Costs of Defense in Male Collared Lizards. *Ethology* **113**: 9–17.
- Scott, M.E. (1988): The impact of infection and disease on animal populations: implications for conservation biology. *Conserv. Biol.* **2**: 40–56.
- Serafini, T.Z., França, G.B. de, Andriguetto-Filho, J.M. (2010): Brazilian oceanic islands: known biodiversity and its relation to the history of human use and occupation. *J. Integr. Coast. Zo. Manag.* **10**: 281–301.
- Shine, R. (1977): Reproduction in Australian elapid snakes I. Testicular cycles and mating seasons. *Aust. J. Zool.* **25**: 647–653.
- Shine, R. (1978): Sexual size dimorphism and male combat in snakes. *Oecologia* **33**: 269–277.
- Shine, R. (1983): Reptilian Reproductive Modes: The Oviparity-Viviparity Continuum. *Herpetologica* **39**: 1–8.
- Silva-Jr., J.M., Péres-Jr., A.K., Sazima, I. (2005): *Euprepis atlanticus* (Noronha Skink) predation. *Herpetol. Rev.* **36**: 62–63.

Simberloff, D. (1995): Why do introduced species appear to devastate islands more than mainland areas?

Sinervo, B., Méndez-de-la-Cruz, F., Miles, D.B., Heulin, B., Bastiaans, E., Cruz, M.V.-S., Lara-Resendiz, R., Martínez-Méndez, N., Calderón-Espinosa, M.L., Meza-Lázaro, R.N., Gadsden, H., Avila, L.J., Morando, M., Riva, I.J.D. la, Sepulveda, P.V., Rocha, C.F.D., Ibarguengoytía, N., Puntriano, C.A., Massot, M., Lepetz, V., Oksanen, T.A., Chapple, D.G., Bauer, A.M., Branch, W.R., Clobert, J., Sites Jr., J.W. (2010): Erosion of lizard diversity by climate change and altered thermal niches. *Science* (80-). **328**: 894–899.

Smith, M.J., Cogger, H., Tiernan, B., Maple, D., Boland, C. (2012): An oceanic island reptile community under threat: the decline of reptiles on Christmas Island, Indian Ocean. *Herpetol. Conserv. Biol.* **7**: 206–218.

Souza, A.C.A. de (2017): Phylogeography, ecology and conservation of Skink *Adamastor*, *Trachylepis adamastor*. Universidade de Évora.

Spatz, D.R., Zilliacus, K.M., Holmes, N.D., Butchart, S.H.M., Genovesi, P., Ceballos, G., Tershy, B.R., Croll, D.A. (2017): Globally threatened vertebrates on islands with invasive species. *Sci. Adv.* **3**: 12.

Stamps, J.A. (1977): Social behavior and spacing patterns in lizards. *Ecol. Behav. A* **7**: 256–334.

Stamps, J.A. (1994): Territorial behavior: testing the assumptions. *Adv. Study Behav.* **23**: 232.

Stone, E.G., Montiel-Parra, G., Pérez, T.M. (2005): A survey of selected parasitic and viral pathogens in four species of Mexican parrots, *Amazona autumnalis*, *Amazona oratrix*, *Amazona viridigenalis*, and *Rhynchopsitta pachyrhyncha*. *J. Zoo Wildl. Med.* **36**: 245–249.

Swanson, W.F. (2006): Application of assisted reproduction for population management in felids: the potential and reality for conservation of small cats. *Theriogenology* **66**: 49–58.

Tada, C.K., Granville, M., Mathes, Z., Grossman, A. (2010): Fernando de Noronha: 3 50°S 32 24'W. São Paulo Bei Comun.

Teixeira, W. (2003): Arquipélago Fernando de Noronha: o paraíso do vulcão. Terra Virgem Editora.

Teixeira, W., Cordani, U.G., Menor, E.A., Teixeira, M.G., Linsker, R. (2003): Arquipélago de Fernando de Noronha. O Paraíso Do Vulcão. Tempos Do Bras. São Paulo Terra Virgem Ed.

Tershy, B.R., Shen, K., Newton, K.M., Holmes, N.D., Croll, D.A. (2015): The Importance of islands for the protection of biological and linguistic diversity. *Bioscience* **65**: 592–597.

