

UNIVERSIDADE REGIONAL DE JOINVILLE - UNIVILLE

DOUTORADO EM SAÚDE E MEIO AMBIENTE

ASPECTOS REPRODUTIVOS, ALIMENTARES E ZONÓTICOS DO GUARÁ
(*Eudocimus ruber*) (PELECANIFORMES, Threskiornithidae) NA BAÍA BABITONGA,
SANTA CATARINA.

DANIELA FINK

ORIENTADORA: DRA. MARTA JUSSARA CREMER

JOINVILLE – SC

2018

DANIELA FINK

ASPECTOS REPRODUTIVOS, ALIMENTARES E ZONÓTICOS DO GUARÁ
(*Eudocimus ruber*) (PELECANIFORMES, Threskiornithidae) NA BAÍA BABITONGA,
SANTA CATARINA.

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saúde e Meio Ambiente, da Universidade da Região de Joinville, como requisito parcial para a obtenção do título em Doutor em Saúde e Meio Ambiente.

Orientadora: Dra. Marta Jussara Cremer

JOINVILLE-SC

2018

Catálogo na publicação pela Biblioteca Universitária da Univille

F499a Fink, Daniela
Aspectos reprodutivos, alimentares e zoonóticos do guará (*eudocimus ruber*) (pelecaniformes, threskiornithidae) na Baía Babitonga, Santa Catarina/ Daniela Fink; orientadora Dra. Marta Jussara Cremer. – Joinville: UNIVILLE, 2018.

119 p.: il. ; 30 cm

Tese (Doutorado em Saúde e Meio Ambiente – Universidade da Região de Joinville)

1. Guará (Ave) – Alimentação e rações – Babitonga, Baía de (SC).
2. Aves marinhas – Reprodução – Babitonga, Baía de (SC).
3. Resíduos – Eliminação no oceano. I. Cremer, Marta Jussara (orient.). II. Título.

CDD 598.176

Elaborada por Rafaela Ghacham Desiderato – CRB-14/1437

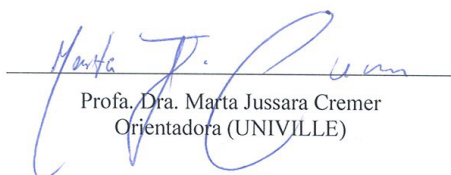
Termo de Aprovação

**“Aspectos Reprodutivos, Alimentares e Zoonóticos do Guará (*Eudocimus ruber*)
(Pelecaniformes, Threskiornithidae) na Baía Babitonga, Santa Catarina”**

por

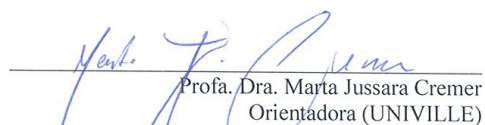
Daniela Fink

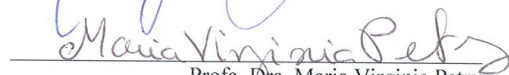
Tese julgada para a obtenção do título de Doutora em Saúde e Meio Ambiente, área de concentração Saúde e Meio Ambiente e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Saúde e Meio Ambiente.

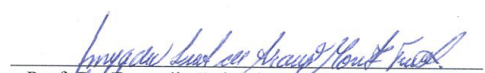

Prof.ª. Dra. Marta Jussara Cremer
Orientadora (UNIVILLE)


Prof. Dr. Paulo Henrique Condeixa de França
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Saúde e Meio Ambiente

Banca Examinadora:


Prof.ª. Dra. Marta Jussara Cremer
Orientadora (UNIVILLE)


Prof.ª. Dra. Maria Virginia Petry
(UNISINOS)


Prof. Dr. Emydio Leite de Araujo Monteiro Filho
(UFPR)


Prof.ª. Dra. Regina Maria Miranda Gern
(UNIVILLE)


Prof. Dr. Luciano Lorenzi
(UNIVILLE)

Joinville, 31 de julho de 2018

Às aves

AGRADECIMENTOS:

À minha orientadora Marta Cremer por acreditar no meu trabalho, desde o mestrado, doutorado e agora profissionalmente. Agradeço pelas correções e sugestões que sempre melhoraram a pesquisa.

Ao meu companheiro desta jornada, Johny Guenther, pela ajuda incansável em todos os momentos, principalmente no trabalho em campo. Literalmente você é meu apoio e eu só consegui chegar até aqui pois você esteve sempre ao meu lado, ou segurando a escada pra alcançar os ninhos dos guarás.

À minha família, Lúcia, Maury e Gabriela por todo apoio e ajuda, especialmente a minha mãe que sempre soube me incentivar nos estudos e até costurar coletores e pantaneiras para a realização da pesquisa.

As minhas amigas e ornitólogas de manguezal, Joice Klug e Bruna Winter. A Joice por toda a ajuda na identificação dos caranguejos. Meninas vocês são demais!

À todos os amigos que foram a campo e se atolaram no lodo do manguezal ou pilotaram o barco: Alexandre Grose, Ana Kassia Moraes, Beatriz Schulze, Camila Sartori, Guilherme Guerra, Renan Paitach, Rodrigo Belesso, Sophia Wonder.

Ao meu amigo Renan Paitach por toda ajuda estatística e sugestões do trabalho. Agradeço imensamente todo o seu empenho em deixar o estudo mais aprimorado.

À minha amiga Beatriz Schulze que inúmeras vezes se dispôs a pilotar o barco, mesmo em dias de chuva e frio.

Ao veterinário Leonardo Dumond por incentivar a pesquisa e instigar minha curiosidade com aspectos anatômicos e patológicos das aves.

À professora Roseneide Dalgmar pela ajuda com a parte microbiológica da pesquisa.

À Fernanda Vigilio pelo apoio na parte laboratorial.

Ao Professor Luciano Lorenzi pela confecção de material para análise da dieta.

Aos membros da banca de qualificação, Professor Emygdio Leite Monteiro e Professora Regina Gern pelas recomendações ao trabalho.

À CAPES/PROSUP pela bolsa de estudo.

Ao Fundo de Apoio a Pesquisa da Univille pelo auxílio financeiro na pesquisa.

Ao CEMAVE pelas anilhas fornecidas para a pesquisa.

Ao laboratório Medivet pelas análises microbiológicas.

À todos os professores e funcionários do Programa de Pós Graduação em Saúde e Meio Ambiente da Univille.

À todos os funcionários da marina do Clube Cruzeiro de São Francisco do Sul: Jorge, Dudu, Eduardo e Acir que ajudaram na manutenção da embarcação.

RESUMO

O guará (*Eudocimus ruber*) é uma espécie de ave aquática que se reproduz em colônias mistas em áreas de manguezais no Brasil. O objetivo deste trabalho foi analisar a biologia reprodutiva, a dieta e identificar as bactérias dos filhotes de guará na Baía Babitonga, litoral do estado de Santa Catarina. Foram realizadas visitas semanais de agosto/2015 a março/2016 (estação 2015/16) e de agosto/2016 a março/2017 (estação 2016/17) à colônia mista da Ilha Jarivatuba, no município de Joinville. A amostragem foi realizada numa área pré-estabelecida. Para o monitoramento dos ninhos foi utilizado um bastão de alumínio telescópico, com espelho na ponta, para visualizar a parte interna dos ninhos, quantificar o número de ovos e filhotes e acompanhar as fases de desenvolvimento. Na estação 2015/16 foram monitorados 107 ninhos e 149 na estação 2016/17. Para a análise da dieta foram analisadas 64 amostras de regurgitos na estação 2015/16 e 63 amostras na estação 2016/17. Para a identificação de bactérias em filhotes a partir do estágio filhote II, foram coletadas 16 amostras de *swabs* cloacais na primeira estação e 34 no ano seguinte. A altura média dos ninhos (teste T=10,302; $p<0,01$) e a distância média entre os ninhos mais próximos de guará (Mann-Whitney Z=5,300; $p<0,01$), foram diferentes entre os anos. A postura média foi de 2,34 ovos por ninho para a estação 2015/16 e 2,13 para a estação 2016/17. O sucesso de eclosão (número de filhotes nascidos/número de ovos postos x 100) para a estação 2015/16 foi de 61%, enquanto na estação seguinte houve uma queda, com 35,65% de sucesso de eclosão. O sucesso reprodutivo aparente (número de juvenis no estágio II/número de filhotes nascidos x 100) na estação 2015/16 foi de 42,4% e a produtividade foi de 0,60 (número de juvenis no estágio II/número de ninhos analisados). Na estação 2016/17 o sucesso reprodutivo aparente foi de 46,9% e a produtividade foi de 0,36. O índice de Mayfield indicou uma taxa de sobrevivência diária de 0,49 para todo o ciclo reprodutivo na primeira estação e de 0,25 na estação seguinte. Os caranguejos representaram 97,3% da dieta na estação reprodutiva 2015/16; na estação 2016/17 foi de 91,7%. Num total de 10 taxóons de caranguejos foram consumidos pelo guará e os mais predados foram: *Armases rubripes*, *Uca* spp., *Eurytium limosum* e *Ucides cordatus*. Foram isolados os seguintes microrganismos nos filhotes: *Escherichia coli*, *Proteus vulgaris*, *Proteus* spp., *Klebsiella* spp. *Enterococcus* spp. e *Staphylococcus* spp. As diferenças entre os aspectos reprodutivos nas duas estações podem estar relacionadas as alterações ocorridas no bosque de manguezal em consequência da infestação de lagartas no mangue-preto. A ocorrência de *E. coli*, *Enterococcus* spp. e *P. vulgaris* pode estar vinculada a localização da colônia, situada na foz do rio Cachoeira, o qual recebe o aporte de efluentes domésticos e industriais da cidade de Joinville sem tratamento adequado. O monitoramento a longo prazo e as pesquisas de estrutura e aspectos reprodutivos em uma colônia em relação a implicações ambientais, são instrumentos para a conservação e manejo para as espécies.

ABSTRACT

The Scarlet ibis (*Eudocimus ruber*) is a species of waterbird that breeds within a mixed colony in mangrove areas in Brazil. The objective of this study was to analyze the breeding biology, diet, and bacteria present in the Scarlet ibis chicks found in the Babitonga Bay, along the coast of Santa Catarina state. There were weekly visits from August/2015 to March/2016 (season 2015/16) and August/2016 to March/2017 (season 2016/17) to the mixed colony on Jarivatuba Island in the municipality of Joinville. Sampling was conducted in a pre-established area. In order to monitor the nests, a telescopic aluminum rod with a mirror at the end was used to visualize the inside of the nests, quantify the number of eggs and chicks, and follow the developmental phases. During the 2015/16 season 107 nests were monitored and in the 2016/17 season 149 nests were monitored. For diet analysis, 64 samples of regurgitates were analyzed from the 2015/16 season and 63 samples from the 2016/17 season. In order to identify the bacteria within the chicks, we collected 16 samples of cloacae swabs in the first season and 34 in the following season from chicks in stage II of development. The average nest height (test $T=10.302$; $p<0.01$) and the average distance between the closest nests (Mann-Whitney $Z=5.300$; $p<0.01$) were different between the years for the Scarlet ibis. The mean clutch was 2.34 eggs for nests for in the 2015/16 season and 2.13 for the 2016/17 season. The hatching success (number of chicks born/number of eggs laid $\times 100$) for the 2015/16 season was 61%, which decreased in the following season, with 35.65% hatching success. The apparent reproductive success (number of juveniles in stage II/number of chicks born $\times 100$) for the 2015/16 season was 42.4% and the productivity for the same season was 0.60 (number of juveniles in stage II/number of nests analyzed). During the 2016/17 season, the apparent reproductive success was 46.9% and the productivity was 0.36. The Mayfield index indicated a daily survival rate of 0.49 for the entire reproductive cycle in the first season and 0.25 in the next season. Crabs represented 97.3% of the diet in the 2015/16 season, and in the 2016/17 season crabs composed 91.7% of the diet. A total of 10 taxa of crabs were found to be consumed by the Scarlet ibis and the most predated included: *Armases rubripes*, *Uca* spp., *Eurytium limosum*, and *Ucides cordatus*. The following microorganisms were isolated in the chicks: *Escherichia coli*, *Proteus vulgaris*, *Proteus* spp., *Klebsiella* spp. *Enterococcus* spp., and *Staphylococcus* spp. The differences in breeding aspects within the two reproductive seasons may be related to the changes that occurred from a caterpillar infestation in the black mangrove. The occurrence of *E. coli*, *Enterococcus* spp., and *P. vulgaris* can be linked to the location of the colony at the mouth of the Cachoeira River, which receives input from domestic and industrial effluents from the city of Joinville, with no adequate treatment. Long-term monitoring and research on structural and reproductive aspects of a colony in relation to environmental implications are important tools in the conservation and management of species.

LISTA DE FIGURA

MATERIAL E MÉTODOS

Figura 1: Localização da Ilha Jarivatuba na Baía Babitonga (ponto preto), Estado de Santa Catarina, sul do Brasil.....28

CAPÍTULO 1: VARIAÇÕES NOS PARÂMETROS REPRODUTIVOS DO GUARÁ (*Eudocimus ruber*) NA COLÔNIA DA ILHA JARIVATUBA NA BAÍA BABITONGA

Figura 1: Localização da Ilha Jarivatuba na Baía Babitonga (ponto preto), Estado de Santa Catarina, sul do Brasil.....42

Figura 2: Área de monitoramento da biologia reprodutiva do guará (*Eudocimus ruber*) demarcada em branco, Ilha Jarivatuba na Baía Babitonga, Estado de Santa Catarina. Em 2015, antes do distúrbio ambiental, em 2017 após o distúrbio ambiental.....43

Figura 3: Monitoramento dos ninhos de guará (*Eudocimus ruber*) com o uso de uma haste telescópica com espelho na extremidade, na Ilha Jarivatuba, Baía Babitonga, Estado de Santa Catarina.....44

Figura 4: Observação do ovo e filhote recém-eclodido de guará (*Eudocimus ruber*) no ninho com a utilização de um espelho na extremidade da haste telescópica, Baía Babitonga, Estado de Santa Catarina.....44

Figura 5: Lacre plástico numerado para identificação dos ninhos de guarás (*Eudocimus ruber*) monitorados na Baía Babitonga, Estado de Santa Catarina.....45

Figura 6: Estágios de desenvolvimento do guará (*Eudocimus ruber*) no ninho, na Baía Babitonga, Estado de Santa Catarina. A: Ovo; B: Filhote fase I, recém eclodido; B: Filhote fase II; C: Juvenil fase I; C: Juvenil fase II.....46

Figura 7: Pulsos reprodutivos do guará (*Eudocimus ruber*) registrados entre os meses de agosto/2015 a março/2016 (1) e entre agosto/2016 a março/2017 (2) na Baía Babitonga, Estado de Santa Catarina.....49

Figura 8: A: Precipitação mensal total (mm) e dias de chuva em 2015; B: Precipitação mensal (mm) total e dias de chuva em 2016; C: Precipitação mensal (mm) total e dias de chuva para os meses de janeiro a março de 2017. Município de Joinville, Estado de Santa Catarina. Fonte: *Estação Meteorológica Univille*.....50

Figura 9: Total de números de ninhos de guará (*Eudocimus ruber*) registrados por pulso reprodutivo na estação 2015/16 e estação 2016/17 na Baía Babitonga, Estado de Santa Catarina.....52

Figura 10: Sucesso de eclosão do guará (*Eudocimus ruber*) por pulso nas duas estações reprodutivas na Baía Babitonga, Estado de Santa Catarina.....54

Figura 11: Sucesso reprodutivo do guará (*Eudocimus ruber*) por pulso nas duas estações reprodutivas na Baía Babitonga, Estado de Santa Catarina.....55

Figura 12: Sucesso dos ovos de guará (*Eudocimus ruber*) por pulso nas duas estações reprodutivas na Baía Babitonga, Estado de Santa Catarina.....56

Figura 13: Diagramas de dispersão entre as covariáveis ambientais analisadas para o A) sucesso de eclosão e o B) sucesso reprodutivo do guará (*Eudocimus ruber*) na Baía Babitonga, Estado de Santa Catarina. Nos quadros da diagonal central estão os nomes das variáveis e o histograma de distribuição dos dados (em azul). Acima da diagonal as observações para cada par de variáveis e a linha de atenuação (em vermelho). Abaixo da diagonal estão os valores de correlação de Pearson entre os pares de variáveis, em tamanho proporcional ao valor.....57

Figura 14: Relação entre o sucesso de eclosão e os anos referentes as estações reprodutivas 2015/16 e 2016/17 do guará (*Eudocimus ruber*) na Baía Babitonga, Estado de Santa Catarina.....59

Figura 15: Relação entre o sucesso de eclosão e o número de vizinhos dentro raio de três metros de distância (nV3m) do guará (*Eudocimus ruber*) na Baía Babitonga, Estado de Santa Catarina.....59

Figura 16: Relação entre o sucesso reprodutivo e o pulso reprodutivo do guará (*Eudocimus ruber*) na Baía Babitonga, Estado de Santa Catarina.....61

Figura 17: Relação entre o sucesso reprodutivo e o tamanho da ninhada do guará (*Eudocimus ruber*) na Baía Babitonga, Estado de Santa Catarina.....61

CAPÍTULO 2: HÁBITO ALIMENTAR DO GUARÁ (*Eudocimus ruber*) DURANTE O PERÍODO REPRODUTIVO NA BAÍA BABITONGA, SUL DO BRASIL

Figura 1: Localização da colônia de aves aquáticas no município de Joinville, Estado de Santa Catarina. A seta indica a Ilha Jarivatuba.....75

Figura 2: Retirada do material regurgitado no coletor abaixo do ninho de guará (*Eudocimus ruber*) na Baía Babitonga, Estado de Santa Catarina.....76

Figura 3: Frequência numérica das espécies e gêneros de caranguejos consumidos pelo guará (*Eudocimus ruber*) durante o período reprodutivo na Baía Babitonga, Estado de Santa Catarina.....80

Figura 4: Média do tamanho das quelas de *Armases rubripes* identificadas nas amostras de regurgitos de guará (*Eudocimus ruber*) nas diferentes fases de desenvolvimento (ovo, ninhego e juvenil) na Baía Babitonga, Estado de Santa Catarina, durante as estações reprodutivas 2015/16 e 2016/17. Barras verticais representam intervalo de confiança de 95%.....85

Figura 5: Média do tamanho das quelas de *Uca* spp. identificadas nas amostras de regurgitos de guará (*Eudocimus ruber*) nas diferentes fases de desenvolvimento (ovo, ninhego e juvenil) na Baía Babitonga, Estado de Santa Catarina, durante as estações reprodutivas 2015/16 e 2016/17. Barras verticais representam intervalo de confiança de 95%.....86

Figura 6: Média do tamanho das quelas de *Eurytium limosun* identificadas nas amostras de regurgitos de guará (*Eudocimus ruber*) nas diferentes fases de desenvolvimento (ovo, ninhego e juvenil) na Baía Babitonga, Estado de Santa Catarina, durante as estações reprodutivas 2015/16 e 2016/17. Barras verticais representam intervalo de confiança de 95%.....87

Figura 7: Média do tamanho das quelas de *Ucides cordatus* identificadas nas amostras de regurgitos de guará (*Eudocimus ruber*) nas diferentes fases de desenvolvimento (ovo, ninhego e juvenil) na Baía Babitonga, Estado de Santa Catarina, durante as estações reprodutivas 2015/16 e 2016/17. Barras verticais representam intervalo de confiança de 95%.....88

Capítulo 3: INGESTÃO DE ELÁSTICO DE BORRACHA POR GUARÁ (*Eudocimus ruber*) NO SUL DO BRASIL

Figura 1: Solo do manguezal da colônia de aves aquáticas da Ilha Jarivatuba, Baía da Babitonga. As setas indicam os elásticos de borracha.....99

Figuras 2 e 3: Elásticos de borracha encontrados nos coletores de regurgitos de guarás na Baía Babitonga, sul do Brasil. Elásticos juntamente com os itens alimentares não digeríveis do guará (*Eudocimus ruber*).....100

Capítulo 4: BACTÉRIAS PRESENTES EM FILHOTES DE GUARÁ (*Eudocimus ruber*), BAÍA BABITONGA, ESTADO DE SANTA CATARINA, BRASIL

Figura 1: Bactérias encontradas nas amostras de *swabs* cloacais de guará e a sua frequência de ocorrência na estação 2015/2016 na Ilha Jarivatuba, Baía Babitonga.....111

Figura 2: Bactérias encontradas nas amostras de *swabs* cloacais de guará e a sua frequência de ocorrência na estação 2016/2017 na Ilha Jarivatuba, Baía Babitonga.....113

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1: VARIAÇÕES NOS PARÂMETROS REPRODUTIVOS DO GUARÁ (*Eudocimus ruber*) NA COLÔNIA DA ILHA JARIVATUBA NA BAÍA BABITONGA

Tabela 1: Cronologia reprodutiva do guará (*Eudocimus ruber*) na Baía Babitonga no período reprodutivo da estação 2015/2016: agosto de 2015 a março de 2016; e da estação 2016/2017: agosto de 2016 a março de 2017. 1 = ovo; 2 = filhote I; 3 = filhote II; 4 = juvenil I; 5 = juvenil II.....49

Tabela 2: Tamanho da postura do guará (*Eudocimus ruber*) por pulsos reprodutivos, número de ovos e média de ovos/ninho na estação 2015/16 na Baía Babitonga, Estado de Santa Catarina. Porcentagem de ninhoss está relacionada ao tamanho da postura.....52

Tabela 3: Tamanho da postura do guará (*Eudocimus ruber*) por pulsos reprodutivos; número de ovos e média de ovos/ninho na estação 2016/2017 na Baía Babitonga, Estado de Santa Catarina. Porcentagem de ninhoss está relacionada ao tamanho da postura.....53

Tabela 4: Quantidade de ninhoss, total de ovos, filhote I, juvenil I, juvenil II de guará (*Eudocimus ruber*) na Baía Babitonga, Estado de Santa Catarina. Sucesso de eclosão, sucesso reprodutivo JII (juvenil fase II), produtividade, sucesso dos ovos e ninhoss por pulso reprodutivo. Total e médias na estação reprodutiva 2015/16 e 2016/17.....54

Tabela 5: Sucesso de Mayfield de ninhoss de guará (*Eudocimus ruber*) na estação 2015/16 e 2016/17, na Baía Babitonga, Estado de Santa Catarina. Taxa de sobrevivência diária para o período de incubação, ninhego e total (todo o ciclo reprodutivo).....56

Tabela 6: Seleção de modelos analisando as variáveis ambientais que afetam o sucesso de eclosão de guarás (*Eudocimus ruber*) na Baía Babitonga, Estado de Santa Catarina. Modelos estimados pelo método de Modelos Lineares Generalizados Mistos (GLMM) com distribuição binomial. O peso apresenta o suporte do modelo selecionado em relação aos demais, enquanto o df indica o número total de parâmetros estimados.....58

Tabela 7: Resultados do modelo selecionado, relacionando as variáveis ambientais mais significativas que afetam o sucesso de eclosão de guarás (*Eudocimus ruber*) na Baía Babitonga, Estado de Santa Catarina; (* valores significativos); nV3m= número de ninhoss vizinhos dentro do raio de três metros de distância.....58

Tabela 8: Seleção de modelos analisando as variáveis ambientais que afetam o sucesso reprodutivo do guará (*Eudocimus ruber*) na Baía Babitonga, Estado de Santa Catarina. Modelos estimados pelo método de Modelos Lineares Generalizados Mistos (GLMM) com distribuição binomial. O Peso apresenta o suporte do modelo selecionado em relação aos demais, enquanto o df indica o número total de parâmetros estimados.60

Tabela 9: Resultados do modelo selecionado, relacionando as variáveis ambientais mais significativas que afetam o sucesso reprodutivo do guará (*Eudocimus ruber*) na Baía Babitonga, Estado de Santa Catarina (* valores significativos).....60

CAPÍTULO 2: HÁBITO ALIMENTAR DO GUARÁ (*Eudocimus ruber*) DURANTE O PERÍODO REPRODUTIVO NA BAÍA BABITONGA, SUL DO BRASIL

Tabela 1: Presas consumidas por guará (*Eudocimus ruber*) na Baía Babitonga no período reprodutivo de 2015/2016 (n = 64 amostras). FN = Frequência numérica; F = Número de amostras em que foram encontradas; FO = Frequência de ocorrência; IIR = Índice de importância relativa.....78

Tabela 2: Presas consumidas por guará (*Eudocimus ruber*) na Baía Babitonga no período reprodutivo de 2016/17 (n = 63). FN = Frequência numérica; F = Número de amostras em que foram encontradas; FO = Frequência de ocorrência; IIR = Índice de importância relativa.....79

Tabela 3: Número de indivíduos (N), frequência numérica (FN%) e frequência de ocorrência (FO%) dos caranguejos da dieta do guará (*Eudocimus ruber*) na Baía Babitonga, Estado de Santa Catarina, para cada fase de desenvolvimento, na estação reprodutiva 2015/16.....81

Tabela 4: Número de indivíduos (N), frequência numérica (FN%) e frequência de ocorrência (FO%) dos caranguejos da dieta do guará (*Eudocimus ruber*) na Baía Babitonga, Estado de Santa Catarina, para cada fase de desenvolvimento, na estação reprodutiva 2016/17.....81

Tabela 5: Comprimento do própodo do quelípodo (mm) dos caranguejos registrados na dieta do guará (*Eudocimus ruber*) em relação a fase de desenvolvimento; N= número de quelas medidas; média ($\pm$ desvio-padrão) (mm), comprimento mínimo e máximo (mm); média geral (mm) na estação reprodutiva 2015/16 na Baía Babitonga, Estado de Santa Catarina.....83

Tabela 6: Comprimento do própodo do quelípodo (mm) dos caranguejos registrados na dieta do guará (*Eudocimus ruber*) em relação a fase de desenvolvimento; N= número de quelas medidas; média ($\pm$ desvio-padrão) (mm), comprimento mínimo e máximo (mm); média geral (mm) na estação reprodutiva 2016/17 na Baía Babitonga, Estado de Santa Catarina.....84

Capítulo 3: INGESTÃO DE ELÁSTICO DE BORRACHA POR GUARÁ (*Eudocimus ruber*)

Tabela 1: Número de elásticos de borracha encontrados nos regurgitos de guará (*Eudocimus ruber*) na colônia da Ilha Jarivatuba, na Baía Babitonga, sul do Brasil.....99

Capítulo 4: BACTÉRIAS PRESENTES EM FILHOTES DE GUARÁ (*Eudocimus ruber*), BAÍA BABITONGA, ESTADO DE SANTA CATARINA, BRASIL

Tabela 1: Espécies bacterianas isoladas nas amostras de *swab* cloacal de filhotes do guará (*Eudocimus ruber*) na Ilha Jarivatuba, Baía Babitonga, na estação 2015/2016. Identificação da ave (número da anilha), peso (gramas) e tamanho (comprimento corporal total em centímetros).....110

Tabela 2: Espécies bacterianas isoladas nas amostras de *swab* cloacal de filhotes do guará (*Eudocimus ruber*) na Ilha Jarivatuba, Baía Babitonga, na estação 2016/2017. Identificação da ave (número da anilha), peso (gramas) e tamanho (comprimento corporal total em centímetros).....112

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	16
2. OBJETIVOS.....	18
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
4. ÁREA DE ESTUDO.....	27
5. REFERÊNCIAS	29
6. CAPÍTULO 1: Variações nos parâmetros reprodutivos do guará (<i>Eudocimus ruber</i>) na colônia da Ilha Jarivatuba na Baía Babitonga	37
RESUMO.....	38
INTRODUÇÃO	39
MATERIAL E MÉTODOS	41
RESULTADOS.....	48
DISCUSSÃO.....	62
REFERÊNCIAS	66
7. CAPÍTULO 2: Hábito alimentar do guará (<i>Eudocimus ruber</i>) durante o período reprodutivo na Baía Babitonga, sul do Brasil.....	71
RESUMO.....	72
INTRODUÇÃO	73
MATERIAL E MÉTODOS.....	74
RESULTADOS.....	78
DISCUSSÃO.....	88
CONCLUSÃO.....	91
REFERÊNCIAS	91
8. CAPÍTULO 3: Ingestão de elástico de borracha por guará (<i>Eudocimus ruber</i>).....	95
RESUMO.....	96
REFERÊNCIAS	102
9. CAPÍTULO 4: Bactérias presentes em filhotes de guará (<i>Eudocimus ruber</i>), Baía Babitonga, Estado de Santa Catarina, Brasil.....	105

RESUMO.....	106
INTRODUÇÃO	107
MATERIAL E MÉTODOS.....	109
RESULTADOS.....	110
DISCUSSÃO.....	113
CONCLUSÃO	116
REFERÊNCIAS	116

1. INTRODUÇÃO

Os estuários são um dos sistemas que compõem a zona costeira e caracterizam-se como corpos de água semi-fechados com ligação livre com o mar aberto, influenciados pelas marés, com temperatura e salinidade variáveis, promovendo uma intensa troca de matéria orgânica, organismos e nutrientes entre o manguezal e o mar (ODUM, 1988). Oferecem condições favoráveis à sobrevivência das espécies que o habitam, como alimentação, proteção e reprodução (ARAÚJO et al., 2006), especialmente para as aves aquáticas (VOOREN e BRUSQUE, 1999; MIÑO e DEL LAMA, 2009).

O estuário da Baía Babitonga é caracterizado geograficamente como a última grande formação de manguezal do Hemisfério Sul, sendo o mais importante estuário do Estado de Santa Catarina (IBAMA, 1998). É considerada uma área prioritária para a conservação no bioma Mata Atlântica e na zona costeira e marinha, definida por sua importância biológica como de “Prioridade Extremamente Alta” (MMA, 2003). Além disso, por abrigar espécies de aves ameaçadas de extinção e endêmicas, a Baía Babitonga está inserida na categoria IBA (*Important Bird Area* – “Área Importante para a Conservação de Aves”) pela *Birdlife International* (BENCKE et al., 2006).

A grande disponibilidade de alimentos torna a Baía Babitonga propícia para a formação de colônias reprodutivas (GROSE et al., 2014). Entre os anos de 2010 e 2011 foram encontradas três colônias reprodutivas ativas de nove espécies de aves aquáticas na Baía Babitonga, sendo uma em Joinville, na Ilha Jarivatuba e duas em São Francisco do Sul, na Ilha do Maracujá e na desembocadura do Rio Pedreira (FINK e CREMER, 2015a). Portanto, é fundamental o conhecimento básico da biologia reprodutiva dessas espécies e sua sanidade frente ao panorama de aumento populacional humano, incremento portuário, urbano e industrial da região do estuário.

Essas alterações ambientais de origem antropogênica podem ser condutores de doenças infecciosas emergentes (EDIs) em animais silvestres, domésticos e seres humanos (DASZAK et al., 2001). Assim, o conhecimento de doenças infecciosas em animais silvestres é fundamental para a implementação de programas eficazes de controle e erradicação de enfermidades e na elaboração de políticas de saúde pública e animal e na conservação e eventual necessidade de manejo das espécies silvestres (JORGE et al., 2010).

Dentre as espécies de aves aquáticas que se reproduzem na Baía Babitonga, destaca-se o guará (*Eudocimus ruber*). Por haver poucos registros no Estado de Santa Catarina, foi categorizada como “criticamente em perigo” pela lista da fauna ameaçada do presente Estado (CONSEMA, 2011). A partir do seu registro recorrente na colônia da Ilha Jarivatuba, em 2011, a espécie iniciou suas atividades reprodutivas no local e desde então vem sendo pesquisada (FINK e CREMER, 2015b; GROSE, 2016).

Por meio deste estudo ampliou-se o conhecimento sobre a biologia reprodutiva e a dieta do guará (*Eudocimus ruber*) na Baía Babitonga e verificou-se a ocorrência de bactérias em filhotes, com potencial zoonótico. A Ilha Jarivatuba é uma área de manguezal, localizada na foz do Rio Cachoeira, em Joinville, que recebe boa parte do esgoto doméstico e industrial sem tratamento. Neste sentido, foram avaliados parâmetros reprodutivos e alimentares em duas estações reprodutivas incluindo o sucesso reprodutivo, cronologia reprodutiva, distribuição dos ninhos e dieta.

2. OBJETIVO GERAL

Caracterizar a biologia reprodutiva e a dieta do guará (*Eudocimus ruber*) na Baía Babitonga e a ocorrência de patógenos bacterianos com potencial zoonótico em filhotes.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Descrever a cronologia reprodutiva da espécie em duas estações reprodutivas;
- Avaliar a influência dos índices pluviométricos sobre o início da reprodução;
- Analisar a influência de um distúrbio ambiental sobre a altura e distância entre ninhos adjacentes do guará;
- Avaliar a influência de um distúrbio ambiental sobre o sucesso de eclosão e reprodutivo da espécie;
- Caracterizar a dieta da espécie e variações no tamanho e composição das presas nas diferentes fases de desenvolvimento;
- Analisar o consumo de resíduos sólidos pela espécie;
- Verificar a ocorrência de patógenos bacterianos com potencial zoonótico nos filhotes.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Ambientes costeiros e marinhos estão entre os habitats mais ameaçados do planeta. A degradação dos habitats, a intensa exploração de seus recursos e a perda da diversidade nestes ecossistemas são bem menos perceptíveis que nos espaços terrestres (RAY, 1997; MMA, 2010). Além disso, também carecem de mecanismos de proteção efetiva. Das cinco mil áreas de conservação existentes no mundo, 1.3 mil incluem componentes marinhos e costeiros (MMA, 2010). No Brasil, cerca de 3,14% da zona costeira e marinha estão protegidas por unidades de conservação integral ou sustentável, sendo que a meta de proteção fixada pelo Conabio é de 10% (MMA, 2010).

Os complexos estuário-manguezal são importantes áreas de transição costeira entre o ambiente marinho e de água doce, sujeito a ação das marés (ODUM, 1988). As florestas de manguezais são caracterizadas por baixa diversidade vegetal, alta produtividade primária e forte influência na matéria orgânica e inorgânica (KATHIRESAN e BINGHAM, 2001; FARACO e LANA, 2004). São habitats únicos, que permitem a interação de organismos marinhos no ecótono terra-mar (SHAEVES, 2009). Assim, os manguezais são ligados aos ambientes terrestres e subtidal, por meio da oscilação das águas e movimentação da fauna (FELLER et al., 2010).

Apesar da importância das florestas de manguezais para a sobrevivência de inúmeras espécies de animais, mais de 50% foram destruídas no planeta (FELLER et al., 2010). No Brasil, este ecossistema foi intensamente devastado pela necessidade de um acelerado desenvolvimento econômico (NETTO e GALLUCCI, 2003).

O movimento das aves é um fator importante no fluxo de energia dentro e entre mosaicos do ecossistema costeiro, gerado por comportamentos diários de forrageamento, reprodução e a migração sazonal (BUELOW e SHAEVES, 2015). Dentre as aves destacam-se as espécies restritas ou típicas de manguezais, como o savacu-de-coroa (*Nyctanassa violacea*), o guará (*Eudocimus ruber*) e a figuinha-do-mangue (*Conirostrum bicolor*), além de espécies migratórias (SICK, 1997; ARAÚJO et al., 2006).

Aves aquáticas, *waterbirds* ou *wadingbirds*, são todas as espécies que dependem de ambientes úmidos, como rios, canais, manguezais ou brejos de água doce para obter alimento e como local de reprodução (FREDERICK, 2002; MIÑO e

DEL LAMA, 2009). As aves da ordem Pelecaniformes (CBRO, 2015) são conhecidas como garças, savacus, socós, colhereiros e guarás e caracterizam-se principalmente por pernas e dedos compridos, pescoço fino e bico alongado (SICK, 1997; FREDERICK, 2002). Na região costeira estas espécies costumam ocupar ambientes estuarinos, onde desempenham um papel importante no fluxo de energia destes ecossistemas e exercem forte influência na comunidade biológica por meio das relações predador-presa (FREDERICK, 2002; RICKFLES, 2003).

A maioria das espécies de aves aquáticas formam colônias ou ninhais no período reprodutivo que podem ser monoespecíficas ou mistas (CUSTER et al., 1980; SICK, 1997; FREDERICK, 2002). Estes podem conter desde dezenas a milhares de indivíduos (FREDERICK, 2002; JOZENS et al., 2009). Os motivos que levam estas aves a adotarem este comportamento ainda não são bem esclarecidos (HAFNER, 2000; OLMOS e SILVA e SILVA 2003). As vantagens incluem o fato de que estas áreas representam um sítio seguro, que oferece proteção contra predadores e intempéries climáticas, apresentam disponibilidade de materiais para a construção do ninho e, principalmente, como centros de informação sobre a localização de alimento, além da disponibilidade de recursos alimentares nas proximidades (CUSTER e OSBORN, 1978; CUSTER et al., 1980; BLANCO, 1999; FREDERICK, 2002; JOZENS et al., 2009).

O sucesso reprodutivo está diretamente associado à disponibilidade de alimento (CUSTER et al., 1980). Assim, a localização das colônias reprodutivas está atrelada a proximidade e qualidade das áreas de forrageamento (HAFNER, 2000; FREDERICK, 2002). As colônias reprodutivas podem ser reocupadas por décadas, especialmente na zona costeira, onde existem locais apropriados para nidificação e previsibilidade de alimento, pois a alta produtividade primária e secundária disponibiliza alimento durante o ano todo (CUSTER et al., 1980; HAFNER, 2000), diferente de regiões continentais, que podem sofrer ciclos de seca e chuva e, consequentemente, sofrer variações na disponibilidade de alimento (FREDERICK, 2002).

Aves aquáticas são consideradas como indicadores de desequilíbrio ambiental, pois se situam nos níveis mais altos da cadeia trófica, são conspícuos e possuem vida longa (MAXWELL II e KALE II, 1977; BURGER e GOSHFELD, 1997; KIM e KOO, 2007). A contaminação do ambiente por elementos-traço e compostos organoclorados, consequentemente, pode causar falhas na reprodução, malformações, mortalidade da prole e declínio das populações de ardeídeos

(KONSTANTINOU et al., 2000; LAM et al., 2005; BOSTAN et al., 2007; GOUTNER et al., 2011). O despejo de efluentes domésticos sem tratamento adequado, também favorece a transmissão de doenças zoonóticas, por exemplo, colibacilose e salmonelose (CARVALHO, 2006; SILVA et al., 2010), principalmente nas áreas reprodutivas das aves aquáticas, devido ao adensamento de indivíduos na colônia (FREDERICK, 2002; BENSKINS et al., 2009).

Particularmente na Baía Babitonga, foram registradas nove espécies de aves aquáticas se reproduzindo nas colônias do estuário, entre elas o *Eudocimus ruber* (guará). Esta ave iniciou suas atividades reprodutivas em 2011 numa colônia mista na Ilha Jarivatuba (FINK e CREMER, 2015b).

O guará (*Eudocimus ruber*) é considerada uma das mais belas aves do Brasil, devido a sua coloração vermelho intenso (BARBIERI, 2009). Sua distribuição abrange o norte da América do Sul, em países como Colômbia, Venezuela, Trinidad e Tobago, Suriname, Guianas e Brasil (OLMOS e SILVA e SILVA 2003). No Brasil, são encontradas populações em manguezais da região norte (Amapá, Pará, Maranhão), nordeste (Piauí, Ceará) e outra no sudeste-sul (Rio de Janeiro a Santa Catarina) (TEIXEIRA et al., 1990, OLMOS e SILVA e SILVA 2003). Habita áreas de manguezais, estuários lamacentos, pântanos e Llanos (um tipo de savana alagadiça) (DEL HOYO et al., 1992).

