



Revista de Gestão Costeira Integrada -
Journal of Integrated Coastal Zone
Management

E-ISSN: 1646-8872

rgci.editor@gmail.com

Associação Portuguesa dos Recursos
Hídricos

Morgado, R.; Nobre, M.; Ribeiro, A.; Puga, J.; Luís, A.
A Importância do Salgado para a Gestão da Avifauna Limícola Invernante na Ria de
Aveiro (Portugal)
Revista de Gestão Costeira Integrada - Journal of Integrated Coastal Zone Management,
vol. 9, núm. 3, 2009, pp. 79-93
Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos
Lisboa, Portugal

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=388340127006>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal

Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

A Importância do Salgado para a Gestão da Avifauna Limícola Invernante na Ria de Aveiro (Portugal) *

The Importance of Saltpans for the Management of the Waders Wintering at Ria de Aveiro (Portugal)

Morgado, R.^{1, 2}, Nobre, M.², Ribeiro, A.², Puga, J.², Luís, A.²

RESUMO

A zona do salgado aveirense compreende uma área central da Ria de Aveiro que se encontra ocupada por salinas. Apesar de bastante artificializada, esta zona é um importante habitat para limícolas invernantes na Ria de Aveiro, ou que por aí passam em determinado momento do seu percurso migratório. Estes aspectos são confirmados pelos importantes números de aves de diversas espécies presentes no salgado, que o utilizam como zona de refúgio, alimentação ou nidificação. Uma vez que o abandono das salinas pode conduzir à perda da sua qualidade como habitat para as limícolas, este trabalho pretendeu contribuir para o estudo da importância do salgado da Ria de Aveiro, e em especial das salinas em actividade, de forma a tentar prever as implicações que a actual tendência de abandono da exploração do sal pode ter nas populações de limícolas, e abordar as vantagens de manter a produção. Foram efectuados censos da avifauna limícola na Ria de Aveiro em Janeiro de 2006 em situações de preia-mar e baixa-mar. Foram, ainda, efectuados censos bissemanais nas salinas activas de modo a estudar mais detalhadamente a importância destes locais, no contexto da tendência global do seu abandono. Verificou-se que uma elevada percentagem do número total de limícolas da Ria de Aveiro, utiliza o salgado independentemente do ciclo de maré, contrariando, assim, a ideia da sua utilização apenas como refúgio de preia-mar. No entanto, considerando exclusivamente a distribuição das aves no salgado, verificam-se diferenças substanciais entre preia-mar e baixa-mar. Durante a baixa-mar as aves encontram-se principalmente em salinas abandonadas e bancos intermareais. Com a subida da maré e consequente submersão destes locais, passam a ocupar preferencialmente as salinas activas e pisciculturas, não sujeitas à influência das marés. Relativamente aos factores que influenciam a sua distribuição nas salinas, a profundidade da água nos tanques foi, de entre os estudados, o que mostrou ser o mais importante. Importa ainda realçar o facto de as espécies terem diferido na frequência com que foram observadas a alimentar-se. As salinas parecem

1 Autor correspondente: aluis@ua.pt

2 Universidade de Aveiro, Departamento de Biologia, Campus Universitário de Santiago, 3810. Aveiro, Portugal

* Submissão – 23 Novembro 2008; Avaliação – 16 Janeiro 2009; Recepção da versão revista – 18 Julho 2009; Disponibilização on-line – 25 Agosto 2009

ser um importante local de alimentação para espécies como o perna-longa (*Himantopus himantopus*), o perna-vermelha (*Tringa totanus*) ou o milherango (*Limosa limosa*), tanto em situações de preia-mar como de baixa-mar. Estes resultados parecem reforçar a importância da manutenção das salinas como estratégia de gestão e conservação da avifauna limícola da Ria de Aveiro.

ABSTRACT

The area occupied by salt pans at Ria de Aveiro is usually called “salgado”, and includes a central area of Ria occupied by both salt pans and fish ponds. Despite being an anthropogenic habitat, its importance for waders is widely recognized. This area not only supports a great number of wintering waders but is also very important as a stopover site where migrant waders restore fat to fuel the rest of its journey. Several species of waders use Ria de Aveiro's salt pans as a refuge, feeding or breeding area. In this way, considering that salt pans abandonment can lead to a loss of the quality of the “salgado” as an habitat for waders, this work aimed at the study of its real importance, with emphasis in active salt pans, in order to evaluate the implications that the present trend of traditional salt exploiting abandonment can have on wader populations. This work is divided in two parts. Firstly, in January 2006, censuses of waders took place in the whole Ria de Aveiro area, for both high tide and low tide. Additionally, along a two years period, bi-weekly counts of waders were carried on in active salt pans to compare its importance relatively to the abandoned ones. The observations showed that a great number of wintering waders use the “salgado” both during high and low tide. Nevertheless, the study of wader distribution in salt pan area revealed differences between high tide and low tide. During low tide, waders were mainly in abandoned salt pans. However, as the tide advanced and the abandoned salt pan areas became flooded, due to the breaches of its walls, waders started to move to high tide refuges such as active salt pans and fish ponds. These areas are not subjected to tides and the water levels remain more-or-less constant throughout the tidal cycle. As to the factors that influence wader distribution inside the salt pans, the water depth inside was the most important. It is also important to emphasize that wader species differed in the registered feeding percentages. Salt pans seemed to be a particularly important feeding habitat to the black-winged stilt (*Himantopus himantopus*), the redshank (*Tringa totanus*) and the black-tailed godwit (*Limosa limosa*), in both high tide and low tide. These results highlight the importance of artificial habitats such as salt pans for migrating and wintering waders. In this way, the conservation and correct management of those areas may be a strong contribution to minimize losses registered in natural habitats.

1. INTRODUÇÃO

As zonas húmidas intertidais são ecossistemas extremamente valiosos. Dada a sua produtividade, constituem elementos importantes dos estuários e outras zonas costeiras (Masero, 2003). Estes ecossistemas são, contudo, ameaçados por diversos factores como a subida do nível do mar, a ocupação dos terrenos, e poluição entre outros tipos de perturbação de causa humana (Hötter, 1994; Rehfish, 1994; Durell et al., 2006; Sanderson et al., 2006). A perda e degradação destes ecossistemas é particularmente danosa para a avifauna limícola dado que constituem um importante habitat, seja como zona de invernada, como local de passagem ao longo da rota migratória ou mesmo de nidificação (Velasquez, 1992; Hötter, 1994; Luís, 1998; Masero, 2003; Williams et al., 2003; Jing et al., 2007).

Face à preocupante perda dos habitats naturais, têm sido estudadas alternativas que minimizem o seu impacto nas populações, tendo vindo a ser verificado

que vários habitats artificiais podem funcionar como alternativa ou complemento aos naturais (Masero, 2003). As salinas são um dos habitats artificiais mais importantes para as limícolas (Perez-Hurtado & Hortas, 1993). São conjuntos, mais ou menos complexos de tanques de decantação e evaporação, separados por diques, taludes e barachas, que se destinam a receber a água do mar, através de canais e valas, e possibilitam a sua evaporação por acção do sol e vento, ficando o sal retido nos tanques de cristalização (Amaral & Costa, 1999; Pinho et al., 2003). Apesar de vários autores terem indicado a sua importância independentemente do ciclo tidal (Velasquez, 1992; Luís et al., 2002; Múrias et al., 2002) as características especiais das salinas, como o facto de não sofrerem a influência das marés, possuírem elevada disponibilidade de alimento e serem zonas abrigadas em caso de condições atmosféricas adversas, fazem com que sejam particularmente importantes durante a preia-mar. Neste período fornecem um refúgio que, segundo Luís (1998), em alguns casos

parece ser de melhor qualidade do que os do seu habitat natural.

