UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Instituto de Biociências
Campus do Litoral Paulista

ECOLOGIA REPRODUTIVA DO TRINTA-RÉIS-DE-BICO-VERMELHO, *Sterna hirundinacea* LESSON, 1831 (AVES: LARIDAE), EM UMA ÁREA ARTIFICIAL NO LITORAL DO ESTADO DE SÃO PAULO, BRASIL

LÉO CORDEIRO DE MELLO DA FONSECA

SÃO VICENTE - SP

2023

Instituto de Biociências - Campus do Litoral Paulista
Praça Infante D. Henrique s/nº - CEP 11330-900 - São Vicente/SP - Brasil
Tel. (13) 3569-7100 - coordenadoria@clp.unesp.br

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Instituto de Biociências
Campus do Litoral Paulista

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

"Júlio de Mesquita Filho"

INSTITUTO DE BIOCIÊNCIAS

CÂMPUS DO LITORAL PAULISTA

ECOLOGIA REPRODUTIVA DO TRINTA-RÉIS-DE-BICO-VERMELHO, *Sterna hirundinacea* LESSON, 1831 (AVES: LARIDAE), EM UMA ÁREA ARTIFICIAL NO LITORAL DO ESTADO DE SÃO PAULO, BRASIL

Léo Cordeiro de Mello da Fonseca

Orientador: Prof. Dr. Edison Barbieri

Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências, Câmpus do Litoral Paulista, UNESP, para obtenção do título de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade de Ambientes Costeiros.

SÃO VICENTE - SP

2023

Instituto de Biociências - Campus do Litoral Paulista
Praça Infante D. Henrique s/nº - CEP 11330-900 - São Vicente/SP - Brasil
Tel. (13) 3569-7100 - coordenadoria@clp.unesp.br

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Instituto de Biociências
Campus do Litoral Paulista

F676e

Fonseca, Léo Cordeiro de Mello da
Ecologia reprodutiva do trinta-réis-de-bico-vermelho, Sterna hirundinacea Lesson, 1831 (Aves: Laridae), em uma área artificial no litoral do estado de São Paulo, Brasil / Léo Cordeiro de Mello da Fonseca. -- São Vicente, 2023
105 p. : tabs., fotos, mapas

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Biociências, São Vicente
Orientador: Edison Barbieri

1. Ambiente artificial. 2. Aves costeiras. 3. Aves marinhas. 4. Ecologia. 5. Reprodução. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do Instituto de Biociências, São Vicente. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

Instituto de Biociências - Campus do Litoral Paulista
Praça Infante D. Henrique s/nº - CEP 11330-900 - São Vicente/SP - Brasil
Tel. (13) 3569-7100 - coordenadoria@clp.unesp.br

AGRADECIMENTOS

"Viva com ousadia. Se esforce. Não se acomode. Apenas viva bem. Apenas viva."

(Jojo Moyes)

Primeiramente, sou muito grato ao meu orientador, o Prof. Dr. Edison Barbieri, que desde o início me auxiliou no desenvolvimento deste trabalho. Fico muito feliz que aceitou o convite e que tenhamos criado essa parceria mesmo à distância e no meio de uma pandemia tão triste como a da COVID-19. Seus conhecimentos e sabedoria no estudo das aves marinhas, assim como a perspicácia para os detalhes na escrita, tornaram possível a finalização desta pesquisa.

Em seguida, agradeço à veterinária Juliana Saviolli por todo o conhecimento que me passou sobre trinta-réis e por ter proporcionado a realização do trabalho de campo no TEBAR junto ao AvesAmar. Muito obrigado de coração por ter me recebido calorosamente quando fui procurá-la ainda com dúvidas em relação ao projeto de pesquisa. Agradeço também ao biólogo Rodrigo Souza, responsável por nosso acesso ao Terminal e à colônia, tanto pelo apoio no monitoramento quanto pela companhia durante minha estadia em São Sebastião. Ainda, escrevo um muito obrigado à equipe do AvesAmar e do Instituto Argonauta de São Sebastião pelas novas amizades e laços que criei.

Não posso deixar de mencionar também o meu amigo Vagner Camilotti que, mesmo depois de ter me coorientado na graduação, sempre se manteve à disposição para ajudar. Foi graças a seus inúmeros conhecimentos em estatística que consegui realizar grande parte das análises apresentadas neste documento. Sou eternamente grato por tudo!

Também dedico agradecimentos à minha mãe Cristina que, assim como durante todo o processo que enfrentei na graduação, sempre fez o melhor para que eu tivesse condições de estudar; desta vez, em particular, na minha jornada pela pós-graduação. Eu te amo e reconheço tudo o que fez e faz por mim. Agradeço também à minha tia Regina por todas as vezes que me ajudou quando eu precisei, e à minha família da Serrinha, incluindo meu pai Sérgio, avós, tias, tios, primos e irmã

por todo o suporte em todas as vezes que fui, animado, visitá-los.

Aos docentes da pós-graduação, sou grato especialmente à Carolina Bertozzi, por ter sido simpática e solícita comigo desde o início do mestrado, especialmente quando me aceitou como seu estagiário na disciplina "Zoologia de Amniota". Além disso, a viagem que organizou à Cananéia pela disciplina "Biologia e conservação de mamíferos marinhos" foi extraordinária e me deu a oportunidade de conhecê-la melhor, assim como os colegas da pós. Muito obrigado por nos proporcionar essa experiência.

Também direciono minha gratidão à ex-professores da graduação. Walderez Moreira, Karla Lopes, Nádia Maria e Rogério Vianna sempre acreditaram em mim, me motivaram a continuar estudando e me impulsionaram a seguir carreira acadêmica. A amizade de vocês é muito importante para mim. Ainda, serei sempre muito grato ao meu amigo e engenheiro florestal Rogério Mazzeo, por ser mais uma das principais pessoas que acreditam no meu trabalho e que, gentilmente, me ofereceu um emprego durante todo esse período no mestrado em que não tive nenhuma bolsa de estudos.

Ao meu irmão e amigos, direciono agradecimentos à Lucas Cordeiro, Carolini Lionardi, Ana Roschildt, Paola Moura, Ana Lemes, Bárbara Bocalari, Vitor Micheletto, Maria Micheletto, Gustavo Menecucci, Carolina Petrini, Renan Ramos, Yuri Reis, Pedro Costa, Beatriz Ukstin, Gabriel de Oliveira, Diogo da Silva, Isabela Nepomuceno, Lorena Viana e Júlia Vidal. Todos vocês me ajudaram de alguma forma neste processo, seja por meio de conversas, desabafos ou momentos de espairecimento, que são tão necessários quanto o estudo árduo durante uma pesquisa ou período acadêmico.

Sem todos vocês (e aqueles que humildemente peço perdão por não citar neste espaço reduzido) presentes durante minha vida na pós e fora dela, eu não teria conseguido terminar.

Muito obrigado a todos e todas.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Locais onde já existem registros prévios de uso como sítios de reprodução por *S. hirundinacea* nos municípios de São Sebastião (exceto Arquipélago de Alcatrazes) e Ilhabela, estado de São Paulo 25

Figura 2. Vista do Píer do TEBAR, em detalhes 26

Figura 3. Exemplo de cercado de madeira utilizado para a proteção dos ninhos 28

Figura 4. Ovo marcado com caneta hidrocor 29

Figura 5. Exemplo de cercado de madeira com aparato onde o ninhego poderia se esconder 30

Figura 6. Cronologia geral de nidificação, de forma acumulativa, durante a estação reprodutiva de 2021 no TEBAR, de 28/05/2021 a 17/09/2021 35

Figura 7. Distribuição espacial dos ninhos do TEBAR em 2021 36

Figura 8. Diferentes locais em que os ninhos foram construídos 37

Figura 9. Diferentes substratos sobre os quais os ninhos foram construídos 37

Figura 10. Diferentes materiais utilizados na construção dos ninhos 38

Figura 11. Número de ninhos construídos e monitorados em função dos diferentes locais ao longo do Píer (Píer Su =28; Estação Meteorológica=20; *Looping* 2=6; Ponte de Acesso=3) 39

Figura 12. Número de ninhos em função dos diferentes substratos sobre os quais foram construídos (Cimento = 38; Grama = 15; Metade grama/Metade terra = 3; Metade grama/Metade cimento = 1) 39

Figura 13. Número de ninhos em função dos diferentes materiais utilizados em sua construção (Pedras = 23; Gram a= 16; Nenhum material=8; Grama e terra = 4; Grama e pedras = 2; Plástico, pedras e madeira = 2; Plástico, pedras e ferro = 1; Ferro, madeira, pedras, terra e pano =1) 40

Figura 14. Cronologia geral de postura, de forma acumulativa, durante o monitoramento de 57 ninhos na estação reprodutiva de 2021, no TEBAR 41

Figura 15. Número de ovos postos em função do tipo de ovo (A = 57; B = 12; A2 = 9) 42

Figura 16. Número de ovos postos em função dos diferentes locais ao longo do Píer (Píer Sul

= 39; Estação Meteorológica = 28; *Looping* 2 = 6; Ponte de Acesso = 5) 43

Figura 17. Número de ovos postos em função dos diferentes substratos sobre os quais os ninhos foram construídos (Cimento = 49; Grama = 21; Metade grama/Metade terra = 5; Metade grama/Metade cimento = 3) 43

Figura 18. Número de ovos postos em função dos diferentes materiais utilizados na construção dos ninhos (Pedras = 31; Grama = 22; Nenhum material = 13; Grama e terra = 6; Grama e pedras = 2; Plástico, pedras e madeira = 2; Plástico, pedras e ferro = 1; Ferro, madeira, pedras, terra e pano = 1) 44

Figura 19. Redução dos valores médios da massa de ovos A, B e A2 em intervalos de 48-72 horas 47

Figura 20. Número de ovos perdidos em função do tipo de ovo (A = 49; B = 7; A2 = 7) 48

Figura 21. Número de ovos perdidos em função dos diferentes locais ao longo do Píer (Píer Sul = 32; Estação Meteorológica = 20; *Looping* 2 = 6; Ponte de Acesso = 5) 48

Figura 22. Número de ovos perdidos em função dos diferentes substratos sobre os quais os ninhos foram construídos (Cimento = 42; Grama = 14; Metade grama/Metade terra = 4; Metade grama/Metade cimento = 3) 49

Figura 23. Número de ovos perdidos em função dos diferentes materiais utilizados na construção dos ninhos (Pedras = 25; Grama = 15; Nenhum material = 13; Grama e terra = 5; Plástico, pedras e madeira = 2; Grama e pedras = 1; Plástico, pedras e ferro = 1; Ferro, madeira, pedras, terra e pano = 1) 49

Figura 24. Causas e respectivas porcentagens da perda de ovos 50

Figura 25. Número de ovos perdidos por predação em função do tipo de ovo (A = 27; B = 6; A2 = 5) 51

Figura 26. Número de ovos perdidos por predação em função dos diferentes locais ao longo do Píer onde foram postos ovos (Píer Sul = 17; Estação Meteorológica = 15; Ponte de Acesso = 4; *Looping* 2 = 2) 51

Figura 27. Número de ovos perdidos por predação em função dos diferentes substratos sobre os quais os ninhos foram construídos e onde foram postos ovos (Cimento = 21; Grama = 11; Metade grama/Metade terra = 3; Metade grama/Metade cimento = 3) 52

Figura 28. Número de ovos perdidos por predação em função dos diferentes materiais utilizados na construção dos ninhos nos quais foram postos ovos (Pedras = 14; Grama = 11; Nenhum material = 8; Grama e terra = 4; Ferro, madeira, pedras, terra e pano = 1; Grama e pedras = 0; Plástico, pedras e madeira = 0; Plástico, pedras e ferro = 0) 52

Figura 29. Número de ovos perdidos por gorar em função do tipo de ovo (A = 20; A2 = 2; B = 0) 53

Figura 30. Número de ovos perdidos por gorar em função dos diferentes locais ao longo do Píer onde foram postos ovos (Píer Sul = 12; Estação Meteorológica = 5; *Looping* 2 = 4; Ponte de Acesso = 1) 54

Figura 31. Número de ovos perdidos por gorar em função dos diferentes substratos sobre os quais os ninhos foram construídos e onde foram postos ovos (Cimento = 18; Grama = 3; Metade grama/Metade terra = 1; Metade grama/Metade cimento = 0) 54

Figura 32. Número de ovos perdidos por gorar em função dos diferentes materiais utilizados na construção dos ninhos nos quais foram postos ovos (Pedras = 8; Nenhum material = 5; Grama = 4; Plástico, pedras e madeira = 2; Plástico, pedras e ferro = 1; Grama e terra = 1; Grama e pedras = 1; Ferro, madeira, pedras, terra e pano = 0) 55

Figura 33. Número de ovos perdidos por eventos de indivíduos natimortos em função do tipo de ovo (A = 2; B = 1; A2 = 0) 56

Figura 34. Número de ovos perdidos por eventos de indivíduos natimortos em função dos diferentes locais ao longo do Píer onde foram postos ovos (Píer Sul = 3; Estação Meteorológica = 0; *Looping* 2 = 0; Ponte de Acesso = 0) 57

Figura 35. Número de ovos perdidos por eventos de indivíduos natimortos em função dos diferentes substratos sobre os quais os ninhos foram construídos e onde foram postos ovos (Cimento = 3; Grama = 0; Metade grama/Metade terra = 0; Metade grama/Metade cimento = 0) 57

Figura 36. Número de ovos perdidos por eventos de indivíduos natimortos em função dos diferentes materiais utilizados na construção dos ninhos nos quais foram postos ovos (Pedras = 3; Nenhum material = 0; Grama = 0; Plástico, pedras e madeira = 0; Plástico, pedras e ferro = 0;

Grama e terra = 0; Grama e pedras = 0; Ferro, madeira, pedras, terra e pano = 0) 58

Figura 37. Figura 36. Número de ninhegos saudáveis nascidos em função do tipo de ovo (A = 8; B = 5; A2 = 2) 60

Figura 38. Número de ninhegos saudáveis nascidos em função dos diferentes locais ao longo do Píer (Estação Meteorológica = 8; Píer Sul = 7; *Looping* 2 = 0; Ponte de Acesso = 0) 61

Figura 39. Número de ninhegos saudáveis nascidos em função dos diferentes substratos sobre os quais os ninhos foram construídos (Cimento = 7; Grama = 7; Metade grama/Metade terra = 1; Metade grama/Metade cimento = 0) 61

Figura 40. Número de ninhegos saudáveis nascidos em função dos diferentes materiais utilizados na construção dos ninhos (Grama = 7; Pedras = 6; Grama e terra = 1; Grama e pedras = 0; Nenhum material = 0; Plástico, pedras e madeira = 0; Plástico, pedras e ferro = 0; Ferro, madeira, pedras, terra e pano = 0) 62

Figura 41. Número de ninhegos perdidos em função do tipo de ovo do qual nasceram (A = 5; B = 4; A2 = 2) 63

Figura 42. Número de ninhegos perdidos em função dos diferentes locais ao longo do Píer onde nasceram ninhegos saudáveis (Píer Sul = 6; Estação Meteorológica = 5; *Looping* 2 = 0; Ponte de Acesso = 0) 64

Figura 43. Número de ninhegos perdidos em função dos diferentes substratos sobre os quais os ninhos foram construídos e onde nasceram ninhegos saudáveis (Cimento = 6; Grama = 5; Metade grama/Metade terra = 0; Metade grama/Metade cimento = 0) 64

Figura 44. Número de ninhegos perdidos em função dos diferentes materiais utilizados na construção dos ninhos nos quais nasceram ninhegos saudáveis (Pedras = 5; Grama = 5; Grama e pedras = 1; Grama e terra = 0; Nenhum material = 0; Plástico, pedras e madeira = 0; Plástico, pedras e ferro = 0; Ferro, madeira, pedras, terra e pano = 0) 65

Figura 45. Causas e respectivas porcentagens da perda de ninhegos 65

Figura 46. Número de ninhegos perdidos por predação ou por cair no mar em função do tipo de ovo do qual nasceram (A = 3; A2 = 2; B = 1) 67

Figura 47. Número de ninhegos perdidos por predação ou por cair no mar em função dos

diferentes locais ao longo do Píer onde nasceram ninhegos saudáveis (Estação Meteorológica = 4; Píer Sul = 2; *Looping* 2 = 0; Ponte de Acesso = 0) 67

Figura 48. Número de ninhegos perdidos por predação ou por cair no mar em função dos diferentes substratos sobre os quais os ninhos foram construídos e onde nasceram ninhegos saudáveis (Grama = 4; Cimento = 2; Metade grama/Metade terra = 0; Metade grama/Metade cimento = 0) 67

Figura 49. Número de ninhegos perdidos por predação ou por cair no mar em função dos diferentes materiais utilizados na construção dos ninhos nos quais nasceram ninhegos saudáveis (Grama = 4; Pedras = 2; Grama e pedras = 0; Grama e terra = 0; Nenhum material = 0; Plástico, pedras e madeira = 0; Plástico, pedras e ferro = 0; Ferro, madeira, pedras, terra e pano = 0) 68

Figura 50. Número de ninhegos perdidos por atropelamento em função do tipo de ovo do qual nasceram (A = 2; B = 2; A2 = 0) 69

Figura 51. Número de ninhegos perdidos por atropelamento em função dos diferentes locais ao longo do Píer onde nasceram ninhegos saudáveis (Píer Sul = 4; Estação Meteorológica = 0; *Looping* 2 = 0; Ponte de Acesso = 0) 69

Figura 52. Número de ninhegos perdidos por atropelamento em função dos diferentes substratos sobre os quais os ninhos foram construídos e onde nasceram ninhegos saudáveis (Cimento = 4; Grama = 0; Metade grama/Metade terra = 0; Metade grama/Metade cimento = 0) 70

Figura 53. Número de ninhegos perdidos por atropelamento em função dos diferentes materiais utilizados na construção dos ninhos nos quais nasceram ninhegos saudáveis (Pedras = 3; Grama e pedras = 1; Grama = 0; Grama e terra = 0; Nenhum material = 0; Plástico, pedras e madeira = 0; Plástico, pedras e ferro = 0; Ferro, madeira, pedras, terra e pano = 0) 70

Figura 54. Número de ninhegos perdidos por causas naturais em função do tipo de ovo do qual nasceram (B = 1; A = 0; A2 = 0) 71

Figura 55. Número de ninhegos perdidos por causas naturais em função dos diferentes locais ao longo do Píer onde nasceram ninhegos saudáveis (Estação Meteorológica = 1; Píer Sul = 0; *Looping* 2 = 0; Ponte de Acesso = 0) 72

Figura 56. Número de ninhegos perdidos por causas naturais em função dos diferentes

substratos sobre os quais os ninhos foram construídos e onde nasceram ninhegos saudáveis (Gram =1; Cimento=0; Metade grama/Metade terra = 0; Metade grama/Metade cimento = 0) 72

Figura 57. Número de ninhegos perdidos por causas naturais em função dos diferentes materiais utilizados na construção dos ninhos nos quais nasceram ninhegos saudáveis (Grama = 1; Pedras = 0; Grama e terra = 0; Grama e pedras = 0; Nenhum material = 0; Plástico, pedras e madeira = 0; Plástico, pedras e ferro = 0; Ferro, madeira, pedras, terra e pano = 0) 73

Figura 58. Frequência de morte de ninhegos em função da idade (em dias de vida) 74

Figura 59. Aumento dos valores médios da massa de ninhegos A, B e A2 em intervalos de 48-72 horas 76

Figura 60. Número de ninhegos saudáveis nascidos que voaram em função do tipo de ovo do qual nasceram (A = 3; B = 1; A2 = 0) 77

Figura 61. Número de ninhegos saudáveis que voaram em função do local ao longo do Píer (Estação Meteorológica = 3; Píer Sul = 1; *Looping* 2 = 0; Ponte de Acesso = 0) 77

Figura 62. Número de ninhegos saudáveis que voaram em função do substrato sobre o qual os ninhos foram construídos (Grama = 2; Cimento = 1; Metade grama/Metade terra = 1; Metade grama/Metade cimento = 0) 78

Figura 63. Número de ninhegos saudáveis que voaram em função dos diferentes materiais utilizados na construção dos ninhos (Grama = 2; Pedras = 1; Grama e terra = 1; Grama e pedras = 0; Nenhum material = 0; Plástico, pedras e madeira = 0; Plástico, pedras e ferro = 0; Ferro, madeira, pedras, terra e pano = 0) 78

SUMÁRIO

Resumo **14**
Abstract **16**
1. INTRODUÇÃO **18**
2. OBJETIVOS **23**
2.1. Objetivo geral 23
2.2. Objetivos específicos 23
3. MATERIAIS E MÉTODOS **24**
3.1. Área de estudo 24
3.2. Metodologia 26
4 . RESULTADOS **34**
4.1. Colônia e ninhos **34**
4.1.1. Estabelecimento, número de indivíduos e duração da estação 34
4.1.2. Construção dos ninhos 36
4.2. Ovos **40**
4.2.1. Postura 40
4.2.2. Biometria 44
4.2.2.1. Perda de água para o meio 45
4.2.3. Perda 47
4.2.3.1. Perda geral 47
4.2.3.2. Perda por predação 50
4.2.3.3. Perda por gorar 52
4.2.3.4. Perda por eventos de invidíduos natimortos 55
4.2.4. Incubação 58
4.3. Ninhegos **59**
4.3.1. Nascimento e sucesso de incubação 60
4.3.2. Perda 62
4.3.2.1. Perda geral 62
4.3.2.2. Perda por predação ou por cair no mar 66

4.3.2.3. Perda por atropelamento 68
4.3.2.4. Perda por causas naturais 70
4.3.3. Sobrevivência 73
4.3.4. Crescimento 74
4.3.5. Voo e sucesso reprodutivo 76
5. DISCUSSÃO 80
5.1. Área natural x área artificial 88
6. CONCLUSÕES 92
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 94
APÊNDICES 101

RESUMO

Sterna hirundinacea Lesson, 1831 é uma espécie de ave marinha/costeira pertencente à ordem Charadriiformes e à família Laridae. Sua reprodução já foi estudada anteriormente no Brasil, porém apenas em ambientes naturais e com a maior parte dos estudos tendo sido realizada no sul do país. A reprodução da espécie em ambientes artificiais já foi estudada em Coquimbo, no Chile, porém nunca antes no Brasil e acompanhando um número elevado de indivíduos. A presente pesquisa foi realizada no Terminal Aquaviário da Petrobrás (TEBAR), uma área artificial localizada no Canal de São Sebastião, durante os meses de abril a setembro de 2021. A contagem dos ninhos foi executada de maio a setembro de 2021, e 57 do total de ninhos foram selecionados para monitoramento a cada 48-72 horas. Além de *S. hirundinacea*, outras espécies de aves utilizaram o TEBAR em 2021, e poucos indivíduos de *Thalasseus acuflavidus* foram observados no local. A duração da estação reprodutiva de *S. hirundinacea* foi de 145 dias. Foram contabilizados 159 ninhos e 318 indivíduos maduros se reproduzindo. O local de construção dos ninhos variou dentro do TEBAR, podendo ocorrer no Píer Sul, Estação Meteorológica, *Looping 2* ou na Ponte de Acesso. As aves nidificaram sobre substratos de cimento, grama, metade grama/metade terra e metade grama/metade cimento. Os materiais utilizados para a construção dos ninhos incluíram pedras, nenhum material, ferro, madeira, terra, grama, plástico e pano. O tamanho médio das ninhadas foi de 1,21 ± 0,41 ovos por ninho, incluindo ninhos com um ovo (n = 45) e com dois (n = 12). Eventos de repostura (n = 9) envolveram a postura de um novo ovo para nove casais que haviam perdido o (s) seu (s) anteriormente. O intervalo médio entre a postura do primeiro e segundo ovo em ninhos com dois ovos foi de 94,00 ± 49,50 horas. O número total de ovos postos correspondeu a 78; as medidas de comprimento, largura e volume médios no valor de 4,56 ± 0,22 cm, 3,26 ± 0,09 cm e 25,45 ± 2,01 cm^3, respectivamente. Foi verificada diferença significativa nos valores biométricos em função do tipo de ovo no que diz respeito ao comprimento e volume do primeiro ovo e do segundo ovo posto. A redução média na massa dos ovos por intervalo foi calculada em 0,39 ± 0,02 g, e foi encontrada diferença significativa nas médias de massa por intervalo entre o primeiro e segundo ovo posto, e também entre o primeiro ovo posto e o ovo de repostura. Os ovos perdidos (n = 63) o foram por predação (60,3%), por gorar (34,9%) e pela

presença de natimortos (4,8%). O período médio de incubação foi de 23,73 ± 2,34 dias, não tendo sido identificada diferença significativa em função do tipo de ovo. Os ninhegos nascidos saudáveis somaram 15 indivíduos (sucesso de incubação de 19,2%), dos quais 11 (73,3%) não sobreviveram. As causas de mortalidade dos ninhegos incluíram predação ou queda no mar (54,5%), atropelamento (36,4%) e causas naturais (9,1%). O maior número de mortes de ninhegos ocorreu durante os primeiros nove dias após a eclosão, e o risco demonstrou novo aumento ao atingirem 21-30 dias de vida. Quatro ninhegos atingiram a habilidade de voo, e o sucesso reprodutivo obtido se deu no valor de 5,1%. A média da estação reprodutiva para pares bem-sucedidos foi de 58,25 ± 4,19 dias, e o tempo médio para um ninhego atingir o voo se deu em 31,75 ± 2,87 dias. Os diferentes fatores estudados indicaram que a preferência das aves para reprodução no TEBAR se deu no Píer Sul, sobre o cimento e utilizando pedras para a construção dos ninhos. O maior sucesso de incubação e reprodutivo foi obtido na Estação Meteorológica, sobre a grama e utilizando grama para a construção dos ninhos. O TEBAR se mostrou um ambiente com determinadas semelhanças e diferenças na reprodução de *S. hirundinacea* quando comparado às áreas naturais de nidificação da espécie. A área exposta e com desenvolvimento constante de atividades antrópicas possivelmente acarretou uma maior perda de ovos e ninhegos por predação e causas relacionadas à aproximação humana. Mais estudos, e realizados de forma periódica, são necessários para diagnosticar a área do TEBAR como de fato prejudicial à *S. hirundinacea*, possibilitando, em caso positivo, a elaboração e implementação de medidas de conservação no local.

Palavras-chave: Ambiente artificial, aves costeiras, aves marinhas, ecologia, reprodução.

ABSTRACT

Sterna hirundinacea Lesson, 1831 is a species of seabird in the order Charadriiformes and family Laridae. Its reproduction has already been studied previously in Brazil, but only in natural environments, and most of the studies have been carried out in the south of the country. The reproduction of the species in artificial environments has already been studied in Coquimbo, Chile, but never before in Brazil and accompanying a large number of individuals. The present research was carried at the Petrobrás Waterway Terminal (TEBAR), an artificial area located in the São Sebastião Channel, during the months of April to September 2021. The nest count was performed from May to September 2021, and 57 of the Total nests were selected for monitoring every 48-72 hours. In addition to *S. hirundinacea*, other bird species used TEBAR in 2021, and few individuals of *Thalasseus acuflavidus* were observed at the site. The length of the breeding season for *S. hirundinacea* was 145 days. There were 159 nests and 318 mature individuals reproducing. The construction site of the nests varied within TEBAR, and could occur at the South Pier, Meteorological Station, Looping 2 or on the Access Bridge. The birds nested on substrates of cement, grass, half grass/half earth and half grass/half cement. The materials used for building the nests included stones, none, iron, wood, earth, grass, plastic and cloth. Mean clutch size was 1,21 ± 0,41 eggs per nest, including nests with one egg (n = 45) and with two eggs (n = 12). Relay events (n = 9) involved the laying of a new egg for nine couples who had previously lost their egg (s). The average interval between laying the first and second egg in nests with two eggs was 94,00 ± 49,50 hours. The total number of laid eggs corresponded to 78; the average length, width and volume measurements amounting to 4,56 ± 0,22 cm, 3,26 ± 0,09 cm and 25,45 ± 2,01 cm³, respectively. A significant difference was verified in the biometric values depending on the type of egg with regard to the length and volume of the first egg and the second egg laid. The mean reduction in egg mass per interval was calculated at 0,39 ± 0,02 g, and a significant difference was found in the mean mass per interval between the first and second egg laid, and also between the first egg laid and the next egg reposition. Eggs lost (n = 63) were due to predation (60,3%), gorging (34,9%) and the presence of stillbirths (4,8%). The average incubation period was 23,73 ± 2,34 days, with no significant difference being identified depending on the type of egg. The healthy born nestlings

totaled 15 individuals (hatching success of 19,2%), of which 11 (73,3%) did not survive. Causes of nestling mortality included predation or falling into the sea (54,5%), being run over (36,4%) and natural causes (9,1%). The greatest number of nestling deaths occurred during the first nine days after hatching, and the risk showed a further increase when they reached 21-30 days of age. Four nestlings reached the ability to fly, and the reproductive success obtained was 5,1%. The average breeding season for successful pairs was 58,25 ± 4,19 days and the average time for a nestling to fly was 31,75 ± 2,87 days. The different factors studied indicated that the preference of birds for reproduction in TEBAR occurred at the South Pier, over cement and using stones to build the nests. The greatest incubation and reproductive success were obtained at the Meteorological Station, on grass and using grass to build the nests. TEBAR proved to be an environment with certain similarities and differences in the reproduction of *S. hirundinacea* when compared to the natural nesting areas of the species. The exposed area and the constant development of human activities possibly led to a greater loss of eggs and nestlings due to predation and causes related to human proximity. More studies, and carried out periodically, are necessary to diagnose the TEBAR area as actually harmful to *S. hirundinacea*, enabling, if so, the elaboration and implementation of conservation measures in the place.

Keywords: Artificial environment, shorebirds, seabirds, ecology, reproduction.

