

UNIVERSIDADE DE LISBOA
FACULDADE DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA ANIMAL



**Utilização dos arrozais do estuário do Tejo por Íbis-preta e
Cegonha-branca: ecologia alimentar e conflitos na produção de
arroz**

Beatriz da Silva Andrês

Mestrado em Biologia da Conservação

Dissertação orientada por:
Dra. Teresa Catry e Dr. José Pedro Granadeiro

2022

Agradecimentos

A realização da minha dissertação de mestrado não teria sido possível sem a colaboração de diversas pessoas. Manifesto, assim, o meu agradecimento a quem contribuiu, direta ou indiretamente, para a realização deste trabalho.

Aos meus orientadores, Teresa Catry e José Pedro Granadeiro, pela disponibilidade e auxílio ao longo da realização desta dissertação.

Ao Engenheiro Rui Paixão, por todos os contactos realizados com os diferentes proprietários dos campos de arroz em que o meu trabalho foi realizado.

Ao senhor Fortunato, por me permitir realizar um dos capítulos do meu trabalho com uma companhia sempre animada.

Ao meu namorado, João Paulino, pela paciência, encorajamento, ajuda prestada e por estar sempre disponível para ouvir as minhas preocupações e apoiar-me incondicionalmente.

À minha família por me ter apoiado neste último ano de altos e baixos.

Aos meus amigos Beatriz Ramos, Susana Viola, Pedro Fernandes e em especial, à Catarina Sá por me terem acompanhado durante este processo, por toda a paciência, força e apoio nos momentos mais difíceis.

Este trabalho foi desenvolvido no âmbito do projecto "Migrants as a seasonal ecological force shaping communities and ecosystem functions in temperate and tropical coastal wetlands (ref.PTDC/BIA-ECO/28205/2017)" financiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia.

Sumário

As zonas húmidas estão entre os habitats mais produtivos do planeta e são habitats essenciais para aves aquáticas. No entanto, as zonas húmidas naturais têm diminuído globalmente por via de ação humana, contrastando com o aumento de zonas húmidas artificiais, como os arrozais. Estes tornam-se um habitat alternativo para aves aquáticas onde as populações de Íbis-preta (*Plegadis falcinellus*) e Cegonha-branca (*Ciconia ciconia*) têm aumentado significativamente, em particular na Península Ibérica. Este trabalho foi realizado nos arrozais da Lezíria Grande de Vila Franca de Xira com o objetivo de (1) caracterizar a abundância de Íbis-preta e Cegonha-branca ao longo do ciclo do arroz, (2) descrever a sua dieta, (3) avaliar a disponibilidade de alimento para estas espécies e (4) avaliar a sua seleção de habitat. Foi ainda (5) estimada a perda económica associada a danos nos arrozais e (6) avaliada a eficácia dos espantamentos de aves promovidos pelos produtores de arroz. A abundância de Íbis-preta foi máxima em dezembro, no início da época do lavradio e a de Cegonha-branca em setembro, imediatamente antes da colheita. O Lagostim-vermelho-do-Louisiana foi a principal presa consumida por Íbis-preta e Cegonha-branca. Na época da colheita, a Íbis-preta mostrou preferência por campos colhidos e posteriormente, antes da sementeira, por campos lavrados. Já a Cegonha-branca não apresentou preferência por um habitat em particular ao longo do ciclo do arroz. Os danos registados nos arrozais correspondem a perdas de 1% na produção (ca. 100000€ de prejuízo). A eficácia dos espantamentos de aves promovidos pelos orizicultores foi afetada principalmente pela distância das aves ao espantador. Os resultados reiteram a importância dos arrozais como habitat alternativo para diversas espécies de aves aquáticas, nomeadamente para a Íbis-preta e para a Cegonha-branca, especialmente no contexto global, onde a perda de zonas húmidas naturais é um motivo de preocupação do ponto de vista da conservação.