As salinas tornam-se especialmente importantes durante os períodos pré-migratórios, época em que se regista um aumento considerável na sua utilização (Velasquez, 1992; Múrias et al., 2002). No entanto, a indústria do sal atravessa uma grave crise e a crescente desvalorização do sal no mercado mundial deu origem a um abandono massivo da actividade (Perez-Hurtado et al., 1997; Amaral e Costa, 1999; Luís et al., 2002; Múrias et al., 2002; Masero, 2003). Grande parte das salinas outrora existentes na Ria de Aveiro, por exemplo, encontra-se actualmente abandonada, convertida noutra actividade, como a aquacultura, ou foi mesmo aterrada (obs. pess.).

Assim, os objectivos principais deste trabalho foram: (i) a avaliação da importância da Ria de Aveiro para a avifauna; (ii) o estudo da distribuição das aves pelos vários habitats; (iii) o estudo da importância do salgado como local de refugio e alimentação; (iv) o estudo das variações na abundância de limícolas nas salinas ao longo dos meses.

2. ÁREA DE ESTUDO E METODOLOGIA

2.1 Área de estudo

A Ria de Aveiro é uma laguna mesotidal situada na costa ocidental do território de Portugal Continental à latitude 40°50'N. A sua formação remonta ao século X com o depósito de sedimentos paralelos à linha da costa que deu origem a uma barreira arenosa interpondo-se entre a baía, na altura existente, e o mar (Barrosa, 1980; Silva & Duck, 2001). Na sua configuração actual (Figura 1a), a Ria é um complexo sistema lagunar de águas pouco profundas cruzado por uma intrincada rede de canais, valas e esteiros, composta por três braços principais, o Canal de Mira, o Canal de Ovar e o Canal de Ílhavo, e por uma área central designada por salgado (Luís, 1998; Dias et al, 2003). Possui uma área húmida de 47 km² na preia-mar e de 42 km² na baixa-mar, uma extensão máxima de 40 km e largura máxima de 10km. O ciclo tidal é o factor de maior influência na circulação no estuário. O volume de água do mar que entra no estuário em cada maré é de 25x10⁶ m³ (1 m de amplitude de maré) até 96x10⁶ m³ (3 m de amplitude de maré). Vários rios desaguam na Ria, porém, o fluxo

total de água doce, no mesmo período de tempo, apenas atinge os 2x10⁶ m³ (Dias et al, 2003). Os canais são frequentemente flanqueados por zonas de sapal tipicamente cobertos por *Halimione portulacoides*, *Spartina maritima*, entre outras (Almeida et al, 2002). Actualmente, é uma área protegida por convenções internacionais de conservação da natureza como por exemplo as Convenções de Ramsar, de Bona e de Berna. Constitui uma Zona de Protecção Especial para Aves Selvagens (decreto-lei nº 384-B/99 de 23 de Setembro) no âmbito da Rede Natura 2000 (PTZPE0004).

(a)

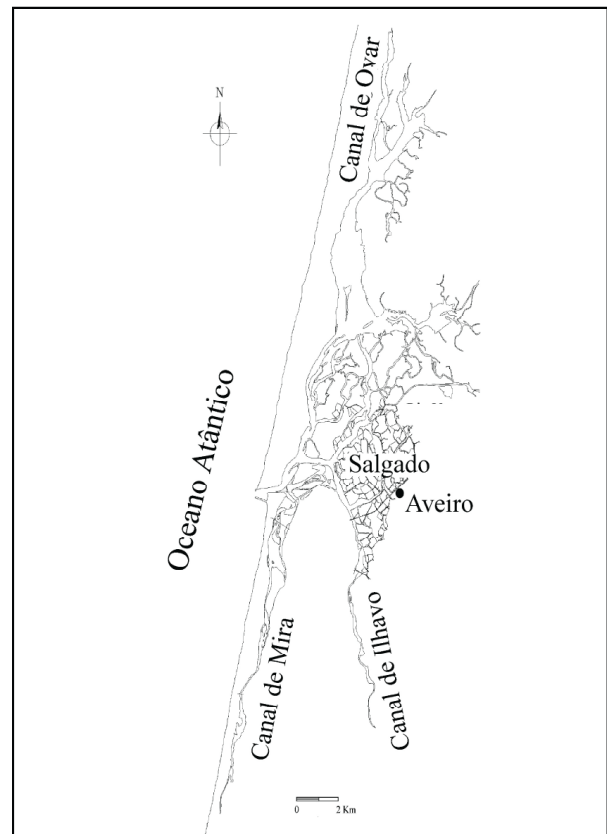


Figura 1 - Área de estudo (a) Ria de Aveiro; (b); Salgado de Aveiro.

Figure 1 - Study area (a) Ria de Aveiro; (b) Salt pans area.

O salgado é uma área de cerca de 114ha, composta por 211 salinas das quais apenas 9 se mantêm, actualmente, em actividade (Figura 1b). Das restantes, 68% encontram-se inactivas, 37% foram convertidas em aquaculturas e 9% foram aterradas. As salinas tradicionais de Aveiro são formadas por vários tipos de tanques, divididos no que diz respeito às suas características e função, em três grupos (alimentação, evaporação e cristalização). A água do mar é armazenada nos tanques de alimentação e circula por entre vários de tanques de evaporação até que chega aos tanques de cristalização em condições de cristalização do sal, fazendo-se aí a sua extracção. A extracção de sal resume-se ao período compreendido entre Abril e Setembro, época em que as condições ambientais são favoráveis à prática da actividade.

(b)

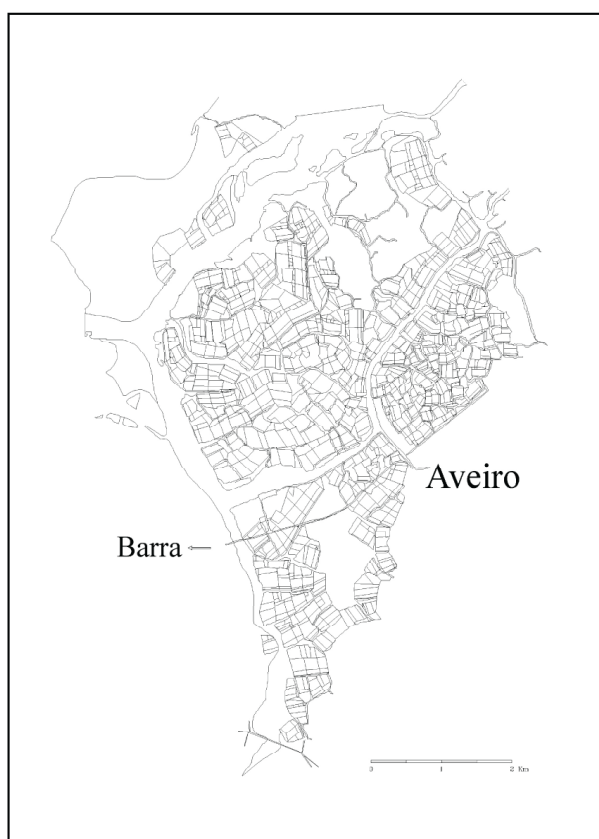


Figura 1 - Área de estudo (a) Ria de Aveiro; (b); Salgado de Aveiro.

Figure 1 - Study área (a) Ria de Aveiro; (b) Salt pans area.