1. INTRODUÇÃO

Aves marinhas correspondem a um grupo relativamente pequeno de táxons que se tornou eficientemente adaptado ao ambiente marinho (BRANCO, 2004). Estima-se que apenas 3,2% das espécies conhecidas de aves estão adaptadas à vida no mar (PETERSON, 2003), 148 dessas podendo ser avistadas no Brasil (BRANCO; BARBIERI; FRACASSO, 2010). Branco (2004) considerou como aves marinhas insulares aquelas que nidificam em ilhas costeiras e oceânicas e, neste contexto, apenas 18 destas são encontradas se reproduzindo em ambientes insulares no litoral brasileiro, além de outras espécies aquáticas.

O litoral paulista conta com seis espécies de aves marinhas insulares formando colônias reprodutivas ao longo de sua extensão (CAMPOS *et al*., 2004). Dentre essas, quatro correspondem a membros da família Laridae, os quais têm seus sítios reprodutivos e locais de pouso ameaçados, podendo-se citar práticas como o fogo intencional, poluição do mar, presença de pescadores/turistas e o uso diverso e intenso das praias como exemplos de fatores responsáveis pela crescente suscetibilidade dessas colônias (CAMPOS *et al*., 2004). Apesar das ameaças, estas espécies parecem não ter suas populações em declínio em São Paulo, uma vez que *Thalasseus maximus* apresenta números muito expressivos e ocorre ao longo de todo o ano no estuário de Cananéia, Iguape e Ilha Comprida (BARBIERI; PINNA, 2007a), e que o mesmo ocorre também com *Thalasseus acuflavidus* (taxonomia atual) (BARBIERI; PINNA, 2007b; BARBIERI; MENDONÇA, 2008). Ainda, Barbieri e Mendonça (2008) constataram que o atual *Thalasseus acuflavidus* foi o trinta-réis mais abundante na Ilha Comprida de janeiro de 1999 a dezembro de 2001. Em contrapartida, e apesar de ter aparecido em todos os anos estudados, *Sterna hirundinacea* apresentou números reduzidos de ocorrência no local.

S. hirundinacea Lesson, 1831, popularmente conhecida como trinta-réis-de-bico-vermelho, é uma ave pertencente à ordem Charadriiformes e à família Laridae (PACHECO *et al*., 2021). De acordo com a revisão apresentada por Vieira (2017), e seguindo a definição de Schreiber e Burger (2001), os quais utilizam o termo *marine birds*, assim sendo, a espécie pode ser ecologicamente considerada como marinha, uma vez que depende destes ambientes para

sobreviver (incluindo as áreas costeiras, estuários, banhados litorâneos e ilhas oceânicas). Porém, e de acordo com Vooren e Brusque (1999), estas aves também poderiam ser classificadas como costeiras, uma vez que ocupam o ambiente costeiro e o conjunto de águas litorâneas e pelágicas imediatas, bem como suas respectivas ilhas. A espécie atinge até 41 cm de comprimento e apresenta ampla distribuição, ocorrendo desde a Terra do Fogo (Argentina) à Bahia (Brasil), podendo também ser encontrada na costa do Pacífico (SICK, 1997). É migratória, classificada como residente sazonal do estado de São Paulo (FIGUEIREDO, 2002; CAMPOS *et al*., 2004; BARBIERI; MENDONÇA, 2008; PACHECO *et al*., 2021), e encontra-se vulnerável a nível nacional (MMA, 2018; BRASIL, 2022) e quase ameaçada no estado (BRESSAN; KIERULFF; SUGIEDA, 2009; SÃO PAULO, 2014).

Diversas ilhas do litoral paulista estão sujeitas à ação antrópica direta, principalmente de turistas, os quais descartam lixo, pisam em ovos e ninhegos e perturbam as colônias (CAMPOS *et al*., 2004), fatores que podem prejudicar a reprodução de *S. hirundinacea* nesses locais. Além da interação humana, aspectos naturais do ambiente (baixas temperaturas, aumento da maré, etc.) também podem interferir no sucesso reprodutivo, uma vez que o ecossistema marinho é bastante dinâmico e já existem registros de sua influência na mortalidade de ninhegos de *S. hirundinacea* (FRACASSO, 2004). No litoral de São Paulo, já foram registradas colônias destas aves em áreas naturais (sem incluir aqui o Arquipélago de Alcatrazes) nos municípios de São Sebastião (ilhas do Itaçucê e da Apara) e Ilhabela (ilhas da Prainha, Codó e da Figueira) (CAMPOS *et al*., 2004). As ilhas do Itaçucê e da Apara estão incluídas na Área de Proteção Ambiental Marinha do Litoral Norte (APAMLN), enquanto as da Prainha, Codó e Figueira fazem parte do Parque Estadual de Ilhabela (SÃO PAULO, 2015; SÃO PAULO, 2020). Ainda, e diferentemente dos ambientes naturais insulares, o Terminal Aquaviário da Petrobrás ou Terminal Almirante Barroso (TEBAR), também conhecido como Píer da Transpetro e localizado em São Sebastião, também já foi observado servindo como área de reprodução para a espécie (CAMPOS *et al*., 2004).

Em relação à pesquisa como um todo, os estudos com objetivo de investigar a reprodução de *S. hirundinacea* são escassos, e o pouco que já foi estudado teve como foco principalmente áreas naturais de nidificação. Somente um estudo realizado em Coquimbo (Chile) incluiu

ambientes artificiais, onde foi documentada a reprodução dessas aves em três botes na Baía La Herradura (PORTFLITT-TORO *et al*., 2018). Scolaro, Laurenti e Gallelli (1996) descreveram a biologia reprodutiva, parâmetros populacionais e taxas de crescimento de ninhegos em uma colônia com cerca de 1.180 pares reprodutivos em Punta Loma, na Argentina. Os autores concluíram que: (1) os padrões de reprodução destes animais são semelhantes ao de trinta-réis de regiões temperadas; (2) os parâmetros populacionais, o baixo sucesso reprodutivo, número de ovos postos, constantes taxas de crescimento diárias, e diferenças nas taxas de crescimento em ninhadas com dois ninhegos também seguem o de táxons destas regiões (e de espécies tropicais, no caso dos parâmetros populacionais); e (3) que os aspectos da sobrevivência dos ninhegos são comparáveis aos de *Sterna hirundo* e *Thalasseus acuflavidus*.

No Brasil, os trabalhos publicados com propósito de descrever a ecologia reprodutiva de *S. hirundinacea* são reduzidos e pontuais (BRANCO, 2003b), tendendo a se concentrar mais na região sul do país e em áreas naturais de reprodução (FRACASSO *et al*., 2010; HOGAN; PRELLVITZ; VOOREN, 2010; FRACASSO; BRANCO, 2012; FRACASSO *et al*., 2014). Grande parte das pesquisas teve como área de estudo a Ilha dos Cardos, em Santa Catarina, onde foi estudada: (1) a reprodução de *S. hirundinacea* em simpatria com *Thalasseus acuflavidus* (BRANCO, 2003b); (2) a reprodução destas aves durante três estações reprodutivas (FRACASSO *et al*., 2010); (3) as mudanças anuais e sazonais no sucesso reprodutivo (FRACASSO; BRANCO, 2012); e (4) a dinâmica reprodutiva de *S. hirundinacea*, fornecendo dados do crescimento, sobrevivência e sucesso reprodutivo da espécie (FRACASSO *et al*., 2014). À exceção desses, um estudo na Ilha Deserta, também em Santa Catarina, objetivou investigar o sucesso reprodutivo de *S. hirundinacea* e examinar fatores que poderiam influenciar no mesmo (HOGAN; PRELLVITZ; VOOREN, 2010).

No sudeste, Branco (2004) apresenta, em alguns capítulos, informações gerais sobre aves marinhas no litoral de São Paulo, Rio de Janeiro e Espírito Santo, envolvendo não só espécies de trinta-réis, mas também outros táxons. Ainda, Campos, Campos e Faria (2007) caracterizaram as colônias reprodutivas dos trinta-réis do Parque Estadual Marinho da Laje de Santos, identificando o período reprodutivo, distribuição espacial e reavaliando estimativas do número de adultos

reprodutores de cada espécie (uma delas sendo *S. hirundinacea*), além da realização de uma avaliação do estado de conservação do local em função da procriação dessas aves.

S. hirundinacea, assim como outras aves marinhas, desempenha importante papel ecológico em seu habitat natural. Seus ovos servem como recurso alimentar para outras espécies (BRANCO, 2003a; OLMOS; MARTUSCELLI, 2004) e costumam se alimentar de peixes, moluscos e crustáceos (FRACASSO, 2004; OLMOS; MARTUSCELLI, 2004), auxiliando no controle populacional desses. Ainda, os jovens e adultos contribuem para a fertilização dos ambientes insulares (como é típico das aves marinhas que interagem com estes locais) graças à sua excreção na forma de guano (GAIOTTO, 2018), permitindo a transferência de nutrientes do oceano para a terra (por meio do incremento destes na produção primária terrestre), para que possam novamente retornar ao oceano a partir de futuros processos. Desta forma, fica evidente a necessidade de mais estudos com esta espécie (CAMPOS *et al*., 2004), para que seja possível aprofundar o conhecimento em relação a mesma e poder garantir sua proteção, principalmente se estiver tendo problemas com a aproximação humana.

Como sua reprodução nunca antes foi estudada em ambientes artificiais no Brasil, este estudo buscou testar a hipótese de que *S. hirundinacea* apresenta distinções em sua ecologia reprodutiva em função de uma área artificial localizada no litoral do estado de São Paulo. Além da carência de informações sobre a reprodução de *S. hirundinacea* no sudeste brasileiro, nenhum dos estudos jamais teve como foco a obtenção de dados acerca de sua ecologia reprodutiva em ambientes artificiais e com desenvolvimento constante de atividades antrópicas que podem colocar toda a colônia em risco. Assim, a presente pesquisa corresponde a um trabalho pioneiro e de extrema importância na identificação de possíveis ameaças à conservação da espécie, suprindo assim esta lacuna de conhecimento. Com base no já observado anteriormente para a espécie em estudos realizados em áreas naturais de reprodução, pretendeu-se verificar o porquê e os possíveis riscos da ocorrência de tais distinções, caso existissem de fato.

Visando obter maiores informações, e pelo fato de desempenharem essencial papel ecológico nas cadeias tróficas costeiras e marinhas, identificar possíveis alterações na ecologia

reprodutiva de *S. hirundinacea* em função da nidificação em uma área artificial é de extrema importância para o início da compreensão de adaptação (ou a ausência dessa) às novas pressões ambientais, uma vez que já é conhecido o efeito de atividades humanas sobre a biologia de diversas espécies de aves (p. ex. FFRENCH, 1985; PETRY; SCHERER; SCHERER, 2012). Com os resultados obtidos neste estudo inédito, novos trabalhos de monitoramento e medidas de conservação poderão ser adotados, contribuindo assim para o bem-estar natural de *S. hirundinacea* e dos ambientes em que estes animais vivem.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

A presente pesquisa teve como objetivo investigar a ecologia reprodutiva de *Sterna hirundinacea* no Terminal Almirante Barroso (TEBAR), localizado no Canal de São Sebastião, sendo este o primeiro estudo detalhado sobre a reprodução da espécie em ambiente artificial no Brasil.

2.2. Objetivos específicos

- Descrever a reprodução da espécie no ambiente artificial.

- Verificar a distribuição da colônia no TEBAR.

- Analisar a escologia reprodutiva em função dos diferentes tipos de ovos, locais ao longo do Píer, substratos sobre os quais os ninhos foram construídos e materiais utilizados em sua construção.

- Analisar o sucesso reprodutivo em função do sítio artificial de nidificação.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Área de estudo

O estudo foi realizado no município de São Sebastião (23º21'20''S 45º21'00''W), o qual está localizado no litoral norte do estado de São Paulo e possui território de 520 km², com aproximadamente 300 km² cobertos pelo bioma mata atlântica (LEFÈVRE *et al*., 2007). Situa-se a 2 m acima do nível do mar, apresenta clima tropical classificado como Af de acordo com Köppen e Geiger, e pluviosidade média anual de 1.973 mm (CLIMATE-DATA, 2021). Chove ao longo do ano inteiro, e a temperatura anual varia de 17 ºC a 31 ºC, com o verão sendo curto, quente e chuvoso (temperatura máxima média diária acima de 30 ºC) e o inverno longo, agradável e seco (temperatura máxima média diária abaixo de 26 ºC) (WEATHER SPARK, 2020). Atualmente, a área urbana do município ultrapassa os limites das planícies e invade as montanhas costeiras (LEFÈVRE *et al*., 2007).

A coleta de dados ocorreu em um dos locais onde já existem registros prévios de uso como sítio de reprodução por *S. hirundinacea* (CAMPOS *et al*., 2004) (Figura 1): o Terminal Aquaviário da Petrobrás (Terminal Almirante Barroso - TEBAR) (23°47'51''S 45°22'45''W), no Canal de São Sebastião. Esta corresponde à maior unidade operacional da Transpetro em movimentação de produtos, e recebe petróleo nacional e importado por meio de navios-petroleiros, abastecendo as quatro refinarias do estado de São Paulo via oleodutos (TRANSPETRO, 2021). Já os derivados, entram e saem do Terminal tanto pelo Oleoduto Guararema-Paulínia (Osplan) quanto por meio de navios, tendo como destino outros portos do território nacional ou a exportação (TRANSPETRO, 2021).

O TEBAR caracteriza-se como um complexo curioso a ser estudado pois, na condição de uma área artificial e com estruturas que diferem drasticamente das áreas naturais utilizadas como sítios de reprodução por aves marinhas insulares, apresenta, sobre suas tubulações, quantidade considerável de *Sterna spp*. que costuma descansar no local à noite ou pescar sob forte iluminação de mercúrio (CAMPOS *et al*., 2004). Além disso, é documentada a procriação dessas aves no lugar, o que não é uma prática comum, tendo em vista o desenvolvimento constante de

atividades antrópicas e fluxo contínuo de pessoas e veículos (CAMPOS *et al*., 2004).

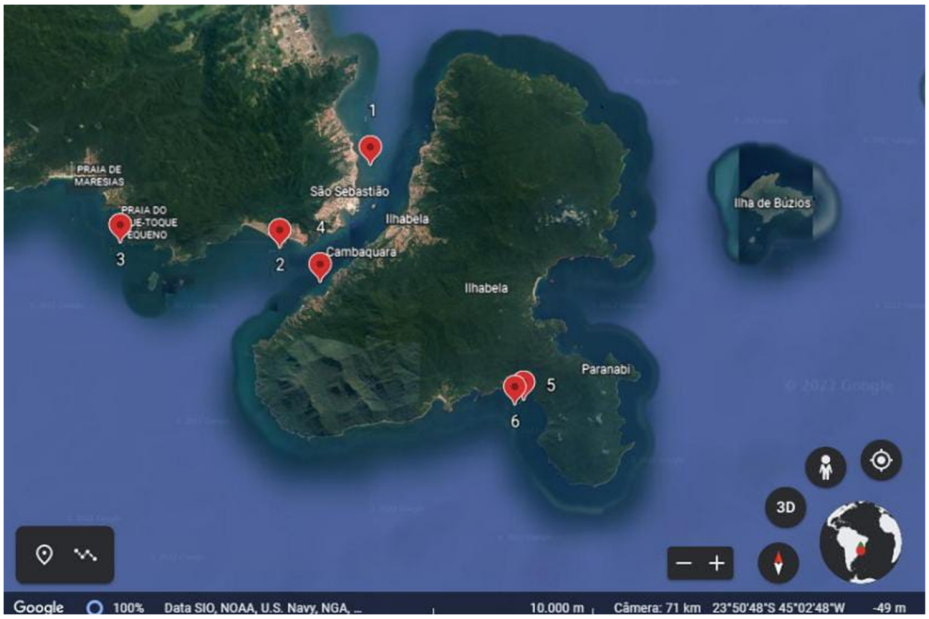

Figura 1. Locais onde já existem registros prévios de uso como sítios de reprodução por *S. hirundinacea* nos municípios de São Sebastião (exceto Arquipélago de Alcatrazes) e Ilhabela, estado de São Paulo. Locais: (1) TEBAR; (2) Ilha do Itaçucê; (3) Ilha da Apara; (4) Ilha da Prainha; (5) Ilha da Figueira; (6) Ilha do Codó. Fonte: Google Earth (2022).

O Píer propriamente dito foi construído em concreto e apresenta tubulações responsáveis pelo transporte de fluidos (a chamada Tubovia), realizando carga e descarga de material pelos navios. Em suma, possui uma extensa Ponte de Acesso, a qual termina em uma bifurcação com formato de "Y" e divide-se em Píer Norte e Píer Sul (Figura 2). Além da Tubovia, a Ponte de Acesso conta com uma Estação Meteorológica (local onde anteriormente já foi visualizada a reprodução de *S. hirundinacea* e *Thalasseus acuflavidus* em simpatria (AvesAmar, obs. em campo não publicada) e que apresenta um pequeno jardim com vegetação na forma de gramíneas, pequenos arbustos e cactáceas), Plataformas 1 a 3 (os chamados "*Loopings*"), Plataforma de bombas e dois Píeres de Rebocadores (Norte e Sul) (Figura 2). Como um todo, o Píer apresenta superfícies principalmente de concreto e ferro, com vegetação mínima podendo ser observada

somente na área da Estação Meteorológica.

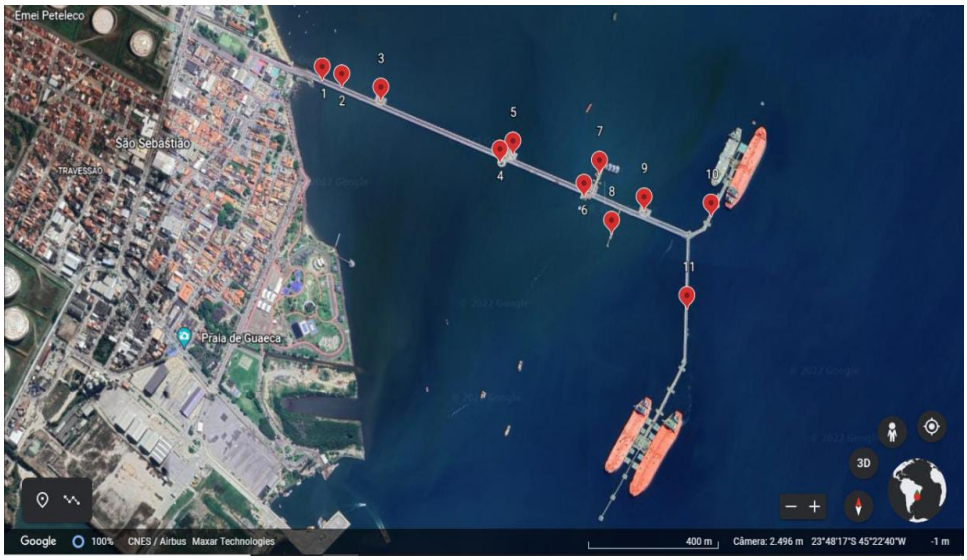

Figura 2. Vista do Píer do TEBAR, em detalhes. Estruturas: (1) Ponte de Acesso; (2) Tubovia; (3) Plataforma 1; (4) Estação Meteorológica; (5) Plataforma 2; (6) Plataforma de bombas; (7) Píer de rebocadores Norte; (8) Píer de rebocadores Sul; (9) Plataforma 3; (10) Píer Norte; (11) Píer Sul. Fonte: Google Earth (2022).

3.2. Metodologia

O acompanhamento da estadia da espécie no local foi realizado de 08/04/2021 a 20/09/2021 (aproximadamente cinco meses e meio), e o monitoramento em campo na colônia foi executado de 28/05/2021 a 20/09/2021 (aproximadamente quatro meses), das 08:00h às 12:00h (4 horas por dia – as quais ocorreram em intervalos de 48-72 horas devido à disponibilização limitada de entrada no TEBAR), totalizando 200 horas de esforço amostral e coleta de dados, em função dos dias selecionados para sua execução. As atividades em campo tiveram início após o assentamento da colônia, devido à questões de logística e inviabilidade financeira por parte do pesquisador; porém, registros-chave foram obtidos pela equipe do TEBAR para que pudesse ser mantida a cronologia dos eventos, como foi o caso para o primeiro registro de chegada ao Canal e a identificação do primeiro ninho construído.

Os métodos adotados para o trabalho de campo seguiram de acordo com os utilizados no trabalho de Scolaro, Laurenti e Gallelli (1996), apresentando também alguns aspectos de Branco (2003b), Fracasso (2004) e Branco, Barbieri e Fracasso (2010), com adaptações do proposto por estes autores. Em todas as saídas de campo, foram anotados os valores e condições das seguintes variáveis ambientais, consultadas nos sites "Windy" (https://www.windy.com) e "Tábua de Marés" (https://tabuademares.com): temperatura (°C); umidade relativa do ar (%); velocidade (km/h) e direção do vento; coeficiente de maré; fase da lua; e se choveu ou não (registrando quantos mm em caso positivo) no dia em questão. Também foi anotado o primeiro registro de voo no Canal, pouso no TEBAR, postura, eclosão e partida da espécie ao fim da estação reprodutiva. Como o pesquisador iniciou o monitoramento após o início da postura pelos indivíduos da colônia, acompanhou-se, a partir do dia 28/05/2021 e seguindo de forma acumulativa (em intervalos de 48-72 horas) até 20/09/2021 (aproximadamente quatro meses), a cronologia de nidificação no local.

Devido à grande quantidade de ninhos, impossibilidade de acesso à uma parcela dos mesmos e disponibilização limitada de entrada no TEBAR citada anteriormente, uma fração da colônia (57 ninhos) foi selecionada para monitoramento contínuo, com o intuito de fazer uma amostragem sistemática e passível de comparação com o estudo de Scolaro, Laurenti e Gallelli (1996), o qual foi realizado em uma área natural de reprodução. Estes ninhos foram escolhidos de forma aleatória a partir do primeiro registro de seu avistamento e seguindo uma sequência de registros até atingir o número de 57 ninhos. O acompanhamento destes teve início a partir da postura do primeiro ovo e terminou quando o último dos ninhegos que nasceram alçou voo, apresentando, assim, condições de abandonar a colônia (fator adotado para considerar que foi atingindo o sucesso reprodutivo).

No início do trabalho de campo, cada um dos ninhos selecionados foi isolado com cercado de madeira (Figura 3), recebeu uma identificação numérica e teve seus atributos anotados (local no sítio onde foi construído, substrato sobre o qual foi construído, material utilizado em sua construção e número de ovos postos), e seus ovos foram devidamente marcados com caneta hidrocor (BRANCO; BARBIEIRI; FRACASSO, 2010) (Figura 4) de acordo com o intervalo

entre as posturas (o primeiro ovo posto foi denominado "A", o segundo "B", e os ovos de repostura "A2") - intervalo este que também foi anotado para posterior determinação do tempo que cada novo ovo leva para ser posto após o primeiro. Durante as coletas em campo, ovos gorados (determinação a partir da identificação de líquido espesso saindo da casca, aumento da massa e mau cheiro), com presença de indivíduos natimortos ou predados foram identificados (por traços dos predadores nos ovos) e removidos da colônia, tornando possível a quantificação das perdas ocasionadas por predação ou demais fatores (BRANCO; BARBIERI; FRACASSO, 2010). O sucesso de incubação foi calculado a partir da seguinte equação: número de ninhegos saudáveis nascidos/número de ovos postos (x 100) (SCOLARO; LAURENTI; GALLELLI, 1996).

Figura 3. Exemplo de cercado de madeira utilizado para a proteção dos ninhos. Fonte: AvesAmar (2021).

Figura 4. Ovo marcado com caneta hidrocor. Fonte: O autor (2021).

Para a biometria, a qual foi realizada a partir da licença SISBIO nº 78595-1 aprovada, obtiveram-se os valores do comprimento total (Lt) e largura (Wid) (ambos em centímetros) e a massa (Wt) (em gramas) de cada ovo individualmente (BRANCO, 2003B). Todas as medidas de comprimento e largura foram obtidas utilizando paquímetro 0,02 mm e, no caso da massa, balança digital com precisão de 1 g. Devido à diminuição do valor da massa dos ovos em função da perda de água para o meio ao longo da incubação, esta medida foi obtida a cada visita durante o monitoramento dos 57 ninhos (FRACASSO, 2004; FRACASSO, 2009). O volume (Vol) dos ovos foi estimado seguindo Hoyt (1979): Vol (cm^3) = Kv.Lt.Wid^2, logo Kv = V/Lt.Wid^2, onde Kv = coeficiente volumétrico; Lt = comprimento total (cm); Wid = largura do maior eixo do ovo (cm). Para determinar o Kv e utilizá-lo para calcular o volume de cada ovo, obteve-se, de um exemplar: o comprimento total (Lt); sua largura no ponto mais largo (Wid); o raio do eixo menor de ambas as elipsoides que formam o ovo (R, que é igual a Wid/2); o comprimento maior (L, que tem início a partir de B); e o comprimento menor (S, que tem início a partir de B). Assim, $V = 2/3.\pi.R.R.(L+S)$ cm^3, sendo $\pi = 3,14$. O valor de volume obtido para este ovo foi utilizado na equação de Hoyt para isolar o Kv, calculando-se o valor deste em 0,5221748401.

Para os ninhegos, os quais foram capturados manualmente com a utilização de luvas de vinil, foram medidos o comprimento do cúlmem do bico (Lt_{bico}) e o comprimento do tarso (Lt_{tarso}) (ambos em centímetros) e a massa corporal (Wt) (em gramas) (BRANCO, 2003b). Como os ninhegos são nidífugas, e no intuito de identificá-los e realizar sua biometria, os ninhos do TEBAR foram, como mencionado anteriormente, cercados e numerados com caneta na própria cerca ou na área cimentada ao entorno; algumas das cercas apresentando aparatos onde os ninhegos poderiam se esconder (Figura 5). Além destas estruturas, os ninhegos foram anilhados com anilhas tamanho J, o que permitiu a identificação dos indivíduos para sua biometria e cuja técnica de anilhamento empregada seguiu as instruções do CEMAVE/IBAMA (1994), tendo sido realizada por profissionais do AvesAmar (empresa que presta serviços voltados à conservação de aves marinhas).

Figura 5. Exemplo de cercado de madeira com aparato onde o ninhego poderia se esconder. Fonte: AvesAmar (2021).

Os ninhegos mortos por causas naturais (p. ex. frio, abandono dos pais, falta de alimento, doenças, etc.), por predação ou por cair no mar (indivíduos que desapareceram sem causa comprovada), e por atropelamento, foram registrados e removidos da colônia a cada visita (BRANCO, 2003b), a causa da morte sendo estabelecida no momento em que a ave morta havia sido encontrada. Desta forma, foi possível evitar recontagem e estimar valores de sobrevivência e o sucesso reprodutivo, o qual foi obtido a partir do número ninhegos saudáveis voando/número

de ovos postos (x 100).

Os resultados obtidos foram organizados em planilhas eletrônicas, sendo possível plotá-los em gráficos com a finalidade de obter melhor visualização para as posteriores análises. Os gráficos que apresentam a cronologia geral de nidificação e a cronologia de postura foram construídos de forma acumulativa e utilizando o *software* estatístico R (versão 4.1.2) (R CORE TEAM, 2014).

Em relação à sobrevivência dos ninhegos, foi possível confeccionar um gráfico, também no R, da frequência de morte em função da idade (em dias de vida) e estimar: (1) a maior probabilidade de um ninhego morrer; (2) o período (em dias) em que há decréscimo no risco de morte do ninhego durante sua criação, ou seja, em relação ao tempo após nascer; (3) a idade crítica (em dias) de sobrevivência; e (4) a idade (em dias) para 50% da sobrevivência dos ninhegos.

Para todas as medidas de tendência central, foi apresentado o desvio padrão em seguida e, na comparação dos dados de biometria dos ovos em função dos diferentes tipos (no caso do comprimento, largura e volume), foram executados testes estatísticos a partir do *software* R (R CORE TEAM, 2014), considerando sempre $p < 0,05$. Realizou-se primeiramente o teste de Shapiro-Wilk, a fim de verificar a normalidade dos dados, seguido do teste de Bartlett para verificação da homoscedasticidade dos mesmos, e posterior execução do teste paramétrico ANOVA para identificar ou não possíveis diferenças significativas entre os valores. O contraste das médias foi realizado por meio do teste de Tukey-Kramer, para confirmar a presença ou ausência de fontes causadoras de variações (BRANCO, 2003b). O teste t de Student foi utilizado para comparação dos valores dois a dois.

Como os ovos têm sua massa reduzida diariamente devido à perda de água (FRACASSO, 2004; FRACASSO, 2009), foram selecionados 67 destes para a análise desta redução, pois estes ainda estavam presentes na colônia em tempo suficiente para apresentar pelo menos três medidas de redução cada. Verificou-se a média entre os valores por intervalo de 48-72 horas para cada ovo e, assim, para cada tipo, obtendo-se o valor médio de redução total e por tipo de ovo. Somou-se então estas médias por tipo e o valor foi dividido por três; o resultado obtido sendo a média total de redução para ovos de forma geral neste estudo. Para verificar o valor de redução por intervalo e

por tipo, utilizou-se o teste de regressão linear simples. Ainda, e com os valores de massa média obtidos por tipo e por intervalo ao longo da amostragem, verificou-se a normalidade destes dados por meio do teste de Shapiro-Wilk, seguido do teste de homoscedasticidade de Bartlett. O teste ANOVA foi utilizado em seguida para verificar se existiam diferenças significativas nos valores das médias de massa por intervalo em função do tipo de ovo, com posterior execução do teste de Tukey-Kramer para verificar entre quais tipos haveria diferença. Por fim, utilizando os valores médios de redução de massa por cada ovo individualmente e ao longo de intervalos de 48-72 horas, o mesmo procedimento Shapiro-Wilk-Bartlett foi utilizado. No entanto, para o restante da análise foi utilizado o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis para verificar se existiam diferenças significativas nos valores de redução de massa em função do tipo de ovo. Para a comparação do período médio de incubação entre os diferentes tipos de ovos, locais, substratos sobre os quais os ninhos foram construídos e materiais utilizados em sua construção foi adotado o mesmo procedimento estatístico utilizado nas análises anteriores. Todos os testes acima foram executados no *software* estatístico R (R CORE TEAM, 2014).