Tilman, D. (1982): Resource competition and community structure. Princeton university press.

Tokarz, R.R. (1995): Mate Choice in Lizards: A Review. *Herpetol. Monogr.* **9**: 17–40.

Torr, G.A., Shine, R. (1994): An ethogram for the small scincid lizard *Lampropholis guichenoti*. *Amphibia-Reptilia* **15**: 21–34.

- Travassos, H. (1946): Estudo da variação de *Mabuya punctata* (Gray, 1839). *Bol. Mus. Nac. Zool* **60**: 1–46.
- Triantis, K.A., Borges, P.A.V., Ladle, R.J., Hortal, J., Cardoso, P., Gaspar, C., Dinis, F., Mendonça, E., Silveira, L.M.A., Gabriel, R., Melo, C., Santos, A.M.C., Amorim, I.R., Ribeiro, S.P., Serrano, A.R.M., Quartau, J.A., Whittaker, R.J. (2010): Extinction debt on oceanic Islands. *Ecography (Cop.)*. **33**: 285–294.
- Troiano, J.C., Gould, E.G., Gould, I. (2008): Hematological reference intervals in argentine lizard *Tupinambis merianae* (Sauria — Teiidae). *Comp. Clin. Pathol.* **17**: 93–97.
- Uetz, P. The Reptile Database, <http://www.reptile-database.org>, accessed April 11, 2019.
- Ultsch, G.R. (1988): Blood Gases, Hematocrit, Plasma Ion Concentrations, and Acid-Base Status of Musk Turtles (*Sternotherus odoratus*) during Simulated Hibernation. *Physiol. Zool.* **61**: 78–94.
- Vanhooydonck, B., Herrel, A.Y., Damme, R. Van, Irschick, D.J. (2005): Does dewlap size predict male bite performance in Jamaican *Anolis* lizards? *Funct. Ecol.* **19**: 38–42.
- Vitt, L.J., Cooper, W.E. (1985): The evolution of sexual dimorphism in the skink *Eumeces laticeps*: an example of sexual selection. *Can. J. Zool.* **63**: 995–1002.
- Whiley, H., Gardner, M.G., Ross, K. (2017): A Review of *Salmonella* and Squamates (Lizards, Snakes and Amphisbians): Implications for Public Health. *Pathogens* **6**: 1–15.
- Whittaker, R.J., Fernández-Palacios, J.M. (2007): *Island biogeography: ecology, evolution, and conservation*. Oxford University Press.
- Wood, J.R., Alcover, J.A., Blackburn, T.M., Bover, P., Duncan, R.P., Hume, J.P., Louys, J., Meijer, H.J.M., Rando, J.C., Wilmshurst, J.M. (2017): Island extinctions: processes, patterns, and potential for ecosystem restoration. *Environ. Conserv.* **44**: 348–358.
- Woodford, M.H., Rossiter, P.B. (1994): Disease risks associated with wildlife translocation projects. In: *Creative Conservation*, p. 178–200. Springer,.
- Wright, K.M., Skeba, S. (1992): Hematology and Plasma Chemistries of Captive Prehensile-Tailed Skinks (*Corucia zebrata*). *J. Zoo Wildl. Med.* **23**: 429–432.
- Young, H.S., Parker, I.M., Gilbert, G.S., Guerra, A.S., Nunn, C.L. (2017): Introduced species, disease ecology, and biodiversity–disease relationships. *Trends Ecol. Evol.* **32**: 41–54.
- ZIMS (2019): Species360 Zoological Information Management System.