2.2 Metodologia

Foram realizados censos globais, de Inverno, em toda a área da Ria, no mês de Janeiro de 2006. Além disso, estudou-se a utilização das salinas activas por parte da avifauna limícola nos períodos entre Novembro de 2005 e Junho de 2006 e Dezembro de 2006 e Junho de 2007.

CENSOS DE INVERNO

Foram realizados censos durante a preia-mar e a baixa-mar. A área de estudo foi dividida em três zonas: Canal de Mira, zona de sapal do braço Norte e a zona do salgado. Dentro da zona do salgado foram ainda descritos vários tipos de habitat: salinas em actividade, salinas abandonadas, salinas convertidas em pisciculturas e bancos intermareais. Sempre que possível, foram efectuados simultaneamente em várias zonas da Ria de forma a minimizar erros. Dada a impossibilidade de estudar toda a área num só dia os censos foram realizados em dias consecutivos a fim de evitar movimentações importantes dos bandos de aves.

O método utilizado foi o da contagem directa do número de indivíduos. Este é um método usado pela generalidade dos investigadores que consiste na identificação e contagem do número de indivíduos de cada espécie presentes em determinada zona (Bibby et al., 1992). É um método simples e eficaz mas depende, no entanto, de alguns pressupostos fundamentais. Para que as estimativas sejam precisas é necessário que não haja movimentações dos bandos de forma a não se correr o risco da ocorrência de sobre-estimativas (Bibby et al., 1992).

CENSOS NAS SALINAS ACTIVAS

Durante o período de estudo foram realizados censos bissemanais nas salinas activas utilizando o método de contagem directa e individual anteriormente descrito. Durante as contagens foram registadas a distribuição das aves na salina e o tipo de actividade.

Em cada visita às salinas era efectuada a recolha de parâmetros físico-químicos. Os parâmetros escolhidos foram: a profundidade, temperatura e salinidade da água dos tanques e a velocidade do vento. A profundidade da água nos tanques foi medida

recorrendo a estacas graduadas, colocadas durante a fase preliminar do estudo, ou através de uma régua, consoante a profundidade do local em causa. A temperatura e a salinidade da água eram medidas com o auxílio de um termómetro digital e de um refractómetro, respectivamente, e a velocidade do vento através de um anemómetro.

Como foi referido anteriormente, as salinas são compostas por um grande número de tanques ligados entre si, que podem ser agrupados segundo as suas características e função. Estes grupos foram designados por entidades funcionais. A leitura dos parâmetros físico-químicos foi efectuada por entidades funcionais dado que os tanques pertencentes à mesma entidade possuem características muito similares.

A divisão das salinas foi diferente consoante se tratava da época de inactividade da salina ou a época de actividade, dado que a acumulação de água, que ocorre no Outono e Inverno, impede a correcta recolha de parâmetros em grande parte da salina pelo que, nesta época, a divisão foi feita num número menor de entidades funcionais. Desta forma, na época de repouso distinguiram-se 3 secções: o Viveiro, os Algibés e a restante parte da salina que se encontra submersa. Quando em actividade, a divisão considerada foi: Viveiro, Algibés, Caldeiros/Sobre-Cabeceira, Talhos/Cabeceiras e Cristalizadores.

TRATAMENTO ESTATÍSTICO

Para estudar as variações na abundância de limícolas nas salinas activas foram calculadas as médias mensais (\pm erro padrão) do número de efectivos de cada espécie, ao longo do período de estudo.

Aos dados dos parâmetros físico-químicos, foi aplicada uma transformação logarítmica de forma seguirem uma distribuição normal.

Posteriormente, foram efectuadas regressões múltiplas ($ns=0,05$) utilizando como variáveis independentes os parâmetros físico-químicos e como dependentes os dados biológicos (Zar, 1984). Os dados biológicos utilizados foram: o número de aves e a diversidade de espécies presentes. De forma a tentar encontrar diferenças no que diz respeito aos factores que afectam a distribuição e utilização das salinas, as limícolas foram também estudadas por grupos, consoante o seu tamanho ou sub-família.

Foram divididas em três grupos: as aves de médio/grande porte, as aves de pequeno porte pertencentes à sub-família Charadriinae e as aves pertencentes à sub-família Calidridinae.

Foram calculadas as percentagens de alimentação nas salinas activas, por parte das espécies limícolas mais comuns nas salinas, em condições de preia-mar e baixa-mar.

RESULTADOS

Censos de Inverno

Na tabela 1 é apresentada a lista das espécies de limícolas observadas, bem como as respectivas abundâncias. A espécie mais abundante na Ria de Aveiro foi o pilrito-de-peito-preto (*Calidris alpina*), com 8575 indivíduos, o que correspondeu a 69% do número total de aves recenseadas, seguida do borrelho-grande-de-coleira (*Charadrius hiaticula*) com 1460 aves (11,7%). Das restantes espécies, várias apresentaram valores entre 1 e 3% do total, como a tarambola-cinzenta (*Pluvialis squatarola*), o milherango (*Limosa limosa*), o borrelho-de-coleira-interrompida (*Charadrius alexandrinus*), o perna-vermelha (*Tringa totanus*), o alfaiate (*Recurvirostra avosetta*), o pilrito-das-praias (*Calidris alba*) e o maçarico-real (*Numenius arquata*).

Durante a preia-mar, 48% (5802 efectivos) das aves foram observadas na zona de sapal do braço Norte da Ria, 34% (4115 efectivos) na área correspondente ao salgado e 18% (2225 efectivos) no Canal de Mira. Na baixa-mar, a zona de sapal do braço norte foi, igualmente, o local com maior número de aves, decrescendo, no entanto, para 45% (5827 efectivos). A área do salgado passa a ser utilizada por 40% (5127 efectivos) do número total de aves enquanto que no Canal de Mira foram contadas 15% (1961 efectivos).

Relativamente à distribuição das aves na área do salgado, durante a preia-mar 65% das aves contadas no salgado encontravam-se nas salinas em actividade (2689 aves) enquanto que 30% estavam em salinas convertidas em pisciculturas (1228 aves) e 5% em salinas abandonadas (200 aves). No caso da baixa-mar, a situação altera-se completamente, tendo sido registadas 83% das aves em salinas abandonadas (4748 aves), 16% em bancos intermareais (919 aves) e apenas 1% em salinas em actividade (31 aves). Durante a baixa-mar não foram observadas aves em pisciculturas.

Tabela 1 – Lista de espécies e número de efectivos registados na Ria de Aveiro durante os censos de Inverno de 2006.