Palavras-chave: arrozais, aves aquáticas, ecologia alimentar, conflitos, lagostim-vermelho-do-Louisiana

Abstract

Wetlands are among the world's most productive habitats being crucial for waterbirds. Yet, natural wetlands have been decreasing global due to human action, contrasting with an increase in artificial wetlands, such as rice fields. These become an alternative habitat for waterbirds where the Glossy ibis (*Plegadis falcinellus*) and White stork (*Ciconia ciconia*) populations have increased significantly, namely in the Iberian Peninsula. This work was carried out in the rice fields of Lezíria Grande de Vila Franca de Xira aiming to (1) characterize the Glossy ibis and White stork abundance over the rice cycle, (2) describe their diet, (3) evaluate the food availability for these species and (4) evaluate their habitat selection. Moreover, (5) the economic loss associated with rice damage was estimated and (6) the efficacy of the scaring techniques promoted by rice growers was evaluated. Glossy ibis abundance was maximum in December, in the beginning of ploughing and White stork abundance peaked in September immediately before harvest. Red swamp crayfish was the main prey eaten by both bird species. In harvest season, Glossy ibis showed preference for harvested fields and later, before sowing, for ploughed fields. The White stork did not show any preference for a particular habitat year-round. The damages to rice crops lead to a 1% loss in production (ca 100000€). The efficacy of the scaring techniques promoted by rice growers was affected mainly by the distance between the birds and the scarer. These results reinforce the importance of rice fields as an alternative habitat for many waterbird species, namely Glossy ibis and White stork, especially in the global context where natural wetland loss is a concern in terms of conservation.

Keywords: rice fields, waterbirds, food ecology, conflicts, Red swamp crayfish

Índice

Introdução.....	1
Métodos	3
<i>Área de estudo.....</i>	3
<i>Espécies de estudo.....</i>	5
<i>Abundância de aves nos arrozais ao longo do ciclo anual.....</i>	6
<i>Avaliação da disponibilidade de alimento para Íbis-preta e Cegonha-branca.....</i>	6
<i>Dieta de Íbis-preta e Cegonha-branca.....</i>	7
<i>Seleção de habitat</i>	8
<i>Diferenças de produtividade em áreas de arrozal com e sem danos</i>	9
<i>Avaliação da eficácia das medidas de espantamento de aves</i>	10
Resultados	11
<i>Abundância de aves nos arrozais ao longo do ciclo anual.....</i>	11
<i>Avaliação da disponibilidade de alimento para Íbis-preta e Cegonha-branca.....</i>	15
<i>Dieta de Íbis-preta e Cegonha-branca.....</i>	15
<i>Seleção de habitat</i>	16
<i>Diferenças de produtividade em áreas de arrozal com e sem danos</i>	18
<i>Avaliação da eficácia das medidas de espantamento de aves</i>	19
Discussão	19
<i>Abundância de aves nos arrozais ao longo do ciclo anual.....</i>	19
<i>Avaliação da disponibilidade de alimento para Íbis-preta e Cegonha-branca.....</i>	21
<i>Dieta de Íbis-preta e Cegonha-branca.....</i>	22
<i>Seleção de habitat</i>	23
<i>Diferenças de produtividade em áreas de arrozal com e sem danos</i>	24
<i>Avaliação da eficácia das medidas de espantamento atualmente em curso</i>	25
Considerações finais.....	25
Referências.....	26
Anexos	30

Lista de tabelas e figuras

Tabelas

Tabela 1. Frequência de ocorrência (FO) e frequência numérica (FN), em percentagem, de cada uma das presas consumidas por Íbis-preta (*Plegadis falcinellus*) e Cegonha-branca (*Ciconia ciconia*) nos dois períodos de amostragem de dejetos de Íbis-preta e egagrópilas de Cegonha-branca.....16

