



DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DA VIDA

FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Gestão dos níveis de água em salinas e a conservação de aves limícolas

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)

Tânia Filipa Martinho Paredes

2013

Agradecimentos

Começo por agradecer a todas as pessoas que colaboraram na realização desta tese.

Um abraço ao Professor Doutor Jaime Albino Ramos, a quem agradeço pela boa disposição com que sempre encarou todas as reuniões de discussão e orientação da tese, em especial pela sua partilha de conhecimentos essencial no decorrer deste trabalho.

Obrigada ao Afonso Rocha pelas dicas fundamentais, companheirismo no trabalho de campo e pela partilha de conhecimentos.

À Fundação para a Protecção e Gestão Ambiental das Salinas do Samouco e à Sociedade Lusoponte, agradeço a disponibilização de instalações e bens materiais, durante a realização do trabalho de campo. Agradeço ainda aos funcionários da Fundação, pela ajuda prestada nas tarefas de campo, bem como à Márcia Pinto pela sua disponibilidade e cooperação nos trabalhos.

Um agradecimento também à Reserva Natural do Estuário do Tejo (RNET) que permitiu o alojamento nas suas instalações em Alcochete.

Ao IMAR, agradeço o bom ambiente e acolhimento nas suas instalações, bem como todos os recursos disponibilizados que possibilitaram a concretização do trabalho em laboratório.

Obrigada a todos os amigos que marcaram com a sua presença nesta minha etapa, apoiando-me, acreditando e fazendo-me chegar até aqui. Obrigada Tânia e Raquel pela amizade, conversas e momentos sempre divertidos, um apoio para a vida. Obrigada Anaïs pelos risos e principalmente pela força, és um exemplo na luta pelos teus objetivos.

Obrigada Daniela, por todo o apoio durante esta etapa, pela paciência, troca de ideias e momentos vividos. Foi indispensável a tua amizade neste caminho. Agradeço também à Cátia pelos bons conselhos que conosco partilhou.

Ao Nuno, agradeço todo o apoio e força que me deu em todos os momentos, durante esta caminhada.

À minha família, em especial pais e irmã, dedico não só este agradecimento, mas também este trabalho. Obrigada pela forma com que sempre me apoiaram e motivaram.

Resumo

As aves limícolas migradoras necessitam de fazer paragens, para se restabelecerem em termos de energia, durante a migração. Muitos estuários e outros habitats intertidais são os principais pontos de paragem para estas aves ao longo da sua rota migratória. No entanto, cada vez mais estes habitats têm sofrido alteração e redução por diversos fatores, nomeadamente devido a ações antropogénicas. Este facto tem implicações ao nível da conservação das espécies de limícolas, pois a redução destas áreas, torna insuficiente o espaço para albergar as aves, o que muitas vezes resulta em conflito entre indivíduos por recursos alimentares. Para colmatar este problema, zonas de salinas começaram a ser estudadas como habitats alternativos a estes territórios intertidais. Embora, hoje em dia, as salinas em geral estejam cada vez mais em desuso, estudos mostram que estas podem proporcionar refúgio às aves durante a preia-mar, e começam também a ser vistas como áreas importantes de alimentação.

Neste sentido, o presente trabalho estudou a gestão dos níveis de água num tanque pertencente ao complexo de salinas do Samouco, tendo em vista o comportamento alimentar de determinadas espécies de aves limícolas, comuns nestas salinas, e o impacto no consumo de invertebrados por parte destas.

O tanque foi mantido com níveis de água elevados durante alguns meses, antes do início da experiência, encontrando-se por isso inacessível para as aves. Após a sua drenagem, espécies de maior porte como Perna-longa (*Himantopus himantopus*), Maçarico-de-bico-direito (*Limosa limosa*) e Perna-vermelha-comum (*Tringa totanus*), apareceram no local, quando os níveis de água estavam próximos dos 15 cm, ficando poucos dias, até os níveis baixarem para valores próximos do zero. Com valores de profundidade de água entre os 0 e 5cm, as aves de menor porte como o Pilrito-comum

(*Calidris alpina*) e o Borrelho-grande-de-coleria (*Charadrius hiaticula*), apareceram no tanque. Estas aves estiveram presentes, até que o tanque começou a secar, 2 semanas após o início do estudo, altura em que abandonaram o local, também por redução da quantidade de alimento (verificou-se ao longo da experiência em geral, uma diminuição progressiva nos valores da biomassa de invertebrados).

O comportamento alimentar das aves estudadas (Pilrito-comum e o Borrelho-grande-de-coleria), está intimamente relacionado com a quantidade de alimento disponível e com a sua acessibilidade ao tanque, verificando-se um aumento do esforço de procura de alimento quando este é reduzido, sobretudo após 8 dias de drenagem do tanque. O sucesso alimentar, é maior, para condições de profundidade de água adequadas a estas espécies, e para maior quantidade de alimento disponível no tanque, existindo assim uma diminuição do sucesso ao longo do tempo de estudo.

A conservação de espécies de aves limícolas pode passar pela aplicação de medidas gestão dos níveis de água para tanques em salinas, que permitam adequar locais de diferentes profundidades às diferentes espécies de aves limícolas, consoante a sua morfologia e necessidades alimentares.

Abstract

The migratory waders do require stops to re-establish themselves in terms of energy during migration. Estuaries and intertidal habitats are the main stopovers for these birds along their migration route. However, these habitats have been altered and reduced by several factors, in particular due to anthropogenic actions. This has implications for the conservation of waders because the reduction in these areas limits the habitat area for foraging and shelter, which often results in conflict between individuals for food resources. To bridge this problem, salinas have been studied as alternative habitats for waders. Nowadays, the salinas have been abandoned, but several studies show that they can provide refuge for birds during high tide, and are also important as feeding areas.

This project studied the management of water levels in a tank of the salinas of Samouco, Tagus estuary, Portugal, in order to understand the feeding behavior of certain species of shorebirds that are common in these salinas, and the impact on the consumption of invertebrates by waders.

The tank was maintained at high water levels for some months before the start of the experiment, and therefore it was inaccessible for shorebirds. After its drainage, larger species such Black-winged Stilt (*Himantopus himantopus*), Black-tailed Godwit (*Limosa limosa*) and Redshank (*Tringa totanus*), appeared at the site when the water levels were close to 15 cm, remaining a few days there, until the levels were nearly zero. When the water levels reached 5 cm, smaller birds like Dunlin (*Calidris alpina*) and the Ringed Plover (*Charadrius hiaticula*), began using the tank. These species were present, until the tank began to dry, i.e. 2 weeks after the start of the study. Throughout the experiment there was a gradual decrease in biomass values of invertebrates.

The feeding behavior of the birds studied (Ringed Plover and Dunlin), was closely related with the amount of food available and their accessibility, it was observed an increased effort by the birds to find food when it was reduced, especially after 8 days of tank drainage. The feeding success was higher during the first 8 days, and decreased markedly after that until the birds abandoned the tank after 2 weeks.

The conservation of shorebirds species, in salinas implies the management of water levels, to ensure that tanks with different water levels are available for different species of shorebirds, depending on their morphology and dietary needs.

Índice

1. Introdução	1
1.1 Limícolas migradoras	1
1.2 Salinas como habitats de alimentação alternativos para aves limícolas migradoras.....	2
2. Métodos	5
2.1 Área de estudo.....	5
2.2 Considerações gerais.....	6
2.3 Censos de aves	6
2.4 Disponibilidade de presas.....	6
2.5 Comportamento alimentar.....	8
2.6 Análise de dados.....	9
3. Resultados	11
3.1 Nível de água	11
3.2 Censos de aves	12
3.3 Disponibilidade de presas.....	22
3.4 Comportamento alimentar.....	26
3.4.1 Esforço de procura	26
3.4.2 Número e tipo de bicadas	28
3.4.3 Sucesso alimentar das aves.....	32
4. Discussão	36
4.1 Influência dos níveis de água nas aves limícolas	36
4.2 Disponibilidade de presas.....	38
4.3 Comportamento alimentar.....	40
4.3.1 Esforço de procura	40
4.3.2 Número e tipo de bicadas	41
4.3.3 Sucesso.....	42
4.4 Considerações Finais	42
5. Referências Bibliográficas	45
Anexos.....	48

1. Introdução

1.1 Limícolas migradoras

As migrações de aves no hemisfério norte, de um modo geral, traduzem-se em movimentos de norte para sul, com a aproximação do inverno. Os trajetos reproduzidos pelas aves migradoras, formam como que uma teia por todo o mundo. Em relação às aves costeiras, da Europa Ocidental, muitas destas rotas cruzam-se no Mar de Wadden, uma extensa zona de marés na Holanda, estrategicamente posicionada a meio caminho, entre as áreas de reprodução localizadas a norte e as zonas invernantes a sul. Existem várias rotas migratórias que descrevem os caminhos de determinadas espécies específicas durante as migrações entre as zonas a Norte e a Sul (van de Kam *et al.*, 2004). As espécies de aves migratórias que ocorrem em Portugal utilizam a rota do Atlântico Este (Dias *et al.*, 2008).

Aves migradoras de longa distância, como as limícolas que se alimentam em lagoas costeiras e estuários necessitam de parar para atender às suas necessidades energéticas e, por conseguinte, acumular mais tecido adiposo. Estas paragens ocorrem em zonas geográficas intermédias, sendo as áreas intertidais usadas como local de alimentação pelas aves (Masero e Pérez-Hurtado, 2001; Pedro e Ramos, 2009; Estrella e Masero, 2010). Os estuários, detentores de uma enorme e diversificada fauna macrozoobentónica, tornam-se os habitats principais de paragem. Portugal tem uma vasta área de estuários, como por exemplo o do Mondego, do Tejo, do Sado, e Ria Formosa (Lopes *et al.*, 2002).

Nos últimos cem anos, houve uma redução nas áreas naturais de alimentação das aves limícolas migradoras, com a alteração massiva destes habitats intertidais, os quais

se encontram atualmente ameaçados por diversos fatores como a subida do nível do mar, a ocupação de terrenos, poluição e outras atividades antrópicas. A perda e degradação destes ecossistemas, é particularmente prejudicial para a avifauna limícola dado que constituem um importante habitat como local de passagem ao longo das suas rotas migratórias. O decréscimo das zonas de alimentação tende a provocar um aumento do número de aves nas áreas que permanecem adequadas, causando grande impacto quer na quantidade de alimento disponível quer na interferência entre aves durante os períodos de alimentação. Face a este problema, são vários os habitats antrópicos que têm vindo a ser apontados a nível mundial como habitats alternativos ou complementares de alimentação para aves aquáticas, como os campos de arroz, zonas costeiras de pastagens, pisciculturas ou salinas. Com este panorama, avaliar o potencial papel destes habitats relativamente a habitats mais naturais é uma questão importante na área da conservação (Masero, 2003).

1.2 Salinas como habitats de alimentação alternativos para aves limícolas migradoras

As salinas, construídas pelo homem, são utilizadas para a obtenção de sal por evaporação de água do mar (López *et al.*, 2010). Este habitat, contendo elevada disponibilidade de alimento, está entre os mais importantes para aves aquáticas em determinadas regiões do Sul da Europa, uma vez que não sofre a influência das marés. Por conseguinte, pode proporcionar abrigo em caso de condições atmosféricas adversas, e torna-se especialmente importantes durante a preia-mar, funcionando como um refúgio e local de alimentação para as aves (Múrias *et al.*, 2002; Morgado *et al.*, 2009). Alguns estudos mostram que o consumo alimentar de aves limícolas em salinas tem

uma contribuição significativa no total da sua necessidade energética diária, indicando a sua importância como uma área de alimentação não só na preia-mar mas também na baixa-mar, para além do seu tradicional papel como habitat de repouso, durante a preia-mar, quando os seus principais locais de alimentação se encontram submergidos (Dias, 2009). A ocorrência e abundância de espécies de invertebrados (presas disponíveis para aves limícolas), pode variar sazonalmente, de local para local, e de acordo com os seus ciclos de vida. Em geral, as espécies mais abundantes em salinas são insetos aquáticos, formas aquáticas de insetos terrestres, como larvas de dípteros, crustáceos (*Artemia* spp.), gastrópodes (por exemplo, *Hydrobia ulvae*), e poliquetas (*Nereis* spp., *Capitella* spp.) (Múrias *et al.*, 2002).

No entanto, o valor das salinas está cada vez mais ameaçado, quer pelo seu abandono, quer pela sua utilização para outros fins (por exemplo, pisciculturas) devido à mudança da economia impulsionada pelo comércio mundial (Neves e Rufino, 1995; Masero, 2003). As pisciculturas, embora sejam economicamente mais rentáveis, não são um habitat alternativo para a maioria das aves limícolas, uma vez que possuem profundidades mais elevadas, o que impossibilita a sua utilização como local de descanso ou alimentação de limícolas com tarsos muito pequenos e que não mergulham (Pedro, 2006).

As características no interior dos tanques podem condicionar a disposição das aves consoante as diferentes atividades. Relativamente à profundidade da água, esta pode limitar a presença de determinadas espécies, geralmente as aves limícolas não se alimentam em águas com profundidades muito superiores a 10-15 cm, e a maioria prefere profundidades inferiores a cerca de 4 cm (Warnock *et al.*, 2002). A falta de gestão deste habitat durante o inverno faz com que possam ocorrer inundações, em alguns dos tanques das salinas, o que inviabiliza o seu uso pelas aves durante esse

período (Santos *et al.*, 2005). Desta forma, é necessário geri-las de modo a poderem ser úteis para as limícolas migradoras. Há que avaliar o valor ecológico destes habitats, bem como promover uma boa gestão dos mesmos, a fim de regularizar e tornar previsíveis no tempo os níveis de água e salinidade. Segundo alguns estudos, uma gestão otimizada dos níveis de água em salinas podem contribuir para mitigar os efeitos da perda de habitat para aves limícolas migradoras e outras espécies aquáticas (Masero *et al.*, 2000; Masero, 2003).

Com este estudo, pretende-se propor medidas de gestão a aplicar em salinas, de modo a permitir que o substrato de alimentação fique acessível para as limícolas. Este trabalho pretende avaliar o padrão diário de alimentação de várias espécies num tanque com um elevado nível de água, após o seu esvaziamento. Como objetivos específicos pretendeu-se responder às seguintes questões: (1) Por quanto tempo vai o tanque ser usado pelas aves? (2) Durante quantos dias cada uma das espécies utiliza a área após o esvaziamento e como varia o seu comportamento ao longo do tempo? (3) Qual a influência das aves na diminuição dos invertebrados ao longo das duas semanas após o esvaziamento?

2. Métodos

2.1 Área de estudo

O estudo realizou-se no complexo das salinas do Samouco, que abrange uma área de cerca de 360ha, e está localizado na margem esquerda do estuário do Tejo ($38^{\circ} 40' \text{N}$, $9^{\circ} 15' \text{W}$), um dos maiores estuários da costa atlântica Europeia, com cerca de 40% de zona intertidal (Fig. 1). A maior parte da área de estudo é constituída por salinas, formando um sistema de canais e tanques assente numa estrutura tradicional de exploração de sal. Caracterizam a área, zonas de sapal, dunas, uma pequena mancha de pinhal e terrenos agrícolas.



Figura 1 – Localização das salinas do Samouco, Alcochete.

2.2 Considerações gerais

A experiência concretizou-se num dos tanques pertencentes ao complexo de salinas do Samouco, com uma área de cerca de 9,64ha e decorreu num período de 22 dias consecutivos, durante o mês de setembro de 2012.