Table 1 - Species and number of birds registered during the 2006 winter censuses in Ria de Aveiro.

| Nome comum | Nome específico | Canal de Mira | Salgado | Sapal Norte | Total |
|----------------------------------|--------------------------------|---------------|---------|-------------|-------|
| Ostraceiro | <i>Haematopus ostralegus</i> | 2 | 0 | 0 | 2 |
| Perna-longa | <i>Himantopus himantopus</i> | 0 | 6 | 0 | 6 |
| Alfaiate | <i>Recurvirostra avosetta</i> | 0 | 200 | 0 | 200 |
| Borrelho-grande-de-coleira | <i>Charadrius hiaticula</i> | 594 | 200 | 666 | 1460 |
| Borrelho-de-coleira-interrompida | <i>Charadrius alexandrinus</i> | 52 | 74 | 233 | 359 |
| Tarambola-cinzenta | <i>Pluvialis squatarola</i> | 4 | 103 | 268 | 375 |
| Abibe | <i>Vanellus vanellus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Pilrito-de-peito-preto | <i>Calidris alpina</i> | 1407 | 3045 | 4123 | 8575 |
| Pilrito-das-praias | <i>Calidris alba</i> | 85 | 4 | 91 | 180 |
| Pilrito-pequeno | <i>Calidris minuta</i> | 0 | 100 | 0 | 100 |
| Narceja | <i>Gallinago gallinago</i> | 0 | 0 | 2 | 2 |
| Milherango | <i>Limosa limosa</i> | 0 | 331 | 0 | 331 |
| Fuselo | <i>Limosa lapponica</i> | 0 | 0 | 125 | 125 |
| Maçarico-real | <i>Numenius arquata</i> | 0 | 6 | 173 | 179 |
| Perna-vermelha | <i>Tringa totanus</i> | 70 | 21 | 115 | 206 |
| Perna-verde | <i>Tringa nebularia</i> | 0 | 2 | 0 | 2 |
| Maçarico-das-rochas | <i>Actitis hypoleucos</i> | 7 | 23 | 0 | 30 |
| Rola-do-mar | <i>Arenaria interpres</i> | 4 | 0 | 6 | 10 |

Censos nas salinas activas

Na Tabela 2 estão descritas as espécies identificadas durante os censos efectuados nas salinas activas, bem como o número máximo de efectivos registados. Numa primeira análise, é possível verificar algumas diferenças entre os resultados dos dois anos estudados, ainda assim não muito apreciáveis dado basearem-se, principalmente, em espécies que têm, apenas, ocorrência ocasional na área de estudo. Por exemplo, no ano de 2005/6 foram observados algumas seixoeiras (*Calidris canutus*), rolas-do-mar (*Arenaria interpres*), pilritos-das-praias (*Calidris alba*) e ainda dois perna-verde (*Tringa nebularia*) que não foram registados em 2006/7. Da mesma forma, no ano de 2006/7 foram registadas algumas espécies que não haviam ocorrido no ano anterior. São disso exemplo

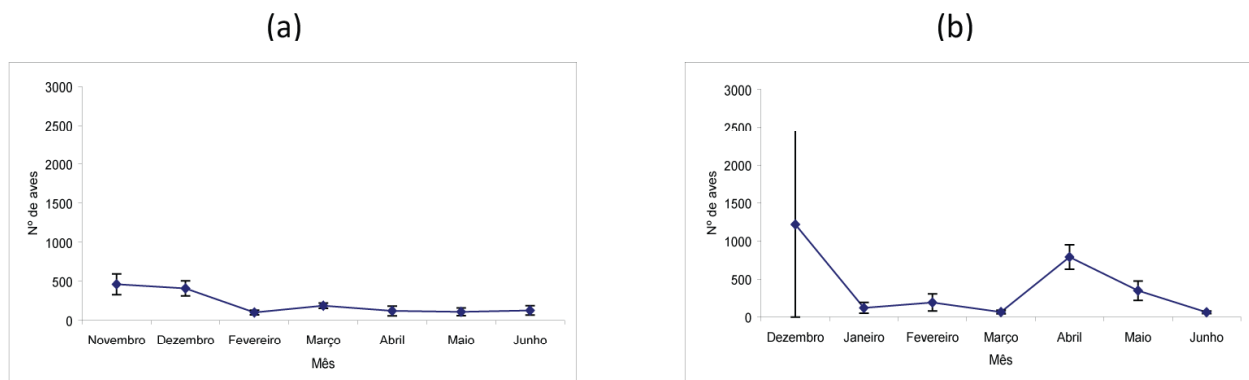
as observações de maçarico-galego (*Numenius phaeopus*) e de tarambola-dourada (*Pluvialis apricaria*). Relativamente ao número máximo de efectivos registados de cada espécie, verificou-se, na generalidade, um decréscimo do número de 2006/7 relativamente a 2005/6. No caso do pilrito-de-peito-preto (*Calidris alpina*), que foi a espécie abundante na Ria de Aveiro ao longo do estudo, verificou-se a situação inversa, tendo sido registados, em 2006/7, números muito superiores ao ano anterior.

Através da análise temporal (Figuras 2 e 3) das espécies de limícolas mais representativas nas salinas activas foi possível identificar a existência de dois padrões de variação média mensal. Por um lado, algumas espécies são muito abundantes inicialmente e vão decrescendo até, em alguns casos, deixarem de

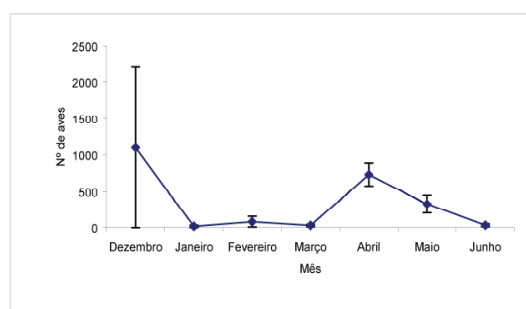
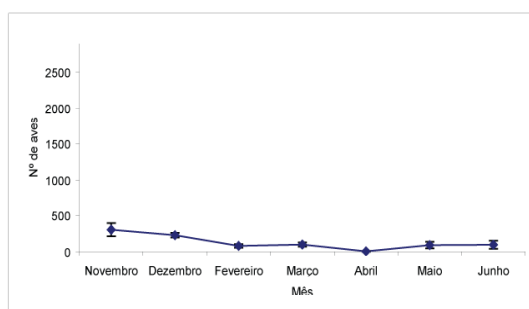
Tabela 2 – Número máximo de efectivos de espécies limícolas registadas nos censos efectuados em salinas activas nos anos de 2006 e 2007.

Table 2 - Maximum number of several wader species registered in active salt pans during the censuses carried on throughout the years of 2006 and 2007.

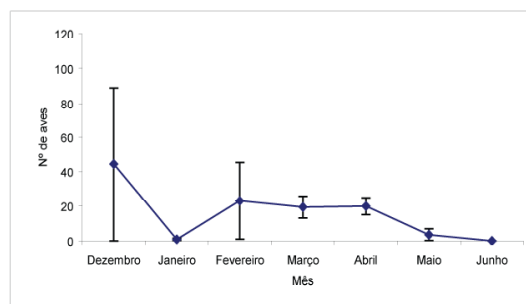
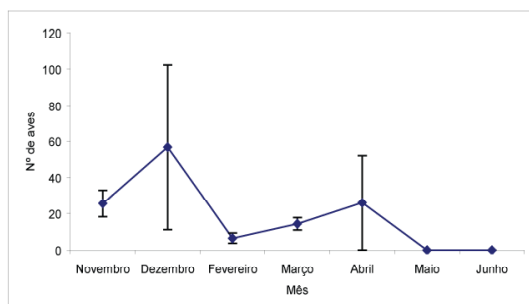
| Nome-comum | Nome específico | 2006 | | 2007 | |
|----------------------------------|--------------------------------|-------------------|-----------|-------------------|-----------|
| | | Nº máx. registado | Mês | Nº máx. registado | Mês |
| Perna-longa | <i>Himantopus himantopus</i> | 31 | Abril | 28 | Maio |
| Borrelho-grande-de-coleira | <i>Charadrius hiaticula</i> | 192 | Dezembro | 134 | Fevereiro |
| Borrelho-de-coleira-interrompida | <i>Charadrius alexandrinus</i> | 100 | Março | 89 | Dezembro |
| Tarambola-dourada | <i>Pluvialis apricaria</i> | - | - | 1 | Maio |
| Seixoeira | <i>Calidris canutus</i> | 7 | Novembro | - | - |
| Pinto-das-praias | <i>Calidris alba</i> | 8 | Fevereiro | - | - |
| Rola-do-mar | <i>Arenaria interpres</i> | 11 | Junho | - | - |
| Pilrito-de-peito-preto | <i>Calidris alpina</i> | 823 | Dezembro | 2200 | Dezembro |
| Pilrito pequeno | <i>Calidris minuta</i> | 92 | Março | 66 | Dezembro |
| Maçarico-das-rochas | <i>Actitis hypoleucos</i> | 12 | Novembro | 8 | Março |
| Perna-vermelha-comum | <i>Tringa totanus</i> | 44 | Novembro | 40 | Fevereiro |
| Perna-verde | <i>Tringa nebularia</i> | 1 | Fevereiro | - | - |
| Milherango | <i>Limosa limosa</i> | 405 | Dezembro | 340 | Janeiro |
| Maçarico-galego | <i>Numenius phaeopus</i> | - | - | 3 | Abril |
| Combatente | <i>Philomachus pugnax</i> | 4 | Março | 2 | Fevereiro |