Tabela 2. Valores do índice de seletividade (ω_i), erro padrão e nível de significância (p) e índice de seletividade standardizado (B_i) para cada tipo de habitat utilizado por Íbis-preta (*Plegadis falcinellus*) em cada uma das contagens realizadas. Os valores de B_i representados a negrito indicam preferência pelo habitat. Os valores de N representam o número de presenças de Íbis-preta, ou seja, o número de talhões em que foi observada Íbis-preta.....17

Tabela 3. Valores do índice de seletividade (ω_i), erro padrão e nível de significância (p) e índice de seletividade standardizado (B_i) para cada tipo de habitat utilizado por Cegonha-branca (*Ciconia ciconia*) em cada uma das contagens realizadas. Os valores de B_i representados a negrito indicam preferência pelo habitat. Os valores de N representam o número de presenças de Cegonha-branca, ou seja, o número de talhões em que foi observada Cegonha-branca.18

Tabela 4. Estimativa da área visivelmente danificada (ha) em 8 campos de arroz na área de estudo, rendimento (kg de arroz) estimado em cada campo na situação real (rendimento observado) e caso não existissem áreas danificadas (rendimento esperado sem danos) e perdas estimadas na produção de arroz em cada campo (%kg arroz).19

Tabela 5. Parâmetros de regressão e estatísticas associadas do GLM com distribuição de erro Binomial a relacionar a taxa de retorno com o número de aves nos campos e a distância média das aves à carrinha. Efeitos significativos ($\alpha < 0,001$) estão representados a negrito. O AIC de cada modelo também se encontra apresentado.19

Tabela S1. Número total de aves aquáticas registadas, por espécie, em cada contagem realizada entre agosto e dezembro de 2020. Cada contagem quinzenal encontra-se representada por uma abreviatura composta pelas três primeiras letras do mês seguido de 1 ou 2, dependendo se se trata da primeira ou segunda quinzena do mês, respetivamente.....31

Tabela S2. Número total de aves aquáticas registadas, por espécie, em cada contagem realizada entre janeiro e julho de 2021. Cada contagem quinzenal encontra-se representada por uma abreviatura composta pelas três primeiras letras do mês seguido de 1 ou 2, dependendo se se trata da primeira ou segunda quinzena do mês, respetivamente.....34

Tabela S3. Número médio (\pm desvio padrão) de aves de cada espécie registadas em cada período de contagem entre agosto de 2020 e julho de 2021. O período “pré-colheita” engloba as contagens realizadas entre agosto e o início da colheita do arroz (até ao fim de setembro); o período “colheita” engloba as contagens realizadas desde o início até ao fim da colheita do arroz, entre outubro e dezembro de 2020; o período “pós-colheita” engloba as contagens realizadas desde o final da colheita do arroz até ao fim da sementeira, entre o fim de dezembro de 2020 e maio de 2021; o período “pós-sementeira” engloba as contagens realizadas após a sementeira até ao final

da época de contagens, ou seja entre o fim de maio e julho de 2021. O valor de N representa o número de contagens realizadas em cada um dos períodos.37

Tabela S4. Frequência de ocorrência dos diferentes grupos de invertebrados terrestres amostrados antes da colheita do arroz, entre agosto e outubro de 2020. Em cada um dos 25 campos selecionados, foram simultaneamente dispostas quatro armadilhas *pitfall* nos cômoros. A amostragem durou oito dias para cada *pitfall* em cada local, tendo-se recolhido o conteúdo em dois momentos, ao fim de quatro e de oito dias, obtendo assim oito amostras por campo em cada período de amostragem.....40

Tabela S5. Frequência de ocorrência dos diferentes grupos de invertebrados terrestres amostrados depois da colheita do arroz, em fevereiro de 2021. Em cada um dos 25 campos selecionados, foram simultaneamente dispostas quatro armadilhas *pitfall* nos cômoros. A amostragem durou oito dias para cada *pitfall* em cada local, tendo-se recolhido o conteúdo em dois momentos, ao fim de quatro e de oito dias, obtendo assim oito amostras por campo em cada período de amostragem.....41