2.3 Censos de aves

Contabilizou-se o número de indivíduos de cada espécie de aves limícolas e outras espécies de aves aquáticas, num período de baixa-mar e preia-mar por dia. Durante 4 horas (para cada período de maré), de meia em meia hora, indentificou-se e contou-se o número de aves de cada espécie, e registou-se se estavam em alimentação ou repouso, usando binóculos (10x50) e telescópio (20-60x).

2.4 Disponibilidade de presas

Foram colocadas 6 jaulas, construídas em rede e identificadas de A a F, no tanque da salina, com o objetivo de formar pequenas áreas de 2 metros de lado, que limitassem o acesso às aves e impedissem que estas aí se alimentassem (Fig. 2).

Realizaram-se amostragens com 5 cm de profundidade de substrato, utilizando um core de 10,2 cm de diâmetro, procedimento que se efetuou no primeiro dia da experiência e decorreu, de 3 em 3 dias, até ao fim da mesma. Retirou-se uma amostra de substrato em cada jaula, procedeu-se a 6 outras amostragens aleatórias no tanque, sendo o local amostrado marcado (de modo a não ocorrer repetição do ponto de amostragem).

No início do estudo, o nível de água no tanque era elevado (o tanque foi mantido com água durante vários meses até ser iniciado o trabalho de campo). Seis dias após o começo da experiência procedeu-se à drenagem do tanque, o que permitiu a redução do nível da água. Para fins de análise de dados, este dia referenciou-se como o dia ‘zero’ e os dias subsequentes seguiram a ordem numérica crescente, já os 6 dias anteriores à drenagem tomaram sinal negativo. Procedeu-se à medição dos níveis de água, nos 6 locais correspondentes às jaulas, com o auxílio de uma régua, quando efetuadas as amostragens (isto é, nos dias: -6, -3, 0, 3, 6, 9, 12, 15).

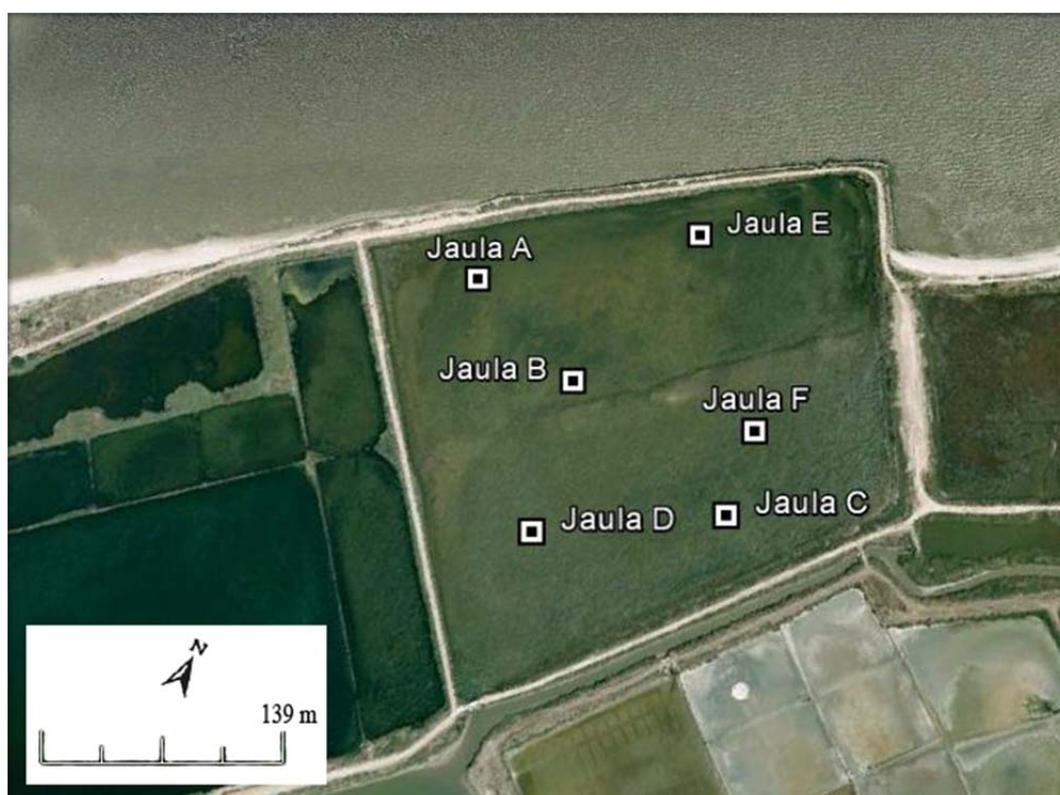


Figura 2 – Posicionamento das respectivas jaulas no tanque (imagem retirada do Google earth).

As amostras de substrato foram posteriormente peneiradas com um crivo de 500 mm e colocadas em frascos identificados com corante de bengala, o qual permite uma

melhor identificação do material biológico. Mais tarde foram triadas com o auxílio de uma lupa e colocadas em pequenos tubos respetivamente rotulados.

Na análise em laboratório, identificou-se e contabilizou-se o número de indivíduos, sendo estes posteriormente pesados numa balança a fim de determinar a biomassa das espécies de invertebrados, obtida por m².

2.5 Comportamento alimentar

Foram filmados indivíduos de cinco espécies diferentes de limícolas: Pilrito-comum (*Calidris alpina*), Borrelho-grande-de-coleira (*Charadrius hiaticula*), Perna-longa (*Himantopus himantopus*), Maçarico-de-bico-direito (*Limosa limosa*) e Perna-vermelha-comum (*Tringa totanus*). Cada indivíduo foi filmado durante cerca de um minuto em alimentação, usando uma máquina de filmar (SONY HANDYCAM HDR-CX115) com um adaptador para o telescópio.

Os vídeos analisaram-se usando a versão 0.8.15 do programa Kinovea e foram registados os seguintes parâmetros: tempo em alimentação ativa, que se traduz no tempo de procura de alimento pela ave, excluindo o tempo a manipular as presas ou de descanso; tempo de repouso; número de passos por minuto; número de bicadas por minuto, diferenciadas em bicadas superficiais (bico na superfície do sedimento), bicadas médias (metade do bico inserido no sedimento) e bicadas profundas (todo o bico introduzido no sedimento).

2.6 Análise de dados

Os dados recolhidos através dos census de aves traduziram-se em dois gráficos, o primeiro para limícolas e o segundo para outras espécies de aves aquáticas, consoante o tipo de atividade da ave (alimentação ou repouso), a partir do dia da drenagem (dia zero) até ao último dia da experiência (15º dia após a drenagem), para um período de preia e baixa-mar analisados diariamente. Para analisar o padrão alimentar das aves (consumidoras de invertebrados) ao longo do tempo (do dia zero ao 15º dia da experiência) nos dois períodos de maré analisados, selecionaram-se 5 espécies de limícolas (Pilrito-comum, Borrelho-grande-de-coleira, Perna-longa, Maçarico-de-bico-direito e Perna-vermelha-comum) e a espécie aquática não limícola *Larus ridibundus* (Guincho-comum). Para efeitos estatísticos, agruparam-se os dias em 4 grupos: A (do dia 0 ao 3), B (do dia 4 a7), C (do 8 a 11) e D (12 a 15). Para verificar diferenças no número de indivíduos (variável resposta) entre os diferentes períodos de tempo (A, B, C e D), marés (preia-mar e baixa-mar) e sua interação, foi efetuado um GLM, com a distribuição de Poisson. Quando detetadas diferenças foi efetuado o teste de Tukey (*Tukey's honest significant difference*) afim de perceber onde estas ocorreram.

Foram calculadas as taxas para o número de passos e bicadas (número total/minuto), e determinado o sucesso de alimentação (número de deglutições/número total de bicadas), e avaliadas as diferenças entre os períodos de tempo (A, B, C e D) através de uma ANOVA de uma via. Foi ainda realizada uma ANOVA de duas vias, para avaliar diferenças entre tipos de bicadas (superficiais, médias e profundas) e períodos de tempo (A, B, C e D).

No que diz respeito à disponibilidade de presas, e por forma a verificar diferenças na biomassa tendo em conta a presença e ausência de aves, foi efetuada uma

ANOVA de uma via, para o dia da drenagem (dia 0) e para o último dia da experiência (dia 15). Nesta análise foram utilizados os dados da biomassa de invertebrados logaritmizados ($\log+1$).

Todas as análises foram efetuadas no programa STATISTICA, versão 7 (StatSoft, Inc., 2004). Para propósitos estatísticos, considerou-se como significativo ao longo das análises, probabilidades menores que 0,05. Todos os gráficos e tabelas contidos neste trabalho, foram apresentados através da média \pm erro padrão.

3. Resultados

3.1 Nível de água

No início da experiência o nível de água medido no tanque foi de $51,9 \pm 1,7$ cm de profundidade. Ao 3º dia de amostragem (dia 0), após algumas horas do começo da drenagem o nível era cerca de 15 cm, diminuindo gradualmente nos dias seguintes atingindo a partir do dia 3, níveis próximos do valor zero (Fig. 3).

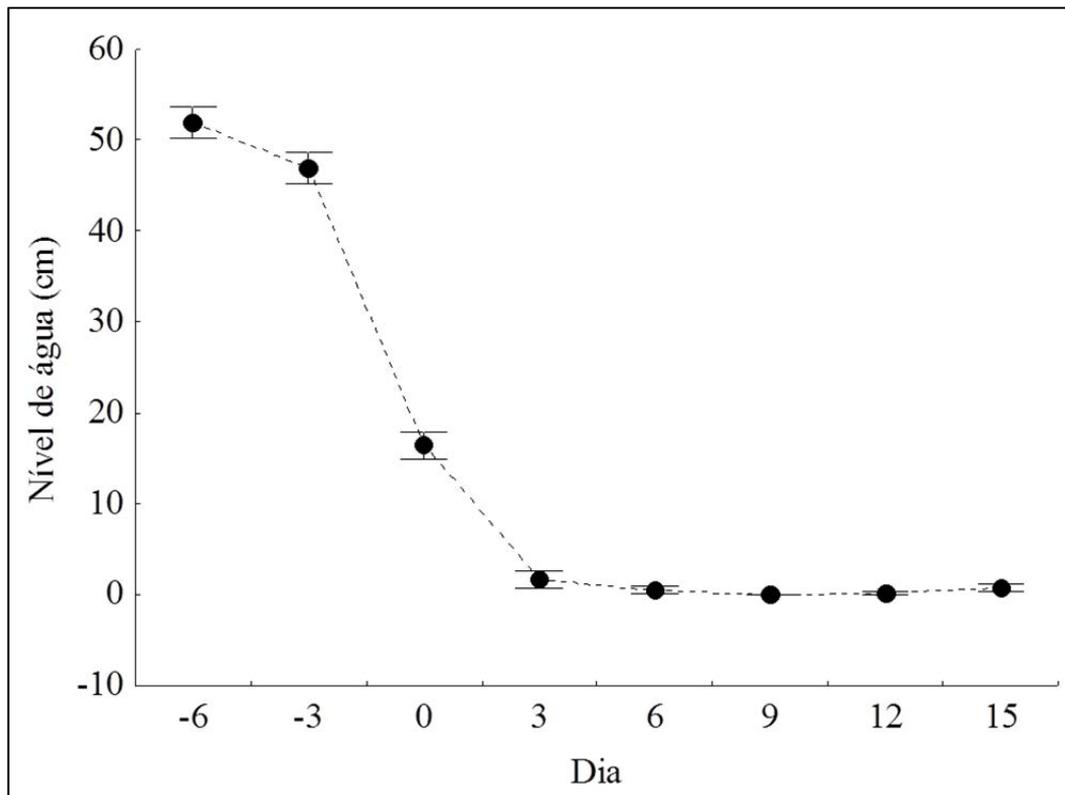


Figura 3 – Variação do nível de água (média \pm erro padrão) no tanque, ao longo do período de estudo $F_{7, 40} = 404,79$ ($p < 0,001$). O valor de n igual a 6 corresponde ao número de medições efetuadas, por cada dia de amostragem.

3.2 Censos de aves

O número de indivíduos de aves limícolas em alimentação e em repouso, apresentou um padrão de distribuição ao longo dos dias, semelhante entre a preia-mar e a baixa-mar (Fig. 4).

Em geral, o número total de indivíduos em repouso foi manifestamente inferior ao total de indivíduos em alimentação, em ambos os estados de maré, sendo que na baixa-mar o número máximo de indivíduos em alimentação não chegou a atingir os valores encontrados na preia-mar. A variável repouso teve valores relativamente constantes ao longo da experiência, em ambos os estados de maré, à exceção do intervalo do 4º ao 6º dia, na preia-mar em que se verificou um pico máximo do número de aves, para esta atividade.

Relativamente à atividade de alimentação observou-se, para ambas as marés, a tendência de um aumento gradual do número de indivíduos nos primeiros dias da experiência (dia 0 a 3), existindo logo em seguida um período de tempo com picos máximos no número de aves (dia 4 a 7). Nos dias seguintes (dia 8 a 11) a tendência foi para uma diminuição gradual do número de indivíduos, e no período seguinte (dias 12 a 15) o número de indivíduos manteve-se reduzido (Fig. 4) (Tab. 1).

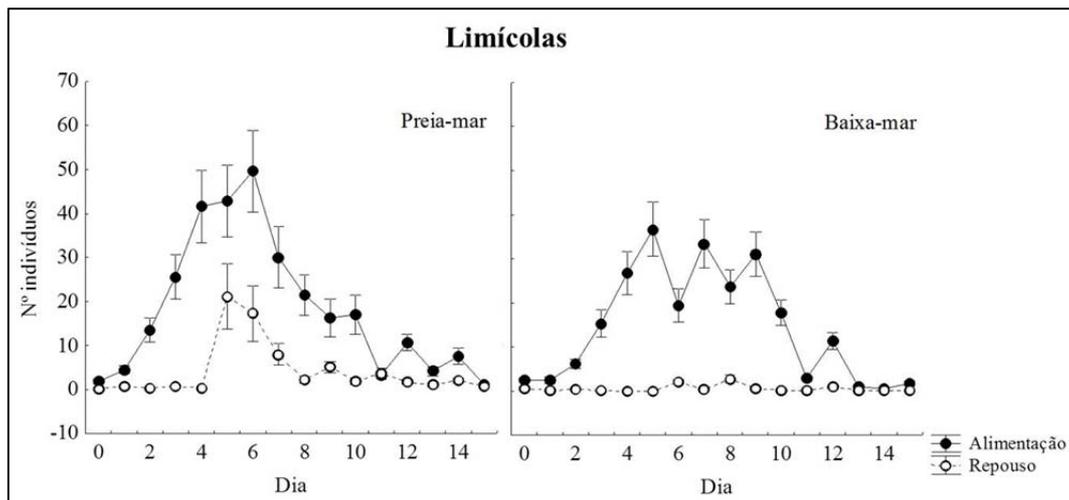


Figura 4 – Variação do número médio de indivíduos de aves limícolas (\pm erro padrão) em alimentação ou repouso, ao longo do período de estudo, durante a preia e baixa-mar. (Lista de espécies: Anexo I (a))

Para outras espécies de aves aquáticas, verificou-se uma tendência contrária à anteriormente referida para aves limícolas, no que diz respeito á preia-mar. Ou seja, o número de indivíduos observados em alimentação para períodos de preia-mar foi baixo, e, pelo contrário, o número de aves não limícolas em repouso foi elevado, principalmente do 4º ao 9º dia da experiência. Os períodos de baixa-mar mostraram valores reduzidos do número de indivíduos, tanto em alimentação como em repouso (Fig. 5).