Os registros da ocorrência do guará no Estado de Santa Catarina são de Florianópolis, realizados entre os anos de 1712 e 1763, de Urussanga em 1820 e de Palhoça em 1858 (ROSÁRIO, 1996). A população de guarás das regiões sudeste-sul sofreu grande declínio e chegou a desaparecer (SICK, 1997), embora não há esclarecimentos documentados e satisfatórios sobre a causa (TEIXEIRA et al., 1990), as suposições mais citadas são a coleta de ovos, penas, captura de filhotes e adultos, e a exploração das áreas de manguezal (HANS STADEN, 2006; SICK, 1997; GONÇALVES et al., 2010). Inclusive no Estado de Santa Catarina, a espécie foi considerada praticamente extinta (ROSÁRIO, 1996; NAKA e RODRIGUES 2000). Porém, registros pontuais da ocorrência da espécie no extremo norte do Estado (WASILEWSKI et al., 2008) levaram à sua inserção na lista da fauna ameaçada de extinção na categoria “criticamente em perigo” (CONSEMA, 2011). A partir do registro de indivíduos adultos na colônia mista da Ilha Jarivatuba, Baía Babitonga, foi acompanhada a primeira reprodução da espécie após um longo período de desaparecimento no estado (FINK e CREMER, 2015b).

O guará pertence a família Threskiornithidae e é caracterizado pela plumagem vermelha nos adultos, medindo de 50 a 60 cm (DEL HOYO et al., 1992). O bico é fino e curvo, rosado, mudando para preto na fase reprodutiva (SICK, 1997). Os filhotes são negros, os juvenis são cinzas com ventre branco (DEL HOYO et al., 1992; OLMOS e SILVA e SILVA 2003).

O guará foi alvo de controvérsia taxonômica com o íbis-branco (*Eudocimus albus*), tendo sido considerados como a mesma espécie, mas com interpretação aberta para duas espécies (RIDGWAY 1884). Outros pesquisadores propuseram o íbis-branco como uma subespécie do guará por gerar híbridos viáveis nas áreas simpátricas (RAMO e BUSTO, 1987). Diferenças no tamanho corporal das aves na Região Neártica, coloração da plumagem e do bico no período reprodutivo, sugerem duas espécies (VAN WIERENGEM e BROUWER, 1990). Estudo mais recentes, demonstraram duas linhagens diferentes e um forte sinal de especiação (RAMIREZ et al., 2014).

Pesquisas envolvendo aspectos reprodutivos do guará em áreas de manguezal no Brasil foram realizadas na colônia reprodutiva na Ilha do Cajual, no Estado do Maranhão (RODRIGUES, 1995; HASS et al., 1999; MARTINEZ e RODRIGUES, 1999), nos manguezais de Santos-Cubatão, no Estado de São Paulo (OLMOS e SILVA e SILVA 2001; 2003; OLMOS, 2003) e na Baía Babitonga, Estado de Santa Catarina (FINK e CREMER, 2015b; GROSE, 2016). A espécie costuma nidificar em colônias reprodutivas mistas (SICK 1997) com a presença do savacu-de-coroa (*Nyctanassa violacea*) (HASS 1999), do socó-dorminhoco (*Nycticorax nycticorax*) e de garças (*Egretta caerulea* e *E. thula*) (OLMOS 2003; FINK e CREMER, 2015), construindo ninhos grosseiros com gravetos (OLMOS e SILVA e SILVA, 2003).

As colônias da Ilha do Cajual e de Santos-Cubatão sofreram com a pressão da caça predatória, coleta de ovos e filhotes e perda de habitat (RODRIGUES 1995; HASS et al., 1999; MARTINEZ e RODRIGUES 1999; OLMOS e SILVA e SILVA 2003). Esta interferência antrópica comprometeu a reprodução da espécie, levando os adultos a mudarem ou abandonarem a colônia (RODRIGUES 1995; HASS et al., 1999; MARTINEZ e RODRIGUES 1999; OLMOS e SILVA e SILVA 2003; GONÇALVES et al., 2010).

O período reprodutivo da espécie costuma acontecer de setembro a março no sudeste e sul (OLMOS e SILVA e SILVA, 2003) e de fevereiro a agosto e setembro no norte do país (HASS et al., 1999; MARTINEZ e RODRIGUES, 1999). A postura pode variar de 2 a 3 ovos por ninho e o tempo de incubação é de 21 a 24 dias

(OLMOS e SILVA e SILVA, 2001). Podem apresentar mais de dois pulsos reprodutivos por estação (OLMOS e SILVA e SILVA, 2003).

As causas de perda de ninhos numa colônia se devem a inúmeros fatores como: queda, predação, abandono, luta entre adultos, fenômenos climáticos e perturbação humana (HASS, 1996; OLMOS e SILVA e SILVA, 2001; 2003; MARTINEZ e RODRIGUES, 1999; GROSE, 2016). Podendo existir variações entre os pulsos, estação reprodutiva e entre colônias (OLMOS e SILVA e SILVA, 2003).

A disponibilidade de recursos alimentares é um importante fator que influencia no sucesso reprodutivo de aves aquáticas e sua escassez pode levar a interrupção ou a falha reprodutiva (FREDERICK, 2002). Está atrelada a abundância e vulnerabilidade de presas e estas são influenciadas pelas características do ambiente, do predador, além de suas próprias características (GAWLIC, 2002). E a estratégia de forrageamento de uma ave será induzida por interações entre as características típicas da presa, disponibilidade de presas no ambiente e as alterações das condições ambientais (DORN et al., 2011).

O sucesso de muitas espécies depende da sincronia entre estágios juvenis do predador e estágios de desenvolvimento da presa, mas muitas espécies de filhotes de aves aquáticas necessitam de presas hidrologicamente disponíveis, conseqüentemente a dieta pode variar entre e dentro dos anos (GAWLIC, 2002). Além disso, o desempenho de forrageamento dos pais é um dos principais fatores para determinar o peso e a sobrevivência dos filhotes (NAEF-DAENZER et al., 2000).

Segundo Hass (1996), a atividade alimentar do guará é diurna e limitada aos períodos de maré baixa. O comportamento é baseado principalmente na procura tátil e visual em poucos casos (HASS, 1996; OLMOS e SILVA e SILVA 2003). Possuem sensores táteis nas extremidades do bico e articulações especiais que permitem a procura de presas dentro de tocas ou águas turvas (OLMOS e SILVA e SILVA 2003).

A dieta do guará na fase reprodutiva é composta predominantemente por caranguejos, segundo Martinez (2004), estes representaram 96% dos itens alimentares nos manguezais do Norte do Brasil, sendo *Uca* spp. o grupo mais representativo. Da mesma forma, em Santos/Cubatão, no litoral sudeste, os caranguejos compuseram 95% das presas do guará (OLMOS et al., 2001). Assim, a espécie é considerada um especialista em caranguejos (carcinófago), pois consumiu itens alimentares característicos de manguezais e estuários, como o *Eurytium limosun*, *Uca* spp. e *Armases rubripes* (OLMOS et al., 2001).

Por outro lado, nos llanos na Venezuela, foram encontrados 95% de insetos coleópteros nos estômagos de guarás, sendo que formas aquáticas de Scarabaeidae e Carabidae foram predominantes (AGUILERA et al., 1993). Apesar das diferenças entre a dieta de indivíduos do Llanos, a diversidade é baixa (MARTINEZ, 2004).

No período reprodutivo do íbis-branco, os adultos forrageiam em ambientes de água doce, pois os filhotes são intolerantes a presas com altas quantidades de sal (JOHNSTON e BILDSTEIN 1990). Diferentemente, o guará possui adaptações fisiológicas que permitem a alimentação de filhotes com presas estuarinas de baixa salinidade (OLMOS et al., 2001).

A coloração vermelha da plumagem do guará está diretamente relacionada a alimentação (TRAMS, 1969). A dieta rica em carotenoides é responsável pela cor das penas, do fígado e da pele vermelha do tarso da espécie (FOX e HOPKINS, 1966). Os caranguejos possuem um carotenoide chamado cantaxantina e o guará consegue absorver este pigmento e concentrar em suas penas (FOX e HOPKINS, 1966; SICK, 1997). Indivíduos adultos de cativeiro, costumam apresentar coloração desbotada devido a falta de alimentação contendo carotenoides (TRAMS, 1969).

Os carotenoides não podem ser sintetizados por vertebrados (BRUSH, 1990), mas são responsáveis pela coloração sexual, impulsionar o sistema imunológico e por controlar o estresse oxidativo (HILL et al., 2002; BLOUNT, 2004). Apenas as plantas podem sintetizar carotenoides e os artrópodes são fonte secundária deste pigmento (BRUSH, 1990).

Os regurgitos de aves adultas e filhotes podem ser uma importante fonte de informação acerca da composição da dieta de algumas espécies (GONSALES-SOLÍS et al., 1997). Regurgitos espontâneos são expelidos como forma de defesa, quando um ser humano ou predador se aproxima das aves ou estas são manipuladas, e as pelotas contém material da alimentação que não foi digerido e regurgitado após a digestão, geralmente as partes duras (BRITO e BUGONI 2015). Esse método é vantajoso por ser simples, não ser invasivo e com a possibilidade de coletar grande quantidade de amostras, entretanto ele é restrito para o período reprodutivo das aves (DUFFY e JACKSON, 1986; BARRET et al., 2007).

Dentre os principais problemas que afetam a biodiversidade, como a perda de habitat, a poluição ambiental, a introdução de espécies exóticas e a caça, destacam-se as doenças infecciosas (JORGE et al., 2010). A ocorrência de patógenos

em animais silvestres pode trazer graves consequências relacionadas com a abundância e a distribuição das espécies (JORGE et al., 2010).

Zoonoses são enfermidades compartilhadas entre animais e o homem (KIMURA, 2000). Populações de animais silvestres podem ser consideradas um elo na cadeia de patógenos emergentes, pois são os reservatórios de zoonoses emergentes (DASZAK et al., 2001). Além dos animais silvestres, as zoonoses podem afetar seres humanos e animais domésticos (JORGE et al., 2010). Cerca de 61% de todos os patógenos humanos são classificados como causadores de zoonoses (TAYLOR et al., 2001).

O aumento demográfico humano induziu grandes alterações ecológicas e a drástica diminuição dos habitats dos animais silvestres (CHOMEL et al. 2007; MONSALVE et al., 2009). Muitos exemplos de zoonoses emergentes estão relacionadas com a invasão humana a habitats de animais silvestres (CHOMEL et al., 2007). Além disso, mudanças climáticas no planeta têm causado alterações nos padrões de comportamento de hospedeiro e vetores (MONSALVE et al., 2009).

Doenças infecciosas emergentes podem ser definidas como aquelas que aumentaram rapidamente a incidência e a expansão geográfica (LEDERBERG et al., 1992; DASZAK et al., 2000). Muitas foram causadas por alterações nas interações ecológicas entre patógenos e hospedeiros (DASZAK et al., 2001). Essas alterações podem ter origem natural ou antropogênica, proveniente da expansão urbana e agropecuária, fragmentação de habitat, poluição, etc. Essas alterações ecológicas permitem a ampliação de contato entre patógenos e hospedeiros e a seleção natural pressiona para que patógenos se adaptem melhor a essas novas condições ambientais (DASZAK et al., 2001). Dentre as enfermidades destacam-se: vírus do Nilo, vírus Nipah, blastomicose, Ebola, hantavírus, tuberculose, malária aviária, quitridiomicose, entre outros (DASZAK et al., 2000).

Existe uma carência de informações sobre etiologia e patogênese de zoonoses em animais silvestres, especialmente vertebrados e invertebrados menos carismáticos e animais de ecossistemas marinhos. Pesquisas sobre biodiversidade de parasitas e patógenos podem tornar-se uma ferramenta importante para identificar doenças infecciosas emergentes em animais silvestres e prever seu surgimento futuro (DASZAK et al., 2001). Zoonoses podem espalhar-se amplamente nas populações humanas e levar a sérios impactos socioeconômicos e de saúde coletiva (JORGE et al., 2010). Além de conhecer o papel das mudanças ambientais sobre os organismos

envolvidos, é importante compreender detalhadamente os impactos das patogêneses zoonóticas sobre as populações humanas e da fauna (DASZAK et al., 2001).

Aves silvestres são importantes para a saúde pública, pois elas podem ser infectadas por microorganismos que são transmitidos para seres humanos (REED et al., 2003). São conhecidas por serem reservatórios de vários agentes, incluindo arbovírus, vírus do Nilo, vírus da gripe A, bactérias patógenas e bactérias resistentes a drogas (REED et al., 2003).

A fonte primária de infecções em aves é a rota oral-fecal, por meio da ingestão de alimentos e água contaminados, além do contato direto com animais infectados (SMITH et al., 2002). Aves são vulneráveis a infecções por patógenos em todos os estágios do seu ciclo de vida, antes e depois de sua eclosão. Apesar da casca de ovo ser uma barreira contra os microrganismos, muitas bactérias penetram na casca do ovo e infectam o conteúdo. Após a eclosão, os filhotes podem ser contaminados por alimentos oferecidos pelos pais. Durante a estação reprodutiva, muitas bactérias patógenas presentes no intestino podem tornar-se sexualmente transmissíveis (BENSKINS et al., 2009). Filhotes de aves coloniais ocorrem em alta densidade e conseqüentemente podem ter uma maior probabilidade de transmissão de doenças até deixar o ninho (BENSKINS et al., 2009).

Pesquisas sobre a microbiota de aves silvestres no Brasil são escassas e realizadas principalmente com espécies visadas ao comércio e ao tráfico de animais, como Passeriformes ou Psitaciformes, pois envolve o processo de reintrodução destes grupos (BRACONARO et al., 2015; MATIAS et al., 2016). Muitos autores acreditam que o papel das aves como transmissores de patógenos bacterianos pode estar subestimado (MATIAS et al., 2016). Embora muitos dos enteropatógenos bacterianos que prejudicam aves tenham sido isolados em aves selvagens, pouco se conhece sobre seu efeito nas populações, com exceção de focos de doenças letais (BENSKINS et al., 2009).

Para aumentar o conhecimento dos impactos causados por doenças em animais silvestres devido a mudanças ambientais, esforços preventivos por meio de fontes múltiplas devem ser combinados e avaliados (NEWMAN et al., 2007). Dados de programas de monitoramento que avaliam a mortalidade, morbidade, sucesso reprodutivo e mudança no tamanho populacional, somados a informações de centros de reabilitação, carcaças encontradas mortas em praias e centros de zoonoses podem prever antecipadamente algum tipo de perturbação no ambiente (NEWMAN et al.,

2007). Estas implicações com a saúde das aves aquáticas pode refletir diretamente na saúde humana, visto que estas aves são consideradas bioindicadoras de alterações ambientais (NEWMAN et al., 2007).

No Arquipélago dos Tamboretes, litoral do Estado de Santa Catarina, foram identificadas 19 espécies de bactérias no atobá-pardo (*Sula leucogaster*). As mais frequentes encontradas nas amostras foram *Escherichia coli* e *Staphylococcus sciuri*. A ocorrência de *E. coli* pode estar associada com a proximidade do local com o maior polo industrial do estado, além do despejo inadequado de efluentes domésticos e industriais na região (CASTRO-SILVA et al., 2011).

Ao analisar a mortalidade de aves aquáticas adultas no período reprodutivo no parque El Hondo, na Espanha, foram encontradas bactérias entéricas em 58% das amostras analisadas, num determinado ano, principalmente a *Salmonella enteritidis* (LÉON-QUINTO et al., 2004). Ao comparar os tipos de amostras de aves aquáticas do Dhaka Zoológico de Bangladesh, a taxa de isolamento de bactérias foi maior no *swab* cloacal (54,16%) que no *swab* oral (51,38%) e amostra fecal (43,05%) (SARKER et al., 2012). Entre as bactérias isoladas das amostras, *E. coli* foi a mais prevalente (SARKER et al., 2012).

4. ÁREA DE ESTUDO

O estuário da Baía Babitonga localiza-se na porção norte do litoral catarinense (de 26°02' a 26°28' S e de 48°28' a 48°50' W). Sua área é de aproximadamente 160 km², com um comprimento máximo de 20 km e até 5 km de largura. Seu entorno limita-se com os municípios de São Francisco do Sul, Araquari, Barra do Sul, Itapoá, Garuva e Joinville. A comunicação da baía com o Oceano Atlântico ocorre através de um profundo canal, com cerca de 1,7 km de largura, situado a nordeste (CREMER, 2006).

A região apresenta uma área de 6.201,54 ha coberta por bosques de mangue (IBAMA, 1998). Além dos manguezais, suas margens são formadas também por praias arenosas e margens rochosas, apresentado em seu interior cerca de 24 ilhas, lajes e planícies de maré (IBAMA, 1998). A profundidade atinge um máximo de 28 metros no canal principal de acesso ao porto de cargas de São Francisco do Sul, com uma média de 6 metros e áreas extremamente rasas que ficam expostas na maré baixa, chamadas coroas ou planícies de maré. A amplitude da maré pode alcançar 2,3 metros, com duração máxima de 6 horas (CREMER, 2006). O clima na região é

caracterizado como mesotérmico, com temperatura média anual de 20,3°C. A precipitação média na região é de e 1.874 mm por ano, com aproximadamente 180 dias de chuva, o que representa um elevado índice pluviométrico devido a umidade marítima (GAPLAN, 1986).

A Ilha Jarivatuva (26°29'66,45"S e 48°79'58,14"W), possui cerca de 136.645 m² (Fig. 1). Esta ilha está situada no município de Joinville, na foz do Rio Cachoeira (CREMER e GROSE, 2010), nas proximidades do Joinville Iate Clube. É uma ilha de formação recente, com vários ilhotes cobertos por manguezal. As espécies vegetais mais encontradas nas proximidades são *Avicennia schaueriana* (mangue-preto) e *Laguncularia racemosa* (mangue-branco) (IBAMA, 1998). O local sofre influência da variação da maré.

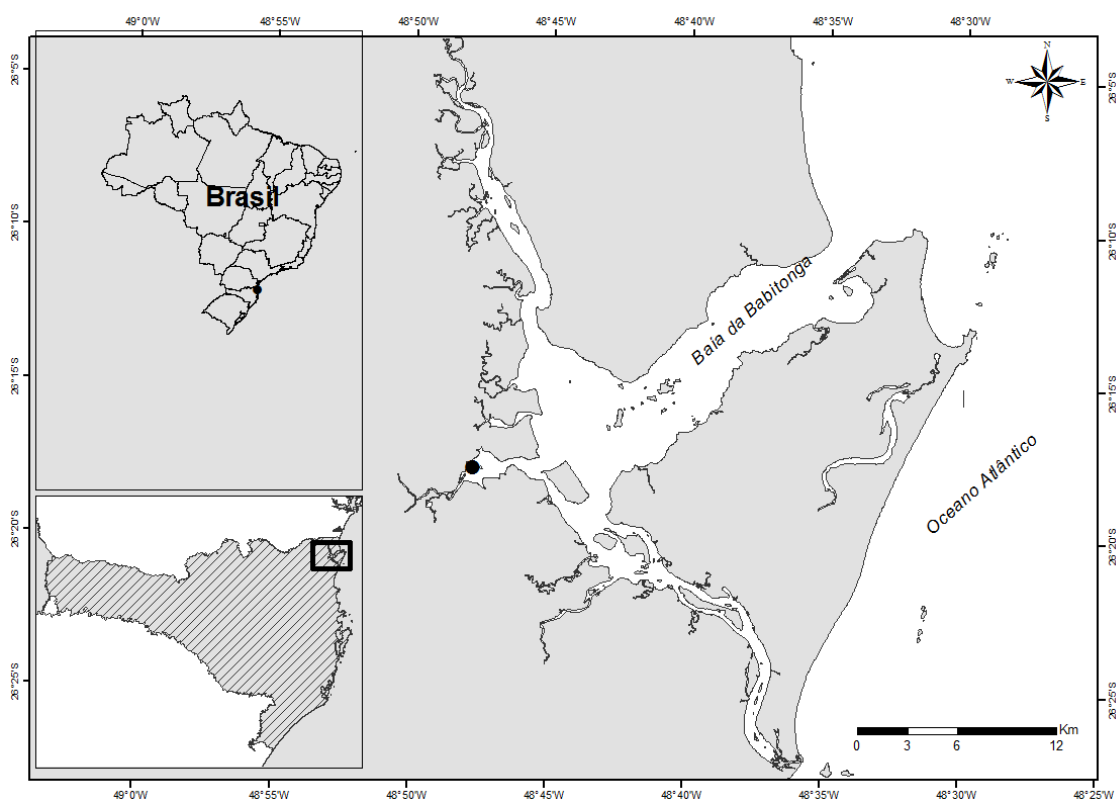


Figura 1: Localização da Ilha Jarivatuva na Baía Babitonga (ponto preto), Estado de Santa Catarina, sul do Brasil. Fonte: D. Fink.

O local também é utilizado por outras espécies de aves aquáticas como ninhal, dentre elas seis espécies da família Ardeidae, o savacu (*Nycticorax nycticorax*), o savacu-de-coroa (*Nyctanassa violacea*), a garça-branca-grande (*Ardea alba*), a garça-vaqueira (*Bubulcus ibis*), a garça-branca-pequena (*Egretta thula*) a garça-azul (*E. caerulea*) e duas da família Threskiornithidae, a caraúna-de-cara-branca (*Plegadis chihi*) e o guará (*Eudocimus ruber*) (FINK e CREMER, 2015a).

5. REFERÊNCIAS

- AGUILLERA, E.; RATNO C.; BUSTO, B. Food habits of the Scarlet and White Ibis in the Orinoco Plains. *Condor*, n.95, p. 739-741, 1993.
- ARAÚJO, H. F. P.; RODRIGUES, R. C.; NISHIDA, A. K. Composição da avifauna em complexos estuarinos no estado da Paraíba, Brasil. *Revista Brasileira de Ornitologia*, v. 14, n. 3, p. 249-259, 2006.
- BARBIERI, E. Sítios de alimentação freqüentado pelo guará (*Eudocimus ruber*) no estuário de Cananéia-Ilha Comprida, São Paulo. *Ornitologia Neotropical*, n.20, p. 73–79, 2009.
- BARRETT, R. T.; CAMPHUYSEN, C. J.; ANKER-NILSSEN, T.; CHARDINE, J. W.; FURNESS, R. W.; GARTHE, S.; HU`PPOP, O.; LEOPOLD, M. F.; MONTEVECCHI, W. A.; VEIT, R. R. Diet studies of seabirds: a review and recommendations. – *ICES Journal of Marine Science*, n. 64, p. 1675–1691, 2007.
- BENCKE, G. A.; MAURICIO, G. N.; DEVELEY, P. F.; GOERCK, J. M. Áreas Importantes para a Conservação das Aves do Brasil. Parte I – Estados do Domínio da Mata Atlântica. *Birdlife International – SAVE*. 494 p., 2006.
- BENSKINS, C.M.H.; WILSON, K.; JONES, K.; HARTLEY I.R. Bacterial pathogens in wild birds: a review of the frequency and effects of infection. *Biological Reviews*, n. 84:, p. 349-373, 2009.
- BLANCO, D.E. Los humedales como habitat de aves acuaticas, p. 208-217. *In*: A.I. MALVÁREZ (Ed.). *Tópicos sobre Humedales Subtropicales y Templados en Sudamérica*. Montevideo, Orcyt-Unesco, 308p., 1999.
- BLOUNT, J. D. Carotenoids and life-history evolution in animals. *Archives of Biochemistry and Biophysics* 430:10–15. 2004.
- BOSTAN, N.; ASHRAF, M.; MUMTAZ, A. S.; AHMAD, I. Diagnosis of heavy metal contamination in agro-ecology of Gujranwala, Pakistan using cattle egret (*Bubulcus ibis*) as bioindicator. *Ecotoxicology*, n.16, p.247–251, 2007.
- BRACONARO P.; SAIDENBERG A.B.S.; BENITES N.R.; ZUNIGA E.; DA SILVA A.M.J.; SANCHES T.C.; ZWARG T.; BRANDÃO P.E.; MELVILLE P.A. Detection of bacteria and fungi and assessment of the molecular aspects and resistance of *Escherichia coli* isolated from confiscated passerines intended for reintroduction programs. *Microbiology Pathology*, n. 88, p.65-72. 2015.
- BRITTO, V. O.; BUGONI, L. The contrasting feeding ecology of great egrets and roseate spoonbills in limnetic and estuarine colonies. *Hydrobiologia*, n. 744, p. 187–210, 2015.
- BRUSH, A. Metabolism of carotenoid pigments in birds. *The Faseb Journal*, n. 4, p. 2969-2977, 1990.
- BUELOW, C.; SHAEVES, M. A birds-eye view of biological connectivity in mangrove systems. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, n. 152, p. 33–43, 2015

BURGER, J.; GOCHFELD, M. Heavy metal and selenium concentrations in feathers of egrets from Bali and Sulawesi, Indonesia. *Archives of Environment Contamination and Toxicology*, n.32, p. 217–221, 1997a.

CARVALHO, V.M. Colibacilose e Salmonelose. In: CUBAS Z.S.; SILVA, J.C.R.; CATÃO-DIAS J.L. *Tratado de Animais Selvagens – Medicina Veterinária*. São Paulo. Roca. pp. 742-750. 2006.

CASTRO-SILVA, M.A.; MANOEL, F.C.; KRUEGER J.; BARREIROS, M.A.B.; BRANCO, J.O. Identificação de bactérias potencialmente patogênicas a humanos presentes em *Sula leucogaster* (Suliformes: Sulidae), no litoral de Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Ornitologia*, v. 19, n.4, p. 520-524, 2011.

CHOMEL, B.B.; BELOTTO, A.; MESLIN, F.X. Wildlife, Exotic Pets, and Emerging Zoonoses. *Emerging Infectious Diseases*, v. 13, n.1, p. 6-11. 2007.

CONSEMA, 2011. Resolução Consema nº002, de 6 de dezembro de 2011. Reconhece a Lista Oficial de Espécies Ameaçadas de Extinção no Estado de Santa Catarina e dá outras providências. <http://www.doe.sea.sc.gov.br/Portal/VisualizarCanal.aspx?cdCanal=42>. Acesso em 16/05/2012.

CREMER, M. J. O estuário da Baía da Babitonga. In: CREMER, M. J.; MORALES, P. R. D.; OLIVEIRA, T. M. N. (Orgs.). 2006. *Diagnóstico ambiental da Baía da Babitonga*. Joinville: Editora Univille.

CREMER, M. J.; GROSE, A. Aves no estuário da Baía da Babitonga e litoral de São Francisco do Sul. Joinville: Editora Univille. 192 p. 2010.

CUSTER, T. W.; OSBORN, R.G. Feeding habitat use by colonially-breeding herons, egrets, and ibises in North Carolina. *The Auk*, n. 95, p. 733-743, 1978.

CUSTER, T. W.; OSBORN, R. G.; STOUT, W. F. Distribution, species abundance, and nesting-site use of Atlantic coast colonies of herons and their allies. *The Auk*, n.97, p. 591-600, 1980.

DASZAK, P.; CUNNINGHAM, A.A.; HYATT, A.D. Emerging infectious diseases of wildlife — threats to biodiversity and human health. *Science*, n. 287, p. 443–449, 2000.

DASZAK, P.; CUNNINGHAM A.A.; A.D. HYATT. Anthropogenic environmental change and the emergence of infectious diseases in wildlife. *Acta Tropical*, n. 78, p. 103–116, 2001.

DEL HOYO, J.; ELLIOT, A.; SARGATAL, J. eds. *Handbook of the birds of the world*. Vol. 1. Lynx Edicions, Barcelona. 1992.

DORN, N. J.; COOK, M. I.; HERRING, G.; BOYLE, R. A.; NELSON, J.; GAWLIK, D. E. Aquatic prey switching and urban foraging by the White Ibis *Eudocimus albus* are determined by wetland hydrological conditions. *Ibis*, n.153, p. 323–335, 2011.

DUFFY, D. C.; JACKSON, S. Diet Studies of Seabirds: a Review of Methods. *Colonial Waterbirds*, n. 9, p. 1-17, 1986.

FARACO, L.F.D.; LANA, P.C. Leaf-consumption levels in subtropical mangroves of Paranaguá Bay (SE Brazil). *Wetlands Ecology and Management*, n. 12, p. 115–122, 2004.

FELLER, I.C.; LOVELOCK, C.E.; BERGER, U.; MCKEE, K.L.; JOYE, S.B.; BALL, M.C. Biocomplexity in mangrove ecosystems. *Annual Review Marine Science*, n. 2, p. 395–417, 2010.

FINK, D.; CREMER, M. J. Colônias reprodutivas de aves aquáticas no sudeste e sul do Brasil: considerações sobre as ameaças e estratégias de conservação. *Atualidades Ornitológicas*, n. 184, p. 10-15. 2015a.

FINK, D.; CREMER, M. J. The return of the Scarlet Ibis: first breeding event in southern Brazil after local extinction. *Revista Brasileira de Ornitologia*, v. 23, n.4, p. 385-391. 2015b.

FOX D.L.; HOPKINS T.S. Carotenoid fractionation in the Scarlet ibis. *Comparative Biochemistry and Physiology*, n. 19, p. 267-278. 1966.

FREDERICK, P. C.. Wading birds in the marine environment. In: SCHREIBER, E. A.; J. BURGER (eds.). *Biology of Marine Birds*. Boca Raton, CRC Press: p. 618-655, 2002.

GAPLAN. Gabinete de Planejamento e Coordenação Geral. Rio de Janeiro. Aerofoto Cruzeiro. 173 p. 1986.

GAWLIC, D. E. The effects of prey availability on the numerical response of wading birds. *Ecological Monographs*, v. 72, n. 3, p. 329-346, 2002.

GIANUCA, D. Abundância e ecologia de Pelecaniformes em uma colônia na Ilha dos Marinheiros, estuário da Lagoa dos Patos, RS. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, RS. 104 p.2010.

GIANUCA, D.; BRANCO, J. O.; VOOREN, C. W. Notes on breeding by Yellow-crowned Night Heron *Nyctanassa violacea* in southern Brazil. *Cotinga*, n.33, p. 63-72, 2010.

GHIZONI JR, I. R.; SIVA, E. S. Registro do saí-canário *Thlypopsis sordida*(d'Orbigny & Lafresnaye, 1837) (Aves, Thraupidae) no Estado de Santa Catarina, sul do Brasil. *Biotemas*, v. 19, n. 2, p. 81-82, 2006.

GONZALEZ-SOLIS, J.; ORO, D.; PEDROCCHI, V.; JOVER, L.; RUIZ, X. Bias associated with diet samples in audouin's gulls. *The Condor*, n. 99, p. 713-719, 1997.

GONÇALVES, E. C.; FERRARI, S. F.; BURLAMAQUI, T. C.; MIRANDA, L.; SANTOS, M. S.; SILVA, A.; SCHNEIDER, M. P. C. Genetic diversity and differentiation of three Brazilian populations of Scarlet ibis (*Eudocimus ruber*). *Journal of Ornithology*, n. 151, p. 797-803, 2010.

GOUTNER, V.; BECKER, P.; LIORDOS, V. Organochlorines and mercury in livers of great cormorants (*Phalacrocorax carbo sinensis*) wintering in northeastern Mediterranean wetlands in relation to area, bird age, and gender. *Science of the Total Environment*, n. 409, p. 710–718, 2011.

GROSE, A. V. O guará *Eudocimus ruber* (Aves: Threskiornithidae) no estuário da Baía da Babitonga, litoral norte de Santa Catarina: repovoamento, distribuição e biologia. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Paraná, UFPR. Curitiba. 84 p. 2016.

GROSE, A. V.; CREMER, M. J.; MOREIRA, N. Reprodução de aves aquáticas (Pelecaniformes) na Ilha do Maracujá, estuário da Baía da Babitonga, litoral norte de Santa Catarina. Biotemas, v. 27, n. 2, p. 117-127, 2014.

HAFNER, H. Heron nest site conservation. In: KUSHLAN, J. A.; HAFNER, H. (eds.) 2000. Heron Conservation. San Diego: Academic Press. 480 p.2000.

HASS, A. Biologia comportamental de *Eudocimus ruber* (Aves, Threskiornithidae) em manguezais da ilha do Cajual, Maranhão: reprodução e alimentação. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas. Campinas. 79 p.1996.

HASS, A.; MATOS, R. H. R.; MARCONDES-MACHADO, L. O. Ecologia reprodutiva e distribuição espacial da colônia de *Eudocimus ruber* (Ciconiiformes: Threskiornithidae) na ilha do Cajual, Maranhão. Ararajuba, v.7, n.1, p.41:44, 1999.

HILL G. E.; INOUE C. Y.; MONTGOMERIE R. Dietary carotenoids predict plumage coloration in wild house finches. Proceedings of the Royal Society of London B, n. 269, p. 1119–1124. 2002.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). Proteção e controle de ecossistemas costeiros: manguezal da Baía da Babitonga. Brasília. (Coleção Meio Ambiente, Série Estudos-Pesca).1998.

JOHNSTON, J. W.; BILDSTEIN, K. L. Dietary salt as a physiological constraint in white ibises breeding in an estuary. Physiological Zoology, v. 63, n. 1, p. 190-207, 1990.

JOSENS, M. L.; PETRELLI, M. G.; ESCALANTE, A. H. Censos de aves acuáticas en sus colonias reproductivas en lagunas del sudeste de la provincia de Buenos Aires. Hornero, v. 24, n.1, p. 7-12, 2009.

JORGE R. S. P.; ROCHA F. L.; MAY JÚNIOR J. A.; MORATO R. G. ocorrência de patógenos em carnívoros selvagens brasileiros e suas implicações para a conservação e saúde pública. Oecologia Australis, v. 14, n. 3, p. 686 - 710. 2010.

KATHIRESAN, K.; BINGHAM, B. L. Biology of Mangroves and Mangrove Ecosystems. Advances in Marine Biology, n. 40, p. 81-25. 2001.

KIM, J.; KOO, T. H. The use of feathers to monitor heavy metal contamination in herons, Korea. Archives of Environment Contamination and Toxicology, n. 53, p. 435–441, 2007.

KIMURA, L. M. S. 2002. Principais Zoonoses. p. 201-209. In: ANDRADE, A., PINTO, SC., and OLIVEIRA, RS., orgs. Animais de Laboratório: criação e experimentação [online]. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2002. 388 p.

KONSTANTINOU, I. K.; GOUTNER, V.; ALBANIS, T. A. The incidence of polychlorinated biphenyl and organochlorine pesticide residues in the eggs of the cormorant *Phalacrocorax carbo sinensis*: an evaluation of the situation in four Greek

wetlands of International importance. *The Science of the Total Environment*, n. 257, p. 61-79, 2000.

LAM, J. C. W.; TANABE, S.; LAM, M. H. W.; LAM, P. K. S. Risk to breeding success of waterbirds by contaminants in Hong Kong: evidence from trace elements in eggs. *Environmental Pollution*, n. 135, p. 481-490, 2005.

LEDERBERG, J., SHOPE, R.E., OAKES, S.C. *Emerging Infections: Microbial Threats to Health in the United States*. Institute of Medicine. National Academy Press, Washington D.C. 1992.

LEÓN-QUINTO T., DE LA VEGA A., LOZANO A.; PASTOR S. Summer mortality of waterbirds in a Mediterranean wetland. *Waterbirds*, n. 27, p. 46-53, 2004.

MARTINEZ C. Food and Niche Overlap of the Scarlet Ibis and the Yellow-crowned Night Heron in a Tropical Mangrove Swamp. *Waterbirds*, v. 27, n. 1, p. 1.-8, 2004.

MARTINEZ C.; RODRIGUES A.A.F. Breeding biology of the Scarlet Ibis on Cajualisland, northern Brazil. *Journal Field Ornithology*, n. 70, p. 558 - 566, 1999.

MATIAS C.A.R.; PEREIRA I.A.; REIS E.M.F.; RODRIGUES D.P.; SICILIANO S. Frequency of zoonotic bacteria among illegally traded wild birds in Rio de Janeiro. *Brazilian Journal of Microbiology*, n. 47, p. 882 – 888, 2016.

MAXWELL II, G. R.; KALE II, H. W. Breeding biology of five species of herons in coastal Florida. *Auk*, n. 94, p. 689-700, 1977.

MMA. Gerência de Biodiversidade Aquática e Recursos Pesqueiros. *Panorama da conservação dos ecossistemas costeiros e marinhos no Brasil*. Brasília: MMA/SBF/GBA. 148 p.2010.

MIÑO, C. I.; DEL LAMA, S. N. Sistemas de acasalamento e biologia reprodutiva em aves aquáticas neotropicais. *Oecologia Brasiliensis*, v. 13, n. 1, p. 141-152, 2009.

MONSALVE, S. B.; MATTAR, S. V.; GONZALEZ, M. Zoonosis transmitidas por animales silvestres y su impacto en las enfermedades emergentes y reemergentes. *Rev. MVZ Córdoba*, v. 14, n.2, p.1762-1773, 2009.

NAEF-DAENZER, L., NAEF-DAENZER, B. AND NAGER, R. G. Prey selection and foraging performance of breeding Great Tits *Parus major* in relation to food availability. *Journal of Avian Biology*, n. 31, p. 206 – 214, 2000.

NAKA, L. N. & RODRIGUES, M. *As aves da Ilha de Santa Catarina*. Florianópolis: Editora da UFSC. 2000.

NASCIMENTO, J. L. X. Registros de ninhais de garças (Ciconiiformes, Ardeidae) na Paraíba, Brasil. *Airo*, v. 10, n. 1, p. 39-42, 1999.

NETTO, S. A.; GALUCCI, F. Meiofauna and macrofauna communities in a mangrove from the Island of Santa Catarina, South Brazil. *Hydrobiologia*, n. 505, p. 159–170, 2003.

NEWMAN, S.H.; CHMURA, A.; CONVERSE, K.; KILPATRICK, A. M.; PATEL, N.;

LAMMERS, E.; DASZAK, P. Aquatic bird disease and mortality as an indicator of changing ecosystem health. *Marine Ecology Progress Series*, n.352, p.299–309, 2007.

ODUM, E. P. *Ecologia*. Rio de Janeiro: Editora Guanabara. 434 p. 1988.

OLMOS F. Nest location, clutch size and nest success in the Scarlet ibis *Eudocimus ruber*. *Ibis*, n. 145, p. E12-E18, 2003.

OLMOS F.; SILVA-SILVA R.S. Breeding Biology and Nest Site Characteristics of the Scarlet Ibis in Southeastern Brazil. *Waterbirds*, v. 24, n.1, p. 58-67, 2001.

OLMOS, F.; SILVA-SILVA, R. S. Guará: ambiente, flora e fauna dos manguezais de Santos – Cubatão. São Paulo: Empresa das Artes. 216p. 2003.

OLMOS F., SILVA-SILVA R.S.; PRADO A. Breeding Season Diet of Scarlet Ibises and Little Blue Herons in a Brazilian Mangrove Swamp. *Waterbirds*, v. 24, n.1, p.50-57, 2001.