Tabela S6. Frequência de ocorrência dos diferentes grupos de invertebrados aquáticos amostrados com recurso a arrastos em setembro de 2020. Em cada um dos 26 campos selecionados, foram recolhidas cinco amostras.....42

Tabela S7. Frequência de ocorrência dos diferentes grupos de macroinvertebrados bentônicos e arroz amostrados após a colheita do arroz entre fevereiro e março de 2021. Em cada um dos 24 campos selecionados, foram recolhidas quatro amostras utilizando *cores*.....43

Tabela S8. Presas e materiais identificados nos dejetos de Íbis-preta (*Plegadis falcinellus*) e egagrópilas de Cegonha-branca (*Ciconia ciconia*) em cada um dos períodos de amostragem...44

Figuras

Figura 1. Mapa da área de estudo mostrando, a verde, os campos de arroz onde se realizaram as contagens de aves. A verde-escuro estão representados os campos onde foi realizada a amostragem de invertebrados.....4

Figura 2. Esquematização do ciclo anual da produção de arroz típico no estuário do Tejo.....5

Figura 3. Densidade dos principais grupos de aves por km² e número de aves contadas em cada uma das 24 contagens realizadas nos arrozais da Lezíria Grande de Vila Franca de Xira ao longo de um ciclo anual de produção de arroz, entre agosto de 2020 e julho de 2021. Cada contagem quinzenal encontra-se representada por uma abreviatura composta pelas três primeiras letras do mês seguido de 1 ou 2, dependendo se se trata da primeira ou segunda quinzena do mês, respetivamente. O período “pré-colheita” engloba as contagens realizadas entre agosto e o início da colheita do arroz (até ao fim de setembro); o período “colheita” engloba as contagens realizadas desde o início até ao fim da colheita do arroz, entre outubro e dezembro de 2020; o período “pós-colheita” engloba as contagens realizadas desde o final da colheita do arroz até ao fim da sementeira, entre o fim de dezembro de 2020 e maio de 2021; o período “pós-sementeira” engloba as contagens realizadas após a sementeira até ao final da época de contagens, ou seja entre o fim de maio e julho de 2021.....12

Figura 4. Densidade de Íbis-preta (*Plegadis falcinellus*) e Cegonha-branca (*Ciconia ciconia*) por km² e número de indivíduos em cada uma das 24 contagens realizadas nos arrozais da Lezíria Grande de Vila Franca de Xira ao longo de um ciclo anual de produção de arroz, entre agosto de 2020 e julho de 2021. Cada contagem quinzenal encontra-se representada por uma abreviatura composta pelas três primeiras letras do mês seguido de 1 ou 2, dependendo se se trata da primeira ou segunda quinzena do mês, respetivamente. O período “pré-colheita” engloba as contagens realizadas entre agosto e o início da colheita do arroz (até ao fim de setembro); o período “colheita” engloba as contagens realizadas desde o início até ao fim da colheita do arroz, entre outubro e dezembro de 2020; o período “pós-colheita” engloba as contagens realizadas desde o final da colheita do arroz até ao fim da sementeira, entre o fim de dezembro de 2020 e maio de 2021; o período “pós-sementeira” engloba as contagens realizadas após a sementeira até ao final da época de contagens, ou seja entre o fim de maio e julho de 2021.....13

