



DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DA VIDA

FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Seleção de habitat e conservação de aves nidificantes nas salinas do Samouco

Dissertação apresentada à Universidade de Coimbra para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Biologia, realizada sob a orientação científica do Professor Doutor Jaime Albino Ramos (Universidade de Coimbra)

Daniela Margarida Lima Alves Fonseca

2013

Agradecimentos

Antes de mais, quero agradecer a todas as pessoas que de forma direta ou indireta tornaram a realização desta tese possível.

Agradeço ao Professor Doutor Jaime Albino Ramos, pela orientação, e pelas competências que me permitiu adquirir ao longo dos últimos dois anos.

Quero também agradecer ao Afonso Rocha pela ajuda no trabalho de campo e pelos conhecimentos que me transmitiu, assim como os dados que disponibilizou.

Agradeço à Naturibérica pelo fornecimento de dados que permitiram a realização do trabalho.

Obrigada à Fundação para a Protecção e Gestão Ambiental das Salinas do Samouco e à Sociedade Lusoponte, pelos materiais e instalações disponibilizadas a quando do trabalho de campo. Assim como a todos os funcionários da Fundação, nomeadamente à Márcia Pinto, que nos receberam de braços abertos, e tornaram o trabalho possível.

Agradeço também à Reserva Natural do Estuário do Tejo (RNET) que, durante cerca de sete meses, proporcionou o alojamento. E à vila de Alcochete pela hospitalidade.

Agradeço também ao IMAR pelas instalações e materiais, assim como com o apoio humano que permitiram realizar o trabalho laboratorial.

Obrigada aos amigos que me acompanharam durante o meu trajeto, e nomeadamente à Jacinta, ao Pedro, à minha madrinha Cátia, à Inês, à Cristina, à Joana, à Sandra e à Carina, vocês marcaram o meu caminho.

Um enorme obrigada à Cátia, pela forte amizade que demonstrou desde o princípio, pelos conselhos e pela ajuda a manter o foco. Obrigada por todas as vezes que precisei de desabafar, e por todas as vezes que precisei de uma palavra amiga, foste uma ajuda essencial.

Muito obrigada à Ana, que tem sido uma presença marcante durante toda a minha vida, obrigada pelas conversas e pelos risos.

Agradeço também à Tânia, que me acompanhou nesta jornada, esta tese é minha, mas muito tua também. Obrigada pela paciência e pela ajuda, na tese e na vida, sem ti isto não seria possível.

Um enorme agradecimento à minha família, aos meus avós, tios, padrinhos e primos, mas muito especialmente aos meus pais, que me apoiaram em tudo, e me deram muita força durante não só esta jornada, mas durante a minha vida. Este trabalho é dedicado a vocês.

Eu sou o que sou por todos vocês, obrigada por tudo.

Resumo

Os habitats costeiros têm sido muito alterados, isto leva a que as aves costeiras utilizem habitats artificiais para nidificar. As salinas constituem um habitat alternativo para a reprodução de aves costeiras, nomeadamente o borrelho-de-coleira-interrompida (*Charadrius alexandrinus*), o perna-longa (*Himantopus himantopus*) e a chilreta (*Sternula albifrons*). Apesar da sua grande importância, as salinas podem ter um elevado custo no desenvolvimento das crias. Neste estudo, foi avaliado o sucesso reprodutivo do borrelho-de-coleira-interrompida, perna-longa e chilreta ao longo de um período de sete anos (2006-2012), no complexo de salinas do Samouco, estuário do Tejo, Portugal, assim como, as variáveis importantes para explicar a seleção dos locais de nidificação e as que influenciam o sucesso do borrelho-de-coleira-interrompida. Foi também avaliado o impacto da predação no complexo de salinas do Samouco, e de que forma a visibilidade do ninho pode afetar a predação. Foram ainda determinadas as espécies de invertebrados presentes na dieta das crias de perna-longa em função da salinidade. Para tal, o local de nidificação foi monitorizado, sendo as características dos locais de nidificação do borrelho-de-coleira-interrompida registadas (cobertura vegetal, percentagem de água, altura da vegetação mais alta, presença de estruturas, distância à água, profundidade da água, altura do muro e visibilidade do ninho). Para verificar a dieta das crias de perna-longa, bem como a disponibilidade de presas, em função da salinidade, foram construídos cercados, onde foram colocadas as crias de perna-longa, a fim de recolher os seus dejetos.

Aferiu-se que o sucesso variou muito ao longo dos anos para as diferentes espécies, o que pode estar relacionado com as diferentes condições climáticas que são bastante variáveis nos diferentes anos, assim como as diversas estratégias reprodutivas. O borrelho-de-coleira-interrompida nidificou relativamente mais em barachões mais estreitos,

com mais presença de água e objetos. Havendo uma probabilidade mais elevada dos ninhos serem encontrados em locais com mais água na proximidade e com menor percentagem de visibilidade do ninho. No entanto, a visibilidade do ninho não afetou significativamente o número de dias de exposição do ninho, o que se deve à elevada taxa de predação a que o complexo de salinas do Samouco está sujeito. No que diz respeito à disponibilidade de presas entre locais com salinidades menores e maiores que 100 g/l, as famílias que apresentam diferenças significativas são a Dolichopodidae, Hydrophilidae e Chironomidae, sendo as duas primeiras mais abundantes em salinas com menores salinidades, enquanto a última é mais abundante nas com salinidades superiores. Nos dejetos das crias de perna-longa foi possível identificar presas pertencentes a quatro ordens de invertebrados (Decapoda, Anostraca, Coleoptera e Diptera), sendo as famílias mais abundantes a Dolichopodidae e Ephydriidae, a primeira maioritariamente em locais com salinidades inferiores a 100 g/l, enquanto a segunda em salinas com salinidades superiores a 100 g/l. Este trabalho possibilitou demonstrar a importância do complexo de salinas do Samouco para o borrelho-de-coleira-interrompida, perna-longa e chilreta, sendo por isso necessária a gestão deste local de forma a contribuir para a conservação destas aves.

Abstract

Coastal habitats have been modified, what leads to the use of artificial habitats by shorebirds for nesting. The salinas are an alternative habitat for reproduction of shorebirds, such as the Kentish Plover (*Charadrius alexandrinus*), the Black-winged Stilt (*Himantopus himantopus*) and the Little Tern (*Sternula albifrons*). Despite their importance, the salinas may have a high cost for the development of the chicks. This study evaluated the reproductive success Kentish Plover, Black-winged Stilt and Little Tern over a period of seven years (2006-2012) on the salinas of Samouco, Tagus estuary, Portugal, as well as the importance of environmental variables to explain nest-site selection and nesting success of Kentish Plovers. It was also evaluated the impact of predation on salinas and how the visibility of the nest can affect their predation. We also determined the species of invertebrates in the diet of Black-winged Stilt's chicks in relation to the salinity of the salt-ponds where the birds foraged. The nesting site was monitored, and the characteristics of the nesting sites of Kentish Plover were registered (vegetation cover, percentage of water, height of the taller vegetation, presence of structures, distance to water, depth of the water, height of the salt-ponds and visibility of the nest). To assess the diet of the Black-winged Stilt's chicks, as well as the availability of prey in relation to salinity very large fences in areas with different salinities were built. The chicks of Black-winged Stilt were placed there, and their droppings were collected after foraging.

Breeding success varied among years for the different species, which may be related to the different climatic conditions that were quite variable in different years, as well as the different reproductive strategies. Kentish Plover nested in the small paths, which divide the salt-pans, in the presence of more water and objects. There was a higher probability of finding nests in areas with more water and lower visibility from above.

However, the visibility of the nest did not significantly affect the number of exposure days of the nest, which is due to the high rate of predation in the salinas of Samouco. In relation to the prey availability between locations with salinity lower and higher than 100 g/l, the families that differed in the diet between the two areas were Dolichopodidae, Hydrophilidae and Chironomidae. The first two families were most abundant in salt-pans with lower salinity, while the last one was most abundant in salt-pans with higher salinity. In the droppings of chicks it was possible to identify preys of four orders of invertebrates (Decapoda, Anostraca, Coleoptera and Diptera), the most abundant families were the Dolichopodidae Ephydriidae, the first mainly in places with salinity of less than 100 g/l, while the second in places with salinity higher than 100 g / l. This study demonstrated the importance of complex of salinas do Samouco for Kentish Plover, Black-winged Stilt and Little Tern, and this area should be in order to contribute for the conservation of these species of birds.

Índice

1. Introdução.....	1
2. Métodos	5
2.1 Área de estudo.....	5
2.2 Sucesso reprodutor.....	6
2.3 Características dos locais de nidificação do borrelho-de-coleira-interrompida.....	7
2.4 Dieta das crias de perna-longa e disponibilidade de presas.....	9
2.5 Análise de dados	10
2.5.1 Método de Mayfield.....	10
2.5.2 Seleção de habitat e sucesso do borrelho-de-coleira-interrompida.....	12
2.5.3 Dieta das crias de perna-longa e disponibilidade de presas	13
3. Resultados.....	15
3.1 Sucesso reprodutor.....	15
3.2 Seleção do habitat de nidificação do borrelho-de-coleira-interrompida.....	19
3.2.1 Densidade de ninhos	19
3.2.2 Sucesso dos ninhos.....	20
3.2.3 Ninhos e pontos aleatórios	21
3.2.4 Efeito da visibilidade do ninho no sucesso e taxa de predação.....	23
3.3 Dieta das crias de perna-longa e disponibilidade de presas.....	25
4. Discussão.....	27
4.1 Sucesso reprodutor.....	27
4.2 Seleção do habitat de nidificação do borrelho-de-coleira-interrompida.....	29
4.3 Dieta das crias de perna-longa e disponibilidade de presas.....	31
4.4 Considerações finais	32
5. Referências bibliográficas	34
Anexo	39

1. Introdução

Os habitats costeiros têm sofrido muitas alterações devido a vários fatores como a poluição, a ocupação de terrenos e a subida do nível médio da água do mar. A alteração destes habitats podem apresentar grande impacto nas aves, que utilizam esses locais como local de passagem, zona de invernada e nidificação (Morgado, 2009). Como consequência da perda dos habitats naturais, as aves costeiras utilizam habitats artificiais para se reproduzirem, como são o caso dos campos de arroz, pisciculturas e salinas (Czech & Parsons, 2002; Catry *et al.*, 2004; Toral & Figuerola, 2012).

As salinas constituem um habitat alternativo para a reprodução de aves costeiras. Duas espécies relativamente comuns ao longo da costa portuguesa, o borrelho-de-coleira-interrompida (*Charadrius alexandrinus*) e o perna-longa (*Himantopus himantopus*) utilizam estes lugares tanto para reprodução como para alimentação (Casini, 1986; Tinarelli, 1990, 1991; Rufino & Neves, 1992; Pérez-Hurtado *et al.*, 1993; Neves & Rufino, 1995; Pardal, 2000). A chilreta (*Sternula albifrons*) também tem usado nas últimas décadas estas áreas para nidificar (Catry *et al.*, 2004; Medeiros *et al.*, 2007). No entanto, nem estes habitats estão isentos de pressões, especialmente devido à sua proximidade a zonas urbanas. Esta proximidade poderá contribuir para elevadas taxas de predação, uma vez que os animais relacionados com o homem, como cães, gatos e roedores, utilizam essas áreas como zona de alimentação (Chokri & Selmi, 2011).