ANEXOS

Anexo 1. Modelo Poisson log-normal Mark-resight - Programa MARK

Capture-Mark-Resight Mabuias

Tati Micheletti

1 May 2018

Mabuyas: The present analysis focused on determining the density of mabuyas (*Trachylepis atlantica*) in diferente habitats on the island of Fernando de Noronha. The R package used for the present analysis is the RMark and the code is hosted in github (<https://github.com/tati-micheletti/mabuyas>). This .rmd file will guide you on how to reproduce the analysis. Make sure you also have program Mark and RStudio installed in your computer. Mark needs to be installed in the ProgramFiles folder (C:\ProgramFiles).

```
## $data
## ch colonies NA. group
## 1 010101010101 Americano NA 1
## 2 +0+001+0+0+0 Americano NA 1
## 3 +0+0+0+0+0+0 Americano NA 1
## 4 +0+0+0+0+0+0 Americano NA 1
## 5 +0+0+0+0+0+0 Americano NA 1
## 6 01+001+0+0+0 Americano NA 1
## 7 01010101+001 Americano NA 1
## 8 +0+0+001+0+0 Americano NA 1
## 9 +0+0+0+0+0+0 Americano NA 1
## 10 01+0+0+001+0 Americano NA 1
## 11 +001+0+0+0+0 Americano NA 1
## 12 +0+0+0+0+0+0 Americano NA 1
## 13 +0+0+0+0+0+0 Americano NA 1
## 14 +0+0+0+0+001 Americano NA 1
## 15 +0+0+0+0+0+0 Americano NA 1
## 16 +0+001+0+0+0 Americano NA 1
## 17 01+001+0+0+0 CapimAcu NA 2
## 18 01+0+0+0+001 CapimAcu NA 2
## 19 +001+0+001+0 CapimAcu NA 2
## 20 +0+0+0+00101 CapimAcu NA 2
## 21 +001+0+0+0+0 CapimAcu NA 2
## 22 010101010101 ForteBoldro NA 3
## 23 +0+00101+0+0 ForteBoldro NA 3
## 24 +0+0+0+0+0+0 ForteBoldro NA 3
## 25 +0+0+0+0+0+0 ForteBoldro NA 3
## 26 +00101+0+001 ForteBoldro NA 3
## 27 +0+00101+0+0 ForteBoldro NA 3
## 28 +0+0+001+001 ForteBoldro NA 3
## 29 +0+001+0+0+0 ForteBoldro NA 3
## 30 010101+0+0+0 ForteBoldro NA 3
## 31 +0+0+0+0+0+0 ForteBoldro NA 3
## 32 +0+001+0+0+0 ForteBoldro NA 3
## 33 +0+0+0+001+0 ForteBoldro NA 3
## 34 +001+001+0+0 ForteBoldro NA 3
## 35 +0+001+0+0+0 ForteBoldro NA 3
## 36 +0+0+0+0+001 Leao NA 4
## 37 +0+0+0010101 Leao NA 4
## 38 +001+0+0+0+0 Leao NA 4
## 39 +0+0+0+0+001 Leao NA 4
## 40 +0+0+0+0+0+0 Leao NA 4
## 41 +001+0+0+0+0 PedreiraSueste NA 5
## 42 +0+0+0+00101 PedreiraSueste NA 5
## 43 010101+0+0+0 PedreiraSueste NA 5
## 44 +0+0+0+0+0+0 PedreiraSueste NA 5
## 45 +0+0+0+00101 PedreiraSueste NA 5
## 46 +0+0+0+0+0+0 PedreiraSueste NA 5
## 47 01+0+001+001 Piquinho NA 6
## 48 0101010101+0 Piquinho NA 6
## 49 +0+0+001+0+0 Piquinho NA 6
## 50 0101+0+00101 Piquinho NA 6
## 51 01+0+0+0+0+0 PraiaBoldro NA 7
## 52 +0+0+0+0+0+0 PraiaBoldro NA 7
## 53 +0+0+0+0+0+0 PraiaBoldro NA 7
## 54 +0+0+0+0+0+0 PraiaBoldro NA 7
## 55 +0+0+0+0+0+0 PraiaBoldro NA 7
## 56 +0+0010101+0 PraiaBoldro NA 7
## 57 0101+0+001+0 PraiaBoldro NA 7
## 58 +0+0+0+0+0+0 PraiaBoldro NA 7
## 59 01+0+0+0+0+0 PraiaBoldro NA 7
## 60 01+0+0+0+001 PraiaBoldro NA 7
## 61 +0+0+001+0+0 PraiaBoldro NA 7
## 62 01+0+0+0+0+0 PraiaBoldro NA 7
## 63 01+0+0+0+0+0 PraiaBoldro NA 7
## 64 +0+0+0+0+0+0 PraiaBoldro NA 7
## 65 0101010101+0 PraiaBoldro NA 7
## 66 +00101010101 PraiaBoldro NA 7
## 67 +0+0+0+0+001 PraiaBoldro NA 7
## 68 +0+0+001+0+0 PraiaBoldro NA 7
## 69 +0+0+0+0+0+0 PraiaBoldro NA 7
## 70 +0+0+0+0+0+0 PraiaBoldro NA 7
## 71 +001010101+0 TejuAcu NA 8
## 72 +0+0+0+0+0+0 TejuAcu NA 8
## 73 +00101+00101 TejuAcu NA 8
##
## $model
## [1] "PoissonMR"
##
## $mixtures ## [1] 1
## $nocc
## [1] 6
##
## $nocc.secondary
```