PERENNOU, C.; SADOUL, N.; PINEAU, A.; JOHNSON, A. R.; HAFNER, H. Management of nest sites of colonial waterbirds. *Conservation of Mediterranean Wetlands*. Arles (France): Tour du Valat. n. 4, 114p. 1996.

PIACENTINI, V. Q.; GHIZONI-JR, I. R.; AZEVEDO, M. A. G. & KIRWAN, G. M. Sobre a distribuição de aves em Santa Catarina, Brasil, parte I: registros relevantes para o Estado ou inéditos para a Ilha de Santa Catarina. *Cotinga*, n. 26, p. 25-31, 2006.

PROBIO [Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira]. *Áreas prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira*. Projeto de conservação e utilização sustentável da diversidade biológica brasileira. Brasília: Editora MMA/SB. 2003.

RAMO, C. AND B. BUSTO. Hybridization between the Scarlet Ibis (*Eudocimus ruber*) and the White Ibis (*Eudocimus albus*) in Venezuela. *Colonial Waterbirds*, n. 10, p. 111-114, 1987.

RAMIREZ, J. L.; MIYAKI, C. Y.; FREDERICK, P. C.; DEL LAMA, S. N. Species Delimitation in the Genus *Eudocimus* (Threskiornithidae: Pelecaniformes): First Genetic Approach. *Waterbirds*, v. 37, n. 4, p. 419-425, 2014.

RIDGWAY, R. Remarks upon the close relationship between the White and Scarlet Ibises (*Eudocimus albus* and *E. ruber*). *Auk*, n. 3, p. 239-240, 1984.

RAY, G. C. Diversidade ecológica em zonas costeiras e oceanos. In: WILSON, E. O. (ed). 1997. *Biodiversidade*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira. 700p. 1997.

RECHETELO, J. Biologia reprodutiva e dieta do socó-do-mangue *Nyctanassa violacea* no Parque Natural Municipal do Manguezal do Rio Perequê, no Estado do Paraná, Brasil. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná. UFPR. 108 p. 2009.

REED K.D.; MEECE, J.K.; HENKEL J.S.; SANJAY K.S. Birds, migration and emerging zoonoses: West Nile virus, Lyme disease, influenza A and enteropathogens. *Clinical Medicine & Research*, n. 1, p. 5–12, 2003.

RICKLEFS, R. E. A economia da Natureza. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 503p.2003.

RODRIGUES, A. A. F.; Ocorrência da reprodução de *Eudocimus ruber* na Ilha do Cajual, Maranhão, Brasil (Ciconiiformes: Threskiornitidae). Ararajuba, n. 3, p. 67-68, 1995.

ROSÁRIO, L. A. As Aves em Santa Catarina: distribuição geográfica e meio ambiente. FATMA. Florianópolis. 326 p.1996.

SARKER, M.A.H.; JAHAN M.; PARVIN M.N.; MALEK M.A.; HOSSAIN M.T. Identification of bacterial flora isolated from apparently healthy water birds of Dhaka zoo of Bangladesh. Bangladesh Journal Veterinary Medicine, n. 10, p. 21 – 26, 2012.

SHAEVES, M. Consequences of ecological connectivity: the coastal ecosystem mosaic. Marine Ecology Progress Series, n. 391, p. 107–115, 2009.

SICK, H. Ornitologia brasileira. Nova Fronteira, Rio de Janeiro, 862 p. 1997.

SIGRIST, T. Guia de campo Avis Brasilis: Avifauna Brasileira. São Paulo: Avis Brasilis. 492p. 2009.

SILVA M.A., MARVULO M.F.V., MOTA R.A. & SILVA J.C.R. A importância da ordem Ciconiiformes na cadeia epidemiológica de *Salmonella* spp. para a saúde pública e a conservação da diversidade biológica. Pesq. Vet. Bras. 30(7): 573-580. 2010.

SMITH, K.F.; ACEVEDO-WHITEHOUSE, K.; PEDERSEN, A.B. The role of infectious diseases in biology conservation. Animal conservation, n.12, p.1-12, 2009.

STADEN, H. Viagem ao Brasil. São Paulo: Martins Claret. 202p. 2006.

TAYLOR, L.H.; LATHAM, L.M.; WOOLHOUSE, M.E.J. Risk factors for human disease emergence. Phils. Trans. R. Soc. Lond. 356:983-989. 2001.

TEIXEIRA, D. M.; BACINOVIC, J. B.; DU JARDIN, J. L. Notas sobre la distribuicion y conservacion de *Eudocimus ruber* en Brasil. p. 124-129. In: FREDERICK, P. C.; MORALES, L. G.; SPAANS, A. L.; LUTIN, C.S. (eds). The Scarlet Ibis (*Eudocimus ruber*): status, conservation and recent research. Caracas: WRB Special Publication. 1990.

TRAMS, E.G. Carotenoid transport in the plasma of the Scarlet ibis (*Eudocimus ruber*). Comp. Biochemistry Physiology, n. 28, p. 1177 - 1184, 1969.

VAN-WIERINGEN, M.; K. BROUWER. Morphology and ecology of Scarlet (*Eudocimus ruber*) and White Ibis (*E. albus*): a comparative review. Pp. 7-15 in In: FREDERICK, P. C.; MORALES, L. G.; SPAANS, A. L.; LUTIN, C.S. (eds). The Scarlet Ibis (*Eudocimus ruber*): status, conservation and recent research. Caracas: WRB Special Publication. 1990.

VOOREN, C. M.; BRUSQUE, L. F. As Aves do Ambiente Costeiro do Brasil: Biodiversidade e Conservação. Rio de Janeiro: FUNBIO, 139p.1999.

WASILEWSKI, M.; SILVA, C. F.; NASCIMENTO, M. & SCHERER-NETO, P. Ocorrência e registro documentado de guará *Eudocimus ruber* (Threskionithidae, Aves) na Baía de Guaratuba, Paraná. Atualidades Ornitológicas, n. 145, p. 10-11, 2008.

WILLIAMSON L.; HUDSON, M.; O'CONNELL, M.; DAVIDSON, N.; YOUNG, R.; AMANO, T.; SZE'KELY, T. Areas of high diversity for the world's inland-breeding waterbirds. Biodiversity Conservation, n. 22, p. 1501 – 1512, 2013.

6. CAPITULO 1: VARIAÇÕES NOS PARÂMETROS REPRODUTIVOS DO GUARÁ
(*Eudocimus ruber*) NA COLÔNIA DA ILHA JARIVATUBA NA BAÍA BABITONGA

Conforme modelo da revista Waterbirds

VARIAÇÕES NOS PARÂMETROS REPRODUTIVOS DO GUARÁ (*Eudocimus ruber*) NA COLÔNIA DA ILHA JARIVATUBA NA BAÍA BABITONGA

Daniela Fink^{1,2*}, Renan Lopes Paitach^{2,3} e Marta Jussara Cremer^{1,2,3}

¹Programa de Pós-Graduação em Saúde e Meio Ambiente, Universidade da Região de Joinville, Rua Paulo Malschitzki, 10, Campus Universitário, Distrito Industrial, Bloco A, sala 227b, CEP 89219710, Joinville, SC, Brasil.

²Laboratório de Ecologia e Conservação de Tetrápodes Marinhos e Costeiros, Departamento de Ciências Biológicas, Universidade da Região de Joinville. Rodovia Duque de Caxias, 6365, Iperoba, CEP 89240000, São Francisco do Sul, SC, Brasil.

³Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Departamento de Ecologia e Zoologia, Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil.

Autor correspondente: Email: dani.fink@gmail.com

Resumo

O guará (*Eudocimus ruber*) é uma espécie de ave aquática que se reproduz em colônias mistas em áreas de manguezais no Brasil. Em janeiro de 2016, houve uma infestação de lagarta (*Hyblaea puera*) que causou a desfolhação maciça do mangue-preto (*Avicennia schaueriana*), além da queda de algumas árvores na Baía Babitonga. O objetivo deste trabalho foi analisar a biologia reprodutiva do guará na Baía Babitonga, litoral de Santa Catarina e verificar a influência deste distúrbio ambiental nos aspectos reprodutivos da espécie entre os anos. Foram realizadas visitas semanais de agosto/2015 a março/2016 (estação 2015/16) e de agosto/2016 a março/2017 (estação 2016/17) à colônia mista da Ilha Jarivatuba, Joinville, Santa Catarina. A amostragem foi realizada numa área pré-estabelecida da colônia. Para o monitoramento dos ninhos foi utilizado um bastão de alumínio telescópico, com espelho na ponta, para visualizar a parte interna dos ninhos, quantificar o número de ovos e filhotes e acompanhar as fases de desenvolvimento. Na estação 2015/16 foram monitorados 107 ninhos e 149 na estação 2016/17. A altura média dos ninhos (teste T=10,302; $p<0,01$) e a distância média entre os ninhos mais próximos (Mann-Whitney Z=5,300; $p<0,01$), foram diferentes entre os anos. A postura média foi de 2,34 ovos por ninho para a estação 2015/16 e 2,13 para a estação 2016/17. O sucesso de eclosão (número de filhotes nascidos/número de ovos postos x 100) para a estação 2015/16 foi de 61%, enquanto na estação seguinte houve uma queda, com 35,65% de sucesso de eclosão. O sucesso reprodutivo aparente (número de juvenis no estágio II/número de filhotes nascidos x 100) na estação 2015/16 foi de 42,4% e a produtividade foi de 0,60 (número de juvenis no estágio II/número de ninhos analisados). Na estação 2016/17 o sucesso reprodutivo aparente foi de 46,9% e a produtividade foi de 0,36. O índice de Mayfield indicou uma taxa de sobrevivência diária de 0,49 para todo o ciclo reprodutivo na primeira estação e de 0,25 na estação seguinte. Estas diferenças nos aspectos reprodutivos entre as estações reprodutivas podem estar relacionadas as alterações ocorridas no bosque de manguezal em consequência da infestação de lagartas no mangue-preto. Os dados indicam que o guará construiu ninhos mais baixos e mais próximos após a alteração no manguezal. O monitoramento a longo prazo e as pesquisas de estrutura e aspectos reprodutivos em uma colônia em relação a implicações ambientais, são instrumentos para a conservação e manejo para as espécies.

Palavras-chave: Reprodução, Threskiornithidae, distúrbio ambiental, Santa Catarina.

Abstract

The Scarlet ibis (*Eudocimus ruber*) is a species of waterbird that breeds in mixed colonies in areas of mangroves in Brazil. In January 2016, a caterpillar infestation (*Hyblaea puera*) caused massive defoliation of the black mangrove (*Avicennia schaueriana*), and caused some trees in the Babitonga Bay to fall. The objective of this study was to analyze the reproductive biology of the Scarlet ibis in the Babitonga Bay, located along the coast of Santa Catarina state. We also sought to verify the influence of the aforementioned environmental disturbance on the reproductive aspects of the species between the years. Weekly visits were conducted from August/2015 to March/2016 (2015/16 season) and from August/2016 to March/2017 (2016/17 season) in a mixed colony on Jarivatuba Island, Joinville, Santa Catarina. Sampling was performed in a pre-established area of the colony. To monitor the nests, a telescopic aluminum rod with a mirror attached to the end was used to visualize the inside of the nests, quantify the number of eggs and pups, and follow the developmental phases. A total of 107 nests were monitored during the 2015/16 season and 149 nests in the 2016/17 season. The average nest height (test $T = 10.302$, $p < 0.01$) and the mean distance between the adjacent nests (Mann-Whitney $Z = 5.300$; $p < 0.01$) were different between the years. The mean clutch was 2.34 eggs per nest for the 2015/16 season and 2.13 for the 2016/17 season. The hatching success (number of chicks born/number of eggs laid $\times 100$) for the 2015/16 season was 61%, while in the following season there was a decrease with only 35.65% hatching success. The apparent reproductive success (number of juveniles in stage II/number of chicks born $\times 100$) in the 2015/16 season was 42.4% and the productivity was 0.60 (number of juveniles in stage II/number of nests analyzed). In the 2016/17 season the apparent reproductive success was 46.9% and the productivity was 0.36. The Mayfield index indicated a daily survival rate of 0.49 for the entire reproductive cycle in the first season and 0.25 in the next season. These differences in reproductive aspects between the reproductive seasons may be related to the changes that occurred in the mangrove forest due to the infestation of caterpillars in the black mangrove. The data indicate that the Scarlet ibis constructed nests lower to the ground and closer to each other after the change in the mangrove. Long-term monitoring and research on structural and reproductive aspects of a colony in relation to environmental implications are important tools in the conservation and management of species.

Keywords: breeding, Threskiornithidae, environmental disturbance, Santa Catarina.

INTRODUÇÃO

A reprodução é um dos processos mais importante do ciclo de vida de um organismo, pois é por meio deste que deixará sua prole, garantindo a sobrevivência da espécie (Marini *et al.* 2009; Townsend *et al.* 2010). Entender a biologia reprodutiva das espécies vai além da avaliação dos aspectos biológicos, evolutivos, comportamentais e fisiológicos, estas informações podem contribuir na elaboração de medidas de conservação a longo prazo (Reed *et al.* 1998; Marini *et al.* 2009).

A reprodução em colônias é uma estratégia de vida extrema, em que muitos ou milhares de organismos reúnem-se no mesmo local no período reprodutivo

(del Hoyo *et al.* 1992; Rolland *et al.* 1998). Cerca de 13% das espécies de aves reproduzem-se de forma colonial (Lack 1968). As colônias ou ninhais podem ser compostas por várias espécies, chamada de mistas, ou por apenas uma espécie, conhecidas como mono-específicas (Custer *et al.* 1980; Sick 1997; Frederick 2002).

O guará (*Eudocimus ruber*) é uma espécie de ave aquática da família Threskiornithidae, que habita manguezais, pântanos e a savana alagadiça (Llanos) do Hemisfério Sul (del Hoyo *et al.* 1992; Sick 1997). Registros prévios relatam que a espécie habitava toda a costa brasileira continuamente, até o sul do país (Sick 1997). Hoje, a maior parte da população está distribuída na região norte e em menores proporções na região nordeste, sudeste (Olmos e Silva e Silva 2003) e sul (Fink e Cremer 2015). Informações sobre os parâmetros reprodutivos da espécie foram realizados na Ilha do Cajual (MA) (Rodrigues 1995; Hass *et al.* 1999; Martinez e Rodrigues 1999), em Santos/Cubatão (SP) (Olmos e Silva e Silva 2001; 2003; Olmos 2003) e na Baía Babitonga (SC) (Fink e Cremer 2015; Grose 2016). Nesta última, a espécie vem sendo pesquisada desde 2011, quando foi registrado o primeiro evento reprodutivo da espécie após um longo período sem registros de ocorrência, tendo sido considerada extinta no Estado de Santa Catarina, por cerca de 150 anos (Rosário 1996; Fink e Cremer 2015; Grose 2016).

A extinção do guará em várias áreas no Brasil é um exemplo da consequência da exploração de manguezais, tanto de forma indireta, pela degradação deste habitat, como de forma direta, pela coleta de ovos e a captura de espécimes (Sick 1997; Gonçalves *et al.* 2010). Apesar da importância das florestas de manguezais para a sobrevivência de inúmeras espécies de animais, mais de 50% foram destruídos no planeta (Feller *et al.* 2010). No Brasil, este ecossistema foi intensamente devastado pela necessidade de um acelerado desenvolvimento econômico (Netto e Gallucci 2003).

Distúrbios neste ecossistema podem refletir nas populações de aves, quando estas são dependentes e estas alterações podem ter causas naturais ou serem causados por atividades humanas (Kathiresan e Bingham 2001). Assim, espécies arbóreas de manguezais também podem sofrer com intensa herbivoria (Fernandez *et al.* 2009), destacando-se a infestação de lagartas de *Hyblaea puera* (lagarta da teca) em *Avicennia germinans* (Menezes e Mehlig 2005; Fernandez *et al.* 2009). Na Baía Babitonga a lagarta atacou principalmente *Avicennia shaueriana* (mangue-preto) em janeiro de 2016, acarretando na desfolhação maciça e queda de algumas árvores (observação pessoal Daniela Fink).

As causas de perdas de ninhos de guará numa colônia se devem a inúmeros fatores como: queda, predação, abandono, luta entre adultos, fenômenos climáticos e perturbação humana (Hass 1996; Martinez e Rodrigues 1999; Olmos e Silva e Silva 2001; 2003). Essas variações podem ocorrer entre os pulsos, estação reprodutiva e entre colônias (Olmos e Silva e Silva 2003). Alterações na estrutura da vegetação de colônias, como desfolhação maciça e queda de árvores, não foram relatadas em outros estudos como responsável pela perda de ninhos. A vegetação é responsável pelo suporte dos ninhos de guarás e a sua modificação poderia trazer alguma consequência para a espécie reprodutiva.

O objetivo deste trabalho foi analisar a biologia reprodutiva do guará (*Eudocimus ruber*) na Baía Babitonga, litoral norte do Estado Santa Catarina e verificar diferenças nos aspectos reprodutivos da espécie, como sucesso de eclosão e reprodutivo, após alterações na estrutura da vegetação ocasionada por um surto de lagartas que causou a desfolhação do manguezal.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A colônia está localizada na Ilha Jarivatuva (26°29'66,45"S e 48°79'58,14"W), no estuário da Baía Babitonga, no município de Joinville, Estado de Santa Catarina. O estuário é caracterizado como a última grande formação de manguezal do hemisfério sul (IBAMA 1998). A ilha está situada, na foz do Rio Cachoeira e possui cerca de 136.645 m² (Fig. 1) (Fink e Cremer 2015). Sua formação é recente, caracterizada por vários ilhotes cobertos por manguezal. As espécies vegetais mais encontradas são *Avicennia schaueriana* (mangue-preto) e *Laguncularia racemosa* (mangue-branco) (IBAMA 1998). O local também é utilizado por outras espécies de aves aquáticas como ninhal, dentre elas seis espécies da família Ardeidae, o savacu (*Nycticorax nycticorax*), o savacu-de-coroa (*Nyctanassa violacea*), a garça-branca-grande (*Ardea alba*), a garça-vaqueira (*Bubulcus ibis*), a garça-branca-pequena (*Egretta thula*) e a garça-azul (*E. caerulea*). E duas espécies da família Threskiornithidae, a caraúna-de-cara-branca (*Plegadis chihi*) e o guará (*Eudocimus ruber*) (Fink e Cremer 2015).

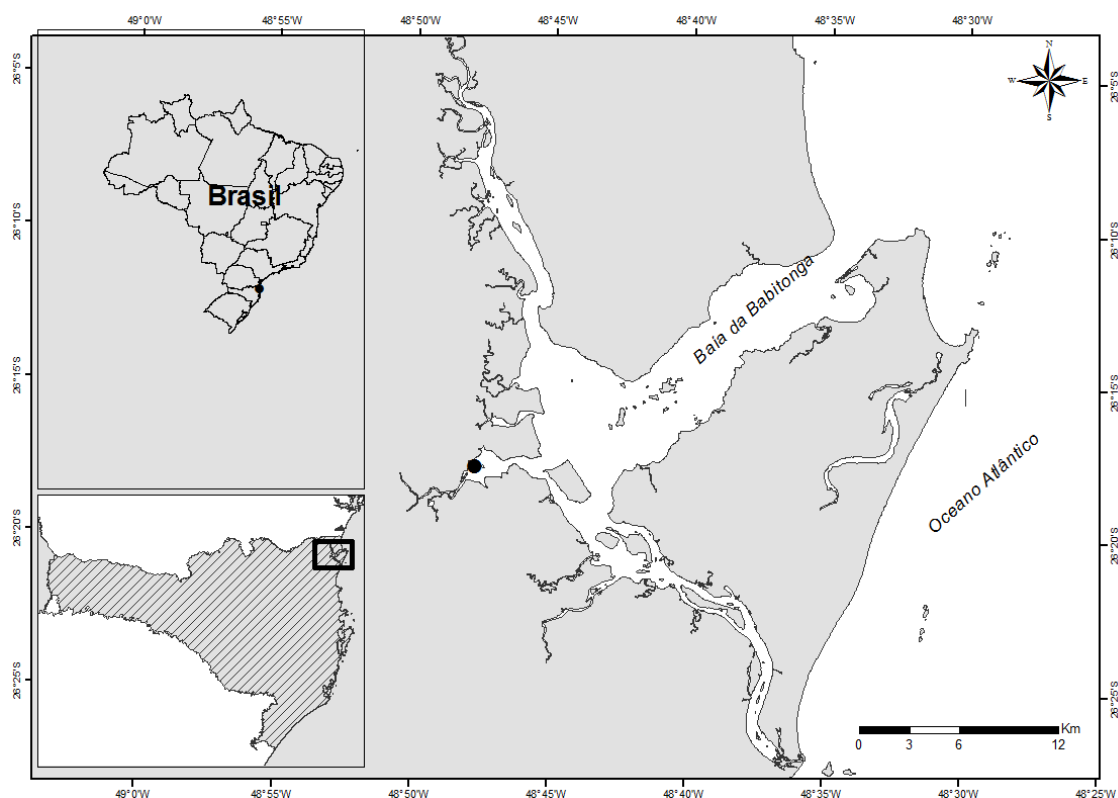


Figura 1: Localização da Ilha Jarivatuba na Baía Babitonga (ponto preto), Estado de Santa Catarina, sul do Brasil.

Foi pré-definida uma área para a realização da pesquisa na Ilha Jarivatuba (Fig. 2). O critério de escolha do local foi a viabilidade de acesso para desembarque e locomoção dos pesquisadores.

Coleta de dados

De agosto de 2015 a março de 2016 (estação 2015/16) e de agosto de 2016 a março de 2017 (estação 2016/17) foram realizadas visitas semanais na área pré-definida na Ilha Jarivatuba com o intuito de descrever a biologia reprodutiva do guará. Para chegar até o local, foi necessário o uso de embarcação a motor (60 HP). As incursões na ilha foram a pé e realizadas em período de maré baixa, no período matutino, seguindo a tábua de marés publicada pela Capitania dos Portos para o Porto de São Francisco do Sul (disponível em <http://www.mar.mil.br/dhn/chm/tabuas>).

Ao final do mês de janeiro de 2016 houve um distúrbio ambiental na Ilha Jarivatuba (Fig. 2), onde foi detectado uma desfolhação maciça do mangue-preto (*Avicennia shaueriana*) nos manguezais da Baía Babitonga, principalmente no município de Joinville. Estas árvores primeiramente ficaram com aparência de

queimadas, devido à infestação por *Hyblaea puera* (lagarta-da-teca ou lagarta-desfolhadora) e num estágio mais avançado houve a queda de inúmeros espécimes.



Figura 2: Área de monitoramento da colônia reprodutiva do guará (*Eudocimus ruber*) demarcada em branco, Ilha Jarivatuba na Baía Babitonga, Estado de Santa Catarina. Em 2015, antes do distúrbio ambiental, em 2017 após o distúrbio ambiental. Fonte: Google Earth.

O início da estação reprodutiva da espécie foi determinado como sendo a data da construção do primeiro ninho e o final foi determinado por meio da saída do juvenil do ninho mais tardio (Marini *et al.* 2009). Desta forma, foi determinada a cronologia da biologia reprodutiva do guará. Informações sobre índices pluviométricos do município de Joinville foram colhidos pela Estação Meteorológica da Univille, localizado a 7 Km da área de estudo. Estes dados foram coletados para observar se há relação entre o período reprodutivo da espécie e os índices pluviométricos na região.

Após a construção do ninho, cada um foi monitorado por meio da utilização de um bastão de alumínio telescópico, com até 6 m (Figs. 3 e 4), com espelho na ponta. Em colônias mistas de aves aquáticas a ordem de chegada para nidificação e o tamanho da ave podem influenciar na distribuição do gradiente vertical (Kim e Koo, 2009; Gianuca 2010), portanto, foi mensurada a altura de cada ninho com medidor laser Bosh em centímetros. Os ninhos foram etiquetados com lacres numéricos de plástico (Fig. 5), retirados depois do período reprodutivo. Foram registrados em planilhas a quantidade de ovos e filhotes, considerando suas diferentes fases de desenvolvimento, a cada visita. O tempo máximo de permanência dos pesquisadores na área de estudo foi de 3 horas.



Figura 3: Monitoramento dos ninhos de guará (*Eudocimus ruber*) com o uso de uma haste telescópica com espelho na extremidade, na Ilha Jarivatuba, Baía Babitonga, Estado de Santa Catarina.



Figura 4: Observação do ovo e filhote recém-eclodido de guará (*Eudocimus ruber*) no ninho com a utilização de um espelho na extremidade da haste telescópica, Baía Babitonga, Estado de Santa Catarina



Figura 5: Lacre plástico numerado para identificação dos ninhos de guarás (*Eudocimus ruber*) monitorados na Baía Babitonga, Estado de Santa Catarina.

Para analisar a influência da distância dos ninhos entre os vizinhos no sucesso de eclosão e reprodutivo, os ninhos foram georreferenciados com o auxílio de um GPS Garmin Etrex 20. Os dados de distribuição dos ninhos de guarás foram inseridos em um Sistema de Informação Geográfica utilizando o programa ArcMap versão 10.2 e a extensão Hawth's Analysis Tools versão 3.27. Foi calculada a distância entre os ninhos vizinhos para cada pulso reprodutivo a cada estação. Foram considerados como métricas espaciais para cada ninho a distância média dos três ninhos vizinhos mais próximos e o número de ninhos vizinhos dentro do raio de três metros de distância.

Para fins de classificação, o conteúdo dos ninhos foi dividido em cinco estágios, com base nas definições apresentadas por Gianuca (2010) e Grose (2012), sendo: ovo (Fig. 6a); filhote I, definido como filhote recém-eclodido (Fig. 6b); filhote II, definido como mais desenvolvido, que já sai do ninho e responde à presença humana (Fig. 6c); juvenil I, definido por um tamanho e plumagem mais desenvolvidos, capaz de realizar pequenos voos, mas ainda dependente do ninho e da alimentação fornecida pelos pais (Fig. 6d); juvenil II, definido como jovem completo independente do ninho, com plumagem desenvolvida e capacidade total de voo (Fig. 6e).



Figura 6: Estágios de desenvolvimento do guará (*Eudocimus ruber*) no ninho, na Baía Babitonga, Estado de Santa Catarina. A: Ovo; B: Filhote fase I, recém eclodido; C: Filhote fase II; D: Juvenil fase I; E: Juvenil fase II.

O tamanho da postura foi estabelecido como o número máximo de ovos registrados em cada ninho. O sucesso ou taxa de eclosão dos ovos foi calculado para cada ninho pela fórmula: número de filhotes eclodidos / número de ovos da ninhada (Mayfield 1975). O sucesso reprodutivo aparente foi analisado como o número de juvenis no estágio II / número de filhotes nascidos x 100 (Belhadj *et al.* 2007). O sucesso dos ovos foi definido como o número de juvenis no estágio II / número de ovos postos x 100 (Skutch 1966). A produtividade foi determinada pelo número de juvenis no estágio II / número de ninhos analisados.

O índice de Mayfield representa a probabilidade de um casal gerar um ou mais filhotes após todo o ciclo do ninho (Mayfield 1975). Para complementar as análises de sucesso reprodutivo aparente, foi calculado o sucesso de Mayfield, no qual foram estimadas as taxas diárias de sobrevivência (TDS) e a probabilidade de sucesso dos ninhos, para a fase de incubação e crescimento dos filhotes separadamente. A probabilidade de sucesso dos ninhos foi calculada pelo produto das duas probabilidades: TDS da fase de incubação e TDS da fase de crescimento dos filhotes (Mayfield 1961; 1975). O filhote foi considerado independente ou atingiu o sucesso quando chegou até juvenil II, quando tem cerca de 21 dias de vida (Olmos 2003).

Para os registros visuais foi utilizado binóculo Nikon Monarch 8x42 e para os fotográficos foi utilizada câmera fotográfica Nikon P500.

Análises estatísticas

Para as análises estatísticas foi utilizado o programa Statistic 8.0 e R. A estatística descritiva foi utilizada para determinar a média do tamanho da postura, sucesso de eclosão, sucesso reprodutivo aparente, sucesso dos ovos e produtividade para cada pulso e estação reprodutiva.

Para examinar diferenças significativas na altura dos ninhos de guará entre as duas estações reprodutivas foi utilizado o teste t para amostras independentes. As premissas de normalidade, por meio do teste de Shapiro-Wilk seguido do teste de homocedasticidade de Leving foram atendidas. Para verificar diferenças significativas de distância entre os ninhos vizinhos nas duas estações reprodutivas foi utilizado o teste não paramétrico de Mann-Whitney. Nos testes estatísticos foi utilizado nível de significância de 95%.

Para avaliar o efeito das variáveis ambientais e biológicas no sucesso de eclosão dos ovos e no sucesso reprodutivo foram construídos Modelos Lineares Generalizados Mistos (Generalized Linear Mixed Models – GLMM) com distribuição binomial (Venables e Ripley 2002), utilizando o programa “R”, versão 3.4.1 (R

Development Core Team, 2017) e a extensão glmmML versão 1.0.2 (Broström e Holmberg 2011). As variáveis preditoras dos modelos foram: 'altura do ninho', 'tamanho da ninhada', 'distância média dos três ninhos vizinhos mais próximos', 'número de ninhos vizinhos dentro do raio de três metros de distância', 'pulso reprodutivo da estação' e 'ano'. Gerou-se uma plotagem exploratória dos dados sob a forma de um diagrama de dispersão para diagnosticar possíveis correlações entre as variáveis (colinearidade). Em seguida, o sucesso de eclosão (filhotes nascidos / ovos da ninhada) e o sucesso reprodutivo (juvenis no estágio II / filhotes nascidos) foram analisados como variáveis de resposta binária (1-0) e foram geradas séries de modelos separadas. Como os ovos de um mesmo ninho estão suscetíveis a um efeito em comum, o ninho foi considerado como uma variável de efeito aleatório nos modelos. Um modelo de efeitos aleatórios é apropriado se os agrupamentos observados podem ser considerados como uma amostra aleatória de um grande conjunto (possivelmente infinito) de agrupamentos possíveis (Broström e Holmberg 2011). O modelo mais parcimonioso para cada série de análise (sucesso de eclosão e sucesso reprodutivo) foi avaliado pelo método de AIC (Akaike Information Criteria).

As licenças emitidas para a realização da pesquisa foram SISBIO n° 49541-1, CEMAVE n° 4014/1 e Comitê de Ética em Pesquisa com animais (006/2015).

RESULTADOS

Biologia reprodutiva

Ao final do mês de agosto de 2015 foram observados os primeiros indivíduos adultos com características reprodutivas: intensa coloração vermelha das penas, bolsa gular nas fêmeas e bico preto. Nesta estação o guará iniciou a construção dos ninhos na primeira quinzena e as primeiras posturas na segunda quinzena de setembro de 2015 e finalizou em março de 2016, com os últimos juvenis na colônia (Tab.1). Os primeiros filhotes foram encontrados em outubro de 2015. A população realizou posturas até fevereiro de 2016 e totalizou 183 dias de atividade reprodutiva. Não foi observado nenhuma reutilização de ninho de uma estação reprodutiva para a outra.

As características reprodutivas dos adultos na estação 2016/2017 foram observadas a partir do mês de setembro de 2016. As primeiras posturas foram registradas em outubro e os filhotes em novembro de 2016. As posturas ocorreram até fevereiro de 2017 e os últimos juvenis foram encontradas até março de 2017, totalizando 160 dias de atividade reprodutiva.

Tabela 1: Cronologia reprodutiva do guará (*Eudocimus ruber*) na Baía Babitonga no período reprodutivo da estação 2015/2016: agosto de 2015 a março de 2016; e da estação 2016/2017: agosto de 2016 a março de 2017. 1 = ovo; 2 = filhote I; 3 = filhote II; 4 = juvenil I; 5 = juvenil II.

Período	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar
2015/2016		1	1;2;3	1;2;3;4;5	1;2;3;4;5	1;2;3;4;5;	1;2;5	3;4;5
2016/2017			1	1;2;3;4;5	1;2;3;4;5	1;2;3;4;5;	1;2;3;4;5	4;5

Foram identificados quatro pulsos de nidificação em cada estação reprodutiva analisada (Fig. 7). Estes duraram de dois a três meses.

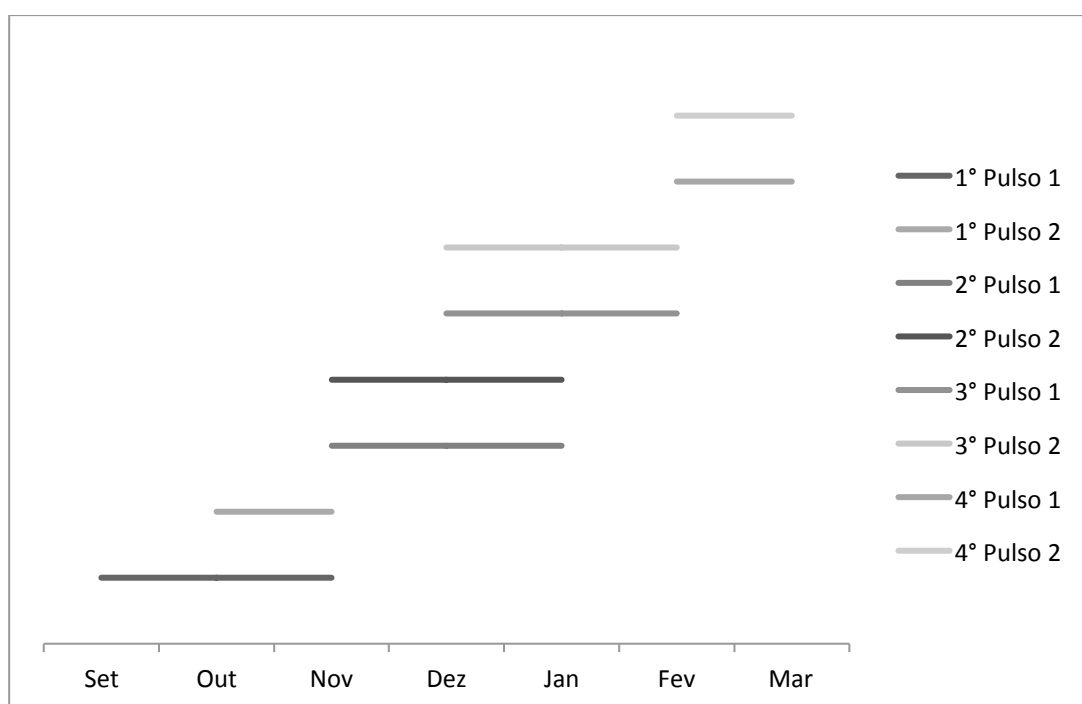


Figura 7: Pulsos reprodutivos do guará (*Eudocimus ruber*) registrados entre os meses de agosto/2015 a março/2016 (1) e entre agosto/2016 a março/2017 (2) na Baía Babitonga, Estado de Santa Catarina.

Foi observado que na estação 2016/17 a espécie atrasou por cerca de um mês o início da construção dos ninhos quando comparado com a estação anterior, começando as atividades reprodutivas após chuvas intensas. Conforme os dados de precipitação pluviométrica mensal, a estação reprodutiva do guará, em ambos os anos, foi sincronizada com as precipitações máximas para o período (Fig. 8).

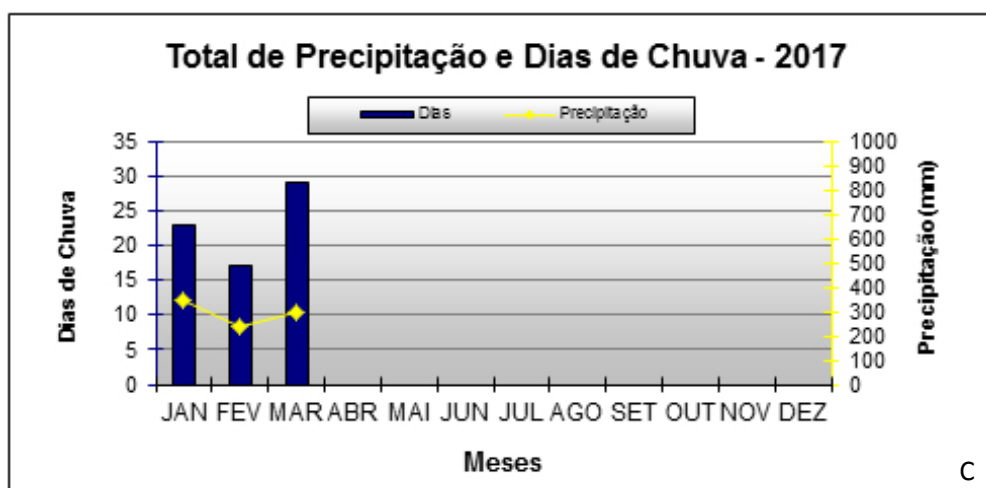
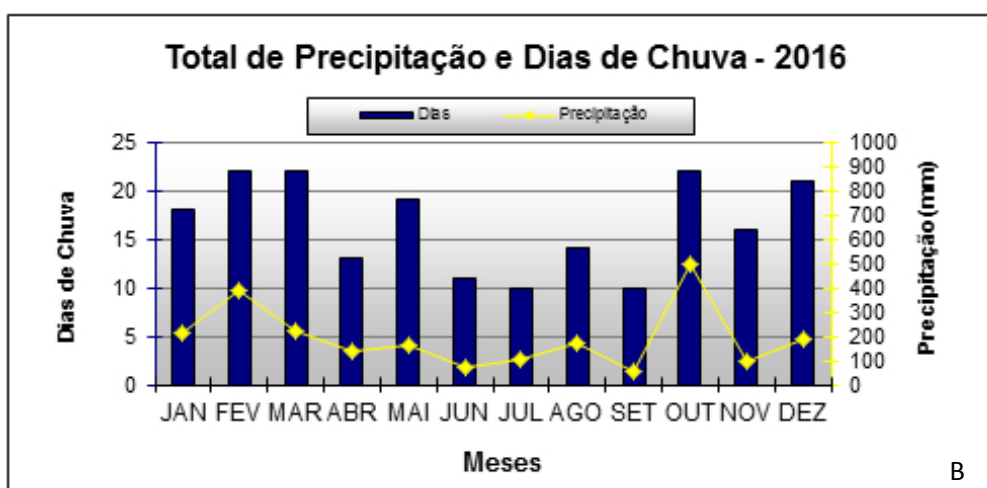
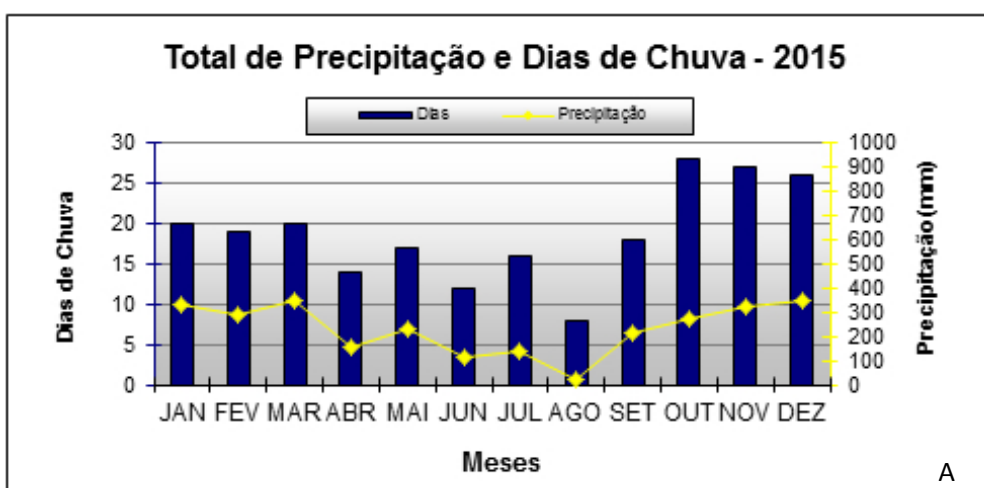


Figura 8: A: Precipitação mensal total (mm) e dias de chuva em 2015; B: Precipitação mensal (mm) total e dias de chuva em 2016; C: Precipitação mensal (mm) total e dias de chuva para os meses de janeiro a março de 2017. Município de Joinville, Estado de Santa Catarina. Fonte: *Estação Metereológica Univille*.