Na Península Ibérica, as salinas têm passado por um processo de regressão, devido ao abandono e transformações das mesmas, nomeadamente em pisciculturas (Cuervo, 1993; Pérez-Hurtado *et al.*, 1993; Neves & Rufino, 1995; Arroyo *et al.*, 1997; Pardal, 2000). Segundo Pardal (2000), num estudo efetuado nas salinas do Mondego,

houve uma preferência das salinas mistas por parte do borrelho-de-coleira-interrompida e do perna-longa para a construção dos seus ninhos. Este facto poderá estar associado à maior ou menor tolerância à presença humana das espécies. O perna-longa apresenta uma baixa tolerância à presença humana, assim a existência de áreas inativas relativamente tranquilas neste tipo de salinas, poderá contribuir para a sua escolha. O borrelho-de-coleira-interrompida, por outro lado, é mais tolerante à presença humana perto dos seus locais de nidificação, utilizando esses locais para nidificar. Além disso, as salinas mistas tradicionais apresentam uma diversidade de microhabitats, podendo contribuir para uma maior diversidade de alimentos e de locais de abrigo contra os predadores (Múrias, 1997). No que diz respeito às salinas abandonadas, estas foram pouco utilizadas pelo borrelho-de-coleira-interrompida quando comparada com a sua utilização pelo perna-longa, o que poderá estar relacionado com a escassez de locais para nidificar, uma vez que estas salinas não possuem controlo dos níveis de água, contribuindo assim para um aumento do risco de inundação dos ninhos (Pardal, 2000).

A presença de uma elevada cobertura vegetal também pode ser um dos fatores para a baixa utilização das salinas abandonadas, tanto pela dificuldade para detetar predadores, como também por não permitir a existência de um bom substrato para construção dos ninhos (Pardal, 2000). Também Székely (1992) aponta a altura do coberto vegetal como uma das razões para o abandono dos territórios tradicionais (prados alcalinos) e escolha de tanques de piscicultura vazios por esta espécie. Um estudo realizado na Lagoa de Santo André com a chilreta demonstrou que o excesso de vegetação impedia o estabelecimento de ninhos (Catry *et al.*, 1999). Uma vez que o perna-longa nidifica muitas vezes em locais cercados de água, estes fatores parecem ser menos limitativos, havendo por isso uma maior área disponível para nidificar (Cramp & Simmons, 1983). Além disso, esta espécie prefere nidificar em zonas com algum

coberto vegetal, no entanto, os seus ninhos na maior parte das vezes encontram-se a descoberto para possibilitar que as aves possam detetar os movimentos dos predadores (Goutner, 1989; Cuervo, 1993; Arroyo *et al.*, 1997). Algumas das salinas nas últimas décadas têm vindo a ser convertidas em pisciculturas, mas tanto o borrelho-de-coleira-interrompida como o perna-longa, de uma maneira geral, parecem preferir as salinas a pisciculturas (Tinarelli, 1991; Rufino & Neves, 1992; Pérez-Hurtado *et al.*, 1993; Pardal, 2000). Isto demonstra a importância da manutenção das salinas tradicionais, mesmo as abandonadas, pois tanto o borrelho-de-coleira-interrompida e o perna-longa claramente preferem nidificar em salinas do que em pisciculturas (Pardal, 2000).

Apesar da importância das salinas como locais de nidificação para várias espécies de limícolas, estas podem ter um elevado custo no desenvolvimento das crias. Os habitats hipersalinos, como é o caso das salinas, são bastante dispendiosos no que diz respeito aos processos de desenvolvimento e à manutenção da uma maquinaria osmorreguladora ativa, o que pode afetar o desenvolvimento das crias (Gutiérrez *et al.*, 2011). Em crias de alfaiate-de-pescoço-pardo (*Recurvirostra americana*) criadas em ambientes hipersalinos, a falta de acesso a água fresca, rapidamente resultou na desidratação das mesmas, evidenciando também uma alteração do seu comportamento, aumentando o número de vezes que agitavam a cabeça, de forma a remover as secreções das glândulas de sal, assim como uma redução do tempo em alimentação e um aumento do tempo em movimento (Hannam *et al.*, 2003). Além disso, geralmente, o aumento dos níveis de salinidade leva a uma redução da riqueza específica, bem como à redução da presença de invertebrados aquáticos, o que poderá afetar também a dieta das crias, e consequentemente o seu crescimento (López *et al.*, 2010).

Apesar de já existirem alguns estudos que incidem sobre a importância das salinas para a nidificação de algumas espécies de aves individualmente, poucos

apresentam dados para um conjunto de várias espécies, sendo a maioria deles efetuados durante um período reduzido de um ou dois anos. Pelo contrário, o presente estudo é mais integrador, uma vez que compreende dados de um período de sete anos. Este estudo pretende determinar o sucesso reprodutor do borrelho-de-coleira-interrompida, perna-longa e chilreta no complexo das salinas do Samouco, estuário do Tejo, durante um período de sete anos (2006-2012). Além disso, tem como objetivo avaliar as variáveis importantes para explicar a seleção dos locais de nidificação e identificar as que influenciam o sucesso na eclosão do borrelho-de-coleira-interrompida, avaliando também o impacto da predação no sucesso destas aves, e de que forma esta é afetada pela visibilidade do ninho. Por último, pretende ainda determinar quais as espécies de invertebrados presentes na dieta das crias de perna-longa em função da salinidade.

2. Métodos

Este trabalho apresenta dados do sucesso reprodutor para os anos de 2006-2007 e 2009-2012. Os dados do sucesso reprodutor entre 2006 e 2011 foram obtidos por Afonso Rocha e pela Naturibérica, e os dados de 2012 foram obtidos no decorrer do trabalho de campo efetuado, no âmbito desta tese de mestrado.

2.1 Área de estudo

O trabalho de campo decorreu entre 09 de abril e 19 de julho de 2012 no complexo de salinas do Samouco (Figura 1). Este complexo de salinas é o maior agrupamento de salinas existente no estuário do Tejo, tendo cerca de 400 ha. Localizado na margem sul do estuário do Tejo ($29^{\circ}50.05.39E$ e $42^{\circ}87.77.98N$, ponto central), prolongando-se ao longo de um cordão dunar, sendo limitado a sudoeste pela vila do Samouco, a nordeste pela vila de Alcochete e a sul pelos campos agrícolas de São Francisco. Como o nome indica, o complexo é constituído por várias salinas e os seus respetivos tanques, cujo tamanho vai diminuindo à medida que se caminha para o interior, aumentando a complexidade da rede de acessos. Para além dos tanques, existe também um intrincado sistema de valas, que abastece os tanques com água proveniente do rio Tejo. O abandono e degradação de algumas salinas favoreceu a invasão de vegetação halófitas, que se encontra sujeita às marés, dando desta forma origem a algumas manchas de sapal.

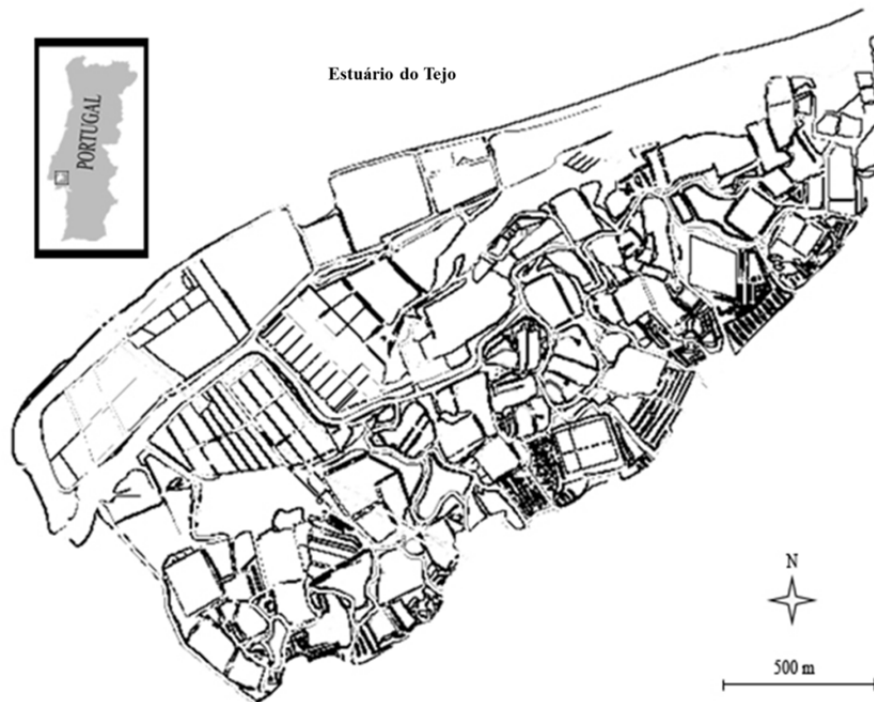


Figura 1 - Mapa geral da área de estudo.

2.2 Sucesso reprodutor

As salinas eram visitadas duas vezes por semana, e foram registados o número de ovos e o seu sucesso. Os ninhos foram detetados percorrendo-se as salinas a pé de forma sistemática, e sendo o tempo de permanência nestas entre 10 e 30 minutos. Os ninhos foram marcados utilizando pequenas estacas ou pedras codificadas. O código consistia numa letra correspondente ao local, seguido do número do ninho pela ordem de descoberta, e as suas coordenadas foram tiradas por GPS. Em cada visita registou-se o número de ovos, e qualquer indício de predação, abandono ou inundação. Os indícios de eclosão foram determinados pela presença de orifícios provocados pelas crias, ou pela presença de crias no ninho ou nas proximidades (Székely, 1992; Cuervo, 1993; Pardal, 2000).

Os ninhos foram classificados segundo as seguintes categorias: sucesso, insucesso e sucesso desconhecido. O período de atividade para um ninho com sucesso

foi definido como o período entre a postura do último ovo (início da incubação) e a eclosão. Foram considerados com sucesso os ninhos em que:

1. Nasceu pelo menos uma cria (pelo menos uma eclosão);
2. Algum dos ovos apresentava indícios de eclosão eminente;
3. Houve coincidência entre a data de desaparecimento da postura e a data de previsão da eclosão, quando não apresentava vestígios de qualquer tipo de destruição.

Considerou-se que os ninhos tiveram insucesso quando além de não cumprirem nenhuma das condições anteriores, ainda se verificou pelo menos uma das seguintes situações:

1. Presença de restos de cascas, gemas ou sangue;
2. Postura submergida (total ou parcialmente);
3. Data de desaparecimento muito antes da data prevista para a eclosão;
4. Indício de abandono por parte dos progenitores.