No que diz respeito à taxa de perda de ovos por tipo de ovo, local, substrato sobre o qual o ninho foi construído e material utilizado em sua construção, esta foi calculada, de forma geral, como o número de ovos perdidos daquela categoria/número de ovos postos daquela categoria (x 100). Para as taxas em função da causa de perda dos ovos calculou-se: taxa de predação de ovos (número de ovos predados daquela categoria/número de ovos postos daquela categoria (x 100)); taxa de gora de ovos (número de ovos gorados daquela categoria/número de ovos postos daquela categoria (x 100)); taxa de indivíduos natimortos (número de ovos com natimortos daquela categoria/número de ovos postos daquela categoria (x 100)).

No caso dos ninhegos, a taxa de mortalidade por tipo de ovo do qual nasceram, local, substrato sobre o qual o ninho foi construído e material utilizado em sua construção, esta foi calculada, também de forma geral, como o número de ninhegos perdidos daquela categoria/número de ninhegos saudáveis nascidos daquela categoria (x 100). Para as taxas em função da causa de perda dos ninhegos calculou-se: taxa de predação ou por cair no mar de ninhegos (número de ninhegos predados ou que caíram no mar daquela categoria/número de ninhegos saudáveis nascidos

daquela categoria (x 100)); taxa de atropelamento de ninhegos (número de ninhegos atropelados daquela categoria/número de ninhegos saudáveis nascidos daquela categoria (x 100)); taxa de morte por causas naturais de ninhegos (número de ninhegos mortos por causas naturais daquela categoria/número de ninhegos saudáveis nascidos daquela categoria (x 100)).

Para a análise do crescimento dos ninhegos utilizaram-se os dados de incremento por intervalo de 48-72 horas em sua massa, tendo sido selecionados 11 destes para a análise deste incremento, pois estes ainda estavam presentes na colônia em tempo suficiente para apresentar pelo menos três medidas de incremento cada. Verificou-se a média entre os valores por intervalo de 48-72 horas para cada ninhego e, assim, para cada tipo, obtendo-se o valor médio de redução total e por tipo de ninhego. Somou-se então estas médias por tipo e o valor foi dividido por três; o resultado obtido sendo a média total de incremento para ninhegos de forma geral neste estudo. Para verificar o valor de incremento por intervalo e por tipo, utilizou-se o teste de regressão linear simples. Ainda, e com os valores de massa média obtidos por tipo e por intervalo ao longo da amostragem, verificou-se a normalidade destes dados por meio do teste de Shapiro-Wilk, seguido do teste de homoscedasticidade de Bartlett. O teste ANOVA foi utilizado em seguida para verificar se existiam diferenças significativas nos valores de incremento por intervalo em função do tipo de ninhego, com posterior execução do teste de Tukey-Kramer para verificar entre quais tipos haveria diferença. Por fim, utilizando os valores médios de incremento de massa por cada ninhego individualmente e ao longo de intervalos de 48-72 horas, o mesmo procedimento Shapiro-Wilk-Bartlett foi utilizado. Como apenas um ninho apresentou dois irmãos que sobreviveram tempo suficiente para se obter pelo menos três medidas de incremento cada, o mesmo procedimento Shapiro-Wilk-Bartlett foi utilizado, finalizando com um teste t de Student para verificar se existia diferença significativa nos valores de incremento de massa por intervalo.

4. RESULTADOS

4.1. Colônia e ninhos

4.1.1. Estabelecimento, número de indivíduos e duração da estação

A chegada de indivíduos de *Sterna hirundinacea* no Canal de São Sebastião e o pouso no Terminal (de acordo com o primeiro avistamento em voo na área e registro de contato com a superfície do local pela equipe do TEBAR, respectivamente) estão descritos na Tabela 1, assim como a primeira e a última postura em superfície visível (período de postura com duração de 110 dias). Verificou-se, utilizando como base a data da primeira postura, que a estação reprodutiva para a colônia teve duração total de 145 dias (aproximadamente cinco meses), e o período total de estadia da espécie no Canal foi de 165 dias (cinco meses e meio).

Tabela 1. Cronologia da estadia e estação reprodutiva de *S. hirundinacea* no TEBAR em 2021.

Data	Evento
08/04/2021	Chegada ao Canal
12/04/2021	Primeiro pouso no TEBAR
28/04/2021	Primeiro ninho visível
28/04/2021	Primeira postura visível
16/08/2021	Última postura visível
20/09/2021	Último registro de juvenis

Outras espécies visitaram o TEBAR em 2021, e no que diz respeito à reprodução destas, apenas um ninho de *Thalasseus acuflavidus* foi registrado em superfície visível. Porém, a espécie possivelmente nidificou nas áreas inacessíveis, mas em quantidade inferior ao demonstrado por *S. hirundinacea*. Outros táxons também foram observados utilizando o TEBAR como local de pouso, sendo eles: *Thalasseus maximus*, *Sterna hirundo*, *Sterna trudeaui*, *Larus dominicanus*, *Rynchops niger*, *Egretta caerulea*, *Butorides striata* e *Nycticorax nycticorax*. Ainda, indivíduos

de *Sula leucogaster* sobrevoaram, periodicamente e em bandos, as águas do Canal.

A contagem dos ninhos de *S. hirundinacea* em campo foi iniciada, como mencionado anteriormente, em 28/05/2021 e teve fim em 17/09/2021, somando 112 dias e 159 ninhos contabilizados. A cronologia geral de nidificação durante a estação reprodutiva de 2021 no TEBAR encontra-se, de forma acumulativa, na Figura 6. Pelo registro dos ninhos, a colônia, em superfície visível, compreendeu 159 casais reprodutivos, ou seja, 318 indivíduos maduros. No entanto, este número é ainda maior, uma vez que determinada quantidade de aves se estabeleceu nas partes inferiores ou inacessíveis do local, inviabilizando o cálculo efetivo do total de adultos da colônia.

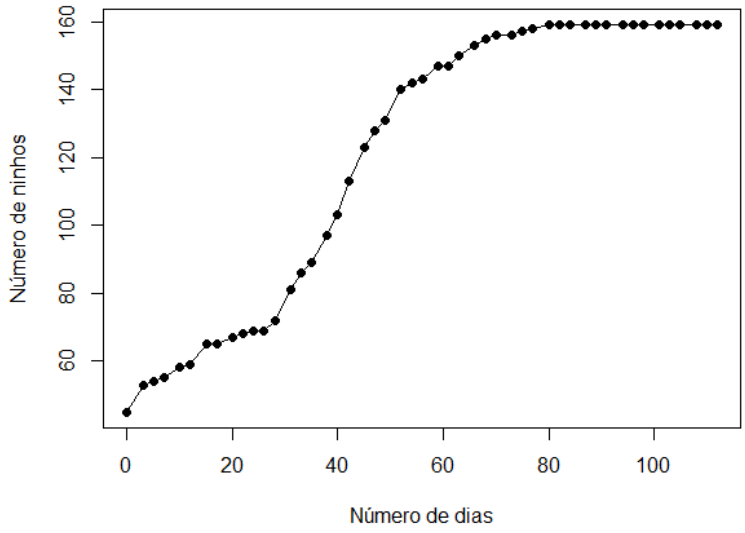

Figura 6. Cronologia geral de nidificação, de forma acumulativa, durante a estação reprodutiva de 2021 no TEBAR, de 28/05/2021 a 17/09/2021.

Verificou-se que a distribuição dos 159 ninhos contabilizados na colônia do TEBAR compreendeu sete locais: 46,5% dos ninhos estavam localizados no Píer Sul (n = 74); 30,2% na Estação Meteorológica (n = 48); 11,3% no *Looping* 3 (n = 18); 6,3% no *Looping* 2 (n = 10); 2,5% Embaixo da Ponte de Acesso (n = 4); 1,9% na Ponte de Acesso (n = 3); e 1,3% na Plataforma de Bombas (n = 2) (Figura 7).

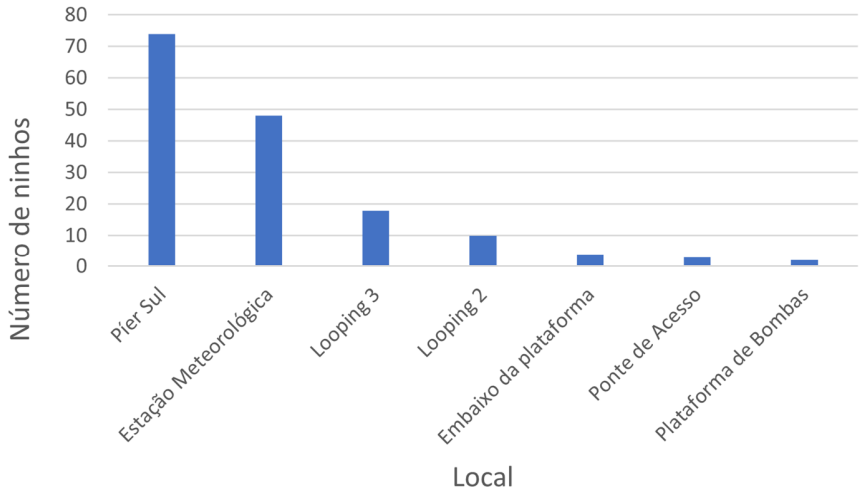

Figura 7. Distribuição espacial dos ninhos do TEBAR em 2021.

4.1.2. Construção dos ninhos

O início da seleção e monitoramento da amostra de 57 ninhos ocorreu em 31/05/2021 e o final do monitoramento, em 06/09/2021. Houve divergência em relação ao local em que foram construídos, ao substrato escolhido para sua confecção e à matéria-prima utilizada em sua construção. Os locais (Figura 8) variaram entre o Píer Sul, Estação Meteorológica, *Looping* 2 e Ponte de Acesso. Observou-se que o substrato sobre o qual foram construídos (Figura 9) poderia ser cimento, grama, metade grama/metade terra e metade grama/metade cimento. Os materiais utilizados em sua construção (Figura 10) poderiam incluir: pedras, nenhum material, ferro, madeira, terra, grama, plástico e pano (o material "pano" sendo identificado como um cadarço).

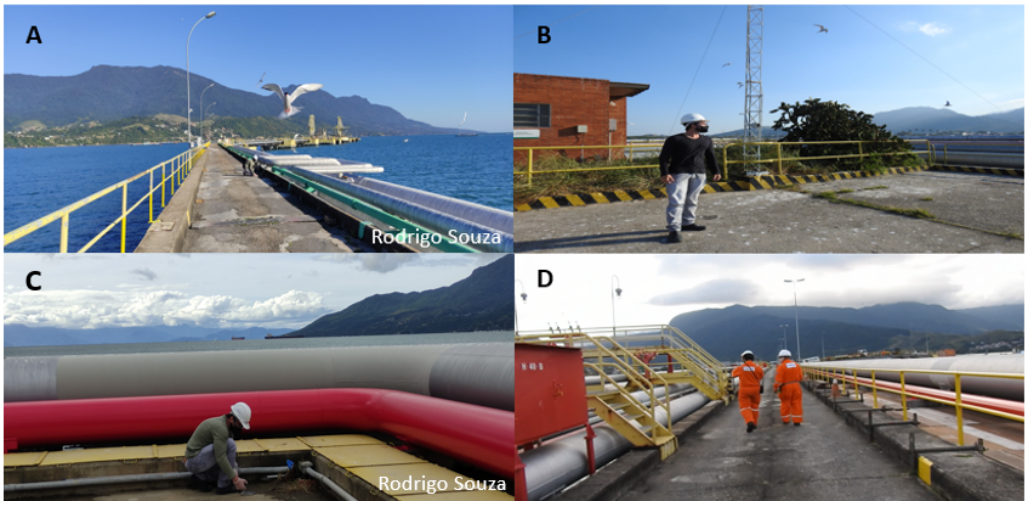

Figura 8. Diferentes locais em que os ninhos foram construídos. Locais: (A) Píer Sul; (B) Estação Meteorológica; (C) *Looping* 2; (D) Ponte de Acesso. Fonte: AvesAmar (2021).

Figura 9. Diferentes substratos sobre os quais os ninhos foram construídos. Substratos: (A) Cimento; (B) Grama; (C) Metade grama/metade terra; (D) Metade grama/metade cimento. Fonte:

O autor (2021).

Figura 10. Diferentes materiais utilizados na construção dos ninhos. Materiais: (A) Pedras; (B) Grama; (C) Nenhum material; (D) Grama e terra; (E) Grama e pedras; (F) Plástico, pedras e madeira; (G) Plástico, pedras e ferro; (H) Ferro, madeira, pedras, terra e pano. Fonte: O autor (2021).

O Píer Sul contou com 28 (49,1%) ninhos construídos e monitorados, enquanto 20 (35,1%) o foram na Estação Meteorológica, seis (10,5%) no *Looping* 2 e apenas três (5,3%) na Ponte de Acesso (Figura 11). Em relação ao substrato sobre o qual foram construídos, 38 (66,7%) o foram no cimento, 15 (26,3%) na grama, três (5,3%) em metade grama/metade terra e apenas

um (1,7%) em metade cimento/metade grama (Figura 12). No que diz respeito ao material utilizado em sua construção, 23 (40,3%) ninhos contavam com pedras como matéria-prima utilizada, 16 (28,1%) com grama, oito (14,0%) com nenhum material, quatro (7,0%) com grama e terra, dois (3,5%) com grama e pedras, dois (3,5%) com plástico, pedras e madeira, um (1,8%) com plástico, pedras e ferro, e um (1,8%) com ferro, madeira, pedras, terra e pano (Figura 13).

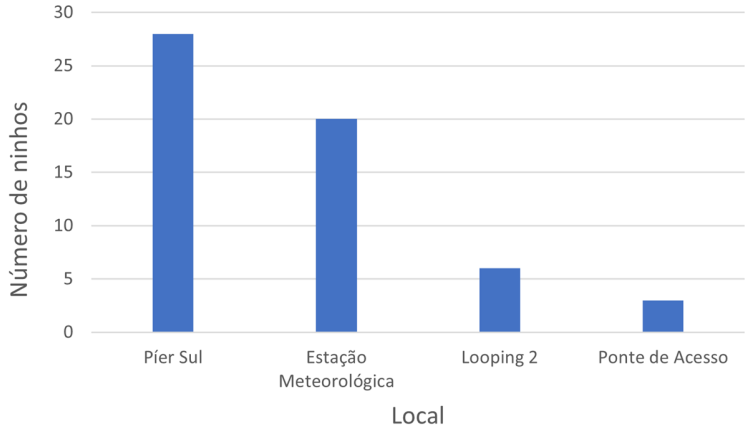

Figura 11. Número de ninhos construídos e monitorados em função dos diferentes locais ao longo do Píer (Píer Sul = 28; Estação Meteorológica = 20; *Looping* 2 = 6; Ponte de Acesso = 3).

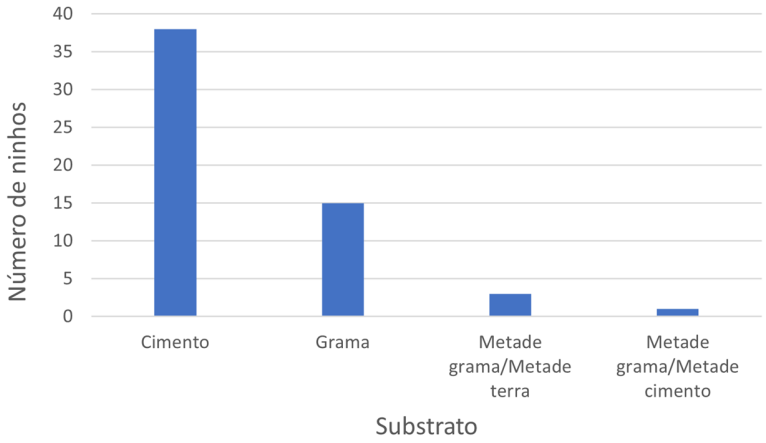

Figura 12. Número de ninhos em função dos diferentes substratos sobre os quais foram

construídos (Cimento = 38; Grama = 15; Metade grama/Metade terra = 3; Metade grama/Metade cimento = 1).

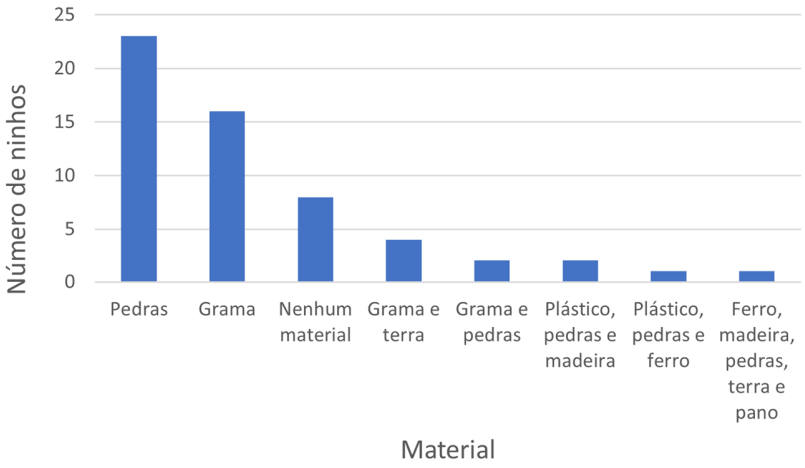

Figura 13. Número de ninhos em função dos diferentes materiais utilizados em sua construção (Pedras = 23; Grama = 16; Nenhum material = 8; Grama e terra = 4; Grama e pedras = 2; Plástico, pedras e madeira = 2; Plástico, pedras e ferro = 1; Ferro, madeira, pedras, terra e pano = 1).

4.2. Ovos

4.2.1. Postura

Para os 57 ninhos selecionados, a primeira postura foi realizada em 31/05/2021 e a última em 26/07/2021. Dois eventos distintos de postura foram observados, sendo eles: postura regular (primeira postura, podendo incluir um ou dois ovos postos) e repostura (segunda postura após o casal perder o (s) ovo (s) da primeira), a qual contou com apenas um ovo posto. A postura regular teve início em 31/05/2021 e fim em 26/07/2021, e a repostura se iniciou no dia 02/07/2021; o último evento ocorrendo no dia 26/07/2021 para os casais que investiram nesta nova postura.

Para a postura regular, calculou-se o tamanho médio das ninhadas em 1,21 ± 0,41 ovos por ninho, e o intervalo médio entre a postura do primeiro e segundo ovo em ninhos com dois

ovos deu-se em 94,00 ± 49,50 horas. A postura de ovos, de forma geral, foi recorrente nos primeiros 20 dias a contar do início do trabalho de campo, continuando em intervalos maiores, até que chegou ao fim depois de transgredidos cerca de 60 dias, havendo então o encerramento da postura, como demonstrado pela assíntota presente na Figura 14.

No total, 78 ovos foram postos, 69 (88,5%) o sendo na postura regular, dos quais 57 (82,6%) corresponderam à ovos A (primeiro ovo posto) e 12 (17,4%), à ovos B (segundo ovo posto). A postura regular contou, então, com 45 ninhos (78,9%) apresentando apenas um ovo e somente 12 (21,1%) com dois ovos. Nove ninhos (15,8%) do total de 57 apresentaram eventos de repostura, onde sete (77,8%) apresentavam apenas um ovo da postura regular perdido anteriormente e dois (22,2%) apresentavam dois ovos perdidos anteriormente, totalizando, em relação ao total, nove ovos (11,5%) postos em eventos de repostura, os quais foram denominados A2. A relação do número de ovos em função do tipo encontra-se na Figura 15.

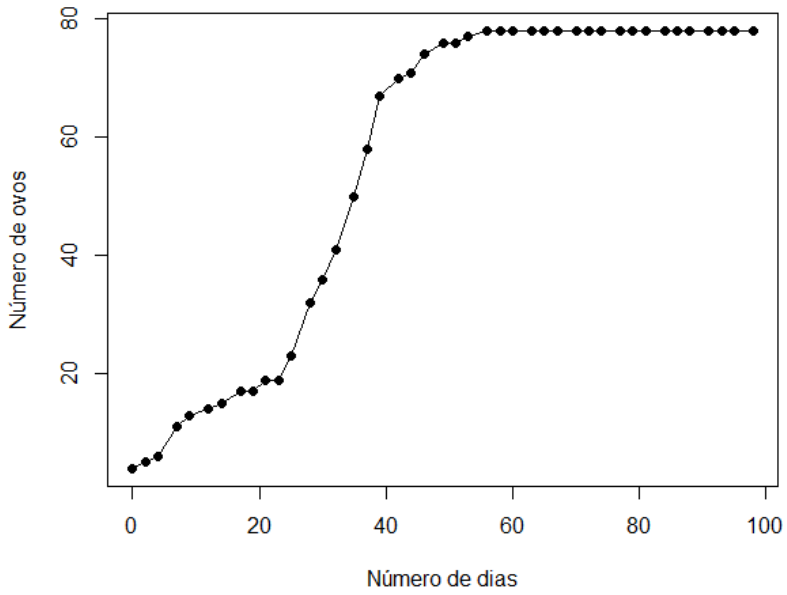

Figura 14. Cronologia geral de postura, de forma acumulativa, durante o monitoramento de 57 ninhos na estação reprodutiva de 2021, no TEBAR.

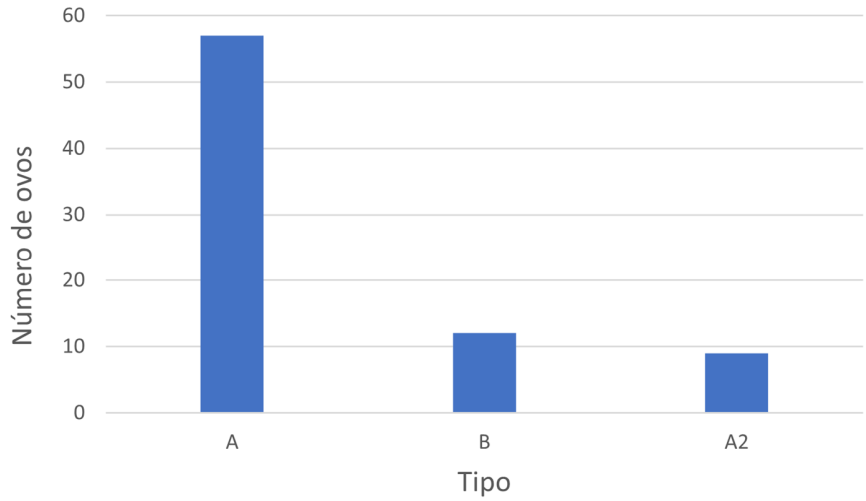

Figura 15. Número de ovos postos em função do tipo de ovo (A = 57; B = 12; A2 = 9).

O Píer Sul foi o local com o maior número, apresentando 39 ovos postos (50,0%) e representando metade da postura total, enquanto 28 (35,9%) foram postos na Estação Meteorológica, seis (7,7%) no *Looping* 2 e cinco (6,4%) na Ponte de Acesso (Figura 16). Em relação ao substrato sobre o qual os ninhos foram construídos, 49 (62,8%) ovos foram postos em ninhos sobre o cimento, 21 (26,9%) sobre a grama, cinco (6,4%) sobre metade grama/metade terra e três (3,8%) sobre metade cimento/metade grama (Figura 17). No que diz respeito ao material utilizado na construção dos ninhos, 31 (39,7%) ovos foram postos em ninhos que contavam com pedras como matéria-prima utilizada, 22 (28,2%) com grama, 13 (16,7%) com nenhum material, seis (7,7%) com grama e terra, dois (2,6%) com grama e pedras, dois (2,6%) com plástico, pedras e madeira, um (1,3%) com plástico, pedras e ferro, e um (1,3%) com ferro, madeira, pedras, terra e pano (Figura 18).

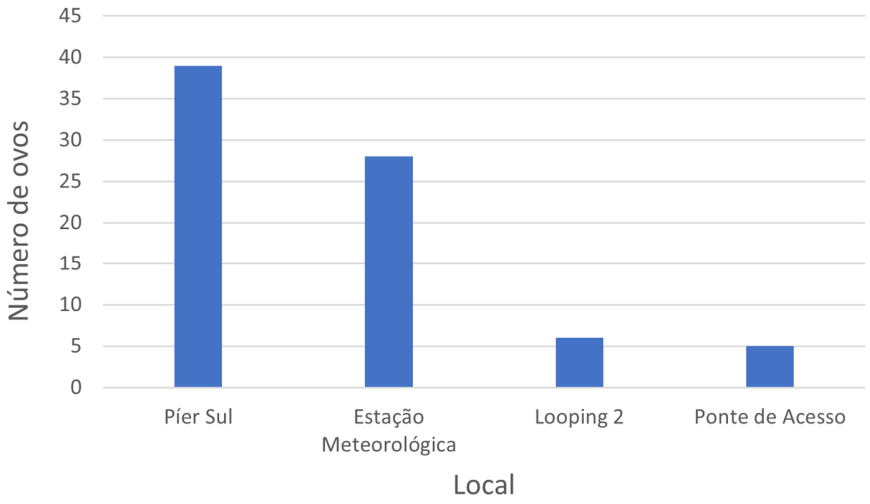

Figura 16. Número de ovos postos em função dos diferentes locais ao longo do Píer (Píer Sul = 39; Estação Meteorológica = 28; *Looping* 2 = 6; Ponte de Acesso = 5).

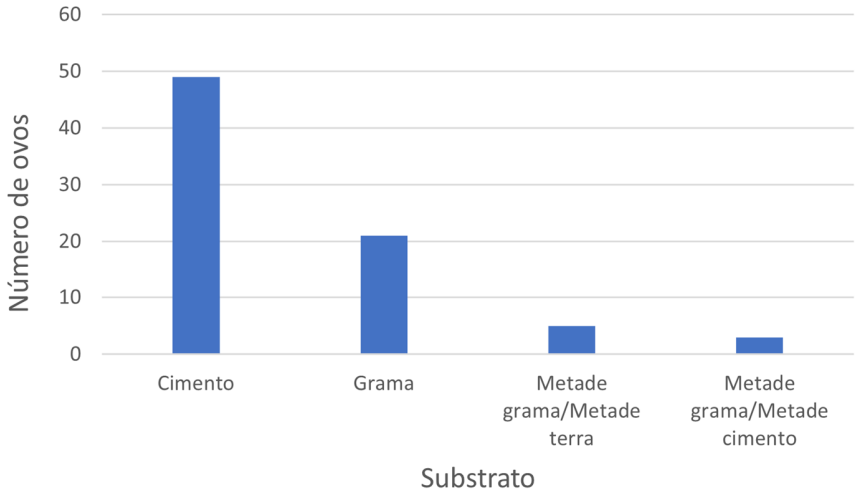

Figura 17. Número de ovos postos em função dos diferentes substratos sobre os quais os ninhos foram construídos (Cimento = 49; Grama = 21; Metade grama/Metade terra = 5; Metade grama/Metade cimento = 3).

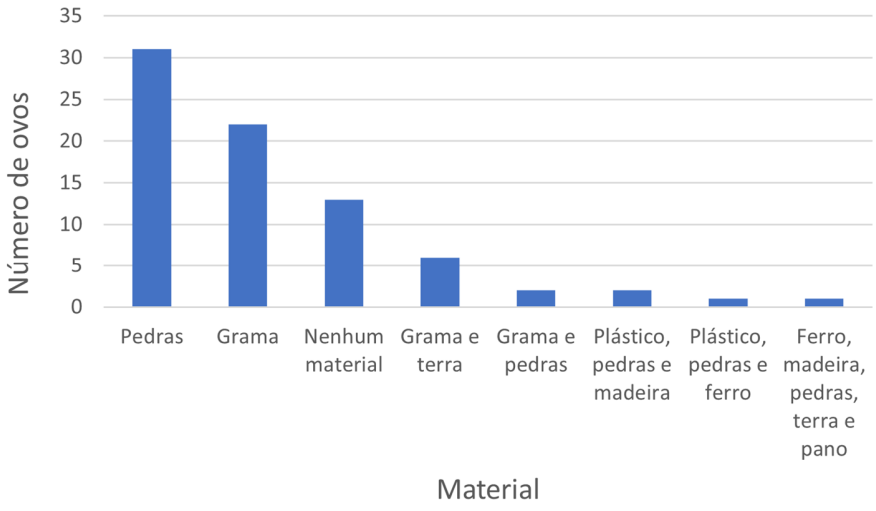

Figura 18. Número de ovos postos em função dos diferentes materiais utilizados na construção dos ninhos (Pedras = 31; Grama = 22; Nenhum material = 13; Grama e terra = 6; Grama e pedras = 2; Plástico, pedras e madeira = 2; Plástico, pedras e ferro = 1; Ferro, madeira, pedras, terra e pano = 1).