A sequência de ocupação e nidificação das espécies de aves aquáticas na colônia foi semelhante em ambas as estações reprodutivas na Ilha Jarivatuba. A garça-branca-grande (*Ardea alba*) foi a primeira espécie observada se reproduzindo na colônia, iniciando suas atividades reprodutivas no mês de julho. Em seguida, o savacu (*Nycticorax nycticorax*) e o savacu-de-coroa (*Nyctanassa violacea*); após a garça-vaqueira (*Bubulcus ibis*) e na sequência o guará. A garça-azul (*Egretta caerulea*) e a garça-branca-pequena (*E. thula*) iniciaram o processo reprodutiva após o guará. A última espécie a utilizar a colônia para reprodução foi a caraúna-de-cara-branca (*Plegadis chihi*).

Altura, distribuição dos ninhos e árvores utilizadas

Na estação 2015/16, a altura média dos ninhos analisados foi de 4,8 m (± 69 cm) e na estação 2016/17, a altura média dos ninhos foi de 3,8 m (± 79 cm). O teste t para amostras independentes apresentou diferenças significativas nas alturas dos ninhos entre as estações reprodutivas (teste $t=10,302$; $p<0,01$).

Ao analisar a distribuição dos ninhos, os três mais próximos estavam em média a 7,18 m de distância na estação 2015/16, e na estação 2016/17 a média foi de 3,45 m, apresentando diferença significativa entre os anos (Mann-Whitney $Z=5,300$; $p<0,01$).

O guará utilizou como suporte para seus ninhos o mangue-preto (*Avicennia schaueriana*), que é a espécie vegetal que predomina na ilha. Contudo, na estação 2016/17 foi observada a construção de dois ninhos em uma árvore de mangue-vermelho (*Rhizophora mangle*). Assim, 98,04% dos ninhos foram construídos no mangue-preto.

Tamanho da postura

Foram avaliados 97 ninhos na estação 2015/16. Destes, 10 foram reutilizados na mesma estação, totalizando 107 ninhos monitorados e analisados. Na estação 2016/17 foram registrados 117 ninhos; destes, 30 foram reutilizados e 2 foram novamente reutilizados, sendo monitorados e analisados 149 ninhos.

Na estação 2015/16 o maior número de ninhos foi registrado no primeiro pulso (57), com uma redução gradual ao longo de toda a estação reprodutiva, com 5 ninhos monitorados no último pulso. Na estação seguinte houve pouca variação na quantidade de ninhos entre o primeiro, segundo e terceiro pulso reprodutivo (Fig. 9).

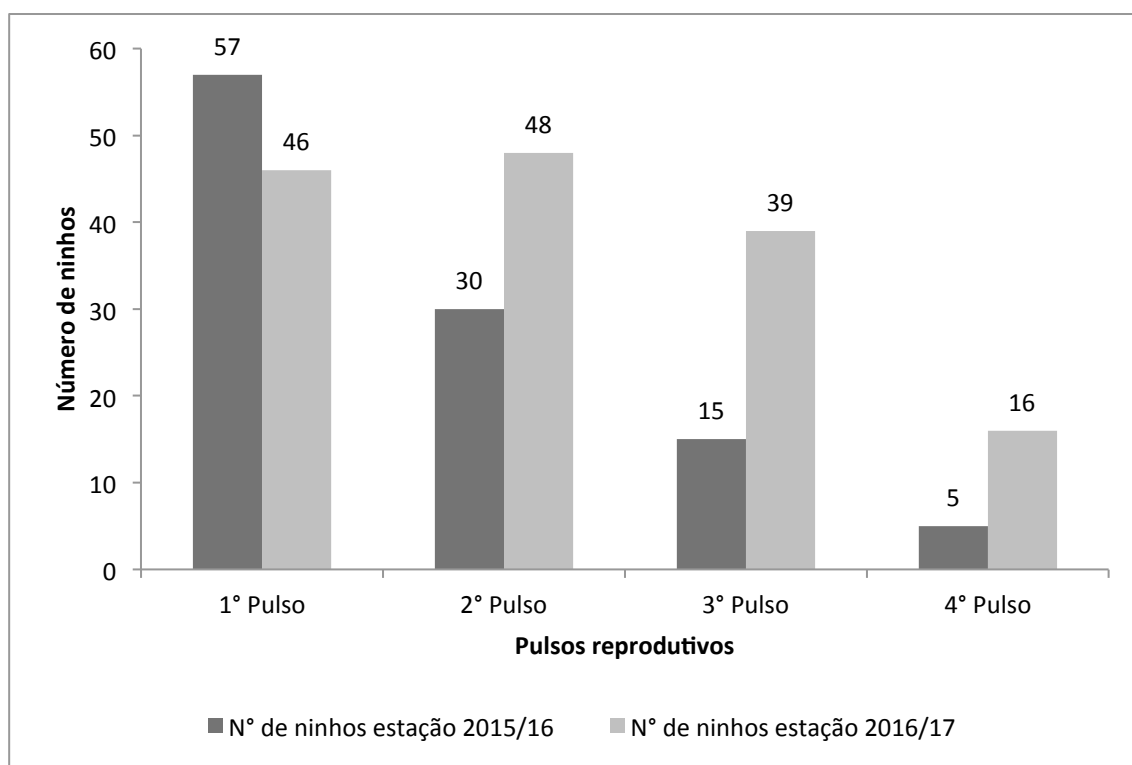


Figura 9: Número de ninhos de guará (*Eudocimus ruber*) registrados por pulso reprodutivo na estação 2015/16 e estação 2016/17 na Baía Babitonga, Estado de Santa Catarina.

O tamanho da postura do guará na estação 2015/16 variou de um a quatro ovos por ninho ($n = 107$). Foram contabilizados 250 ovos, com média de 2,34 ($\pm 0,7$) ovos por ninho e moda de 3 ovos. A maior média foi no primeiro pulso e a menor média de ovos foi no terceiro pulso (Tab. 2). Foi registrado apenas um ninho contendo 4 ovos no primeiro pulso.

Tabela 2: Tamanho da postura do guará (*Eudocimus ruber*) por pulsos reprodutivos, número de ovos e média de ovos/ninho na estação 2015/16 na Baía Babitonga, Estado de Santa Catarina. Porcentagem de ninhos está relacionada ao tamanho da postura.

	1° pulso		2° pulso		3° pulso		4° pulso	
Tamanho da postura	Ninhos	Ovos	Ninhos	Ovos	Ninhos	Ovos	Ninhos	Ovos
1 ovo	2 (3,51%)	2	7 (23,3%)	7	5 (33,3%)	5	5 (100%)	10
2 ovos	23 (40,35%)	46	9 (30%)	18	7 (46,67%)	14		
3 ovos	31 (54,39%)	93	14 (46,67%)	42	3 (20%)	9		
4 ovos	1 (1,75%)	4						
Total	57	145	30	67	15	28	5	10
Média		2,54		2,23		1,87		2

O tamanho da postura do guará na estação 2016/17 variou de um a quatro ovos por ninho (n= 149). Foram contabilizados 317 ovos, com média de 2,13 ($\pm 0,67$) ovos por ninho e moda 2 ovos. A maior média foi no terceiro pulso e a menor média de ovos foi no quarto pulso (Tab. 3). Foram registrados apenas dois ninhos contendo o número máximo de 4 ovos, sendo um no segundo e um no terceiro pulso reprodutivo.

Tabela 3: Tamanho da postura do guará (*Eudocimus ruber*) por pulsos reprodutivos; número de ovos e média de ovos/ninho na estação 2016/2017 na Baía Babitonga, Estado de Santa Catarina. Porcentagem de ninhos está relacionada ao tamanho da postura.

	1° pulso		2° pulso		3° pulso		4° pulso	
Tamanho da postura	Ninhos	Ovos	Ninhos	Ovos	Ninhos	Ovos	Ninhos	Ovos
1 ovo	7 (15,22%)	7	8 (16,67%)	7	5 (10,9%)	5	3 (30%)	3
2 ovos	26 (56,52%)	52	27 (56,25%)	54	27 (58,7%)	54	7 (70%)	14
3 ovos	13(28,26%)	39	12 (25%)	36	13 (28,3%)	39		
4 ovos			1 (2,08%)	4	1 (2,2%)	4		
Total	46	98	48	102	46	102	10	14
Média		2,13		2,13		2,22		1,4

Sucesso de eclosão e reprodutivo aparente

O sucesso de eclosão para a estação 2015/16 foi de 60%. Na estação 2016/17 o sucesso de eclosão diminuiu para 35,65%. Avaliando o sucesso por pulso reprodutivo, observa-se que o segundo pulso da estação 2015/16 apresentou os parâmetros mais baixos em relação aos demais (Fig. 10).

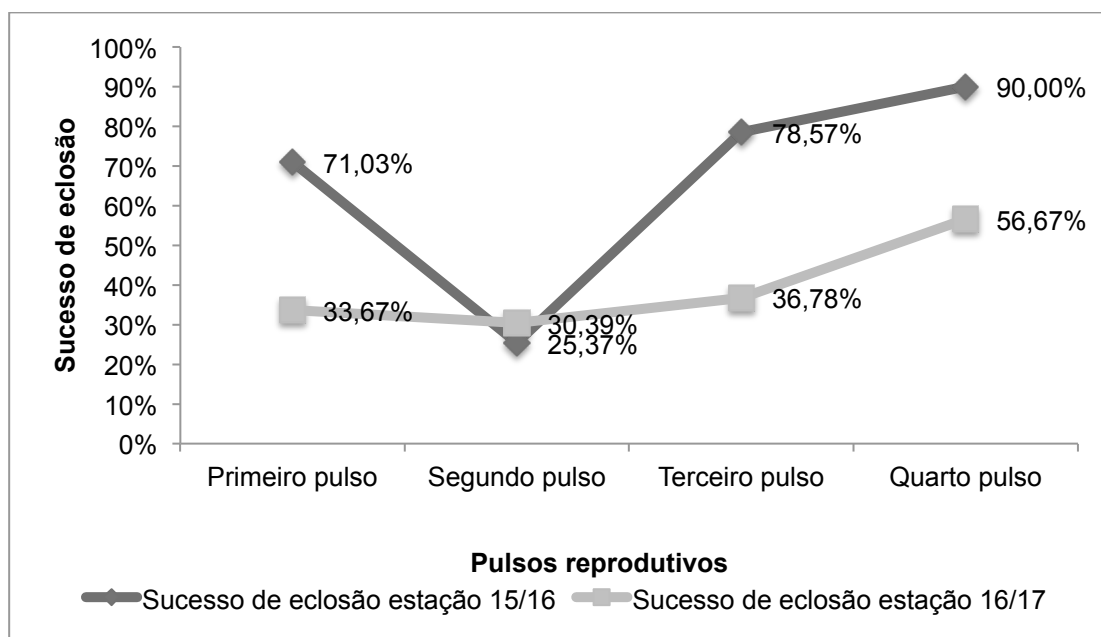


Figura 10: Sucesso de eclosão do guará (*Eudocimus ruber*) por pulso nas duas estações reprodutivas na Baía Babitonga, Estado de Santa Catarina.

Tabela 4: Quantidade de ninhos, total de ovos, filhote I, juvenil I, juvenil II de guará (*Eudocimus ruber*) na Baía Babitonga, Estado de Santa Catarina. Sucesso de eclosão, sucesso reprodutivo JII (juvenil fase II), produtividade, sucesso dos ovos e ninhos por pulso reprodutivo. Total e médias na estação reprodutiva 2015/16 e 2016/17.

Estação 2015/16	Primeiro pulso	Segundo pulso	Terceiro pulso	Quarto pulso	TOTAL
Ninhos	57	30	15	5	107
Ovos	145	67	28	10	250
Filhote I	103	17	22	9	151
Juvenil I	79	9	17	9	114
Juvenil II	34	6	15	9	64
Sucesso de eclosão	71,0%	25,4%	79%	90%	60%
Sucesso reprodutivo JII	33,0%	35,3%	68%	100%	42,4%
Produtividade	0,60	0,20	1,00	1,80	0,60
Sucesso dos ovos	0,23	0,09	0,54	0,90	0,26
Ninho Sucesso/ninhos	45,61%	16,67%	73,33%	100,00%	43,93%
Estação 2016/17					
Ninhos	46	48	39	16	149
Ovos	98	102	87	30	317
Filhote I	33	31	32	17	113
Juvenil I	20	11	19	9	59
Juvenil II	17	10	17	9	53
Sucesso de eclosão	33,67%	30,39%	36,78%	56,67%	35,65%
Sucesso reprodutivo JII	51,52%	32,26%	53,13%	52,94%	46,90%
Produtividade	0,37	0,21	0,44	0,56	0,36
Sucesso dos ovos	0,17	0,10	0,20	0,30	0,17
Ninho Sucesso/ninhos	28,26%	16,67%	30,77%	37,50%	26,17%

Nas figuras 11 e 12 observa-se que os ninhos que tiveram maior sucesso reprodutivo aparente e de ovos foram aquelas do quarto pulso reprodutivo da estação 2015/16.

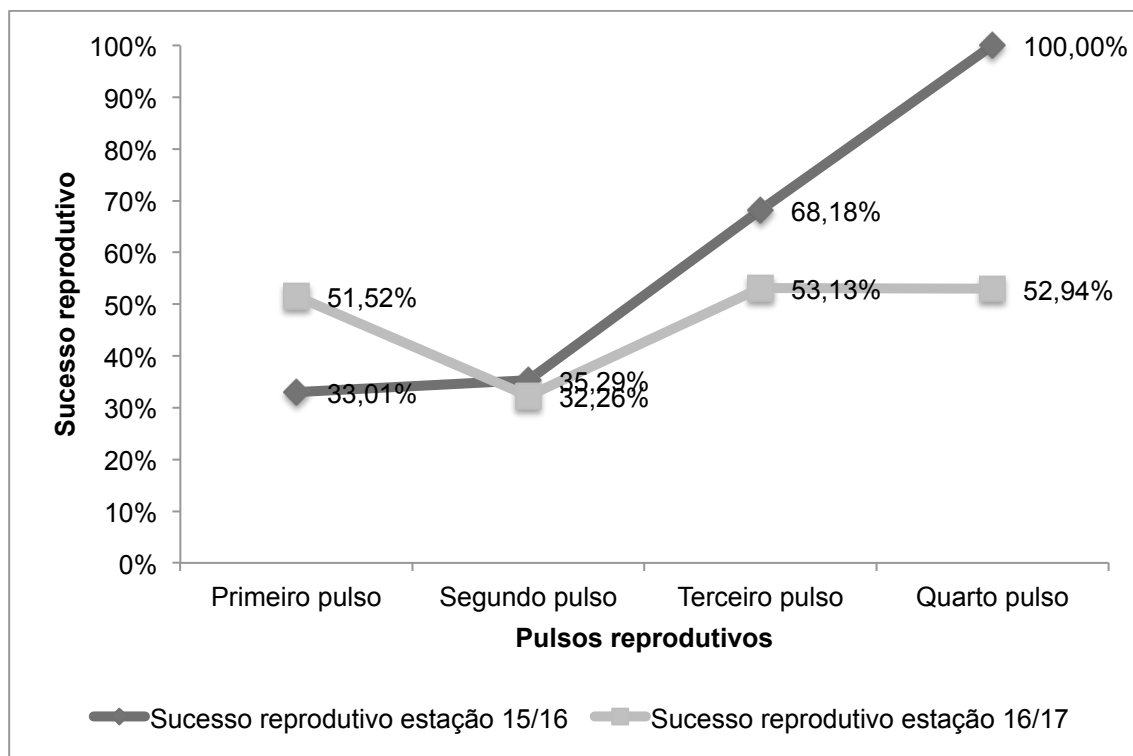


Figura 11: Sucesso reprodutivo do guará (*Eudocimus ruber*) por pulso nas duas estações reprodutivas na Baía Babitonga, Estado de Santa Catarina.

O sucesso dos ovos foi maior na estação 2015/16, contudo o segundo pulso obteve a porcentagem mais baixa durante todo o período da pesquisa (Fig. 12). Ninhos em que pelo menos um juvenil na fase II conseguiu sobreviver, também foram mais bem sucedidos na estação 2015/16.

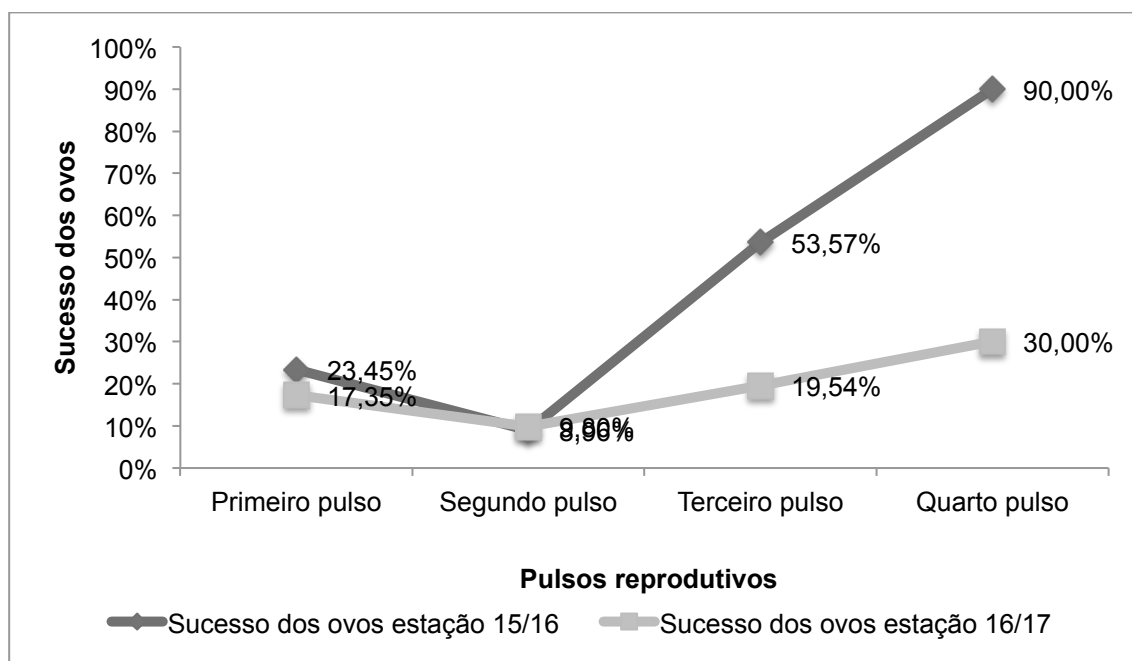


Figura 12: Sucesso dos ovos de guará (*Eudocimus ruber*) por pulso nas duas estações reprodutivas na Baía Babitonga, Estado de Santa Catarina.

Sucesso dos ninhinhos

O índice de Mayfield foi calculado para estimar o sucesso dos ninhinhos do guará nas duas estações reprodutivas. O sucesso foi maior nos pulsos da estação 2015/16 (Tab. 5). A taxa de sobrevivência diária (TDS) para o período de incubação na estação 2015/16 foi de 0,69 e a taxa de sobrevivência diária para o período de cuidado do filhote foi de 0,71, totalizando 0,49 todo o ciclo reprodutivo. Na estação 2016/17 a taxa de sobrevivência diária para o período de incubação foi 0,41 e 0,59 para o período de cuidado dos filhotes. Assim, a taxa de sobrevivência diária para todo o ciclo foi de 0,25.

Tabela 5: Sucesso de Mayfield de ninhinhos de guará (*Eudocimus ruber*) na estação 2015/16 e 2016/17, na Baía Babitonga, Estado de Santa Catarina. Taxa de sobrevivência diária para o período de incubação, ninhego e total (todo o ciclo reprodutivo).

2015/16	1º Pulso	2º Pulso	3º Pulso	4º Pulso	TOTAL
Incubação	0,92	0,60	0,89	1	0,69
Ninhego	0,63	0,46	0,84	1	0,71
Total	0,58	0,28	0,75	1	0,49
2016/2017					
Incubação	0,57	0,30	0,33	0,38	0,41
Ninhego	0,59	0,51	0,77	0,68	0,59
Total	0,33	0,15	0,30	0,26	0,25

Influência das variáveis ambientais e biológicas no sucesso de eclosão e reprodutivo

A partir da observação dos diagramas de dispersão, nenhuma correlação acentuada entre as variáveis foi identificada (Fig. 13).

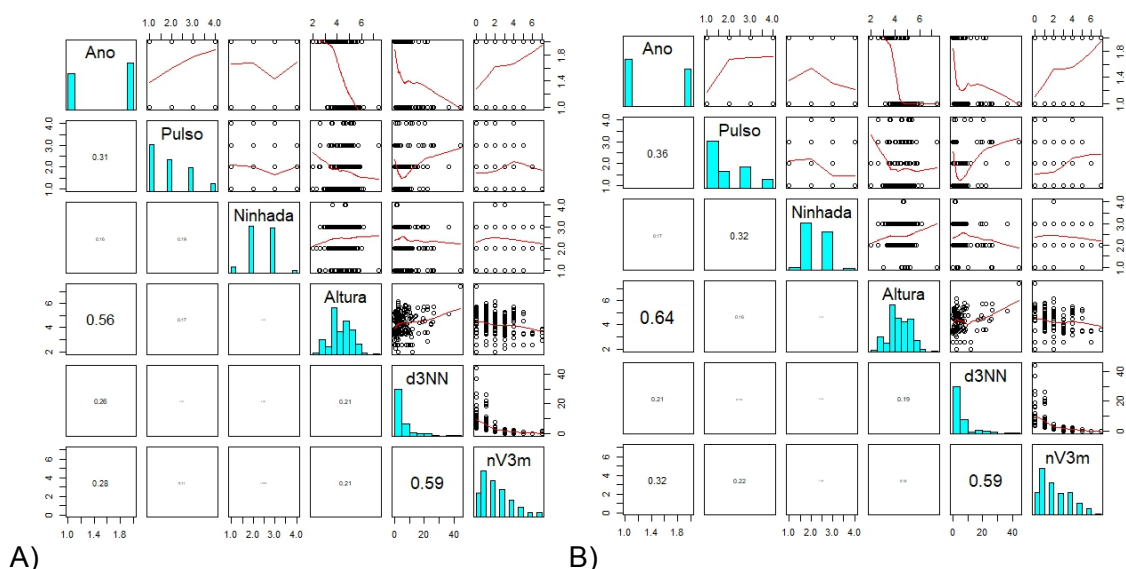


Figura 13: Diagramas de dispersão entre as covariáveis ambientais e biológicas analisadas para o A) sucesso de eclosão e o B) sucesso reprodutivo do guará (*Eudocimus ruber*) na Baía Babitonga, Estado de Santa Catarina. Nos quadros da diagonal central estão os nomes das variáveis e o histograma de distribuição dos dados (em azul). Acima da diagonal as observações para cada par de variáveis e a linha de atenuação (em vermelho). Abaixo da diagonal estão os valores de correlação de Pearson entre os pares de variáveis, em tamanho proporcional ao valor.

Foram gerados cinco modelos analisando as variáveis ambientais e biológicas que poderiam afetar o sucesso de eclosão dos guarás na Baía Babitonga, com diferentes combinações entre as covariáveis, para determinar o melhor ajuste. O modelo 5 (M5) foi o mais parcimonioso e contém as variáveis que mais influenciaram o sucesso de eclosão. Apesar deste modelo não apresentar o menor valor de AIC, observa-se que o ΔAIC é menor que 1 e possui menos variáveis que outros modelos. No M5 estão inseridos: distância média dos três ninhos vizinhos mais próximos e o ano (Tab. 6 e 7). A tabela 6 apresenta o resultado do modelo escolhido, relacionando as variáveis escolhidas com o sucesso de eclosão, sendo o ano a variável com maior força. Assim, o sucesso de eclosão foi diferente entre os dois anos analisados, sendo maior na estação 2015/16 do que na estação 2016/17 (Fig. 14). Embora a variável número de ninhos vizinhos dentro do raio de três metros de distância tenha sido significativa, a baixa inclinação e o alto distanciamento do intervalo de confiança nas extremidades são indicativos que o modelo linear pode não ser o mais adequado para

esta variável. Ou seja, entre dois e três vizinhos da mesma espécie tiveram maior sucesso de eclosão que aqueles ninhos com muitos ou nenhum vizinho (Fig. 15).

Tabela 6: Seleção de modelos analisando as variáveis ambientais e biológicas que afetam o sucesso de eclosão de guarás (*Eudocimus ruber*) na Baía Babitonga, Estado de Santa Catarina. Modelos estimados pelo método de Modelos Lineares Generalizados Mistos (GLMM) com distribuição binomial. O peso apresenta o suporte do modelo selecionado em relação aos demais, enquanto o df indica o número total de parâmetros estimados. D3NN = distância média dos três ninhos vizinhos mais próximos; nV3m= número de ninhos vizinhos dentro do raio de três metros de distância.

ID	Variáveis do modelo	AIC	ΔAIC	Peso	logLik	df
M3	Altura + d3NN + nV3m + Ano	707,3	0,00	0,280	-347,557	6
M4	Altura + nV3m + Ano	707,7	0,43	0,225	-348,795	5
M5	nV3m + Ano	707,8	0,53	0,214	-349,863	4
M2	Altura + d3NN + nV3m + Pulso + Ano	707,9	0,61	0,206	-346,837	7
M1	Altura + Ninhada + d3NN + nV3m + Pulso + Ano	709,9	2,66	2,074	-346,834	8

Tabela 7: Resultados do modelo selecionado, relacionando as variáveis ambientais e biológicas mais significativas que afetam o sucesso de eclosão de guarás (*Eudocimus ruber*) na Baía Babitonga, Estado de Santa Catarina; (* indica valores significativos); nV3m= número de ninhos vizinhos dentro do raio de três metros de distância.

	Coeficiente	Erro padrão	z-valor	p-valor
Intercepto	0,344	0,316	1,088	0,276
nV3m	0,212	0,108	1,974	0,048*
Ano	-1,921	0,407	-4,724	0,000*

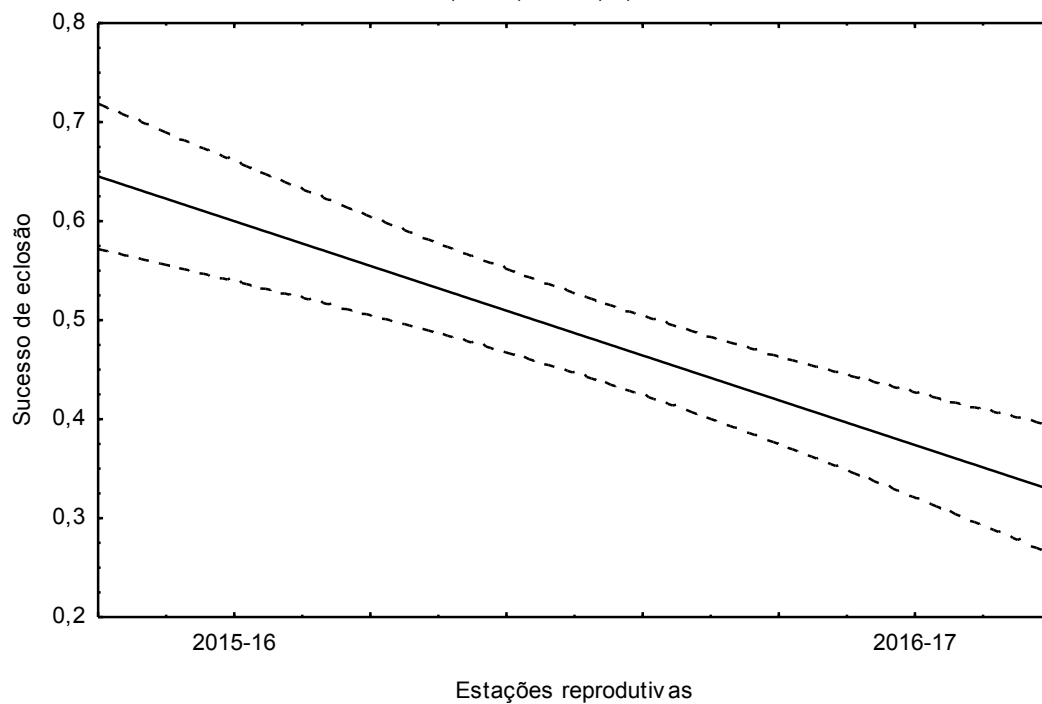


Figura 14: Relação entre o sucesso de eclosão e os anos referentes as estações reprodutivas 2015/16 e 2016/17 do guará (*Eudocimus ruber*) na Baía Babitonga, Estado de Santa Catarina.

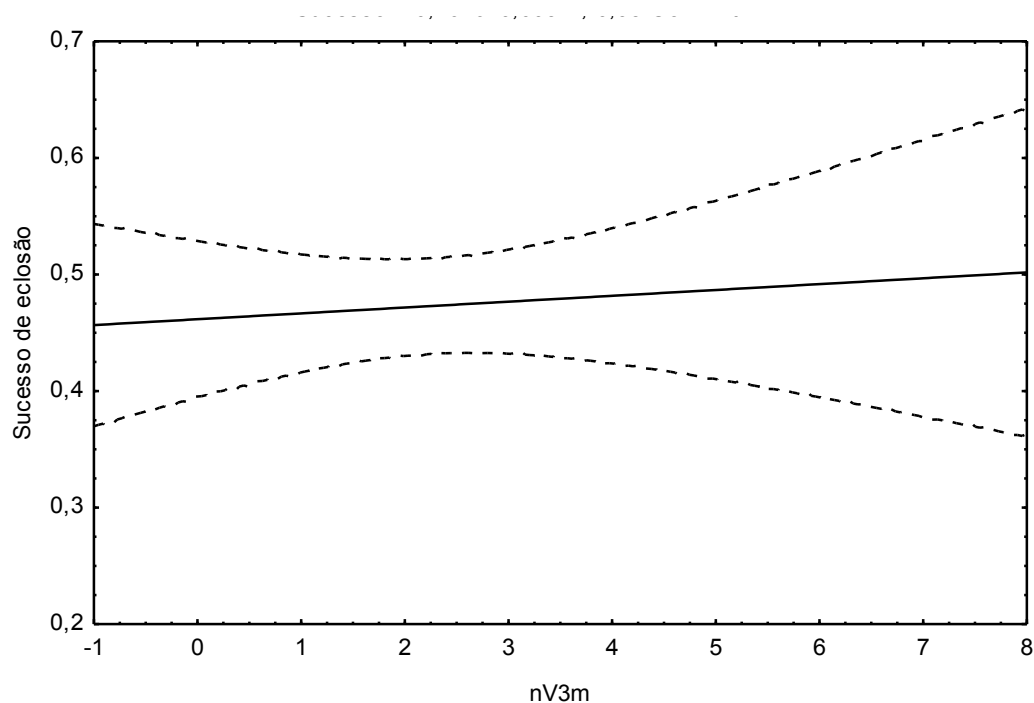


Figura 15: Relação entre o sucesso de eclosão e o número de ninhos vizinhos do guará (*Eudocimus ruber*) dentro do raio de três metros de distância (nV3m) na Baía Babitonga, Estado de Santa Catarina.

Para a análise das variáveis ambientais e biológicas que potencialmente afetam o sucesso reprodutivo de guarás na Baía Babitonga foram produzidos cinco modelos (Tab. 8). O modelo escolhido por ser o mais parcimonioso (menor valor de AIC) foi o M5, sendo que as variáveis que mais influenciaram foram o pulso reprodutivo e tamanho da ninhada. Na tabela 9, o pulso reprodutivo apresentou os valores mais significativos, sendo os terceiros e quartos pulsos, de ambos os anos, com maior sucesso reprodutivo (Fig. 16). O tamanho da ninhada também influenciou no sucesso reprodutivo, pois ninhadas com menos ovos tiveram maior sucesso (Fig. 17).

Tabela 8: Seleção de modelos analisando as variáveis ambientais e biológicas que afetam o sucesso reprodutivo do guará (*Eudocimus ruber*) na Baía Babitonga, Estado de Santa Catarina. Modelos estimados pelo método de Modelos Lineares Generalizados Mistos (GLMM) com distribuição binomial. O Peso apresenta o suporte do modelo selecionado em relação aos demais, enquanto o df indica o número total de parâmetros estimados. D3NN = distância média dos três ninhos vizinhos mais próximos; nV3m= número de ninhos vizinhos dentro do raio de três metros de distância.

ID	Variáveis do modelo	AIC	Δ AIC	Peso	logLik	df
M5	Ninhada + Pulso	351,8	0,00	0,611	-171,818	4
M4	Ninhada + d3NN + Pulso	353,5	1,76	0,254	-171,659	5
M3	Ninhada + d3NN + Pulso + Ano	355,6	3,81	0,091	-171,640	6
M2	Altura + Ninhada + d3NN + Pulso + Ano	357,6	5,83	0,033	-171,594	7
M1	Altura + Ninhada + d3NN + nV3m + Pulso + Ano	359,7	7,89	0,012	-171,564	8

Tabela 9: Resultados do modelo selecionado, relacionando as variáveis ambientais e biológicas mais significativas que afetam o sucesso reprodutivo do guará (*Eudocimus ruber*) na Baía Babitonga, Estado de Santa Catarina (* indica valores significativos).

	Coeficiente	Erro padrão	z-valor	p-valor
Intercepto	0,488	0,942	0,518	0,604
Ninhada	-0,698	0,333	-2,097	0,036*
Pulso	0,479	0,185	2,589	0,010*

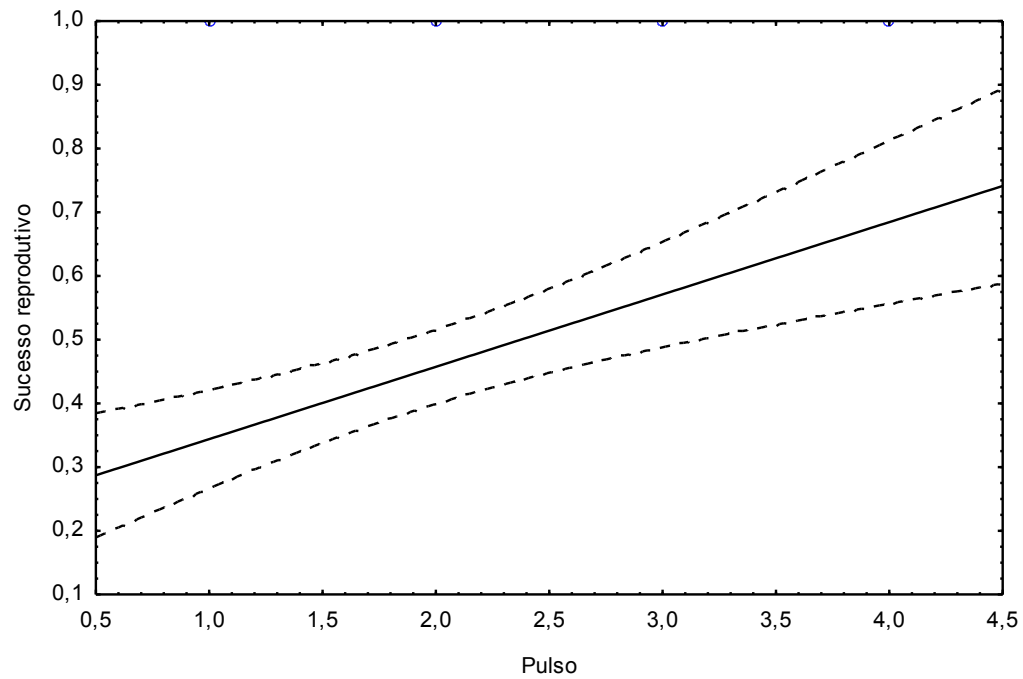


Figura 16: Relação entre o sucesso reprodutivo e o pulso reprodutivo do guará (*Eudocimus ruber*) na Baía Babitonga, Estado de Santa Catarina.

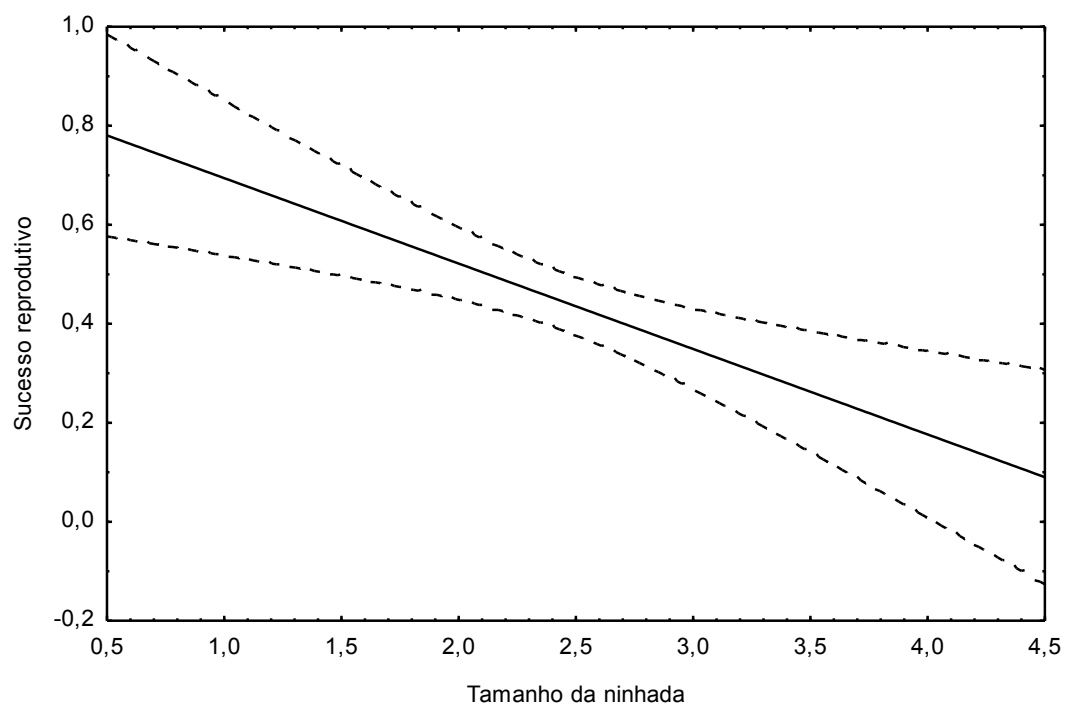


Figura 17: Relação entre o sucesso reprodutivo e o tamanho da ninhada do guará (*Eudocimus ruber*) na Baía Babitonga, Estado de Santa Catarina.