Os ninhos em que não foi possível colocar em nenhuma destas categorias foram classificados como sucesso desconhecido, sendo estes considerados para o cálculo do sucesso reprodutivo pelo método de Mayfield (Mayfield, 1961, 1975).

2.3 Características dos locais de nidificação do borrelho-de-coleira-interrompida

Registaram-se as características do local de nidificação (cobertura vegetal, percentagem de água, altura da vegetação mais alta, presença de objetos, distância à água, profundidade da água, altura do muro e a visibilidade do ninho, Tabela 1). Para as características relativas a percentagens, exceto a visibilidade, utilizou-se um quadrado de 1m² dividido em 100 partes iguais, correspondendo cada uma a 1%. No caso da visibilidade do ninho, foram considerados apenas os quatro quadrados centrais,

correspondendo estes a aproximadamente o diâmetro do ninho, em que cada um deles correspondente a 25%. As restantes medidas foram efetuadas com o auxílio de uma régua ou fita métrica.

As características dos locais de nidificação foram estudadas por comparação com pontos aleatórios. Os pontos aleatórios foram selecionados a cada 5 ou 10 metros, dependendo da densidade de ninhos nas salinas, ao longo do barachão (divisórias entre os tanques das salinas) onde estavam os ninhos do borrelho-de-coleira-interrompida, através de uma tabela de números aleatórios, em que o número selecionado correspondia ao número de cm, desde o centro do barachão, alternando-se o lado (esquerdo ou direito) em que essa medição foi efetuada. Uma vez que as aves não foram marcadas, é possível que o mesmo indivíduo possa aparecer mais que uma vez nos dados.

Tabela 1 - Lista das variáveis registadas nos ninhos do borrelho-de-coleira-interrompida (*Charadrius alexandrinus*) e nos pontos aleatórios.

Variável	Descrição
C. Veg (%)	Percentagem de vegetação com mais de 5 cm em 1m ² , considerando como centro o ninho
Perc. Água (%)	Percentagem de água presente em 1 m ² , considerando como centro o ninho
Alt. Veg (cm)	Altura da vegetação mais alta presente em 1 m ² , considerando como centro o ninho
Estruturas (%)	Percentagem de objetos com mais de 5 cm em 1 m ² , considerando como centro o ninho
Dist. Água (cm)	Distância à água desde o centro do ninho
Prof. Água (cm)	Profundidade da água mais próxima do ninho
Alt. Muro (cm)	Altura entre a água e o local onde está o ninho
Visib. Ninho (%)	Percentagem do ninho que não está coberta por vegetação/objetos em 20 cm ² , considerando como centro o ninho

A densidade dos ninhos em cada barachão foi calculada dividindo-se o número total de ninhos pela área de cada barachão, a qual foi estimada através da expressão largura x comprimento.

Para avaliar o efeito que a visibilidade do ninho tem na taxa de predação, foram colocados ovos de codorniz no último mês da época reprodutora, em locais com três diferentes graus de visibilidade (50%, 75% e 100%). Estes ninhos foram distribuídos semanalmente por três barachões diferentes, sendo colocados três ninhos para cada classe de percentagem de visibilidade, cada um com dois ovos. Os ninhos foram visitados duas vezes por semana, sendo registado o número de ovos intactos. Quando todos os ovos de um barachão eram predados, era escolhido outro barachão, repetindo-se o processo.

2.4 Dieta das crias de perna-longa e disponibilidade de presas

Foram construídos seis cercados cada um com um perímetro de 226 metros, sendo que três deles foram construídos em tanques com salinidades menores que 100 g/l, enquanto os outros três possuíam salinidades superiores a 100 g/l. O cercado foi delimitado com o auxílio de rede com 50 cm de altura, tendo sido colocada vegetação ao longo do cercado para servir de abrigo às crias, quando esta não existia.

Sempre que possível, foram colocadas nos cercados as crias de perna-longa capturadas, para que a sua alimentação estivesse associada a um determinado nível de salinidade. As crias eram periodicamente capturadas, de forma a recolher os seus dejetos, sendo estes colocados em tubos de Eppendorf e posteriormente congelados a -20° C. Os organismos consumidos pelas crias, foram identificados a partir de estruturas resistentes ao processo digestivo, recorrendo-se à utilização de chaves de identificação.

A observação dos dejetos foi feita com uma lupa binocular (6,4 x), dentro de caixas de Petri com álcool a 80%.

Em cada um dos cercados, foram recolhidas 3 amostras de sedimento com 1 cm de profundidade, sendo efetuadas 5 réplicas para cada amostra, utilizando-se para isso um core de 10,2 cm de diâmetro (Figura 2). Para a crivagem foi utilizado um crivo com uma malha de 250 μ m. Posteriormente, foi efetuada a triagem dos macroinvertebrados presentes no sedimento, estes foram conservados no laboratório em tubos de Eppendorf com álcool a 80% até serem identificados e contados.



Figura 2 - Esquema da amostragem realizada em cada salina. Em cada salina foram recolhidas, com um core de 10,2 cm de diâmetro, 5 amostras (círculos) de três locais de amostragem (1 a 3).

2.5 Análise de dados

2.5.1 Método de Mayfield

As taxas de sobrevivência foram calculadas utilizando o método de Mayfield. Neste método, o insucesso reprodutivo é expresso como o número de ninhos perdidos

por "dia-ninho", considerando como exposição de um ninho o período de tempo, em dias, entre o início da incubação e o sucesso ou perda desse ninho (Redfern, 1983). Nos ninhos com sucesso ou insucesso, mas em que se desconhece a data exata de desaparecimento destes, assume-se que este aconteceu no ponto médio entre o último dia em que o ninho foi encontrado com ovos e a sua posterior observação. No caso dos ninhos com sucesso desconhecido, a exposição foi contabilizada desde o início da incubação até ao último dia em que se sabe que o ninho ainda tinha ovos (Manolis *et al.*, 2000).

O método foi utilizado da seguinte forma:

1. Calculou-se a Taxa de Insucesso Diário dos Ninhos (**TI**), esta foi obtida dividindo-se o número de ninhos com insucesso (**I**) pela exposição total (**E**).

$$\text{Taxa de Insucesso Diário dos Ninhos (TI)} = I/E \text{ (ninho/dia) (1)}$$

2. A Taxa de Sobrevivência Diária dos Ninhos (**TS**) foi determinada através da diferença entre 1 e a Taxa de Insucesso Diário dos Ninhos (**TI**).

$$\text{Taxa de Sobrevivência Diária dos Ninhos (TS)} = 1 - \text{TI (ninho/dia) (2)}$$

3. A Probabilidade de Sucesso (**PEN**) obteve-se elevando a Taxa de Sobrevivência Diária dos Ninhos ao número de dias que um ovo tem de resistir em média (**n**), desde o momento da postura até à eclosão e traduz-se no tempo de exposição.

Probabilidade de Sucesso (PEN) = (TS)ⁿ (3)

Foi realizada para as diferentes espécies uma ANOVA de uma via, de forma a verificar diferenças entre os anos no que diz respeito ao número de dias de exposição, sendo a homogeneidade verificada através do teste de Levene. Quando as análises demonstraram diferenças significativas, foram utilizados testes de Tukey (*Tukey's honest significant difference*) para comparações múltiplas. Para verificar se houve uma correlação entre o sucesso das três espécies de acordo com os diferentes anos, realizou-se a correlação de Pearson.

2.5.2 Seleção de habitat e sucesso do borrelho-de-coleira-interrompida

Para analisar a seleção de habitat, correlacionaram-se as características de cada barachão (variáveis independentes), em que estavam presentes os ninhos, com variáveis dependentes (densidade e sucesso dos ninhos). Para a correlação com a densidade foram utilizados todos os barachões, das três principais salinas onde o borrelho-de-coleira-interrompida nidifica, em que os ninhos desta espécie foram encontrados. No caso da correlação com o sucesso, apenas os barachões com três ou mais ninhos foram utilizados, uma vez que o sucesso para cada barachão foi determinado com o método de Mayfield.

Em primeiro lugar, as características de cada barachão (Tabela 1) foram transformadas ($\log + 1$). Sendo estas seguidamente sujeitas a uma análise de componentes principais (PCA), devido à presença de uma forte colinearidade entre as variáveis e para reduzir o número de variáveis independentes a ser utilizadas na correlação. Cada um dos eixos principais foi interpretado e correlacionado (correlação

de Pearson) com a densidade de ninhos e com o sucesso reprodutor, obtido pelo método de Mayfield para cada barachão.

Para analisar as variáveis que explicam a seleção de determinado local para a construção do ninho foram efetuados modelos lineares generalizados, sendo o ninho a variável resposta (1- ninho, 0- ponto aleatório) e as variáveis que caracterizam o ninho as variáveis explicativas (ver Tabela 1). Foram escolhidos modelos binomiais com a logit como função link. Foram ajustados todos os modelos possíveis, os quais foram comparados utilizando o Critério de Informação de Akaike (AIC). Os modelos foram ordenados por ordem crescente de valores de AIC. Modelos com menor AIC e em que a diferença entre estes foram menores que 2 foram considerados como não apresentando diferenças significativas (Richkus, 2002). Para verificar a associação entre cada variável independente com a variável resposta (ninho e ponto aleatório) foi realizada uma análise univariada usando o Wald Chi-quadrado. Posteriormente foi efetuado um novo GLM binomial com todas as variáveis com $p < 0,25$ na análise univariada. Foram mantidas para o modelo final as variáveis que no GLM binomial tiveram um $p < 0,05$. Utilizou-se o teste de *goodness-of-fit* para avaliar o ajuste do modelo final.

Para verificar se havia diferenças no número de dias de exposição nos ninhos do borrelho-de-coleira-interrompida e nos ninhos artificiais para diferentes percentagens de visibilidade do ninho, utilizou-se a ANOVA de uma via.

2.5.3 Dieta das crias de perna-longa e disponibilidade de presas

Para verificar a existência de diferenças na densidade de diferentes invertebrados entre locais com salinidades inferiores e superiores a 100 g/l realizou-se o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis, uma vez que não se verificou a homogeneidade dos dados.

A análise estatística foi realizada usando a versão 7.0 do programa STATISTICA (StatSoft. Inc, 2004). Todos os dados são apresentados como média \pm erro padrão. Os resultados foram considerados como significativos quando $p < 0,05$.

3. Resultados

3.1 Sucesso reprodutor

O sucesso reprodutor do borrelho-de-coleira-interrompida foi bastante variável ao longo dos anos, apresentando valores que vão desde os 0,041 a 0,449 (Tabela 2). Quanto ao número médio de dias de exposição, este valor variou significativamente entre anos ($F_{5, 906} = 10,401$, $p < 0,001$), ou seja, foi significativamente superior no ano de 2010, sendo que os anos de 2009 e 2012 apresentaram diferenças significativas não só para esse ano, como para o 2011 (Figura 3).