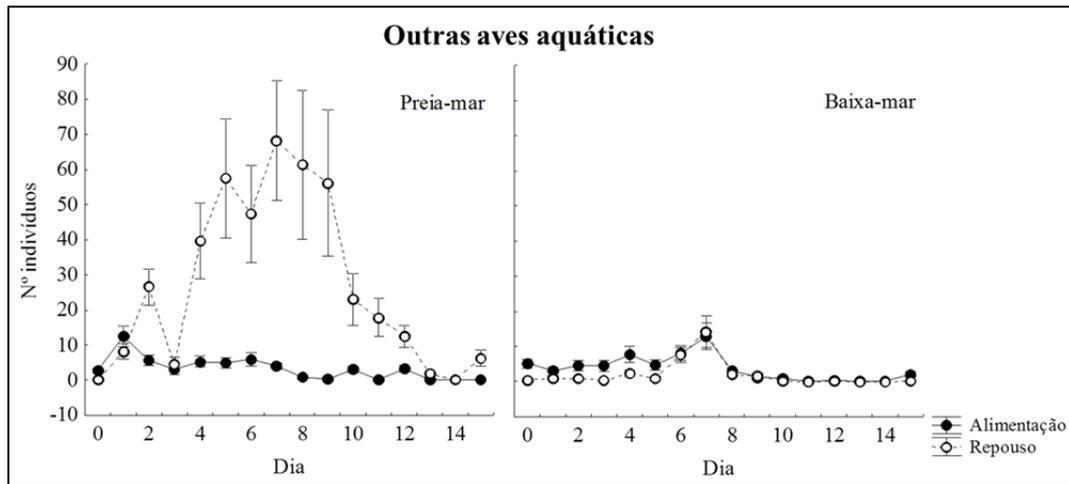


Figura 5 - Variação do número médio de espécies de aves aquáticas, não limícolas (\pm erro padrão) em alimentação ou repouso, ao longo do período de estudo, durante a preia e baixa-mar. (Lista de espécies: Anexo I (b))

Em termos de alimentação, e em ambos os períodos de maré as espécies mais relevantes foram o Pilrito-comum, Borrelho-grande-de-coleira, Perna-longa, Maçarico-de-bico-direito, Perna-vermelha-comum e Guincho-comum.

Relativamente ao Pilrito-comum na preia-mar, observou-se um aumento do número de indivíduos a partir do segundo dia para um valor médio de perto de 400 aves até ao dia 6. Nos dias seguintes verificou-se uma diminuição do número de indivíduos desta espécie, mantendo-se nos últimos dias da experiência em números reduzidos. No caso da baixa-mar, manteve-se a mesma tendência para esta espécie, no entanto os valores atingidos no geral foram mais baixos (Fig. 6). Detetaram-se diferenças significativas no número de Pilritos entre os quatro períodos de tempo (GLM, Wald $\chi^2_3 = 44,912$ $p < 0,001$, Tab. 1), mais precisamente entre o grupo B e os restantes grupos. Para a variável maré não foram detetadas diferenças significativas (GLM, Wald $\chi^2_1 = 2,724$, $p = 0,099$), e o mesmo acontece para a interação entre o estado de maré e o período de tempo (GLM, Wald $\chi^2_3 = 4,393$, $p = 0,222$).

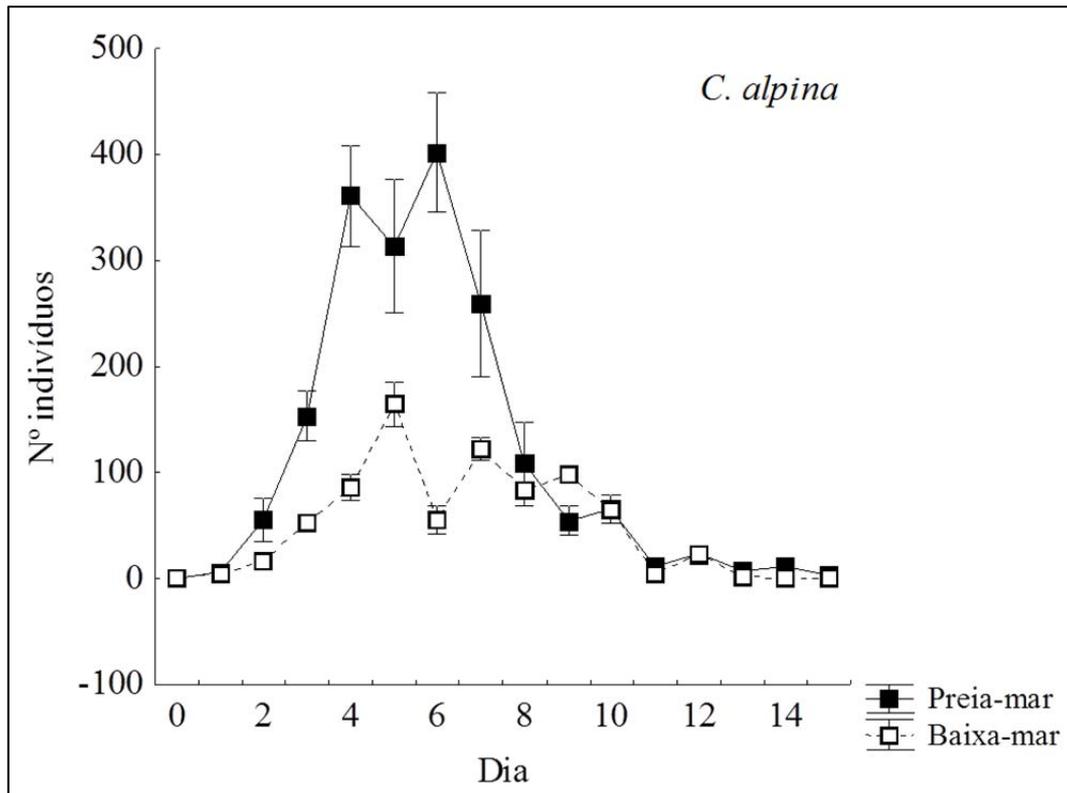


Figura 6 – Variação do número médio (\pm erro padrão) de Pilrito-comum em alimentação, ao longo do período de estudo, durante a preia e baixa-mar.

Para o borrelho-grande-de-coleira, o número de indivíduos em alimentação na preia-mar, sofreu um aumento a partir do dia 2, atingindo o seu pico máximo no dia 6. A partir deste dia, aconteceu uma diminuição de forma gradual, aproximando-se do valor zero apenas no final da experiência. O mesmo padrão foi observado durante a baixa-mar, no entanto a uma escala de valores diferente (Fig. 7). Registou-se uma influência significativa do período de tempo (GLM, Wald $\chi^2_3 = 27,777$, $p < 0,001$), mais precisamente entre o grupo B e os restantes grupos, e do estado de maré (GLM, Wald $\chi^2_1 = 5,785$, $p = 0,016$) no número de indivíduos de Borrelho-grande-de-coleira. A interação entre ambas as variáveis não foi significativa (GLM, Wald $\chi^2_3 = 1,663$, $p = 0,645$) (Tab. 1).

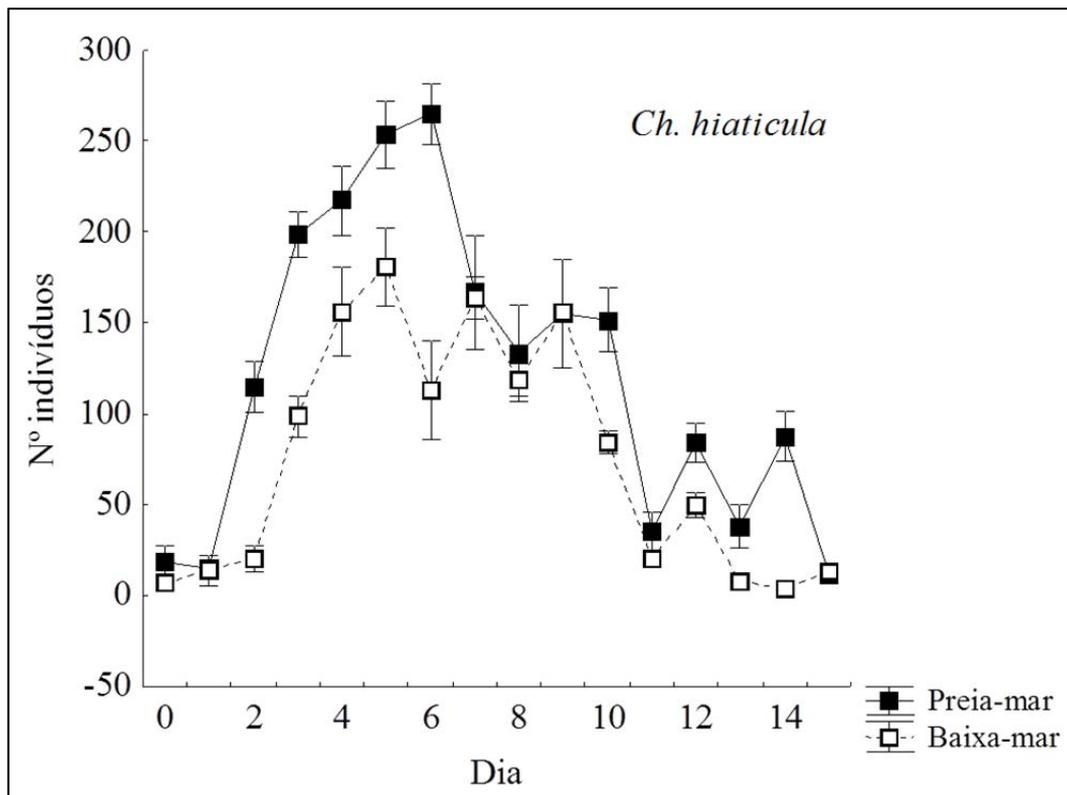


Figura 7 - Variação do número médio (\pm erro padrão) de Borrelho-grande-de-coleira em alimentação, ao longo do período de estudo, durante a preia e baixa-mar.

Quanto ao Perna-longa, verificou-se em ambas as marés, um pico máximo no dia 0, rondando os 8 indivíduos. Nos dias seguintes ocorreram variações nos valores, até que ao dia 5 estas aves deixaram de ser observadas no tanque, voltando a reaparecer pontualmente no dia 10, durante a preia-mar (Fig. 8).

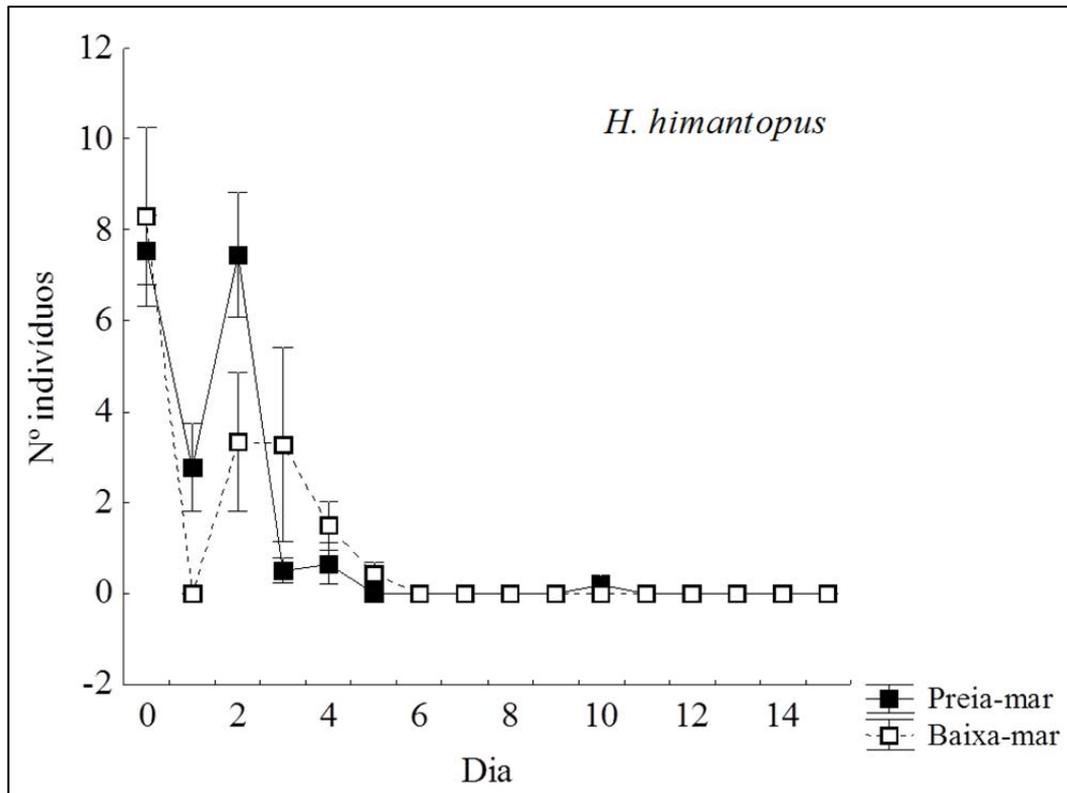


Figura 8 - Variação do número médio (\pm erro padrão) de Perna-longa em alimentação, ao longo do período de estudo, durante a preia e baixa-mar.

O Maçarico-de-bico-direito teve maior ocorrência nos primeiros 6 dias da experiência, tanto na preia-mar como na baixa-mar. Embora ainda existam ocasionalmente até ao dia 12, deixaram de estar presentes no tanque nos 3 últimos dias do período de estudo (Fig. 9). O número de indivíduos desta espécie não foi influenciado pelo estado de maré (GLM, Wald $\chi^2_1 = 0,000$, $p = 0,998$), pelo período de tempo (GLM, Wald $\chi^2_3 = 5,604$, $p = 0,133$), nem pela interação entre maré e grupo (GLM, Wald $\chi^2_3 = 0,221$, $p = 0,974$; Tab. 1).