DISCUSSÃO

O guará (*Eudocimus ruber*) é uma espécie de ave aquática que vem se reproduzindo na Baía Babitonga desde 2011 (Fink e Cremer 2015). Suas atividades reprodutivas foram pesquisadas e acompanhadas desde que voltou a nidificar na área, somando-se seis anos de estudos na colônia mista da Ilha Jarivatuba (Grose 2016). No Brasil, estudos de biologia reprodutiva das aves neotropicais ainda são escassos (Marine *et al.* 2009), principalmente aqueles de longo prazo.

A alta pluviosidade é um fator necessário para estimular o início do período reprodutivo do guará (Brouwer e Van Wieringen 1990; Hass *et al.* 1999; Olmos *et al.* 2001; Barbieri 2009). Estudos indicam que a intensa quantidade de chuvas pode estar relacionada à maior abundância dos itens alimentares em regiões estuarinas e consequentemente seria mais vantajoso para a espécie iniciar o período reprodutivo (Brouwer e Van Wieringen 1990; Hass *et al.* 1999; Olmos *et al.* 2001; Barbieri 2009). A alta pluviosidade também pode influenciar o começo da reprodução do guará na Baía Babitonga, mesmo com outras espécies de aves aquáticas já em atividades reprodutivas na colônia, a espécie somente inicia o processo a partir de chuvas intensas na região.

Pulsos reprodutivos indicam padrões de pico multimodal, já identificado para a espécie em Santos/Cubatão (SP), que apresentou três pulsos (Olmos e Silva e Silva 2001). Assim, ocorre sincronicamente a construção de ninhos, postura de ovos e criação dos filhotes até a formação de creches (Olmos e Silva e Silva 2001). Para o guará na Baía Babitonga, os quatro pulsos reprodutivos registrados no presente estudo configuram um dado inédito para a espécie. Visto que as estações reprodutivas anteriores totalizaram dois pulsos em 2012/13 e 2013/14; e três pulsos reprodutivos em 2014/15 (Grose 2016).

Em Santos/Cubatão (SP) a altura média dos ninhos foi de 3,8 m, semelhante à média de altura registrada na estação 2016/17 neste trabalho (3,86 m). Na ilha do Cajual (MA), Hass (1996) verificou diferenças significativas entre as alturas dos ninhos de guarás em duas áreas pesquisadas. Segundo Uzun e Kopij (2010), ninhos mais baixos podem ser melhor protegidos contra ventos fortes e predadores aéreos no centro de uma colônia mista.

Uma vez que a espécie vegetal predominante na Ilha Jarivatuba é o mangue-preto (*Avicennia shaueriana*), todos os ninhos foram construídos nesta espécie vegetal durante o período deste estudo, com exceção de dois ninhos na

estação 2016/17 que foram construídos no mangue-vermelho (*Rhizophora mangle*). Nos anos anteriores, apenas um ninho foi construído no mangue-vermelho (Grose 2016). Em Santos/Cubatão (SP) a colônia estava localizada no Rio Morráo, onde o mangue-vermelho (*R. mangle*) dominava, portanto os ninhos foram estabelecidos nesta espécie (Olmos e Silva e Silva 2001). A partir destas informações, observa-se que a construção dos ninhos de guarás foi estabelecida nas espécies vegetais disponíveis em cada região.

Aves da família Threskiornithidae não costumam apresentar diferenças significativas no tamanho da postura (Gantz e Yanez 2016), o que já foi confirmado para o guará em diferentes latitudes. Na Ilha do Cajual (MA) a média de tamanho da postura foi de 1,97 ovos por ninho (Martinez e Rodrigues 1999), enquanto que em Santos/Cubatão (SP) a média de postura foi de 2,45 ovos/ninho no primeiro pulso e 2,05 ovos/ninho no segundo pulso (Olmos e Silva e Silva 2001). Na Baía Babitonga a média de postura de 2,7, 2,5 e 2,3 ovos por ninho durante as três estações reprodutivas analisadas (Grose 2016). Valor idêntico foi registrado na estação 2015/16 (2,34 ovos/ninho) na mesma colônia e menor na estação 2016/17 (2,13 ovos/ninho).

Com relação ao sucesso do ovos, observa-se resultados mais baixos, 0,26 na estação 2015/16 e 0,17 na estação 2016/17, quando comparados com o resultado na região Norte que foi de 0,31 juvenis/ovos (Martinez e Rodrigues 1999). Olmos e Silva e Silva (2001) registraram taxas de 0,28 no primeiro pulso e 0,20 juvenis/ovos no segundo pulso, evidenciando que a população de guarás de Santos/Cubatão investiu mais na quantidade de ovos postos para produzir um número semelhante de jovens na região Norte.

O sucesso de eclosão do guará foi semelhante entre os anos de 2012 a 2015 na Baía Babitonga, variando de 52,1% a 62% (Grose 2016). Entretanto na estação reprodutiva 2016/17, do presente estudo, o valor diminuiu para 36,65%. Por meio dos modelos lineares generalizados mistos (GLMM), foi verificado que uma das variáveis que mais influenciaram o sucesso de eclosão foi o ano, ou seja a estação 2015/2016 o sucesso de eclosão foi maior que a estação seguinte, devido possivelmente a infestação de lagartas nas folhas do mangue-preto.

A produtividade da estação 2015/16 (0,60 juvenil/ninho) foi semelhante a encontrada na colônia do Estado Maranhão, de 0,61 juvenil/ninho (Martinez e Rodrigues 1999). Entretanto, na estação 2016/17 a produtividade foi abaixo da anterior, com 0,36 juvenil/ninho. No primeiro pulso reprodutivo foi registrada uma

produtividade de 0,67 e no segundo pulso foi de 0,34 juvenil/ninho em Santos/Cubatão (SP) (Olmos e Silva e Silva 2001). Da mesma forma, o índice de Mayfield também apresentou resultados mais baixos na estação reprodutiva 2016/17. A taxa de sobrevivência diária para a estação reprodutiva 2015/16 foi de 0,49 e 0,25 para a estação seguinte. Hass (1996) aplicou o índice de Mayfield para o período de filhotes com 14 dias de vida, obtendo 0,65 de taxa de sobrevivência diária. Ao multiplicar a taxa de sobrevivência diária no período de incubação e pós-eclosão, a taxa de sobrevivência do ninho foi de 0,23 (Hass 1996). Para *Theristicus melanopis* no sul do Chile, foi registrado a probabilidade de 11,3% de sobrevivência diária para todo o ciclo reprodutivo, entretanto os autores não identificaram as causas deste valor baixo quando comparado a outras espécies (Gantz e Yanez 2016). Já o guará na Baía Babitonga, a causa provável de resultados mais baixos na estação reprodutiva 2016/17 em relação a anterior, se deve ao ataque das lagartas nas folhas e árvores de mangue-preto, deixando os ninhos mais sujeitos a intempéries climáticas na região.

Em relação ao número de vizinhos num raio de três metros, ninhos com três e quatro vizinhos de guará apresentaram maior sucesso de eclosão. Entretanto, ninhos com poucos e muitos vizinhos apresentaram menor sucesso de eclosão. O número de vizinhos pode estimular a reprodução do guará, mas um número maior, por exemplo cinco, poderia haver competição por espaço para a construção dos ninhos. Gantz e Yanez (2016) verificaram que o número de ninhos da árvore, não apresentou nenhum efeito significativo na variação do número de ovos nos ninhos de *Theristicus melanopis*.

Os GLMM mostraram que as variáveis que mais influenciaram o sucesso reprodutivo foram o pulso reprodutivo e o tamanho da ninhada. Olmos (2003) indicou que ninhos que tiveram maior probabilidade de sucesso foram aqueles que continham três ovos e situado próximo aos vizinhos na árvore, no primeiro pulso reprodutivo em Santos/Cubatão. Diferentemente na Baía Babitonga, ninhos em que o tamanho da ninhada eram menores, o sucesso reprodutivo foi maior. A hipótese clássica de Lack (1968) sugere que os pais não devem maximizar o número de ovos em cada criação, mas maximizar o número de filhotes sobreviventes na população reprodutiva, ou seja, o tamanho da ninhada é limitado pelo número máximo de filhotes que os pais podem alimentar. Outras hipóteses sugerem que o alto custo energético associado a produção e incubação dos ovos limitam o tamanho da ninhada (Monaghan e Nager 1997; Monaghan *et al.* 1998). E da mesma forma, ninhadas maiores podem modificar a alocação de energia entre a incubação e o cuidado com os filhotes (Reid *et al.* 2000;

Dobbs *et al.* 2006). Assim, as ninhadas menores de guará podem ser reflexo de pais que demandaram menos energia para a incubação e consequentemente realocaram esta energia para o cuidado dos ninhegos e juvenis, aumentando a chance de sucesso reprodutivo.

Neste trabalho, o terceiro e o quarto pulso, de ambos os anos, tiveram maior sucesso reprodutivo se comparados aos dois primeiros pulsos. A fragilidade dos ninhos de guará é um dos fatores responsáveis pela queda de ninhos e pela maior taxa de mortalidade de filhotes, pois estes não resistem a fortes tempestades e ventania (Hass 1996). Em ambas as estações reprodutivas do guará na Baía Babitonga o sucesso reprodutivo foi mais baixo nos dois primeiros pulsos, justamente no período que costumam ocorrer tempestades na região. Rechetelo (2009) também registrou queda de ninhos de savacu-de-coroa (*Nyctanassa violecea*) e perda de ovos e filhotes devido a fortes tempestades.

Alguns parâmetros reprodutivos, como sucesso de eclosão, produtividade, sucesso dos ovos e sucesso dos ninhos, apresentaram valores menores na segunda estação. Além disso, foram encontradas diferenças de altura e de distância dos ninhos vizinhos mais próximos entre as duas estações reprodutivas. Estas alterações podem estar relacionadas com a infestação de lagartas nas árvores de mangue-preto (*Avicennia shaueriana*). Como consequência, foi observada a desfolhamento maciço das árvores que ficaram com aparência de queimadas, devido à infestação por *Hyblaea puera* (lagarta-da-teca ou lagarta-desfolhadora), uma espécie de mariposa nativa do Sudeste da Ásia e conhecida como peste da Teca, por atacar plantações de *Tectona grandis* (Mehlig e Menezes 2005; Fernandes *et al.* 2009). Como não houve regeneração total da área infestada, algumas árvores permaneceram sem folhas e outras caíram na estação reprodutiva 2016/17. Assim, os ninhos de guarás ficaram mais expostos a ventos, tempestades e ao calor.

A intensa herbivoria nas folhas do mangue-preto, inclusive com a queda de árvores na colônia, pode ser responsável pela diferença na altura e distribuição dos ninhos entre as estações reprodutivas. Apesar deste fenômeno ter modificado a estrutura vegetal da colônia, o guará é plástico o suficiente para melhor adaptar-se ao ambiente, alterando a altura do ninho, o adensamento dos ninhos, construindo uma quantidade semelhante de ninhos entre os primeiros pulsos reprodutivos e aumentando a quantidade de ovos postos ao longo da estação 2016/17. Portanto, a plasticidade da espécie em mudar os hábitos reprodutivos buscou contribuir para o sucesso reprodutivo.

Herbivoria semelhante foi relatada nos manguezais de Santos/Cubatão (SP), ocasionada por lagartas de borboleta *Junonia evarete* em plântulas e uma mariposa que não foi identificada e que atacou árvores de mangue preto (*A. shaueriana*) (Olmos e Silva e Silva 2003). Entretanto, não houve descrição de infestação de lagarta-da-teca nas áreas reprodutivas de aves aquáticas no Brasil.

Não foi observado nenhum evento de predação de ovos ou filhotes de guará na colônia durante a pesquisa, apesar de ser presenciado indivíduos do gavião-carrapateiro (*Milvago chimachima*) e o urubu-de-cabeça-preta (*Coragyps atratus*) sobrevoando o local. Entretanto, foram observados disputas territoriais ou brigas entre os adultos de guará, inclusive com a expulsão de dois juvenis do ninho. Essas informações corroboram com os anos anteriores no local, onde não foi registrada nenhum indício de predação de guarás, sendo comum a interações intraespecíficas (Grose 2016).

Distúrbios ambientais a um ecossistema causado por fatores bióticos podem ser menos aparentes, mas de grande importância (Feller 2002). A qualidade física das áreas reprodutivas pode ser considerada como um dos elementos atrativos para as aves coloniais (Minias 2014). Desta forma, ninhos com alta qualidade podem fornecer mais proteção contra predadores e condições climáticas adversas, aumentando, portanto, o sucesso reprodutivo (Minias 2014). O monitoramento a longo prazo e as pesquisas de estrutura e aspectos reprodutivos em uma colônia em relação a implicações ambientais, são instrumentos para a conservação e manejo para espécies coloniais (Ashkenazi e Yom-Tov 1997). Parâmetros reprodutivos de aves aquáticas podem ser os mais sensíveis bioindicadores do ecossistema pois revelam respostas primárias a alterações ambientais (Temple e Wiens 1989).

Concluindo, a infestação de lagartas na colônia reprodutiva do guará, trouxe consequências significativas nos parâmetros reprodutivos da espécie de uma estação reprodutiva para a outra. Assim, o guará pode ser considerado uma espécie de ave aquática bioindicadora deste distúrbio ambiental em manguezais.

REFERÊNCIAS

Ashkenazi, S. And Yom-Tov, Y. 1997. The breeding biology of the black-crowned night-heron (*Nycticorax nycticorax*) and the little egret (*Egretta garzetta*) at the Huleh Nature Reserve, Israel Journal Zoology 242: 623-641.

Barbieri, E. 2009. Sítios de alimentação freqüentado pelo guará (*Eudocimus ruber*) no estuário de Cananéia-Ilha Comprida, São Paulo. Ornithologia Neotropical 20:73–79.

Belhadj, G., Y. Chabi, B. Chalabi and M. Gauthier-Clerc. 2007. The breeding biology of the Cattle Egret *Ardea ibis*, the Little Egret *Egretta garzetta*, the Squacco Heron *Ardeola ralloides*, the Black-Crowned Night Heron *Nycticorax nycticorax*, the Purple Heron *Ardea purpurea* and the Glossy Ibis *Plegadis falcinellus*, at the Lac Tonga, Algeria. *European Journal of Scientific Research* 19: 58-70.

Broström, G. and Holmberg, H. 2011. Generalized linear models with clustered data: Fixed and random effects models. *Computational Statistics and Data Analysis* 55:3123-3134.

Brouwer, M., and M. Van Wieringen. 1990. Nesting ecology of the Scarlet Ibis (*Eudocimus ruber*) in a small mixed-species colony of Ciconiiform birds in the Venezuelan Llanos. Pp. 16–27 in Frederick, P. C., L. Gonzalo Morales, A. L. Spaans, & L. Huthin (eds.). *The Scarlet Ibis (Eudocimus ruber): status, conservation and recent research*. IWRB Special Publ. No. 11, Slimbridge, UK.

Custer, T. W., Osborn, R. G. and Stout, W. F. 1980. Distribution, species abundance, and nesting-site use of Atlantic coast colonies of herons and their allies. *The Auk*, 97: 591-600

Dobbs, R. C., J. D. Styrsky e C. F. Thompson. 2006. Clutch size and the cost of incubation in the house wren. *Behavioral Ecology* 17:849-856.

del Hoyo, J., Elliot, A. and Sargatal, J. eds. 1992. *Handbook of the birds of the world*. Vol. 1. Lynx Edicions, Barcelona.

Feller, I. C. 2002. The role of herbivory by wood-boring insects in mangrove ecosystems in Belize. *Oikos* 97: 167–176.

Feller, I.C., Lovelock, C.E., Berger, U., McKee, K.L. Joye, S.B. and Ball, M.C.2010. Biocomplexity in mangrove ecosystems. *Annu. Rev. Mar. Sci.* 2: 395–417.

Fernandes, M. E. B., Nascimento, A. A. M., Carvalho, M. L. 2009. Effects of herbivory by *Hyblaea puera* (Hyblaeidae: Lepidoptera) on litter production in the mangrove on the coast of Brazilian Amazonia. *Journal of Tropical Ecology* 25(3):337-339

Fink, D. and Cremer, M. J. 2015. The return of the Scarlet Ibis: first breeding event in southern Brazil after local extinction. *Rev. Bras. Ornith*, 23(4): 385-391

Frederick, P. C. 2002. Wading birds in the marine environment. In: Schreiber, E. A. and J. Burger (eds.). *Biology of Marine Birds*. Boca Raton, CRC Press: p. 618-655.

Gantz, A. and Yanez, M. 2016. Breeding Biology of the Black-Faced Ibis (*Theristicus melanopis*) in Southern Chile. *Waterbirds* 39(4): 346-355.

Gianuca, D. 2010. Abundância e ecologia de Pelecaniformes em uma colônia na Ilha dos Marinheiros, estuário da Lagoa dos Patos, RS. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, RS. 104 p.

Gonçalves, E. C., Ferrari, S. F., Burlamaqui, T. C., Miranda, L., Santos, M. S., Silva, A. and Schneider, M. P. C. 2010. Genetic diversity and differentiation of three Brazilian populations of Scarlet ibis (*Eudocimus ruber*). *Journal of Ornithology*, 151: 797-803.

Grose, A. V. 2012. Reprodução de aves aquáticas na Ilha do Maracujá, estuário da Baía da Babitonga, litoral Norte de Santa Catarina. Curitiba. 80 p. (Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Paraná, UFPR).

Grose, A. V. 2016. O guará *Eudocimus ruber* (Aves: Threskiornithidae) no estuário da Baía da Babitonga, litoral norte de Santa Catarina: repovoamento, distribuição e biologia. Curitiba. 84 p. (Tese de Doutorado. Universidade Federal do Paraná, UFPR).

Hass, A. 1996. Biologia comportamental de *Eudocimus ruber* (Aves, Threskiornithidae) em manguezais da ilha do Cajual, Maranhão: reprodução e alimentação. Dissertação (Mestrado) Universidade Estadual de Campinas. Campinas.

Hass, A.; Matos, R. H. R. and Marcondes-Machado, L. O. 1999. Ecologia reprodutiva e distribuição espacial da colônia de *Eudocimus ruber* (Ciconiiformes: Threskiornithidae) na ilha do Cajual, Maranhão. Ararajuba, 7(1): 41:44.

Instituto Brasileiro Do Meio Ambiente E Dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). 1998. Proteção e controle de ecossistemas costeiros: manguezal da Baía da Babitonga. Brasília. (Coleção Meio Ambiente, Série Estudos-Pesca).

Kathiresan, K. and Bingham, B. L. 2001. Biology of Mangroves and Mangrove Ecosystems. Advances in Marine Biology 40: 81-251.

Kim, J., Koo, T. H. 2009. Nest Site Selection and Reproductive Success of Herons and Egrets in Pyeong. Waterbirds 32(1): 116-122.

Lack, D. 1968. Ecological Adaptations for Breeding in Birds. Methuen, London.

Martinez C. and Rodrigues A.A.F. 1999. Breeding biology of the Scarlet Ibis on Cajualisland, northern Brazil. J Field Ornithol 70:558-566.

Marini, M. A.; Lobo, Y.; Lopes, L.E.; Fran.A, L.F. and Paiva, L.V. 2009. Biologia reprodutiva de *Tyrannus savana* (Aves, Tyrannidae) em cerrado do Brasil Central. Biota Neotropica, 9(1), available at <http://www.biotaneotropica.org.br/v8n4/pt/abstract?article+bn01009012009>.

Mayfield, H.F. 1961. Nesting success calculated from exposure. The Wilson Bulletin 73(3):255-261.

Mayfield, H.F. 1975. Suggestions for calculating nest success. The Wilson Bulletin 87:456-467.

Mehlig U. and Menezes, M. P. M. 2005. Mass defoliation of the mangrove tree *Avicennia germinans* by the moth *Hyblaea puera* (Lepidoptera: Hyblaeidae) in Equatorial Brazil. Ecotropica 11: 87–88.

Minias, P. Evolution of within-colony distribution patterns of birds in response to habitat structure. Behavior Ecology Sociobiology 68:851–859. 2014.

Monaghan, P. and R. G. Nager. 1997. Why don't birds lay more eggs? Trends in Ecology and Evolution 12:270-274.

Monaghan, P., R. G. Nager and D. C. Houston. 1998. The price of eggs: increased

investment in egg production reduces offspring rearing capacity of parents. *Proceedings of the Royal Society of London Series B* 265:1731-1735.

Netto, S. A. and Gallucci, F. 2003. Meiofauna and macrofauna communities in a mangrove from the Island of Santa Catarina, South Brazil. *Hydrobiologia* 505: 159–170.

Olmos, F. and Silva-Silva, R. S. 2003. Guará: ambiente, flora e fauna dos manguezais de Santos – Cubatão. São Paulo: Empresa das Artes. 216p.

Olmos F and Silva e Silva R. S. 2001. Breeding biology and nest site characteristics of scarlet ibis in Southeastern Brazil. *Waterbirds* 24: 58-67.

Olmos F. 2003. Nest location, clutch size and nest success in the Scarlet ibis *Eudocimus ruber*. *Ibis* 145: E12-E18.

Rechetelo, J. 2009. Biologia reprodutiva e dieta do socó-do-mangue *Nyctanassa violacea* no Parque Natural Municipal do Manguezal do Rio Perequê, no Estado do Paraná, Brasil. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná. UFPR. 108p.

R Development Core Team. 2017. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>.

Reid, J. M., P. Monaghan and G. D Ruxton. 2000. The consequences of clutch size for incubation conditions and hatching success in starlings. *Functional Ecology* 14:560-565

Reed, J.M., Elphick, C.S. and Oring, L.W. 1998. Life-history and viability analysis of the endangered Hawaiian Stilt. *Biology Conservation* 84(1):35-45.

Rodrigues, A. A. F. 1995. Ocorrência da reprodução de *Eudocimus ruber* na Ilha do Cajual, Maranhão, Brasil (Ciconiiformes: Threskiornitidae). *Ararajuba*, 3: 67-68.

Rolland, C.; Danchin, E. and Fraipont, M. 1998. The evolution of coloniality in birds in relation to food, habitat, predation, and life-history traits: a comparative analysis. *The American Naturalist*, 151 (6): 514-529.

Rosário, L. A. 1996. As Aves em Santa Catarina: distribuição geográfica e meio ambiente. FATMA. Florianópolis. 326 p.

Sick, H. 1997. Ornitologia brasileira. Nova Fronteira, Rio de Janeiro, 862 p.

Skutch, A.F. 1966. A breeding bird census and nesting success in Central America. *Ibis*, 108(1):1-16.

Temple, S. A. and J. A. Wiens. 1989. Bird populations and environmental changes: Can birds be bio-indicators? *American Birds Summer*: 260-270.

Townsend, C. R.; Begon, M. and Harper, J. L. 2010. Fundamentos em ecologia. 2. ed. Porto Alegre: Artmed.

Uzun, A. 2009. Do the Height and Location of Black-Crowned Night Heron (*Nycticorax nycticorax*) Nests Affect Egg Production and Breeding Success? *Waterbirds*, 32(2):

357-359.

Venables, W. N. & Ripley, B. D. 2002. Modern Applied Statistics with S. Fourth Edition. Springer. ISBN 0-387-95457-0.

7. CAPITULO 2: HÁBITO ALIMENTAR DO GUARÁ (*Eudocimus ruber*) DURANTE O PERÍODO REPRODUTIVO NA BAÍA BABITONGA, SUL DO BRASIL

Conforme modelo da revista Hydrobiologia

HÁBITO ALIMENTAR DO GUARÁ (*Eudocimus ruber*) DURANTE O PERÍODO REPRODUTIVO NA BAÍA BABITONGA, SUL DO BRASIL

Daniela Fink^{1,2*}, Renan Lopes Paitach^{2,3} e Marta Jussara Cremer^{1,2,3}

¹Programa de Pós-Graduação em Saúde e Meio Ambiente, Universidade da Região de Joinville, Rua Paulo Malschitzki, 10, Campus Universitário, Distrito Industrial, Bloco A, sala 227b, CEP 89219710, Joinville, SC, Brasil.

²Laboratório de Ecologia e Conservação de Tetrápodes Marinhos e Costeiros, Departamento de Ciências Biológicas, Universidade da Região de Joinville. Rodovia Duque de Caxias, 6365, Iperoba, CEP 89240000, São Francisco do Sul, SC, Brasil.

³Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Departamento de Ecologia e Zoologia, Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil.

Resumo

O guará (*Eudocimus ruber*) é uma ave aquática que se reproduz de agosto a março na Baía Babitonga. O objetivo deste trabalho foi identificar e analisar a composição da dieta do guará no período reprodutivo neste estuário. Foram analisadas 64 amostras de 11 coletores de regurgitos instalados na estação reprodutiva de 2015/16 e 63 amostras de 11 coletores na estação reprodutiva de 2016/17. Do total de 127 amostras foram identificados 3.816 itens alimentares. Os caranguejos representaram 97,3% da dieta na estação reprodutiva 2015/16 e 91,7% na estação 2016/17. Um total de 10 táxons de caranguejos foram consumidos pelo guará e os mais representativos foram: *Armases rubripes* (IIR = 45,9 – 46,5%), *Uca* spp. (IIR = 20,2 – 27,9%), *Eurytium limosum* (IIR = 9,6 – 18,1%) e *Ucides cordatus* (IIR = 0,6 – 1,5%). O tamanho das quelas dos caranguejos variou de 2,18 a 26,61 mm na estação 2015/16, e 2,16 a 33,69 mm na estação 2016/17. Entre as quatro principais presas, apenas *U. cordatus* não variou em tamanho em relação as fases de desenvolvimento do guará. Resíduos sólidos estavam presentes em 26 amostras, que totalizaram 67 itens. Dentre os resíduos destacam-se elásticos e pontas de balão de borracha. A estação reprodutiva 2016/17 parece ter sofrido com a herbivoria de mangue-preto por uma lagarta invasora, o que pode ter causado a diminuição das principais presas e fazendo o guará diversificar mais sua dieta. O aumento da ingestão de resíduos sólidos também pode ser uma consequência deste fenômeno na Baía Babitonga.

Palavras-chave: dieta, guará, manguezal, estágio de desenvolvimento.

Abstract

The Scarlet ibis (*Eudocimus ruber*) is a waterbird that breeds from August to March in the Babitonga Bay. The objective of this study was to identify and analyze the composition of the Scarlet ibis' diet during the reproductive period in the Babitonga Bay estuary. During the 2015/16 reproductive season a total 66 samples were collected from 11 regurgitate collectors and 63 samples were collected from 11 collectors during the 2016/17 reproductive season. From a total of 127 samples, 3,816 food items were identified. Crabs accounted for 97.3% of the diet in the 2015/16 reproductive season and 91.7% in the 2016/17 season. A total of 10 crab taxa were consumed by Scarlet ibis and the most representative included: *Armases rubripes* (IIR = 45.9 - 46.5%), *Uca* spp. (IIR = 20.2-27.9%), *Eurytium limosum* (IIR = 9.6-18.1%), and *Ucides cordatus* (IIR = 0.6-1.5%). The size of the crabs ranged from 2.18 mm to 26.61 mm in the 2015/16 season, and 2.16 mm to 33.69 mm in the 2016/17 season. Among the four main preys,

only *U. cordatus* did not vary in size in relation to the developmental stage of the Scarlet ibis. Solid wastes were present in 26 samples that totaled 67 items. Among the residues we also found rubber bands and balloon tips. The 2016/17 breeding season appears to have suffered from the herbivory of the black mangrove by an invasive caterpillar, which may have caused a decrease in the main prey of the Scarlet ibis and caused the waterbird to diversify its diet. The increase in solid waste intake may also be a consequence of this phenomenon in the Babitonga Bay.

Key words: diet, Scarlet ibis, mangrove, stages of development.

INTRODUÇÃO

O guará (*Eudocimus ruber*) é uma ave aquática gregária, que se reproduz em colônias mistas em florestas de manguezais no Brasil (Sick, 1997; Olmos & Silva Silva, 2003). Na Baía Babitonga, o guará se reproduz com outras sete espécies de aves aquáticas em uma única colônia reprodutiva (Fink & Cremer, 2015). A atividade alimentar do guará é diurna (Hass, 1996) e limitada aos períodos de maré baixa (Desenne & Shimotake, 1990; Barbieri, 2009). O comportamento alimentar é baseado principalmente na procura tátil, sendo visual em poucos casos (Bildstein, 1990; Hass, 1996). Possuem sensores táteis nas extremidades do bico e articulações especiais que permitem a captura de presas dentro de tocas ou águas turvas (Olmos & Silva Silva, 2003).

Uma das características mais marcantes da espécie é a coloração exuberante, que está diretamente relacionada à alimentação (Trams, 1969). A dieta rica em carotenoides é responsável pela cor vermelha da plumagem, do fígado e da pele do tarso da espécie (Fox & Hopkins, 1966). Os caranguejos, principal item alimentar da espécie, possuem um carotenoide chamado cantaxantina e o guará consegue absorver este pigmento e concentrar em suas penas (Fox & Hopkins, 1966; Sick, 1997). Do contrário, quando a alimentação é deficiente deste carotenoide, os adultos costumam apresentar uma coloração desbotada, comum em indivíduos de cativeiro (Trams, 1969).

O guará se alimenta em ambiente estuarino durante o período reprodutivo, o que provavelmente está associado a adaptações fisiológicas (Olmos et al. 2001). Diferentemente, no período reprodutivo do íbis-branco, os adultos forrageiam em ambientes de água doce, pois os filhotes são intolerantes a presas com altas quantidades de sal (Johnston & Bildstein, 1990).

A dieta do guará na fase reprodutiva é composta predominantemente por caranguejos (Martinez, 2004; Olmos et al. 2001). Contudo, a espécie pode apresentar uma alimentação totalmente diferente em outros momento do seu ciclo de vida ou em

outros ambientes, como em água doce. Aguilera et al. (1993) compararam a dieta do guará com a do íbis-branco (*Eudocimus albus*) em Llanos, na Venezuela, onde as espécies coexistem. Verificaram que a dieta do guará apresentou pouca variação sazonal, preferindo insetos Coleoptera, que representaram 95% dos itens alimentares, além de formas aquáticas de Scarabaeidae e Carabidae (Aguilera et al. 1993). Já o íbis-branco consumiu coleópteros adultos, grande proporção de Heteroptera, crustáceos e peixes (Aguilera et al. 1993).

A avaliação dos hábitos alimentares das aves envolve a coleta de amostras antes, durante ou após a ingestão (Gonsales-Solis et al. 1997). Os regurgitos de aves adultas e filhotes podem ser uma importante fonte de informação acerca da composição da dieta de algumas espécies, pois permite a identificação das presas a nível de espécie (Gonsales-Solis et al. 1997). Os regurgitos podem ser espontâneos ou são expelidos como forma de defesa das aves quando pessoas se aproximam ou estas são manipuladas, e as pelotas contém restos alimentares que não foram digeridos ou regurgitados e contém geralmente as partes duras (Brito & Bugoni, 2015). O recolhimento de pelotas é um método vantajoso por ser simples, não ser invasivo e com a possibilidade de coletar grande quantidade de amostras, entretanto ele é restrito para o período reprodutivo das aves (Duffy & Jackson, 1986; Barret et al. 2007).

O objetivo deste trabalho foi identificar e quantificar os itens alimentares que compõe a dieta do guará (*Eudocimus ruber*) verificar se a alimentação difere entre as fases de desenvolvimento (ovo, ninhego e juvenil) pela análise da alimentação que compõe os regurgitos. Além disso, o manguezal da Baía Babitonga sofreu uma intensa herbivoria nas árvores de mangue-preto (*Avicennia shaueriana*) em janeiro de 2016, acarretando na desfolhação maciça e queda de algumas árvores (com. pessoal Daniela Fink), fato que pode ter acarretado algum tipo de alteração na alimentação da espécie.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A colônia reprodutiva analisada está inserida na Ilha Jarivatuva (26°29'66,45"S e 48°79'58,14"O), que possui cerca de 136.645 m², localizada na Baía Babitonga (Figura 1). É uma ilha de formação recente, com vários ilhotes cobertos por manguezal, que está suscetível a uma variação de maré de no máximo dois metros (Fink & Cremer, 2015; Paitach et al. 2017). As espécies vegetais mais encontradas no

local são *Avicennia schaueriana* (mangue-preto) e *Laguncularia racemosa* (mangue-branco) (IBAMA, 1998). A ilha está situada na foz do Rio Cachoeira, no município de Joinville, maior cidade do Estado de Santa Catarina. Recebe o aporte dos efluentes industriais e domésticos do município, sendo que apenas cerca de 31% do esgoto sanitário é tratado (Maia et al. 2013). Nesta ilha localiza-se o maior ninhal da Baía Babitonga. Além do guará, outras espécies de aves aquáticas reproduzem-se no local: o socó-dorminhoco (*Nycticorax nycticorax*), o savacu-de-coroa (*Nyctanassa violacea*), a garça-vaqueira (*Bubulcus ibis*), a garça-branca-pequena (*Egretta thula*) a garça-azul (*E. caerulea*) e a caraúna-de-cara-branca (*Plegadis chihi*) (Fink & Cremer, 2015).

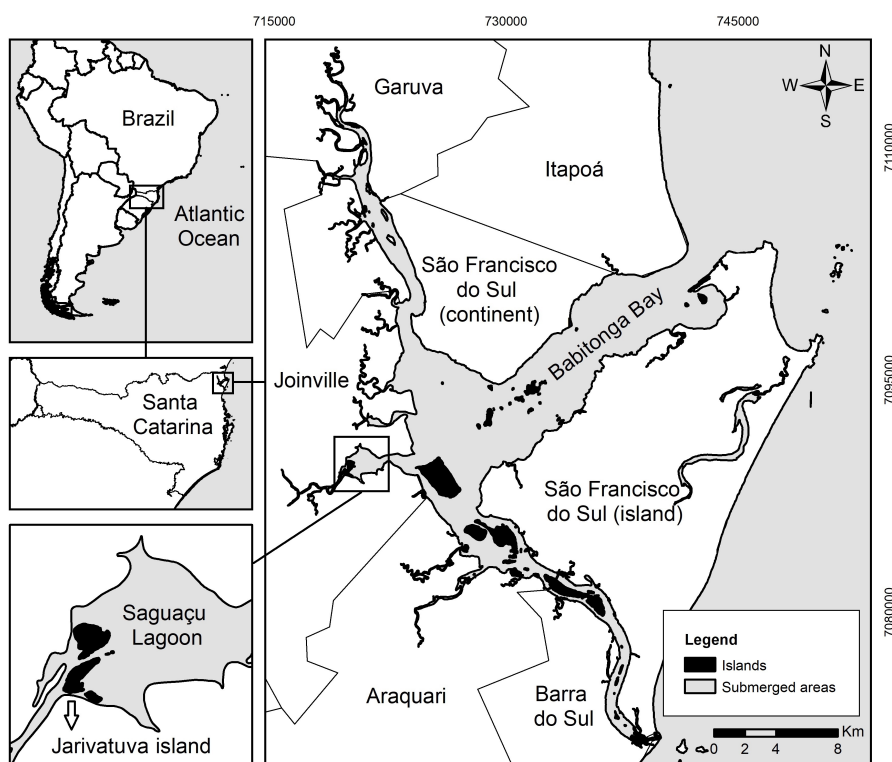


Figura 1: Localização da colônia de aves aquáticas no município de Joinville, Estado de Santa Catarina. A seta indica a Ilha Jarivatuba. Fonte: R. Paitach.

Coleta de dados

Foram instalados coletores ao longo de dois períodos reprodutivos do guará: de agosto/2015 a março/2016 e de agosto/2016 a março/2017. Foram instalados 11 coletores em cada estação reprodutiva. Foram escolhidos ninhos ativos com altura de até 6 m e com ovos, que não estavam próximos aos de outras espécies. Os coletores, confeccionados com estrutura circular de arame galvanizado de 1,20 m de diâmetro e tela mosquiteiro verde (Fig. 2), foram posicionados abaixo dos ninhos e

amarrados com fio de nylon nas árvores mais próximas. A coleta do material regurgitado pelas aves no solo é desaconselhável, pois pode ficar inviabilizada ou se perder devido as variações da maré no manguezal (Rechetelo, 2009). Também, os regurgitos produzidos pelos guarás possuem consistência mole. Portanto, justifica-se a utilização de coletores abaixo dos ninhos da espécie.



Figura 2: Retirada do material regurgitado no coletor abaixo do ninho de guará (*Eudocimus ruber*) na Baía Babitonga, Estado de Santa Catarina.

Cada ninho amostrado foi identificado com lacre plástico numérico e seu conteúdo foi avaliado a cada visita utilizando uma haste retrátil de alumínio com espelho na extremidade para avaliar o estágio de desenvolvimento das crias. Foram determinadas três fases de desenvolvimento relativas ao conteúdo do ninho: ovo, período anterior a eclosão e que corresponde a dieta dos pais na fase de incubação dos ovos; ninhego, desenvolvimento inicial, período de aproximadamente 15 dias após a eclosão do primeiro ovo do ninho; e juvenil, desenvolvimento final, a partir do 16º dia de vida do filhote.

Considerou-se como uma amostra todo o material retirado do coletor (regurgitos, pelotas e fezes) em cada visita semanal realizada à colônia (Klug, 2017). Ninhos que foram perdidos devido a queda, perda de ovos ou abandono dos pais, não foram amostrados. As amostras foram armazenadas em freezer até as análises.

Em laboratório, foram retiradas as folhas e galhos da amostra, lavada em água corrente e peneirada com malha 750 µm. Os itens alimentares não digeridos nas pelotas foram separados, como quelas de caranguejos, fragmentos de organismos, minerais e resíduos sólidos; os itens foram quantificados e armazenados em saquinhos plásticos do tipo zip (Brow & Ewens, 1996).

Cada quela foi identificada até o nível taxonômico mais preciso possível, utilizando a coleção de referência da Univille e um guia especializado (Melo, 1996). Todas as quelas foram quantificadas separadamente de acordo com a orientação (direta e esquerda) e calculada a média dos dois lados para se aferir o número de indivíduos para cada táxon (adaptado de Watts, 1988; Rechetelo, 2009; Klug, 2017). Apenas para as quelas inteiras de caranguejos foi aferida a medida do comprimento do própodo quelar (CPQ) com paquímetro digital (precisão de 0,01mm). Camarões, insetos e peixes não foram identificados devido ao elevado grau de decomposição dos itens e não foram encontrados otólitos. Resíduos sólidos antrópicos encontrados nas amostras foram quantificados.

Quelas com danos não foram medidas, apenas quantificadas. Caranguejos do gênero *Uca* não foram identificados em nível de espécie.

Análises dos dados

Foi calculada a frequência numérica (FN%) como sendo o número total de presas de um determinado táxon / número total de presas consumidas x 100. O cálculo de frequência de ocorrência (FO%) foi feito a partir do número de amostras em que cada presa foi encontrada / número total de amostras x 100 (Martinez, 2004). O Índice de Importância Relativa (IIR - Index of Relative Importance – IRI; adaptado de Pinkas et al. 1971) foi calculado como sendo FN% x FO%. Optou-se por expressar o IIR em porcentagem para facilitar comparações entre diferentes estudos, sendo o IIR de cada espécie/soma do IIR de todas as espécies * 100. Não foi possível estimar a biomassa das presas, pois equações alométricas para caranguejos disponíveis na literatura fazem distinção entre indivíduos jovens/adultos e machos/fêmeas, informação esta que não foi possível obter por meio das quelas recuperadas nas amostras de regurgitos.