Figura 2 - Variação do número médio de limícolas (\pm erro padrão) nas salinas activas ao longo do periodo de estudo durante a preia-mar.Figure 2 - Variation of the average number of waders (\pm standart error) at inactive salt pans throughout the studied period during high tide.

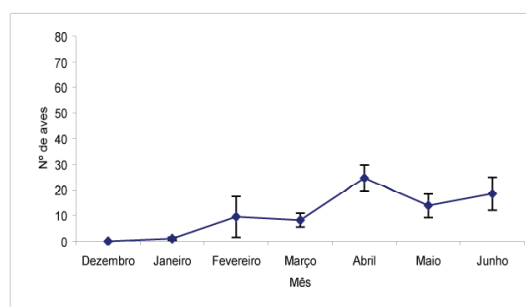
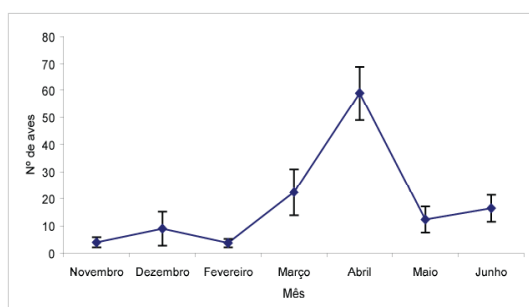
Calidris alpina



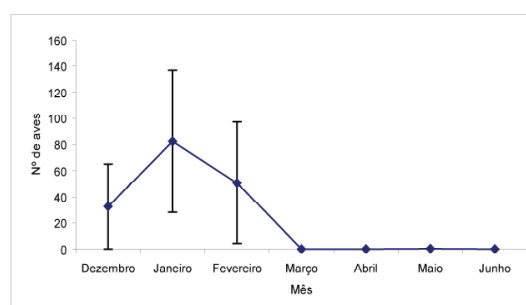
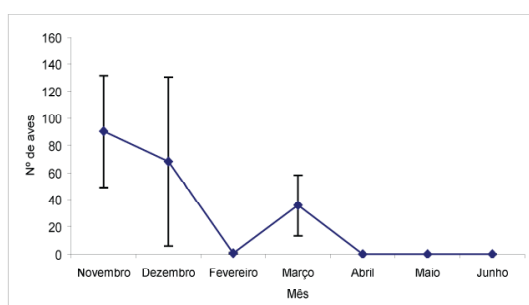
Charadrius hiaticula



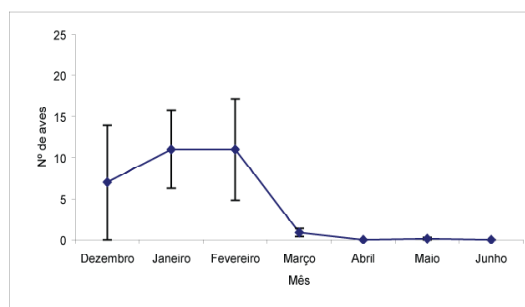
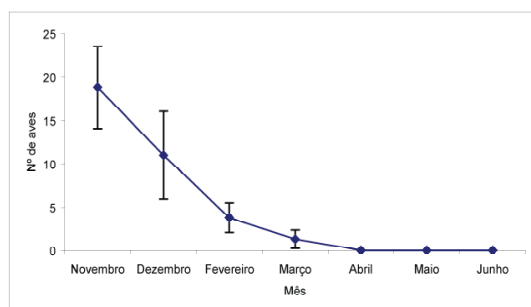
Charadrius alexandrinus



Limosa limosa



Tringa totanus



Himantopus himantopus

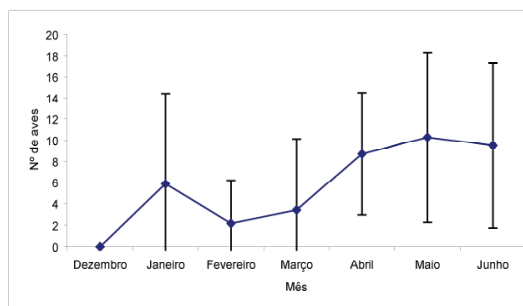
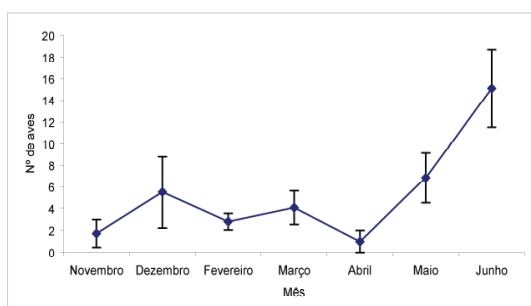


Figura 3 - Variação do número médio de aves das espécies de limícolas mais comuns (\pm erro padrão) nas salinas activas ao longo do período de estudo.

Figure 3 - Variation of the average number of the most common wader species (\pm standart error) at active salt pans during the studied period.

ser registadas. Outras, por sua vez, são pouco abundantes, ou mesmo inexistentes no início do estudo e começam posteriormente a aumentar o número de efectivos até ao final. Do primeiro padrão de variação média mensal são exemplo as espécies *C. alpina*, *C. hiaticula*, *L. limosa* e *T. totanus* enquanto que *H. himantopus* e *C. alexandrinus*, por sua vez, são pouco abundantes até Abril aumentando, nos meses seguintes, o seu número de efectivos. Outro padrão observado em várias espécies foi a existência de um ligeiro aumento na abundância durante os meses de Março ou Abril. Este facto foi observável nas populações de *C. alpina*, *C. hiaticula*, *C. alexandrinus* e *L. limosa*.

No que diz respeito à variação anual dos padrões de variação média mensal, não foram observadas diferenças relevantes de tendência. Por exemplo, no

caso da variação do número médio mensal de limícolas, (figura 2) observou-se um aumento do número de aves nas salinas activas no mês de Abril de 2007 que não havia sido registado em 2006, tendo sido, em grande parte, provocado pelo aumento do número de efectivos de *C. alpina*. Já no caso de *L. limosa*, registou-se uma grande diferença no mês de Fevereiro dado que, ao contrário do que aconteceu em 2007, em Fevereiro de 2006 não foi observado qualquer exemplar da espécie.