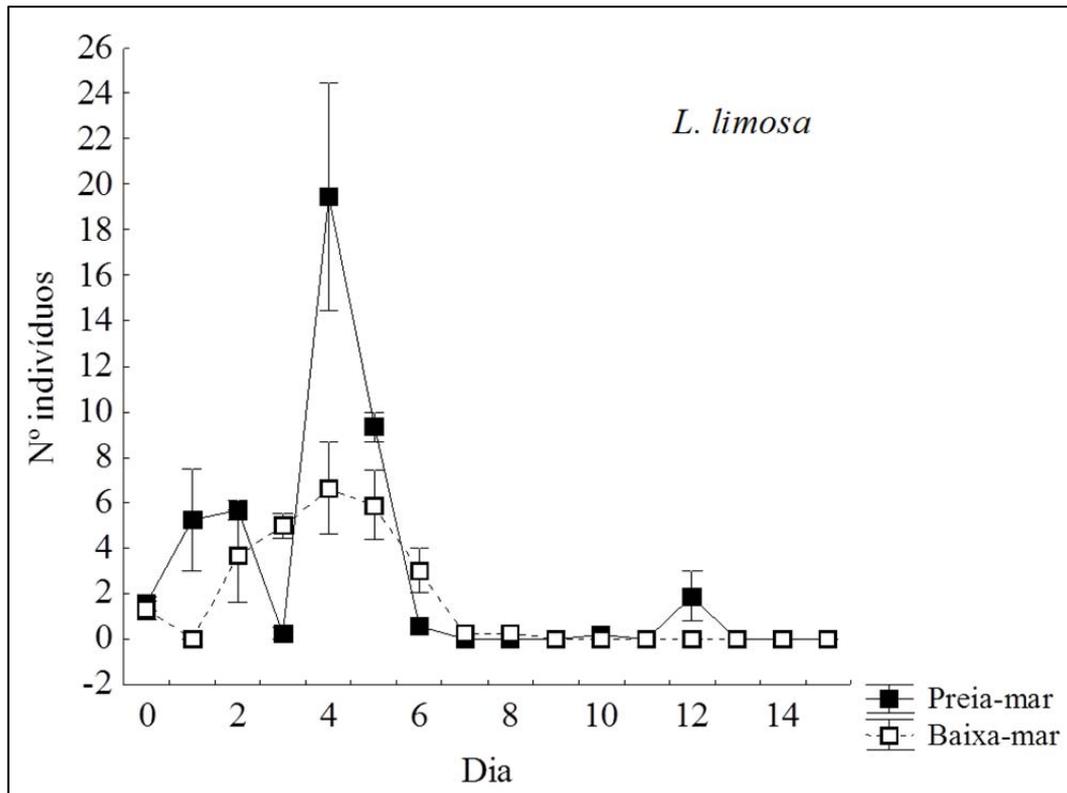


Figura 9 - Variação do número médio (\pm erro padrão) de Maçarico-de-bico-direito em alimentação, ao longo do período de estudo, durante a preia e baixa-mar.

Quanto ao Perna-vermelha-comum, demonstrou uma tendência semelhante para as duas marés, existindo em maior número na primeira metade da experiência. O pico máximo da sua presença observa-se ao dia 5, na preia-mar, com cerca de 50 indivíduos (Fig. 10). Foram encontradas diferenças significativas no número de indivíduos entre períodos de tempo (GLM, Wald $\chi^2_3 = 32,481$, $p < 0,001$). Estas diferenças ocorreram entre o grupo B e os dois últimos grupos, e entre o grupo A e D. Entre estados de maré não se verificaram diferenças significativas (GLM, Wald $\chi^2_1 = 1,304$, $p = 0,253$), e o mesmo aconteceu na interação entre as duas variáveis (GLM, Wald $\chi^2_3 = 1,179$, $p = 0,758$; Tab. 1).

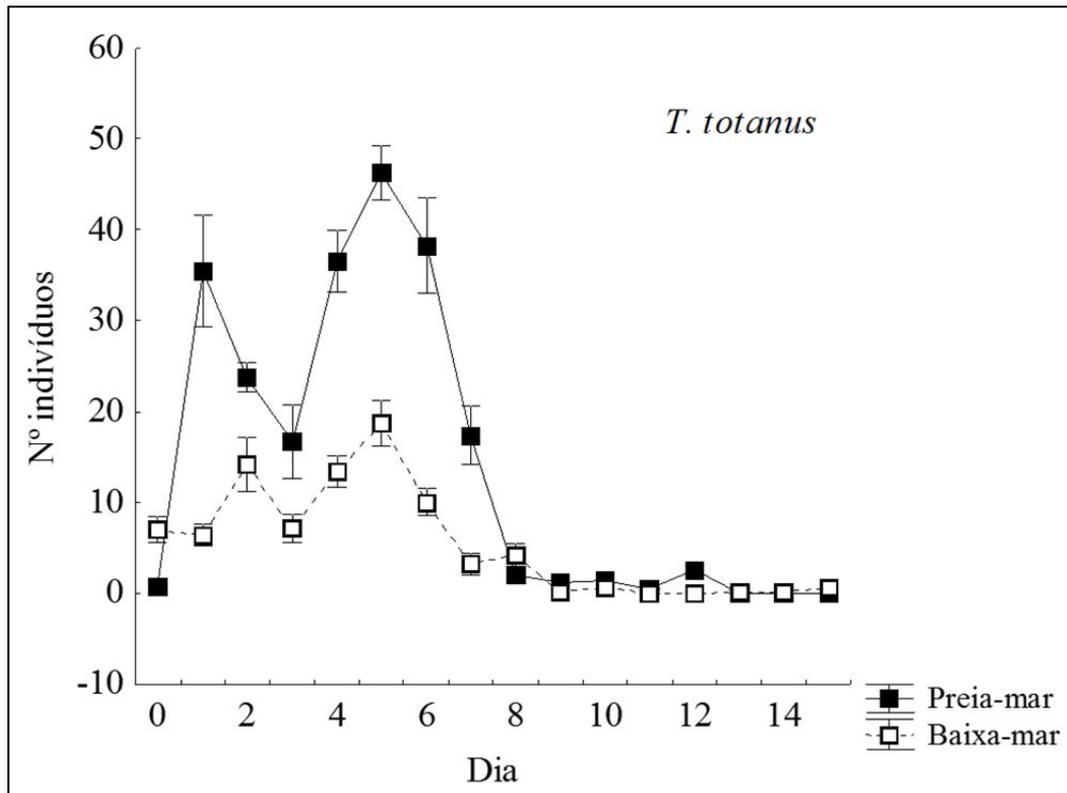


Figura 10 - Variação do número médio (\pm erro padrão) Perna-vermelha-comum em alimentação, ao longo do período de estudo, durante a preia e baixa-mar.

O Guincho-comum (*Larus ridibundus*), sendo uma ave aquática não limícola mas que esteve presente durante toda experiência, permitiu observar uma tendência um pouco diferente da encontrada para aves limícolas, em que geralmente na preia-mar são observados os maiores picos de número de aves. Pelo contrário, nesta espécie não se observou particularmente essa distinção. De uma forma geral, na primeira parte da experiência, as aves encontraram-se em maior número, quer na preia-mar, quer na baixa-mar, e na segunda metade existiram em número mais reduzido, tal como aconteceu nas espécies de limícolas analisadas (Fig. 11).

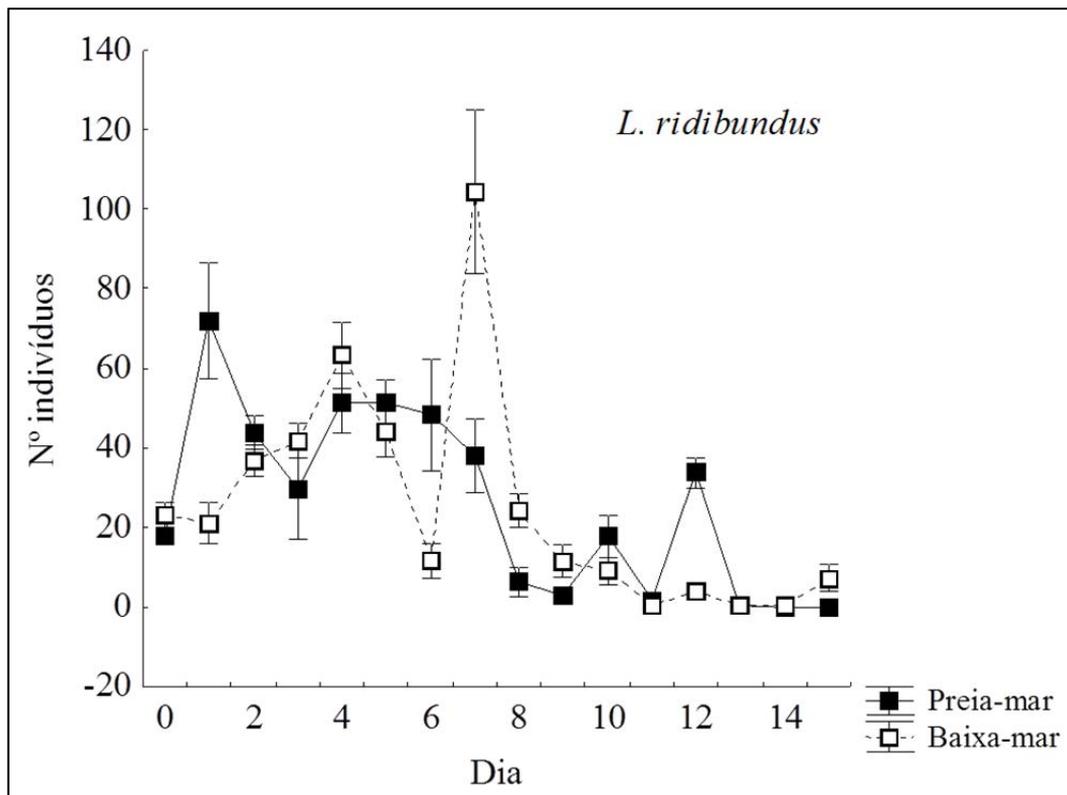


Figura 11 - Variação do número médio (\pm erro padrão) de Guincho-comum em alimentação, ao longo do período de estudo, durante a preia e baixa-mar.

Tabela I – Número médio de cinco espécies diferentes de limícolas (\pm erro padrão) em função do tempo, agrupado em intervalos de dias, (grupo A: do 0 ao 3º dia; grupo B: do 4º ao 7º dia; grupo C: do 8º ao 11º dia; grupo D: do 12º ao 15º dia), e por marés (preia e baixa-mar). Resultados da aplicação do GLM com a distribuição de Poisson, para avaliar o efeito dos períodos de tempo, das marés e sua interação no número de indivíduos. As diferenças significativas estão assinaladas através de *, enquanto as diferenças não significativas são indicadas com (n.s.).

	Grupo A		Grupo B		Grupo C		Grupo D		Teste estatístico (Wald χ^2)										
	Preia-mar		Baixa-mar		Preia-mar		Baixa-mar		Preia-mar		Baixa-mar		grupo	maré	grupo x maré				
	Média	Erro	Média	Erro	Média	Erro	Média	Erro	Média	Erro	Média	Erro							
<i>C. alpina</i>	53,78	35,37	18,53	11,87	333,39	30,67	106,91	23,51	59,71	20,05	62,58	20,52	11,03	4,15	6,40	5,57	$\chi^2_3=44,912$ p<0,001*	$\chi^2_1=2,724$ P=0,100 (n.s.)	$\chi^2_3=4,393$ P=0,222 (n.s.)
<i>Ch. hiaticula</i>	86,72	43,87	34,88	21,40	225,44	22,03	153,20	14,44	118,82	28,25	73,67	37,69	55,28	18,40	15,48	11,52	$\chi^2_3=27,777$ p<0,001*	$\chi^2_1=5,785$ P=0,016*	$\chi^2_3=1,663$ P=0,645 (n.s.)
<i>H. himantopus</i>	4,57	1,75	3,73	1,71	0,17	0,17	0,49	0,35	0,05	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	$\chi^2_3=0,000$ p=1,000 (n.s.)	$\chi^2_1=0,000$ P=1,000 (n.s.)	$\chi^2_3=0,000$ P=1,000 (n.s.)
<i>L. limosa</i>	3,17	1,34	2,49	1,13	7,33	4,57	3,93	1,46	0,05	0,05	0,06	0,06	0,47	0,47	0,00	0,00	$\chi^2_3=5,604$ P=0,133 (n.s.)	$\chi^2_1=0,000$ P=0,998 (n.s.)	$\chi^2_3=0,221$ P=0,974 (n.s.)
<i>T. totanus</i>	19,15	7,25	8,68	1,84	34,61	6,14	11,32	3,23	1,25	0,32	1,28	0,99	0,64	0,64	0,21	0,13	$\chi^2_3=32,481$ P<0,001*	$\chi^2_1=1,304$ P=0,253 (n.s.)	$\chi^2_3=1,179$ P=0,758 (n.s.)

3.3 Disponibilidade de presas

Antes do dia 0, as condições no tanque oferecidas para ambos os locais, com e sem aves, foram semelhantes, uma vez que o nível de água era muito elevado e o substrato não estava acessível às aves. Assim, como se pode ver na figura 12, não existem diferenças importantes nesse dia nos locais de presença e ausência de aves, ($F_{1,10} = 0,028$, $p = 0,870$). A partir daí, e de uma forma geral os valores de biomassa diminuem ao longo do tempo, sendo que nos locais onde as aves se alimentaram estes valores diminuem de forma mais acentuada quando comparados com os valores relativos à ausência de aves. No entanto, ao contrário do esperado, não foram encontradas diferenças significativas entre os locais para o último dia da experiência ($F_{1,10} = 3,8993$, $p = 0,077$).

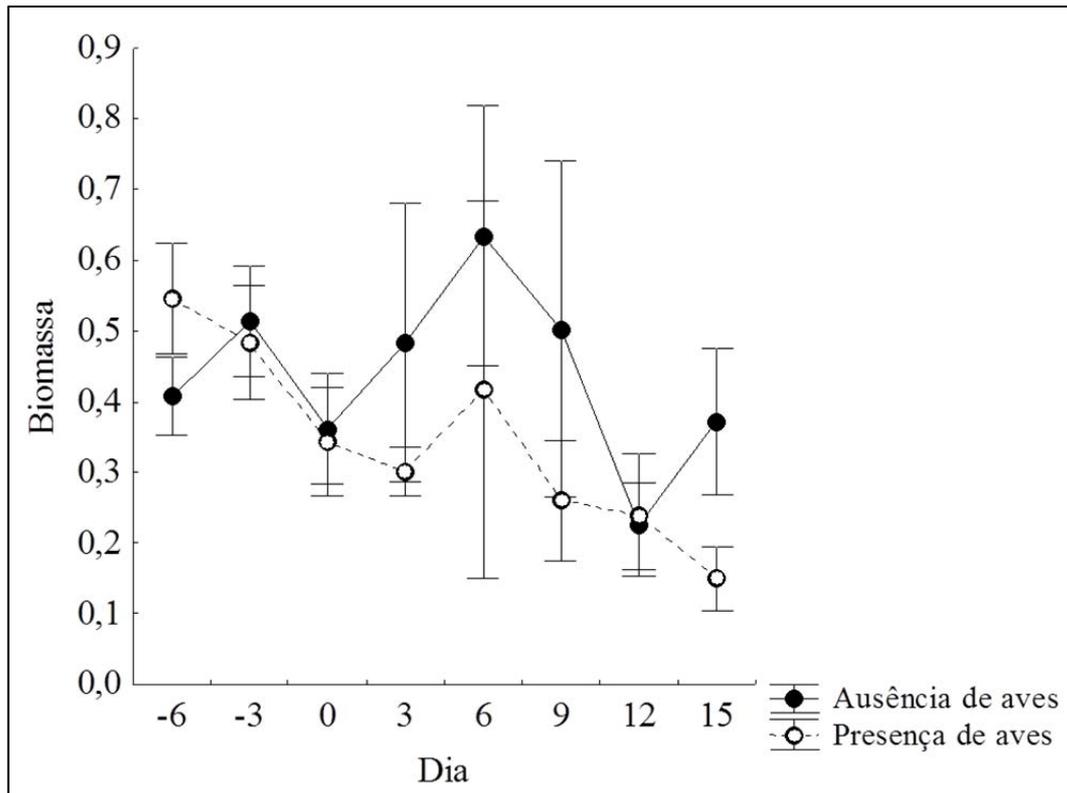


Figura 12 – Valores médios (\pm erro padrão) de biomassa (gramas de peso seco livre de cinzas/m²) para o total de invertebrados, em zonas de presença ou ausência de aves, ao longo da experiência, por dias de amostragem. Dados transformados (log +1). (Lista de invertebrados: Anexo II.)