Para verificar diferenças na composição da dieta do guará nas fases de desenvolvimento (ovo, ninhego e juvenil), as frequências numéricas e de ocorrência foram recalculadas separadamente para cada fase. Posteriormente, apenas para as quatro espécies de presas mais representativas, comuns entre os dois anos estudados, foi utilizado o teste de Qui-quadrado, com 95% de intervalo de confiança.

Também foi utilizada a Análise de Variância – ANOVA bi-fatorial para testar diferenças de tamanho das quatro espécies de presas mais importantes, considerando as fases de desenvolvimento do guará e as estações reprodutivas como fatores de influência. Quando observada interação significativa entre os fatores analisados (fase de desenvolvimento X estação reprodutiva) as diferenças atribuídas a cada fator isolado não foram consideradas (Zar, 1999). Foi utilizada ANOVA mesmo quando os dados não apresentaram os pressupostos de homogeneidade e normalidade, mas com um intervalo de confiança de 99% para minimizar erros do tipo 1 e aumentar o poder de análises (Underwood, 1981). Para as análises estatísticas foi utilizado o programa R versão 3.4.1 (R Development Core Team, 2017).

RESULTADOS

Caracterização da dieta

As amostras da estação 2015/16 (n= 64) apresentaram 1.503 itens alimentares que puderam ser identificados (Tab. 1). Estes pertencem a 13 táxons de presas. Na estação 2016/17 (n= 63), 2.313 itens alimentares foram triados e divididos em 22 táxons de presas (Tab. 2).

Tabela 1: Presas consumidas por guará (*Eudocimus ruber*) na Baía Babitonga no período reprodutivo de 2015/2016 (n = 64 amostras). FN = Frequência numérica; F = Número de amostras em que foram encontradas; FO = Frequência de ocorrência; IIR = Índice de importância relativa. n. id.= não identificados.

Espécies de presas	Nº de indivíduos	FN%	F	FO%	IIR%
Arthropoda					
<i>Armases rubripes</i>	771,5	51,3	58	90,6	46,5
<i>Uca</i> spp.	323,5	21,5	60	93,7	20,2
<i>Eurytium limosun</i>	302	20,1	55	89,9	18,1
<i>Ucides cordatus</i>	27,5	1,8	22	34,4	0,6
<i>Sesarma rectum</i>	11	0,7	9	14,1	0,1
<i>Neohelice granulata</i>	10	0,7	7	10,9	0,1
<i>Aratus pisonii</i>	6,5	0,4	5	7,8	
<i>Speocarcinus</i> spp.	7	0,5	4	6,2	
Xanthoidea	2	0,1	2	1,6	
Caranguejo n. id.	1	0,1	1	3,1	
Mollusca					
<i>Melampus coffea</i>	22	1,5	11	17,2	0,3
Insetos n. id.	17	1,1	8	12,5	0,1
Peixes n. id.	2	0,1	2	3,1	
Total	1503				

Tabela 2: Presas consumidas por guará (*Eudocimus ruber*) na Baía Babitonga no período reprodutivo de 2016/17 (n = 63). FN = Frequência numérica; F = Número de amostras em que foram encontradas; FO = Frequência de ocorrência; IIR = Índice de importância relativa. n. id.= não identificados.

Espécies de presas	Nº de indivíduos	FN %	F	FO %	IIR%
Arthropoda					
<i>Armases rubripes</i>	1079	46,6	62	98,4	45,9
<i>Uca</i> spp.	676,5	29,2	60	95,2	27,9
<i>Eurytium limosun</i>	258	11,2	54	85,7	9,6
<i>Ucides cordatus</i>	62,5	2,7	36	57,1	1,5
<i>Neohelice granulata</i>	15,5	0,7	8	12,7	0,1
<i>Sesarma rectum</i>	13	0,6	8	12,7	0,1
Xanthoidea	8,5	0,4	3	4,8	
<i>Speocarcinus</i> spp.	5	0,2	3	4,8	
<i>Aratus pisonii</i>	2	0,1	2	3,2	
Caranguejo n. id	1	0,0	1	1,6	
Cracas n. id.	2	0,1	1	1,6	
Camarão n. id.	2	0,1	2	3,2	
Mollusca					
<i>Neritina virginea</i>	8	0,3	3	4,8	
<i>Littorina angulifera</i>	1	0,0	1	1,6	
<i>Melampus coffea</i>	82	3,5	20	31,7	1,1
Concha n. id. 1	22	1,0	5	7,9	0,1
Concha n. id. 2	1	0,0	1	1,6	
Concha n. id. 3	1	0,0	1	1,6	
<i>Anomalocardia brasiliiana</i>	1	0,0	1	1,6	
<i>Mytella guyanensis</i>	10	0,4	8	12,7	0,1
Insetos n. id.	59	2,6	23	36,5	0,9
Peixe n. id.	3	0,1	3	4,8	
TOTAL	2313				

Os caranguejos representaram 97,3% da dieta na estação reprodutiva 2015/16 e 91,7%. na estação 2016/17. Um total de 10 gêneros de caranguejos foram consumidos pelo guará e os mais predados foram: *Armases rubripes*, *Uca* spp. e *Eurytium limosum*. As três espécies de presa juntas representaram 92,95% e 87,05% dos itens consumidos pelo guará nas estações 2015/16 e 2016/17, respectivamente.

Entre os caranguejos, *A. rubripes* foi a presa mais importante em ambas as estações (FN = 51,33% e 46,65%; IIR = 46,51% e 45,91%), seguido de *Uca* spp. e *E. limosum* (Fig. 3). Em relação aos moluscos, na estação 2015/16 foi registrada apenas uma espécie (*Melampus coffea*). Na estação 2016/17 sete espécies foram

encontradas, sendo que *Melampus coffea* foi a espécie mais representativa deste filo (FN = 3,5%; IIR = 1,1%) (Tab. 2). Outros itens alimentares também estavam presentes nas amostras, como peixes, insetos e cracas, mas não foi possível a identificação devido a fragmentação e decomposição. Foi possível observar que os itens alimentares foram mais diversos na estação 2016/17 que na estação anterior.

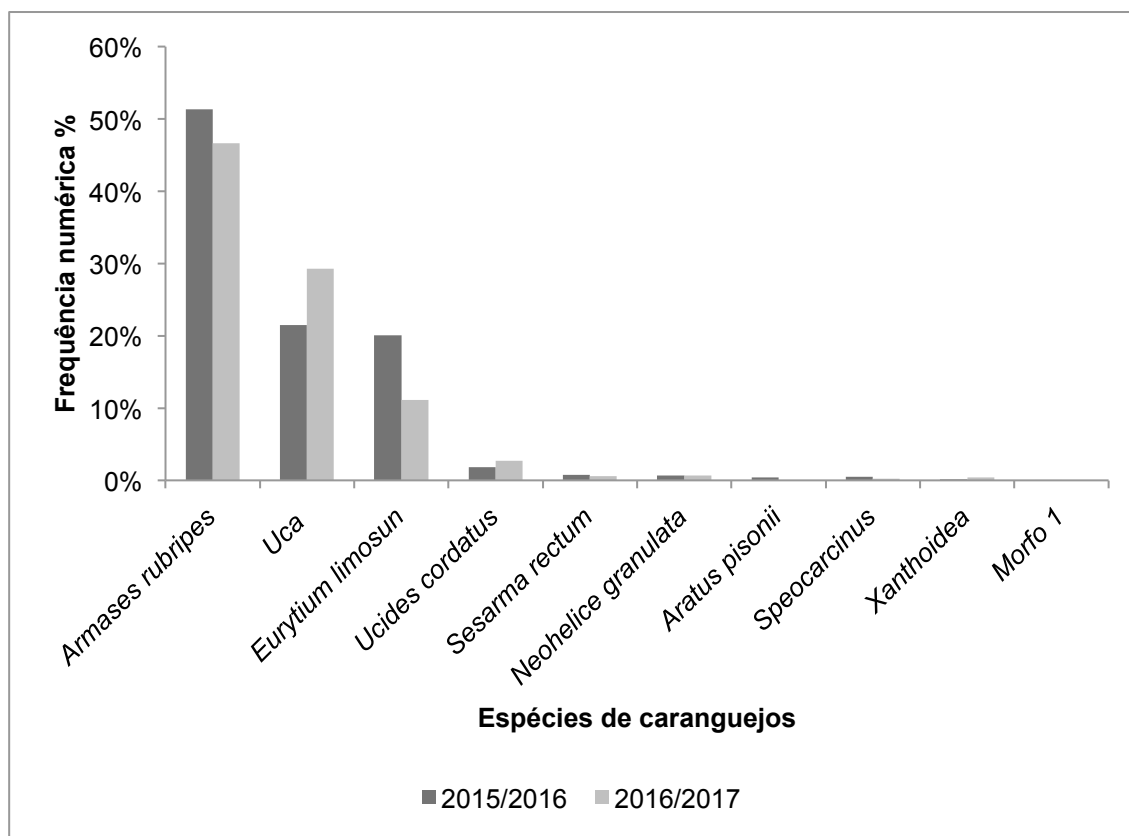


Figura 3: Frequência numérica das espécies e gêneros de caranguejos consumidos pelo guará (*Eudocimus ruber*) durante o período reprodutivo na Baía Babitonga, Estado de Santa Catarina.

Foi registrada a presença de resíduos sólidos nos regurgitos dos guarás em ambas as estações reprodutivas analisadas. Na estação 2015/16 os resíduos sólidos estavam presentes em 4 amostras, que totalizaram sete itens. Na estação 2016/17 os resíduos foram encontrados em 22 amostras, totalizando 60 itens. Dentre os resíduos destaca-se os elásticos de borracha, ponta de balão, lacre metálico, além de plásticos rígidos e flexíveis. O consumo de resíduos sólidos foi considerado acidental, pois não representa parte da dieta do guará.

Composição da dieta ao longo do desenvolvimento dos guarás

Foi calculada a frequência numérica (FN) e a frequência de ocorrência (FO) para os oito táxons de caranguejos registrados nas 127 amostras em relação as fases de desenvolvimento. A fase juvenil dos guarás foi a que apresentou o maior consumo de caranguejos em ambas as estações reprodutivas, enquanto a fase de ovo apresentou a menor (Tab. 3 e 4).

Tabela 3: Número de indivíduos (N), frequência numérica (FN%) e frequência de ocorrência (FO%) dos caranguejos da dieta do guará (*Eudocimus ruber*) na Baía Babitonga, Estado de Santa Catarina, para cada fase de desenvolvimento, na estação reprodutiva 2015/16.

Taxon/Espécies	Ovo			Ninhego			Juvenil		
	N	FN%	FO%	N	FN%	FO%	N	FN%	FO%
<i>Armases rubripes</i>	70	49,30	100	426	67,30	96	275,5	40,07	80
<i>Uca</i> spp.	36,5	25,70	78,6	120	18,96	100	167	24,29	96
<i>Eurytium limosum</i>	29,5	20,77	64,3	68	10,74	88	205	29,82	100
<i>Ucides cordatus</i>	1	0,70	7,1	9,5	1,50	32	17	2,47	56
<i>Sesarma rectum</i>				2	0,32	8	9	1,31	24
<i>Neohelice granulata</i>				3	0,47	8	7	1,02	20
<i>Aratus pisonii</i>	2	1,4	35,7	2,5	0,39	8	2	0,29	4
<i>Speocarcinus</i> spp.	2	1,41	7,1	1	0,16	4	4	0,58	8
Xanthoidea	1	0,70	7,1				1	0,15	4
Morfo 1				1	0,16	4			

Tabela 4: Número de indivíduos (N), frequência numérica (FN%) e frequência de ocorrência (FO%) dos caranguejos da dieta do guará (*Eudocimus ruber*) na Baía Babitonga, Estado de Santa Catarina, para cada fase de desenvolvimento, na estação reprodutiva 2016/17.

Taxon/Espécies	Ovo			Ninhego			Juvenil		
	N	FN%	FO%	N	FN%	FO%	N	FN%	FO%
<i>Armases rubripes</i>	229,5	53,31	95	373	55,71	95,65	477	46,70	100
<i>Uca</i> spp.	117	27,18	95	210,5	31,44	91,30	349	34,17	100
<i>Eurytium limosum</i>	59,5	13,82	85	51	7,62	78,26	147,5	14,44	100
<i>Ucides cordatus</i>	21	4,88	50	20,5	3,06	60,87	21	2,06	55
<i>Neohelice granulata</i>	1,5	0,35	5	8,5	1,27	17,39	5,5	0,54	15
<i>Sesarma rectum</i>				4	0,60	17,39	9	0,88	20
Xanthoidea	1	0,23	5	1	0,15	4,35	6,5	0,64	5
<i>Speocarcinus</i> spp.				1	0,15	4,35	4	0,39	10
<i>Aratus pisonii</i>							2	0,20	10
Morfo 1	1	0,23	5						

Na estação reprodutiva 2015/2016, *Sesarma rectum* e *Neohelice granulata* foram consumidos exclusivamente nas fases de ninhego e juvenil, enquanto na estação 2016/2017, as espécies que foram consumidas apenas nas fases ninhego e juvenil foram *S. rectum* e *Speocarcinus* spp.

Considerando apenas as quatro espécies de caranguejo mais representativas (*Armases rubripes*, *Uca* spp., *Eurytium limosun* e *Ucides cordatus*) foi observada diferença significativa na composição da dieta do guará entre as fases de ovo, ninhego e juvenil, tanto para a estação reprodutiva 2015/16 ($X^2 = 112,243$; $df=11$; $p<0,01$) quanto para a estação 2016/17 ($X^2=516,5$; $df=11$; $p<0,01$). *A. rubripes* foi a espécie mais predada em todas as fases do desenvolvimento, para ambas as estações reprodutivas. Para a fase de ovo e ninhego, *Uca* spp. foi a segunda espécie mais predada, seguida de *E. limosum*. Pode-se observar, entretanto, que a diferença no consumo entre a segunda e a terceira espécie mais predada foi muito superior no segundo período reprodutivo analisado. Para a fase juvenil, *E. limosum* foi a segunda presa mais frequente no período reprodutivo de 2015/16, enquanto no período 2016/17 foi *Uca* spp.

Tamanho dos caranguejos da dieta

O tamanho das quelas dos caranguejos variou de 2,18 mm (*Armases rubripes*) até 26,61 mm (*Ucides cordatus*) (Tab. 5) na estação 2015/16. Na estação 2016/17 novamente *A. rubripes* registrou o menor comprimento (2,16 mm), e o maior comprimento foi de *Uca* spp. (33,69 mm).

Tabela 5: Comprimento do própodo do quelípodo (mm) dos caranguejos registrados na dieta do guará (*Eudocimus ruber*) em relação a fase de desenvolvimento; N= número de quelas medidas; média ($\pm$ desvio-padrão) (mm), comprimento mínimo e máximo (mm); média geral (mm) na estação reprodutiva 2015/16 na Baía Babitonga, Estado de Santa Catarina.

Táxons	Fases	Comprimento do própodo do quelípodo (mm)			
		N	Média $\pm$ DP	Mín. - Máx.	Média geral
<i>Armases rubripes</i>	Ovo	124	4,09 $\pm$ 0,73	2,55 - 7, 18	M. 4,25 $\pm$ 1,05
	Ninhego	757	4,14 $\pm$ 0,89	2,18 - 9,4	Mín. 2,18
	Juvenil	481	4,47 $\pm$ 1,29	2,41 - 11,54	Máx. 11,54
<i>Uca</i> spp.	Ovo	50	5,14 $\pm$ 1,72	2,34 - 13,01	M. 7,09 $\pm$ 4,11
	Ninhego	154	6,13 $\pm$ 3,55	2,81 - 25,47	Mín. 2,34
	Juvenil	167	8 $\pm$ 4,58	3,42 - 23,4	Máx. 25,47
<i>Eurytium limosum</i>	Ovo	49	12,73 $\pm$ 3,51	5,1 - 22,63	M. 10,85 $\pm$ 2,89
	Ninhego	117	10,43 $\pm$ 3,47	4,25 - 19,99	Mín. 4,25
	Juvenil	371	10,74 $\pm$ 2,63	4,62 - 21,51	Máx. 22,63
<i>Ucides cordatus</i>	Ovo	2	12,19 $\pm$ 1,23	10,96 - 13,42	M. 11,06 $\pm$ 3,87
	Ninhego	12	9,60 $\pm$ 3,14	4,94 - 15,05	Mín. 4,94
	Juvenil	20	11,75 $\pm$ 4,16	6,28 - 26,61	Máx. 26,61
<i>Sesarma rectum</i>	Ovo	0			M. 9,86 $\pm$ 3,06
	Ninhego	2	9,08 $\pm$ 3,97	5,11 - 13,07	Mín. 5,11
	Juvenil	12	9,99 $\pm$ 2,86	5,21 - 15,37	Máx. 15,37
<i>Neohelice granulata</i>	Ovo	0			M. 7,79 $\pm$ 2,85
	Ninhego	5	5,10 $\pm$ 0,9	4,33 - 6,8	Mín. 4,33
	Juvenil	9	9,29 $\pm$ 2,44	6,22 - 13,43	Máx. 13,43
<i>Aratus pisonii</i>	Ovo	1	3,66		M. 6,84 $\pm$ 1,57
	Ninhego	5	6,74 $\pm$ 0,38	6,23 - 7,24	Mín. 3,66
	Juvenil	3	8,05 $\pm$ 1,51	6,28 - 9,97	Máx. 9,97
<i>Speocarcinus</i> spp.	Ovo	0			M. 9,05 $\pm$ 0,77
	Ninhego	0			Mín. 7,96
	Juvenil	9	9,05 $\pm$ 0,77	7,96 - 10,43	Máx. 10,43
Xanthoidea	Ovo	2	10,7 $\pm$ 0,3	10,4 - 10,99	M. 10,04 $\pm$ 0,96
	Ninhego	0			Mín. 8,72
	Juvenil	1	8,72		Máx. 10,99
Morfo 1	Ovo	0			M. 3,28 $\pm$ 0,37
	Ninhego	2	3,28 $\pm$ 0,37	2,91 - 3,65	Mín. 2,91
	Juvenil	0			Máx. 3,65

Em ambas as estações reprodutivas, *Sesarma rectum* e *Neohelice granulata* foram consumidos pelos guarás na fase de ninhego e juvenil, com tamanho médio de quelas variando de 6,37 a 10,06 mm (Tab. 6).

Tabela 6: Comprimento do própodo do quelípodo (mm) dos caranguejos registrados na dieta do guará (*Eudocimus ruber*) em relação a fase de desenvolvimento; N= número de quelas medidas; média ($\pm$ desvio-padrão) (mm), comprimento mínimo e máximo (mm); média geral (mm) na estação reprodutiva 2016/17 na Baía Babitonga, Estado de Santa Catarina.

Táxons	Fases	Comprimento do própodo do quelípodo (mm)			
		N	Média $\pm$ DP	Mín. - Máx.	Média geral
<i>Armases rubripes</i>	Ovo	301	3,63 $\pm$ 0,65	2,19 - 5,73	M. 3,96 $\pm$ 1,15
	Ninhego	686	3,83 $\pm$ 1,08	2,16 - 12,88	Mín. 2,16
	Juvenil	962	4,15 $\pm$ 1,28	2,2 - 14,66	Máx. 14,66
<i>Uca</i> spp.	Ovo	207	5,7 $\pm$ 3,8	2,46 - 26,69	M. 6,28 $\pm$ 4,01
	Ninhego	361	5,85 $\pm$ 3,85	2,35 - 26,77	Mín. 2,35
	Juvenil	498	6,83 $\pm$ 4,32	2,67 - 33,69	Máx. 33,69
<i>Eurytium limosun</i>	Ovo	96	11,88 $\pm$ 3,21	4,04 - 19,99	M. 11,38 $\pm$ 2,85
	Ninhego	89	10,63 $\pm$ 2,85	3,91 - 17,16	Mín. 3,91
	Juvenil	276	11,45 $\pm$ 2,67	4,47 - 21,19	Máx. 21,19
<i>Ucides cordatus</i>	Ovo	27	6,3 $\pm$ 3,69	3,79 - 19,85	M. 6,21 $\pm$ 2,69
	Ninhego	26	5,35 $\pm$ 1,25	3,4 - 8,52	Mín. 3,4
	Juvenil	34	6,79 $\pm$ 2,38	4,1 - 15,43	Máx. 19,85
<i>Sesarma rectum</i>	Ovo	0			M. 10,06 $\pm$ 4,39
	Ninhego	5	7,85 $\pm$ 2,19	5,32 - 10,97	Mín. 5,32
	Juvenil	16	10,76 $\pm$ 4,67	6,03 - 21,66	Máx. 21,66
<i>Neohelice granulata</i>	Ovo	0			M. 6,37 $\pm$ 1,91
	Ninhego	12	5,43 $\pm$ 0,76	4,15 - 6,45	Mín. 4,15
	Juvenil	9	7,63 $\pm$ 2,23	5,36 - 11,32	Máx. 11,32
<i>Aratus pisonii</i>	Ovo	0			
	Ninhego	0			12,59
	Juvenil	1	12,59		
<i>Speocarcinus</i> spp.	Ovo	0			M. 13,03 $\pm$ 2,37
	Ninhego	1	17,8		Mín. 9,65
	Juvenil	8	12,43 $\pm$ 1,77	9,65 - 15,11	Máx. 15,11
Xanthoidea	Ovo	1	10,76		M. 12,64 $\pm$ 1,87
	Ninhego	1	8,98		Mín. 8,98
	Juvenil	8	13,33 $\pm$ 1,33	10,71 - 14,87	Máx. 14,87
Morfo 1	Ovo	1	13,1		
	Ninhego	0			13,1
	Juvenil	0			

O tamanho médio de *A. rubripes*, evidenciado pelo tamanho das quelas, que foram predados durante a fase juvenil foi maior que durante as fases ovo e ninhego, que por sua vez não diferiram entre si ($F=39,39$; $p<0,01$). Também foi observado uma diferença do tamanho dessa espécie entre as temporadas reprodutivas estudadas, sendo que para todas as fases de desenvolvimento do guará as presas foram menores no segundo período ($F=57,56$; $p<0,01$). Não foi observada

interação entre os fatores analisados quanto ao tamanho dos indivíduos de *A. rubripes* consumidos ($F=0,77$; $p=0,46$), ou seja, embora tenha ocorrido diferença entre as temporadas reprodutivas, esta diferença não afetou o padrão de consumo entre as fases de desenvolvimento do guará, de modo que o padrão observado (apenas juvenis diferente de ovos e ninhego) se manteve igual entre as fases (Fig. 4).

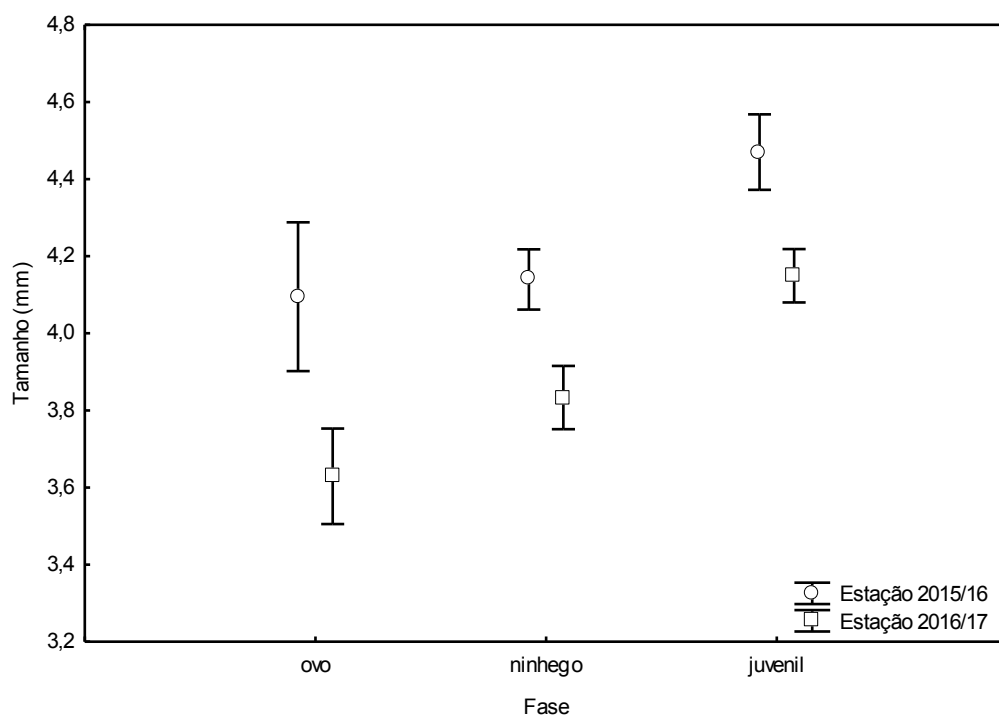


Figura 4: Média do tamanho das quelas de *Armases rubripes* identificadas nas amostras de regurgitos de guará (*Eudocimus ruber*) nas diferentes fases de desenvolvimento (ovo, ninhego e juvenil) na Baía Babitonga, Estado de Santa Catarina, durante as estações reprodutivas 2015/16 e 2016/17. Barras verticais representam intervalo de confiança de 95%.

As quelas de *Uca* spp. observados na dieta dos guarás foram maiores na fase juvenil em relação as demais, mas apenas no primeiro período estudado (Fig. 5). Deste modo, houve interação significativa entre os fatores temporada reprodutiva e fase de desenvolvimento no que se refere à predação de *Uca* spp. ($F=30,93$; $p<0,01$).

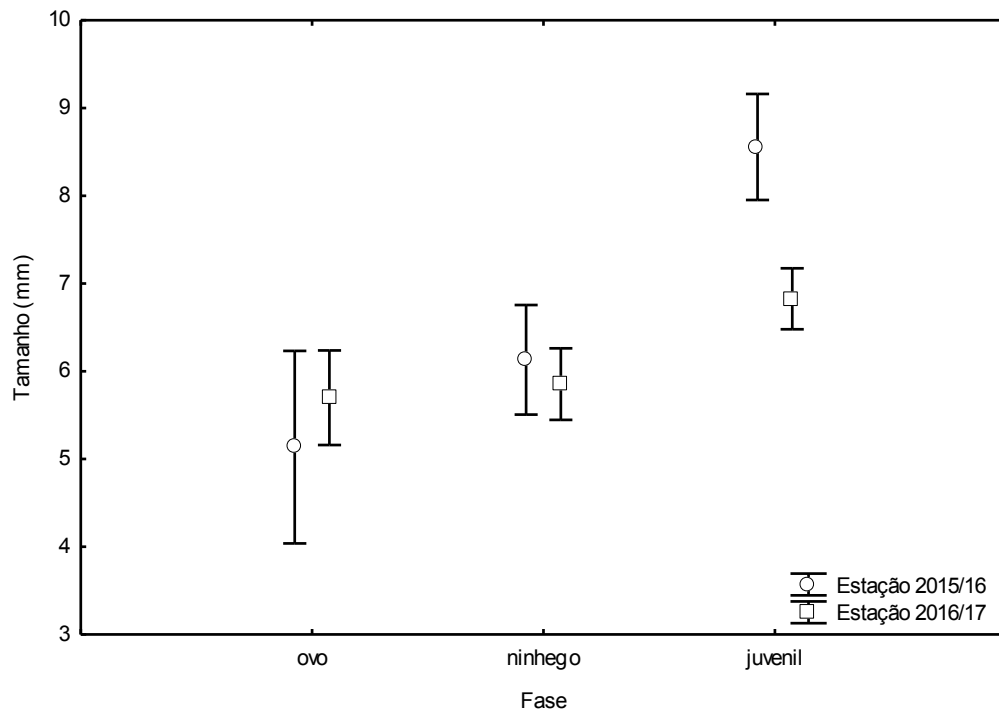


Figura 5: Média do tamanho das quelas de *Uca* spp. identificadas nas amostras de regurgitos de guará (*Eudocimus ruber*) nas diferentes fases de desenvolvimento (ovo, ninhego e juvenil) na Baía Babitonga, Estado de Santa Catarina, durante as estações reprodutivas 2015/16 e 2016/17. Barras verticais representam intervalo de confiança de 95%.

As quelas de *E. limosun* apresentaram diferenças de tamanho entre as fases ($F=15,93$; $p<0,01$), principalmente para a fase de ovo, com tamanho médio de quelas maiores em relação as de ninhego e juvenil, em ambas as estações reprodutivas (Fig. 6). Não houve diferença de tamanho de quelas entre as estações reprodutivas ($F=0,01$; $p=0,94$) e nem na interação entre os fatores ($F=4,29$; $p=0,013$).

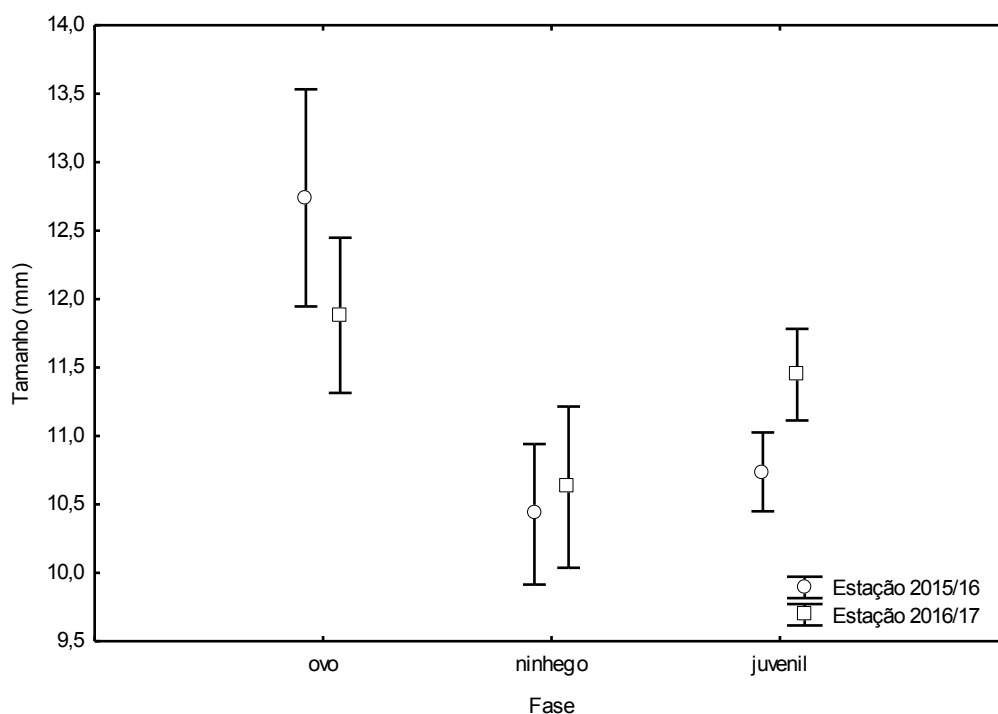


Figura 6: Média do tamanho das quelas de *Eurytium limosun* identificadas nas amostras de regurgitos de guará (*Eudocimus ruber*) nas diferentes fases de desenvolvimento (ovo, ninhego e juvenil) na Baía Babitonga, Estado de Santa Catarina, durante as estações reprodutivas 2015/16 e 2016/17. Barras verticais representam intervalo de confiança de 95%.

Para *Ucides cordatus* o tamanho da quela variou entre as estações reprodutivas ($F=32,96$; $p<0,01$). Semelhante ao que foi observado para *A. rubripes*, na primeira estação analisada as quelas foram maiores do que na segunda (Fig. 7). Não houve diferença de tamanho de quelas dessa espécie de presa entre as fases de desenvolvimento do guará ($F=3,48$; $p=0,03$) e não houve interação das variáveis ($F=0,26$; $p=0,76$).

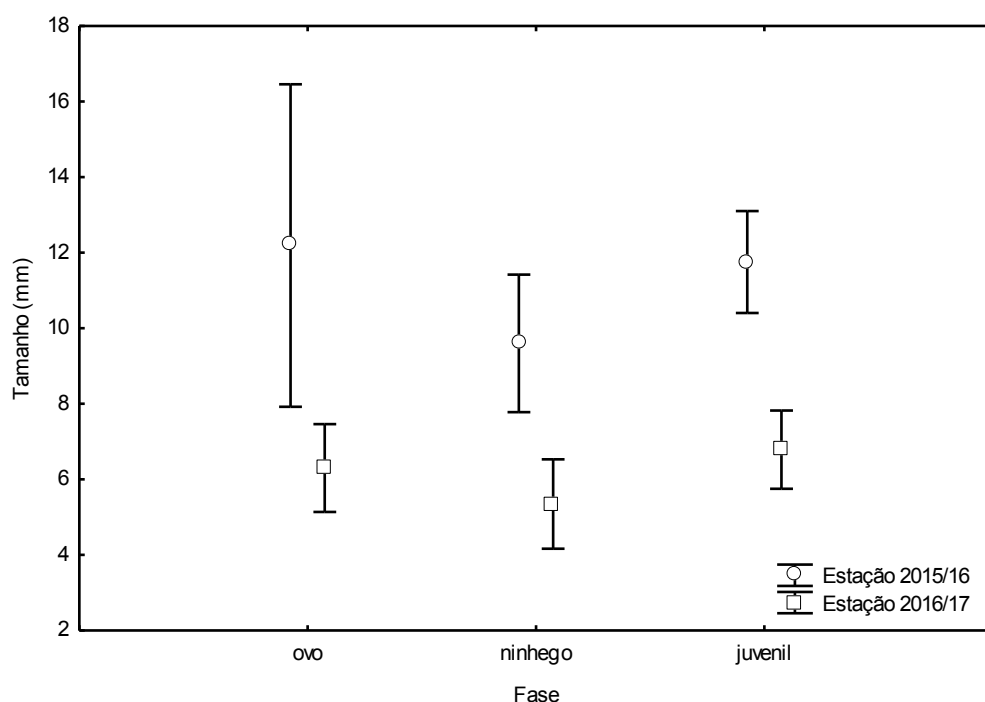


Figura 7: Média do tamanho das quelas (mm) de *Ucides cordatus* identificadas nas amostras de regurgitos de guará (*Eudocimus ruber*) nas diferentes fases de desenvolvimento (ovo, ninhego e juvenil) na Baía Babitonga, no Estado de Santa Catarina, durante as estações reprodutivas 2015/16 e 2016/17. Barras verticais representam intervalo de confiança de 95%.

DISCUSSÃO

O guará apresentou uma dieta diversificada no período reprodutivo, ingerindo caranguejos, insetos, moluscos e peixes. Os caranguejos foram o principal item alimentar do guará na Baía Babitonga, representando 97,3% da dieta na estação reprodutiva 2015/16 e 91,7% na estação 2016/17. Assim, a espécie é considerada uma especialista em caranguejos (carcinófaga) (Olmos et al. 2001). Segundo Krebs (2001), o que define um especialista é a dominância de até duas espécies de presa na dieta, mesmo com outras espécies ocasionais. Entretanto, deve-se levar em conta que os caranguejos possuem um exoesqueleto resistente a digestão, o que poderia levar a uma superestimação deste item na dieta (Riegner, 1982).

As espécies de caranguejos encontradas nas amostras foram as mesmas entre as estações reprodutivas. E a dieta do guará na Baía Babitonga foi semelhante a registrada em Santos/Cubatão (SP) (Olmos et al. 2001), onde também predominaram os caranguejos estuarinos (95,5%). Entretanto, diferenciou-se com relação a frequência relativa das espécies e gêneros. Em Santos/Cubatão (SP) a espécie predominante foi *E. limosun*, seguido de *Uca* spp. e *A. rubripes*, enquanto na Baía

Babitonga o guará consumiu com maior frequência *A. rubripes*, seguido de *Uca spp.* e *E. limosun*. Em ambos os estudos, estas presas representam mais de 80% da dieta do guará.

A composição da dieta do guará foi principalmente de caranguejos na Baía Babitonga. Da mesma forma, na Ilha do Cajual, na região norte do país, os crustáceos representaram 96% dos itens alimentares, divididos em seis espécies bentônicas de água salgada (Martinez, 2004). Os caranguejos do gênero *Uca* foram consumidos em maior número, entretanto, *Ucides cordatus* foi o mais importante em relação à biomassa (Martinez, 2004). O estudo também indicou que não há correlação entre a distribuição espacial do guará nas áreas de forrageamento e a densidade das presas, mas com a facilidade de captura dos caranguejos, ou seja o guará alimenta-se de presas que são mais fáceis de capturar (Martinez, 2004). Portanto, a espécie distribui-se em todos os habitats costeiros analisados, sem relação com a distribuição de gêneros de caranguejos (Martinez, 2004). Nos manguezais de Trinidad o guará também apresentou uma dieta baseada em caranguejos, composta por espécies do gênero *Uca*, como *U. rapax*, *thayeri* e *maracoani*, *Aratus pisonii* e *Ucides cordatus*, além de siri (*Callinectes sapidus*) e vermes poliquetas (*Nereis succinea*) (Bildstein, 1990).

A coexistência de espécies simpátricas, com características morfológicas e papéis ecológicos semelhantes, implica em diferentes formas de explorar o meio ambiente (Brito & Bugoni, 2015). *Armases rubripes* é uma das espécies de caranguejo mais abundante na área de estudo, e também o principal item alimentar do savacu-de-coroa (*Nyctanassa violacea*) (Klug, 2017). Entretanto, esta espécie de ave aquática, com bico robusto, tem hábitos crepusculares e noturnos e comportamento de caça visual, ficando a espreita em busca da presa (Olmos & Silva Silva, 2003). Diferentemente, o guará é diurno, possui um longo bico com sensores táteis, com o qual procura suas presas, inserindo-o dentro de tocas no solo lamacento ou em águas turvas (Olmos & Silva Silva, 2003). Embora os dados indiquem a segregação ou compartilhamento parcial do nicho entre as duas espécies, conforme observado por Martinez (2004), não é possível assumir que os recursos sejam limitados e, portanto, exista competição entre os dois predadores. Quando os itens alimentares não são limitados, dificilmente ocorre a concorrência por recursos e o compartilhamento não acontece ou não é evidente (Wiens, 1977; Post, 2008). A alimentação das aves estuarinas responde a flutuações diárias da maré, num período curto de tempo ou longo, como no caso da reprodução, quando pode explorar presas abundantes (Post, 2008).

Armases rubripes foi a presa numericamente mais consumida pelo guará nos dois anos de estudo na Baía Babitonga. Também foi a mais consumida em todas as fases de desenvolvimento da espécie. Caracteriza-se por ser um caranguejo de pequeno porte (até 1,8 cm de largura de carapaça), encontrado em pântanos alagadiços, marismas e manguezais, habitando raízes, bases de caules da vegetação e cavidades do substrato (Lima & Oshiro, 2006). Sua dieta consiste de folhas, esporos e pólen (Olmos et al. 2001).