```

## NULL
##
## $time.intervals
## [1] 1 1 1 1 1
##
## $begin.time
## [1] 1
##
## $age.unit
## [1] 1
##
## $initial.ages
## [1] 0 0 0 0 0 0 0
##
## $group.covariates
## colonies
## 1 Americano
## 2 CapimAcu
## 3 ForteBoldro
## 4 Leao
## 5 PedreiraSueste
## 6 Piquinho
## 7 PraiaBoldro
## 8 TejuAcu
##
## $nstrata
## [1] 1
##
## $strata.labels
## NULL
##
## $counts
## $counts$`Unmarked Seen`
## [1,] [,2] [,3] [,4] [,5] [,6]
## [1,] 17 9 17 8 12 13
## [2,] 2 3 3 1 1 0
## [3,] 8 9 17 13 13 12
## [4,] 1 3 2 0 0 3
## [5,] 2 2 2 3 2 3
## [6,] 4 5 7 4 6 4
## [7,] 22 35 32 30 28 23
## [8,] 1 3 3 3 1 3
##
## $counts$`Marked Unidentified`
## [1,] [,2] [,3] [,4] [,5] [,6]
## [1,] 0 0 0 0 0 0
## [2,] 0 0 0 0 0 0
## [3,] 0 0 0 0 0 0
## [4,] 0 0 0 0 0 0
## [5,] 0 0 0 0 0 0
## [6,] 0 0 0 0 0 0
## [7,] 0 0 0 0 0 0
## [8,] 0 0 0 0 0 0
##
## $counts$`Known Marks`
## [1,] [,2] [,3] [,4] [,5] [,6]
## [1,] 16 16 16 16 16 16
## [2,] 5 5 5 5 5 5
## [3,] 14 14 14 14 14 14
## [4,] 5 5 5 5 5 5
## [5,] 6 6 6 6 6 6
## [6,] 4 4 4 4 4 4
## [7,] 20 20 20 20 20 20
## [8,] 3 3 3 3 3 3
##
##
## $reverse
## [1] FALSE
##
## $areas
## NULL

## par.index model.index group age time Age
Time colonies
## 1 1 1 Americano 0 1 0 0 Americano
## 2 2 2 Americano 1 2 1 1 Americano
## 3 3 3 Americano 2 3 2 2 Americano
## 4 4 4 Americano 3 4 3 3 Americano
## 5 5 5 Americano 4 5 4 4 Americano
## 6 6 6 Americano 5 6 5 5 Americano
## 7 7 7 CapimAcu 0 1 0 0 CapimAcu
## 8 8 8 CapimAcu 1 2 1 1 CapimAcu
## 9 9 9 CapimAcu 2 3 2 2 CapimAcu
## 10 10 10 CapimAcu 3 4 3 3 CapimAcu
## 11 11 11 CapimAcu 4 5 4 4 CapimAcu
## 12 12 12 CapimAcu 5 6 5 5 CapimAcu
## 13 13 13 ForteBoldro 0 1 0 0 ForteBoldro
## 14 14 14 ForteBoldro 1 2 1 1 ForteBoldro
## 15 15 15 ForteBoldro 2 3 2 2 ForteBoldro
## 16 16 16 ForteBoldro 3 4 3 3 ForteBoldro
## 17 17 17 ForteBoldro 4 5 4 4 ForteBoldro
## 18 18 18 ForteBoldro 5 6 5 5 ForteBoldro
## 19 19 19 Leao 0 1 0 0 Leao
## 20 20 20 Leao 1 2 1 1 Leao
## 21 21 21 Leao 2 3 2 2 Leao
## 22 22 22 Leao 3 4 3 3 Leao
## 23 23 23 Leao 4 5 4 4 Leao
## 24 24 24 Leao 5 6 5 5 Leao
## 25 25 25 PedreiraSueste 0 1 0 0
PedreiraSueste
## 26 26 26 PedreiraSueste 1 2 1 1
PedreiraSueste
## 27 27 27 PedreiraSueste 2 3 2 2
PedreiraSueste
## 28 28 28 PedreiraSueste 3 4 3 3
PedreiraSueste
## 29 29 29 PedreiraSueste 4 5 4 4
PedreiraSueste
## 30 30 30 PedreiraSueste 5 6 5 5
PedreiraSueste
## 31 31 31 Piquinho 0 1 0 0 Piquinho
## 32 32 32 Piquinho 1 2 1 1 Piquinho
## 33 33 33 Piquinho 2 3 2 2 Piquinho
## 34 34 34 Piquinho 3 4 3 3 Piquinho
## 35 35 35 Piquinho 4 5 4 4 Piquinho
## 36 36 36 Piquinho 5 6 5 5 Piquinho
## 37 37 37 PraiaBoldro 0 1 0 0 PraiaBoldro
## 38 38 38 PraiaBoldro 1 2 1 1 PraiaBoldro
## 39 39 39 PraiaBoldro 2 3 2 2 PraiaBoldro
## 40 40 40 PraiaBoldro 3 4 3 3 PraiaBoldro