Relativamente à Classe Bivalvia (Fig. 13), no dia da drenagem (dia 0) não foram observadas diferenças significativas entre locais de presença e ausência de aves ($F_{1, 10} = 2,462$, $p = 0,148$). O mesmo ocorreu para o último dia do estudo ($F_{1, 10} = 0,286$, $p = 0,604$).

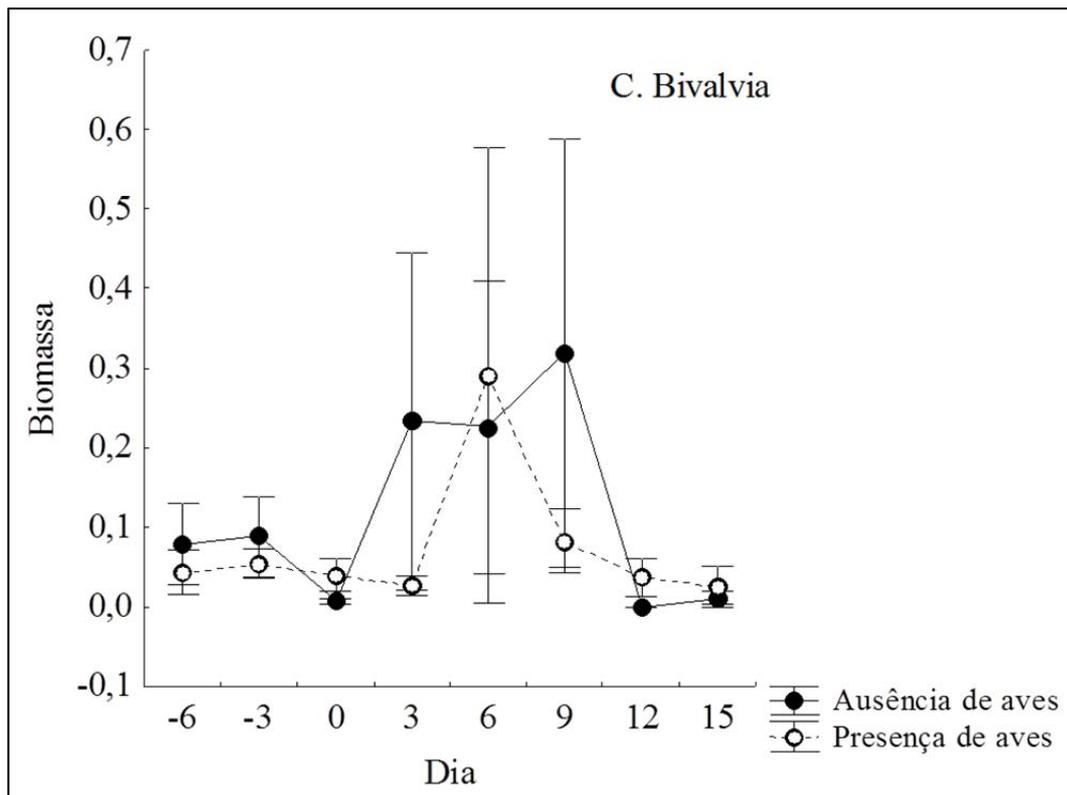


Figura 13 - Valores médios (\pm erro padrão) de biomassa (gramas de peso seco livre de cinzas/m²) de invertebrados da classe Bivalvia, em zonas de presença ou ausência de aves, ao longo da experiência, por dias de amostragem. Dados transformados (log +1).

Na análise individual à família de Chironomidae, no dia da drenagem do tanque (dia 0), não se observaram diferenças significativas entre os locais de presença e ausência de aves ($F_{1, 10} = 0,061$, $p = 0,810$). Após a drenagem verificou-se uma tendência de redução na biomassa, ao longo do estudo na presença de aves. Por outro lado, na ausência de aves, esta tendência não é tão evidente (Fig. 14). Constatou-se através da análise estatística que não existem diferenças significativas na biomassa de invertebrados no último dia de amostragem, entre locais com e sem aves ($F_{1, 10} = 2,387$, $p = 0,153$).

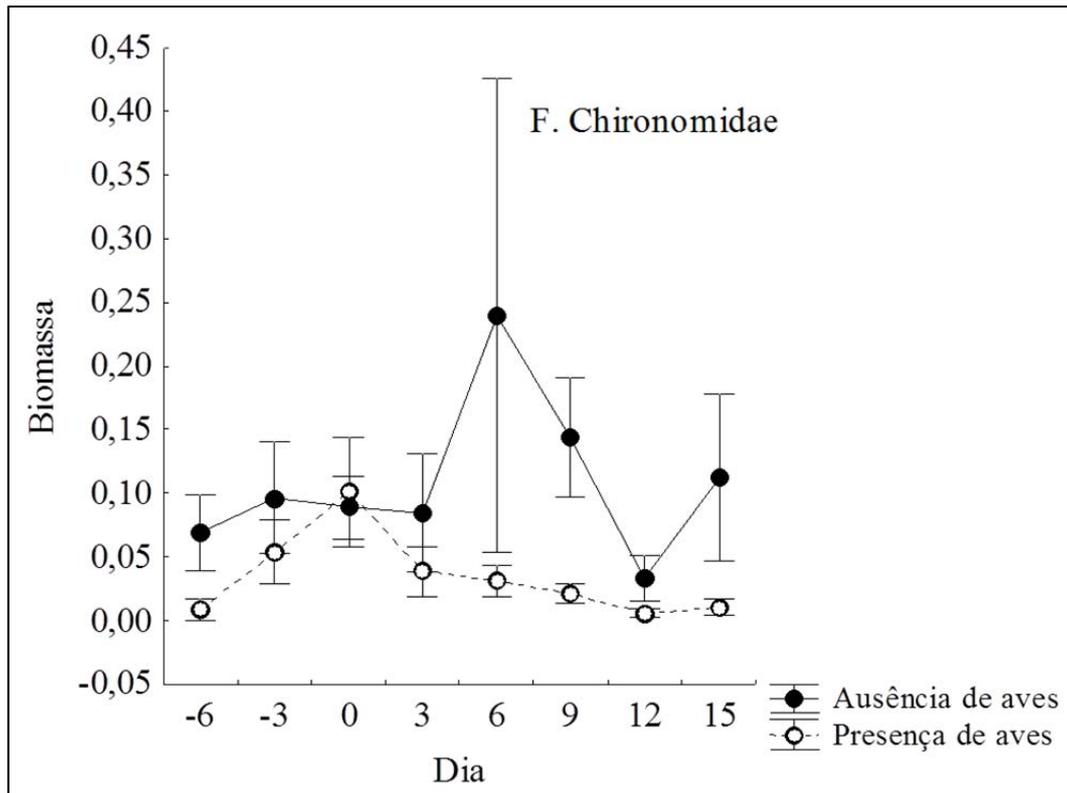


Figura 14 - Valores médios (\pm erro padrão) de biomassa (gramas de peso seco livre de cinzas/m²) de invertebrados da família Chironomidae, em zonas de presença ou ausência de aves, ao longo da experiência, por dias de amostragem. Dados transformados ($\log +1$).

Na figura 15, relativa à biomassa da espécie *Capitella capitata*, verifica-se uma diminuição da biomassa para presença e ausência de aves, sendo que de um modo geral, os valores de biomassa na presença de aves apresentam-se quase sempre inferiores aos observados na ausência de aves, a partir do dia de drenagem. Estatisticamente a diferença na biomassa dos indivíduos da espécie *C. capiata*, diferiu entre locais com e sem aves, quer no dia 0 da experiência ($F_{1,10} = 0,134$, $p = 0,722$), quer no dia 15 ($F_{1,10} = 0,197$, $p = 0,666$).

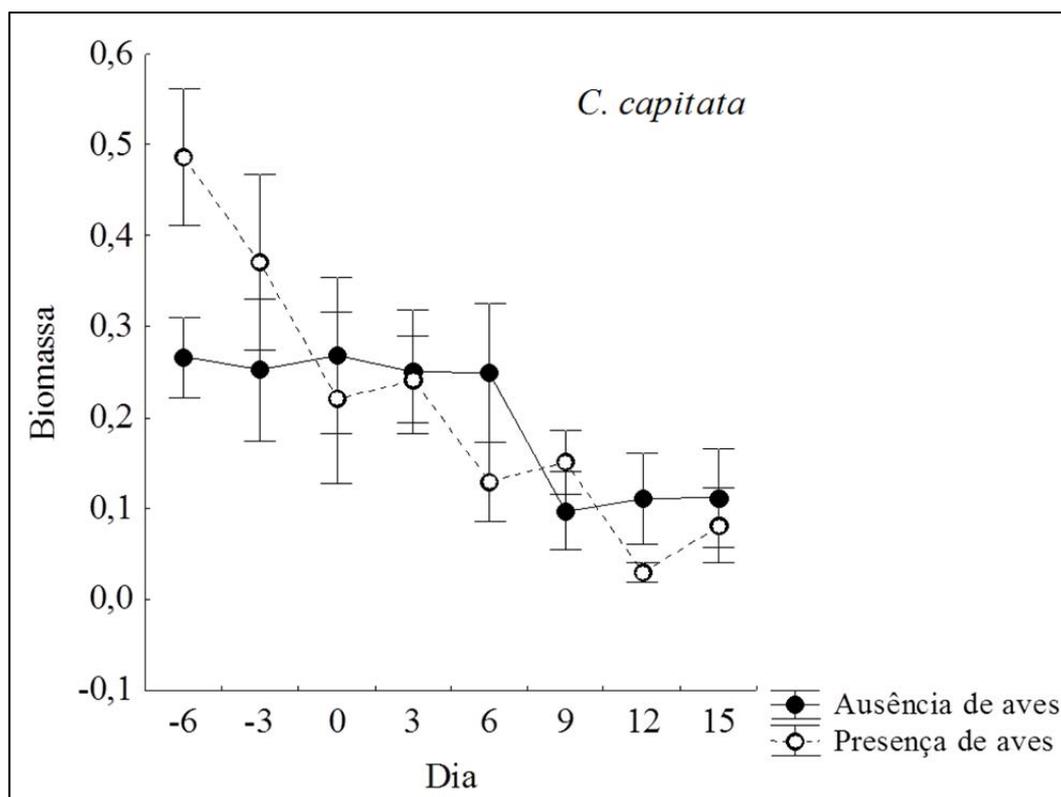


Figura 15 - Valores médios (\pm erro padrão) de biomassa (gramas de peso seco livre de cinzas/m²) de invertebrados da espécie *Capitella capitata*, em zonas de presença ou ausência de aves, ao longo da experiência, por dias de amostragem. Dados transformados (log +1).

3.4 Comportamento alimentar

3.4.1 Esforço de procura

Foi contabilizado o número de passos, como indicativo do esforço de procura, para o Pilrito-comum e Borrelho-grande-de-coleira.

Verifica-se, no que diz respeito ao Pilrito-comum, um aumento progressivo na quantidade de passos nos três primeiros períodos, ou seja até ao dia 12, sendo que no intervalo do 8º ao 11º dia, foi atingido o número máximo de cerca de 150 passadas/min., observando-se um ligeiro decréscimo no último intervalo (Fig. 16). Foram detetadas

diferenças significativas no número de passos entre os períodos ($F_{3, 50} = 9,448$, $p < 0,001$; Tab. 2), sendo estas diferenças entre o primeiro intervalo e os dois últimos.

O número de passos, para o Borrelho-grande-de-coleira, vai gradualmente aumentando, ao longo do estudo, tendo como ponto máximo um valor próximo das 150 passadas, nos últimos dias (Fig. 17), registando-se portanto diferenças significativas entre os períodos de tempo ($F_{3, 58} = 4,769$, $p = 0,005$; Tab. 2), ocorrendo estas diferenças entre o primeiro e o último intervalo de tempo.

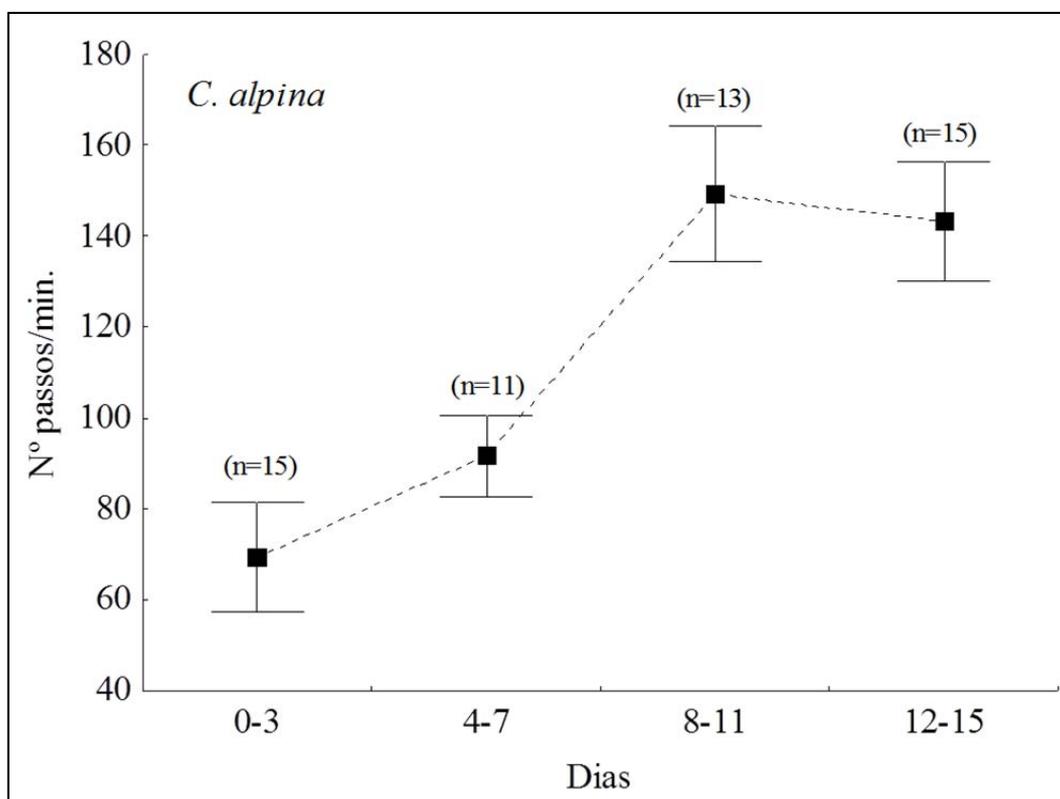


Figura 16 – Número médio de passos/min. (\pm erro padrão) de Pilrito-comum no tanque da salina durante o período de estudo, neste caso organizado em intervalos de 4 dias. O valor de n, apresentado por cima das barras de erro, corresponde ao número total de aves analisadas, para cada intervalo de tempo.