No que diz respeito aos factores físico-químicos, foram registados valores de profundidade entre 0 cm (quando os tanques tinham sido esvaziados) e 82 cm, de salinidade entre 15,8‰ e 100‰, de temperatura da água nos tanques entre 8,3°C e 36,7°C e de velocidade do vento entre 1,3 m/s e 26,8 m/s. A profundidade da água nos tanques mostrou estar

negativamente relacionada com o número de espécies presentes (Tabela 3). Também foi obtida uma relação significativa entre o número de espécies de Charadriinae e a temperatura da água dos tanques. Dos restantes parâmetros medidos, nenhum mostrou significância na relação com a riqueza específica. Foi observada uma

situação semelhante na relação entre os parâmetros físico-químicos e o número de limícolas presentes (Tabela 4). Neste caso, apenas as regressões correspondentes ao número de limícolas de grande porte e de Charadriinae mostraram a influência da profundidade. Nenhum dos outros parâmetros mostrou ser significativo.

Tabela 3 - Regressão múltipla entre os parâmetros abióticos e o número de espécies de limícolas presentes. *- $p < 0,001$; **- $p < 0,01$; *- $p < 0,05$; ns-não significativo.**

Table 3 – Multiple regression between abiotic parameters and the number of waders species in active salt pans. *- $p < 0,001$; **- $p < 0,01$; *- $p < 0,05$; ns-non significant.**

| | Profundidade | | Salinidade | | Vento | | Temperatura | |
|---------------------------------|--------------|-----|------------|----|--------|----|-------------|----|
| Limícolas | -0,506 | *** | 0,097 | ns | 0,130 | ns | 0,055 | ns |
| Grande/Médio Porte | -0,414 | *** | -0,094 | ns | 0,045 | ns | -0,135 | ns |
| Pequeno porte (Calidridinae) | -0,300 | ** | -0,006 | ns | -0,051 | ns | -0,044 | ns |
| Pequeno porte (Charadriinae) | -0,297 | ** | 0,147 | ns | -0,187 | ns | -0,291 | ** |

Tabela 4 - Regressão múltipla entre os parâmetros abióticos e o número de limícolas presentes. *- $p < 0,001$; **- $p < 0,05$; *- $p < 0,01$; ns-não significativo.**

Table 4 - Multiple regression between abiotic parameters and the number of waders in active salt pans. *- $p < 0,001$; **- $p < 0,01$; *- $p < 0,05$; ns-no significant.**

| | Profundidade | | Salinidade | | Vento | | Temperatura | |
|---------------------------------|--------------|-----|------------|----|--------|----|-------------|----|
| Limícolas | -0,471 | *** | 0,079 | ns | 0,178 | ns | 0,083 | ns |
| Grande/Médio Porte | -0,268 | ** | -0,113 | ns | -0,016 | ns | -0,130 | ns |
| Pequeno porte (Calidridinae) | -0,144 | ns | 0,127 | ns | -0,143 | ns | -0,144 | ns |
| Pequeno porte (Charadriinae) | -0,216 | * | -0,080 | ns | -0,051 | ns | -0,122 | ns |

O milherango, perna-longa e perna-vermelha foram as espécies que mais frequentemente foram observadas a alimentar-se nas salinas activas (Tabela 5). Nos três casos, as percentagens de alimentação foram muito elevadas comparativamente com as restantes espécies, tanto na preia-mar como na baixa-mar. No caso do borrelho-de-coleira-interrompida e do borrelho-grande-de-coleira, as percentagens também foram semelhantes independentemente do ciclo tidal embora tenham apresentado valores muito inferiores. O borrelho-grande-de-coleira foi a espécie para a qual foram registadas as menores percentagens de alimentação. O pilrito-de-peito-preto e o pilrito-pequeno apresentaram um padrão semelhante e foram mais frequentemente observados a alimentar-se durante a baixa-mar do que na preia-mar.

Tabela 5 – Percentagem de alimentação registada das espécies mais comuns nas salinas activas de Aveiro.
Table 5 – Feeding rate of the most common wader species in Aveiro's active salt pans.

| Espécie | Preia-mar | Baixa-mar |
|------------------------|----------------|---------------|
| <i>C. alpina</i> | 33,7 (n= 2813) | 67,0 (n= 686) |
| <i>C. minuta</i> | 27,1 (n= 85) | 66,3 (n= 86) |
| <i>C. hiaticula</i> | 14,8 (n= 438) | 4,8 (n= 124) |
| <i>C. alexandrinus</i> | 39 (n= 521) | 36,8 (n= 19) |
| <i>T. totanus</i> | 98,2 (n= 426) | 83,3(n= 102) |
| <i>L. limosa</i> | 99,7 (n= 612) | 94,5(n= 493) |
| <i>H. himantopus</i> | 89,8 (n= 215) | 98,4 (n= 193) |

DISCUSSÃO

Os resultados obtidos nos censos de Inverno de 2006 confirmam a importância da Ria de Aveiro enquanto local de invernada. Este aspecto já tinha sido demonstrado anteriormente por Luís et al. (1988), tanto no contexto nacional como internacional de acordo com os critérios designados pelo International Waterfowl Research Bureau, dado que, para além do seu número total de efectivos invernantes ser relevante no contexto ibérico, a Ria suporta mais de 1% das populações invernantes europeias de algumas espécies.

De acordo com Luís (1989), a Ria de Aveiro é uma das principais zonas húmidas no que diz respeito ao número de efectivos invernantes.

Outro dado relevante a reter na análise dos resultados é a importância da área do salgado para as limícolas. De facto, esta zona, mesmo sendo a mais artificializada, alberga uma percentagem bastante importante do número total de efectivos da Ria. Outros autores já haviam sugerido a importância destas zonas para as limícolas, em especial como refúgio de preia-mar (Velasquez e Hockey, 1991; Perez-Hurtado et al., 1997; Luís, 1998; Masero, 2003). Os resultados demonstraram que é, de facto, durante a preia-mar que a área do salgado é mais utilizada. No entanto, a sua importância durante a baixa-mar não pode ser negligenciada, visto que a percentagem de utilização do salgado é também muito elevada, o que vai de encontro ao que Luís et al. (2002) tinham sugerido. O seu estudo com o pilrito-de-peito-preto, que é a limícola mais abundante da Ria de Aveiro, revelou a existência de populações que dão preferência à zona do salgado e outras que utilizam outras zonas da Ria. Estas mostraram constituir grupos distintos e entre os quais não existem movimentos importantes, independentemente do estado de maré, pelo que o número de efectivos que utiliza cada um dos habitats é relativamente constante (Luís et al., 2002). A utilização da área do salgado não é, no entanto, transversal a todas as espécies, tendo uma maior preponderância no caso de espécies como o milherango, perna-longa, alfaite ou pilrito-pequeno. Situação semelhante já havia sido descrita por Perez-Hurtado et al. (1997) na Baía de Cádiz, onde os autores identificaram as zonas de alimentação preferenciais das principais espécies e, também aí, o milherango, o perna-longa e o pilrito-pequeno mostraram preferência pelas salinas enquanto que o fuselo, a tarambola-cinzenta, o borrelho-grande-de-coleira e o pilrito-das-praias preferiram os habitats da zona intertidal.