4.2.2. Biometria

Os ovos, de forma geral, apresentaram uma média de 4,56 ± 0,22 cm de comprimento, 3,26 ± 0,09 cm de largura e 25,45 ± 2,01 cm³ de volume. Os valores médios de comprimento, largura e volume em função do tipo de ovo encontram-se na Tabela 2. O teste de normalidade de Shapiro-Wilk demonstrou que os dados apresentavam distribuição normal para as medidas por tipo de ovo (Lt = A: W = 0,98306, p-value = 0,6046; B: W = 0,94785, p-value = 0,6059; A2: W = 0,9609, p-value = 0,8077; Wid = A: W = 0,98805, p-value = 0,8448; B: W = 0,91732, p-value = 0,2645; A2: W = 0,95641, p-value = 0,7601; Vol = A: W = 0,97484, p-value = 0,2793; B: W = 0,87405, p-value = 0,07358; A2: W = 0,84482, p-value = 0,06532), e o teste de homoscedasticidade de Bartlett indicou que os dados foram homoscedásticos (Lt: Bartlett's K-squared = 1,3339, df = 2, p-value = 0,5133: ; Wid: Bartlett's K-squared = 2,0387, df = 2, p-value = 0,3608; Vol: Bartlett's K-squared = 1,8887, df = 2, p-value = 0,3889). Desta forma, e utilizando testes paramétricos, identificou-se, a

partir do teste ANOVA e posterior Tukey-Kramer, que não existe diferença significativa no comprimento, largura e volume dos ovos em função do tipo para os três tipos analisados (Lt: Df = 2, Sum Sq = 0,267, Mean Sq = 0,13362, F value = 2,853, Pr(>F) = 0,064; Wid: Df = 2, Sum Sq = 0,0230, Mean Sq = 0,011513, F value = 1,379, Pr(>F) = 0,258; Vol: Df = 2, Sum Sq = 23,68, Mean Sq = 11,838, F value = 3,093, Pr(>F) = 0,0512). No entanto, ao comparar os valores dois a dois, no que diz respeito ao comprimento e ao volume de ovos A e B (referentes à postura regular), o teste t de Student revelou que existe diferença significativa tanto no comprimento (t = -2,5661, df = 18,314, p-value = 0,01926) quanto no volume (t = 2,2882, df = 21,491, p-value = 0,03235) dos ovos em função do tipo. Não foi encontrada diferença significativa comparando os seguintes valores dois a dois: Lt: A-A2 (t = 1,0326, df = 9,76, p-value = 0,3267); B-A2 (t = -0,55495, df = 13,377, p-value = 0,5881); Wid: A-B (t = 0,70124, df = 21,933, p-value = 0,4905); A-A2 (t = 1,5775, df = 10,729, p-value = 0,1437); B-A2 (t = 1,0191, df = 13,594, p-value = 0,3259); Vol: A-A2 (t = 1,856, df = 10,569, p-value = 0,09153); B-A2 (t = 0,30686, df = 13,502, p-value = 0,7636).

Tabela 2. Valores médios de comprimento, largura e volume dos ovos em função do tipo de ovo.

Ovo	Lt (cm)	Wid (cm)	Vol (cm³)
A	4,60 ± 0,21	3,27 ± 0,09	25,78 ± 2,03
B	4,45 ± 0,18	3,26 ± 0,07	24,65 ± 1,43
A2	4,50 ± 0,26	3,22 ± 0,09	24,41 ± 2,07

4.2.2.1. Perda de água para o meio

Foi registrada uma redução, em intervalos de 48-72 horas, na massa de 67 ovos, sendo 49 ovos A, 10 ovos B e oito ovos A2 (Figura 19), representando uma perda média de água equivalente à 0,37 ± 0,32 g, 0,39 ± 0,12 g e 0,41 ± 0,15 g, respectivamente. O decréscimo médio ($\bar{X}$A + $\bar{X}$B + $\bar{X}$A2/3) para os ovos de forma geral, foi de 0,39 ± 0,02 g. Por regressão linear simples, no entanto, o valor de redução de massa, por intervalo, foi de 0,29 g, 0,39 g e 0,42 g para ovos A, B e A2, respectivamente.

A partir dos dados de médias de massa por tipo e por intervalo, verificou-se por Shapiro-Wilk que os valores eram normais (A: W = 0,94037, p-value = 0,4617; B: W = 0,93359, p-value = 0,4841; A2: W = 0,96824, p-value = 0,8741) e o teste de Bartlett demonstrou que estes dados foram homoscedásticos (Bartlett's K-squared = 0,73954, df = 2, p-value = 0,6909). Pelo teste ANOVA, foi identificada diferença significativa nesse fator em função do tipo de ovo (Df = 2, Sum Sq = 15,88, Mean Sq = 7,939, F value = 5,297, Pr(>F) = 0,0107), e o teste de Tukey-Kramer indicou que a diferença se encontra entre ovos A e A2 (diff = -1,916, lwr = -3,243434, upr = -0,5885658, p adj = 0,0036929), o valor obtido na comparação A-B também tendo sido quase significativo utilizando este teste (diff = -1,266385, lwr = -2,535877, upr = -0,003107538, p adj = 0,0506633). Comparando-se os valores dois a dois, o resultado do teste t de Student foi: A-B (t = 2,5758, df = 17,742, p-value = 0,01919); A-A2 (t = 2,9037, df = 16,393, p-value = 0,01017); e B-A2 (t = 0,46209, df = 17,774, p-value = 0,6496).

Utilizando os valores médios de redução de massa por cada ovo individualmente e ao longo de intervalos de 48-72 horas, o teste de Shapiro-Wilk confirmou a normalidade dos dados (A: W = 0,78491, p-value = 4,908e-07; B: W = 0,84842, p-value = 0,05562; A2: W = 0,91384, p-value = 0,3819), mas o teste de Bartlett demonstrou que estes dados não foram homoscedásticos (Bartlett's K-squared = 12,93, df = 2, p-value = 0,001557). Pelo teste de Kruskal-Wallis, não foi identificada diferença significativa na redução média de massa por intervalo em função do tipo de ovo (Kruskal-Wallis chi-squared = 1,5714, df = 2, p-value = 0,4558).

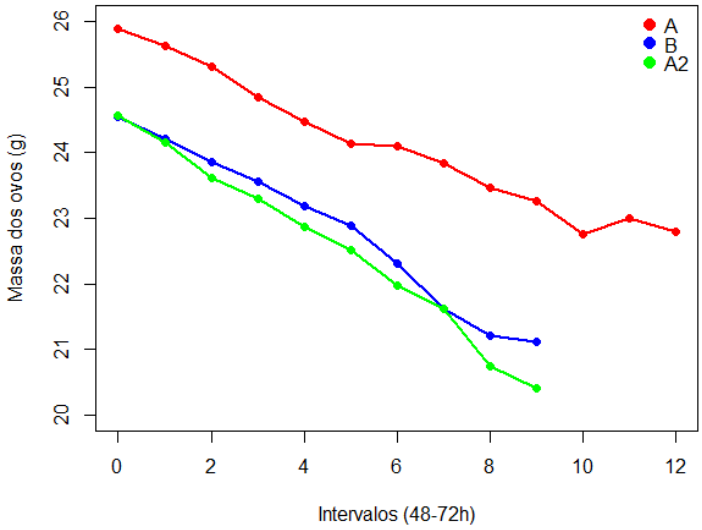

Figura 19. Redução dos valores médios da massa de ovos A, B e A2 em intervalos de 48-72 horas.

4.2.3 Perda

4.2.3.1. Perda geral

De forma geral, e do número total de ovos postos (78), 63 não apresentaram eclosão de ninhegos saudáveis, representando uma taxa de perda geral de ovos no valor de 80,8% (63 ovos perdidos/78 ovos postos (x 100)). Em função do tipo de ovo, foram perdidos 49 (77,8%) ovos A, sete (11,1%) ovos B e sete (11,1%) ovos A2 (Figura 20). Por local, foram perdidos 32 (50,8%) ovos no Píer Sul, 20 (31,7%) na Estação Meteorológica, seis (9,6%) no *Looping* 2 e cinco (7,9%) na Ponte de Acesso (Figura 21). Em relação ao substrato sobre o qual os ninhos foram construídos perderam-se 42 (66,7%) ovos em ninhos construídos sobre o cimento, 14 (22,2%) sobre a grama, quatro (6,3%) sobre metade grama/metade terra e três (4,8%) sobre metade grama/metade cimento (Figura 22). No que diz respeito ao material utilizado na construção dos ninhos, foram perdidos 25 (39,7%) ovos em ninhos construídos com pedras, 15 (23,8%) com grama, 13 (20,6%) com nenhum material, cinco (7,9%) com grama e terra, dois (3,2%) com plástico, pedras e madeira, e apenas um (1,6%) em ninhos construídos com grama e pedras, um (1,6%) com plástico, pedras e ferro, e um (1,6%) com ferro, madeira, pedras, terra e pano (Figura 23). As taxas de perda geral de ovos em

função do tipo de ovo, local, substrato sobre o qual os ninhos foram construídos e material utilizado em sua construção se encontram no Apêndice 1.

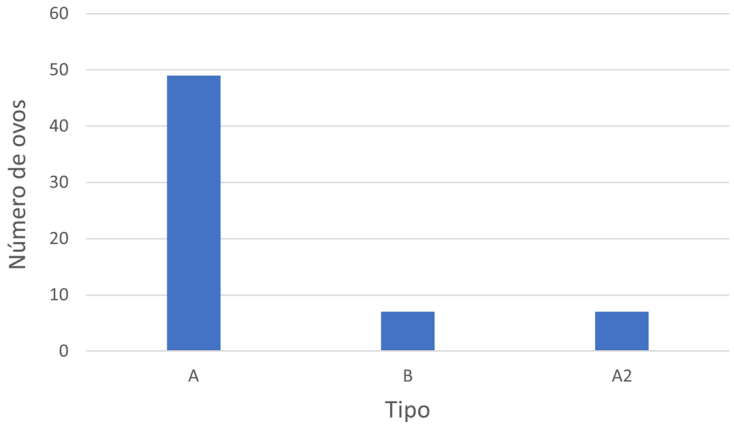

Figura 20. Número de ovos perdidos em função do tipo de ovo (A = 49; B = 7; A2 = 7).

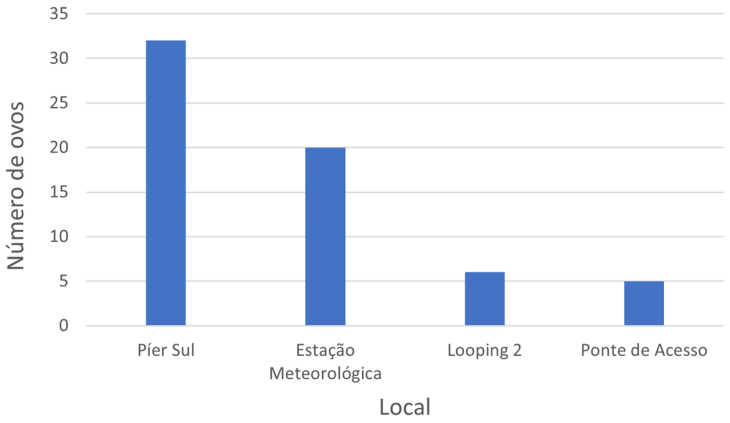

Figura 21. Número de ovos perdidos em função dos diferentes locais ao longo do Píer (Píer Sul = 32; Estação Meteorológica = 20; *Looping* 2 = 6; Ponte de Acesso = 5).

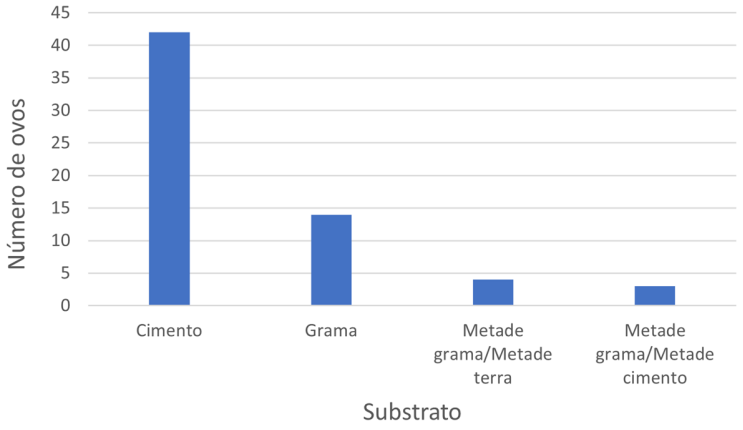

Figura 22. Número de ovos perdidos em função dos diferentes substratos sobre os quais os ninhos foram construídos (Cimento = 42; Grama = 14; Metade grama/Metade terra = 4; Metade grama/Metade cimento = 3).

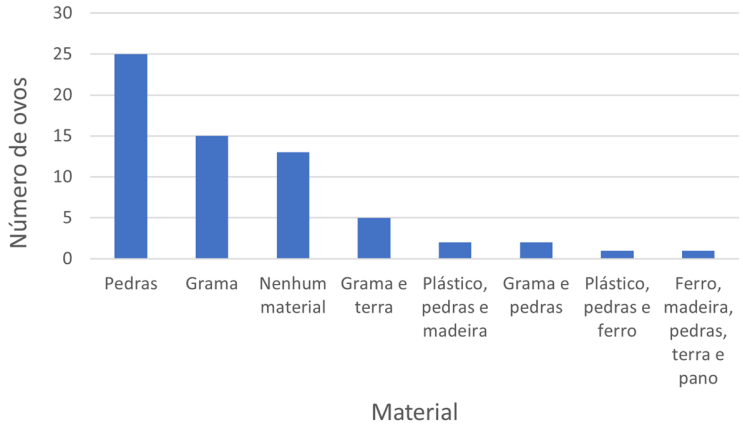

Figura 23. Número de ovos perdidos em função dos diferentes materiais utilizados na construção dos ninhos (Pedras = 25; Grama = 15; Nenhum material = 13; Grama e terra = 5; Plástico, pedras e madeira = 2; Grama e pedras = 1; Plástico, pedras e ferro = 1; Ferro, madeira, pedras, terra e pano = 1). As causas de perda dos ovos foram as seguintes: 38 (60,3%) foram predados, 22 (34,9%) dos ovos goraram, e 3 (4,8%) apresentaram natimortos (Figura 24).

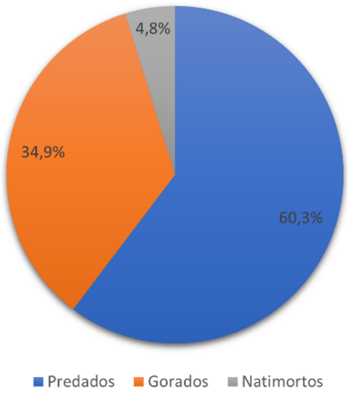

Figura 24. Causas e respectivas porcentagens da perda de ovos.

4.2.3.2. Perda por predação

Os ovos que foram perdidos por predação somaram 38 (60,3%), representando uma taxa de perda de ovos por predação no valor de 48,7% (38 ovos predados/78 ovos postos (x 100)). Em função do tipo de ovo, foram perdidos, por predação, 27 (71,0%) ovos A, seis (15,8%) ovos B e cinco (13,2%) ovos A2 (Figura 25). Por local, foram perdidos, por predação, 17 (44,7%) ovos no Píer Sul, 15 (39,5%) na Estação Meteorológica, quatro (10,5%) na Ponte de Acesso e dois (5,3%) no *Looping* 2 (Figura 26). Em relação ao substrato sobre o qual os ninhos foram construídos perderam-se, por predação, 21 (55,3%) ovos em ninhos construídos sobre o cimento, 11 (28,9%) sobre a grama, três (7,9%) sobre metade grama/metade terra e três (7,9%) sobre metade grama/metade cimento (Figura 27). No que diz respeito ao material utilizado na construção dos ninhos, foram perdidos, por predação, 14 (36,8%) ovos em ninhos construídos com pedras, 11 (28,9%) com grama, oito (21,1%) com nenhum material, quatro (10,6%) com grama e terra, um (2,6%) com ferro, madeira, pedras, terra e pano, e nenhum (0,0%) ovo foi perdido por predação em ninhos construídos com plástico, pedras e madeira, com grama e pedras ou com plástico, pedras e ferro (Figura 28). As taxas de predação de ovos em função do tipo de ovo, local, substrato sobre o qual os ninhos foram construídos e material utilizado em sua construção se encontram no Apêndice 1.

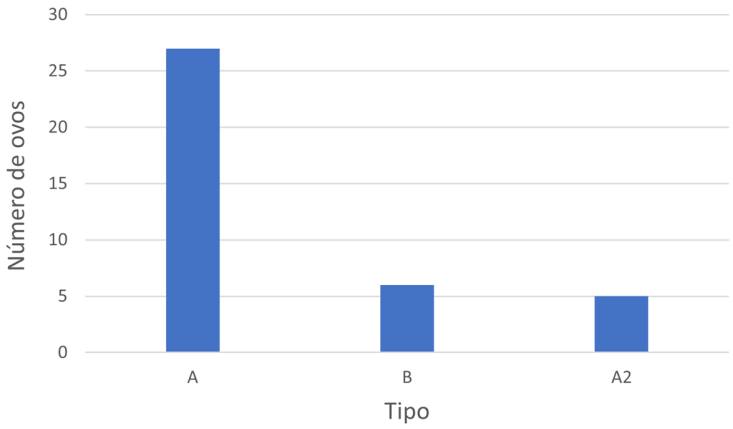

Figura 25. Número de ovos perdidos por predação em função do tipo de ovo (A = 27; B = 6; A2 = 5).

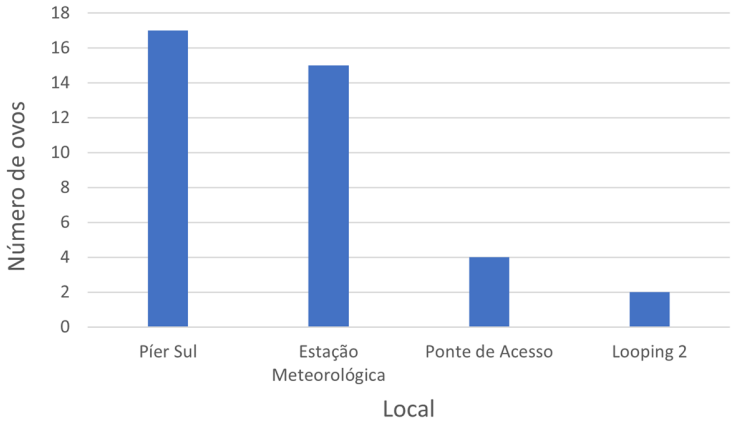

Figura 26. Número de ovos perdidos por predação em função dos diferentes locais ao longo do Píer onde foram postos ovos (Píer Sul = 17; Estação Meteorológica = 15; Ponte de Acesso = 4; *Looping* 2 = 2).

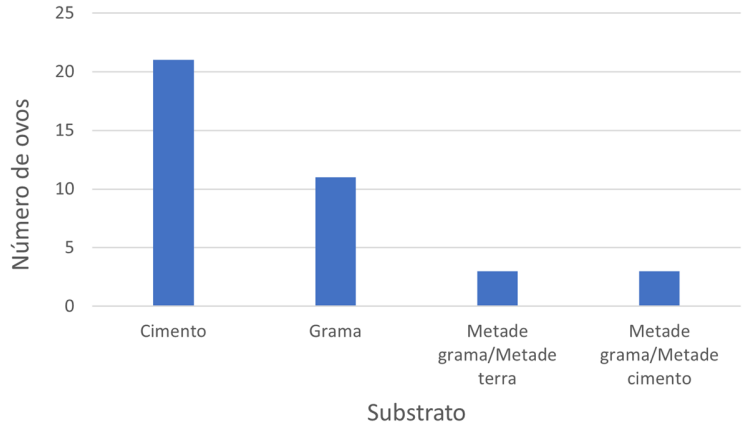

Figura 27. Número de ovos perdidos por predação em função dos diferentes substratos sobre os quais os ninhos foram construídos e onde foram postos ovos (Cimento = 21; Grama = 11; Metade grama/Metade terra = 3; Metade grama/Metade cimento = 3).

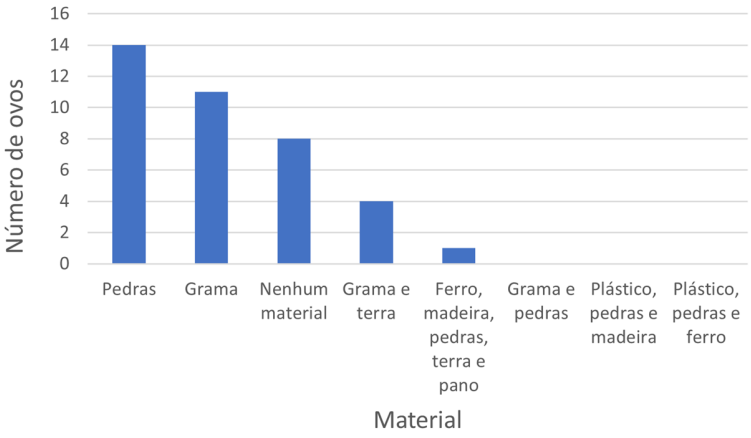

Figura 28. Número de ovos perdidos por predação em função dos diferentes materiais utilizados na construção dos ninhos nos quais foram postos ovos (Pedras = 14; Grama = 11; Nenhum material = 8; Grama e terra = 4; Ferro, madeira, pedras, terra e pano = 1; Grama e pedras = 0; Plástico, pedras e madeira = 0; Plástico, pedras e ferro = 0).

4.2.3.3. Perda por gorar

Os ovos que foram perdidos por gorar somaram 22 (34,9%), representando uma taxa de perda de ovos por gorar no valor de 28,2% (22 ovos gorados/78 ovos postos (x 100)). Em função do tipo de ovo, foram perdidos, por terem gorado, 20 (90,9%) ovos A, dois (9,1%) ovos A2 e nenhum (0,0%) ovo B (Figura 29). Por local, foram perdidos, por terem gorado, 12 (54,6%) ovos no Píer Sul, cinco (22,7%) na Estação Meteorológica, quatro (18,2%) no *Looping* 2 e apenas um (4,5%) na Ponte de Acesso (Figura 30). Em relação ao substrato sobre o qual os ninhos foram construídos perderam-se, por terem gorado, 18 (81,8%) ovos em ninhos construídos sobre o cimento, três (13,6%) sobre a grama, um (4,6%) sobre metade grama/metade terra e nenhum (0,0%) sobre metade grama/metade cimento (Figura 31). No que diz respeito ao material utilizado na construção dos ninhos, foram perdidos, por terem gorado, oito (36,5%) ovos em ninhos construídos com pedras, cinco (22,7%) com nenhum material, quatro (18,2%) com grama, dois (9,1%) com plástico, pedras e madeira, um (4,5%) com grama e terra, um (4,5%) com grama e pedras, um (4,5%) com plástico, pedras e ferro e nenhum (0,0%) com ferro, madeira, pedras, terra e pano (Figura 32). As taxas de gora de ovos em função do tipo de ovo, local, substrato sobre o qual os ninhos foram construídos e material utilizado em sua construção se encontram no Apêndice 1.

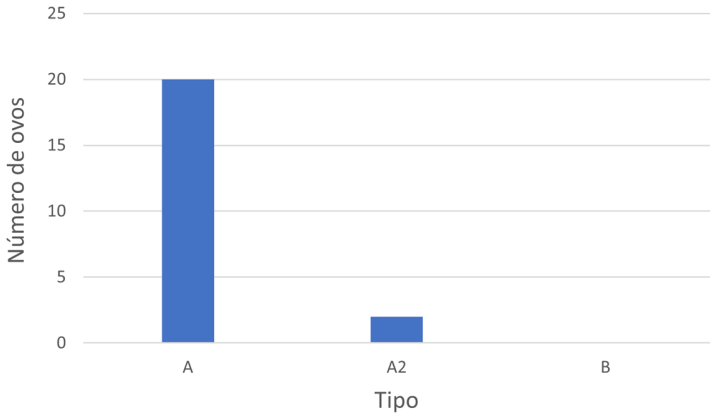

Figura 29. Número de ovos perdidos por gorar em função do tipo de ovo (A = 20; A2 = 2; B = 0).

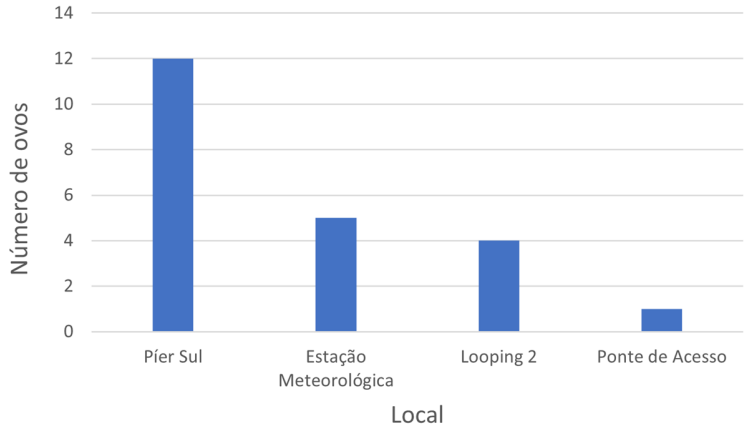

Figura 30. Número de ovos perdidos por gorar em função dos diferentes locais ao longo do Píer onde foram postos ovos (Píer Sul = 12; Estação Meteorológica = 5; *Looping* 2 = 4; Ponte de Acesso = 1).

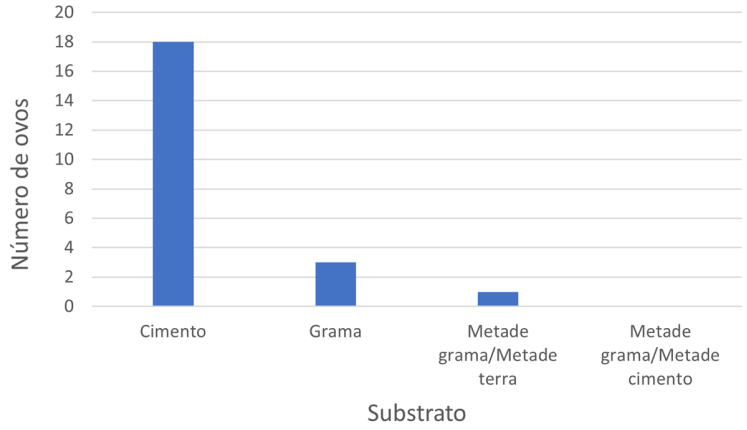

Figura 31. Número de ovos perdidos por gorar em função dos diferentes substratos sobre os quais os ninhos foram construídos e onde foram postos ovos (Cimento = 18; Grama = 3; Metade grama/Metade terra = 1; Metade grama/Metade cimento = 0).

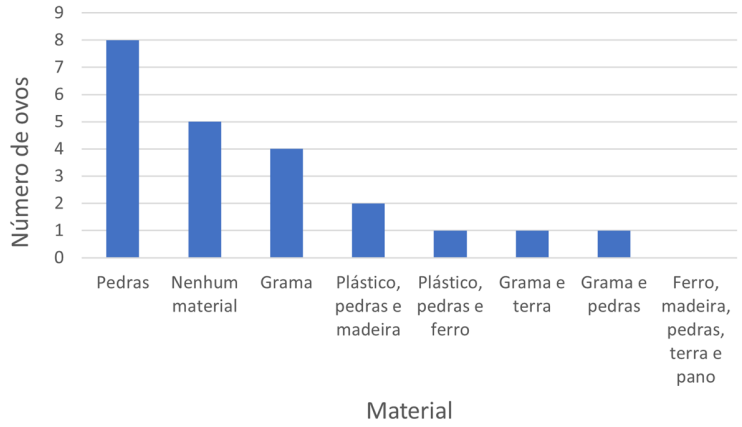

Figura 32. Número de ovos perdidos por gorar em função dos diferentes materiais utilizados na construção dos ninhos nos quais foram postos ovos (Pedras = 8; Nenhum material = 5; Grama = 4; Plástico, pedras e madeira = 2; Plástico, pedras e ferro = 1; Grama e terra = 1; Grama e pedras = 1; Ferro, madeira, pedras, terra e pano = 0).

4.2.3.4. Perda por eventos de indivíduos natimortos

Os ovos que foram perdidos por eventos de indivíduos natimortos somaram três (4,8%), representando uma taxa de perda de ovos por eventos de indivíduos natimortos no valor de 3,8% (3 ovos com natimortos/78 ovos postos (x 100)). Em função do tipo de ovo, foram perdidos, por eventos de indivíduos natimortos, dois (66,7%) ovos A, um ovo (33,3%) B e nenhum (0,0%) ovo A2 (Figura 33). Por local, foram perdidos, por eventos de indivíduos natimortos, três (100,0%) ovos no Píer Sul, e nenhum (0,0%) na Estação Meteorológica, no *Looping* 2 e na Ponte de Acesso (Figura 34). Em relação ao substrato sobre o qual os ninhos foram construídos perderam-se, por eventos de indivíduos natimortos, três (100,0%) ovos em ninhos construídos sobre o cimento, e nenhum sobre a grama, sobre metade grama/metade terra ou sobre metade grama/metade cimento (Figura 35). No que diz respeito ao material utilizado na construção dos ninhos, foram perdidos, por eventos de indivíduos natimortos, três (100,0%) ovos em ninhos construídos com pedras, e nenhum (0,0%) com grama, com nenhum material, com grama e terra, com plástico, pedras e madeira, com grama e pedras, com plástico, pedras e ferro ou com ferro,

madeira, pedras, terra e pano (Figura 36). As taxas de indivíduos natimortos em função do tipo de ovo, local, substrato sobre o qual os ninhos foram construídos e material utilizado em sua construção se encontram no Apêndice 1.