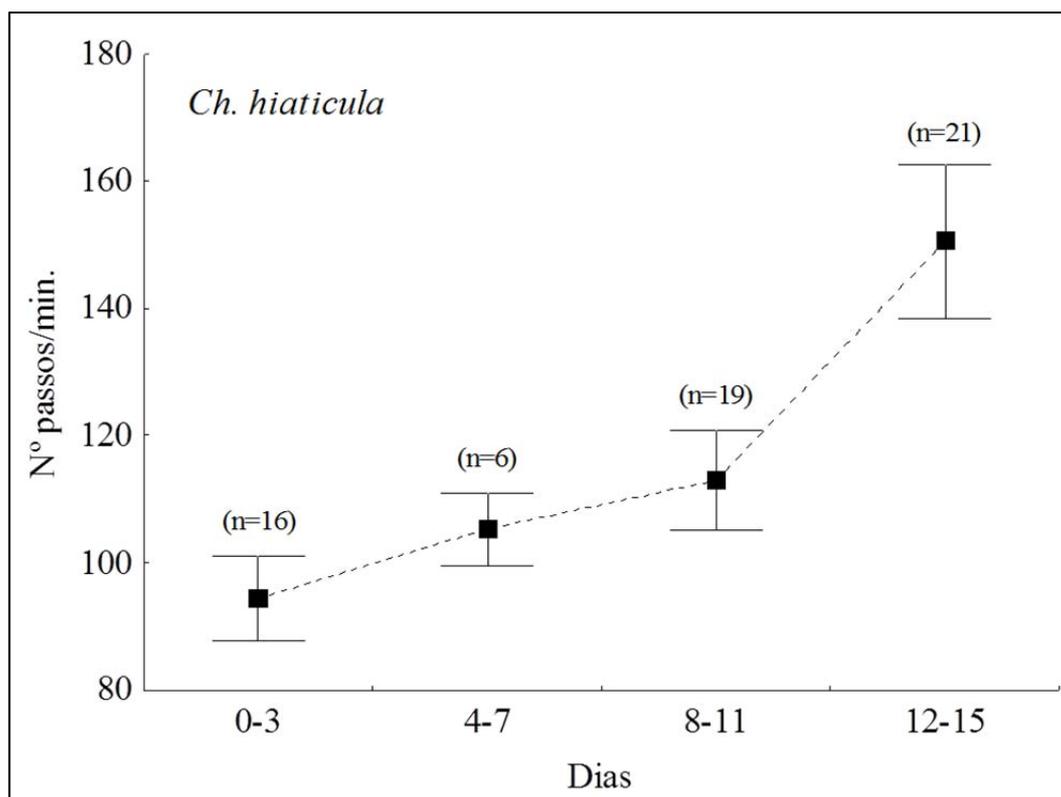


Figura 17 - Número médio de passos/min. (\pm erro padrão) de Borrelho-grande-de-coleira no tanque da salina durante o período de estudo, neste caso organizado em intervalos de 4 dias. O valor de n, apresentado por cima das barras de erro, corresponde ao número total de aves analisadas, para cada intervalo de tempo.

3.4.2 Número e tipo de bicadas

Na análise do número de bicadas, para o Pilrito-comum, é visível um pequeno aumento destas ao longo do tempo, até ao intervalo do 8º ao 11º dia, nos últimos 4 dias o número de bicadas manteve-se praticamente constante (Fig. 18). Estatisticamente as diferenças no número de bicadas observadas nos 4 períodos de tempo foram significativas ($F_{3, 50} = 0,973$, $p = 0,413$; Tab. 2). O tipo de bicada superficial torna-se especialmente relevante, a partir de meio da experiência, quando o seu número supera largamente os outros tipos de bicada. Para a bicada média apresentam-se em geral valores não muito elevados, sendo relativamente constantes, enquanto que as bicadas profundas apesar de possuírem maiores valores na primeira parte da experiência quando

comparadas com outras, apresentam uma diminuição a partir do 8º dia (Fig. 19). Neste caso, com uma ANOVA de duas vias obteve-se uma interação significativa entre o tipo de bicada e os períodos de tempo ($F_{6, 150} = 9,529$, $p < 0,001$; Tab. 2), sendo verificadas diferenças entre o número de bicadas superficiais e médias.

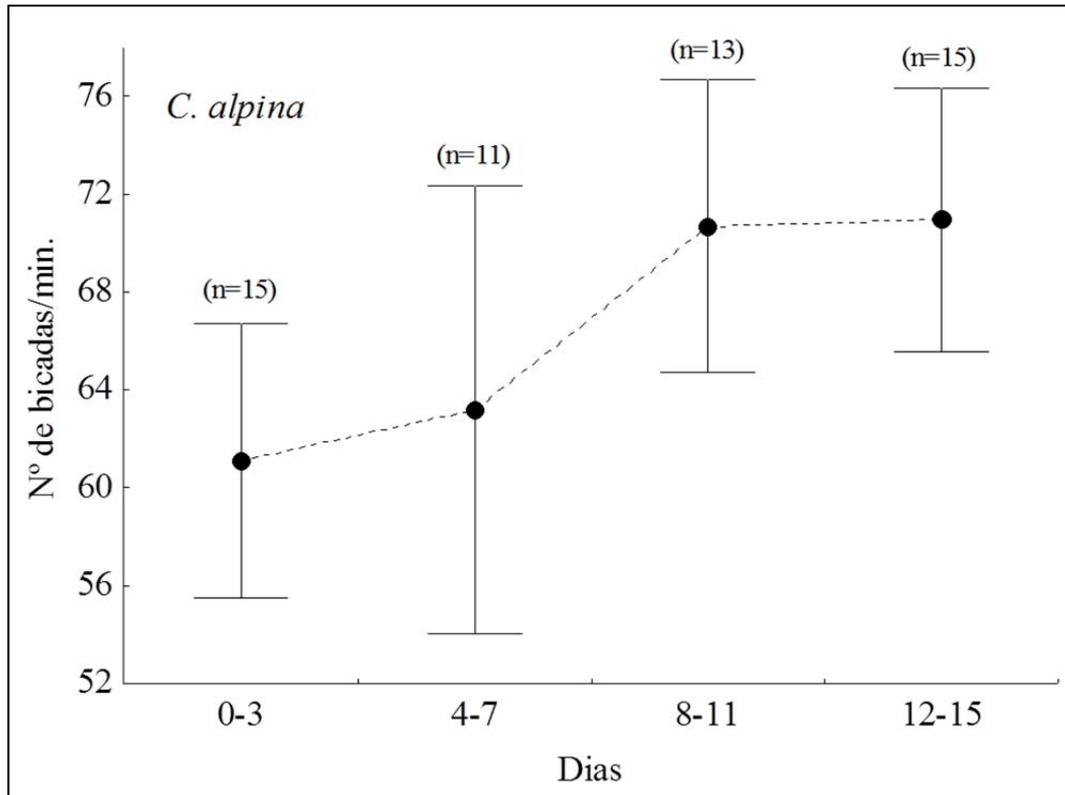


Figura 18 - Número médio de bicadas/min. (\pm erro padrão) de Pilrito-comum no tanque da salina durante o período de estudo, neste caso organizado em intervalos de 4 dias. O valor de n, apresentado por cima das barras de erro, corresponde ao número total de aves analisadas, para cada intervalo de tempo.

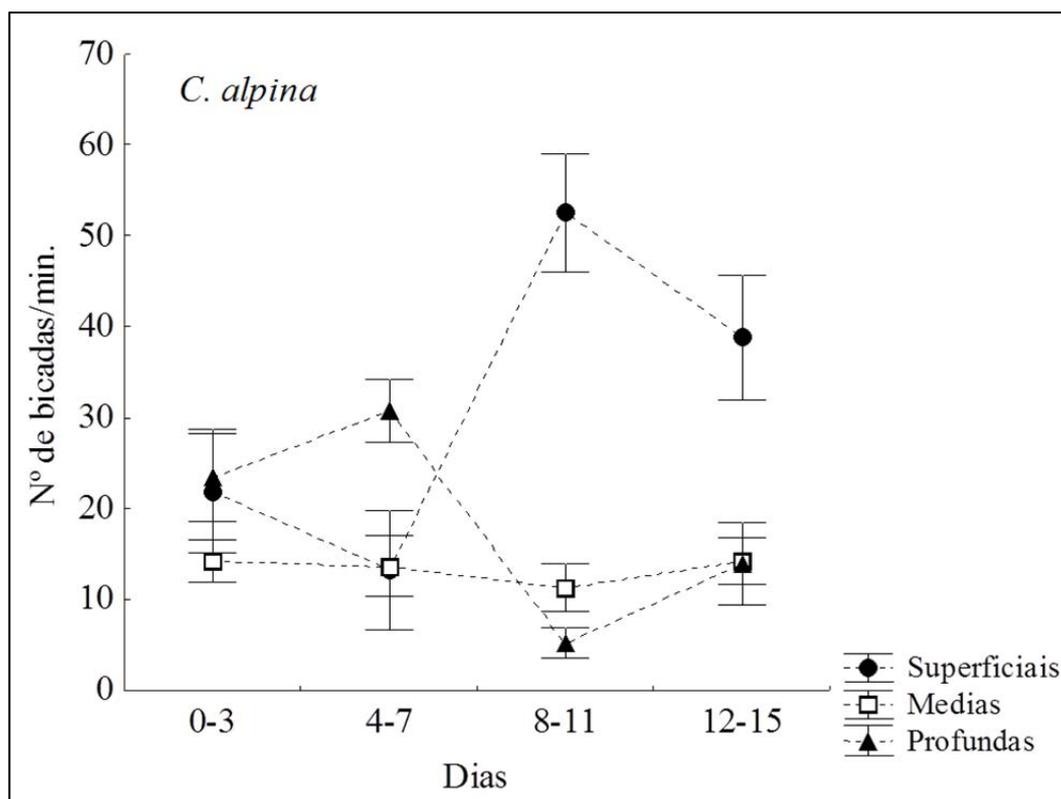


Figura 19 - Número médio de bicadas/min. (\pm erro padrão) de Pilrito-comum no tanque da salina durante o período de estudo, em intervalos de 4 dias. Relativamente ao valor de n, que corresponde ao número total de aves analisadas, está representado na fig. 18, para cada intervalo de tempo.

Relativamente ao Borrelho-grande-de-coleira, e embora exista um aumento na quantidade de bicadas entre os dois primeiros intervalos de tempo, no restante tempo da experiência, registou-se uma diminuição (Fig. 20). Tal como indica a ANOVA de uma via, as diferenças no número de bicadas entre os períodos de tempo são significativas ($F_{3, 58} = 3,780$, $p = 0,015$; Tab. 2), verificadas entre o primeiro e o último intervalo. Quanto às bicadas superficiais, estas apresentam os valores mais elevados durante todo o período de estudo para esta espécie, notando-se um ligeiro aumento até ao dia 11, e verificando-se uma diminuição entre os dois últimos períodos. As bicadas médias e profundas rodam valores médios quase sempre inferiores a 5, sendo mais ou menos constantes ao longo do tempo (Fig. 21). Segundo os resultados estatísticos há uma interação significativa entre os diferentes tipos de bicada e o período de tempo, ($F_{6, 174} =$

3,889, $p = 0,001$; Tab. 2), verificando-se que o número de bicadas superficiais difere do número de bicadas médias e profundas.

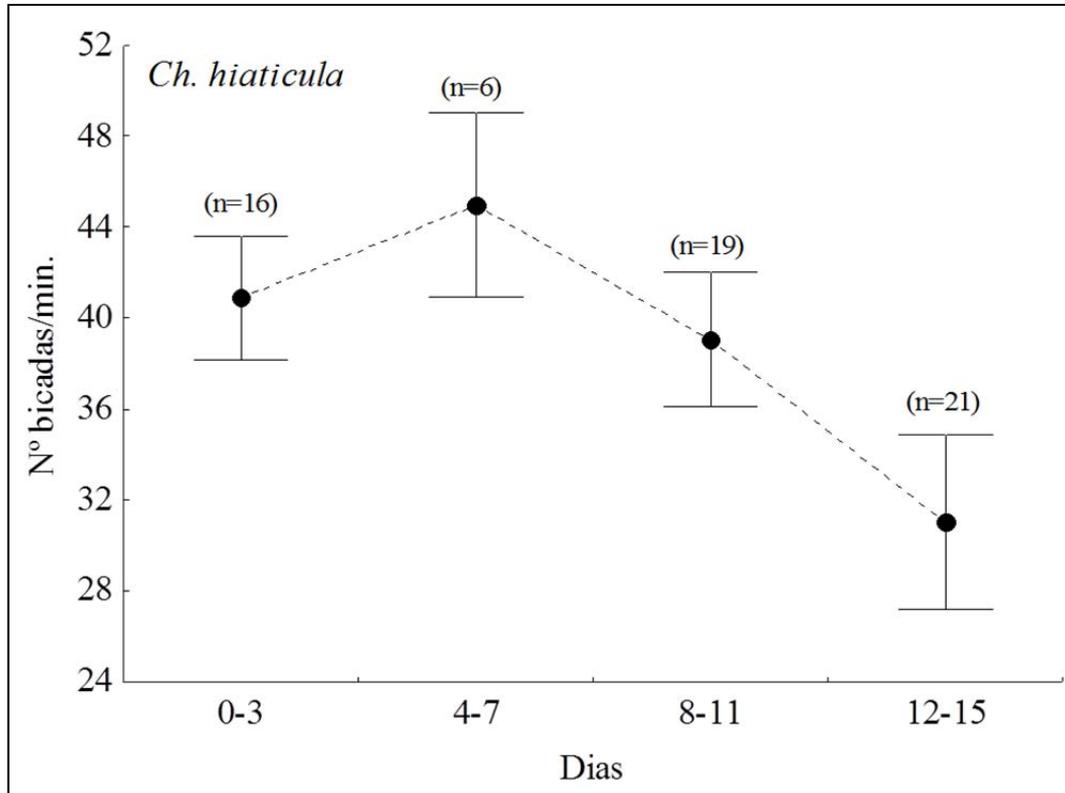


Figura 20 - Número médio de bicadas/min. (\pm erro padrão) de Borrelho-grande-de-coleira no tanque da salina durante o período de estudo, neste caso organizado em intervalos de 4 dias. O valor de n, apresentado por cima das barras de erro, corresponde ao número total de aves analisadas, para cada intervalo de tempo.

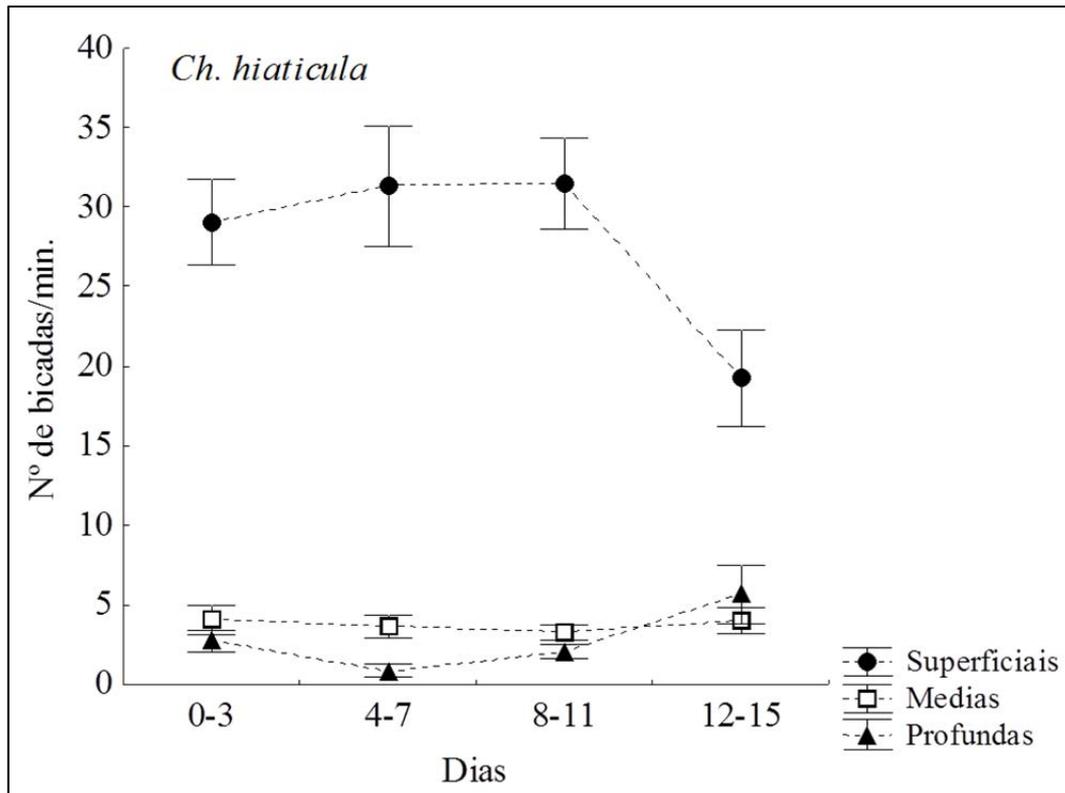


Figura 21 - Número médio de bicadas/min. (\pm erro padrão) de Borrelho-grande-de-coleira no tanque da salina durante o período de estudo, neste caso organizado em intervalos de 4 dias. Relativamente ao valor de n, que corresponde ao número total de aves analisadas, está representado no gráfico anterior, para cada intervalo de tempo.