Tabela 2 - Sucesso nas nidificações do borrelho-de-coleira-interrompida no complexo de salinas do Samouco durante seis diferentes anos, usando o Método de Mayfield. N = número total de ninhos; I = número de ninhos com insucesso; E: tempo de exposição dos ninhos; TI = I/E (número de ninhos/dia); TS = 1 – TI (número de ninhos/dia); PEN = (TS)ⁿ; n = número médio de dias que um ovo tem de estar ativo desde a postura à eclosão.

		2006	2007	2009	2010	2011	2012
Ninhos	Sucesso	22	42	3	36	37	18
	Insucesso	68	77	16	36	82	112
	Desconhecido	95	105	30	32	66	34
	N	185	224	49	104	185	164
	I	68	77	16	36	82	112
	Método de Mayfield	E	1292	1859	224,5	1337,5	1656
TI		0,053	0,041	0,071	0,027	0,050	0,118
TS		0,947	0,959	0,929	0,973	0,950	0,882
PEN		0,252	0,340	0,152	0,499	0,274	0,041

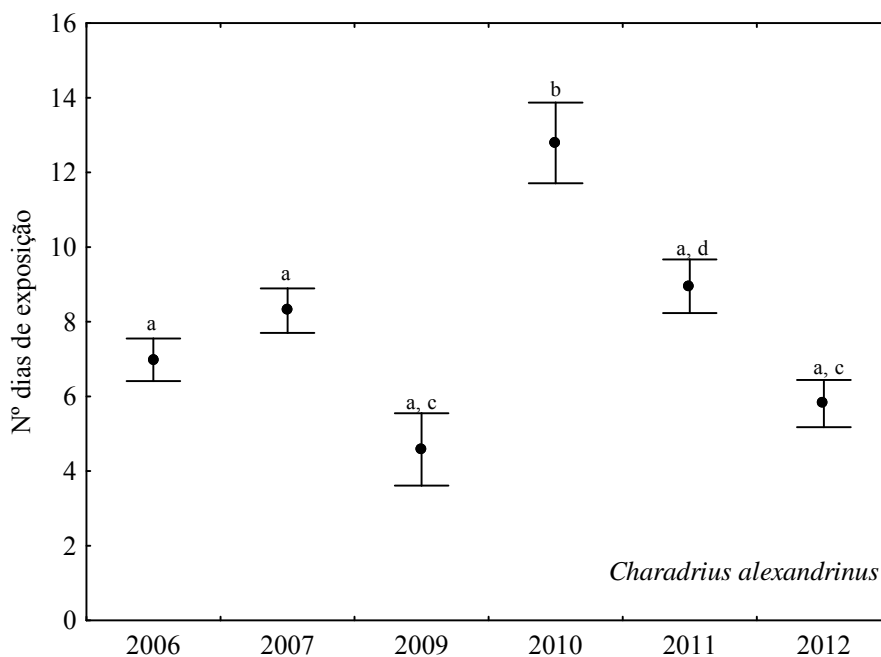


Figura 3 - Número médio de dias de exposição (\pm E.P.) dos ninhos do borrelho-de-coleira-interrompida no complexo de salinas do Samouco durante seis diferentes anos. Com base nos testes de Tukey para comparações múltiplas, letras iguais indicam que não há diferenças significativas entre anos, enquanto letras diferentes indicam diferenças significativas.

No que diz respeito ao perna-longa, os valores oscilaram entre 0,066 e 0,444 (Tabela 3). Quando analisado o número médio de dias de exposição ao longo dos anos, verificou-se que estes variaram significativamente ($F_{5, 1056} = 4,298$, $p < 0,001$). Os anos de 2006 e 2007 apresentam valores significativamente inferiores ao de 2010, além disso, o de 2007 é também significativamente inferior ao de 2012 (Figura 4).

Tabela 3 - Sucesso nas nidificações do perna-longa no complexo de salinas do Samouco durante seis diferentes anos, usando o Método de Mayfield. N = número total de ninhos; I = número de ninhos com insucesso; E: tempo de exposição dos ninhos; TI = I/E (número de ninhos/dia); TS = 1 – TI (número de ninhos/dia); PEN = (TS)ⁿ; n = número médio de dias que um ovo tem de estar ativo desde a postura à eclosão.

		2006	2007	2009	2010	2011	2012
Ninhos	Sucesso	52	36	2	24	41	37
	Insucesso	84	72	9	44	111	87
	Desconhecido	180	79	4	76	58	66
	N	316	187	15	144	210	190
	I	84	72	9	44	111	87
Método de Mayfield	E	2023	968	82,5	1297	1489,5	1434,5
	TI	0,042	0,074	0,109	0,034	0,075	0,061
	TS	0,958	0,926	0,891	0,966	0,925	0,939
	PEN	0,369	0,163	0,066	0,444	0,162	0,230

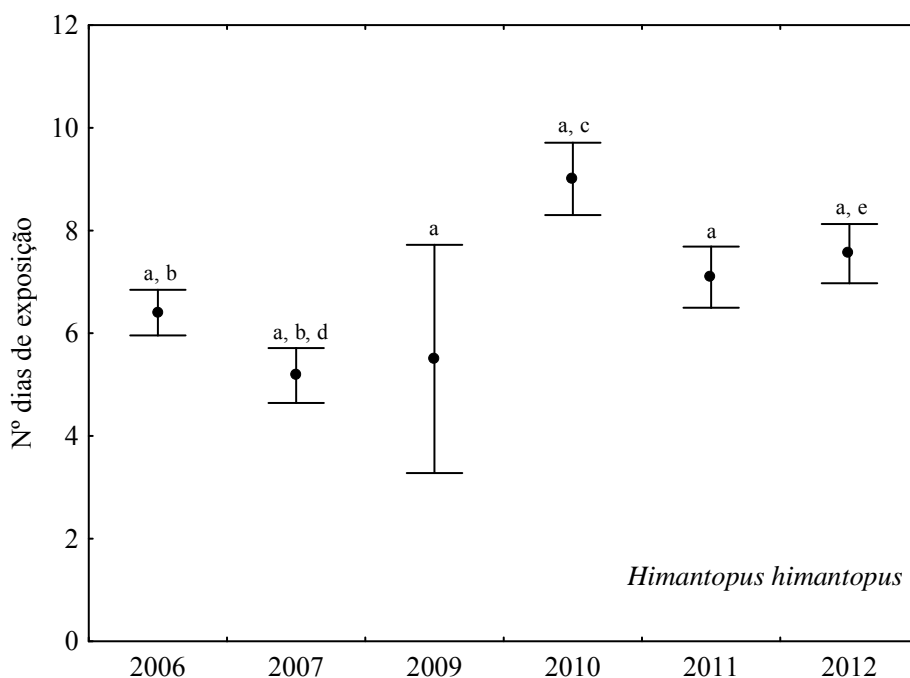


Figura 4 - Número médio de dias de exposição (\pm E.P.) dos ninhos do perna-longa no complexo de salinas do Samouco durante seis diferentes anos. Com base nos testes de Tukey para comparações múltiplas, letras iguais indicam que não há diferenças significativas entre anos, enquanto letras diferentes indicam diferenças significativas.

No caso da chilreta, os valores foram mais semelhantes ao longo dos anos, sendo que os anos de 2006 e 2011 apresentaram valores mais baixos que os restantes (Tabela 4). As diferenças nos diferentes anos, no que diz respeito ao número de dias de

exposição, foram significativas ($F_{5, 278} = 6,186, p < 0,001$). No que diz respeito às diferenças entre os diferentes anos no número médio de dias de exposição, foram significativas entre o ano de 2006 e os anos de 2007, 2010, 2011 e 2012 (Figura 5).

Tabela 4 - Sucesso nas nidificação da chilreita no complexo de salinas do Samouco durante seis diferentes anos, usando o Método de Mayfield N = número total de ninhos; I = número de ninhos com insucesso; E: tempo de exposição dos ninhos; TI = I/E (número de ninhos/dia); TS = 1 – TI (número de ninhos/dia); PEN = (TS)ⁿ; n = número médio de dias que um ovo tem de estar ativo desde a postura à eclosão.

		2006	2007	2009	2010	2011	2012
Ninhos	Sucesso	5	20	5	19	11	7
	Insucesso	51	24	6	26	19	11
	Desconhecido	45	16	3	12	2	2
	N	101	60	14	57	32	20
	I	51	24	6	26	19	11
Método de Mayfield	E	427,5	528	129,5	529	288,5	227
	TI	0,119	0,045	0,046	0,049	0,066	0,048
	TS	0,881	0,955	0,954	0,951	0,934	0,952
	PEN	0,079	0,394	0,387	0,365	0,256	0,370

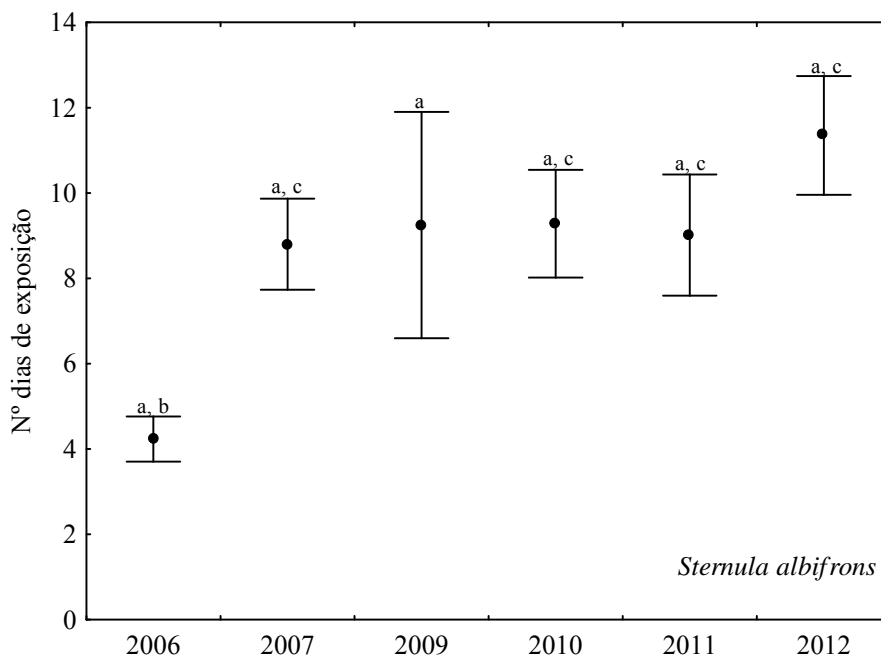


Figura 5 - Número médio de dias de exposição (\pm E.P.) dos ninhos de chilreita no complexo de salinas do Samouco durante seis diferentes anos. Com base nos testes de Tukey para comparações múltiplas, letras iguais indicam que não há diferenças significativas entre anos, enquanto letras diferentes indicam diferenças significativas.