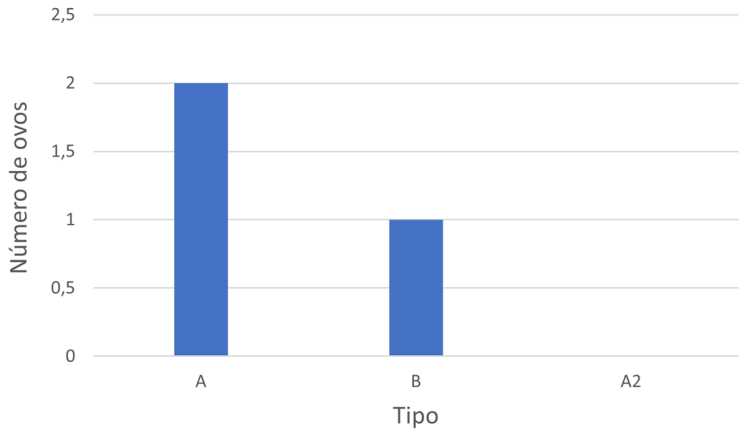

Figura 33. Número de ovos perdidos por eventos de indivíduos natimortos em função do tipo de ovo (A = 2; B = 1; A2 = 0).

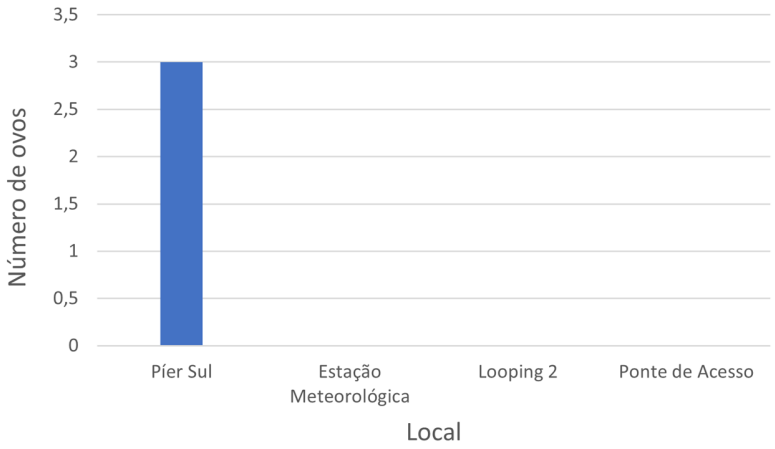

Figura 34. Número de ovos perdidos por eventos de indivíduos natimortos em função dos diferentes locais ao longo do Píer onde foram postos ovos (Píer Sul = 3; Estação Meteorológica = 0; *Looping* 2 = 0; Ponte de Acesso = 0).

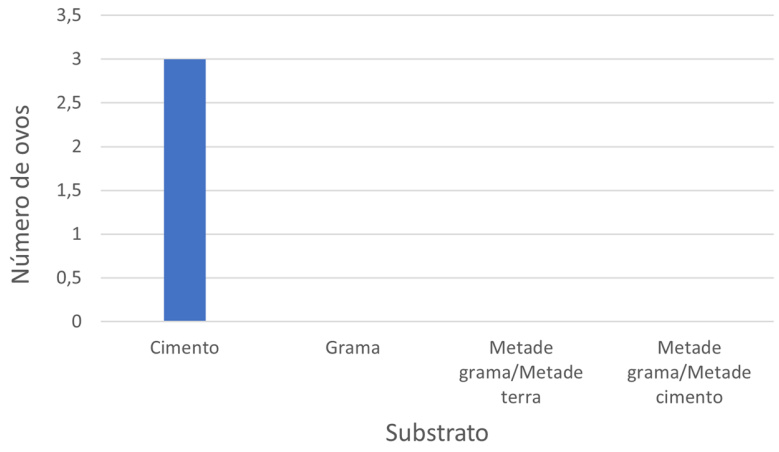

Figura 35. Número de ovos perdidos por eventos de indivíduos natimortos em função dos diferentes substratos sobre os quais os ninhos foram construídos e onde foram postos ovos (Cimento = 3; Grama = 0; Metade grama/Metade terra = 0; Metade grama/Metade cimento = 0).

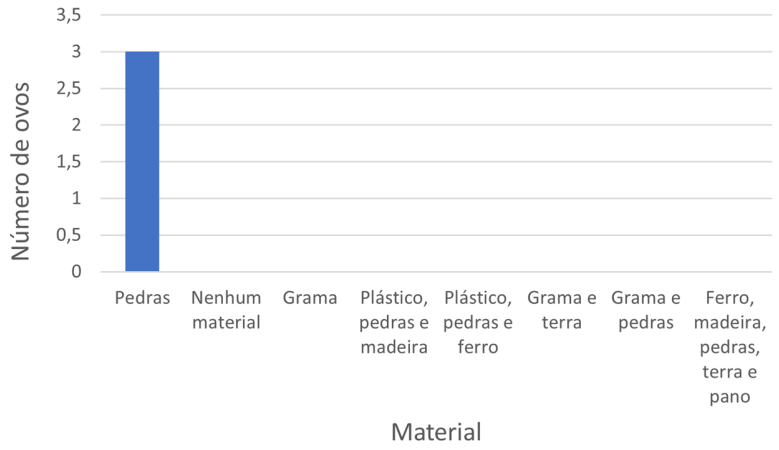

Figura 36. Número de ovos perdidos por eventos de indivíduos natimortos em função dos diferentes materiais utilizados na construção dos ninhos nos quais foram postos ovos (Pedras = 3; Nenhum material = 0; Grama = 0; Plástico, pedras e madeira = 0; Plástico, pedras e ferro = 0; Grama e terra = 0; Grama e pedras = 0; Ferro, madeira, pedras, terra e pano = 0).

4.2.4. Incubação

O período médio de incubação geral até o nascimento dos ninhegos saudáveis (sem incluir natimortos) foi de 23,73 ± 2,34 dias. O período médio de incubação em função do tipo de ovo, do local onde nasceram ninhegos saudáveis, do substrato sobre o qual os ninhos foram construídos e nos quais nasceram ninhegos saudáveis, e do material utilizado na construção dos ninhos nos quais nasceram ninhegos saudáveis são apresentados no Apêndice 1. Apesar da diferença visual, e seguindo a metodologia estatística utilizada na seção "3.2.2. Biometria", para o período médio de incubação em função do tipo de ovo, os dados se revelaram normais apenas para ovos do tipo A (W = 0,92298, p-value = 0,4545) e B (W = 0,8713, p-value = 0,2717), não tendo sido possível verificar a normalidade para os valores dos ovos A2 devido ao número reduzido destes (o tamanho da amostra teria que ser entre 3 e 5000). Apenas a título de curiosidade, foi realizado o teste de Bartlett, o qual revelou que os dados foram homoscedásticos (Bartlett's K-squared = 1,5983, df = 2, p-value = 0,4497) e, comparando-se os valores médios obtidos para cada tipo dois a dois por meio do teste t de Student, não foi revelada diferença significativa (A-B: t = 0,66758, df = 10,294, p-value = 0,5191; A-A2: t = 0,56356, df = 7,5757, p-value = 0,5893; B-A2: t = -0,27501, df = 4,9968, p-value = 0,7943). O teste ANOVA realizado para comparar os três grupos também não revelou diferença significativa no período médio de incubação em função do tipo de ovo (Df = 2, Sum Sq = 2,76, Mean Sq = 1,379, F value = 0,223, Pr(>F) = 0,803). No entanto, é reforçado que os testes de Bartlett e ANOVA foram realizados apenas para seguir o padrão do estudo, uma vez que o resultado pode não apresentar relevância devido ao n amostral reduzido utilizado nessas análises (n = 15; oito ovos A, cinco ovos B e dois ovos A2).

Para o período médio de incubação em função do local onde os ovos foram postos, os dados se revelaram normais tanto para o Píer Sul (W = 0,94517, p-value = 0,6857) quanto para a

Estação Meteorológica (W = 0,95208, p-value = 0,7321). O teste de Bartlett demonstrou que os dados foram homoscedásticos (Bartlett's K-squared = 0,018194, df = 1, p-value = 0,8927) e, comparando-se os valores médios obtidos para cada local por meio do teste t de Student, não foi revelada diferença significativa no período médio de incubação em função do local onde os ovos foram postos (Píer Sul-Estação Meteorológica: t = -1,9801, df = 12,898, p-value = 0,06943). Em relação ao período médio de incubação no que diz respeito ao substrato sobre os quais os ninhos foram construídos, os dados se mostraram normais apenas para o cimento (W = 0,94517, p-value = 0,6857) e a grama (W = 0,9385, p-value = 0,6253), pois o substrato "metade grama/metade terra" não foi incluído na análise pelo fato de apenas um ovo ter eclodido no mesmo. O teste de Bartlett demonstrou que os dados foram homoscedásticos (Bartlett's K-squared = 0,082987, df = 1, p-value = 0,7733) e, comparando-se os valores médios obtidos para cada substrato por meio do teste t de Student, não foi revelada diferença significativa no período médio de incubação em função do substrato sobre o qual os ninhos foram construídos (Cimento-Grama: t = -1,9355, df = 11,824, p-value = 0,0772). Por fim, para o período médio de incubação em função dos diferentes materiais utilizados na construção dos ninhos, os dados se revelaram normais apenas para pedras (W = 0,96743, p-value = 0,8748) e grama (W = 0,9385, p-value = 0,6253), pois os materiais "grama e terra" e "pedras e grama" não foram incluídos na análise pelo fato de apenas um ovo ter eclodido em ninhos construídos com eles. O teste de Bartlett demonstrou que os dados foram homoscedásticos (Bartlett's K-squared = 0,040916, df = 1, p-value = 0,8397) e, comparando-se os valores médios obtidos para cada material por meio do teste t de Student, não foi revelada diferença significativa no período médio de incubação em função dos diferentes materiais utilizados na construção dos ninhos (Pedras-Grama: t = -1,629, df = 10,934, p-value = 0,1318). No entanto, todos esses testes foram realizados apenas para seguir o padrão do estudo, e o resultado pode não apresentar relevância devido ao n amostral reduzido utilizado nessas análises (Local: n = 15; sete ovos no Píer Sul e oito ovos na Estação Meteorológica; Substrato: n = 14; sete ovos sobre o cimento e sete ovos sobre a grama; Material: n = 13; seis ovos em ninhos construídos com pedras e sete ovos em ninhos construídos com grama).

4.3. Ninhegos

4.3.1. Nascimento e sucesso de incubação

Os ninhegos saudáveis que eclodiram somaram 15 indivíduos, sendo que oito (53,3%) nasceram de ovos do tipo A, cinco do tipo B (33,4%) e apenas dois (13,3%) do tipo A2 (Figura 37). A Estação Meteorológica foi o local com o maior número de ninhegos nascidos, contando com oito (53,3%) indivíduos eclodidos, enquanto sete (46,7%) nasceram no Píer Sul e nenhum (0,0%) nasceu no *Looping* 2 e nem na Ponte de Acesso (Figura 38). Em relação ao substrato sobre o qual os ninhos foram construídos, houve semelhança no número de ninhegos nascidos, uma vez que sete (46,7%) ninhegos nasceram em ninhos construídos sobre o cimento, sete (46,7%) sobre a grama, e apenas um (6,6%) sobre metade grama/metade terra (nenhum – 0,0% - ninhego nasceu em ninhos construídos sobre metade cimento/metade grama (Figura 39). No que diz respeito ao material utilizado na construção dos ninhos, sete (46,7%) ninhegos nasceram em ninhos que contavam com grama como matéria-prima utilizada, seis (40,1%) com pedras, um (6,6%) com grama e terra, e um (6,6%) com grama e pedras, não havendo eclosão (0,0%) em ninhos com outros tipos de materiais utilizados em sua construção (o que inclui ninhos sem nenhum material utilizado) (Figura 40).

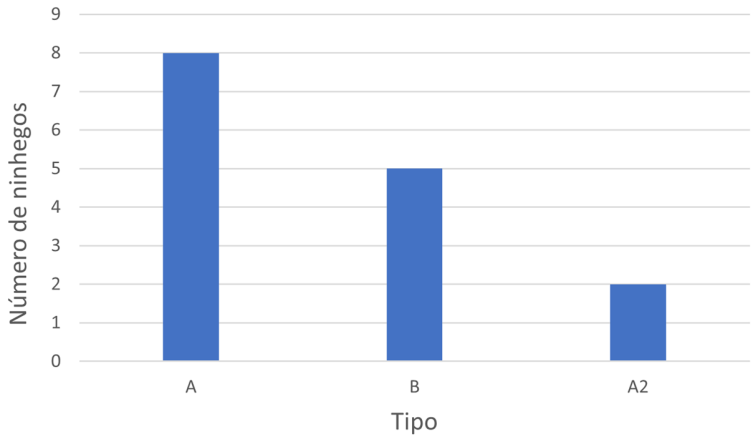

Figura 37. Número de ninhegos saudáveis nascidos em função do tipo de ovo (A = 8; B = 5; A2 = 2).

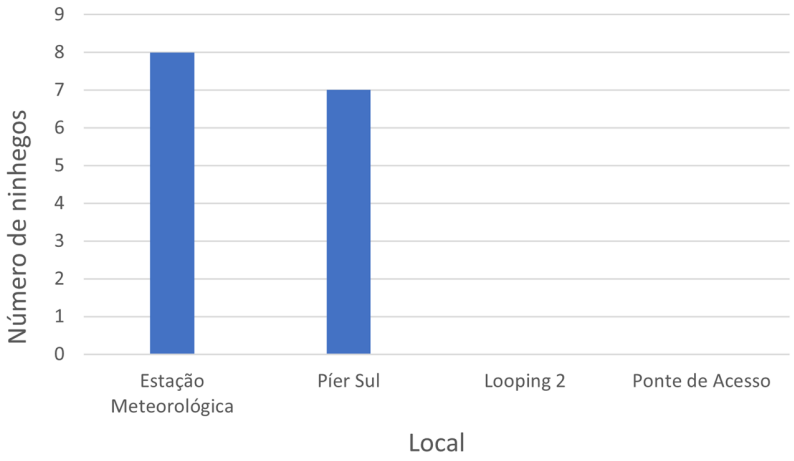

Figura 38. Número de ninhegos saudáveis nascidos em função dos diferentes locais ao longo do Píer (Estação Meteorológica = 8; Píer Sul = 7; *Looping* 2 = 0; Ponte de Acesso = 0).

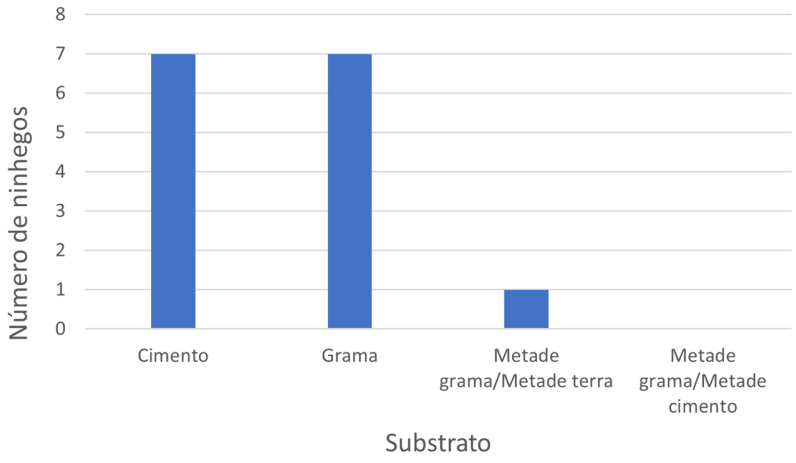

Figura 39. Número de ninhegos saudáveis nascidos em função dos diferentes substratos sobre os quais os ninhos foram construídos (Cimento = 7; Grama = 7; Metade grama/Metade terra = 1; Metade grama/Metade cimento = 0).

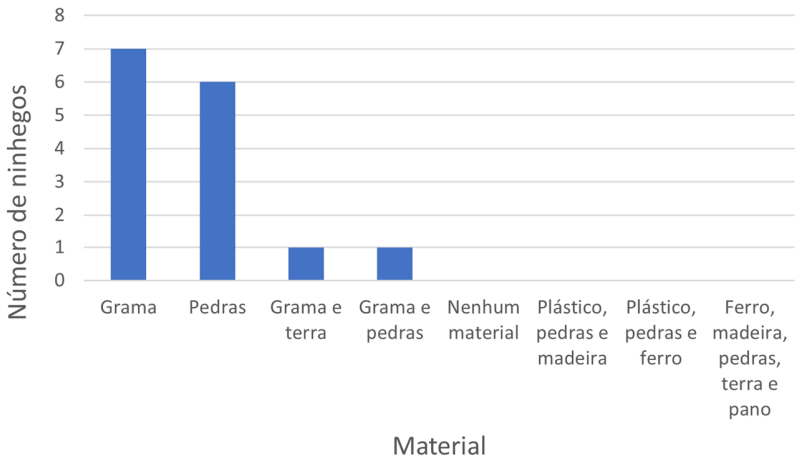

Figura 40. Número de ninhegos saudáveis nascidos em função dos diferentes materiais utilizados na construção dos ninhos (Grama = 7; Pedras = 6; Grama e terra = 1; Grama e pedras = 0; Nenhum material = 0; Plástico, pedras e madeira = 0; Plástico, pedras e ferro = 0; Ferro, madeira, pedras, terra e pano = 0).

Não foi possível calcular o intervalo médio de nascimento de ninhegos saudáveis eclodidos de ovos A e B em ninhadas com mais de um ovo posto, pois os irmãos foram registrados pela primeira vez no mesmo dia em todos os casos.

Utilizando o nascimento de ninhegos saudáveis, calculou-se o sucesso de incubação geral para este estudo no valor de 19,2% (15 ninhegos saudáveis nascidos/78 ovos postos (x 100)). O sucesso de incubação em função do tipo de ovo, local, substrato sobre o qual o ninho foi construído e material utilizado em sua construção encontra-se no Apêndice 1.

4.3.2. Perda

4.3.2.1. Perda geral

De forma geral e do número total de ninhegos saudáveis nascidos (15), 11 não sobreviveram, representando uma taxa de mortalidade geral de ninhegos no valor de 73,3% (11 ninhegos perdidos/15 ninhegos saudáveis nascidos (x 100)). Em função do tipo de ovo do qual

nasceram, foram perdidos cinco (45,4%) ninhegos nascidos de ovos A, quatro (36,4%) de ovos B e dois (18,2%) de ovos A2 (ou seja, todos os ninhegos nascidos de ovos A2 morreram) (Figura 41). Por local, foram perdidos seis (54,6%) ninhegos no Píer Sul e cinco (45,4%) na Estação Meteorológica (Figura 42). Em relação ao substrato sobre o qual os ninhos foram construídos perderam-se seis (54,6%) ninhegos em ninhos construídos sobre o cimento e cinco (45,4%) sobre a grama, e nenhum (0,0%) ninhego nascido sobre metade grama/metade terra morreu (Figura 43). No que diz respeito ao material utilizado na construção dos ninhos, foram perdidos cinco (45,4%) ninhegos em ninhos construídos com pedras, cinco (45,4%) com grama e um (9,2%) com grama e pedras, mas nenhum (0,0%) ninhego morreu em ninhos construídos com grama e terra (Figura 44). As taxas de mortalidade geral de ninhegos em função do tipo de ovo, local, substrato sobre o qual os ninhos foram construídos e material utilizado em sua construção se encontram no Apêndice 1. O tempo médio para um ninhego morrer foi calculado em 14,27 ± 11,42 dias.

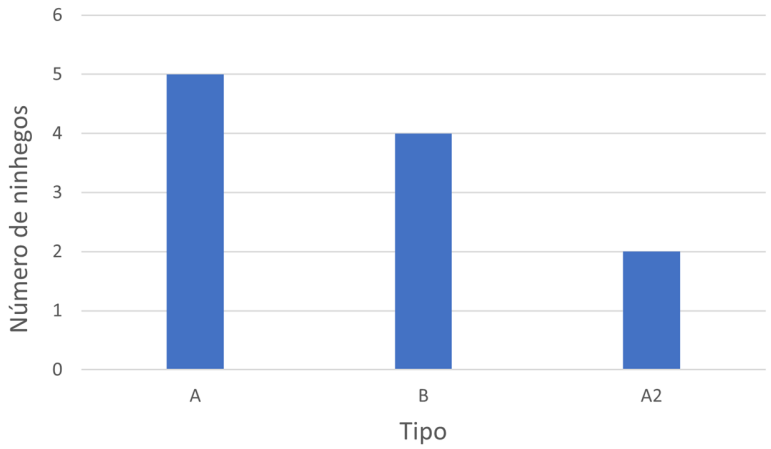

Figura 41. Número de ninhegos perdidos em função do tipo de ovo do qual nasceram (A = 5; B = 4; A2 = 2).

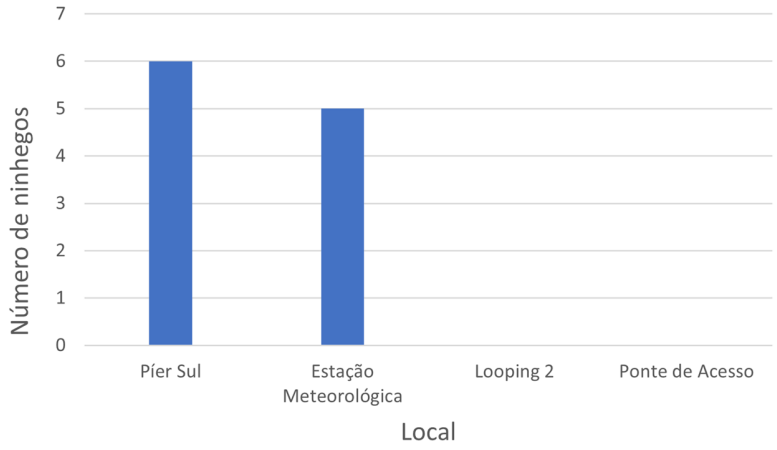

Figura 42. Número de ninhegos perdidos em função dos diferentes locais ao longo do Píer onde nasceram ninhegos saudáveis (Píer Sul = 6; Estação Meteorológica = 5; *Looping* 2 = 0; Ponte de Acesso = 0).

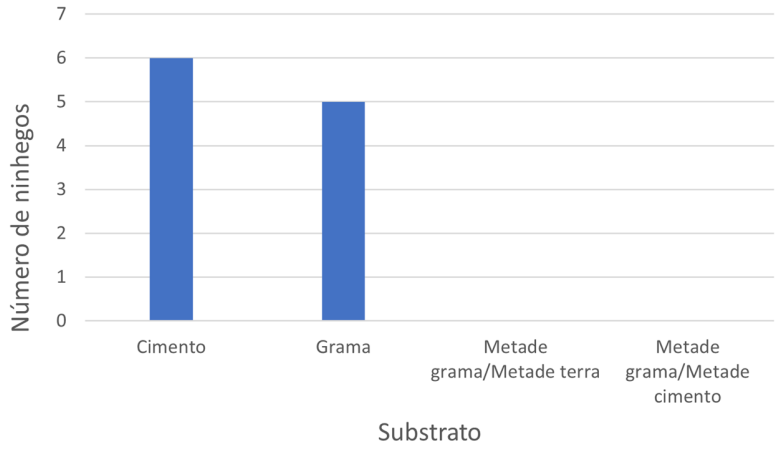

Figura 43. Número de ninhegos perdidos em função dos diferentes substratos sobre os quais os ninhos foram construídos e onde nasceram ninhegos saudáveis (Cimento = 6; Grama = 5; Metade grama/Metade terra = 0; Metade grama/Metade cimento = 0).

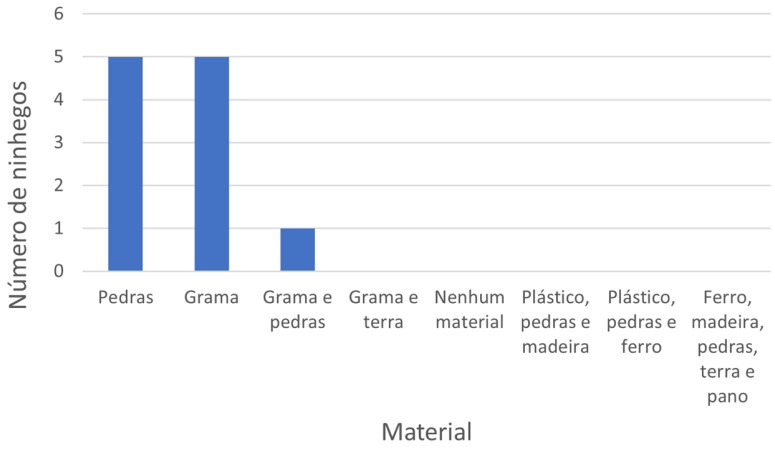

Figura 44. Número de ninhegos perdidos em função dos diferentes materiais utilizados na construção dos ninhos nos quais nasceram ninhegos saudáveis (Pedras = 5; Grama = 5; Grama e pedras = 1; Grama e terra = 0; Nenhum material = 0; Plástico, pedras e madeira = 0; Plástico, pedras e ferro = 0; Ferro, madeira, pedras, terra e pano = 0).

As causas de perda dos ninhegos foram as seguintes: seis (54,5%) foram predados ou caíram no mar (desapareceram sem comprovação real do motivo), quatro (36,4%) foram atropelados e um (9,1%) morreu de causas naturais (Figura 45).

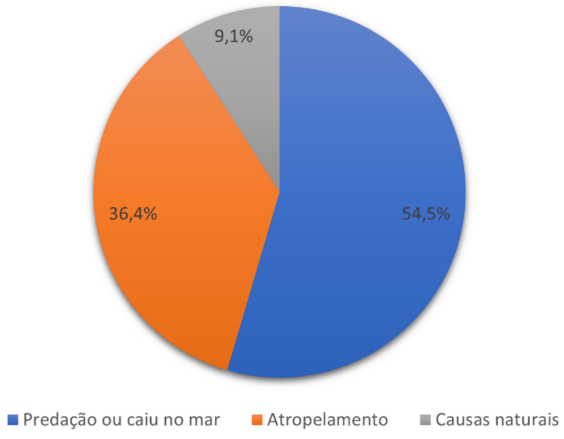

Figura 45. Causas e respectivas porcentagens da perda de ninhegos.

4.3.2.2. Perda por predação ou por cair no mar

Os ninhegos que foram perdidos por predação ou por cair no mar somaram seis (54,5%) indivíduos, representando uma taxa de mortalidade de ninhegos por predação ou por cair no mar no valor de 40,0% (6 ninhegos predados ou que caíram no mar/15 ninhegos saudáveis nascidos (x 100)). Em função do tipo de ovo do qual nasceram, foram perdidos, por predação ou por cair no mar, três (50,0%) ninhegos de ovos A, os dois (33,3%) nascidos de ovos A2 e um (16,7%) de ovos B (Figura 46). Por local, foram perdidos, por predação ou por cair no mar, quatro (66,7%) ninhegos na Estação Meteorológica e dois (33,3%) no Píer Sul (Figura 47). Em relação ao substrato sobre o qual os ninhos foram construídos perderam-se, por predação ou por cair no mar, quatro (66,7%) ninhegos nascidos em ninhos construídos sobre a grama, dois (33,3%) sobre o cimento e nenhum (0,0%) sobre metade grama/metade terra (Figura 48). No que diz respeito ao material utilizado na construção dos ninhos, foram perdidos, por predação ou por cair no mar, quatro (66,7%) ninhegos nascidos em ninhos construídos com grama, dois (33,3%) em ninhos construídos com pedras e nenhum (0,0%) em ninhos construídos com grama e terra ou com grama e pedras (Figura 49). As taxas de predação ou por cair no mar em função do tipo de ovo do qual nasceram, local, substrato sobre o qual os ninhos foram construídos e material utilizado em sua construção se encontram no Apêndice 1.

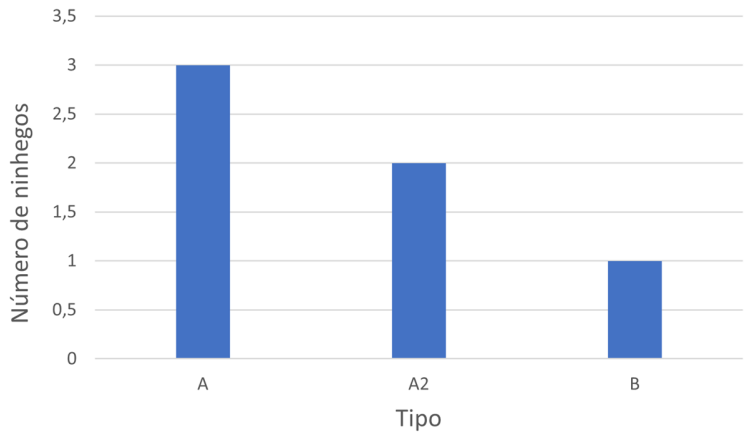

Figura 46. Número de ninhegos perdidos por predação ou por cair no mar em função do tipo de ovo do qual nasceram (A = 3; A2 = 2; B = 1).

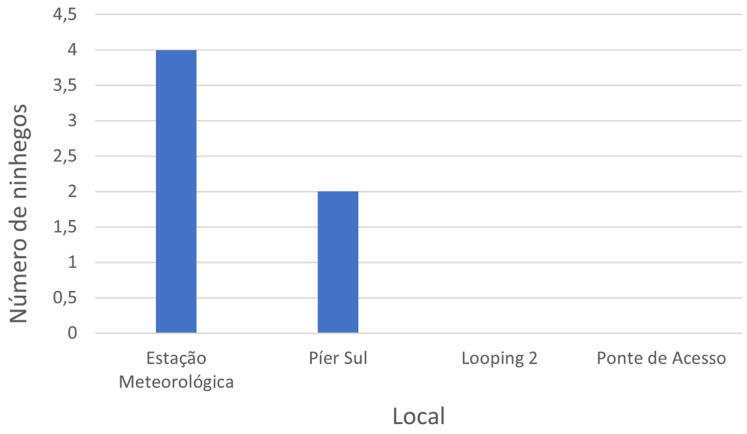

Figura 47. Número de ninhegos perdidos por predação ou por cair no mar em função dos diferentes locais ao longo do Píer onde nasceram ninhegos saudáveis (Estação Meteorológica = 4; Píer Sul = 2; *Looping* 2 = 0; Ponte de Acesso = 0).