3.4.3 Sucesso alimentar das aves

Foi calculado o sucesso alimentar para as espécies em foco, através do número de deglutições observadas por número total de bicadas.

A figura 22 apresenta o gráfico referente ao sucesso do Pilrito-comum, sendo que o intervalo de dias em que existe maior sucesso é o segundo. Após este período de tempo, o sucesso vai diminuindo ao longo da experiência. As diferenças encontradas no sucesso alimentar entre os 4 períodos de tempo não foram significativas ($F_{3, 50} = 1,871$, $p = 0,147$; Tab. 2). O sucesso no Borrelho-grande-de-coleira apresenta um acentuado aumento entre os dois primeiros intervalos, verificando-se posteriormente uma redução dos valores do mesmo (Fig. 23). Foi possível constatar, através da ANOVA que são

significativas as diferenças no sucesso alimentar entre os períodos de tempo ($F_{3, 58} = 4,637$ $p = 0,006$; Tab. 2), sendo estas entre o primeiro intervalo de tempo e todos os outros.

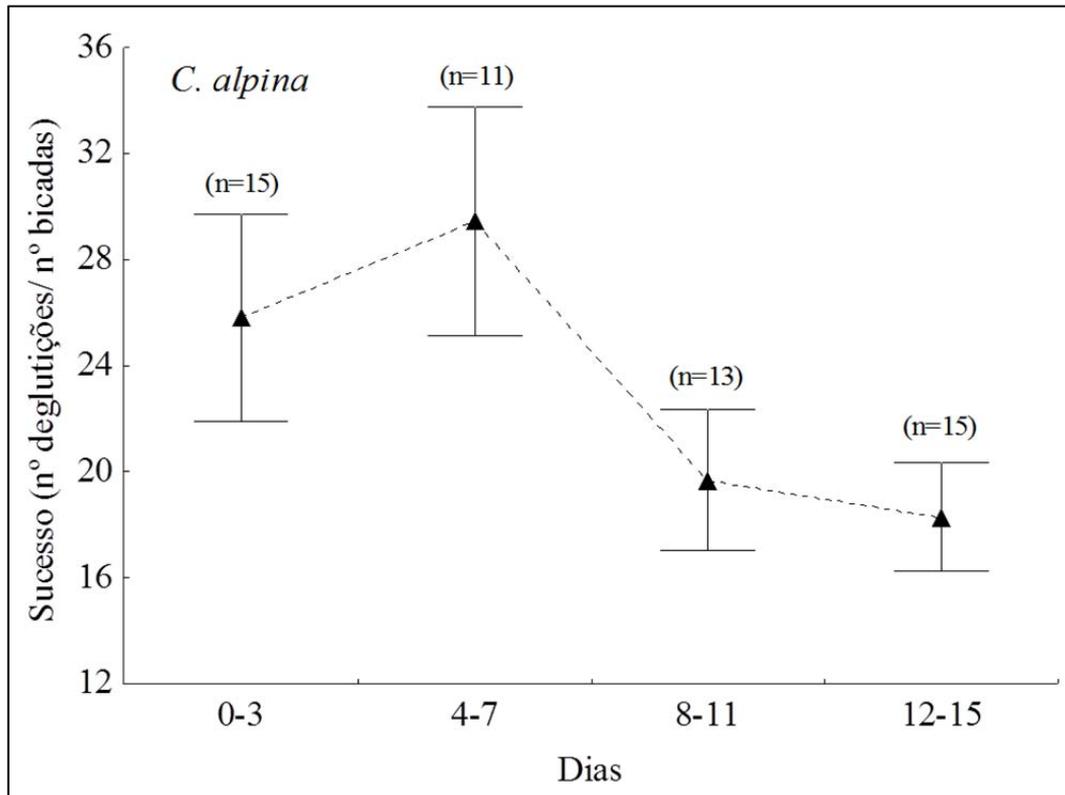


Figura 22 - Valor médio do sucesso (\pm erro padrão), obtido através do número de deglutições por número total de bicadas para a espécie Pilrito-comum, no tanque da salina durante o período de estudo (organizado em intervalos de 4 dias). O valor de n, apresentado por cima das barras de erro, corresponde ao número total de aves analisadas, para cada intervalo de tempo.

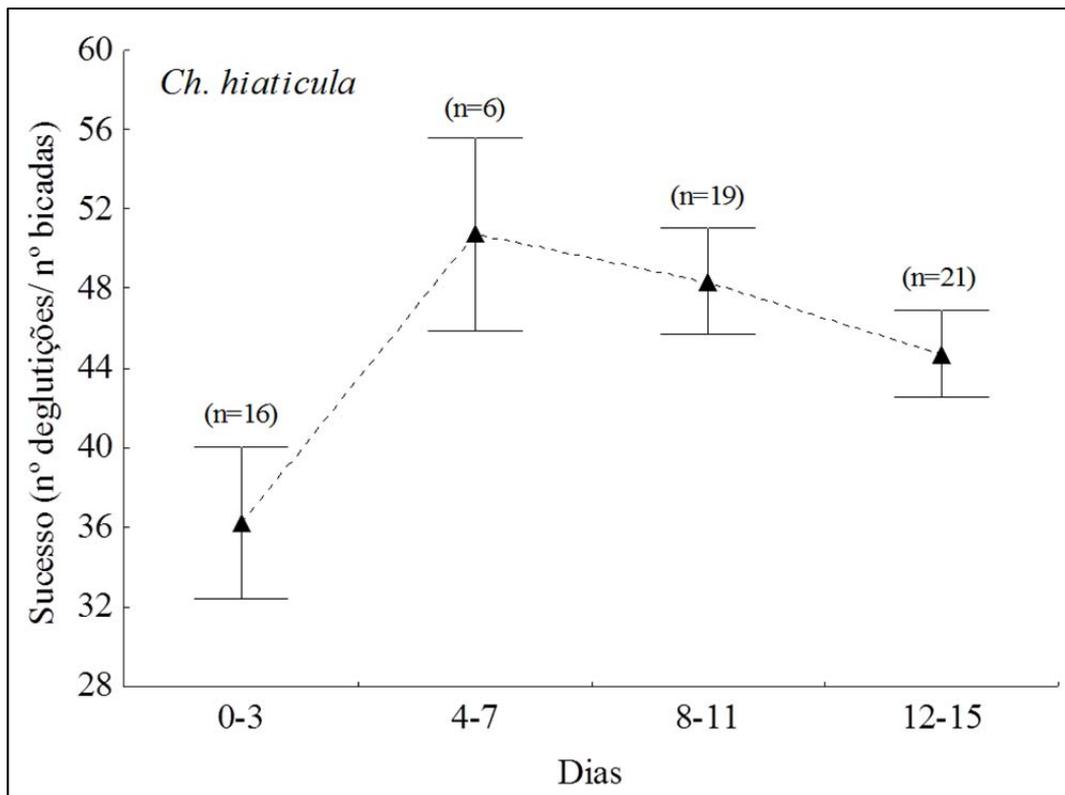


Figura 23 - Valor médio do sucesso (\pm erro padrão), obtido através do número de deglutições por número total de bicadas para a espécie Borrelho-grande-de-coleira no tanque da salina durante o período de estudo (organizado em intervalos de 4 dias). O valor de n, apresentado por cima das barras de erro, corresponde ao número total de aves analisadas, para cada intervalo de tempo.

Tabela II – Comportamento alimentar de Pilrito-comum e Borrelhos-grande-de-coleira, em diferentes intervalos de tempo (ANOVA, $P < 0,05$). As diferenças significativas estão assinaladas através de *, e as diferenças não significativas são indicadas com (n.s.).

Taxas	Espécie	Intervalos de tempo (dias)								ANOVA
		0-3		4-7		8-11		12-15		
		Média	Erro	Média	Erro	Média	Erro	Média	Erro	
Passos	<i>C. alpina</i>	69,48	11,93	91,71	8,92	149,28	14,79	143,17	13,19	$F_{3,50}=9,448$ $P<0,001^*$
	<i>Ch. hiaticula</i>	94,51	6,60	105,30	5,60	112,98	7,82	150,53	12,05	$F_{3,58}=4,769$ $p=0,005^*$
Bicadas totais	<i>C. alpina</i>	61,08	5,63	63,17	9,14	70,68	5,98	70,94	5,38	$F_{3,50}=0,973$ $p=0,413$ (n.s.)
	<i>Ch. hiaticula</i>	40,89	2,72	44,93	4,05	39,05	2,97	31,01	3,85	$F_{3,58}=3,780$ $p=0,015^*$
Bicadas (tipo)	<i>Sup</i>	21,87	6,81	13,27	6,6	52,54	6,48	38,8	6,91	$F_{6,150}=9,529$ $p<0,001^*$
	<i>Med</i>	14,27	2,34	13,64	3,37	11,31	2,57	14,27	2,5	
	<i>Prof</i>	23,4	4,78	30,73	3,47	5,23	1,65	13,93	4,52	
	<i>Sup</i>	29,06	2,67	31,33	3,77	31,47	2,83	19,24	3,04	$F_{6,174}=3,889$ $p=0,001^*$
	<i>Med</i>	4,06	0,95	3,67	0,71	3,26	0,51	4	0,81	
	<i>Prof</i>	2,75	0,68	0,83	0,4	2,05	0,46	5,67	1,82	
Sucesso	<i>C. alpina</i>	25,79	3,91	29,43	4,32	19,67	2,62	18,27	2,06	$F_{3,50}=1,871$ $p=0,147$ (n.s.)
	<i>Ch. hiaticula</i>	36,23	3,83	50,76	4,84	48,33	2,67	44,70	2,19	$F_{3,58}=4,637$ $p=0,006^*$

4. Discussão

4.1 Influência dos níveis de água nas aves limícolas

De um modo geral verificou-se a presença quer de aves limícolas quer de outras espécies de aves aquáticas no tanque, após o início da drenagem. A descida do nível de água para valores próximos de 15 cm, permitiu a sua utilização pelas aves para alimentação e repouso.

Como já mencionado em estudos anteriores (Morgado *et al.*, 2009), as salinas devido ao facto de não sofrerem a influência das marés, de deterem elevada disponibilidade de alimento e proporcionarem zonas de abrigo em caso de condições atmosféricas adversas, fazem com que sejam utilizadas pelas aves essencialmente durante a preia-mar. No entanto, neste estudo foram também observadas limícolas não só a descansar mas sobretudo a alimentar-se na baixa-mar em números consideráveis. A quantidade de aves limícolas presentes em alimentação aumentou, nos dias seguintes à drenagem do tanque, atingindo valores elevados em ambos os períodos de marés e no final do período de estudo, com os níveis de água já próximos do valor zero, as aves abandonaram o local.

Relativamente a outras espécies de aves aquáticas, observaram-se em geral em números reduzidos no tanque, em períodos de baixa-mar. Por outro lado na preia-mar, contabilizou-se um elevado número destas espécies, essencialmente para atividade de repouso. Os indivíduos foram desaparecendo no final do período de estudo, sendo o seu número sempre reduzido em atividades de alimentação.

Durante o estudo surgiram diferentes espécies de aves no tanque, tais como o Guincho-comum estando presentes ou não conforme o nível de água. O estudo efetuado

sobre gestão de zonas húmidas, por Ma *et al.* (2010), refere que a acessibilidade dos habitats de alimentação para aves aquáticas é determinada diretamente pela profundidade da água, devido a possíveis limitações morfológicas, como o comprimento dos tarsos, ou pescoço ou mesmo pelo tipo de comportamento alimentar. Espécies de maior porte, com pernas, pescoços e bicos mais longos podem alimentar-se em habitats mais profundos do que indivíduos de menor tamanho. Segundo Ma *et al.*, (2010), pequenas aves limícolas, alimentam-se em águas com níveis inferiores a 5 cm, enquanto que as limícolas de maior porte preferem alimentar-se em locais com águas até 15 cm de profundidade. Os resultados obtidos através da experiência foram de encontro a esta ideia, pois indivíduos de Perna-longa (*Himantopus himantopus*), Maçarico-de-bico-direito (*Limosa limosa*) e Perna-vermelha-comum (*Tringa totanus*), sendo de maior porte, aparecem em primeiro lugar no tanque, com os níveis de água entre 5 a 15 cm. Como os níveis de água, foram rapidamente diminuindo, para valores entre os 0 e 5 cm, entre os dias 3 e 6 do estudo, após este período os indivíduos de Perna-longa e Maçarico-de-bico-direito começaram a abandonar o local, ocorrendo apenas pontualmente em dias posteriores no tanque. O Perna-vermelha-comum, sendo destas três espécies, o que apareceu em maior quantidade, acabou também por deixar o local após o dia 8 da experiência já com níveis bastante próximos de 0, ocorrendo em dias posteriores também apenas pontualmente. Segundo Masero (2000), esta espécie juntamente com o Pilrito-comum têm grande preferência por se alimentar em salinas durante os períodos migratórios, com mais de 50% das suas populações totais em ambos os períodos de maré a alimentar-se neste habitat.

Tal como previsto as espécies de limícolas de menor porte, representadas neste estudo pelo Pilrito-comum (*Calidris alpina*) e Borrelho-grande-de-coleira (*Charadrius hiaticula*), apresentam um comportamento distinto das espécies anteriormente já

referidas, como era esperado. Estas espécies não se observaram no tanque nos primeiros dias após a drenagem do tanque, em que os elevados níveis de água não permitiam o seu acesso. A partir do dia 2 e 3 do período experimental, em que os níveis de água se encontraram entre 0 e 5 cm, estas espécies estiveram presentes em grande quantidade no tanque. Após o dia 10, com o tanque em geral mais seco, os indivíduos destas duas espécies começaram a observar-se em menor número, o que nos permitiu verificar nos dias finais do estudo um abandono do local por parte destes indivíduos, possivelmente devido à falta de alimento (consequente da falta de água e do consumo dos invertebrados pelas aves). O Pilrito-comum deixou por completo o tanque no dia 15, o último dia da experiência. Relativamente ao Borrelho-grande-de-coleira são observados indivíduos no último dia, em número não relevante, mas que é possível justificar devido a um pequeno aumento de água no tanque causado por alguma chuva que se fez sentir no local nos dois últimos dias da experiência. Para termos de comparação, registou-se a presença de indivíduos da espécie Guincho-comum em alimentação, sendo esta, uma ave não limícola, que esteve presente no local de estudo em números consideráveis, e que tem como parte da sua dieta alimentar invertebrados, podendo assim ter impacto sobre algumas espécies destes (Moreira, 1995). No geral, as aves usaram este local para alimentação cerca de 2 semanas.