Figura 5. Número de indivíduos de Íbis-preta (*Plegadis falcinellus*) registados em alimentação ou repouso em cada uma das 24 rondas de contagem realizadas nos arrozais da Lezíria Grande de Vila Franca de Xira ao longo de um ciclo anual de produção de arroz, entre agosto de 2020 e julho de 2021. Cada contagem quinzenal encontra-se representada por uma abreviatura composta pelas três primeiras letras do mês seguido de 1 ou 2, dependendo se se trata da primeira ou segunda quinzena do mês, respetivamente. O período “pré-colheita” engloba as contagens realizadas entre agosto e o início da colheita do arroz (até ao fim de setembro); o período “colheita” engloba as contagens realizadas desde o início até ao fim da colheita do arroz, entre outubro e dezembro de 2020; o período “pós-colheita” engloba as contagens realizadas desde o final da colheita do arroz até ao fim da sementeira, entre o fim de dezembro de 2020 e maio de 2021; o período “pós-sementeira” engloba as contagens realizadas após a sementeira até ao final da época de contagens, ou seja entre o fim de maio e julho de 2021.....14

Figura 6. Número de indivíduos de Cegonha-branca (*Ciconia ciconia*) registados em alimentação ou repouso em cada uma das 24 rondas de contagem realizadas nos arrozais da Lezíria Grande de Vila Franca de Xira ao longo de um ciclo anual de produção de arroz, entre agosto de 2020 e julho de 2021. Cada contagem quinzenal encontra-se representada por uma abreviatura composta pelas três primeiras letras do mês seguido de 1 ou 2, dependendo se se trata da primeira ou segunda quinzena do mês, respetivamente. O período “pré-colheita” engloba as contagens realizadas entre agosto e o início da colheita do arroz (até ao fim de setembro); o período “colheita” engloba as contagens realizadas desde o início até ao fim da colheita do arroz, entre outubro e dezembro de 2020; o período “pós-colheita” engloba as contagens realizadas desde o final da colheita do arroz até ao fim da sementeira, entre o fim de dezembro de 2020 e maio de 2021; o período “pós-sementeira” engloba as contagens realizadas após a sementeira até ao final da época de contagens, ou seja entre o fim de maio e julho de 202114

Figura S1. Fotografia aérea, de um talhão de arroz capturada com recurso a drone (DJI Mavic Pro) com uma câmara fotográfica de 12 megapíxels incorporada a 175 metros de altitude utilizada para estimar a área dos danos. A - talhão de arroz com danos visíveis de origem desconhecida no lado direito (área com água visível); B - mesmo talhão apresentado em A com polígonos desenhados com recurso ao software QGIS sobre as áreas danificadas.....45

Figura S2. Curvas de acumulação de taxa de presas identificadas em amostras de dejetos de Íbis-preta (*Plegadis falcinellus*) e de egagrópilas de Cegonha-branca (*Ciconia ciconia*) em relação ao número de amostras recolhidas. O gráfico foi construído utilizando o *package vegan* em R. A ordem das amostras neste análise foi selecionada aleatoriamente. O gráfico resulta de 100 permutações de amostras o que permitiu a representação de intervalos de confiança de 95% (área sombreada). A análise foi realizada recorrendo à identificação taxonómica mais baixa possível. A - Íbis-preta (n=53 antes da colheita, n=17 depois da colheita); B - Cegonha-branca (n=24 antes da colheita, n=19 depois da colheita)46

Introdução

As zonas húmidas estão entre os habitats mais produtivos do planeta e são locais com uma elevada biodiversidade, fornecendo água e produtividade primária da qual inúmeras espécies de plantas e animais dependem para sobreviver (Yoon, 2009). Estes ecossistemas fornecem diversos serviços para a humanidade, envolvendo benefícios económicos, sociais e ambientais (Yoon, 2009). De entre os benefícios económicos estão o fornecimento de água, a pesca, a agricultura, fontes de energia, transporte, fins recreativos e a oportunidade de turismo. Outros serviços de ecossistema prestados por zonas húmidas são o armazenamento de água, a proteção contra tempestades, mitigação de inundações, estabilização da linha de costa, controlo da erosão e retenção de carbono, de nutrientes, de sedimentos e de poluição (Dugan 1990).