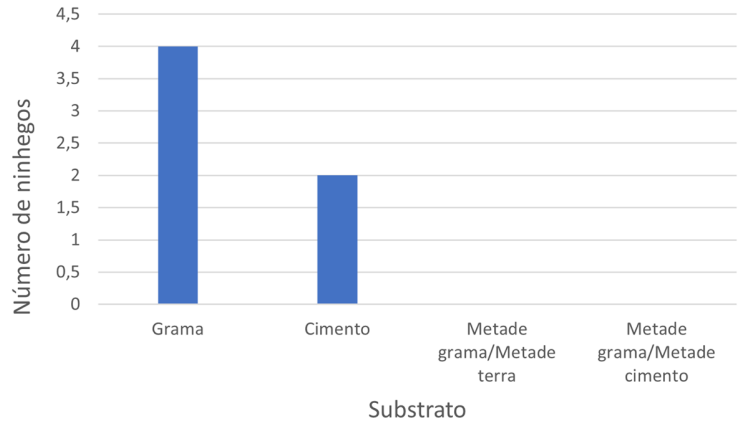

Figura 48. Número de ninhegos perdidos por predação ou por cair no mar em função dos diferentes substratos sobre os quais os ninhos foram construídos e onde nasceram ninhegos saudáveis (Grama = 4; Cimento = 2; Metade grama/Metade terra = 0; Metade grama/Metade cimento = 0).

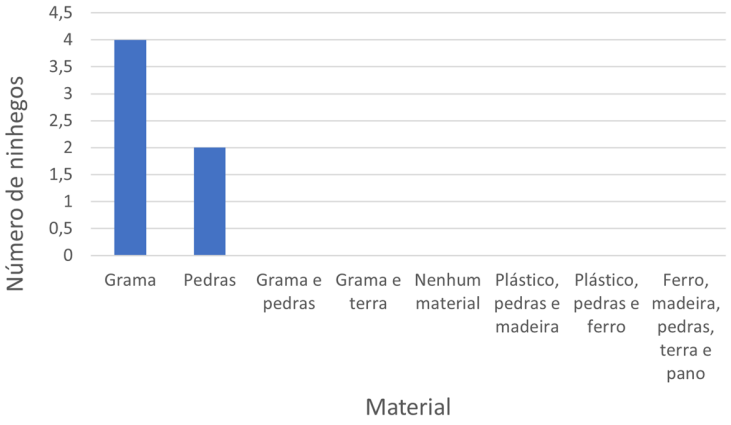

Figura 49. Número de ninhegos perdidos por predação ou por cair no mar em função dos diferentes materiais utilizados na construção dos ninhos nos quais nasceram ninhegos saudáveis (Grama = 4; Pedras = 2; Grama e pedras = 0; Grama e terra = 0; Nenhum material = 0; Plástico, pedras e madeira = 0; Plástico, pedras e ferro = 0; Ferro, madeira, pedras, terra e pano = 0).

4.3.2.3. Perda por atropelamento

Os ninhegos que foram perdidos por atropelamento somaram quatro (36,4%) indivíduos, representando uma taxa de mortalidade de ninhegos por atropelamento no valor de 26,7% (4 ninhegos atropelados/15 ninhegos saudáveis nascidos (x 100)). Em função do tipo de ovo do qual nasceram, foram perdidos, por atropelamento, dois (50,0%) ninhegos nascidos de ovos A e dois (50,0%) de ovos B; e nenhum (0,0%) ninhego de ovos A2 foi perdido por atropelamento (Figura 50). Por local, foram perdidos, por atropelamento, quatro (100,0%) ninhegos no Píer Sul e nenhum (0,0%) na Estação Meteorológica (Figura 51). Em relação ao substrato sobre o qual os ninhos foram construídos perderam-se, por atropelamento, quatro (100,0%) ninhegos nascidos em ninhos construídos sobre o cimento e nenhum (0,0%) sobre a grama ou sobre metade grama/metade terra (Figura 52). No que diz respeito ao material utilizado na construção dos ninhos, foram perdidos, por atropelamento, três (75,0%) ninhegos nascidos em ninhos construídos com pedras, um (25,0%) em ninhos construídos com grama e pedras e nenhum (0,0%) em ninhos construídos com grama ou com grama e terra (Figura 53). As taxas de

atropelamento de ninhegos em função do tipo de ovo do qual nasceram, local, substrato sobre o qual os ninhos foram construídos e material utilizado em sua construção se encontram no Apêndice 1.

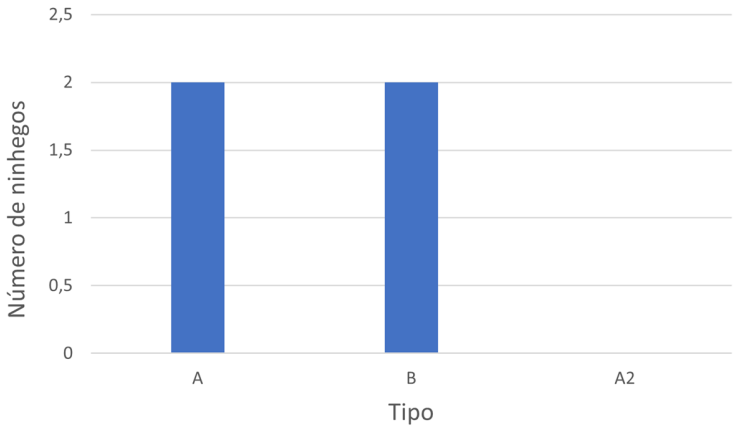

Figura 50. Número de ninhegos perdidos por atropelamento em função do tipo de ovo do qual nasceram (A = 2; B = 2; A2 = 0).

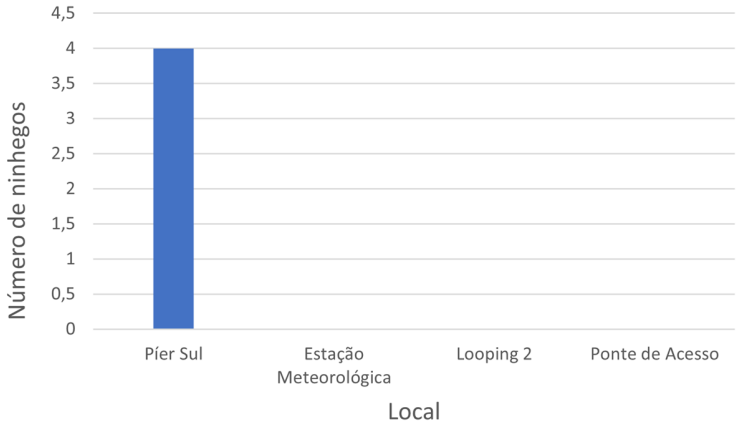

Figura 51. Número de ninhegos perdidos por atropelamento em função dos diferentes locais ao longo do Píer onde nasceram ninhegos saudáveis (Píer Sul = 4; Estação Meteorológica = 0; *Looping* 2 = 0; Ponte de Acesso = 0).

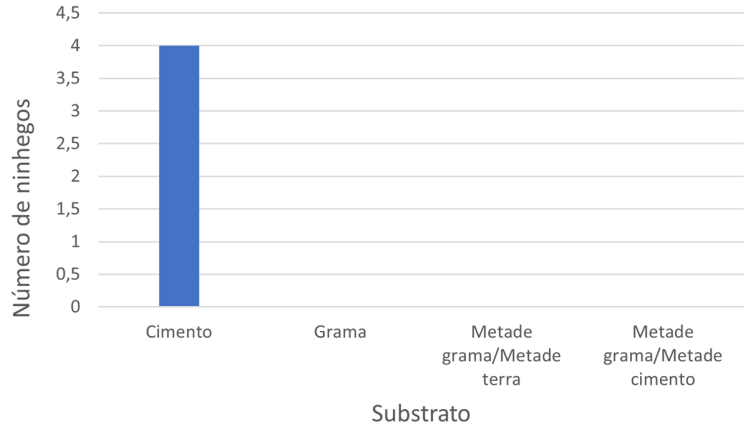

Figura 52. Número de ninhegos perdidos por atropelamento em função dos diferentes substratos sobre os quais os ninhos foram construídos e onde nasceram ninhegos saudáveis (Cimento = 4; Grama = 0; Metade grama/Metade terra = 0; Metade grama/Metade cimento = 0).

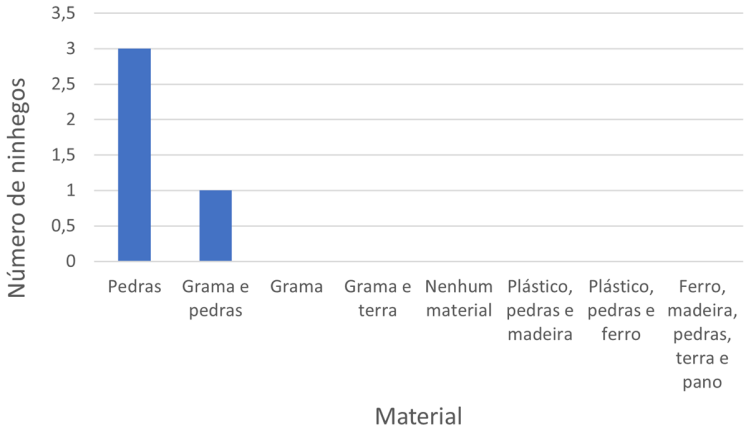

Figura 53. Número de ninhegos perdidos por atropelamento em função dos diferentes materiais utilizados na construção dos ninhos nos quais nasceram ninhegos saudáveis (Pedras = 3; Grama e pedras = 1; Grama = 0; Grama e terra = 0; Nenhum material = 0; Plástico, pedras e madeira = 0; Plástico, pedras e ferro = 0; Ferro, madeira, pedras, terra e pano = 0).

4.3.2.4. Perda por causas naturais

Somente um (9,1%) ninhego foi perdido por causas naturais, representando uma taxa de mortalidade de ninhegos por causas naturais no valor de 6,7% (1 ninhego morto por causas naturais/15 ninhegos saudáveis nascidos (x 100)). Em função do tipo de ovo do qual nasceram, foi perdido, por causas naturais, um (100,0%) ninhego de ovos B, e nenhum (0,0%) de ovos A ou A2 foi perdido por causas naturais (Figura 54). Por local, perdeu-se, por causas naturais, um (100,0%) ninhego na Estação Meteorológica e nenhum (0,0%) no Píer Sul (Figura 55). Em relação ao substrato sobre o qual os ninhos foram construídos perdeu-se, por causas naturais, um (100,0%) ninhego nascido em ninhos construídos sobre a grama e nenhum (0,0%) sobre o cimento ou sobre metade grama/metade terra (Figura 56). No que diz respeito ao material utilizado na construção dos ninhos, foi perdido, por causas naturais, um (100,0%) ninhego nascido em ninhos construídos com grama, e nenhum (0,0%) em ninhos construídos com pedras, com grama e terra ou com grama e pedras (Figura 57). As taxas de morte por causas naturais de ninhegos em função do tipo de ovo do qual nasceram, local, substrato sobre o qual os ninhos foram construídos e material utilizado em sua construção se encontram no Apêndice 1.

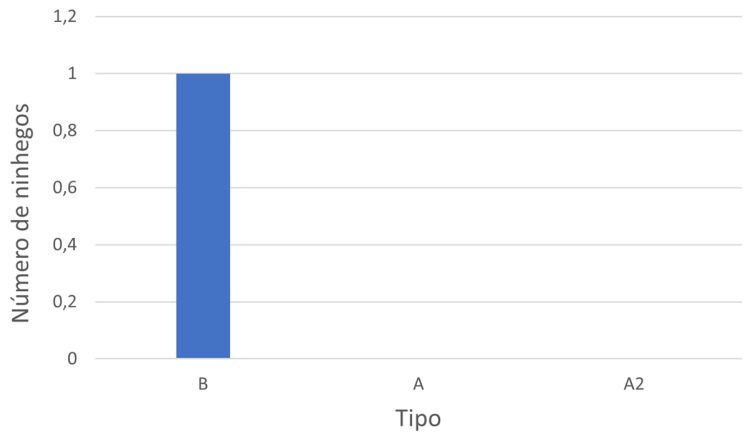

Figura 54. Número de ninhegos perdidos por causas naturais em função do tipo de ovo do qual nasceram (B = 1; A = 0; A2 = 0).

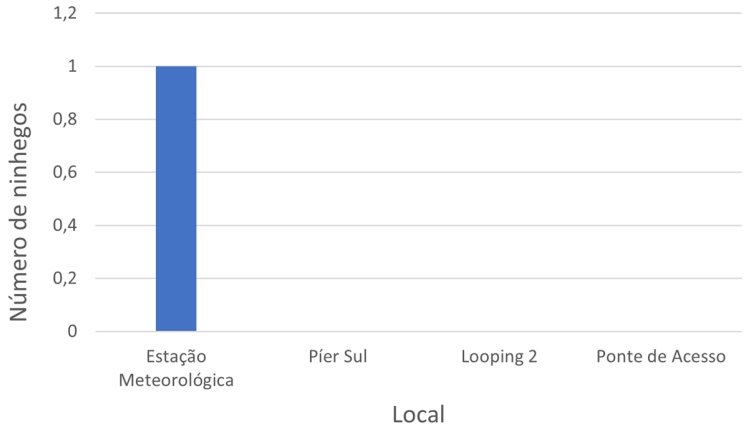

Figura 55. Número de ninhegos perdidos por causas naturais em função dos diferentes locais ao longo do Píer onde nasceram ninhegos saudáveis (Estação Meteorológica = 1; Píer Sul = 0; *Looping* 2 = 0; Ponte de Acesso = 0).

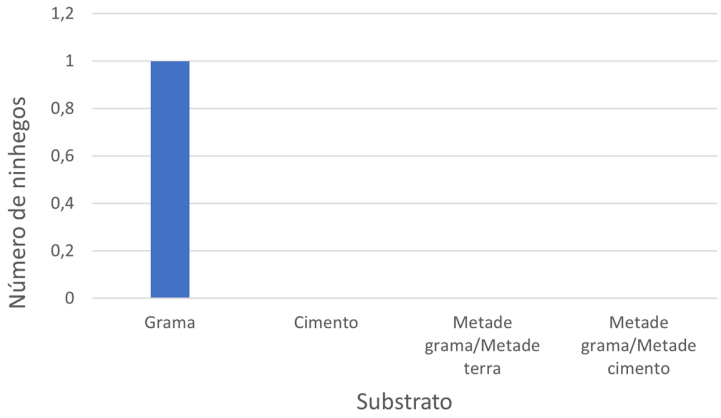

Figura 56. Número de ninhegos perdidos por causas naturais em função dos diferentes substratos sobre os quais os ninhos foram construídos e onde nasceram ninhegos saudáveis (Grama = 1; Cimento = 0; Metade grama/Metade terra = 0; Metade grama/Metade cimento = 0).

Figura 57. Número de ninhegos perdidos por causas naturais em função dos diferentes materiais utilizados na construção dos ninhos nos quais nasceram ninhegos saudáveis (Grama = 1; Pedras = 0; Grama e terra = 0; Grama e pedras = 0; Nenhum material = 0; Plástico, pedras e madeira = 0; Plástico, pedras e ferro = 0; Ferro, madeira, pedras, terra e pano = 0).

4.3.3. Sobrevivência

Os dados de mortalidade de ninhegos (11 ninhegos mortos) (Figura 58) mostraram que o maior número de mortes (54,5% de todas as mortes) ocorreu durante os primeiros nove dias após o nascimento. Neste período, a mortalidade foi causada por predação ou por cair no mar (83,3%) e atropelamento (16,7%). O risco de um ninhego morrer decresceu a partir de decorridos 10-20 dias de vida. No entanto, a idade de maior risco para um ninhego morrer (onde a probabilidade de morte foi maior) foi de 2-4 dias de vida, pois exclusivamente no segundo e no quarto dia de vida houve a morte de mais de um ninhego.

O risco de morte, contudo, aumentou novamente quando os ninhegos apresentaram 21-30 dias de vida, ao final do período de cuidado parental. A mortalidade neste período foi causada por atropelamento (60,0%), predação ou por cair no mar (20,0%) e por causas naturais (20,0%). Por fim, a idade crítica de sobrevivência (quando pelo menos 75% dos ninhegos ainda estavam vivos) foi calculada em três dias, e a mediana indicando a sobrevivência de pelo menos 50% dos ninhegos ocorreu quando estes apresentaram 21 dias de idade.

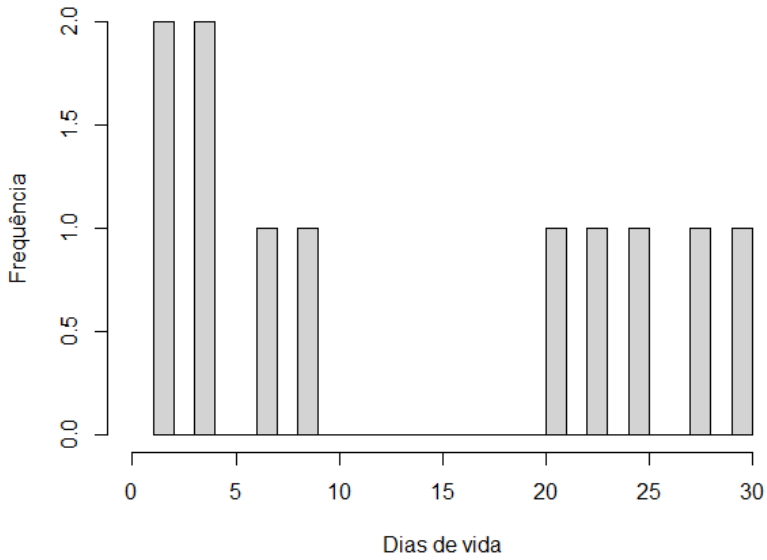

Figura 58. Frequência de morte de ninhegos em função da idade (em dias de vida).

4.3.4. Crescimento

Foi registrado incremento, em intervalos de 48-72 horas, na massa de 11 ninhegos, sendo cinco ninhegos A, quatro ninhegos B e dois ninhegos A2 (Figura 59), representando um incremento médio de massa equivalente à 11,03 ± 2,44 g, 10,93 ± 1,40 g e 8,47 ± 6,10 g, respectivamente. O incremento médio ($\bar{X}$A + $\bar{X}$B + $\bar{X}$A2/3) para os ninhegos de forma geral, foi de 10,53 ± 2,78 g. Por regressão linear simples, no entanto, o valor de incremento de massa, por intervalo, foi de 11,14 g, 12,34 g e 14,09 g para ninhegos A, B e A2, respectivamente.

A partir dos dados de médias de massa por tipo e por intervalo, verificou-se por Shapiro-Wilk que os valores eram normais para A e B (A: W = 0,94557, p-value = 0,7055; B: W = 0,90864, p-value = 0,4752), não tendo sido possível verificar a normalidade para os valores dos ninhegos A2 devido ao número reduzido destes (o tamanho da amostra teria que ser entre 3 e 5000). Apenas a título de curiosidade, foi realizado o teste de Bartlett, o qual revelou que os dados foram homoscedásticos (Bartlett's K-squared = 3,3865, df = 2, p-value = 0,1839) e, comparando-se os valores médios obtidos para cada tipo dois a dois por meio do teste t de Student, não foi revelada

diferença significativa (A-B: t = 0,082392, df = 6,5018, p-value = 0,9368; A-A2: t = 0,57669, df = 1,1313, p-value = 0,6577; B-A2: t = 0,56272, df = 1,0533, p-value = 0,6698). O teste ANOVA realizado para comparar os três grupos também não revelou diferença significativa na massa média por intervalo em função do tipo de ninhego (Df = 2, Sum Sq = 10,41, Mean Sq = 5,206, F value = 0,621, Pr(>F) = 0,561). No entanto, é reforçado que os testes de Bartlett e ANOVA foram realizados apenas para seguir o padrão do estudo, uma vez que o resultado pode não apresentar relevância devido ao n amostral reduzido utilizado nessas análises (n = 11; cinco ninhegos A, quatro ninhegos B e dois ninhegos A2).

Utilizando os valores médios de incremento de massa por cada ninhego individualmente e ao longo de intervalos de 48-72 horas, o teste de Shapiro-Wilk confirmou a normalidade dos dados apenas para ninhegos do tipo A e B (A: W = 0,95806, p-value = 0,7944; B: W = 0,85696, p-value = 0,2495), não tendo sido possível verificar a normalidade para os valores dos ninhegos A2 devido ao número reduzido destes (o tamanho da amostra teria que ser entre 3 e 5000). Apenas a título de curiosidade, foi realizado o teste de Bartlett, o qual revelou que os dados foram homoscedásticos (Bartlett's K-squared = 1,9813, df = 2, p-value = 0,3713) e, comparando-se os valores médios obtidos para cada tipo dois a dois por meio do teste t de Student, não foi revelada diferença significativa (A-B: t = 0,56557, df = 6,3178, p-value = 0,5912; A-A2: t = 1,9452, df = 4,0226, p-value = 0,1232; B-A2: t = 2,1313, df = 3,0466, p-value = 0,1215). O teste ANOVA realizado para comparar os três grupos também não revelou diferença significativa no incremento médio por intervalo em função do tipo de ninhego (Df = 2, Sum Sq = 9, Mean Sq = 4,50, F value = 0,057, Pr(>F) = 0,945). No entanto, é reforçado que os testes de Bartlett e ANOVA foram realizados apenas para seguir o padrão do estudo, uma vez que o resultado pode não apresentar relevância devido ao n amostral reduzido utilizado nessas análises (n = 11; cinco ninhegos A, quatro ninhegos B e dois ninhegos A2).

Por fim, ao analisar os dados de incremento na massa em intervalos de 48-72 horas dos ninhegos A e B irmãos do ninho de número 46 (o único que apresentou dois irmãos que sobreviveram tempo suficiente para se obter pelo menos três medidas de incremento cada), verificou-se por Shapiro-Wilk que os valores eram normais (A: W = 0,9338, p-value = 0,3108; B:

W = 0,92741, p-value = 0,3852). O teste de Bartlett revelou que os dados foram homoscedásticos (Bartlett's K-squared = 0,72763, df = 1, p-value = 0,3937) e, comparando-se os valores médios obtidos para cada tipo dois a dois por meio do teste t de Student, não foi revelada diferença significativa (A-B: t = -0,62707, df = 18,251, p-value = 0,5384). Ou seja, ao menos neste ninho em particular, não houve diferença significativa no incremento médio na massa dos ninhegos irmãos A e B em intervalos de 48-72 horas.

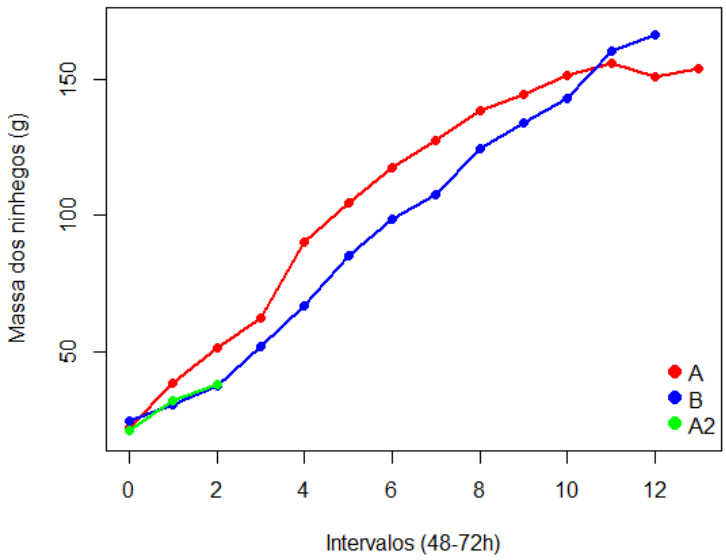

Figura 59. Aumento dos valores médios da massa de ninhegos A, B e A2 em intervalos de 48-72 horas.

4.3.5. Voo e sucesso reprodutivo

Apenas quatro (26,7%) dos 15 ninhegos que nasceram conseguiram atingir o voo, sendo que três (75,0%) destes nasceram de ovos do tipo A e apenas um (25,0%) do tipo B (nenhum – 0,0% - ninhego do tipo A2 chegou a voar) (Figura 60). A Estação Meteorológica foi o local com o maior número de ninhegos voando, contando com 3 (75,0%) indivíduos, enquanto apenas um (25,0%) voou no Píer Sul (Figura 61). Em relação ao substrato sobre o qual os ninhos foram construídos, dois (50,0%) ninhegos nascidos em ninhos construídos sobre a grama voaram, enquanto apenas um (25,0%) que nasceu sobre o sobre o cimento e um (25,0%) sobre metade

grama/metade terra adquiriram esta habilidade (Figura 62). No que diz respeito ao material utilizado na construção dos ninhos, dois (50,0%) ninhegos nascidos em ninhos que contavam com grama como matéria-prima utilizada voaram, e somente um (25,0%) que nasceu em ninhos com pedras e um (25,0%) em ninhos com grama e terra o fizeram (Figura 63).

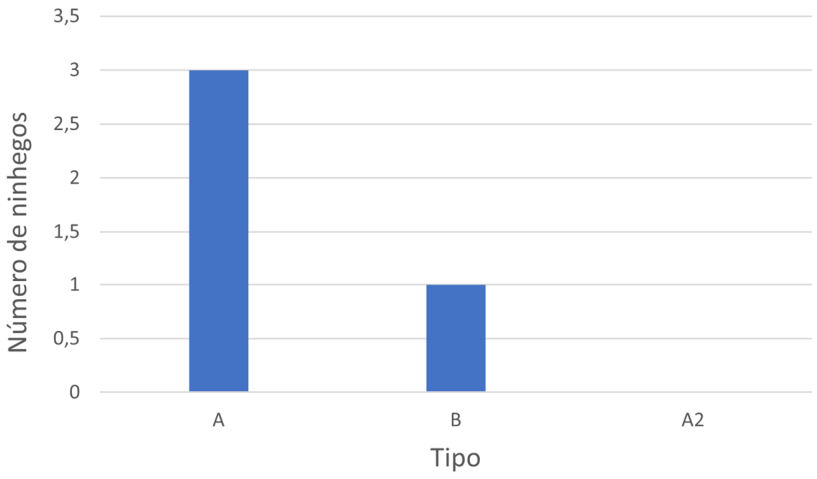

Figura 60. Número de ninhegos saudáveis nascidos que voaram em função do tipo de ovo do qual nasceram (A = 3; B = 1; A2 = 0).

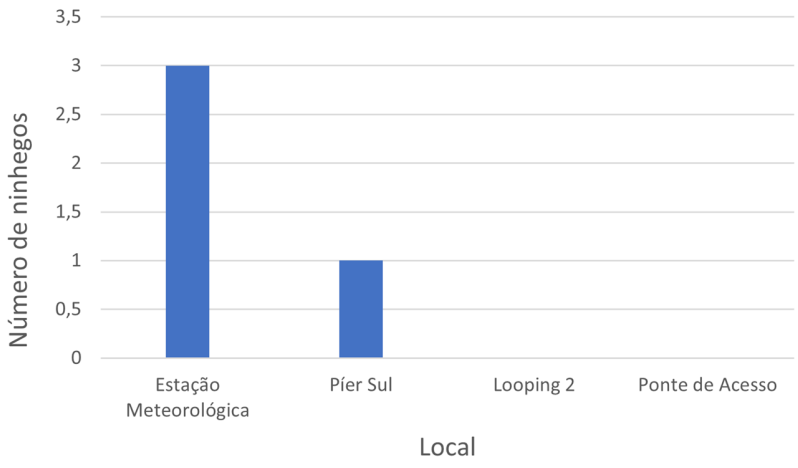

Figura 61. Número de ninhegos saudáveis que voaram em função do local ao longo do Píer

(Estação Meteorológica = 3; Píer Sul = 1; *Looping* 2 = 0; Ponte de Acesso = 0).

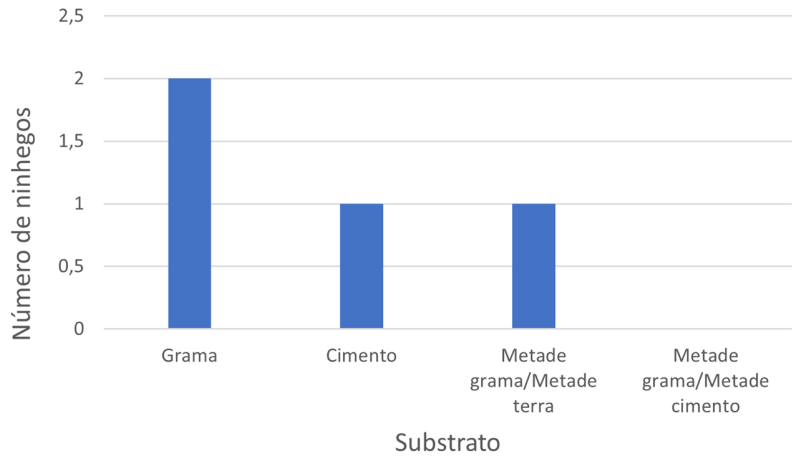

Figura 62. Número de ninhegos saudáveis que voaram em função do substrato sobre o qual os ninhos foram construídos (Grama = 2; Cimento = 1; Metade grama/Metade terra = 1; Metade grama/Metade cimento = 0).