4.2 Disponibilidade de presas

De um modo geral, na presença de aves a biomassa de invertebrados diminuiu ao longo do período de estudo, como era esperado. Nos locais vedados, os valores de biomassa registados foram quase sempre superiores aos obtidos na presença de aves, em

iguais períodos de tempo. Sendo as aves consumidoras de invertebrados, a redução da biomassa destes, está intimamente relacionada com o seu consumo por parte das aves.

Bivalves, como *Scrobicularia plana* e *Abra* sp., são das espécies mais consumidas pelo Pilrito-comum (Santos *et al.*, 2005), sendo por isso alvo de análise. Os resultados obtidos não mostraram a tendência esperada, que seria uma redução da biomassa ao longo do período de estudo, ao contrário, apresentam uma grande variação durante o decorrer da experiência. Uma das razões que poderá explicar este comportamento é o facto de nesta classe existirem espécies de tamanhos bastante variáveis, contribuindo de diferente forma para os valores de biomassa.

Segundo o estudo baseado na dieta alimentar de limícolas em salinas no estuário do Mondego (Pedro e Ramos, 2009), este habitat é de grande importância em termos de recursos alimentares para o Pilrito-comum e Borrelho-grande-de-coleira, especialmente ao nível das larvas de insetos (*Chironomus* spp.), existindo estas em abundância nas salinas no Sul da Europa. Sánchez *et al.* (2006) referem que existe uma forte relação entre a densidade de larvas de *Chironomus* spp. e o número de aves em alimentação, sugerindo que estas escolhem alimentar-se em salinas e tanques com maior disponibilidade das presas. A experiência efetuada no tanque das salinas do Samouco comprova a redução da Família Chironomidae no tanque na presença de limícolas ao longo do decorrer da experiência.

Poliquetas, como a espécie *Capitella capitata* são também comuns em salinas (Múrias *et al.*, 2002), e tal como em indivíduos da Família Chironomidae verificou-se uma tendência geral para a sua diminuição nos locais sujeitos à predação pelas aves, o que sugere que fazem parte da sua dieta alimentar.

O Pilrito-comum e Borrelho-grande-de-coleira foram das espécies que surgiram com maior abundância no tanque, e segundo Masero e Pérez-Hurtado, (2001) as

pequenas aves limícolas têm como preferência este habitat, durante o período de maré alta ao longo de toda a costa da Península Ibérica. A possível explicação é que ocorrendo estas espécies em elevado número, podem ter contribuído de forma relevante na redução da biomassa destes invertebrados. Não só limícolas de pequeno porte se alimentam deste invertebrado, espécies como o Perna-vermelha-comum, podem também ter contribuído para o seu consumo (Pérez-Hurtado *et al.*, 1997; Cramp e Simmons, 1983).

4.3 Comportamento alimentar

4.3.1 Esforço de procura

Tanto para o Pilrito-comum como para o Borrelho-grande-de-coleira, de modo geral o número de passos aumentou significativamente com decorrer da experiência. A progressiva diminuição da quantidade de alimento disponível para as aves, ao longo do tempo, poderá ter contribuído para um maior esforço por parte destas na procura de presas.

Como van de Kam *et al.* (2004) referem, as aves para se alimentarem, têm de tomar ‘decisões’ a cada passo e bicada. Primeiro, porque são seletivas quer no tipo de presa, quer no seu tamanho, e depois por outros fatores a ter em conta, como o tempo de manusear a presa até esta ser deglutida, afim de otimizar a forma como se alimentam (Zwarts e Wanink, 1993). A procura de alimento pode ser feita de duas formas: sensorial (contacto com a presa usando o bico) ou visual. O Pilrito-comum procura a presa de forma sensorial, e o Borrelho-Grande-de-coleira, fá-lo através da visão. Quanto ao Pilrito-comum, é de notar uma ligeira diminuição no número de passos na procura de

alimento no último intervalo de tempo, provavelmente devido ao facto de que para esta espécie não se torna viável o esforço que tem na procura de presas relativamente ao que efetivamente encontra e lhe serve de alimento. No caso do Borrelho-grande-de-coleira embora aumente o esforço de procura, este não ‘gasta’ tempo nem energia em bicadas, se não observar a presa.

4.3.2 Número e tipo de bicadas

O número de bicadas aumentou significativamente com o passar do tempo no caso do Pilrito-comum, principalmente até à primeira metade da experiência, mantendo-se constante no final, isto porque provavelmente o ganho em alimento não compensava o esforço despendido em bicadas.

Num estudo efetuado por Santos *et al.*, (2005) a esta espécie, no estuário do Mondego, verificou-se que a quantidade de bicadas profundas aumentou em zonas em que o tipo de solo é mais húmido, lamacento. Os resultados obtidos no presente estudo, estão de acordo com o esperado, mostrando que quando o solo se apresenta menos húmido, e por isso mais seco e compacto no tanque como aconteceu nos últimos dias da experiência, as bicadas profundas diminuem e o número de bicadas em superfície aumenta significativamente.

Quanto ao Borrelho-grande-de-coleira, existe uma progressiva diminuição do número de bicadas a partir do meio da experiência. Tendo em conta que esta espécie bica quando vê presas, e não usa o bico para encontrar presas escondidas no sedimento (van de Kam *et al.*, 2004), havendo uma redução da quantidade de invertebrados no tanque, estas aves deixam de ver o alimento, e por isso diminui a quantidade de bicadas.

Em geral, durante todo o período de estudo para esta espécie, a maioria das bicadas foi superficial. O Borrelho-grande-de-coleira seleciona as presas que vê e alimenta-se quando estas surgem à superfície. No entanto no final do estudo, verifica-se um ligeiro aumento das bicadas profundas, pois é possível que a ave arrisque mais na sua busca por alimento.

4.3.3 Sucesso

O sucesso obtido teve por base a relação entre o número de bicadas e o número de deglutições efetuadas. Para ambas as espécies nos primeiros 4 a 7 dias, verificou-se um aumento do sucesso alimentar, com a diminuição rápida dos níveis de água, o alimento ficou acessível a estas espécies a partir dos primeiros dias após a drenagem. No caso do Borrelho-grande-de-coleira, o aumento inicial foi significativo, devido à melhor visualização do alimento disponível. Depois deste período de tempo, as espécies foram sendo, cada vez menos bem-sucedidas. A diminuição do sucesso para o Pilrito-comum aconteceu mais rapidamente, quando o solo ficou menos húmido, para valores próximos de 0 de profundidade da água. Segundo Santos *et al.*, (2005), as características do solo parecem limitar a exploração das presas.

4.4 Considerações Finais

Deve ter-se em conta, que a experiência foi levada a cabo num tanque com solo natural, e por isso irregular, de notar que o nível da água pode ter sofrido pequenas variações consoante a distribuição das aves no tanque.

Nos dois últimos dias do estudo, houve a ocorrência de chuva, o que contribuiu de certo modo para um pequeno aumento do nível da água, justificando pequenas modificações nas tendências dos resultados finais.

O nível da água determina o tipo de espécies de aves que se podem encontrar no tanque. Cada espécie está melhor adaptada a uma profundidade específica. As limícolas, em geral, alimentam-se e mantêm-se no local até que os níveis de água sejam satisfatórios de acordo com o seu padrão de alimentação e estrutura morfológica. Estas abandonam o local quando há escassez de presas, devido à predação, ou quando estas lhes deixam de estar acessíveis. De forma a evitar a dissecação, os invertebrados podem deslocar-se para níveis mais profundos de substrato, impossibilitando assim a sua captura (Nebel e Thompson, 2005).

Para gerir o local, e possibilitar o seu acesso às diferentes espécies de limícolas, devem ter-se disponíveis tanques com diferentes níveis de água. Será mais útil para limícolas maiores como Perna-longa, Maçarico-de-bico-direito e Perna-vermelha-comum, manter tanques com profundidade até 15 cm, e para aves de menor porte, como o Pilrito-comum e Borrelho-grande-de-coleira manter níveis de água inferiores a 5 cm, assim as aves podem seleccionar o habitat que melhor as satisfaz ao nível da alimentação, e lhes possa estar acessível quer na preia quer na baixa-mar.

Futuros estudos podem ser considerados, ao nível da alimentação de limícolas em zonas de salinas, nas épocas de migração. Nomeadamente, investigação que permita perceber, qual a contribuição de determinados tipos de presas (populações bênticas) na dieta alimentar de limícolas migradoras e perceber se as aves esgotam todo o alimento ou se os invertebrados migram para zonas do solo mais profundas, ficando apenas inacessíveis às aves. Deste modo, haverá um melhor entendimento do comportamento

alimentar de espécies específicas de limícolas, o que poderá contribuir para monitorizar e otimizar estes habitats para conservação destas espécies.

Este estudo demonstrou a importância das salinas ao nível da alimentação para limícolas, bem como vem reforçar a ideia de que a gestão de níveis de água e a manutenção deste habitat pode em muito ajudar a proporcionar zonas alternativas durante a migração.

5. Referências Bibliográficas

- Cramp S., Simmons K. 1983. *The birds of the Western Palearctic*, Vol. III, Waders to gulls. Oxford: Oxford University Press.
- Dias, M. P., Peste, F., Granadeiro, J. P., & Palmeirim, J. M. (2008). Does traditional shellfishing affect foraging by waders? The case of the Tagus estuary (Portugal). *Acta oecologica*, 33(2), 188-196.
- Dias, M. P., Granadeiro, J. P., & Palmeirim, J. M. 2009. Searching behaviour of foraging waders: does feeding success influence their walking?. *Animal Behaviour*, 77(5), 1203-1209.
- Estrella, S. M., & Masero, J. A. 2010. Prey and Prey Size Selection by the Near-Threatened Black-Tailed Godwit Foraging in Non-Tidal Areas During Migration. *Waterbirds*, 33(3), 293-299.
- Lopes, R. J., Cabral, J. A., Múrias, T., Pacheco, C., & Marques, J. C. 2002. Status and habitat use of waders in the Mondego estuary. *Aquatic Ecology of the Mondego River Basin*, 2, 219-230.
- 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.
- Ma, Z., Cai, Y., Li, B., & Chen, J. 2010. Managing wetland habitats for waterbirds: an international perspective. *Wetlands*, 30(1), 15-27.
- Masero J.A., A. Pérez-Hurtado, M. Castro & G.M. Arroyo 2000. Complementary use of intertidal mudflats and adjacent salinas by foraging waders. *Ardea* 88(2): 177-191.

- Masero, J. A., & Pérez-Hurtado, A. 2001. Importance of the supratidal habitats for maintaining overwintering shorebird populations: how redshanks use tidal mudflats and adjacent saltworks in southern Europe. *The Condor*, 103(1), 21-30.
- Masero, J. A. 2003. Assessing alternative anthropogenic habitats for conserving waterbirds: salinas as buffer areas against the impact of natural habitat loss for shorebirds. *Biodiversity & Conservation*, 12(6), 1157-1173.
- Moreira, F. 1995. Diet of Black-headed Gulls *Larus ridibundus* on emerged intertidal areas in the Tagus estuary (Portugal): predation or grazing?. *Journal of Avian Biology*, 277-282.
- 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(3), 79-93.
- Múrias, T., Cabral, J. A., Lopes, R., Marques, J. C., & Goss-Custard, J. 2002. Use of traditional salines by waders in the Mondego estuary (Portugal): a conservation perspective. *Ardeola*, 49(2), 223-240.
- Nebel, S., & Thompson, G. J. 2005. Foraging behaviour of western sandpipers changes with sediment temperature: implications for their hemispheric distribution. *Ecological Research*, 20(4), 503-507.
- Neves, R., & Rufino, R. 1994. Importância ornitológica das salinas; o caso particular do Estuário do Sado. *Estudos de biologia e conservação da natureza*, 15.
- Pedro, P. 2006. *Ecologia Alimentar de Aves Limícolas Invernantes e Migradoras no Estuário do Mondego*. Tese de Mestrado. Universidade de Coimbra.
- Pedro, P., & Ramos, J. A. 2009. Diet and prey selection of shorebirds on salt pans in the Mondego Estuary, Western Portugal. *Ardeola*, 56(1), 1-11.

- Pérez-Hurtado, A., Goss-Custard, J. D., & Garcia, F. 1997. The diet of wintering waders in Cádiz Bay, southwest Spain. *Bird Study*, 44(1), 45-52.
- Sánchez, M. I., Green, A. J., & Alexandre, R. 2006. Shorebird predation affects density, biomass, and size distribution of benthic chironomids in salt pans: an enclosure experiment. *Journal of the North American Benthological Society*, 25(1), 9-18.
- Santos, T. M., Cabral, J. A., Lopes, R. J., Pardal, M., Marques, J. C., & Goss-Custard, J. 2005. Competition for feeding in waders: a case study in an estuary of south temperate Europe (Mondego, Portugal). *Hydrobiologia*, 544(1), 155-166.
- StatSoft, Inc. 2004. STATISTICA (data analysis software system), version 7. www.statsoft.com.
- van de Kam, J. 2004. *Shorebirds: an illustrated behavioural ecology*. Utrecht: KNNV.
- Warnock, N., Page, G. W., Ruhlen, T. D., Nur, N., Takekawa, J. Y., & Hanson, J. T. 2002. Management and conservation of San Francisco Bay salt ponds: effects of pond salinity, area, tide, and season on Pacific Flyway waterbirds. *Waterbirds*, 79-92.
- Zwarts, L., & Wanink, J. H. 1993. How the food supply harvestable by waders in the Wadden Sea depends on the variation in energy density, body weight, biomass, burying depth and behaviour of tidal-flat invertebrates. *Netherlands Journal of Sea Research*, 31(4), 441-476.

Anexos**I - Lista de espécies de aves aquáticas****(a) Limícolas***Arenaria interpres**Actitis hypoleucos**Calidris alba**Calidris alpina**Calidris ferrugineda**Calidris minuta**Charadrius alexandrinus**Charadrius hiaticula**Gallinago gallinago**Himantopus himantopus**Haematopus ostralegus**Limosa limosa**Nomenius phaeopus**Pluvialis squatarola**Recurvirostra avosetta**Tringa nubelaria**Tringa totanus***(b) Não limícolas***Ardea cineria**Corvus corone**Chlidonias niger**Egretta garzetta**Falco peregrinus**Larus fuscus**Larus melanocéfalos**Larus michaelis**Larus ridibundos**Phalacrocorax carbo**Platalea leucorodia**Phoenicopterus ruber**Sternula albifrons**Sternula sandvicensis**Tachybaptus ruficollis*

II - Lista de invertebrados

Classe Bivalvia

Abra tenuis

Cerastoderma glaucum

Classe Gastropoda

Hydrobia ulvae

Haminoea hydatis

Classe Insecta

O. Diptera

F. Chironomidae

Classe Polychaeta

Capitella capitata