A correlação de Pearson (r) não detetou nenhuma relação significativa entre o sucesso das diferentes espécies ao longo do período de estudo ($p < 0,05$).

3.2 Seleção do habitat de nidificação do borrelho-de-coleira-interrompida

3.2.1 Densidade de ninhos

O PCA reduziu as oito variáveis originais a três componentes principais independentes, que explicam 86,92% da variância total (Tabela 5). A primeira componente (PC1) foi positivamente correlacionada com a distância e profundidade da água e com a altura do muro, e negativamente correlacionada com a percentagem de água. O segundo componente (PC2) foi correlacionado positivamente com a cobertura vegetal, altura da vegetação e visibilidade do ninho. A terceira componente (PC3) foi positivamente correlacionada com a percentagem de estruturas. A densidade de ninhos apresentou uma correlação negativa e significativa com a primeira componente principal ($r = -0,48$, $p = 0,01$). Quando correlacionada com a densidade, a segunda componente principal apresentou uma correlação negativa, sendo que esta não foi significativa ($r = -0,08$, $p = 0,69$). No que diz respeito à terceira componente principal esta apresenta uma correlação positiva com a densidade de ninhos ($r = 0,37$, $p = 0,05$).

Tabela 5 - Correlação entre a densidade dos ninhos e os três primeiros componentes principais (PC1-PC3) e a contribuição de cada variável logaritmizada para cada componente. (* = correlações com diferenças significativas, $p < 0,05$).

	PC1	PC2	PC3
Eigenvalue	3,469	2,312	1,172
Variância explicada (%)	43,363	28,905	14,654
Variância acumulada (%)	46,363	72,269	86,922
C. Veg (%)	0,077	0,962*	-0,145
Perc. Água (%)	-0,886*	0,037	0,286
Alt. Veg (cm)	0,070	0,908*	-0,304
Estruturas (%)	-0,239	-0,106	0,873*
Dist. Água (cm)	0,947*	0,068	-0,187
Prof. Água (cm)	0,775*	-0,026	0,377
Alt. Muro (cm)	0,864*	0,221	-0,247
Visib. Ninho (%)	0,014	0,822*	0,410
Densidade	-0,481	-0,078	0,374
p	0,010*	0,694	0,050*

3.2.2 Sucesso dos ninhos

As variáveis originais foram reduzidas pelo PCA a três componentes principais independentes, que explicam 88,05% da variância total (Tabela 6). A primeira componente (PC1) foi positivamente correlacionada com a distância e profundidade da água e com a altura do muro, e negativamente correlacionada com a percentagem de água. O segundo componente (PC2) foi correlacionado positivamente com a cobertura vegetal e altura da vegetação. A terceira componente (PC3) foi positivamente correlacionada com a percentagem de estruturas e visibilidade do ninho. Quando correlacionadas com o sucesso, a primeira componente principal apresentou uma correlação negativa, não significativa ($r = -0,25$, $p = 0,39$). A segunda componente principal apresentou também uma correlação negativa e não significativa com o sucesso ($r = -0,06$, $p = 0,83$). A correlação entre o sucesso e a terceira componente principal é positiva, não sendo no entanto significativa ($r = 0,38$, $p = 0,18$).

Tabela 6 - Correlação entre o sucesso dos ninhos e os três primeiros componentes principais (PC1-PC3) e a contribuição de cada variável logaritmizada para cada componente. (* = correlações com diferenças significativas, $p < 0,05$).

	PC1	PC2	PC3
Eigenvalue	3,726	2,050	1,268
Variância explicada (%)	46,571	25,628	15,848
Variância acumulada (%)	46,571	72,198	88,047
C. Veg (%)	0,179	0,929*	0,227
Perc. Água (%)	-0,874*	-0,190	0,161
Alt. Veg (cm)	0,026	0,938*	-0,212
Estruturas (%)	-0,242	-0,229	0,847*
Dist. Água (cm)	0,964*	0,162	-0,086
Prof. Água (cm)	0,879*	-0,228	0,000
Alt. Muro (cm)	0,932*	0,225	-0,015
Visib. Ninho (%)	0,093	0,503	0,741*
Sucesso	-0,249	-0,065	0,383
p	0,391	0,826	0,176

3.2.3 Ninhos e pontos aleatórios

Na área de estudo, a seleção de locais com ninho foi influenciada positivamente ($p > 0,25$) pela percentagem de água, altura da vegetação, presença de estruturas e altura do muro, enquanto a visibilidade do ninho foram inferiores nos locais com ninho quando comparados com os pontos aleatórios (Tabela 7).

A tabela 8 apresenta os primeiros 20 melhores modelos que explicam a separação entre os locais de nidificação dos pontos aleatórios. Tal como se pode ver, os primeiros 5 não apresentam diferenças significativas entre si, sendo que as variáveis comuns nesses modelos são a percentagem de água e a visibilidade dos ninhos. Quando analisamos o melhor modelo, podemos verificar que o coeficiente da visibilidade do ninho apresenta um coeficiente positivo (0,027), ou seja, a visibilidade é maior nos pontos aleatórios que nos ninhos, enquanto a variável percentagem de água possui um coeficiente negativo (-0,034), o que significa que, no que diz respeito à percentagem de água, esta é menor nos pontos aleatórios do que nos ninhos (Tabla 9).

Tabela 7 - Comparação das características (Média ± E. P.) entre os locais dos ninhos (n = 88) e os pontos aleatórios (n = 275). (* = variáveis com p < 0,25 na análise univariada).

Variável	Ninhos	Pontos Aleatórios
C. Veg (%)	9,784±1,369	8,996±0,904
Perc. Água (%) *	19,620±1,856	7,493±0,824
Alt. Veg (cm) *	11,671±1,534	6,867±0,563
Estruturas (%) *	3,524±0,659	1,376±0,222
Dist. Água (cm)	77,900±18,367	91,368±3,629
Prof. Água (cm)	7,550±0,939	6,821±0,322
Alt. Muro (cm) *	37,104±3,223	34,298±0,573
Visib. Ninho (%) *	72,019±3,193	92,933±0,868

Tabela 8 - Resumo dos valores do critério de informação de Akaike (AIC) para os vinte melhores modelos explicativos para a seleção de habitat pelo borrelho-de-coleira-interrompida no complexo de salinas do Samouco. A explicação das variáveis encontra-se na Tabela 1. (* = modelos sem diferenças significativas, $\Delta AIC < 2$; g.l. = graus de liberdade).

Modelo	g.l.	AIC	p
Perc. Água + Alt. Muro + Visib. Ninho *	3	423,872	p<0,0001
Perc. Água + Estruturas + Alt. Muro + Visib. Ninho *	4	424,031	p<0,0001
Perc. Água + Visib. Ninho *	2	424,499	p<0,0001
Perc. Água + Estruturas + Visib. Ninho *	3	425,029	p<0,0001
Perc. Água + Alt. Veg + Alt. Muro + Visib. Ninho *	4	425,539	p<0,0001
Perc. Água + Alt. Veg + Estruturas + Alt. Muro + Visib. Ninho	5	425,939	p<0,0001
Perc. Água + Alt. Veg + Visib. Ninho	3	426,352	p<0,0001
Perc. Água + Alt. Veg + Estruturas + Visib. Ninho	4	427,015	p<0,0001
Perc. Água + Alt. Veg + Estruturas + Alt. Muro	4	444,519	p<0,0001
Perc. Água + Alt. Veg + Estruturas	3	445,417	p<0,0001
Visib. Ninho	1	446,030	p<0,0001
Estruturas + Visib. Ninho	2	446,065	p<0,0001
Estruturas + Alt. Muro + Visib. Ninho	3	446,229	p<0,0001
Alt. Muro + Visib. Ninho	2	446,589	p<0,0001
Alt. Veg + Visib. Ninho	2	447,714	p<0,0001
Alt. Veg + Estruturas + Visib. Ninho	3	447,963	p<0,0001
Alt. Veg + Estruturas + Alt. Muro + Visib. Ninho	4	448,007	p<0,0001
Alt. Veg + Alt. Muro + Visib. Ninho	3	448,083	p<0,0001
Perc. Água + Estruturas + Alt. Muro	3	449,443	p<0,0001
Perc. Água + Estruturas	2	451,592	p<0,0001

Tabela 9 - Modelo de regressão logística que mostra quais as variáveis que melhor separam os locais dos ninhos dos pontos aleatórios. (* = variáveis com diferenças significativas, p < 0,05).

	Coefficiente	EP	Wald X ²	p
Constante	-0,657	0,466	1,987	0,159
Perc. Água (%) *	-0,034	0,008	17,203	0,000
Visib. Ninho (%) *	0,027	0,005	28,960	0,000

3.2.4 Efeito da visibilidade do ninho no sucesso e taxa de predação

No borrelho-de-coleira-interrompida, mais de 50% dos 88 ninhos foram encontrados em locais com pouca ou nenhuma cobertura (Figura 6). Quanto ao número médio de dias de exposição, este não variou significativamente de acordo com a percentagem de visibilidade de ninho ($F_{3, 125} = 0,58$, $p = 0,63$). Os ninhos que tiveram mais dias de exposição foram aqueles em que a percentagem de visibilidade do ninho se encontrava entre os 26% e os 50%, verificou-se que à medida que a visibilidade dos ninhos foi aumentando, o seu número de dias de exposição foi inferior, assim como para valores menores que 25%. No que diz respeito aos ninhos artificiais, a variação no número de dias de exposição de acordo com a visibilidade do ninho, verificou-se a mesma tendência de decréscimo no número de dias de exposição à medida que o grau de visibilidade do ninho aumenta, no entanto tais diferenças também não são significativas ($F_{2, 96} = 1,14$, $p = 0,33$). Estes ninhos também permitiram verificar que a taxa de predação foi bastante elevada no complexo de salinas do Samouco (Figura 7).

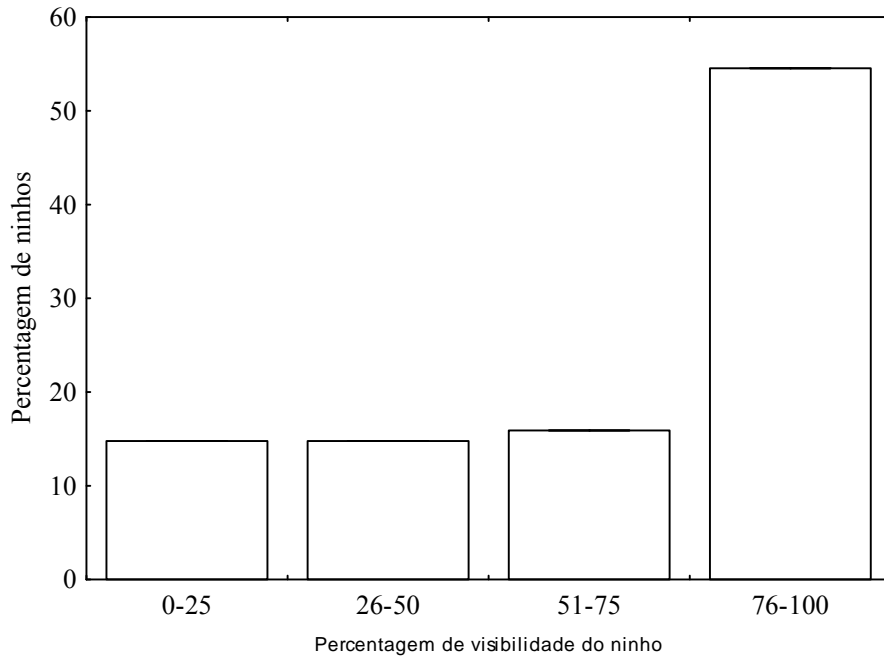


Figura 6 – Frequência da distribuição dos ninhos do borrelho-de-coleira-interrompida de acordo com a percentagem de visibilidade do ninho.