As variações observadas entre a preia-mar e a baixa-mar, no que diz respeito à distribuição das aves pela área do salgado, consoante o ciclo de maré, ganham uma importância acrescida no contexto da actual problemática do salgado da Ria de Aveiro. As escassas salinas em actividade demonstraram especial importância durante a preia-mar enquanto que,

durante a baixa-mar, as salinas abandonadas têm muito maior preponderância. A explicação para o maior número de limícolas presente nas salinas activas durante a preia-mar residiu, possivelmente, no facto de estas, ao contrário das abandonadas, não sofrerem influência das marés o que torna possível que, durante este período, constituam um local onde as aves se podem alimentar ou simplesmente refugiar (Velasquez & Hockey, 1991; Luís, 1998; Masero, 2003). Por outro lado, a maior abundância nas salinas abandonadas durante a baixa-mar poderá, ser consequência da renovação de alimento que é feita no seu sedimento após cada ciclo tidal. Segundo Luís et al. (2002), a acção das marés a que estão sujeitas as salinas abandonadas, devido ao arrombamento dos muros, tem o efeito da conversão dos antigos tanques das salinas em habitats que podem ser designados como “zonas intertidais naturais artificialmente criadas” que, quando disponíveis, parecem ser mais vantajosas do que as salinas activas. Masero et al. (1999) referiram que o valor médio de biomassa nas salinas é mais pobre do que nas zonas intertidais, salvaguardando no entanto que, a manipulação dos níveis de água e as condições de vento fazem com que em certos locais das salinas se atinjam elevadas densidades de *Artemia* sp. Diversos autores assinalaram o impacto que as limícolas podem ter nas populações das suas presas (Baird e Milne, 1981; Moreira, 1997) pelo que é expectável que, durante a baixa-mar, as aves se desloquem para locais onde a renovação de recursos alimentares é mais acentuada (Luís et al., 2002). Outro factor que pode contribuir para esta diferença é a possibilidade de as aves se dispersarem, logo que possível, numa área mais vasta, de modo a minimizar a competição. É provável que, à medida que outras áreas comecem a estar disponíveis, as limícolas vão deixando as salinas activas e aproveitem a vasta área de alimentação que o salgado fornece durante a baixa-mar, evitando, desta forma, as interferências na procura de alimento. No âmbito da área ocupada, parece relevante salientar que a área actualmente ocupada por aquaculturas já excede, largamente, a das salinas em actividade e que, tal como estas, as aquaculturas também não sofrem a influências das marés. Desta forma, o facto de as aves, durante a preia-mar, utilizarem estes locais em menor número relativamente às salinas activas, parece ser indicador da sua menor qualidade como habitat de refúgio de

preia-mar. Perez-Hurtado & Hortas (1993) compararam os números de aves que se alimentam em salinas e em pisciculturas e concluíram que as salinas comportam uma percentagem maior de aves a alimentar-se do que as pisciculturas, tanto na preia-mar como na baixa-mar. Os mesmos autores assinalaram, no entanto, que o número de aves a alimentar-se em pisciculturas aumenta consideravelmente nos dias seguintes ao esvaziar dos tanques.

A análise temporal das limícolas nas salinas activas demonstrou que, anualmente, um grande número destas aves usa as salinas da Ria de Aveiro como local de invernada e ponto de paragem, para recuperação de energia, durante a rota migratória. De facto, o número de limícolas presente é maior durante o Inverno, diminuindo depois, no fim desta estação. Por outro lado, a utilização do salgado como ponto de paragem em migração é revelado pelo ligeiro aumento que é observado nos meses de Março ou Abril, possivelmente devido à passagem, pela zona, de populações migratórias oriundas de locais mais a sul, como a costa africana, em direcção aos locais de nidificação no Norte da Europa ou Sibéria (Alerstam, 1990; Velasquez et al., 1991; Lopes, 2004). As aves tiram partido das zonas de alimentação que se encontram ao longo da rota migratória de forma a recuperar reservas energéticas que possibilitem efectuar a parte do percurso que falta cumprir. A importância destas zonas é tal que a sua perda é apontada como um dos principais problemas que ameaçam as aves migratórias (Williams et al., 2003; Sanderson et al., 2006). Estas paragens são, normalmente, curtas e têm que ser aproveitadas para adquirir o máximo de energia possível o que, normalmente, leva a que as aves em períodos pré-migratórios e migratórios tenham necessidade de se alimentar durante a preia-mar (Velasquez & Hockey, 1991; Hötker, 1994; Luís et al., 2002). Como já foi referido, as características das salinas activas fazem delas a principal zona de alimentação durante a preia-mar pelo que o aumento de actividade que é verificado nestes locais por esta altura é um facto previsível (Velasquez, 1992). O reabastecimento de energia levado a cabo pelas aves migratórias afecta, não só o completar do restante percurso da migração, mas também o sucesso reprodutor no caso de se tratar da

migração pré-nupcial (Jing et al., 2007). Contudo, nem todas as espécies presentes seguem o padrão típico das invernantes. Algumas têm um padrão de variação média mensal inverso dado que, o seu número de efectivos nas salinas, aumenta a partir da Primavera. Estas espécies são essencialmente as que aí nidificam como o perna-longa e o borrelho-de-coleira-interrompida. São, no entanto, menos numerosas e isso explica o facto de este aumento não ser observável na variação do número médio mensal de limícolas dado que não compensa o abandono da zona por parte das espécies mais abundantes como o pilrito-de-peito-preto, o borrelho-grande-de-coleira, o milherango, entre outras.

No que diz respeito aos resultados obtidos nas regressões múltiplas entre os parâmetros físico-químicos e as variáveis biológicas, a significância da profundidade, tanto no número de espécies presentes como no número total de limícolas, já foi apontada anteriormente. Vários autores referiram a importância de uma profundidade adequada de forma a garantir a disponibilidade do alimento nos tanques (Hill, 1989; Velasquez, 1992; Luís, 1998; Masero, 2003). Seria de esperar que tivessem sido obtidos resultados significativos para os restantes factores físicos, especialmente a salinidade e temperatura da água nos tanques, mas tal não se verificou. Contudo, alguns autores afirmam que, tal como a profundidade, a salinidade e temperatura são, também, factores importantes dado que delas depende a abundância de macrofauna benthica que lhes serve de alimento (Velasquez, 1992; Rehfish, 1994; Amaral e Costa, 1999). Admite-se, no entanto, a possibilidade de o número de aves presentes nas salinas ser afectado por outro factor que não foi tido em conta. Poderá, por exemplo, ter mais impacto o comportamento de grupo das próprias populações do que as condições físicas das salinas em si.

Como conclusão importa destacar a relevância da manutenção do salgado como medida de conservação das aves limícolas migratórias. As salinas mostraram ser um importante habitat para estas aves que pode minimizar as perdas verificadas no seu habitat natural. Não substituindo totalmente o habitat natural, dado que nem todas as espécies as utilizam, estas podem ser, dependendo dos casos, um complemento ou uma alternativa aos mesmos (Velasquez, 1992; Masero,

2003). De facto, as espécies diferiram no tipo de utilização das salinas. Para algumas, as salinas mostraram ser um importante local de alimentação, independentemente do ciclo tidal, enquanto outras apresentaram percentagens de alimentação mais baixas, e que variam consoante se trata de preia-mar ou baixa-mar, pelo que parecem essencialmente utilizar o espaço como refúgio. Deste modo, a gestão destes habitats deve ser feita de uma forma integrada de forma a abranger as necessidades específicas das várias espécies. Tratando-se de um habitat artificial, a manipulação das condições físicas, químicas e biológicas nos tanques pode ser um recurso adicional na optimização da sua qualidade para a avifauna limícola e uma importante ferramenta na gestão destes ecossistemas costeiros. Acções simples, como a manutenção de níveis de profundidade adequados no interior das salinas, podem resultar num ganho real no que diz respeito à conservação da avifauna limícola aumentando a disponibilidade e acessibilidade do alimento. Em locais, como a Ria de Aveiro, que se encontram ao longo de importantes rotas migratórias, são necessários cuidados especiais com a disponibilidade de habitats de qualidade para a avifauna migratória de forma a tentar inverter a tendência de declínio das populações (Sanderson et al., 2006). Deste modo, o abandono das salinas ou a sua conversão noutras actividades, como pisciculturas, parece constituir uma ameaça séria para a conservação das limícolas migratórias.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi desenvolvido no âmbito do projecto SAL “Revalorização da identidade das salinas do Atlântico. Recuperação e promoção do potencial biológico, económico e cultural das zonas húmidas costeiras” no âmbito do Programa INTERREG III B Espaço Atlântico (2004-2007)