Os caranguejos do gênero *Uca* spp. foram o segundo táxon mais importante numericamente na dieta do guará. Existem 10 espécies deste gênero para o Brasil (Melo, 1996), sendo que oito já foram registrados para o Estado de Santa Catarina (Branco, 1991; Boos et al. 2012) e quatro para a Baía Babitonga (Klug, 2017). Este gênero inclui caranguejos que habitam zonas de entremarés em estuários de clima tropical, subtropical e temperado; são abundantes e alimentam-se de bactérias e microflora bentônica (Masunari, 2006). Contudo, muitos estudos de dieta de aves aquáticas inserem todas as espécies deste caranguejo em um único gênero devido a dificuldade de identificação em nível de espécie (Olmos et al. 2001; Martinez, 2004; Rechetelo, 2009; Grose, 2016; Klug, 2017).

A terceira espécie de caranguejo mais consumida pelo guará na Baía Babitonga foi *E. limosum*. Na primeira estação reprodutiva foi a segunda espécie mais consumida na fase juvenil do guará. Este caranguejo vive em zonas entremarés de manguezais ou praias lodosas (Melo, 1996), caracterizado como carnívoro e alimentando-se de outros caranguejos, moluscos e vermes poliquetas (Kneib & Weeks, 1990).

Aparentemente o guará seleciona caranguejos com quelas pequenas, variando de 3,96 a 13,1mm. O consumo de presas pequenas é energeticamente justificável quando estas são abundantes (Brito & Buggoni, 2015). O guará introduz seu bico no solo e procura de forma tátil suas presas, e estas quando são abundantes e pequenas, como *A. rubripes*, são ingeridas e manipuladas facilmente após a captura, podendo ser mais proveitoso que presas maiores (Zwarts & Wanink, 1993; Klug, 2017).

Mudanças nos fatores abióticos podem influenciar na dieta, como observado para o íbis branco (*Eudocimus albus*) durante seu período reprodutivo na Flórida (Dorn et al. 2011). A profundidade da água no entorno das colônias no período de nidificação, e eventos de seca no ano anterior ao período reprodutivo, resultaram em uma dependência de fontes alimentares alternativas, que a espécie não costuma ingerir em épocas normais (Dorn et al. 2011). Entretanto, um evento biótico que

causou alteração do ambiente na Baía Babitonga, a intensa herbivoria causada pela lagarta *Hyblaea puera* nas folhas do mangue-preto (*Avicennia schaueriana*), pode ter influenciado o tamanho dos caranguejos predados pelo guará, já que esses se alimentam de folhas, como *Armases rubripes* e *Ucides cordatus*. Ambas as espécies de caranguejos apresentaram uma diminuição do tamanho das quelas entre as estações reprodutivas analisadas. Verificou-se que o guará também aumentou o consumo de moluscos na segunda estação reprodutiva, o que pode ter representado a busca por uma fonte alternativa de alimento.

O íbis-branco da Austrália (*Threskiornis molucca*) costuma forragear em lixões, e o consumo de resíduos de origem antrópica tornou-se habitual para os indivíduos, até mesmo para a população reprodutiva (Martin et al. 2010). Ao contrário, o consumo de detritos pelo íbis branco (*Eudocimus albus*) não parece ser habitual, mas oportunista, ou seja, é uma estratégia para períodos de escassez de presas aquáticas (Dorn et al. 2011). O mesmo pode ter ocorrido com o guará na Baía Babitonga na estação reprodutiva 2016/17, com o aumento do consumo de resíduos de um ano para o outro, como forma de saciar suas necessidades energéticas em épocas de diminuição de presas.

CONCLUSÃO

A dieta do guará no período reprodutivo foi composta predominantemente por caranguejos, tornando-se um especialista, com quatro espécies de presas mais consumidas. Selecionando presas de tamanhos pequenos.

A estação reprodutiva 2016/17 parece ter sofrido com a herbivoria causada por uma lagarta nas folhas e árvores de mangue-preto, no qual o guará diversificou sua dieta e as presas apresentaram um tamanho menor, como *A. rubripes* e *Ucides cordatus*. O aumento da ingestão de resíduos sólidos também pode ser uma consequência deste fenômeno na Baía Babitonga.

REFERÊNCIAS

- Aguillera, E., C. Ratno & B. Busto, 1993. Food habits of the Scarlet and White Ibis in the Orinoco Plains. Condor 95: 739-741.
- Barbieri, E. 2009. Sítios de alimentação freqüentado pelo guará (*Eudocimus ruber*) no estuário de Cananéia-Ilha Comprida, São Paulo. Ornithologia Neotropical 20:73–79.

Barrett, R. T., Camphuysen, C. J., Anker-Nilssen, T., Chardine, J. W., Furness, R. W., Garthe, S., Hu-Pop, O., Leopold, M. F., Montevecchi, W. A. & R. R. Veit, 2007. Diet studies of seabirds: a review and recommendations. – ICES Journal of Marine Science, 64: 1675–1691.

Bildstein, K.L. 1990. Status, conservation and management of the Scarlet ibis *Eudocimus ruber* in the Caroni Swamp, Trinidad, West Indies. Biological Conservation, 54: 61-78.

Boos, H., Bond Buckup, G., Buckup, L., Araujo, P.B., Magalhães, C., Almerão, M.P., Santos, R.A. & F. L. Mantelatto, 2012. Checklist of the Crustacea from state of Santa Catarina, Brazil. Check List, 8: 1020-1046.

Branco, J. O. 1991. Aspectos ecológicos dos BRACHYURA (Crustacea: Decapoda) no manguezal do Itacorubi, SC, Brasil. Revta bras Zool 7 (1-2): 165-179.

Britto, V. O. & L. Bugoni, 2015. The contrasting feeding ecology of great egrets and roseate spoonbills in limnetic and estuarine colonies. Hydrobiologia, 744: 187–210.

Brown, K. M. & P. J. Ewins. 1996. Technique-dependent biases in determination of diet composition: an example with ring-billed gulls. The Condor, 98: 34-41.

Consema, 2011. Resolução Consema nº002, de 6 de dezembro de 2011. Reconhece a Lista Oficial de Espécies Ameaçadas de Extinção no Estado de Santa Catarina e dá outras providências.
<http://www.doe.sea.sc.gov.br/Portal/VisualizarCanal.aspx?cdCanal=42>. Acesso em 16/05/2012.

Desenne, P. & T. Shimotake. 1990. Ugunos aspectos de la conducta alimentaria del Corocoro Rojo (*Eudocimus ruber*) en un bosque de manglar y especulaciones sobre su dieta. Pages 45-56 in The Scarlet Ibis (*Eudocimus ruber*): status, conservation and recent research (P. Frederick, L. G. Morales, A. L. Spaans and C. S. Luthin, Eds.). International Waterfowl and Wetlands Research Bureau, Slimbridge

Dorn, N. J., Cook, M. I., Herring, G., Boyle, R. A. Nelson, J. & D. E. Gawlik, 2011. Aquatic prey switching and urban foraging by the White Ibis *Eudocimus albus* are determined by wetland hydrological conditions. Ibis 153, 323–335.

Duffy, D. C. & S. Jackson, 1986. Diet Studies of Seabirds: a Review of Methods. Colonial Waterbirds 9: 1-17.

Fink D. & M. J. Cremer, 2015. The return of the Scarlet Ibis: first breeding event in southern Brazil after local extinction. Rev. Bras. Ornith, 23(4): 385-391.

Fox D.L. & T. S. Hopkins, 1966. Carotenoid fractionation in the Scarlet ibis. Comp. Biochem. Physiol. 19:267-278.

Frederick, P. C. Wading birds in the marine environment. In: Schreiber, E. A. & J. Burger (eds.). Biology of Marine Birds. Boca Raton, CRC Press: p. 618-655, 2002.

Gawlic, D. E. 2002. The effects of prey availability on the numerical response of wading birds. Ecological Monographs, 72(3): 329-346.

Gonzalez-Solos, J., Oro, D., Pedrocchi, V., Jover, L. & X. Ruiz, 1997. Bias associated with diet samples in audouin's gulls. *The Condor* 99:713-719. 1997.

Grose, A. V. 2016. O guará *Eudocimus ruber* (Aves: Threskiornithidae) no estuário da Baía da Babitonga, litoral norte de Santa Catarina: repovoamento, distribuição e biologia. Curitiba. 84 p. (Tese de Doutorado. Universidade Federal do Paraná, UFPR).

Hass A., Matos R.H.R. & L.O. Marcondes-Machado, 1999. Ecologia reprodutiva e distribuição espacial da colônia de *Eudocimus ruber* (Ciconiiformes: Threskiornithidae) na ilha do Cajual, Maranhão. *Ararajuba* 7(91):41:44.

Instituto Brasileiro Do Meio Ambiente E Dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). Proteção e controle de ecossistemas costeiros: manguezal da Baía da Babitonga. Brasília. (Coleção Meio Ambiente, Série Estudos-Pesca).1998.

Johnston, J. W. & K. L. Bildstein, 1990. Dietary salt as a physiological constraint in white ibises breeding in an estuary. *Physiological Zoology* 63(1): 190-207.

Kneib, R. T. & E. A. Weeks, 1990. Intertidal distribution and feeding habitats of the mud crab, *Eurytium limosun*. *Estuaries*, 13 (4): 462-468.

Klug, J. E. 2017. Hábito alimentar de *Nyctanassa violacea* (Linnaeus,1758) (Pelecaniformes, Ardeidae), durante o período reprodutivo, na Ilha Jarivatuba, Baía Babitonga, SC. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC. 96 p.

Krebs, C. J. 2001. Ecology: The experimental analysis of distribution and abundance. San Francisco: Benjamin Cummings.

Lima, G. V. & L. M. Oshiro, 2006. Maturidade sexual do caranguejo *Armases rubripes* (Rathbun) (Crustacea, Brachyura, Sesamididae) na Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 23(4): 1078–1086.

Martin, J., French, K. & Major, R. 2010. Population and breeding trends of an urban coloniser: the Australian white ibis. *Wildlife Research*, 37 (3), 230-239.

Martinez C. 2004. Food and Niche Overlap of the Scarlet Ibis and the Yellow-crowned Night Heron in a Tropical Mangrove Swamp. *Waterbirds* 27(1): 1-8.

Masunari, S. 2006. Distribuição e abundância dos caranguejos *Uca* Leach (Crustacea, Decapoda, Ocypodidae) na Baía de Guaratuba, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* 23(4):901-914.

Melo, G. A. S. 1996. Manual de Identificação dos Brachyura (Caranguejos e Siris) do Litoral Brasileiro. São Paulo, Ed. Plêiade, FAPESP, Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, 603p.

Naef-Daenzer, L., Naef-Daenzer, B. & R. G. Nager, 2000. Prey selection and foraging performance of breeding Great Tits *Parus major* in relation to food availability. – *J. Avian Biol.* 31: 206–214.

Olmos, F & R. S. Silva-Silva, 2003. Guará: ambiente, flora e fauna dos manguezais de Santos – Cubatão. São Paulo: Empresa das Artes. 216p.

Olmos F., Silva-Silva R.S. & A. Prado, 2001. Breeding season diet of Scarlet ibises and

Little blue herons in a Brazilian mangrove swamp. *Waterbirds* 24(1):50-57.

Paitach P.L., Simões-Lopes P.C. & M.J. Cremer. 2017. Tidal and seasonal influences in dolphin habitat use in a southern Brazilian estuary. *Scientia Marina* 81(1): 000-000. doi: <http://dx.doi.org/10.3989/scimar.04495.25A>

Pinkas, L., Oliphant, M. S. & I. L. Iverson, 1971. Food habitat of Albacore, Bluefin Tuna, and Bonito in California waters. *Fish Bulletin* 152: 1-105.

Post, W. 2008. Food Exploitation Patterns in an Assembly of Estuarine Herons. *Waterbirds* 31(2): 179-192.

R Development Core Team, 2017. R: A Language and Environment for Statistical Computing. Vienna, Austria: the R Foundation for Statistical Computing. ISBN: 3-900051-07-0. Available online at <http://www.R-project.org/>.

Rechetelo, J. Biologia reprodutiva e dieta do socó-do-mangue *Nyctanassa violacea* no Parque Natural Municipal do Manguezal do Rio Perequê, no Estado do Paraná, Brasil. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná. UFPR. 108 p. 2009.

Riegner, M. F. 1982. The Diet of Yellow-crowned Night- Herons in the Eastern and Southern United States. *Colonial Waterbirds*, Texas, v. 5, p. 173-176.

Sick, H. 1997. *Ornitologia brasileira*. Nova Fronteira, Rio de Janeiro, 862 p.

Trams E.G. 1969. Carotenoid transport in the plasma of the Scarlet ibis (*Eudocimus ruber*). *Comp. Biochem. Physiol.* 28:1177-1184.

Watts, B. D. 1988. Foraging implication of food usage patterns in Yellow-crowned Night Herons. *The Condor*, 90: 860-865.

Wiens, J. A. 1977. On competition and variable environments. *American Scientist* 65: 590-597.

Winter, B. E. 2017. Ecologia reprodutiva e dieta de *Egretta caerulea* (Pelecaniformes: Ardeidae) no ninhal da Ilha Jarivatuba, Baía Babitonga, Santa Catarina. Dissertação de Mestrado. Universidade da Região de Joinville, Univille. 62 p.

Wunderlich, A. C., Pinheiro, M. A. A. & A. M. T. Rodrigues, 2008. Biologia do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Crustacea: Decapoda: Brachyura), na Baía da Babitonga, Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, Curitiba, v. 25, n. 2, p. 188-198.

Zar, J. H. 1999. *Biostatistical analysis*. 4th ed., Prentice Hall, Upper Saddle River.

Zwarts, L. & J. H. Wanink, 1993. How the food supply harvestable by waders in the Wadden Sea depends on the variation in energy density, body weight, biomass, burying depth and behaviour of tidal-flat invertebrates. *Netherlands Journal of Sea Research*, 31(4): 441-476.

8. CAPÍTULO 3: INGESTÃO DE ELÁSTICO DE BORRACHA POR GUARÁ
(*Eudocimus ruber*)

Conforme modelo de nota da revista Marine Pollution

Ingestão de elástico de borracha por guará (*Eudocimus ruber*)

Daniela Fink^{1,2} e Marta Jussara Cremer^{1,2}

¹ Programa de Pós-Graduação em Saúde e Meio Ambiente, Universidade da Região de Joinville, Rua Paulo Malschitzki, 10, Campus Universitário, Distrito Industrial, Bloco A, sala 227b, CEP 89.219-710 – Joinville/SC.

² Laboratório de Ecologia e Conservação de Tetrápodes Marinhos e Costeiros, Departamento de Ciências Biológicas, Universidade da Região de Joinville. Rodovia Duque de Caxias, km 8, 6365, Iperoba, CEP 89240000, São Francisco do Sul, SC, Brasil.

Resumo

O objetivo deste trabalho é relatar a ingestão de elásticos de borracha pelo guará (*Eudocimus ruber*). Este detrito antrópico foi encontrado em amostras de regurgitos de filhotes de guará no período reprodutivo de 2015/16 e 2016/17 na colônia reprodutiva da Ilha Jarivatuba, sul do Brasil. É provável que este material tenha sido ingerido intencionalmente ao ser confundido com alguma presa. O elástico de borracha pode obstruir o trato digestório, havendo o risco de óbito da ave. É possível que outras espécies de aves também possam ter o mesmo problema e não há informações sobre suas consequências à saúde das aves, ou se podem ocorrer incidentes, como o emaranhamento de filhotes ou adultos no ninho. Este registro reforça a problemática da poluição marinha e a necessidade de políticas para reduzir o problema.

Palavras-chave: Ave aquática, resíduo sólido, manguezal, Brasil.

O consumo de detritos antrópicos por aves marinhas e aquáticas vem sendo documentado há mais de cinquenta anos (Ryan, 1988a; Gregory, 2009; Provencher et al., 2014; Nicastro et al., 2018). Dentre os detritos antrópicos consumidos por aves, o elástico de borracha é comumente registrado naquelas que alimentam-se de vermes, pois sua forma e cor podem ser confundidas com anelídeos (Gomez-Tejedor et al., 1994; Henry et al., 2011), inclusive em aves que costumam frequentar aterros sanitários (Tortosa et al., 2002; Lenzi et al., 2016). Casos mais graves já foram relatados no Reino Unido, com a morte de seis indivíduos de

Fratercula arctica foi associada à ingestão de elásticos de borracha (Parslow e Jefferies, 1972). E na França, com a morte de sete indivíduos de *Ciconia ciconia* devido a oclusão intestinal causada por elásticos de borracha (Henry et al., 2011).

No Brasil, a ingestão e o regurgito de objetos maleáveis de plástico foi reportado para a cabeça-seca (*Mycteria americana*) em áreas urbanas (Sazima e D'Angelo 2015b). Objetos como fragmentos de corda, plástico e algodão obstruíram o bico de anhingas (*Anhinga anhinga*) e podem ter comprometido o sucesso de caça ou levar à óbito a ave (Sazima e D'Angelo 2015a).

O guará (*Eudocimus ruber*) é uma ave aquática gregária, que se reproduz em colônias mistas em florestas de manguezal no Brasil (Sick, 1997; Olmos et al., 2001; Martinez, 2004). A atividade alimentar é diurna (del Hoyo et al., 1992), tátil (Bildstein, 1990) e limitada aos períodos de maré baixa (Barbieri, 2009). No período reprodutivo alimenta-se principalmente de caranguejos (Olmos et al., 2001; Martinez, 2004). O habitat de forrageamento e a colônia reprodutiva desta espécie, costumam ser próximos e podem estar situados junto de áreas urbanas (Olmos et al., 2001). No Brasil, devido ao descarte inadequado de detritos antrópicos estes podem ser depositados de forma incorreta no ambiente, como no manguezal.

Durante a análise da dieta dos guarás (*Eudocimus ruber*) na Ilha Jarivatuba, na Baía Babitonga, foi identificada a presença de uma quantidade expressiva de detritos antrópicos, principalmente elásticos de borracha nos regurgitos. Portanto, o objetivo deste trabalho é relatar a ingestão deste material pela espécie.

A Ilha Jarivatuba (26°29'66,45"S e 48°79'58,14"O) possui cerca de 136.645 m². Situa-se no município de Joinville, estuário da Baía Babitonga, sul do Brasil. É uma ilha de formação recente, com vários ilhotes cobertos por manguezal (Fink e Cremer, 2015). As espécies vegetais mais encontradas nas proximidades são *Avicennia schaueriana* e *Laguncularia racemosa* (mangue-branco) (Ibama, 1998). A amplitude da variação da maré pode chegar a 2,3 metros em até 6 horas (Cremer, 2006). Além do guará, outras espécies de aves aquáticas reproduzem-se no local: o socó-dorminhoco (*Nycticorax nycticorax*), o savacu-de-coroa (*Nyctanassa violacea*), a garça-vaqueira (*Bubulcus ibis*), a garça-branca-grande (*Ardea alba*), a garça-branca-pequena (*Egretta thula*) a garça-azul (*E. caerulea*) e a caraúna-de-cara-branca (*Plegadis chihi*) (Fink e Cremer, 2015).

Para a caracterização da dieta do guará as análises foram realizadas em duas estações reprodutivas: de agosto a março em 2015/16 e em 2016/17. Neste

período foram instalados coletores de regurgito e pelotas em ninhos com altura de até 6 m e que continham ovos, evitando-se ninhos que estavam próximos aos de outras espécies. O coletor tinha 1,20 m de diâmetro e foi construído com tela mosquiteiro com malha de 0,20 mm de diâmetro e estrutura de arame galvanizado, sendo amarrado com fio de nylon nas árvores mais próximas.

As amostras foram coletadas semanalmente, sendo acondicionadas em sacos plásticos, identificadas com o número do ninho e a data. Para cada amostra foi registrada a fase de desenvolvimento dos indivíduos que estavam no ninho (ovo, ninhego e juvenil). As amostras foram armazenadas em freezer até posterior análise em laboratório. Primeiramente foram retiradas as folhas e galhos da amostra, que depois foi lavada em água corrente e peneirada com malha de 750 µm. Os itens alimentares não digeridos nas pelotas foram separados, como quelas de caranguejos, fragmentos de organismos, minerais e detritos antrópicos; os itens foram quantificados e armazenados em saquinhos plásticos do tipo zip (Brow e Ewens, 1996). Foi calculada a frequência de ocorrência (FO) a partir do número de amostras em que cada detrito foi encontrado/número total de amostras x 100 (Martinez, 2004).

Foram coletadas 64 amostras de regurgito na estação 2015/16 e 63 em 2016/17. Foram encontrados sete unidades de detritos antrópicos em 6,25% das amostras avaliadas na estação 2015/2016. Destes, três itens eram elásticos de borracha. Na estação 2016/17 a quantidade de detritos aumentou, pois em 34,9% das amostras analisadas foram registrados detritos antrópicos, totalizando 60 itens, sendo 33 elásticos de borracha. Dentre os outros detritos encontraram-se: fragmentos plásticos, ponta de balão, bolinha de isopor e lacre metálico.

A presença de elásticos de borracha no solo do manguezal onde está situada a colônia foi registrada em todos os anos em que foram realizados o monitoramento (Figura 1). Entretanto, a comprovação de que este detrito foi ingerido pelo guará ocorreu na primeira estação reprodutiva 2015/16. Para um mesmo ninho foram encontradas unidade de elástico nos regurgitos por três semanas consecutivas: 1 unidade de elástico de borracha, quando os dois filhotes estavam com cerca de 21 dias de vida; 1 unidade quando os filhotes estavam com 28 dias e 1 unidade quando estes estavam com 36 dias de vida (Tab.1).

Na estação reprodutiva seguinte (23/2/2017) foram encontradas 33 unidades de elástico no regurgito de dois ninho, onde haviam quatro filhotes com cerca de 15 dias de vida (Figura 2 e 3). Ao que tudo indica, os pais alimentaram seus filhotes com estes detritos, e estes conseguiram regurgitar.

Tabela 1: Número de elásticos de borracha encontrados nos regurgitos de guará (*Eudocimus ruber*) na colônia da Ilha Jarivatuba, na Baía Babitonga, sul do Brasil.

Data	Identificação do ninho	Nº de filhotes	Nº de elásticos
27/01/2016	201	2	1
03/02/2016	201	2	1
11/02/2016	201	2	1
23/02/2016	298/299	4	33

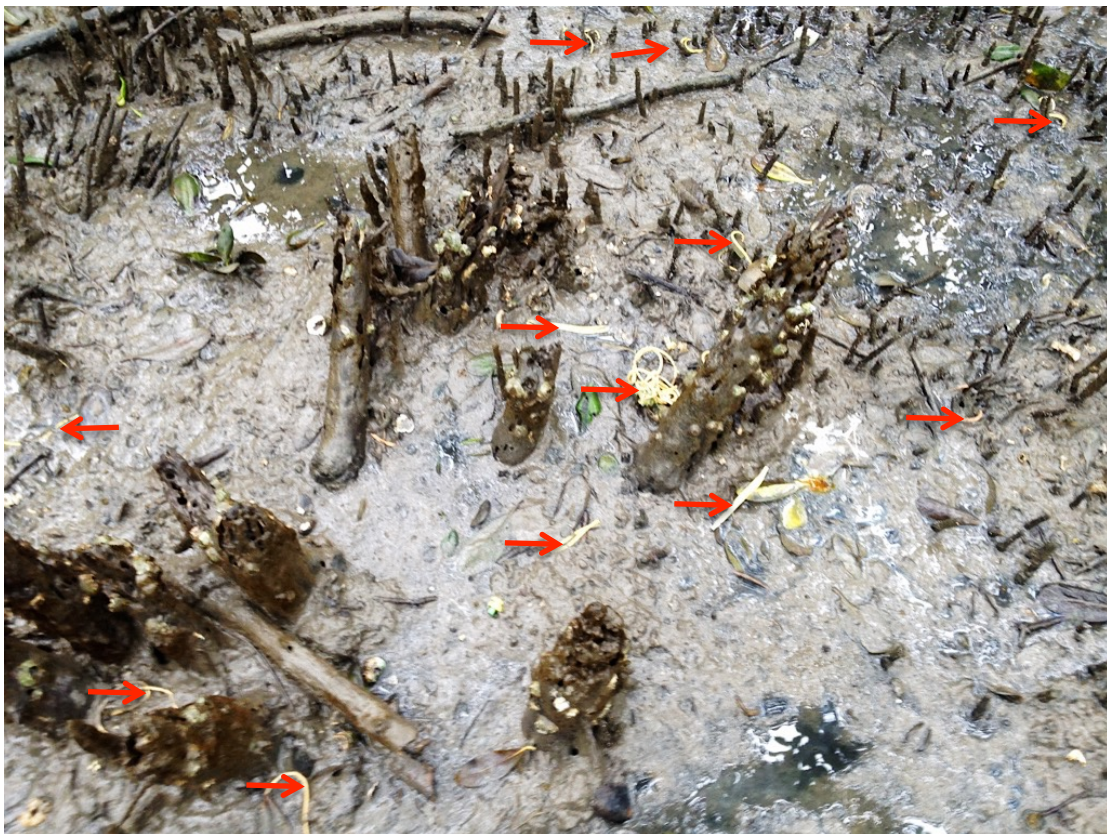


Figura 1: Solo do manguezal da colônia de aves aquáticas da Ilha Jarivatuba, Baía Babitonga. As setas indicam os elásticos de borracha. Foto: D. Fink.



Figuras 2 e 3: Elásticos de borracha encontrados nos coletores de regurgitos de guarás na Baía Babitonga, sul do Brasil. Elásticos juntamente com os itens alimentares não digeríveis do guará (*Eudocimus ruber*). Fotos: D. Fink.

O elástico de borracha é utilizado principalmente em escritórios, bancos e na cozinha. Também pode ser utilizado para a captura de siris e caranguejos (Magalhães et al., 2011; Nascimento et al., 2011). O período reprodutivo do guará, também é o período de captura de caranguejos para alimentação humana, especialmente o caranguejo uça (*Ucides cordatus*). O grande número de elásticos de borracha no solo poderia estar relacionado ao seu uso para a montagem de armadilhas para a captura de caranguejos. Entretanto, não temos como afirmar que estes detritos foram utilizados para tal finalidade.

Vermes poliquetas podem fazer parte da alimentação do guará (Olmos et al., 2001). Sua semelhança com os elásticos de borracha poderia contribuir para que fossem confundidos com uma presa pelas aves e consumidos. Contudo, dificilmente estes organismos são identificados nas análises de dieta, pois são rapidamente digeridos.

A capacidade de regurgitar itens não comestíveis ajuda a reduzir os riscos de uma oclusão intestinal nos guarás. Entretanto, a acumulação lenta de elásticos de borracha pode interromper o fluxo alimentar no trato digestório e causar lesões internas (Ryan, 1988a; Henry et al., 2011). Além disso, estes detritos tomam o espaço que seria ocupado com itens alimentares, diminuindo a quantidade de presas que poderiam ser ingeridas (Lenzi et al., 2016). A presença de detritos no estômago reduz

o seu volume de armazenamento, gerando a sensação de saciedade para a ave (Ryan, 1988b; Gregory, 2009). Consequentemente, também pode haver uma diminuição na eficiência de forrageamento, aumentando o tempo e a energia gastos na procura de presas (Ryan, 1988b; Sazima e D'Angelo 2015b).

Para filhotes e juvenis de *Cicconia cicconia*, a menor capacidade em discriminar e regurgitar materiais não comestíveis faz com que estes estejam mais sujeitos ao consumo de elástico de borracha (Ryan, 1988b; Henry, et al., 2011). Juvenis consumiram mais materiais plásticos que os indivíduos adultos, aumentando o risco de morte entre as aves imaturas (Peris, 2003). Desta forma, os filhotes de guarás podem estar mais suscetíveis a consequências negativas da ingestão de detritos antrópicos do que os adultos, que forneceram a alimentação.

Apesar do guará conseguir regurgitar os elásticos de borracha longe de um provável local de origem, esta ave pode estar contribuindo na dispersão deste resíduo e tornando-o disponível para outros organismos aquáticos que consomem anelídeos (Henry et al., 2011). Além disso, detritos antrópicos em forma de fios, como os elásticos de borracha, também podem emaranhar em asas, pernas e bicos das aves e serem utilizados estruturalmente nos ninhos, o que poderia causar algum incidente com os filhotes (Sazima e D'Angelo, 2015b; Nicastro et al., 2018).

Algumas de espécies de aves com hábito generalista costumam forragear em aterros sanitários, como o gaivotão (*Larus dominicanus*) (Lenzi et al., 2016). Este não é o caso do guará, uma espécie que habita e se alimenta nos manguezais do Brasil e, portanto, a ingestão deve ter ocorrido nas suas áreas de alimentação. A presença de detritos antrópicos nos regurgitos desta espécie é um alerta sobre a forma como estes resíduos estão sendo descartados no ambiente. O descarte adequado e seguro de detritos antrópicos, como o elástico de borracha, é uma medida de extrema importância para a conservação de espécies de aves e outros organismos que se alimentam de anelídeos.

Descobrir a origem da grande quantidade de elástico de borracha é o próximo passo para propor medidas mitigatórias para evitar disponibilidade deste detrito no ambiente para as aves no Brasil. Se realmente a procedência do elástico de borracha é das armadilhas para caranguejo, é importante o esclarecimento aos catadores de que este tipo de material não é permitido para a captura de caranguejos (Neto, 2011).

O guará pode ser considerado um indicador da qualidade do ambiente em que habita. Ainda não se sabe as consequências da ingestão de elásticos de borracha para a espécie e desta forma sugerimos estudos que indiquem os perigos dos detritos antrópicos. Este registro reforça a problemática da poluição marinha e a necessidade de políticas para reduzir o problema.

Referências:

Barbieri, E. 2009. Sítios de alimentação freqüentado pelo guará (*Eudocimus ruber*) no estuário de Cananéia-Ilha Comprida, São Paulo. *Ornitologia Neotropical* 20: 73–79.

Bildstein, K.L. 1990. Status, conservation and management of the Scarlet Ibis *Eudocimus ruber* in the Caroni Swamp, Trinidad, West Indies. *Biological Conservation* 54, 61-78.

Brown, K. M. and P. J. Ewins. 1996. Technique-dependent biases in determination of diet composition: an example with ring-billed gulls. *The Condor*, 98: 34-41.

Cremer, M. J. 2006. O estuário da Baía da Babitonga. In: Cremer, M.J.; Morales, P.R. D.; Oliveira, T.M.N. (Orgs.). Diagnóstico ambiental da Baía da Babitonga. Joinville: Editora Univille.

del Hoyo, J.; Elliot, A. and Sargatal, J. eds. 1992. Handbook of the birds of the world. Vol. 1. Lynx Edicions, Barcelona.

Fink, D., Cremer, M.J. 2015. The return of the Scarlet Ibis: first breeding event in southern Brazil after local extinction. *Rev. Bras. Ornit*, 23(4): 385-391.

Gómez-Tejedor, H., A. Fernández and R. Morán. 1994. Ingesta de gomas elásticas en Garcillas bueyeras *Bubulcus ibis*. *Butlletí del Grup Català d'Anellament* 11: 63-64.

Gregory, M. R. 2009. Environmental implications of plastic debris in marine settings-entanglement, ingestion, smothering, hangers-on, hitch-hiking and alien invasions. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B: Biological Sciences* 364: 2013-2025.

Henry, P.Y.; Wey, G., Balança, G. 2011. Rubber-band ingestion by a rubbish dump dweller, the White Stork (*Ciconia ciconia*). *Waterbirds*, 34, 504-508.

Instituto Brasileiro Do Meio Ambiente E Dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama). Proteção e controle de ecossistemas costeiros: manguezal da Baía da Babitonga. Brasília. (Coleção Meio Ambiente, Série Estudos-Pesca).1998.

Lenzi, J., Burgues, M.F., Carrizo, D., Machín, E., Mello, F.T. 2016. Plastic ingestion by a generalist seabird on the coast of Uruguay. *Mar. Pollut. Bull.* 107, 71-76.

Magalhães, H.F., Costa Neto, E.M., Schiavetti, A. Fishing knowledge related to the catch of crabs (Decapoda: Brachyura) in the municipality of Conde, Bahia State. *Biota Neotrop.* 11(2): <http://www.biotaneotropica.org.br/v11n2/en/abstract?article+bn01011022011>

Martinez C. 2004. Food and Niche Overlap of the Scarlet Ibis and the Yellow-crowned Night Heron in a Tropical Mangrove Swamp. *Waterbirds* 27(1): 1-8.

Nascimento, D.M., Mourão, J.S., Alves, R.R.N. 2011. A substituição das técnicas tradicionais de captura do caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*) pela técnica “redinha” no estuário do rio Mamanguape, Paraíba. *Sitientibus série Ciências Biológicas* 11(2): 113–119.

Neto, J. D. (Org.) 2011. Proposta de Plano Nacional de Gestão para o uso sustentável do Caranguejo-Uçá do Guaíamum e do Siri-Azul. Brasília: Ibama. 156p.

Nicastro, K.R., Savio, R.L., McQuaid, C.D., Madeira, P., Valbusa, U., Azevedo, F., Casero, M., Lourenço, C., Zardi, G.I. 2018. Plastic ingestion in aquatic-associated bird species in southern Portugal. *Marine Pollut. Bull.* 126, 413-418.

Olmos, F., Silva-Silva, R.S., Prado, A. 2001. Breeding Season Diet of Scarlet Ibises and Little Blue Herons in a Brazilian Mangrove Swamp. *Waterbirds* 24(1):50-57.

Parslow, J. L. F., D. J. Jefferies. 1972. Elastic thread pollution of Puffins. *Marine Pollut. Bull.* 3:43-45.

Peris, S. J. 2003. Feeding in urban refuse dumps: ingestion of plastic objects by the

White Stork (*Ciconia ciconia*). *Ardeola* 50: 81-84.

Provencher, J.F., Bond, A.L., Hedd, A., Montevecchi, W.A., Muzaffar, S.B., Courchesne, S.J., Gilchrist, H.G., Jamieson, S.E., Merkel, F.R., Falk, K., 2014. Prevalence of marine debris in marine birds from the North Atlantic. *Mar. Pollut. Bull.* 84, 411–417.

Ryan, P. G. 1988a. Intraspecific variation in plastic ingestion by seabirds and the flux of plastic through seabird populations. *Condor* 90: 446-452.

Ryan, P. G. 1988b. Effects of ingested plastic on seabird feeding: Evidence from chickens. *Marine Pollution Bulletin* 19: 125-128.

Sazima, I., D'Angelo, G.B. 2015a. Dangerous traps: Anhingas mistake anthropogenic debris for prey fish at an urban site in South-eastern Brazil. *Revista Brasileira de Ornitologia*, 23(4), 380-384.

Sazima, I., D'Angelo, G. B. 2015b. Intake and handling of plastic debris by Wood Storks at an urban site in South-eastern Brazil: possible causes and consequences. *North-western Journal of Zoology*, 11: 372-374.

Sick, H. 1997. *Ornitologia brasileira*. Nova Fronteira, Rio de Janeiro, 862 p.

Tortosa, F., Caballero, J., Reyes-López, J., 2002. Effect of rubbish dumps on breeding success in the white stork in southern Spain. *Waterbirds* 25, 39–43.

9. CAPÍTULO 4: BACTÉRIAS PRESENTES EM FILHOTES DE GUARÁ (*Eudocimus ruber*), BAÍA BABITONGA, ESTADO DE SANTA CATARINA, BRASIL

Conforme modelo da Revista Ciência Animal Brasileira

BACTÉRIAS PRESENTES EM FILHOTES DE GUARÁ (*Eudocimus ruber*), BAÍA BABITONGA, ESTADO DE SANTA CATARINA, BRASIL

BACTERIA PRESENT IN SCARLET IBIS (*Eudocimus ruber*) CHICKS, BABITONGA BAY, SANTA CATARINA STATE, BRAZIL

Daniela Fink^{1*}

Roseneide Campos Deglmann¹

Marta Jussara Cremer¹

¹Universidade da Região de Joinville, Joinville, SC, Brasil.

*Autor para correspondência - dani.fink@gmail.com

Resumo

Aves silvestres são importantes para a saúde pública devido ao seu potencial de transmissão de microrganismos patogênicos aos seres humanos. As aves aquáticas, como o guará (*Eudocimus ruber*), forrageiam e se reproduzem próximo de áreas antropizadas e estas, quando contaminadas, podem transmitir bactérias patogênicas às aves. O objetivo deste trabalho foi identificar o perfil de bactérias aeróbicas cloacais em filhotes de guará na colônia mista da Ilha Jarivatuba, em Joinville, Santa Catarina. Foram coletados *swabs* cloacais de filhotes de guará na estação reprodutiva de 2015/2016 (n=16) e 2016/2017 (n=34), todos de aves de aspecto clínico normal, e plaqueados em ágar sangue, MacConkey e *Salmonella-Shigella* em aerobiose. Foram isolados os seguintes microrganismos: *Escherichia coli*, *Proteus vulgaris*, *Proteus* spp., *Klebsiella* sp. *Enterococcus* spp. e *Staphylococcus* spp. A ocorrência de *E. coli*, *Enterococcus* spp. e *P. vulgaris* podem ser representantes da microbiota natural da espécie, uma informação desconhecida. Entretanto, a localização da colônia de aves aquáticas, na foz do rio Cachoeira, com o aporte de efluentes domésticos e industriais da cidade de Joinville sem tratamento adequado, pode indicar modificação dos perfis bacterianos. Torna-se evidente a necessidade de avançar com a sua tipificação fenotípica e genotípica dos isolados, para análises comparativas com estirpes presentes nos efluentes sanitários da região. Os resultados poderão contribuir para a conservação da espécie e outras aves aquáticas da área, permitindo a elaboração de projetos de conservação, gestão do ambiente costeiro e marinho, além de subsidiar medidas preventivas efetivas no combate as perdas de filhotes e potenciais epidemias zoonóticas.

Palavras-chave: Pelecaniformes, guará, filhotes, bactérias.

Abstract

Wild birds are important for the public health because of their potential transmit pathogenic microorganism to humans. The waterbird scarlet ibis (*Eudocimus ruber*) forages and breeds nearby urban areas and if settled at polluted waters, the viability of young and adults may be negatively impacted. The aim of this work was to evaluate the

cloacal aerobic bacteria profile of nestling scarlet ibis in the mixed colony in Jarivatuba Island, in Joinville, Santa Catarina. The island is located at the urban area, at the mouth of Rio Cachoeira, impacted by human activity, pollutants and sewage. Cloacal swab samples were collected from clinical normal nestlings of scarlet ibis in the breeding season of 2015/2016 (n=16) and 2016/2017 (n=34), and plated onto blood, MacConkey and *Salmonella-Shigella* agar plates. *Escherichia coli*, *Proteus vulgaris*, *Proteus* spp., *Klebsiella* sp., *Enterococcus* spp. and *Staphylococcus* spp. were isolated and may be representative of the normal microbiota of *E. ruber*, although the normal profile is unknown for the species. However, the location of the colony in an area impacted by human activity, which receives domestic effluents, without adequate sewage treatment, may indicate a modified bacterial profile. Further studies are needed on the hosts, for further understanding their natural microbiome, as well as the bacterial isolates, in order to characterize an eventual association to the contaminated water. Viability of nestlings at each reproductive season could be improved, and may enable success of the species conservation, but must be recommended for a conservation improvement project for the area

Keywords: Pelecaniformes, scarlet ibis, nestlings, bacteria.