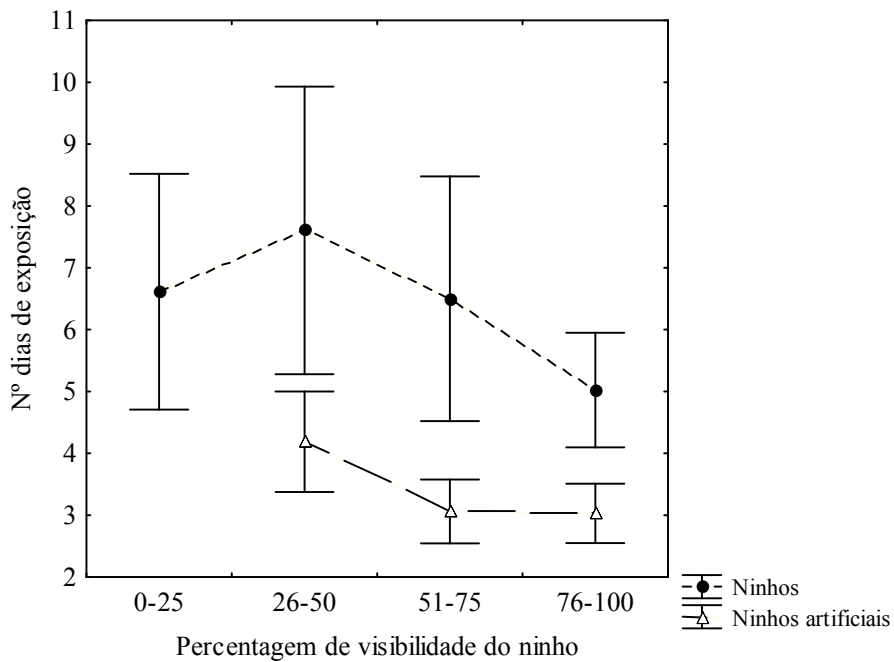


Figura 7 - Número médio de dias de exposição (\pm E.P.) dos ninhos do borrelho-de-coleira-interrompida ($n = 129$) e dos ninhos artificiais ($n = 99$), para diferentes percentagens de visibilidade.

3.3 Dieta das crias de perna-longa e disponibilidade de presas

As famílias de invertebrados que apresentaram diferenças significativas entre os locais com salinidades <100 g/l e >100 g/l foram os Chironomidae, Dolichopodidae, Hydrophilidae (Tabela 10). Os invertebrados da família Chironomidae, tiveram uma densidade maior em locais com salinidade superior a 100 g/l. No caso dos Dolichopodidae, a sua densidade foi significativamente maior nos locais com salinidade <100 g/l e o mesmo se verificou com os Hydrophilidae. Quanto aos indivíduos da família Artemiidae apenas foram encontrados em locais com salinidades >100 g/l.

Tabela 10 – Densidade média (\pm E. P.) de invertebrados nos sedimentos em salinas com salinidades inferiores e superiores a 100 g/l (n=9 para cada grau de salinidade), amostrados com cores de sedimentos. (* = diferenças significativas, Kruskal-Wallis, $p < 0,05$).

Famílias	Densidade (ind m ⁻²)		Estatística (Kruskal-Wallis)
	<100	>100	
Chironomidae	27,200 \pm 18,448	693,594 \pm 267,945	H (1,18) =9,861 p =0,002*
Dolichopodidae	116,959 \pm 49,261	13,600 \pm 4,301	H (1,18) =9,425 p =0,002*
Ephydriidae	51,680 \pm 19,755	48,960 \pm 27,971	H (1,18) =0,686 p =0,408
Outros Diptera	16,320 \pm 7,067	13,600 \pm 7,196	H (1,18) =0,126 p =0,723
Hydrophilidae	87,039 \pm 32,154	2,720 \pm 2,720	H (1,18) =8,521 p =0,004*
Capitellidae	21,760 \pm 21,760	1041,752 \pm 739,264	H (1,18) =1,621 p =0,203
Artemiidae	0,00 \pm 0,00	62,559 \pm 32,154	-
Corixidae	462,396 \pm 432,466	10,880 \pm 8,272	H (1,18) =0,450 p =0,502
Outras Famílias	16,320 \pm 8,160	19,040 \pm 13,394	H (1,18) =0,127 p =0,723

Nos dejetos das crias de perna-longa foi possível identificar presas pertencentes a quatro ordens de invertebrados (Decapoda, Anostraca, Coleoptera e Diptera) (Tabela 11). As presas mais presentes nos dejetos foram as da família Ephydriidae, que foram detetadas em 12 dos 19 dejetos analisados, correspondendo a 50% dos dejetos das crias em cercados com salinidades mais baixas, e em cerca de 78% das crias dos cercados com salinidades mais elevadas. Os Dolichopodidae foram identificados essencialmente nas amostras de salinidades menores que 100 g/l (70% para salinidades <100 g/l e 11% para >100 g/l). Em contraste, os Artemiidae foram detetados essencialmente em dejetos

provenientes de salinas com salinidades menores que 100 g/l (44%), para salinidades inferiores apenas foram identificados em 10% dos dejetos processados. Os coleopteros das duas famílias identificadas (Hydraenidae e Hydrophilidae) e dos não identificados apareceram cada um em 20% das amostras das salinidades inferiores, enquanto para salinidades superiores, só os Hydraenidae e os não identificados apareceram (44% e 33%, respetivamente). As outras famílias de presas apenas foram detetadas em 1 ou 2 amostras de dejetos (Figura 8).

Tabela 11 – Famílias de presas identificadas nos dejetos de crias de perna-longa.

Classe	Ordem	Família
Malacostraca	Decapoda	Palaemonidae (<i>Palaemonetes varians</i>)
Branchiopoda	Anostraca	Artemiidae (cistos)
Insecta	Coleoptera	Hydraenidae (adultos)
Insecta	Coleoptera	Hydrophilidae (adultos)
Insecta	Coleoptera	Não identificado (adulto)
Insecta	Diptera	Dolichopodidae (larvas)
Insecta	Diptera	Ephydriidae (larvas)
Insecta	Diptera	Limoniidae (larvas)
Insecta	Diptera	Não identificado (adulto)

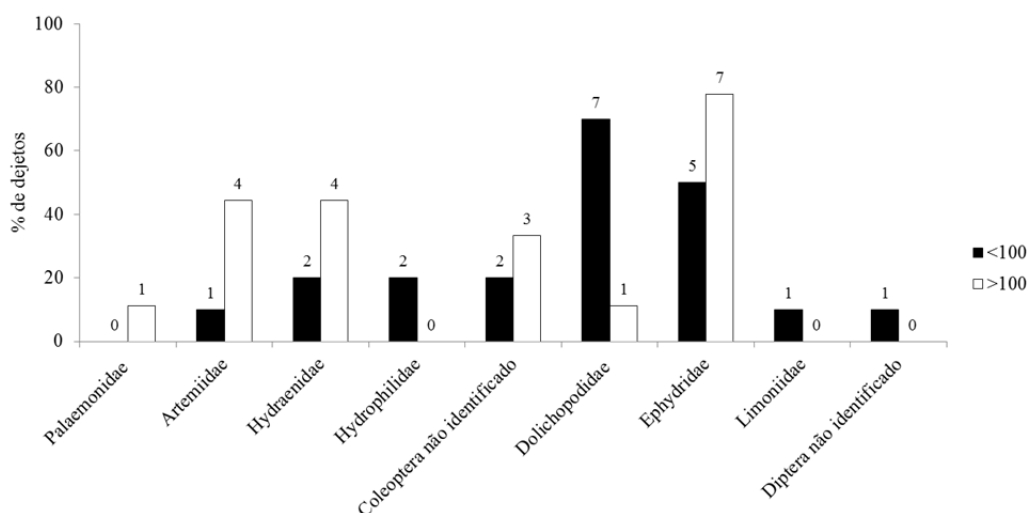


Figura 8- Dieta das crias de perna-longa (% de ocorrência) no complexo de salinas do Samouco. O número de amostras onde foram encontrados os fragmentos de invertebrados de cada família está indicado em cima das barras.

4. Discussão

4.1 Sucesso reprodutor

A grande variação no sucesso reprodutor das várias espécies e ao longo dos anos de estudo poderá estar associada às condições climáticas, assim como à intensidade da precipitação na primavera, que são bastante variáveis nos diferentes anos. Este fator, assim como os níveis de água, foram referidos por Pardal (2000) como possíveis responsáveis para as diferenças no sucesso entre diferentes anos para borrelho-de-coleira-interrompida e perna-longa. A quantidade de ninhos com sucesso desconhecido, também pode levar a algumas das diferenças entre os anos. Uma vez que, as crias destas espécies podem abandonar os ninhos poucas horas após o nascimento e os progenitores eliminam os restos dos ovos imediatamente após a eclosão, isto leva a uma situação de incerteza sobre o sucesso do ninho (Cuervo, 1993; Pardal, 2000). Mas, tendo em conta a elevada taxa de predação dos ninhos no complexo de salinas do Samouco, muitos dos ninhos poderão de facto ter sido predados e não tendo tido sucesso. Isto poderá ter levado a uma sobrestimação do sucesso calculado pelo método de Mayfield, especialmente para os anos em que o número de ninhos com sucesso desconhecido é bastante considerável. Quando se efetua o método, um dos passos é calcular a taxa de insucesso diária dos ninhos, em que se divide o número dos ninhos com insucesso pela exposição total, seguidamente faz-se a diferença entre 1 e a taxa de insucesso diária dos ninhos, para obtermos a taxa de sucesso diária, ou seja, tudo o que não foi considerado com insucesso é considerado que teve sucesso.