BIBLIOGRAFIA

- Alerstam, T. (1990) - Birds migration. 420p., Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom. (ISBN-13: 978-0521328654).
- Almeida, M.A., Cunha, M.A. & Alcântara, F. (2002) - Is bacterioplankton production in the Ria de Aveiro influenced by salt marshes and bed sediment? Aquatic Ecology, 36: 469-482. (<http://dx.doi.org/10.1023/A:1021104402018>)

- Amaral, M.J. & Costa, M.H. (1999) - Macrobenthic communities of salt pans from the Sado estuary (Portugal). *Acta Oecologica*, 20(4):327-332. ([http://dx.doi.org/10.1016/S1146-609X\(99\)00134-4](http://dx.doi.org/10.1016/S1146-609X(99)00134-4))
- Baird, D. & Milne, H. (1981) - Energy flow in the Ythan estuary, Aberdeenshire, Scotland. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 13(4):455-472. ([http://dx.doi.org/10.1016/S0302-3524\(81\)80041-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0302-3524(81)80041-2))
- Barrosa J.O. (1980) - A Ria de Aveiro e a sua Influência na Economia da Região. *Recursos Hídricos*, 1(3):83-96, Lisboa, Portugal.
- Bibby, C. J., Burgess, N. D. & Hill, D. A. (1992) - Bird census techniques. 302p., Academic Press, London, United Kingdom. (ISBN-13: 978-0120958306).
- Dias, J.M., Lopes, J.F. & Dekeyser, I. (2003) - A numerical system to study the transport properties in the Ria de Aveiro lagoon. *Ocean Dynamics*, 53(3):220-23. (<http://dx.doi.org/10.1007/s10236-003-0048-5>)
- Durell, S.E.A.L.V., Stillman, R.A., Caldow, R.W.G., McGrorty, S., West, A.D. & Humphreys, J. (2006) - Modelling the effect of environmental change on shorebirds: A case study on Poole Harbour, UK. *Biological Conservation*, 131:459-473. (<http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2006.02.022>)
- Hill, D. (1989) - Manipulating water habitats to optimize wader and wildfowl populations. In: Buckley, C.P. (ed), *Biological habitat reconstruction*, pp. 328-343, Belhaven Press, London, United Kingdom. (ISBN-13: 9781852930585).
- Hötter, H. (1994) - Wadden sea birds and embankments - Can artificial wetlands compensate for losses due to land claims? *Ophelia Supplement*, 6:279-295.
- Jing, Z., Kai, J., Xiaojing, G. & Zhijun, M. (2007) - Food supply in intertidal area for shorebirds during stopover at Chongming Dongtan, China. *Acta Ecologica Sinica*, 27(6):2149-2159. ([http://dx.doi.org/10.1016/S1872-2032\(07\)60045-6](http://dx.doi.org/10.1016/S1872-2032(07)60045-6))
- Lopes, R. (2004) - Migration and winter dynamics of Dunlin *Calidris alpina* in Portugal. Dissertação de Doutoramento, 110p., Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal. (não publicado)
- Luís, A., Araújo, A., Neves, R. & Rufino, R. (1988) - Limícolas na Ria de Aveiro. In: Borrego, C., Fernandes, I., Pires, A.R. & Samagaio, A. (ed), *Primeira conferência nacional sobre a qualidade do ambiente*, pp. 179-186, Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal.
- Luís, A. (1998) - Influência de factores naturais e humanos nas limícolas (Aves, Charadrii) invernantes na Ria de Aveiro, com especial referência ao Pilrito-comum (*Calidris alpina* L.). Dissertação de Doutoramento, 222p., Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal. (não publicado)
- Luís, A., Goss-Custard, J.D. & Moreira, M.H. (2002) - The feeding strategy of the dunlin (*Calidris alpina* L.) in artificial and non-artificial habitats at Ria de Aveiro, Portugal. *Hydrobiologia*, 475/476:335-343.
- Masero, J.A., Pérez-González, M., Basadre, M. & Otero-Saavedra, M. (1999) - Food supply for waders (Aves: Charadrii) in an estuarine area in the Bay of Cádiz (SW Iberian Peninsula). *Acta Oecologica*, 20(4):429-434. ([http://dx.doi.org/10.1016/S1146-609X\(99\)00125-3](http://dx.doi.org/10.1016/S1146-609X(99)00125-3))
- 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 and Conservation*, 12:1157-1173. (<http://dx.doi.org/10.1023/A:1023021320448>)
- Moreira, F. (1997) - The importance of shorebirds to energy fluxes in a food web of a South European Estuary. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 44(1):67-78. (<http://dx.doi.org/10.1006/ecss.1996.0112>)
- 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. (disponível em http://www.ardeola.org/files/ardeola_502.pdf)
- Perez-Hurtado, A. & Hortas, F. (1993) - Actividad trófica de limícolas invernantes en salinas y cultivos piscícolas de la Bahía de Cádiz. *Doñana; Acta Vertebrata*, 20:103-123
- Perez-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.
- Pinho, R., Lopes, L., Leão, F. & Morgado, F. (2003) - Conhecer as plantas nos seus habitats. 228p., Plátano

- Edições, Lisboa, Portugal. (ISBN-10: 972-7073735).
- Rehfish, M. (1994) - Man-made lagoons and how their attractiveness to waders might be increased by manipulating the biomass of an insect benthos. *Journal of Applied Ecology*, 31:383-401.
- Sanderson, F.J., Donald, P.F., Pain, D.J., Burfield, I.J. & Bommel, F.P.J. (2006) - Long-term population declines in Afro-Palearctic migrant birds. *Biological Conservation*, 131:93-105. (<http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2006.02.008>)
- Silva, J.F. & Duck, R.W. (2001) - Historical changes of bottom topography and tidal amplitude in the Ria de Aveiro, Portugal – trends for future evolution. *Climate Research*, 18:17-24. (<http://dx.doi.org/10.3354/cr018017>)
- Velasquez, C. (1992) - Managing artificial saltpans as a waterbird habitat: species responses to water level manipulation. *Colonial Waterbirds*, 15(1):43-55.
- Velasquez, C. & Hockey, P. (1991) - The importance of supratidal foraging habitats for waders at south temperate estuary. *Ardea*, 80:243-253.
- Velasquez, C., Kalejta, B. & Hockey, P. (1991) - Seasonal abundance, habitat selection and energy consumption of water birds at the Berg River estuary, South Africa. *Ostrich - Journal of African Ornithology*, 62:109-123.
- Williams, J.C., ReVelle, C.S. & Bain, D.J. (2003) - A decision model for selecting protected habitat areas within migratory flyways. *Socio-Economic Planning Sciences*, 37(4):239-268. ([http://dx.doi.org/10.1016/S0038-0121\(02\)00050-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0038-0121(02)00050-2))
- Zar, J. (1984) - *Biostatistical Analysis*. 931 p., Prentice-Hall, Inc, New Jersey, United States of America. (ISBN-13: 978-0130779250).