```

41 41 41 PraiaBoldro 4 5 4 4 PraiaBoldro
 ## 42 42 42 PraiaBoldro 5 6 5 5 PraiaBoldro
 ## 43 43 43 TejuAcu 0 1 0 0 TejuAcu
 ## 44 44 44 TejuAcu 1 2 1 1 TejuAcu
 ## 45 45 45 TejuAcu 2 3 2 2 TejuAcu

46 46 46 TejuAcu 3 4 3 3 TejuAcu
 ## 47 47 47 TejuAcu 4 5 4 4 TejuAcu
 ## 48 48 48 TejuAcu 5 6 5 5 TejuAcu

Final result of the population size:

location	estimate	standard.error	lowerCI	upperCI	areaSize	density
Americano	64.77	7.19	52.14	80.46	15.0	4.32
CapimAcu	11.51	2.06	8.13	16.30	52.0	0.22
ForteBoldro	59.70	6.86	47.70	74.73	36.7	1.63
Leao	12.29	2.46	8.34	18.11	48.0	0.26
PedreiraSueste	13.21	2.03	9.80	17.82	30.0	0.44
Piquinho	22.09	3.73	15.91	30.68	13.5	1.64
PraiaBoldro	128.14	13.40	104.46	157.19	44.9	2.85
TejuAcu	10.86	2.21	7.33	16.11	7.7	1.41

Anexo 2. Parâmetros usados na Análise de Viabilidade Populacional - Programa

Vortex® 10.0.7.9

VORTEX 10.0.7.9 -- simulation of population dynamics	Percent of adult females breeding each year: 60 with EV(SD): 10																																																																								
Project: Mabuia	Percent of adult males in the pool of breeders: 100																																																																								
Project Notes: Sem invasoras no arquipélago	Distribution of number of broods per year: 20 percent 0 broods 80 percent 1 broods																																																																								
Scenario: T. atlantica - Baseline	Normal distribution of brood size with mean: 1 with SD: 1																																																																								
14/06/2019	Female annual mortality rates (as percents): Age 0 to 1: 18 with EV(SD): 1 After age 1: 5 with EV(SD): 1																																																																								
1 populations simulated for 500 years for 1000 iterations	Male annual mortality rates (as percents): Age 0 to 1: 18 with EV(SD): 1 After age 1: 5 with EV(SD): 1																																																																								
Scenario Settings Notes: No invasive species	Initial population size:																																																																								
Sequence of events in each time cycle:	<table border="0"> <thead> <tr> <th></th> <th>Age</th> <th>0</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>EV</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>6</td> <td>Total</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Breed</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Mortality</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Age</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Disperse</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Harvest</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Supplement</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>rCalc</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ktruncation</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>UpdateVars</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Census</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Age	0	1	2	3	EV	4	5	6	Total		Breed						Mortality						Age						Disperse						Harvest						Supplement						rCalc						Ktruncation						UpdateVars						Census					
	Age	0	1	2	3																																																																				
EV	4	5	6	Total																																																																					
Breed																																																																									
Mortality																																																																									
Age																																																																									
Disperse																																																																									
Harvest																																																																									
Supplement																																																																									
rCalc																																																																									
Ktruncation																																																																									
UpdateVars																																																																									
Census																																																																									
Extinction defined as no males or no females.	Carrying capacity: 6370000 with EV(SD): 0																																																																								
No inbreeding depression.																																																																									
Populations:																																																																									
Population1																																																																									
Reproductive System:																																																																									
Polygyny, with new selection of mates each year																																																																									
Females breed from age 1 to age 6																																																																									
Males breed from age 1 to age 6																																																																									
Maximum age of survival: 6																																																																									
Sex ratio (percent males) at birth: 50																																																																									
Independence between EV in reproduction and survival.																																																																									
Population specific rates for Population1																																																																									