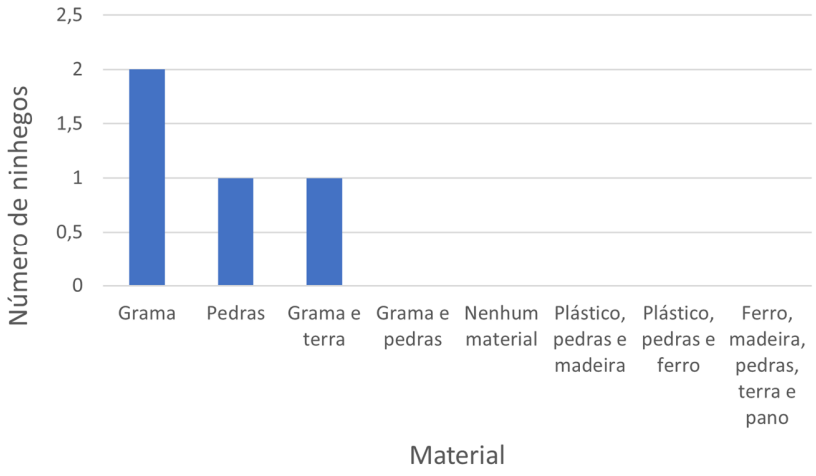

Figura 63. Número de ninhegos saudáveis que voaram em função dos diferentes materiais utilizados na construção dos ninhos (Grama = 2; Pedras = 1; Grama e terra = 1; Grama e pedras = 0; Nenhum material = 0; Plástico, pedras e madeira = 0; Plástico, pedras e ferro = 0; Ferro, madeira, pedras, terra e pano = 0).

Utilizando o número de ninhegos saudáveis que atingiram o voo, calculou-se o sucesso reprodutivo geral para este estudo no valor de 5,1% (4 ninhegos saudáveis voando/78 ovos postos (x 100)). O sucesso reprodutivo em função do tipo de ovo, local, substrato sobre o qual o ninho foi construído e material utilizado em sua construção encontra-se no Apêndice 1. Nenhum casal conseguiu criar com sucesso dois ninhegos. A média da estação reprodutiva para pares bem-sucedidos deu-se em 58,25 ± 4,19 dias. Calculou-se o tempo médio para um ninhego atingir o voo em 31,75 ± 2,87 dias.

5. DISCUSSÃO

O TEBAR se mostrou, de fato, um sítio artificial com número expressivo de indivíduos de *Sterna hirundinacea* utilizando-o como área de reprodução, demonstrando potencial de estabelecimento muito maior em comparação ao que foi verificado no Chile por Portflitt-Toro *et al*. (2018). Enquanto apenas poucos pares foram observados nos botes em Coquimbo (não mais do que 10, de acordo com o número de ninhos ativos presentes no estudo), 159 casais reprodutivos foram contabilizados no TEBAR, sendo este número ainda maior devido à presença de áreas inacessíveis.

O período de chegada das aves ao Canal de São Sebastião, assim como a duração da estação reprodutiva e de estadia no litoral de São Paulo seguem de acordo com o já descrito para a espécie na literatura (CAMPOS *et al*., 2004; CAMPOS; CAMPOS; FARIA, 2007). Não obstante, a presença de indivíduos de *Thalasseus acuflavidus* nidificando no local era esperada, uma vez que sua reprodução em simpatria com *S. hirundinacea* já foi registrada anteriormente e até mesmo estudada por Branco (2003b) e Fracasso (2009), por exemplo. A ocorrência dos demais táxons na área utilizando-a como local de pouso também pode ser considerada normal, pois correspondem a espécies marinhas e costeiras comumente avistadas no litoral paulista (FIGUEIREDO, 2002; CAMPOS *et al*., 2004).

No que diz respeito à construção dos ninhos, os locais escolhidos para nidificação pelas aves sugerem que talvez áreas mais abertas e cimentadas como as do Píer Sul e Ponte de Acesso proporcionem certa assimilação com rochedos presentes nas ilhas e demais locais nos quais costumam nidificar (CAMPOS *et al*., 2004; CAMPOS; CAMPOS; FARIA, 2007; FRACASSO, 2009). Por outro lado, a área da Estação Meteorológica, na qual há a presença de vegetação, caracteriza-se como o espaço ainda mais semelhante ao ambiente natural em que *S. hirundinacea* nidifica; os animais possivelmente a tendo escolhido por conta disso, pois a grama e os locais sombreados fornecem proteção aos ovos (principalmente no auxílio da camuflagem dos mesmos); a coloração semelhante à da grama já tendo sido relatada no estudo de Fracasso (2004). O *Looping* 2 talvez tenha sido escolhido pelo ocultamento oferecido em decorrência da

quantidade de material férreo na forma de grandes tubos e outras estruturas, as quais poderiam esconder e proteger os ninhos da visibilidade por predadores.

O tipo de substrato escolhido também o pode ter sido baseando-se em suas semelhanças ao existente em áreas naturais. Porém, ressalta-se que a superfície onde os ninhos são construídos pode influenciar na temperatura interna dos mesmos durante a incubação dos ovos (p. ex. SOUZA, 2013). Os materiais utilizados na construção dos ninhos, no caso de pedras e grama, por exemplo, refletem um padrão já observado para as áreas naturais de reprodução (FRACASSO, 2009).

No entanto, parte dos ninhos não apresentaram nenhum tipo de material utilizado em sua construção, o que não é recorrente na literatura e indica que são necessários maiores estudos para verificar a função e se existe critério de seletividade para a utilização ou não de materiais na construção dos ninhos. Ainda, a presença de resíduos sólidos na forma de lixo (plástico, ferro e pano) não se caracteriza como algo inédito, tendo em vista que cada vez mais as aves vêm entrando em contato com resíduos provenientes de atividade antrópica e selecionando material humano descartado indevidamente para a construção de seus ninhos (MONTEVECCHI, 1991; BORGES, 2008; GUILHERME, 2020).

O período de postura dos ovos ocorreu ao longo da estação reprodutiva acompanhada em 2021 (de 31/05/2021 a 26/07/2021) e apresentou maior número de ovos A e poucos ovos B, indicando que, para os casais reprodutivos, pode ser um esforço energético muito grande investir em um segundo ovo e na criação de um segundo ninhego, mesmo que em alguns estudos já tenha sido observada maior ocorrência de ninhos com dois ovos do que com um ovo posto (SCOLARO; LAURENTI; GALLELLI, 1996; HOGAN; PRELLVITZ; VOOREN, 2010). Os eventos de repostura caracterizaram-se, possivelmente, como uma última tentativa dos pares em obter sucesso na estação reprodutiva após perderem os ovos da primeira postura. No entanto, o reduzido número de casais que o fizeram sugere que não necessariamente os pais escolhem realizar este esforço, talvez para economizar energia para a migração ao fim do período reprodutivo.

Para o tipo de ovo, a maior quantidade de ovos do tipo A pode ser considerada normal, uma vez que os pais já foram documentados investindo mais em apenas um ovo do que em dois, fato

observado nos estudos de Fracasso (2004) e Fracasso (2010). Mesmo os casais que não realizaram a postura de dois ovos na postura regular, mas acabaram investindo em um segundo ovo por meio do processo de repostura, o número de ovos do tipo A ainda foi superior.

Os valores médios de comprimento, largura e volume para ovos A e B se aproximam do já descrito na literatura (BRANCO, 2003B; FRACASSO, 2004; FRACASSO, 2009; HOGAN; PRELLVITZ; VOOREN, 2010). No entanto, no que diz respeito à perda de água para o meio por intervalo, os valores diferem entre o estudo atual e o de Fracasso (2004) e Fracasso (2009), possivelmente devido ao fato de que nos outros trabalhos foram realizadas amostragens diárias e neste, em intervalos de 48-72 horas. Como os outros trabalhos carecem de qualquer medida separada para ovos de repostura, não foi possível comparar os valores obtidos no presente estudo.

As análises estatísticas evidenciaram algumas diferenças nas medidas (comprimento e volume de ovos A e B e massa média por intervalo de ovos A e B e ovos A e A2) em função do tipo de ovo. Apesar de existirem informações prévias sobre a presença de diferenças significativas na biometria de ovos de *S. hirundinacea*, estas se referem a comparação dos valores em função de diferentes períodos ao longo da (s) estação (ões) reprodutiva (s) e em função de distintos sítios de nidificação. No entanto, a literatura fornece poucas informações acerca da comparação das medidas em função do tipo de ovo, focando mais na comparação entre diferentes períodos de uma mesma estação reprodutiva ou entre diferentes sítios de nidificação. Ainda, a diferença apresentada na massa média por intervalo de ovos A em relação à ovos B e A2 pode ter ocorrido devido ao número maior de ovos deste tipo, já tendo sido identificado que os valores de massa média por intervalo para ovos A são superiores à ovos B, por exemplo (FRACASSO, 2004; FRACASSO, 2009).

A maior perda geral de ovos do tipo A possivelmente está relacionada com o maior número destes na colônia. Porém, o valor de perda geral também foi alto para ovos do tipo A2, sugerindo que talvez ovos solitários nos ninhos estejam mais suscetíveis às causas de perda observadas no presente estudo. Analisando as causas de perda dos ovos separadamente, a predação possivelmente não tem relação com o tipo de ovo, mas sim com a presença de predadores no local, uma vez que foram visualizados diversos indivíduos de *Larus dominicanus* no TEBAR, sendo esta espécie um

exemplo de predador natural de *S. hirundinacea* (BRANCO, 2003b; FRACASSO, 2004; BRANCO et al., 2009; HOGAN; PRELLVITZ; VOOREN, 2010; FRACASSO et al., 2011a,b).

Ovos do tipo B não goraram, enquanto os do tipo A e A2 sim. Apesar de ovos do tipo A2 também terem gorado, o fato de ovos B não o terem pode ter ocorrido pelo reduzido número destes (n = 12), uma vez que não há informações prévias sobre diferentes tipos ovos em uma colônia apresentarem resistência a este fenômeno. A presença de indivíduos natimortos é comum nas colônias reprodutivas de *S. hirundinacea* (FRACASSO, 2004; FRACASSO, 2009), e a maior parte ocorreu em ovos do tipo A, mas possivelmente pela maior quantidade destes nos ninhos monitorados.

O período médio de incubação observado para os ovos de forma geral é semelhante ao já observado nos estudos de Branco (2003b), Fracasso (2004), Fracasso (2009) e Hogan, Prellvitz e Vooren (2010); ainda que os outros autores não tenham verificado esta característica entre os diferentes tipos de ovos. O revelado no presente trabalho indica que, possivelmente, não há diferença no período médio de incubação de ovos em função do tipo, sendo necessários mais estudos objetivando testar essa hipótese, pois fica salientado que apenas um número reduzido de ovos chegou ao fim da incubação com sucesso nesta pesquisa (n = 15), os quais ainda variaram entre si no tipo, diminuindo ainda mais a quantidade que foi analisada estatisticamente.

Apesar de mais ninhegos terem nascido de ovos do tipo A (possivelmente em decorrência do maior número destes nos ninhos monitorados), o sucesso de incubação foi maior para ovos do tipo B. Este fato, no entanto, pode ter ocorrido em função da menor quantidade de ovos B, dos quais uma parte considerável porventura eclodiu; esse evento aparentemente não apresentando relação alguma com o tipo de ovo.

Comparando-se o sucesso de incubação obtido nesse estudo (19,2%) com os demais realizados no Brasil, este apresentou-se de forma reduzida quando contraposto aos trabalhos de Fracasso (2004) e Fracasso (2009), nos quais os valores foram consideravelmente maiores (79,0% e 62,7%, 41,1% e 76,4%, respectivamente). Porém, é salientado que estas duas pesquisas foram realizadas em áreas naturais e considerando um número muito maior de ninhos e ovos estudados.

Em contrapartida, o sucesso de incubação obtido para o TEBAR se aproximou do verificado por Hogan, Prellvitz e Vooren (2010), onde os autores citam 15 ninhos e 21 ovos.

A falha na incubação pode ser considerada normal, e está presente nos estudos citados. Porém, a exposição às intempéries e predadores no TEBAR, assim como o substrato sobre o qual os ninhos foram construídos e o material utilizado em sua construção podem ter influenciado no baixo sucesso de incubação, o que é refletido nas diferentes causas de perda dos ovos.

O número maior de ninhegos mortos do tipo A pode ser explicado pela maior quantidade destes, o mesmo ocorrendo para a alta taxa de mortalidade de ninhegos do tipo A2, taxa essa que diz respeito a morte dos dois únicos indivíduos que nasceram desse tipo de ovo. As causas de morte possivelmente não tiveram relação alguma com o tipo de ovo do qual nasceram. No entanto, a morte por causas naturais de um ninhego do tipo B pode indicar carência de alimento ou falta de cuidado dos pais, uma vez que já é descrito na literatura que os ninhegos do tipo A (do primeiro ovo posto em ninhos com mais de um ovo) acabam recebendo maiores cuidados, atenção e alimento dos pais em relação ao segundo ninhego (ao menos no início do cuidado parental) (SCOLARO; LAURENTI; GALLELLI, 1996).

A predação é um fator constante da causa de morte de ninhegos, muitas vezes integrando a categoria de "causas naturais" em estudos prévios (FRACASSO, 2004; FRACASSO, 2009). É ressaltado, no entanto, a carência de informações na literatura acerca da causa "atropelamento", uma vez que não existem trabalhos que notifiquem este fator para *S. hirundinacea*, pois todos foram realizados em áreas naturais de reprodução ou em locais onde o atropelamento não seria possível de acontecer, como é o caso do estudo de Portflitt-Toro *et al*. (2018). Como essa foi a segunda maior causa de morte de ninhegos no TEBAR (devido à da proximidade dos ninhos e indivíduos em relação aos veículos que transitam no Terminal), é importante salientar que esse fator deve ser estudado mais a fundo para verificar, a longo prazo, o quanto está interferindo na reprodução da espécie no local.

O maior risco de um ninhego morrer no início do cuidado parental possivelmente está associado à fragilidade dos indivíduos no momento em questão, o que é uma característica comum

às aves e por isso necessitam de extrema atenção dos pais (BARBIERI; DELCHIARO, 2009; HICKMAN *et al*., 2016), estando suscetíveis à predação ou morte por negligência dos adultos (p. ex. SCOLARO; LAURENTI; GALLELLI, 1996).

Ao final do cuidado parental, o risco de morte aumentado neste estudo pode estar relacionado com o maior índice de atividade dos ninhegos, os quais se deslocavam ao longo do sítio e iniciavam suas tentativas de voo. Este fator os tornou alvos de atropelamento por veículos que transitavam pelo local e proporcionou a queda de indivíduos no mar (alguns ninhegos da colônia que não pertenciam aos 57 ninhos monitorados tendo sido observados se assustando com a movimentação humana e despencando em direção à água).

Como alguns ninhos apresentavam cercados com estruturas tubulares para auxiliar a manter os ninhegos em seu interior e facilitar sua identificação, foi verificado que a presença da estrutura possivelmente não interferiu nos resultados obtidos para a sobrevivência ou mortalidade dos indivíduos. Uma vez que, dentre os mortos, cinco pertenciam a ninhos com tubos e seis a ninhos sem tubos e, dentre os que viveram até atingir o voo, apenas um pertencia à um ninho com tubo e três a ninhos sem tubos, não é possível afirmar que a presença dessas estruturas tenham protegido os ninhegos das causas de morte observadas na presente pesquisa e nem configurado uma medida de segurança efetiva, sendo necessários mais estudos focados em sua aplicação para determinar se esta pode servir de fato como uma ação eficaz.

Apesar de um número maior de ninhegos do tipo A ter atingido o voo em relação aos do tipo B, o maior sucesso reprodutivo para o segundo tipo pode estar relacionado ao fato de que muito mais ovos A foram postos e uma quantidade muito reduzida desses ninhegos eclodiram e atingiram o voo, o que não foi observado para o caso de ninhegos provenientes de ovos do tipo B.

O sucesso reprodutivo obtido no TEBAR (5,1%), ao ser comparado com os demais estudos realizados em outros locais, demonstrou-se reduzido. O valor mais próximo foi apresentado por Hogan, Prellvitz e Vooren (2010), que foi de 6%, onde os autores citam 15 ninhos e 17 ninhegos. Os valores do sucesso reprodutivo apresentados por Fracasso (2004) e Fracasso (2009) são superiores (22,6% e 50,9%, 35,7% e 53,5%, respectivamente). É ressaltado que o monitoramento

nestas pesquisas envolveu um número muito maior de ninhos acompanhados.

Os mesmos fatores apresentados e analisados acima para os diferentes tipos de ovos também o foram para os diferentes locais ao longo do Píer, diferentes substratos sobre os quais os ninhos foram construídos e diferentes materiais utilizados em sua construção (Apêndice 1). No que diz respeito aos locais, o Píer Sul apresentou mais ninhos em relação à todas as outras regiões acompanhadas, o que pode ter ocorrido ao acaso devido à metodologia utilizada para demarcação dos ninhos à serem monitorados. No entato, observou-se que a colônia, de forma geral, se concentrou mais no Píer Sul do que em qualquer outro local, o que pode justificar o maior número de ovos postos e de perdas destes nesse local. Todavia, ao verificar as taxas de perda, tanto o *Looping* 2 quanto a Ponte de Acesso apresentaram perda total de ovos (possivelmente pelo número reduzidos destes nesses dois locais, os quais apresentaram mais retenção de umidade e exposição à predadores e à inteméries, respectivamente); e o Píer Sul apresentou maior taxa de perda de ovos em relação à Estação Meteorológica. Comparando-se as causas de perda entre os dois locais com mais ninhos acompanhados, verificou-se que a predação de ovos foi mais expressiva na Estação Meterológica, o que pode ter ocorrido devido à concentração maior de indivíduos de *Larus dominicanus* no entorno deste local e à menor quantidade de adultos para defender os ninhos em relação ao Píer Sul. Porém, a taxa de perda de ovos por gorar e por eventos de indivíduos natimortos foi maior no Píer Sul, possivelmente pela grande exposição do local às condições ambientais e à falta de proteção aparentemente fornecida pela vegetação presente na Estação Meteorológica. O período médio de incubação demonstrou-se menor no Píer Sul do que na Estação Meteorológica, mas, como demonstrado pelos testes realizados, a diferença não foi estatisticamente significativa; e o menor sucesso de incubação apresentado pelo Píer Sul possivelmente o foi devido à maior perda de ovos neste local, dos quais poucos eclodiram em relação ao número total de ovos postos (o que não foi observado para a Estação Meteorológica que, além disso, apresentou número maior de ninhegos nascidos). A taxa de mortalidade de ninhegos no Píer Sul demonstra o grande número de mortos em função do número de nascidos, e esta se mostrou maior em relação ao demonstrado pela Estação Meteorológica. Ao observar as taxas de mortalidade em função das diferentes causas, a de predação ou por cair no mar foi maior na Estação (possivelmente pelo mesmo motivo da perda dos

ovos no caso da predação) assim como as causas naturais (porém, apenas um ninhego morreu por este fator). No entanto, o atropelamento só ocorreu no Píer Sul devido à passagem de veículos neste local, diagnosticando essa área como a de maior risco e necessidade de atenção. Ainda, o menor número de ninhegos que atingiram o voo no Píer Sul caracteriza-se como reflexo da maior mortalidade dos mesmos nesse local em relação à Estação Meterológica. Essa perda mais expressiva, tanto para ninhegos quanto para os ovos, resultou em um maior sucesso reprodutivo na Estação Meteorológica quando comparado ao obtido no Píer Sul.

A análise dos fatores em função dos diferentes substratos sobre os quais os ninhos foram construídos e dos diferentes materias utilizados em sua construção corresponde à um reflexo do já discutido acima para os diferentes locais, uma vez que o Píer Sul apresenta, em sua maioria, o substrato cimento e os materiais "pedras" ou "nenhum material" e a Estação Meteorológica o substrato grama e os materiais "grama" e "terra". No entanto, alguns pontos devem ser ressaltados. A maior taxa de predação de ovos na grama merece destaque, uma vez que a vegetação poderia proporcionar camuflagem para os mesmos, o que aparentemente não ocorreu e os indivíduos de *Larus dominicanus* nas proximidades predaram os ovos e ninhegos do mesmo jeito. Ainda, o período médio de incubação se apresentou menor para o cimento em relação à grama, porém sem diferença estatisticamente significativa. Nos demais fatores, o contraste se manteve semelhante ao observado na comparação anterior entre os diferentes locais.

Por fim, e no que diz respeito aos diferentes materiais utilizados na construção dos ninhos, os fatores que merecem destaque são o fato de que nenhum ovo eclodiu em ninhos que não apresentavam nenhum tipo de material em sua construção, assim como nos que apresentavam materiais confeccionados pelo ser humano, sugerindo que a utilização de materias naturais podem ser recomendados para a temperatura de incubação e chamar menos a atenção de predadores. Ainda, ninhos construídos com pedras, ao mesmo passo que sobre o cimento, apresentaram um período médio de incubação menor para seus ovos em relação aos que foram construídos sobre a grama e com grama como material. Mesmo que a diferença não tenha sido estatisticamente diferente, sugere-se a execução de um novo estudo focado nestes fatores para verificar se, de fato, o substrato sobre o qual os ninhos foram construídos e os materiais utilizados em sua construção

influenciam no sucesso de incubação e, consequentemente, no sucesso reprodutivo.

5.1. Área natural x área artificial

Comparando o presente estudo realizado em uma área artificial com o de Scolaro, Laurenti e Gallelli (1996), no qual a mesma metodologia foi aplicada em uma área natural, foram verificadas semelhanças e diferenças entre os dois trabalhos, e os valores são apresentados de forma sintetizada no Apêndice 2.

Os fatores pré-eclosão mostraram determinadas semelhanças entre as duas áreas; a distinção mais acentuada se encontrando no número de ovos postos e, consequentemente, no tamanho médio das ninhadas. Essa diferença pode ser explicada pelo fato de que, no estudo em área natural, uma maior quantidade de ninhos contendo dois ovos e até determinado percentual de ninhos com três ovos, foram monitorados. Talvez isso tenha ocorrido ao acaso e em ambas as colônias estudadas (em Punta Loma e no TEBAR) o restante do sítio poderia apresentar mais ninhos com um, dois ou três ovos. No entanto, nos estudos de Fracasso (2004) e Fracasso (2009), os quais envolveram uma quantidade consideravelmente maior de ninhos monitorados, a predominância foi de ninhos com um único ovo. Ainda, o intervalo médio entre a postura do primeiro e segundo ovo em ninhos com mais de um ovo posto foi consideravelmente maior na área artificial, talvez pela quantidade dos ninhos com dois ovos ser menor que a metade do número acompanhado por Scolaro, Laurenti e Gallelli (1996). O período médio de incubação também demonstrou valores semelhantes para as duas áreas.

As diferenças mais discrepantes no período pré-eclosão estão concentradas na perda dos ovos e, assim, no sucesso de incubação. Enquanto 80,8% (n = 63) do total de ovos postos foram perdidos no TEBAR, apenas 26,6% (n = 25) o foram na área natural estudada em Punta Loma. Ao analisar as causas desta perda, foi verificado que a predação registrada na área artificial foi maior que o triplo em relação à área natural. A ocorrência de *Larus dominicanus* no TEBAR e em áreas artificiais talvez seja ainda mais significativa que em áreas naturais, uma vez que este predador de *S. hirundinacea* vem cada vez mais se aproximando e explorando fontes antrópicas (GIACCARDI; YORIO; LIZURUME, 1997; YORIO *et al*., 1998); as áreas expostas do Terminal possivelmente

proporcionando melhor visualização e acesso aos ovos. Ainda, no estudo de Scolaro, Laurenti e Gallelli (1996) não foi verificada perda de ovos por gorar e nem a presença de indivíduos natimortos; a exposição dos ovos às intempéries e constante saída do ninho pelos pais devido à aproximação humana no TEBAR podendo explicar a falha na incubação por este motivo, como o observado na área natural para ninhos abandonados ou negligenciados pelos pais. No entanto, apesar dos pais saírem com frequência dos ninhos, não foi verificada deserção ou abandono destes pelos casais nos ninhos monitorados em 2021 no TEBAR, como o observado previamente na área natural. Tendo em vista que é frequentemente relatada a sensibilidade de *S. hirundinacea* a distúrbios em suas colônias (p. ex. BRANCO, 2003b; CAMPOS *et al*., 2004), porém apenas em áreas estudadas anteriormente (naturais), talvez esta espécie esteja se adaptando à invasão do ambiente costeiro pelo ser humano e instintivamente assimilando cada vez mais a necessidade de se manter fiel aos ninhos para garantir o sucesso reprodutivo. Em contrapartida, pode ser que estes animais não estejam se reproduzindo mais em suas áreas naturais na região de São Sebastião e Ilhabela, sendo necessários mais estudos para testar essa hipótese que, se confirmada, pode indicar a necessidade de maior atenção por parte das Unidades de Conservação nas quais estão inseridas.

As diferenças observadas no período pós-eclosão entre as duas áreas possivelmente caracterizam-se como um reflexo dos eventos pré-eclosão. Um número muito menor de ninhegos nasceu com sucesso no TEBAR em comparação à Punta Loma, isto devido à quantidade de ovos que foram perdidos na área artificial pelas causas citadas anteriormente, o que resultou em um sucesso de incubação de apenas 19,2% neste local em comparação aos 73,4% da área natural.

Avaliando a taxa de mortalidade dos ninhegos, 73,3% dos mesmos morreram no TEBAR, enquanto 52,2% (que configura basicamente metade dos nascidos) morreram em Punta Loma. Como no trabalho de Scolaro, Laurenti e Gallelli (1996) não foram informados os números totais de ninhegos mortos por causa, não foi possível comparar este fator entre o TEBAR e a área natural, apesar dos outros autores citarem morte por predação e deserção dos pais/atraso no retorno ao ninho.

Mesmo com a fidelidade observada nos casais reprodutivos do TEBAR, a predação de

ninhegos, ainda que não confirmada, possivelmente ocorreu pelos mesmos motivos pelos quais os ovos também foram predados, e o ninhego B morto por causas naturais talvez tenha sido de fato negligenciado pelos pais. Ainda, outra possível causa de desaparecimento foi a queda de ninhegos na água ao se assustarem com a aproximação humana (como observado no monitoramento de 2021), fator já relatado anteriormente para espécies de trinta-réis na literatura (p. ex. SICK; LEÃO, 1965). Somando-se às mortes, o atropelamento configura mais um fator de mortalidade para os ninhegos do TEBAR, não sendo passível de comparação com o estudo realizado em Punta Loma pelo fato de só ter ocorrido devido à presença de veículos que transitam no Terminal.

Em ambas as áreas, as ninhadas com dois ovos tiveram um sucesso de criação dos ninhegos maior, provavelmente pelo número maior de ninhos com dois ovos em Punta Loma, e pela quantidade semelhante de ninhegos nascidos de ninhadas com um ovo (n = 8) e dois ovos (n = 5) no TEBAR, apesar de somente na área natural terem sido documentados casais que criaram com sucesso dois ninhegos. A maior probabilidade de morte de ninhegos foi semelhante em ambas as áreas, ocorrendo na primeira semana após a eclosão. No entanto, a idade crítica de sobrevivência dos ninhegos foi menor na área artificial (n = 3,0 dias) em relação à área natural (n = 8,6 dias).

Diferentemente do estudo realizado em Punta Loma, no que diz respeito ao crescimento dos ninhegos, a presente pesquisa em ambiente artificial demonstrou que não houve diferença significativa no incremento de massa destes em função do tipo ao longo de intervalos de 48-72 horas. Como o trabalho realizado em área natural não apresenta o acompanhamento de ninhegos provenientes de eventos de repostura, não foi possível comparar os dados obtidos no presente estudo. Porém, já é conhecida a semelhança nas taxas de crescimento de ninhegos provenientes de ninhadas com um e com dois ovos na pesquisa de Scolaro, Laurenti e Gallelli (1996). Todavia, na área natural também foi observada diferença nessas taxas entre os irmãos de uma mesma ninhada, onde o segundo ninhego apresentou privação de alimento em relação ao irmão mais velho em determinado momento de sua criação, o que não foi verificado no TEBAR, indicando que talvez o ninhego B que morreu de causas naturais neste estudo não o tenha sido por falta de alimento, mas sim em decorrência de outro fator. No entanto, é reforçado que, em função do n amostral reduzido (n = 11; A = 5; B = 4; A2 = 2), os testes estatísticos realizados podem não apresentar relevância no

presente trabalho, sendo recomendado um novo estudo e abrangendo um número maior de ninhegos acompanhados. Apesar disso, no acompanhamento dos irmãos de um único ninho no TEBAR, de fato, não foi apresentada diferença no incremento da massa desses ninhegos.

Por fim, o sucesso reprodutivo se mostrou, como esperado, inferior na área artificial quando comparado ao obtido em uma área natural. Apenas 5,1% dos ovos completaram a incubação e os ninhegos atingiram a habilidade de voo e abandono da colônia no TEBAR, enquanto 35,1% o fizeram no estudo de Scolaro, Laurenti e Gallelli (1996). Isto demonstra que o impacto antrópico presente no Terminal está afetando negativamente a colônia de *S. hirundinacea*, evidenciando que determinadas medidas de conservação (como as sugeridas no Apêndice 3) devem ser discutidas e aplicadas para garantir o sucesso reprodutivo e bem-estar natural dessa espécie ameaçada.

6. CONCLUSÃO

O decorrer da temporada reprodutiva, período de estabelecimento e estratégias de reprodução de *Sterna hirundinacea* no TEBAR seguiram de acordo com o já observado em áreas naturais. A presença de resíduos sólidos provenientes de atividades humanas como matéria-prima utilizada na construção dos ninhos, no entanto, caracteriza-se como reflexo da aproximação dos animais ao ambiente antropizado, e possivelmente prejudica o processo de reprodução das aves.

As diferenças encontradas na biometria dos ovos indicam que mais estudos são necessários para a identificação ou não de um padrão em relação à postura, e se este fator influencia ou não no sucesso de incubação, consequentemente afetando o sucesso reprodutivo.

As causas naturais de perda de ovos e ninhegos corroboram com outros estudos envolvendo a espécie. Porém, o índice elevado de predação insinua que a área exposta do Terminal prejudica o sucesso de incubação e reprodutivo destes animais, assim como a causa artificial de atropelamento e queda de ninhegos ao mar em resposta à aproximação humana.