No caso do borrelho-de-coleira-interrompida, a variação do sucesso poderá estar também relacionado com o facto de esta espécie se associar muitas vezes com

espécies mais agressivas como o ostraceiro (*Haematopus ostralegus*), chilreta (*Sternula albifrons*), alfaiate (*Recurvirostra avosetta*), perna-vermelha-comum (*Tringa totanus*) e abibe (*Vanellus vanellus*) (Cramp & Simmons, 1983; Valle & Scarton, 1999; Hanane, 2011). No complexo de salinas do Samouco, parece que o sucesso do borrelho-de-coleira-interrompida pode estar relacionado com a coincidência entre o período reprodutor desta espécie e o do perna-longa (ver Anexo, Figura 9), uma vez que o perna-longa é mais territorial, defendendo a área na proximidade do ninho contra intrusos, o que poderá beneficiar o borrelho-de-coleira-interrompida que nidifica nas imediações. Quando o perna-longa nidifica em colónias, estas são defendidas em massa contra indivíduos de outras espécies assim como predadores (Cramp & Simmons, 1983). Assim sendo, a presença de casais do perna-longa poderá contribuir para uma menor predação dos ninhos do borrelho-de-coleira-interrompida.

O perna-longa, devido às características dos locais de nidificação (locais frequentemente cercados ou na proximidade da água), é geralmente mais vulnerável a subidas do nível da água. Vários autores (Casini, 1986; Tinarelli, 1990, 1991; Cuervo, 1993; Rufino & Neves, 1992; Pardal, 2000) referem que o fracasso dos ninhos desta espécie se deve muitas vezes a inundações, sendo mesmo, por vezes, a principal causa de insucesso. Um deficiente funcionamento das comportas, ou o não controlo das mesmas, pode pôr em risco colónias inteiras desta espécie (Pardal, 2000). As inundações são por isso um dos fatores a ter em conta para explicar as diferenças no sucesso entre os diferentes anos.

A chilreta é uma espécie que nidifica frequentemente em colónias, e este é um dos fatores que poderá explicar a menor variação no sucesso, uma vez que a colónia poderá conferir maior proteção contra os predadores. Em geral, os anos com um maior sucesso (2009 e 2012) foram aqueles em que o número de ninhos foi menor,

essencialmente agrupados numa colónia em que a época reprodutora não se estendeu mais que um mês e meio. Por outro lado, o ano com menor sucesso (2006), foi o ano em que houve mais ninhos, em que houve um maior número de colónias e em que o período reprodutor se estendeu cerca de dois meses e meio. O ano de 2007 não demonstrou, à primeira vista, este padrão, uma vez que apesar de ter sido o ano com maior sucesso teve um número considerável de ninhos (60), e estendeu-se, também, por cerca de dois meses e meio. No entanto, ao contrário do ano de 2006, esta espécie concentrou-se num número mais reduzido de colónias, e a reprodução teve períodos mais concentrados e definidos, mais semelhantes aos dos anos de 2009 e 2012. Ou seja, o papel da colónia e a sincronização dos ninhos entre os indivíduos desta espécie, poderão ter um grande contributo para o seu sucesso.

4.2 Seleção do habitat de nidificação do borrelho-de-coleira-interrompida

Tendo em conta a área de cada barachão, os pares do borrelho-de-coleira-interrompida nidificam relativamente mais em barachões com menores larguras, isso reflete-se na proximidade à água e na presença de objetos. De uma forma geral, cada barachão só tem duas vias de acesso terrestre, os outros lados do barachão estão cercados por água. Uma menor largura do barachão, poderá facilitar a deteção de predadores terrestres por parte dos progenitores. No que diz respeito aos objetos, estes são essencialmente pedaços de madeira que limitam os tanques, ultrapassando muitas das vezes a altura os barachões em alguns centímetros. Estes objetos podem servir de proteção contra os ventos, sem que limite a visibilidade de possíveis predadores (Page *et al.*, 1985; Norte & Ramos, 2004).

O facto de não ter havido nenhuma característica do barachão que, aparentemente, tenha promovido o sucesso deve-se muito provavelmente ao facto do

sucesso no ano de 2012 ter sido bastante baixo, isto devido essencialmente à forte predação, que poderá não ter sido atenuada como em outros anos pela presença de espécies mais agressivas. Assim, a presença de predadores de vários tipos (aéreos e terrestres) poderá levar à deteção de ninhos com diferentes características.

No que diz respeito aos locais dos ninhos propriamente ditos, os casais do borrelho-de-coleira-interrompida nidificaram mais frequentemente em locais com mais água na proximidade do ninho e menor percentagem de visibilidade do ninho que nos pontos aleatórios. A nidificação em locais na proximidade da água já tinha sido relatada por Cramp & Simmons (1983) e Fraga & Amat (1996). Esta característica em associação com uma certa cobertura dos ninhos, foi referida por Amat & Masero (2004b) como uma forma de lidar com a pressão térmica, uma vez que ninhos mais próximos da água e mais cobertos permitem uma permanência mais contínua dos progenitores no ninho.

No que diz respeito ao número de dias de exposição, este não foi afetado pelo grau de visibilidade do ninho, uma vez que o complexo de salinas do Samouco possui uma grande diversidade de predadores, como o cão doméstico (*Canis lupus familiaris*), a raposa (*Vulpes vulpes*), a ratazana castanha (*Rattus norvegicus*), a gralha (*Corvus corone*), a água sapeira (*Circus aeruginosus*), o tartaranhão-caçador (*Circus pyargus*) e a cobra-rateira (*Malpolon monspessulanus*). Contudo, as aves nidificam maioritariamente em locais com mais visibilidade, isto poderá estar associado com uma deteção mais rápida assim como à sua tática de fuga, uma vez que a vegetação pode limitar os movimentos, interferindo com a fuga (Amat & Masero, 2004a).

4.3 Dieta das crias de perna-longa e disponibilidade de presas

A comunidade de invertebrados que foi detetada nos tanques do complexo de salinas do Samouco é semelhante à que foi registada em outras salinas portuguesas. Por exemplo, nas salinas da Ria Formosa, as famílias de invertebrados mais abundantes foram a Artemiidae, Hydrophilidae, Ephydriidae e Chironomidae, estas duas últimas também foram das mais abundantes nas salinas do Mondego (Batty, 1992; Pedro & Ramos, 2009). A presença destas famílias em salinas, nomeadamente quando as salinidades são bastante elevadas, já tinha sido descrita noutros estudos e pode estar relacionado com a sua elevada resistência a drásticas alterações ambientais (Velasquez, 1992; Pedro & Ramos, 2009; López *et al.*, 2010). Britton & Johnson (1987) apontaram que a restrição de algumas espécies em nível de salinidade elevados (> 70g/l), como a *Artemia* (Artemiidae), *Ephydra* (Ephydriidae) e *Thinophilus* (Dolichopodidae), se pode dever à predação, uma vez que nenhuma destas espécies apresentam adaptações aparentes, quer morfológicas, quer comportamentais, contra os predadores. Uma vez que as salinas amostradas neste estudo, possuíam, de uma forma geral, salinidades superiores a 70 g/l, e que as famílias Ephydriidae e Dolichopodidae estão presentes normalmente em lagos salinos até aos 118 g/l de salinidade (Velasco *et al.*, 2006), isto pode explicar porque não há tanta diferença nas densidades de indivíduos da família Ephydriidae para os diferentes níveis de salinidade e porque a família Dolichopodidae é mais abundante para níveis de salinidade inferiores a 100 g/l.

No que diz respeito à dieta das crias de perna-longa, as presas identificadas nos dejetos, foram quase exclusivamente dípteros e coleópteros, o mesmo já tinha sido reportado anteriormente (Cuervo, 2003). Apesar de serem uma das famílias de presas mais abundantes no sedimento, os Chironomidae, não foram identificados nos dejetos. Isto pode, por um lado, estar relacionado com o baixo número de amostras analisadas,

mas o facto de partes desta espécie poderem não ter sido identificáveis, não significa que não pudessem ter sido ingeridas. Sánchez *et al.* (2005) estudaram a dieta do perna-vermelha-comum (*Tringa totanus*), e ao fazer a comparação entre as análises de dejetos e regurgitações, verificaram que certas presas só apareciam numa das análises, foi o caso dos Chironomidae que apenas foram encontrados nas regurgitações. Isto deve-se ao facto de nos dejetos os invertebrados estarem frequentemente mais fragmentados, uma vez que já foram digeridos, o que torna mais difícil a identificação. Isso pode ter sido o que aconteceu com os Chironomidae, assim como com outras das espécies. Por outro lado, os indivíduos identificados da família Dolichopodidae foram maioritariamente encontrados inteiros, isto pode dever-se às características das espécies desta família, por exemplo as larvas da espécie *Thinophilus*, que pertence a esta família, têm cutículas extremamente resistentes, o que lhes permite passar ilesas pelo sistema digestivo de aves aquáticas (Britton & Johnson, 1987). Assim sendo as espécies mais presentes nos dejetos podem não ter sido na realidade as mais consumidas pelas crias. De qualquer forma, uma diminuição das presas das crias em salinidades mais elevadas, pode afetar o crescimento das crias.

4.4 Considerações finais

Foi possível demonstrar através deste trabalho a importância do complexo de salinas do Samouco para as aves que lá nidificam (borrelho-de-coleira-interrompida, perna-longa e chilreta). As salinas, devido à sua heterogeneidade permitem a nidificação das três espécies, com números significativos de ninhos e de sucesso. Mas o abandono ou transformação das salinas pode levar a que os locais utilizados pelas aves para nidificar fiquem inacessíveis, quer pelo crescimento da vegetação quer pelos níveis de água altos ou não controlados. É importante por isso haver uma especial atenção aos

níveis de água nos locais de nidificação, de forma a impedir ao máximo as inundações, sendo para isso necessário uma manutenção cuidada das estruturas das salinas, como comportas, canais e muros. No que diz respeito aos muros, as estruturas de madeira que os cercam, devem ser mantidas e recuperadas, a fim de poderem conferir alguma proteção aos ninhos do borrelho-de-coleira-interrompida. Uma vez que esta espécie nidifica maioritariamente em locais mais expostos, deve ser efetuado um controlo da vegetação na altura da nidificação, mantendo apenas alguns locais com vegetação. No entanto, mais estudos deverão ser levados a cabo, de forma a perceber as características que levam à seleção de habitats para o perna-longa e chilreta, assim como de que forma fatores sociais, como a presença de outras espécies, ou o tamanho das colónias, poderão afetar o sucesso.