Recebido em: 25 de fevereiro de 2018

Aceito em: 27 de julho de 2018

Introdução

As zoonoses são enfermidades compartilhadas entre animais e humanos⁽¹⁾. Contudo, existe uma carência de informações sobre a etiologia e patogênese em animais silvestres^(2,3), especialmente vertebrados e invertebrados menos carismáticos, assim como em animais de ecossistemas marinhos⁽¹⁾. As aves silvestres são importantes para a saúde pública, pois elas podem ser infectadas por microorganismos que são transmitidos para seres humanos^(4,2). São conhecidas por serem reservatórios de vários agentes, incluindo arbovírus, vírus do Nilo, vírus da gripe A, bactérias patogênicas e bactérias resistentes aos antibióticos^(1,4). Dentre as bactérias que são conhecidas por serem transmitidas das aves silvestres aos seres humanos, com a possibilidade de causar alguma enfermidade, estão *Escherichia coli*, *Borrelia burgdorferi*, *Anaplasma phagocytophilum*, *Salmonella typhimurium*, *Campylobacter* spp. e *Mycobacterium* spp.⁽⁵⁾.

A fonte primária de infecções em aves é a rota oral-fecal, por meio da ingestão de alimentos e água contaminados, além do contato direto com animais infectados⁽⁶⁾. Aves são vulneráveis a infecções por patógenos em todos os estágios do seu ciclo de vida, antes e depois de sua eclosão⁽²⁾. Apesar da casca de ovo ser uma barreira física contra alguns microorganismos, muitas bactérias podem penetrar pelos poros da casca e membrana e infectar o seu conteúdo⁽⁷⁾. Após a eclosão, os filhotes podem ser contaminados por alimentos oferecidos pelos pais⁽⁸⁾. Filhotes de aves coloniais ocorrem

em locais de alta densidade, e podem ter uma maior probabilidade de intercâmbio de etiologias de doenças até deixarem o ninho ^(2, 8).

Pesquisas envolvendo a microbiota de aves silvestres são escassas ou limitadas a um pequeno número de espécies, relacionadas principalmente ao comércio e ao tráfico de táxons das ordens Passeriformes e Psittaciformes, ou que estão próximas ao ser humano, como pombos e gaivotas ^(2,3). Muitos autores acreditam que o papel das aves como transmissoras de patógenos bacterianos pode estar subestimado ⁽²⁾. O voo é uma característica que permite às aves alcançarem longas distâncias e, conseqüentemente, possibilita a dispersão dos microrganismos que estas carregam.

Aves aquáticas estão situadas no topo da cadeia alimentar, forrageiam no ambiente aquático e, portanto, estão suscetíveis a contaminação por bactérias provenientes de efluentes domésticos sem tratamento, conseqüentemente podem ser reservatório de infecções ⁽⁹⁾. Desta forma, a sanidade das aves aquáticas pode refletir diretamente na saúde humana, visto que estas aves são consideradas bioindicadoras de alterações ambientais ⁽¹⁰⁾.

O guará (*Eudocimus ruber*) é uma espécie de ave aquática da ordem Pelecaniformes, família Threskiornithidae, que habita manguezais, pântanos e a savana alagadiça (Llanos) do Hemisfério Sul ⁽¹¹⁾. A espécie é caracterizada por ser um predador tátil, introduzindo seu longo bico no solo a procura de presas, onde alimenta-se principalmente de crustáceos ^(12,13). Os sítios de forrageamento do guará podem estar situados em áreas antropizadas e, quando estas estão contaminadas por esgoto, resíduos sólidos e fezes de animais domésticos, a espécie pode tornar-se suscetível a infecções por patógenos bacterianos.

Castelo-Branco et al. (2017) ⁽¹⁴⁾ avaliaram guarás (*Eudocimus ruber*) de cativeiro no Parque Mangal das Garças (Belém-PA) como reservatórios e portadores de *Aeromonas* spp. e *Plesiomonas* spp. Essas bactérias são descritas como componentes da microbiota de animais ectotérmicos e aves aquáticas, podendo ser potencialmente patogênicas em humanos e ocasionando doenças de veiculação hídrica ⁽¹⁵⁾. Nas análises foram isoladas bactérias das espécies *Aeromonas veronii* bv. *sobria*, *Aeromonas hydrophila* e *Plesiomonas shigelloides*. A pesquisa demonstrou que o guará pode atuar como reservatório de patógenos de peixes e humanos, devido à dieta baseada em crustáceos e peixes, sendo de extrema importância o monitoramento do ambiente ocupado pelas aves, pela possibilidade de transmissão pela água e alimento ⁽¹⁴⁾.

Existe uma lacuna acerca de informações sobre a sanidade desta espécie ⁽¹⁴⁾, especialmente para indivíduos de vida livre. Portanto, o objetivo deste trabalho foi identificar bactérias associadas ao guará (*Eudocimus ruber*) numa colônia reprodutiva na Baía Babitonga, litoral norte de Santa Catarina.

Material e Métodos

A colônia de guarás está inserida na Ilha Jarivatuva (26°29'66,45"S e 48°79'58,14"O), foz do Rio Cachoeira, localizada na Baía Babitonga, e possui cerca de 136.645 m². É uma ilha de formação recente, com vários ilhotes cobertos por manguezal, que sofre influência da variação da maré⁽¹⁶⁾. A ilha está situada no município de Joinville, maior cidade do Estado de Santa Catarina, onde apenas 31% do esgoto sanitário é tratado no município⁽¹⁷⁾. Nesta ilha localiza-se o maior ninhal da Baía Babitonga. Além do guará, outras espécies de aves aquáticas reproduzem-se no local: o savacu (*Nycticorax nycticorax*), o savacu-de-coroa (*Nyctanassa violacea*), a garça-vaqueira (*Bubulcus ibis*), a garça-branca (*Ardea alba*), a garça-branca-pequena (*Egretta thula*), a garça-azul (*E. caerulea*) e o caraúna-de-cara-branca (*Plegadis chihi*).

No período de setembro/2015 a março/2016 (estação 2015/2016) e de setembro/2016 a março/2017 (estação 2016/2017) a área de estudo foi visitada semanalmente para o acompanhamento do ciclo reprodutivo do guará. Para as análises bacteriológicas, foram capturados filhotes aparentemente saudáveis a partir da fase filhote 2 (não sendo possível identificar o sexo visualmente), que corresponde aqueles com mais de duas semanas de vida. O critério para a escolha do ninho para a captura do filhote foi a altura deste nas árvores; ninhos mais baixos foram selecionados por serem mais acessíveis ao pesquisador. Mesmo assim, para o alcance dos ninhos foi necessária uma escada de alumínio de 4 metros. Os filhotes foram capturados manualmente ou com o auxílio de um passaguá, e colocados dentro de sacos de pano, reduzindo o estresse dos indivíduos. O peso foi obtido com balança Pesola®, com precisão de 10g. O comprimento total foi aferido com régua metálica. Para a coleta de amostra, um *swab* com meio de cultura Cary-Blair foi introduzido na cloaca e rotacionado por 30 segundos. Em seguida, o filhote foi anilhado com uma anilha metálica fornecida pelo Cemave e com uma combinação de anilhas coloridas, o que permitiu individualizar cada filhote do ninho em que foram capturados mais de um filhote. Os ninhos foram marcados com lacres numéricos de plástico. Ao final do procedimento o filhote foi devolvido ao ninho de origem. Em até 24 horas o *swab* foi encaminhado para cultivo no Laboratório.

Na estação reprodutiva 2015/2016 as amostras foram semeadas em placas de Petri contendo os meios de Ágar Sangue (NewProv)®, Mac Conkey e *Salmonella Shigella* (Prodimol Biotecnologia)®, pela técnica semiquantitativa com alça bacteriológica. Após este procedimento as placas foram incubadas em estufa a 35°C por 24 horas. Todas as placas com crescimento bacteriano foram analisadas quanto à morfologia de colônia, morfologia bacteriana pela coloração de Gram e provas fenotípicas para cada gênero.

No ano seguinte, estação reprodutiva 2016/2017, para o isolamento bacteriano as amostras foram semeadas em placas de Petri contendo os meios Mac Conkey e *Salmonella Shigella* (Laborclin)® pela técnica qualitativa com alça bacteriológica descartável. Após o estriamento as placas foram incubadas em estufa bacteriológica a

35°C por 24 horas. As placas que apresentaram crescimento bacteriano foram analisadas quanto a morfologia e coloração de colônia. Em todas as colônias foram avaliadas para propriedades tintoriais (Gram) e confirmação da morfologia bacteriana. As bactérias Gram negativas com crescimento em Mac Conkey foram semeadas em kit EMP/MILI (Laborclin)® para a identificação de enterobactérias. Para os cocos Gram positivos realizou-se as provas de catalase, e posterior provas fenotípicas para cada gênero.

As licenças emitidas para a realização da pesquisa foram: SISBIO n° 49541-1, CEMAVE n° 4014/1 e Comitê de ética em pesquisa da Univille (Parecer n° 006/2015).

Foi calculada a frequência de ocorrência (FO) a partir do número de amostras em que cada bactéria foi isolada/número total de amostras x 100.

Resultados

Na estação 2015/2016 foram coletadas e analisadas 16 amostras de *swabs* cloacais para verificar a presença de microrganismos. O peso médio dos filhotes foi de 320,8 g e o comprimento corporal total médio foi de 26,7 cm. Foram isolados os seguintes microrganismos: *Escherichia coli*, *Proteus vulgaris* e *Klebsiella* sp. Do total de amostras, quatro tiveram dois isolados bacterianos, oito apenas um isolado e em quatro amostras não houve crescimento (Tabela 1). A bactéria que apresentou maior frequência de ocorrência nas amostras foi *E. coli* (Figura 1).

Tabela 1. Espécies bacterianas isoladas nas amostras de *swab* cloacal de filhotes do guará (*Eudocimus ruber*) (Aves: Pelecaniformes) na Ilha Jarivatuba, Rio Cachoeira, Baía Babitonga (Joinville, Santa Catarina, Brasil), na estação 2015/2016. Identificação da ave (número da anilha), peso (gramas) e tamanho (comprimento corporal total em centímetros)

Identificação da ave	Peso (g)	Tamanho (cm)	Isolado bacteriano
T43318	325	28	<i>Escherichia coli</i>
T43319	335	24	<i>Escherichia coli</i> , <i>Proteus vulgaris</i>
T43320	214	22	<i>Escherichia coli</i>
T43321	144	17	<i>Escherichia coli</i> , <i>Proteus vulgaris</i>
T43323	198	19	<i>Escherichia coli</i>
T43324	340	29	<i>Escherichia coli</i> , <i>Proteus vulgaris</i>
T43325	295	25	<i>Escherichia coli</i> , <i>Proteus vulgaris</i>
T43329	212	22	Ausente
T43330	300	22	Ausente
T43331	425	29	<i>Escherichia coli</i>
T43332	395	27	Ausente
T43333	375	34,5	<i>Klebsiella</i> sp.

T43334	385	33	<i>Klebsiella</i> sp.
T43335	330	30	<i>Escherichia coli</i>
T43336	480	36	<i>Escherichia coli</i>
T43337	380	30	Ausente

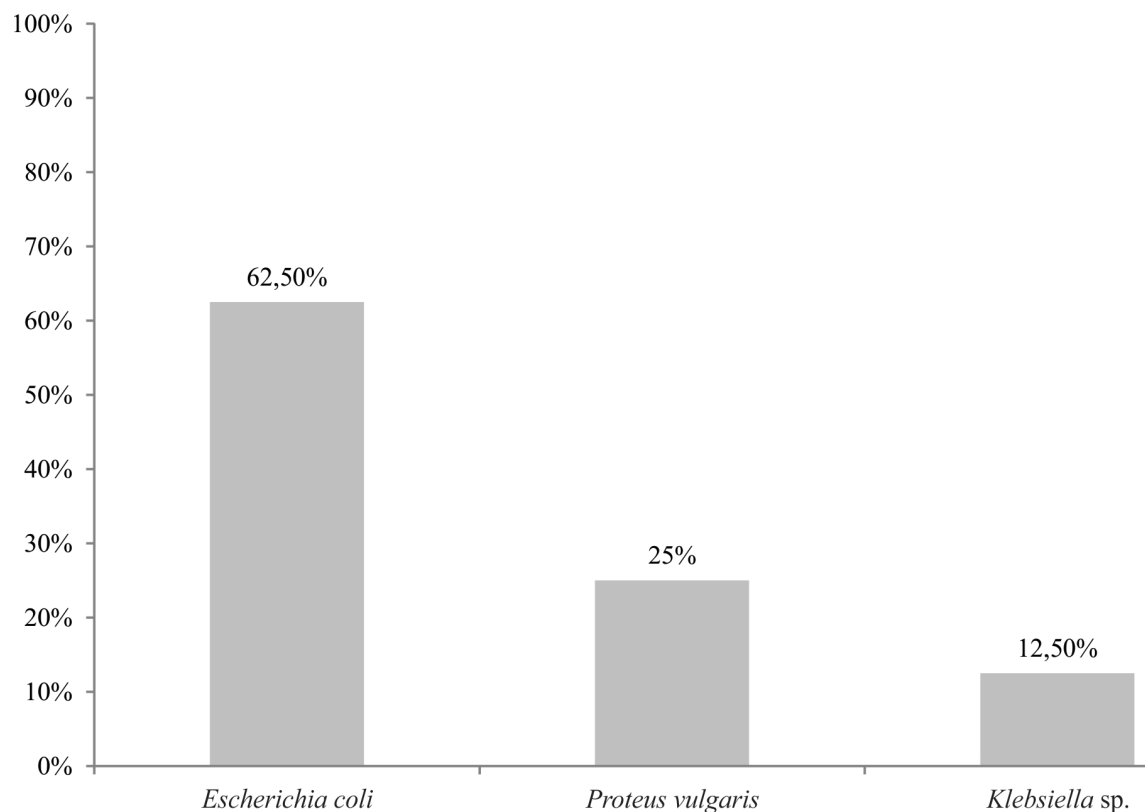


Figura 1. Bactérias isoladas de *swabs* cloacais de guará e a sua frequência de ocorrência na estação 2015/2016 na Ilha Jarivatuba, Baía Babitonga, (Joinville, Santa Catarina, Brasil).

Na estação 2016/2017 foram capturados e anilhados 34 filhotes de guará, sendo que a média de peso foi de 364,4 g e a média do comprimento total corporal foi 27,5 cm. Foram analisados 34 *swabs* cloacais e pelo menos quatro bactérias foram isoladas: *E. coli*, *Enterococcus* spp., *Staphylococcus* spp. e *Proteus* spp. Sete amostras apresentaram três isolados bacterianos e no restante dois isolados estiveram presentes (Tabela 2). *Escherichia coli* foi isolada em todas as amostras (Figura 2).

Tabela 2. Espécies bacterianas isoladas nas amostras de swab cloacal de filhotes do guará (*Eudocimus ruber*) (Aves: Pelecaniformes) na Ilha Jarivatuba, Rio Cachoeira, Baía Babitonga (Joinville, Santa Catarina, Brasil), na estação 2016/2017. Identificação da ave (número da anilha), peso (gramas) e tamanho (comprimento corporal total em centímetros)

Identificação da aves	Peso (g)	Tamanho (cm)	Isolado bacteriano
T43338	380	29	<i>Escherichia coli</i> , <i>Staphylococcus</i> spp., <i>Proteus</i> spp.
T43339	410	30	<i>Escherichia coli</i> , <i>Staphylococcus</i> spp.
T43340	335	24	<i>Escherichia coli</i> , <i>Enterococcus</i> spp., <i>Proteus</i> spp.
T43341	340	23	<i>Escherichia coli</i> , <i>Staphylococcus</i> spp.
T43342	330	27	<i>Escherichia coli</i> , <i>Staphylococcus</i> spp., <i>Proteus</i> spp.
T43343	385	26	<i>Escherichia coli</i> , <i>Staphylococcus</i> spp., <i>Proteus</i> spp.
T43344	370	28	<i>Escherichia coli</i> , <i>Staphylococcus</i> spp., <i>Proteus</i> spp.
T43345	260	24	<i>Escherichia coli</i> , <i>Staphylococcus</i> spp.
T43346	495	34,5	<i>Escherichia coli</i> , <i>Staphylococcus</i> spp., <i>Proteus</i> spp.
T43347	580	32	<i>Escherichia coli</i> , <i>Enterococcus</i> spp.
T43348	315	29	<i>Escherichia coli</i> , <i>Enterococcus</i> spp.
T43349	400	27	<i>Escherichia coli</i> , <i>Staphylococcus</i> spp.
T43350	335	25	<i>Escherichia coli</i> , <i>Enterococcus</i> spp.
T43351	345	27,5	<i>Escherichia coli</i> , <i>Enterococcus</i> spp.
T43352	470	34	<i>Escherichia coli</i> , <i>Enterococcus</i> spp.
T43353	320	23	<i>Escherichia coli</i> , <i>Enterococcus</i> spp.
T43354	355	30	<i>Escherichia coli</i> , <i>Enterococcus</i> spp.
T43355	320	25	<i>Escherichia coli</i> , <i>Enterococcus</i> sp.
T43356	298	24,5	<i>Escherichia coli</i> , <i>Enterococcus</i> sp.
T43357	405	29,5	<i>Escherichia coli</i> , <i>Enterococcus</i> sp.
T43358	370	25,5	<i>Escherichia coli</i> , <i>Enterococcus</i> sp.
T43359	422	32	<i>Escherichia coli</i> , <i>Enterococcus</i> sp.
T43360	380	27	<i>Escherichia coli</i> , <i>Enterococcus</i> sp.
T43361	430	30	<i>Escherichia coli</i> , <i>Proteus</i> sp.
T43362	315	26	<i>Escherichia coli</i> , <i>Enterococcus</i> sp.
T43363	380	30,5	<i>Escherichia coli</i> , <i>Staphylococcus</i> sp.
T43364	335	27,5	<i>Escherichia coli</i> , <i>Proteus</i> sp.
T43365	330	25	<i>Escherichia coli</i> , <i>Staphylococcus</i> sp., <i>Proteus</i> sp.
T43366	390	28	<i>Escherichia coli</i> , <i>Proteus</i> sp.
T43367	410	29,5	<i>Escherichia coli</i> , <i>Proteus</i> sp.
T43368	295	25	<i>Escherichia coli</i> , <i>Enterococcus</i> sp.
T43369	330	28,5	<i>Escherichia coli</i> , <i>Proteus</i> sp.
T43370	245	23	<i>Escherichia coli</i> , <i>Proteus</i> sp.
T43371	310	27	<i>Escherichia coli</i> , <i>Proteus</i> sp.

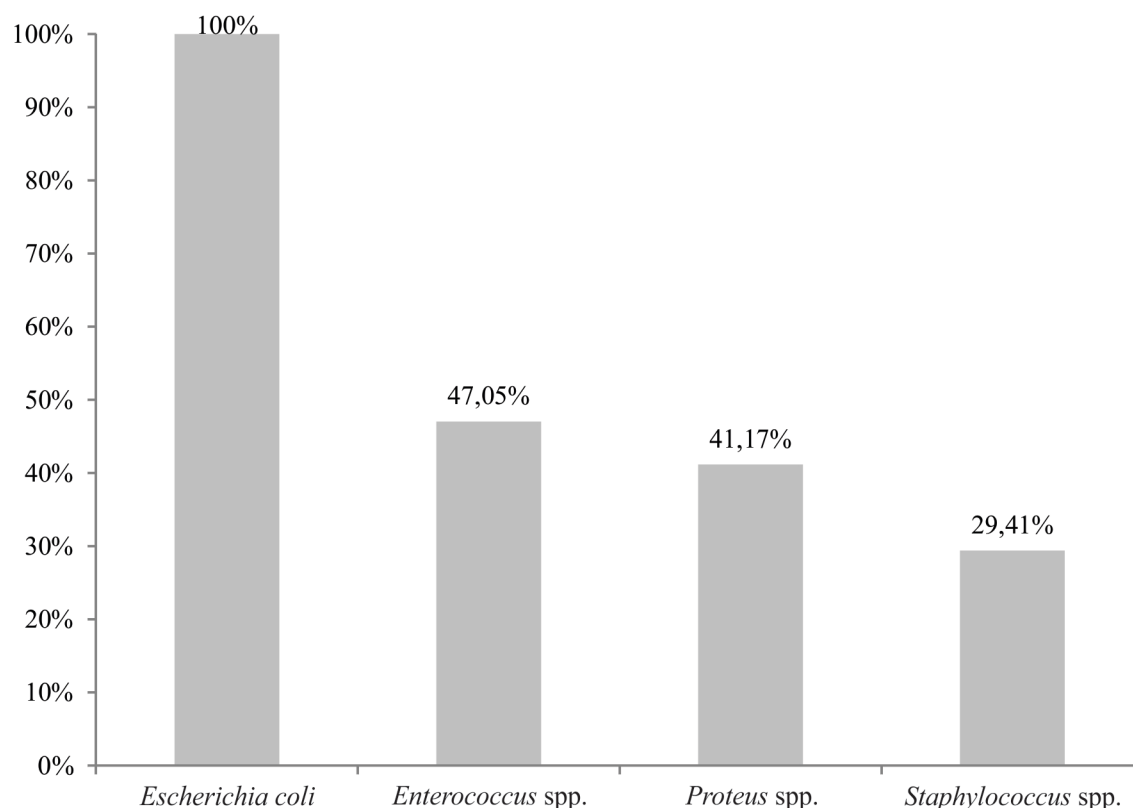


Figura 2. Bactérias isoladas de swabs cloacais de guará e a sua frequência de ocorrência na estação 2016/2017 na Ilha Jarivatuba, Baía Babitonga, (Joinville, Santa Catarina, Brasil).

Discussão

A diferença no número de bactérias isoladas entre os dois anos de estudo pode representar variações naturais entre os anos, relacionadas a alimentação e ao habitat do guará. Verificou-se que na estação reprodutiva 2015/2016 algumas amostras cloacais de guará não obtiveram nenhum crescimento bacteriano, enquanto na estação 2016/2017 foram identificados pelo menos dois isolados em cada uma das amostras. Castelo-Branco et al.⁽¹⁴⁾ observaram que o habitat e a alimentação do guará podem ser responsáveis pela composição das bactérias nestas aves, e reforçam a importância de monitoramento ambiental.

Ao todo, verificou-se a presença de cinco gêneros de bactérias; destas, três eram Gram-negativas e duas Gram-positivas. Em estudos semelhantes com aves marinhas, foram isoladas mais espécies de bactérias nas amostras cloacais. Em filhotes de gaivotão (*Larus dominicanus*) no Arquipélago dos Tamboretas, foram identificadas 13 espécies de bactérias⁽¹⁸⁾. No mesmo local de estudo, foram encontradas 19 espécies de bactérias nos atobás-pardo (*Sula leucogaster*)⁽¹⁹⁾. A identificação de bactérias em aves silvestres é a primeira etapa para distinção entre espécies de bactérias comensais ou patogênicas, e estas podem ser influenciadas pela alimentação, habitat e outras aves infectadas⁽¹⁸⁾.

Considerando o ambiente impactado por esgotos, todos os isolados de *E. coli*, *Enterococcus*, *Proteus* e *Staphylococcus* encontrados na cloaca dos filhotes de *E. ruber* podem ter origem humana. A caracterização genética das estirpes isoladas poderá permitir a determinação da espécie hospedeira.

Os isolados de *Escherichia coli* foram detectados em todas as amostras na estação reprodutiva 2016/2017 e em 62,5% das amostras de 2015/2016. Esta espécie bacteriana foi considerada como não patogênica por muito tempo⁽²⁰⁾, pois normalmente está presente na microbiota do trato intestinal e nas mucosas de animais de sangue quente, ocorrendo também no ambiente, eliminada nas fezes e contaminando a água e os alimentos^(21,22). Entretanto, alguns sorogrupos evoluíram adquirindo diferentes conjuntos de genes de virulência, classificadas em sorotipos diarreiogênicos e extraintestinais, passaram a ser patogênicos para seres humanos e animais^(20,23).

As infecções de *E. coli* do grupo APEC (Avian Pathogenic *E. coli*) estão relacionadas a uma doença extra-intestinal nas aves, a colibacilose, iniciando com infecções da via respiratória, ou aerossaculite, evoluindo para uma infecção generalizada como uma poliserosite, pericardite, periepatites e peritonites^(21,10). Infecções ocasionadas por *E. coli* em íbis-branco (*Nipponia nippon*) de cativeiro levaram a septicemia de seis filhotes, apresentando quadro de morte súbita, anorexia, diarreia e claudicação⁽²⁴⁾. Nos seres humanos infectados é responsável por causar diarreia, colite hemorrágica e Síndrome hemolítica-urêmica⁽²²⁾. Em animais domésticos pode extrapolar a barreira intestinal e acarretar infecções septicêmicas, infecções urinárias, piometra e mastite^(20,22).

A alta frequência de *E. coli* neste estudo pode estar relacionada ao local em que a colônia reprodutiva está estabelecida, pois esta situada na desembocadura do Rio Cachoeira, inserido na Bacia do Rio Cachoeira, que recebe a maior parte dos efluentes industriais e domésticos do município de Joinville⁽¹⁷⁾. Segundo Castro-Silva et al.⁽¹⁹⁾, a maior frequência de ocorrência de *E. coli* nos atobás-pardos (19,51%), comparada com outras bactérias, pode estar associada com a proximidade do Arquipélago de Tamboretes com a Baía Babitonga, região que sofre influência do maior polo industrial do estado (Joinville) que é responsável, em grande parte, pelo despejo inadequado de efluentes domésticos e industriais na região, já que esta espécie de bactéria está relacionada a dejetos humanos⁽¹⁹⁾.

No Egito, a frequência de *E. coli* isolada foi de 43.6% e *Salmonella* spp. de 14.5% das amostras de íbis-branco; os autores atribuíram a estas bactérias alterações necróticas e degeneração de hepatócitos nas análises histológicas das aves⁽²⁵⁾. Outras bactérias patogênicas isoladas foram *Shigella* spp. (34.5%), *Enterobacter* spp. (21.8%) *Citrobacter* spp. (18.1%), *Klebsiella pneumonia* (16.3%), *Staphylococcus aureus* (10.9%) e *Proteus mirabilis* (7.2%)⁽²⁵⁾. Suphoronski et al.⁽²⁶⁾ avaliaram a ocorrência de *E. coli* e *Salmonella* spp. em aves silvestres de vida livre e cativas no Estado do Paraná. Nas amostras de swab cloacal das aves analisadas, 69,38% foram positivas para *E. coli* e 22,32% de *Salmonella* spp. A pesquisa mostrou que estes vertebrados podem reservar e disseminar tais patógenos, possibilitando a transmissão ao ser humano e outros

animais, visto que aves com muito contato com o homem, como aquelas da ordem Columbiformes (pombos), foram as que apresentaram a maior ocorrência de *E. coli* (82,33%) nas amostras⁽²⁶⁾.

Por meio da metodologia utilizada neste trabalho, não foi detectada a presença de *Salmonella* spp. nas amostras cloacais de guarás. Entretanto, este patógeno deve ser investigado, pois é a causa de uma importante zoonose mundial, a salmonelose, que pode trazer prejuízos a saúde pública e animal⁽²²⁾, além de perdas a fauna silvestre⁽¹⁰⁾. Segundo Gilchrist⁽²⁷⁾, o isolamento de *Salmonella* spp. pode ser inibido pela provável contaminação das culturas por enterobactérias dos gêneros *Citrobacter* e *Proteus*. Além disso, a eliminação da *Salmonella* costuma ocorrer quando a ave sofre estresse ou está imunossuprimida, pois esta bactéria fica protegida dentro de macrófagos em vísceras, como o fígado e o baço⁽²⁸⁾.

O gênero *Proteus* inclui bactérias gram-negativas, anaeróbicas facultativas, conhecidas como patógenos oportunistas em humanos, isolados na urina, feridas e outras fontes clínicas⁽²⁹⁾. Em animais domésticos e silvestres podem ser hospedeiros e ter função de parasita ou comensal⁽²⁹⁾. Sua presença pode indicar poluição fecal da água e do solo⁽²⁹⁾. Este gênero foi identificado nos filhotes de guarás nos dois anos deste estudo. No Arquipélago dos Tamboretes, *Proteus mirabilis* foi isolado em 16,51% e *Proteus vulgaris* em 3,67% das amostras cloacais de gaivotão⁽¹⁸⁾. Os isolados de *Proteus* na cloaca dos filhotes de *E. ruber* podem ter origem humana.

Enterococcus spp. foi uma das bactérias mais encontradas nas amostras da estação 2016/2017. São bactérias Gram-positivas, isoladas em fezes, água, solo, plantas e produtos alimentícios, e habitam a região gastrointestinal de humanos e animais⁽³⁰⁾. Apesar da baixa virulência, estão emergindo como um importante patógeno, resistente a antibióticos de importância médica e a produtos químicos liberados no ambiente; e pombos urbanos podem atuar como reservatórios e contribuir na propagação⁽³¹⁾.

Bactérias do gênero *Staphylococcus* são Gram-positivas e embora atuem primariamente em infecções endógenas, podem agir como oportunistas em doenças respiratórias nas aves⁽³²⁾. Nos guarás foram isoladas em 29,41% das amostras na estação 2016/2017. Nas amostras cloacais de atobás-pardo do Arquipélago de Moleques do Sul, as bactérias do gênero *Staphylococcus* foram as de maior ocorrência⁽¹⁹⁾.

Klebsiella sp. apresentou a menor frequência de ocorrência no presente estudo (12,5%). Bactérias deste gênero estão associadas a poluição fecal⁽¹⁹⁾. São enterobactérias oportunistas em aves estressadas e imunossuprimidas, que podem causar problemas respiratórios, renais e nas infecções crônicas, podem atacar os pulmões⁽³²⁾. Ao analisar 253 amostras de swabs cloacais de Passeriformes confiscados do tráfico e comércio ilegal, e destinados para programas de reintrodução,⁽³⁾ identificaram *Staphylococcus* spp. (15%), *Micrococcus* spp. (11,5%), *E. coli* (10,7%) e *Klebsiella* spp. (10,7%). O estresse e as baixas qualidades sanitárias, pode comprometer a imunidade destas aves⁽³⁾.

É primordial a avaliação do nível de patogenicidade das bactérias isoladas nos filhotes de guará, por meio de metodologias mais apuradas para a tipificação destes

microrganismos. Torna-se evidente a necessidade de incrementar as análises para outras espécies de aves, cujos resultados irão contribuir para a gestão do ambiente costeiro e marinho, além de medidas preventivas efetivas no combate de possíveis epidemias de patógenos.

Conclusão

Os gêneros e as espécies bacterianas isoladas na avaliação cloacal dos filhotes de guarás foram previamente descritos em outras espécies de aves. Algumas estirpes destes microrganismos podem ser potencialmente patogênicos para as aves silvestres, colocando sob ameaça a sua conservação, assim como risco para espécies domésticas e ao ser humano. Salienta-se a importância da continuidade dos estudos sanitários para a conservação do guará e as outras espécies de aves aquáticas que nidificam na colônia, incluindo a agentes infecto parasitários e tóxicos no ambiente impactado.

Agradecimentos

Ao FAP/Univille. Capes/Prosup pela bolsa de doutorado. Aos laboratórios: Farmácia/Univille e Medivet. Equipe de campo e laboratório: Beatriz Schulze, Fernanda Poli, Johny Guenther, Joice Klug e Sophie Wunder. Aos revisores pelas contribuições ao artigo.

Referências

- 1 Daszak P, Cunningham AA, Hyatt AD. Anthropogenic environmental change and the emergence of infectious diseases in wildlife. *Acta Tropica*. 2001;78:103-116.
- 2 Benskins CMH, Wilson K, Jones K, Hartley IR. Bacterial pathogens in wild birds: a review of the frequency and effects of infection. *Biological Review*. 2009;84:349-373.
- 3 Braconaro P, Saidenberg ABS, Benites NR, Zuniga E, da Silva AMJ, Sanches TC, Zwarg T, Brandão PE, Melville PA. Detection of bacteria and fungi and assessment of the molecular aspects and resistance of *Escherichia coli* isolated from confiscated passerines intended for reintroduction programs. *Microbial Pathogenesis*. 2015;88:65-72.
- 4 Reed KD, Meece JK, Henkel JS, Sanjay KS. Birds, migration and emerging zoonoses: West Nile virus, Lyme disease, influenza A and enteropathogens. *Clinical Medicine & Research*. 2003;1:5-12.
- 5 Tsiodras S, Kelesidis T, Kelesidis I, Bauchinger U, Falagas ME. Human infections associated with wild birds. *Journal of Infection*. 2008;56:83-98.
- 6 Smith KF, Acevedo-Whitehouse K, Pedersen AB. The role of infectious diseases in biology conservation. *Animal conservation*. 2009;12:1-12.
- 7 Cook MI, Beissinger SR, Toranzos GA, Rodriguez RA, Arendt WJ. Trans-shell infection by

pathogenic micro-organisms reduces the shelf life of nonincubated bird's eggs: a constraint on the onset of incubation? Proceeding of the Royal Society B: Biological Science. 2003;270:2233–2240.

8 Berger S, Disko R, Gwinner H. Bacteria in starling nests. Journal fur Ornithology. 2003;44:317–322.

9 Silva MA, Marvulo MFV, Mota RA, Silva JCR. A importância da ordem Ciconiiformes na cadeia epidemiológica de *Salmonella* spp. para a saúde pública e a conservação da diversidade biológica. Pesquisa Veterinária Brasileira. 2010;30(7):573-580.

10 Newman SH, Chmura A, Converse KA, Kilpatrick M, Patel N, Lammers E, Daszak P. Aquatic bird disease and mortality as an indicator of changing ecosystem health. Marine Ecology Progress Series. 2007;352:299–309.

11 Sick H. Ornitologia brasileira. Rio de Janeiro: Nova Fronteira; 1997. 912p.

12 Martinez C. Food and Niche Overlap of the Scarlet Ibis and the Yellow-crowned Night Heron in a Tropical Mangrove Swamp. Waterbirds. 2004;27(1):1-8.

13 Olmos F, Silva-Silva RS, Prado A. Breeding Season Diet of Scarlet Ibises and Little Blue Herons in a Brazilian Mangrove Swamp. Waterbirds. 2001;24(1):50-57.

14 Castelo-Branco DSCM, Silva A., Monteiro FOB, Guedes GMM, Sales JA, Oliveira JS, Maia-Junior JE, Miranda SA, Sidrim JJC, Alencar LP, Brilhante RSN, Cordeiro RA, Bandeira TJPG, Pereira-Neto WA, Rocha MFG. *Aeromonas* and *Plesiomonas* species from scarlet ibis (*Eudocimus ruber*) and their environment: monitoring antimicrobial susceptibility and virulence. Antonie van Leeuwenhoek. 2017;110:33–43.

15 Janda JM, Abbott SL. The genus *Aeromonas*: taxonomy, pathogenicity and infection. Clinical Microbiol Review. 2010;23:35–73.

16 Fink D, Cremer MJ. The return of the Scarlet Ibis: first breeding event in southern Brazil after local extinction. Revista Brasileira de Ornitologia. 2015;23(4):385-391.

17 Zschornack T. Dissertação de Mestrado: Avaliação do impacto da implantação do sistema de esgotamento sanitário na qualidade da água da bacia hidrográfica do Rio Cachoeira sob a ótica da saúde ambiental. Joinville/SC, 2016.

18 Ebert LA, Schlemper JC, Pelisser MR, Pereira BA, Silva MAC, Branco JO. Pathogenic bacteria associated with kelp gull *Larus dominicanus* (Charadriiformes, Laridae) on the coast of Santa Catarina State – Brazil. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences. 2016;5(5):458-473.

19 Castro-Silva MA, Manoel FC, Krueger J, Barreiros MAB, Branco JO. Identificação de bactérias potencialmente patogênicas a humanos presentes em *Sula leucogaster* (Suliformes: Sulidae), no litoral de Santa Catarina, Brasil. Revista Brasileira de Ornitologia. 2011;19(4):520-524.

20 Ferreira AJP, Knöbl T. Colibacilose aviária. In: Berchieri JRA, Macari M. Doença das aves. Campinas: Facta; 2000. p. 30-41.

21 Dho-Moulin M, Fairbrother JM. Avian pathogenic *Escherichia coli* (APEC). Veterinary Research. 1999;30:299-316.

22 Carvalho VM. Colibacilose e Salmonelose. In: Cubas ZS, Silva JCR, Catão-Dias JL. Tratado de Animais Selvagens – Medicina Veterinária. São Paulo: Roca; 2006. p.742-750.

- 23 Saidenberg AB, Knöbl T. Colibacilose em aves ornamentais e silvestres: revisão. *Ciência Veterinária Tropical*. 2005; 8:16-28.
- 24 Xi Y, Wood C, Lu B, Zhang Y. Prevalence of a Septicemia Disease in the Crested Ibis (*Nipponia nippon*) in China. *Avian Diseases*. 2007;51(2):614-617.
- 25 Awad-Alla ME, Hanan MF, Abdien HMF, Dessouki AA. Prevalence of bacteria and parasites in White Ibis in Egypt. *Veterinaria Italiana*. 2010;46(3):277-286.
- 26 Suphoronski SA, Raso TF, Weinert NC, Seki MC, Carrasco AOT. Occurrence of *Salmonella* sp. and *Escherichia coli* in free-living and captive wild birds from 2010-2013 in Guarapuava, Paraná, Brazil. *African Journal Microbiology Research*. 2015;9(29):1778-1782.
- 27 Gilchrist MJR. Enterobacteriaceae: opportunistic pathogens and other genera. In: Murray PR, Baron EJ, Pfaller MA, Tenover FC, Tenover RH. *Manual of Clinical Microbiology*. 6a ed. Washington: ASM; 1995. p.457-464.
- 28 Dlugosz AP, Santin E, Hayashi RM, Lourenço MC, Silva AB. Prevalência de *Salmonella* sp. em calopsitas (*Nymphicus hollandicus*) mantidas em cativeiro comercial. *Archives of Veterinary Science*. 2015;20(2):155-160.
- 29 Drzewiecka D. Significance and roles of *Proteus* spp. bacteria in natural environments. *Microbiology Ecology*. 2016;72:741-758.
- 30 Hammerum AM. Enterococci of animal origin and their significance for public health. *Clinical Microbiology Infection*. 2012; 18:619-625.
- 31 Silva VL, Caçador NC, Silva CSF, Fontes CO, Garcia GD, Nicoli JR, Diniz CG. Occurrence of Multidrug-Resistant and Toxic-Metal Tolerant Enterococci in Fresh Feces from Urban Pigeons in Brazil. *Microbes Environmental*. 2012;27(92):179-185.
- 32 Gerlach H. Bacteria. In: Ritchie BW, Harrison GJ, Harrison LR. *Avian medicine: principles and application*. Lake Worth: Wingers Publishing, 1994. p. 949-983.

AUTORIZAÇÃO

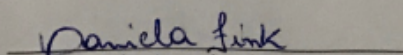
Nome do autor: Daniela Fink

RG: 6820238-8

Título da Tese: "Aspectos reprodutivos, alimentares e zoonóticos do guará (*Eudocimus ruber*) (PELECANIFORMES, Threskiornithidae) na Baía Babitonga, Santa Catarina"

Autorizo a Universidade da Região de Joinville – UNIVILLE, através da Biblioteca Universitária, disponibilizar cópias da Tese de minha autoria.

Joinville, 04 de outubro de 2018.


Assinatura do aluno