O Píer Sul, assim como o *Looping* 2 e a Ponte de Acesso, se mostraram os locais com maior risco à reprodução da espécie no Terminal, necessitando de maior atenção e aplicação de medidas de conservação quando comparados à Estação Meteorológica. Os diferentes substratos sobre os quais os ninhos foram construídos, assim como os diferentes materiais utilizados em sua construção, apresentaram certa semelhança com os fatores analisados para os diferentes locais. Porém, foram verificadas diferenças principalmente no que diz respeito à matéria-prima utilizada na construção dos ninhos, sugerindo que mais estudos são necessários para verificar se a escolha do material influencia ou não no sucesso reprodutivo dessas aves.

A comparação do presente estudo realizado em uma área artificial com outro trabalho desenvolvido em uma área natural demonstrou que houve diferença na reprodução, principalmente no que diz respeito ao sucesso reprodutivo, diagnosticando preliminarmente a área do TEBAR como de fato prejudicial à *S. hirundinacea*. Desta forma, novos estudos focando

os fatores aqui elucidados como prejudiciais à reprodução da espécie no Terminal são necessários, como por exemplo: (1) a repetição da presente presquisa no TEBAR; (2) trabalhos investigativos realizados separadamente com foco no substrato sobre os quais os ninhos foram construídos, no material utilizado para a construção dos ninhos, na biometria de ovos em função do tipo, no fator predação de ovos e ninhegos (que no presente estudo se mostrou como o mais expressivo), no fator atropelamento de ninhegos, na alimentação de ninhegos, e também no período de incubação dos ovos e crescimento de ninhegos em função do tipo (ambos considerando um n maior para análise estatística); (3) atualização dos censos nas áreas naturais de reprodução da espécie já citadas anteriormente na literatura para o litoral paulista e a investigação de potenciais novas áreas. Além disso, se faz necessário um estudo aprofundado com foco em medidas de conservação já empregadas, como é o caso da efetividade ou não de cercados com estruturas tubulares para os ninhegos. Assim, será possível investigar, de forma periódica, cada vez mais as ameaças à estas aves no local, possibilitando a elaboração e implementação de ainda mais medidas, como as sugeridas no Apêndice 3.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBIERI, E.; PINNA, F. V. Distribuição do trinta-reis-real (*Thalasseus maximus*) durante 2005 no estuário de Cananéia-Iguape-Ilha Comprida. **Ornitologia Neotropical**, n. 18, p. 99-110, 2007a. Disponível em: https://sora.unm.edu/sites/default/files/ON%20(18)%2099-110.pdf. Acesso em: 13 abr. 2021.

BARBIERI, E.; PINNA, F. V. Variação temporal do trinta-réis-de-bico-amarelo (*Thalasseus sandvicensis eurygnatha*) durante o ano de 2005 no estuário de Cananéia-Iguape-Ilha Comprida. **Ornitologia Neotropical**, n. 18, p. 563-572, 2007b. Disponível em: https://sora.unm.edu/node/133060. Acesso em: 13 abr. 2021.

BARBIERI, E.; MENDONÇA, J. T. Seasonal Abundance and Distribution of Larids at Ilha Comprida (São Paulo State, Brazil). **Journal of Coastal Research**, v. 24, n. 1A, p. 70-78, 2008. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/250083760_Seasonal_Abundance_and_Distribution_of_Larids_at_Ilha_Comprida_Sao_Paulo_State_Brazil. Acesso em: 13 abr. 2021.

BARBIERI, E.; Delchiaro, R. T. C. Reprodução da ave piru-piru (*Haematopus palliatus*, Temminck 1820, Haematopodidae) no litoral sul do Estado de São Paulo, Brasil. Biota Neotropica, v. 9, p. 289-271, 2009.

BORGES, F. J. A. **Efeitos da fragmentação sobre o sucesso reprodutivo de aves em uma região de cerrado no Distrito Federal.** Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Instituto de Ciências Biológicas da Universidade de Brasília. Brasília, p. 55, 2008.

BRANCO, J. O. Reprodução das aves marinhas nas ilhas costeiras de Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 20, n. 4, p. 619-623, 2003a. Disponível em: https://www.scielo.br/pdf/rbzool/v20n4/19099.pdf. Acesso em: 31 mar. 2021.

BRANCO, J. O.; FRACASSO, H. A. A.; BARBIERI, E. Breeding biology of the Kelp gull (*Larus dominicanus*) at Santa Catarina coast, Brazil. Ornitologia Neotropical, v. 20, p. 409-419, 2009.

BRANCO, J. O. Reprodução de *Sterna hirundinacea* Lesson e *S. eurygnatha* Saunders (Aves,

Laridae), no litoral de Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 20, n. 4, p. 655-659, 2003b. Disponível em: https://www.scielo.br/pdf/rbzool/v20n4/19106.pdf. Acesso em: 25 mar. 2021.

BRANCO, J. O. (org). **Aves marinhas e insulares brasileiras: bioecologia e conservação.** Itajaí: Editora da UNIVALE, 2004.

BRANCO, J. O.; BARBIERI, E.; FRACASSO, H. A. A. Técnicas de pesquisa em aves marinhas. *In*: VON MATTER, S.; TRAUBE, C.; ACCORDI, A.; PIACENTINI, V. Q.; CÂNDIDO JR., J. F. (orgs). **Ornitologia e Conservação: Ciência Aplicada, Técnicas de Pesquisa e Levantamento.** 1. ed. Rio de Janeiro: Technical Books, 2010. p. 219-235.

BRASIL. **Ministério do Meio Ambiente.** Portaria MMA nº 148, de 7 de junho de 2022. DOU Nº 108 Seção 1, 8 de junho de 2022. 74 p.

BRESSAN, P. M.; KIERULFF, M. C. M.; SUGIEDA, A. M. (coords.). **Fauna ameaçada de extinção no estado de São Paulo: Vertebrados.** São Paulo: Fundação Parque Zoológico de São Paulo, Secretaria do Meio Ambiente, 2009. 648 p.

CAMPOS, F. P.; PALUDO, D.; FARIA, P. J.; MARTUSCELLI, P. Aves insulares marinhas, residentes e migratórias, do litoral do estado de São Paulo. *In*: BRANCO, J. O (org). **Aves marinhas e insulares brasileiras: bioecologia e conservação.** Itajaí: Editora da UNIVALE, 2004. p. 57-82.

CAMPOS, F. R.; CAMPOS, F. P.; FARIA, P. J. Trinta-réis (Sternidae) do Parque Estadual Marinho da Laje de Santos, São Paulo, e notas sobre suas aves. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v. 15, n. 3, p. 386-394, 2007. Disponível em: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwiE5Nn6i_nvAhV3HbkGHSTyAmgQFjAAegQIAxAD&url=http%3A%2F%2Fwww.revbrasilornitol.com.br%2FBJO%2Farticle%2Fdownload%2F3005%2Fpdf_473&usg=AOvVaw08pehZB3LNYWfxQHClbutp. Acesso em: 12 abr. 2021.

CEMAVE/IBAMA. **Manual de anilhamento de aves silvestres.** Instituto Brasileiro do Meio

Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 2ª ed., 1994. 148 p.

CLIMATE-DATA. **São Sebastião Clima (Brasil).** 2021. Disponível em: https://pt.climate--data.org/america-do-sul/brasil/sao-paulo/sao-sebastiao-34837/. Acesso em: 05 mar. 2021.

FFRENCH, R. Changes in the avifauna of Trinidad. *In*: BUCKLEY, P. A.; FOSTER, M. S.; MORTON, E. S. **Ornithological Monographs**, n. 36, p. 986-991, 1985. Disponível em: https://www.jstor.org/stable/40168330?seq=1. Acesso em: 24 mar. 2021.

FIGUEIREDO, L. F. A. **Lista de aves do Estado de São Paulo.** 2002. Versão: 11/11/2019. Disponível em: https://www.ceo.org.br. Acesso em: 30 abr. 2021.

FRACASSO, H. A. A. **Ecologia reprodutiva de *Sterna hirundinacea* Lesson (Laridae, Aves) na Ilha dos Cardos, Florianópolis, SC.** Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) – Centro de Educação de Ciências Tecnológicas da Terra e do Mar, Universidade do Vale do Itajaí. Santa Catarina, p. 75, 2004. Disponível em: http://www.avesmarinhas.com.br/index.html. Acesso em: 12 fev. 2023.

FRACASSO, H. A. A.; BRANCO, J.O.; BARBIERI, E. Reproductive biology of Cabot's Terns on Cardos Island, Santa Catarina, Brazil. Biota Neotropica, v. 11, p. 75-81, 2011a

FRACASSO, H. A. A.; BRANCO, J.O.; BARBIERI, E. A comparison of foraging between the South American and Cabot's Tern in southern Brazil. Biota Neotropica, v. 11, p. 189-196, 2011b.

FRACASSO, H. A. A. **Ecologia Reprodutiva de *Sterna hirundinacea* Lesson, 1831 e *Thalasseus sandvicensis* (Lathan, 1787) (Aves, Sternidae) na ilha dos Cardos, Santa Catarina, Brasil.** Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos. São Paulo, p. 130, 2009. Disponível em: http://www.avesmarinhas.com.br/index.html. Acesso em: 12 fev. 2023.

FRACASSO, H. A. A.; BRANCO, J. O.; BURGER, J.; SILVEIRA, L. F.; VERANI, J. R. Breeding biology of South American Tern from Cardos Island, Santa Catarina State, Brazil. **Journal of Oceanography and Marine Science**, vol. 1, n. 3, p. 53-64, 2010. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/262675375_Breeding_biology_of_South_American_Tern_from_Cardos_Island_Santa_Catarina_State_Brazil. Acesso em: 31 mar. 2021.

FRACASSO, H. A. A.; BRANCO, J. O. Reproductive successof South American terns (*Sterna hirundinacea*) from Cardos islands, Florianópolis, SC, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 84, n. 2, p. 527-536, 2012. Disponível em: https://www.scielo.br/pdf/aabc/v84n2/aop2012.pdf. Acesso em: 31 mar. 2021.

FRACASSO, H. A. A.; BRANCO, J. O.; EFE, M. A.; BARREIROS, J. P. Reproductive Dynamics of *Sterna hirundinacea* Lesson, 1831 in Ilha dos Cardos, Santa Catarina, Brazil. **Scientifica**, v. 2014, 2014. 16 p. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/262143878_Reproductive_Dynamics_of_Sterna_hirundinacea_Lesson_1831_in_Ilha_dos_Cardos_Santa_Catarina_Brazil. Acesso em: 31 mar. 2021.

GAIOTTO, J. V. **Influência do transporte de matéria marinha por aves sobre teias tróficas insulares.** Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica) – Instituto de Oceanografia, Universidade Federal do Rio Grande. Rio Grande, p. 100, 2018.

GIACCARDI, M.; YORIO, P.; LIZURUME, E. Patrones estacionales de la gaivota cocinera (*Larus dominicanus*) em um basural Patagónico y sus relaciones com el manejo de residuos urbanos y pesqueiros. **Ornitologia Neotropical**, v. 8, n. 77-84, 1997.

GOOGLE EARTH. 2022. Disponível em: https://www.google.com.br/intl/pt-BR/earth/. Acesso em: 12 ago. 2022.

GUILHERME, A. F. G. **Contaminação por resíduos plásticos em gaivotas-de-patas-amarelas (*Larus michahellis*) no arquipélago da Madeira.** Dissertação (Mestrado em Ecologia Marinha) – Departamento de Biologia Animal, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa. Lisboa, p. 66, 2020.

HICKMAN, C. P.; ROBERTS, L. S.; KEEN, S. L.; EISENHOUR, D. J.; LARSON, A.; I'ANSON, H. **Princípios integrados de zoologia.** 16. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016. 944 p.

HOGAN, R. I.; PRELLVITZ, L. J.; VOOREN, C. M. Breeding biology of South American Tern *Sterna hirundinacea* (Charadriiformes: Sternidae) on Deserta Island, Southern Brazil. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v. 18, n. 3, p. 207-215, 2010. Disponível em:

http://www.revbrasilornitol.com.br/BJO/article/view/4011. Acesso em: 31 mar. 2021.

HOYT, D. F. Practical methods of estimating volume andfresh weight of bird eggs. **The Auk**, vol. 96, p. 73-77, 1979. Disponível em: https://sora.unm.edu/sites/default/files/journals/auk/v096n01/p0073-p0077.pdf. Acesso em: 09 abr. 2021.

LEFÈVRE, A. M. C.; RIBEIRO, A. F.; MARQUES, G. R. A. M.; SERPA, L. L. N.; LEFÈVRE, F. Representações sobre dengue, seu vetor e ações de controle por moradores do município de São Sebastião, litoral Norte do Estado de São Paulo, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 23, p. 1696-1706, 2007. Disponível em: https://www.scielosp.org/article/csp/2007.v23n7/1696-1706/pt/. Acesso em: 05 mar. 2021.

MMA. **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção** – Aves. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, Ministério do Meio Ambiente (MMA), v. 3, Brasília, 2018. 712 p.

MONTEVECCHI, W. A. Incidence and types of plastic in gannets' nests in the northwest Atlantic. **Canadian Journal of Zoology**, v. 69, n. 2, p. 3-6, 1991.

OLMOS, F.; MARTUSCELLI, P. Répteis, aves e mamíferos marinhos do litoral sul de São Paulo. *In*: MARQUES, O. A. V.; DULEBA, W. (eds). **Estação Ecológica Juréia-Itatins** – Ambiente Físico, Flora e Fauna. Ribeirão Preto: Holos, 2004. p. 331-348.

PACHECO, J. F.; SILVEIRA, L. F.; ALEIXO, A.; AGNE, C. E.; BENCKE, G. A.; BRAVO, G. A.; BRITO, G. R. R.; COHN-HAFT, M.; MAURÍCIO, G. N.; NAKA, L. N.; OLMOS, F.; POSSO, S.; LEES, A. C.; FIGUEIREDO, L. F. A.; CARRANO, E.; GUEDES, R. C.; CESARI, E., FRANZ, I.; SCHUNCK, F.; PIACENTINI, V. Q. Annotated checklist of the birds of Brazil by the Brazilian Ornithological Records Committee - second edition. **Ornithology Research**, v. 29, n. 2, 2021. Disponível em: https://zenodo.org/record/5138368#.Yf_tJ5bMLIU. Acesso em: 06 fev. 2022.

PETERSON, A. P. **Zoonomen Nomenclatural data.** 2003. Disponível em: http://www.zoonomen.net/. Acesso em: 05 jan. 2021.

PETRY, M. V.; SCHERER, J. F. M.; SCHERER, A. L. Ocorrência, alimentação e impactos

antrópicos de aves marinhas nas praias do litoral do Rio Grande do Sul, sul do Brasil. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v. 10, n. 1, p. 65-70, 2012. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/AngeloScherer/publication/279626063. Acesso em: 24 mar. 2021.

PORTFLITT-TORO, M.; MIRANDA-URBINA, D.; FERNÁNDEZ, C.; LUNA, N.; PLAZA, P.; SERRATOSA, J.; THIEL, M.; LUNA-JORQUERA, G. Breeding of the South American Tern (Sterna hirundinacea) on anchored boats in Coquimbo, Northern Chile. **Ornitología Neotropical**, v. 29, p. 187-191, 2018.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing.** Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2014.

RICKLEFS, R. E. A graphical method of fitting equations to growth curves. **Ecology**, v. 48, n. 6, p. 978-983, 1967. Disponível em: https://www.jstor.org/stable/1934545?seq=1. Acesso em: 19 abr. 2021.

SÃO PAULO. Decreto nº 60.163, de 7 de fevereiro de 2014. Declara as espécies da fauna silvestre ameaçadas de extinção, as quase ameaçadas e as deficientes de dados para avaliação no Estado de São Paulo e dá providências correlatas. **Diário Oficial do Estado de São Paulo**, Poder Executivo, v. 124, n. 27, Seção I, p. 25-32, 2014. Disponível em: http://arquivos.ambiente.sp.gov.br/fauna/2016/12/Decreto.Estadual.60133.14.fauna_.amea%C3%A7ada.pdf. Acesso em: 05 mar. 2021.

SÃO PAULO. **Parque Estadual de Ilhabela: Plano de Manejo – Resumo Executivo.** Governo do Estado de São Paulo, Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 2015. 252 p.

SÃO PAULO. **Plano de Manejo – Área de Proteção Ambiental Marinha do Litoral Norte.** Governo de São Paulo, Secretaria de Estado de Infraestrutura e Meio Ambiente, Subsecretaria do Meio Ambiente, 2020. 671 p.

SCHREIBER, E. A.; BURGER, J. (eds). **Biology of Marine Birds.** Boca Raton: CRC Press, 2001.

SCOLARO, J. A.; LAURENTI, S.; GALLELLI, H. **The nesting and breeding biology of the**

South American Tern in northern Patagonia. Journal of Field Ornithology, v. 67, n. 1, p. 17-24, 1996. Disponível em: https://sora.unm.edu/sites/default/files/journals/jfo/v067n01/p0017-p0024.pdf. Acesso em: 08 abr. 2021.

SICK, H.; LEÃO, A. P. Breeding sites of *Sterna eurygnatha* and other seabirds off the Brazilian coast. **Auk**, v. 82, n. 3, p. 507-508, 1965.

SICK, H. **Ornitologia brasileira.** 2. ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997. 910 p.

SOUZA, L. B. **O local de nidificação do sabiá-barranco (*Turdus leucomelas*) (Aves, Turdidae) afeta a temperatura interna do ninho durante a incubação e cuidado à prole?** Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura e Bacharelado em Ciências Biológicas) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". Rio Claro, p. 67, 2013.

TRANSPETRO. **Terminais aquaviários: São Sebastião – SP.** 2021. Disponível em: http://transpetro.com.br/transpetro-institucional/quem-somos. Acesso em: 26 jun. 2021.

VIEIRA, B. P. Conceitos utilizados no Brasil para aves aquáticas. **Atualidades Ornitológicas**, n. 196, p. 41-48, 2017. Disponível em: http://www.ao.com.br/download/AO196_41.pdf. Acesso em: 13 abr. 2021.

VOOREN, C. M.; BRUSQUE, L. F. **As aves do ambiente costeiro do Brasil: biodiversidade e conservação.** Rio de Janeiro: FUNBIO, 1999. 58 p.

WEATHER SPARK. **Condições meteorológicas médias de São Sebastião.** 2020. Disponível em: https://pt.weatherspark.com/y/30390/Clima-caracter%C3%ADstico-em-S%C3%A3o-Sebasti%C3%A3o-Brasil-durante-o-ano. Acesso em: 05 mar. 2021.

YORIO, P.; BERTELOTTI, M.; GANDINI, P.; FRERE, E. Kelp Gulls *Larus dominicanus* breeding on the Argentina coast: population status and relationship with coastal management and conservation. **Marine Ornithology**, v. 26, p. 11-18, 1998.

Apêndice 1. Ecologia reprodutiva de *S. hirundinacea* no TEBAR em função de diferentes fatores.

	FATOR			
	Total	Tipo de ovo		
		A	B	A2
Nº ninhos	57	–	–	–
Nº ovos	78	57	12	9
Perda geral ovos	63	49	7	7
Taxa perda geral ovos (%)	80,8	86,0	58,3	77,8
Perda por predação	38	27	6	5
Taxa predação ovos (%)	48,7	47,4	50,0	55,6
Perda por gorar	22	20	0	2
Taxa gora ovos (%)	28,2	35,1	0,0	22,2
Perda indivíduos natimortos	3	2	1	0
Taxa indivíduos natimortos (%)	3,8	3,5	8,3	0,0
Período médio de incubação (dias)	23,73 ± 2,34	24,12 ± 2,80	23,20 ± 2,17	23,50 ± 0,71
Nº ninhegos	15	8	5	2
Sucesso de incubação (%)	19,2	14,0	41,7	22,2
Perda geral ninhegos	11	5	4	2
Taxa mortalidade geral ninhegos (%)	73,3	62,5	80,0	100,0
Perda por predação ou por cair no mar	6	3	1	2
Taxa predação ou por cair no mar (%)	40,0	37,5	20,0	100,0
Perda por atropelamento	4	2	2	0
Taxa atropelamento (%)	26,7	25,0	40,0	0,0
Perda por causas naturais	1	0	1	0
Taxa causas naturais	6,7	0,0	20,0	0,0
Nº ninhegos voando	4	3	1	0
Sucesso reprodutivo (%)	5,1	5,3	8,3	0,0

	FATOR			
	Local			
	Píer Sul	Estação Meteorológica	*Looping* 2	Ponte de Acesso
Nº ninhos	28	20	6	3
Nº ovos	39	28	6	5
Perda geral ovos	32	20	6	5
Taxa perda geral ovos (%)	82,1	71,4	100,0	100,0
Perda por predação	17	15	2	4

Taxa predação ovos (%)	43,6	53,6	33,3	80,0
Perda por gorar	12	5	4	1
Taxa gora ovos (%)	30,8	17,9	66,7	20,0
Perda indivíduos natimortos	3	0	0	0
Taxa indivíduos natimortos (%)	7,7	0,0	0,0	0,0
Período médio de incubação (dias)	22,57 ± 2,07	24,75 ± 2,19	–	–
Nº ninhegos	7	8	0	0
Sucesso de incubação (%)	17,9	28,6	–	–
Perda geral ninhegos	6	5	–	–
Taxa mortalidade geral ninhegos (%)	85,7	62,5	–	–
Perda por predação ou por cair no mar	2	4	–	–
Taxa predação ou por cair no mar (%)	28,6	50,0	–	–
Perda por atropelamento	4	0	–	–
Taxa atropelamento (%)	57,1	0,0	–	–
Perda por causas naturais	0	1	–	–
Taxa causas naturais	0,0	12,5	–	–
Nº ninhegos voando	1	3	–	–
Sucesso reprodutivo (%)	10,7	28,6	–	–

	FATOR			
	Substrato			
	Cimento	Grama	Grama/terra	Grama/cimento
Nº ninhos	38	15	3	1
Nº ovos	49	21	5	3
Perda geral ovos	42	14	4	3
Taxa perda geral ovos (%)	85,7	66,7	80,0	100,0
Perda por predação	21	11	3	3
Taxa predação ovos (%)	42,9	52,4	60,0	100,0
Perda por gorar	18	3	1	0
Taxa gora ovos (%)	36,7	14,3	20,0	0,0
Perda indivíduos natimortos	3	0	0	0
Taxa indivíduos natimortos (%)	6,1	0,0	0,0	0,0
Período médio de incubação (dias)	22,57 ± 2,07	24,86 ± 2,34	24,00 ± 0,00	–
Nº ninhegos	7	7	1	0
Sucesso de incubação (%)	14,3	33,3	20,0	–
Perda geral ninhegos	6	5	0	–
Taxa mortalidade geral ninhegos (%)	66,7	22,2	0,0	–
Perda por predação ou por cair no mar	2	4	0	–
Taxa predação ou por cair no mar (%)	28,6	57,1	0,0	–

Perda por atropelamento	4	0	0	–
Taxa atropelamento (%)	57,1	0,0	0,0	–
Perda por causas naturais	0	1	0	–
Taxa causas naturais	0,0	14,3	0,0	–
Nº ninhegos voando	1	2	1	–
Sucesso reprodutivo (%)	2,0	9,5	20,0	–

	FATOR							
	Material							
	Pedras	Grama	Nenhum material	Grama e terra	Grama e pedras	Plástico, pedras e madeira	Plástico, pedras e ferro	Ferro, madeira, pedras, terra e pano
Nº ninhos	23	16	8	4	2	2	1	1
Nº ovos	31	22	13	6	2	2	1	1
Perda geral ovos	25	15	13	5	1	2	1	1
Taxa perda geral ovos (%)	80,6	66,7	100,0	83,3	50,0	100,0	100,0	100,0
Perda por predação	14	11	8	4	0	0	0	1
Taxa predação ovos (%)	45,2	50,0	61,5	66,7	0,0	0,0	0,0	100,0
Perda por gorar	8	4	5	1	1	2	1	0
Taxa gora ovos (%)	25,8	18,2	38,5	16,7	50,0	100,0	100,0	0,0
Perda indivíduos natimortos	3	0	0	0	0	0	0	0
Taxa indivíduos natimortos (%)	9,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Período médio de incubação (dias)	22,83 ± 0,00	24,86 ± 2,34	–	24,00 ± 2,14	21,00 ± 0,00	–	–	–
Nº ninhegos	6	7	0	1	1	0	0	0
Sucesso de incubação (%)	19,3	31,8	–	16,7	50,0	–	–	
Perda geral ninhegos	5	5	–	0	1	–	–	–
Taxa mortalidade geral ninhegos (%)	83,3	71,4	–	0,0	100,0	–	–	–
Perda por predação ou por cair no mar	2	4	–	0	0	–	–	–
Taxa predação ou por cair no mar (%)	57,1	33,3	–	0,0	0,0	–	–	–
Perda por atropelamento	3	0	–	0	1	–	–	–
Taxa atropelamento (%)	50,0	0,0	–	0,0	100,0	–	–	–
Perda por causas naturais	0	1	–	0	0	–	–	–
Taxa causas naturais	0,0	14,3	–	0,0	0,0	–	–	–
Nº ninhegos voando	1	2	–	1	–	–	–	–
Sucesso reprodutivo (%)	3,2	9,1	–	16,7	0,0	–	–	–

Apêndice 2. Ecologia reprodutiva de *S. hirundinacea* em área natural e artificial.

Fator	Área natural (SCOLARO; LAURENTI; GALLELLI, 1996)	Área artificial (PRESENTE ESTUDO, 2021)
Ninhos monitorados	57	57
Duração total da estação reprodutiva	86 d	145 d
Média da estação reprodutiva para pares bem-sucedidos	50,00 ± 2,0 d	58,25 ± 4,19 d
Ninhos com 1 ovo	25	45
Ninhos com 2 ovos	27	12
Ninhos com 3 ovos	5	0
Eventos de repostura	Não citado	Sim
Tamanho médio das ninhadas	1,65 ± 0,64 ovos/ninho	1,21 ± 0,41 ovos/ninho
Número de ovos	94	78
Intervalo médio entre a postura do primeiro e segundo ovos em ninhos com dois ovos	54,70 ± 13,70 h	94,00 ± 49,50 h
Perda geral	25 (100,0%)	63 (100,0%)
Taxa de perda geral	26,6%	80,8%
Perda por predação	12 (48,0%)	38 (60,3%)
Taxa de predação	12,6%	48,7%
Perda por deserção	13 (52,0%)	0 (0,0%)
Taxa de deserção	14,0%	0,0%
Perda por gorar	0	22 (34,9%)
Taxa de gora	0,0%	28,2%
Perda por eventos de indivíduos natimortos	0	3 (4,8%)
Taxa de indivíduos natimortos	0,0%	3,8%
Período médio de incubação	21,50 ± 1,30 d	23,70 ± 2,34 d
Número de ninhegos	69	15
Sucesso de incubação	73,4%	19,2%
Intervalo médio entre a eclosão do primeiro e segundo filhote em ninhos com dois ovos	53,8 ± 26,2 h	Impossível calcular
Mortalidade geral	36 (100,0%)	11 (100,0%)
Taxa de mortalidade geral	52,2%	73,3%
Ninhegos criados com sucesso	33	4
Sucesso reprodutivo	35,1%	5,1%
Ninhadas com sucesso de criação maior	Com 2 ovos	Com 2 ovos
Casais que criaram com sucesso dois ninhegos	5	0
Maior probabilidade de morte de ninhegos	Primeira semana após eclosão	Primeira semana após eclosão
Decréscimo do risco de um ninhego morrer	13-17 d	10-20 d
Novo aumento no risco de um ninhego morrer	26-28 d	21-30 d
Idade crítica de sobrevivência	8,6 d	3,0 d
Mediana para 50% dos ninhegos	27 d	21 d

Apêndice 3. Sugestões de medidas de conservação a serem adotadas para garantir o sucesso reprodutivo de *S. hirundinacea* na área artificial do TEBAR.

1 – Concessão de acesso às câmeras de segurança por pesquisadores ou permissão para que os mesmos instalem câmeras próprias no local, com objetivo de identificar os predadores e causas específicas da perda de ovos e morte de ninhegos, assim como identificar o porquê dos animais estarem sendo atropelados;

2 – Fiscalização e aplicação de medidas cabíveis para os responsáveis de veículos que ultrapassarem o limite de velocidade determinado nas placas de sinalização ao longo do Píer;

3 – Instalação de painéis informativos que explicitem, de forma clara e objetiva, a presença de animais silvestres reproduzindo-se ao longo do Píer e que, por conta disso, os motoristas devem reduzir a velocidade e os pedestres não devem interagir com as aves, citando o Art. 29 da lei Nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, que determina crime contra o meio ambiente "Matar, perseguir, caçar, apanhar, utilizar espécimes da fauna silvestre, nativos ou em rota migratória, sem a devida permissão, licença ou autorização da autoridade competente";

4 – Isolamento efetivo dos tubos de escoamento ao longo do Píer a partir da instalação de telas mosquiteiro;

5 – Instalação de uma grande malha ou estrutura mais resistente ao longo de todo o Píer de forma integral ou removível, para que durante a estação reprodutiva os ninhegos não despenquem do Píer em direção ao mar ao se assustarem com pessoas e veículos;

6 – Continuação do treinamento de conscientização já realizado periodicamente com os funcionários do Terminal;

7 – Elaboração de um projeto de educação ambiental consistente com a equipe do Terminal e que permita que os participantes, a partir de conhecimentos recebidos e de forma totalmente indireta (por meio da observação à distância, por exemplo) possam compartilhar informações obtidas no dia-a-dia e, assim, auxiliar nas pesquisas por meio do fornecimento de mais dados acerca da reprodução da espécie no local (ciência cidadã).