5. Referências bibliográficas

- Amat, J. A., & Masero, J. A. 2004a. Predation risk on incubating adults constrains the choice of thermally favourable nest sites in a plover. *Animal Behaviour*, 67(2), 293-300.
- Amat, J. A., & Masero, J. A. 2004b. How Kentish plovers, *Charadrius alexandrinus*, cope with heat stress during incubation. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 56(1), 26-33.
- Arroyo, G., Masero, J. A., Pérez-Hurtado, A. & Casas, M. 1997. Uso de salinas industriales como hábitats de reproducción por la cigüeñuela (*Himantopus himantopus*) y la avoceta (*Recurvirostra avosetta*) en el Parque Natural de la Bahía de Cádiz (SW de España). In *Actas de las XII Jornadas Ornitológicas Españolas: Almerimar (El Ejido-Almería), 15 a 19 de septiembre, 1994*. Instituto de Estudios Almerienses, pp. 165–179.
- Britton, R. H., & Johnson, A. R. 1987. An ecological account of a Mediterranean salina: the Salin de Giraud, Camargue (S. France). *Biological Conservation*, 42(3), 185-230.
- Casini, L. 1986. Nidificazione di cavaliere d'Italia, *Himantopus himantopus*, ed avocetta, *Recurvirostra avosetta*, nella Salina di Cervia (Ravena). *Riv. Ital. Ornitol*, 56, pp.181–196.
- Catry, I., Allen-Revez, M. & Catry, T., 1999. Nidificação da Andorinha-do-mar-anã (*Sterna albifrons*) na Lagoa de Santo André. *Actas do II Congresso de Ornitologia da Sociedade Portuguesa para o Estudo das Aves*, 184, pp.14–15.

- Catry, T., Ramos, J. A., Catry, I., Allen-Revez, M., & Grade, N. 2004. Are salinas a suitable alternative breeding habitat for Little Terns *Sterna albifrons*? *Ibis*, 146, pp.247–257.
- Chokri, M. & Selmi, S. 2011. Predation of Pied Avocet *Recurvirostra avosetta* nests in a salina habitat: evidence for an edge effect. *Bird Study*, 58, pp.171–177.
- Cramp S., Simmons K. 1983. *The birds of the Western Palearctic*, Vol. III, Waders to gulls. Oxford: Oxford University Press.
- Cuervo, J., 1993. *Biología reproductiva de la avoceta (Recurvirostra avosetta) y la cigüeñuela (Himantopus himantopus), (Recurvirostridae) en el sur de España*. Tese de Doutoramento da Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Biología.
- Cuervo, J. J. 2003. Cigüeñuela común – *Himantopus himantopus*. En: Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles. Carrascal, L. M., Salvador, A. (Eds.). Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid.
- Czech, H. & Parsons, K. 2002. Agricultural wetlands and waterbirds: a review. *Waterbirds*, pp.56–65.
- Fraga, R. M., & Amat, J. A. 1996. Breeding biology of a kentish plover (*Charadrius alexandrinus*) population in an inland saline lake. *Ardeola*, 43, 69-85.
- Goutner, V., 1989. Habitat selection by black-winged stilts (*Himantopus himantopus*) in a Macedonian wetland, Greece. *Avocetta*, 13, pp.127–131.
- Gutiérrez, J. S., Masero, J. A., Abad-Gómez, J. M., Villegas, A., & Sánchez-Guzmán, J. M. 2011. Understanding the energetic costs of living in saline environments: effects of salinity on basal metabolic rate, body mass and daily energy consumption of a long-distance migratory shorebird. *The Journal of experimental biology*, 214, pp.829–835.

- Hanane, S. 2011. Breeding ecology of Kentish Plovers *Charadrius alexandrinus* in rocky and sandy habitats of north-west Morocco (North Africa). *Ostrich*, 82(3), 217-223.
- Hannam, K. M., Oring, L. W., & Herzog, M. P. 2003. Impacts of salinity on growth and behavior of American Avocet chicks. *Waterbirds*, 26(1), 119-125.
- López, E. Aguilera, P. A., Schmitz, M. F., Castro, H., & Pineda, F. D. 2010. Selection of ecological indicators for the conservation, management and monitoring of Mediterranean coastal salinas. *Environmental monitoring and assessment*, 166(1-4), 241-256.
- Manolis, J., Andersen, D. & Cuthbert, F. 2000. Uncertain nest fates in songbird studies and variation in Mayfield estimation. *The Auk*, 117, pp.615–626.
- Mayfield, H. 1961. Nesting success calculated from exposure. *The Wilson Bulletin*, pp.255–261.
- Mayfield, H. 1975. Suggestions for calculating nest success. *The Wilson Bulletin*, pp.456–466.
- Medeiros, R., Ramos, J. A., Paiva, V. H., Almeida, A., Pedro, P., & Antunes, S. 2007. Signage reduces the impact of human disturbance on little tern nesting success in Portugal. *Biological Conservation*, 135, pp.99–106.
- Morgado, R., Nobre, M., Ribeiro, A., Puga, J. & Luís, A. 2009. A importância do Salgado para a gestão da avifauna limícola invernante na Ria de Aveiro (Portugal). *Revista da Gestão Costeira Integrada*, 9, pp.79–93.
- Múrias, T. 1997. *Effects of habitat loss on waders (Aves, Charadrii) in the Mondego Estuary (Portugal)*. Tese de Doutoramento, Departamento de Zoologia da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra.

- Neves, R. & Rufino, R., 1992. As salinas em Portugal—sua importância ornitológica. *Correio da Natureza*, 15, pp.2–7.
- Neves, R. & Rufino, R., 1995. Importância ornitológica das salinas; o caso particular do Estuário do Sado. *Estudos de biologia e conservação da natureza*, 15.
- Page, G., Stenzel, L. & Ribic, C. 1985. Nest site selection and clutch predation in the Snowy Plover. *The Auk*, 347-353.
- Pardal, J., 2000. *Importância das salinas da Ilha da Morraceira para o sucesso reprodutivo do Borrelho-de-coleira-interrompida (Charadrius alexandrinus) e do Perna-longa (Himantopus himantopus)*. Tese de Mestrado, Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro.
- Pérez-Hurtado, A., Hortas, F., Ruiz, J., & Solis, F. 1993. Importancia de la Bahía de Cádiz para las poblaciones de limícolas invernantes e influencia de las transformaciones humanas. *Ardeola*, 40, pp.133–142.
- Richkus, K., 2002. Northern pintail nest site selection, nest success, reneesting ecology, and survival in the intensively farmed prairies of southern Saskatchewan: an evaluation of the ecological trap hypothesis. Virginia Polytechnic Institute and State University.
- Rufino, R. & Neves, R., 1992. The effects on wader populations of the conversion of salinas into fish farms. *IRWB Special Publication*, 20, pp.177–182.
- Sánchez, M. I., Green, A. J., & Castellanos, E. M. 2005. Seasonal variation in the diet of Redshank *Tringa totanus* in the Odiel Marshes, southwest Spain: a comparison of faecal and pellet analysis: Capsule Redshank diet from southern Europe during migration shows spatial and seasonal variations. *Bird Study*, 52(2), 210-216.
- StatSoft, Inc. 2004. STATISTICA (data analysis software system), version 7. www.statsoft.com.

- Székely, T., 1992. Reproduction of Kentish plover *Charadrius alexandrinus* in grasslands and fish-ponds: the habitat mal-assessment hypothesis. *Aquila*, 99, pp.59–68.
- Tinarelli, R., 1990. Risultati dell'indagine nazionale sul Cavaliere d'Italia *Himantopus himantopus* (Linnaeus, 1758). *Ric. Biol. Selvaggina*, 87, pp.1–102.
- Tinarelli, R., 1991. Habitat and breeding performance of the Black-winged Stilt *Himantopus himantopus* in Italy. . *Wader Study Group Bull*, 65, pp.58–62.
- Toral, G. & Figuerola, J., 2012. Nest success of Black-winged Stilt *Himantopus himantopus* and Kentish Plover *Charadrius alexandrinus* in rice fields, southwest Spain. *Ardea*, 100, pp.29–36.
- Valle, R., & Scarton, F. 1999. Habitat selection and nesting association in four species of Charadriiformes in the Po Delta (Italy). *Ardeola*, 46(1), 1-12.
- Velasco, J., Millán, A., Hernández, J., Gutiérrez, C., Abellán, P., Sánchez, D., & Ruiz, M. 2006. Response of biotic communities to salinity changes in a Mediterranean hypersaline stream. *Saline systems*, 2(12), 1-15.
- Velasquez, C. R. 1992. Managing artificial saltpans as a waterbird habitat: species' responses to water level manipulation. *Colonial Waterbirds*, 43-55.

Anexo

Pela análise do gráfico (Figura 9), podemos verificar que o ano com maior coincidência entre os períodos reprodutores do borrelho-de-coleira-interrompida e do perna-longa foi o de 2010, tendo mais de 90% de coincidência, este foi também o ano com maior sucesso. Por outro lado, o ano de 2012 teve pouco mais de 40% de coincidência entre os dois períodos reprodutores, e correspondeu ao ano com maior insucesso. Quando correlacionado o sucesso do borrelho-de-coleira-interrompida com a coincidência entre os períodos reprodutores das duas espécies, esta apresentou uma correlação positiva significativa ($r = 0,856$, $p = 0,030$).

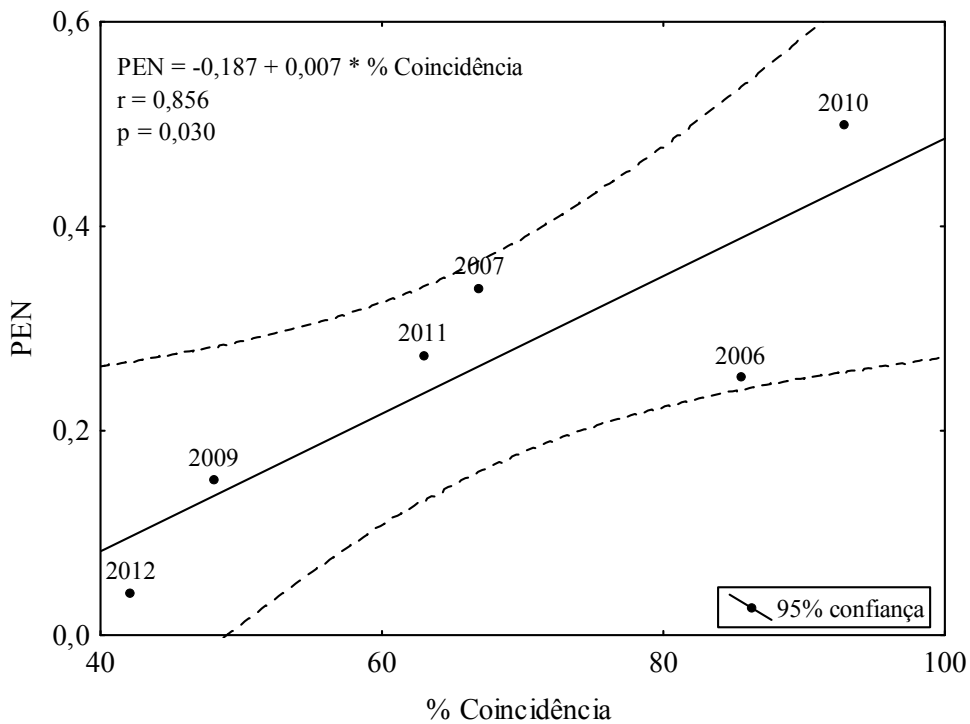


Figura 9 – Correlação entre o sucesso (PEN) do borrelho-de-coleira-interrompida ao longo dos anos, e a coincidência entre o período reprodutor desta espécie e do perna-longa.