VORTEX 10.0.7.9 -- Simulation of population dynamics

Project: Mabuia

Project Notes: Com invasoras no arquipélago

Scenario: *T. atlantica* – (Cat + Rat)

09/05/2019

1 populations simulated for 500 years for 1000 iterations

Scenario Settings Notes: Cat + Rat

Sequence of events in each time cycle:

EV
Breed
Mortality
Age
Disperse
Harvest
Supplement
rCalc
Ktruncation
UpdateVars
Census

Extinction defined as no males or no females.

No inbreeding depression.

Populations:

Population1

Reproductive System:

Polygyny, with new selection of mates each year

Females breed from age 1 to age 6

Males breed from age 1 to age 6

Maximum age of survival: 6

Sex ratio (percent males) at birth: 50

Independence between EV in reproduction and survival.

Population specific rates for Population1

Percent of adult females breeding each year:
60

with EV(SD): 10

Percent of adult males in the pool of breeders:
100

Distribution of number of broods per year:

20 percent 0 broods

80 percent 1 broods

Normal distribution of brood size with mean:
1 with SD: 1

Female annual mortality rates (as percents):

Age 0 to 1: 21 with EV(SD): 1

After age 1: 5 with EV(SD): 1

Male annual mortality rates (as percents):

Age 0 to 1: 21 with EV(SD): 1

After age 1: 5 with EV(SD): 1

Initial population size:

	Age	0	1	2	3
4	5	6	Total		
Females		0	603062	572136	542795
514959	488551	463497	3185000		
Males		0	603062	572136	542795
514959	488551	463497	3185000		

Carrying capacity: 6370000

with EV(SD): 0

VORTEX 10.0.7.9 -- Simulation of population dynamics

Project: Mabuia

Project Notes: Com invasoras no arquipélago

Scenario: *T. atlantica* – (Cat + Rat + Tegu lizard + Egrett)

09/05/2019

1 populations simulated for 1000 years for 1000 iterations

Scenario Settings Notes: Cat + Rat + Tegu lizard + Egret

Sequence of events in each time cycle:

EV
Breed
Mortality
Age
Disperse
Harvest
Supplement
rCalc
Ktruncation
UpdateVars
Census

Extinction defined as no males or no females.

No inbreeding depression.

Populations:

Population1

Reproductive System:

Polygyny, with new selection of mates each year

Females breed from age 1 to age 6

Males breed from age 1 to age 6

Maximum age of survival: 6

Sex ratio (percent males) at birth: 50

Independence between EV in reproduction and survival.

Population specific rates for Population1

Percent of adult females breeding each year:
60

with EV(SD): 10

Percent of adult males in the pool of breeders:
100

Distribution of number of broods per year:

20 percent 0 broods

80 percent 1 broods

Normal distribution of brood size with mean:
1 with SD: 1

Female annual mortality rates (as percents):

Age 0 to 1: 24 with EV(SD): 1

After age 1: 5 with EV(SD): 1

Male annual mortality rates (as percents):

Age 0 to 1: 24 with EV(SD): 1

After age 1: 5 with EV(SD): 1

Initial population size:

	Age	0	1	2	3
4	5	6	Total		
Females	0	304035	291783	280023	
268738	257907	247514	1650000		
Males	0	304035	291783	280023	
268738	257907	247514	1650000		

Carrying capacity: 6370000

with EV(SD): 0