Embora sejam ecossistemas de elevada importância, as zonas húmidas estão entre os habitats mais ameaçados do planeta (MA, 2005). Muitas ameaças são consequência de ação humana como a ocupação de terras e drenagem para agricultura (Lourenço & Piersma, 2009; Yoon, 2009). Estas ações levaram ao desaparecimento de mais de 50% das zonas húmidas europeias enquanto a maioria das restantes são afetadas, de alguma forma, por ações humanas (Rendón et al., 2008).

Atualmente os arrozais representam quase um quinto das zonas húmidas do planeta (Yoon, 2009). O arroz, *Oryza sp.*, é a maior cultura irrigada e é apenas ultrapassada pelo trigo (Yoon, 2009). Este cereal é cultivado em 11% das terras aráveis (Fasola & Ruiz, 1997) e é a fonte de alimento primária de mais de 50% da população humana (International Rice Genome Sequencing Project, 2005). Anualmente a produção bruta de arroz é de cerca de 520,8 milhões de toneladas (FAO, 2022) e, em média, são consumidos 55,2 kg de arroz por pessoa em cada ano, embora este valor varie com a região (Muthayya et al., 2014). Portugal é um dos maiores consumidores de arroz *per capita* entre os países da União Europeia. O consumo anual de arroz *per capita* é de 15 kg, 2,5 vezes superior ao consumo de Espanha, o segundo maior consumidor de arroz da União Europeia. Em Portugal, cerca de 2000 produtores de arroz e oito empresas de processamento produzem anualmente 129000 milhões de toneladas métricas de arroz (Carvalho et al., 2013). Desta forma, os arrozais assumem uma particular importância socioeconómica em Portugal.

Em termos ecológicos, o cultivo de arroz é particularmente relevante na região mediterrânica, onde muitas das zonas húmidas naturais foram convertidas em arrozais (Fasola & Ruiz, 1996). Diversos estudos sugerem que os arrozais podem providenciar habitats de extrema importância para aves aquáticas (Fasola & Ruiz, 1996). Além disso, devido à perda de zonas húmidas naturais, em diversas regiões dos países mediterrânicos a importância relativa dos arrozais como habitat alternativo para as aves aquáticas pode ser significativa. Existe mesmo quem defenda que a transformação de zonas húmidas naturais em arrozais possa ser considerada uma das alterações em habitats naturais menos prejudiciais para aves, uma vez que as aves aquáticas podem beneficiar dos arrozais como locais de alimentação (Fasola & Ruiz, 1996).

Nos últimos anos têm existido grandes esforços para aumentar o conhecimento sobre a ecologia de aves em arrozais uma vez que existem várias lacunas no conhecimento. Em diversos locais do mundo, como no sul da Europa (Fasola & Ruiz, 1996), na América do Norte (Elphick, 2000), no Japão (Maeda, 2001) e na África Ocidental (Trèca, 1994), foram realizados estudos que procuraram perceber a importância dos arrozais para aves aquáticas, principalmente como locais de alimentação. É fundamental compreender se os arrozais podem compensar a perda de zonas

húmidas naturais e ainda a determinar quais as formas de gestão que permitem maximizar a diversidade e densidade de aves.

As aves aquáticas são reconhecidas como uma fonte de serviços do ecossistema que beneficiam as populações humanas (Van Groenigen et al., 2003; Bertolero & Navarro, 2018). Em habitats agrícolas as aves podem fornecer diversos benefícios aos produtores, principalmente através da prestação de serviços de regulação como por exemplo, o controlo de pragas, podendo aumentar o rendimento das culturas (Mols & Visser, 2007). A importância do controlo biológico tem aumentado à medida que as pragas desenvolvem resistência a pesticidas e o uso de químicos é restrito pelas autoridades e consumidores (Naylor & Ehrlich, 1997; Şekercioglu et al., 2004). Nos arrozais inundados as aves podem também acelerar o processo de decomposição do restolho (Bird et al., 2000) e reduzir a biomassa de plantas infestantes (Manley et al., 2005). O aumento da decomposição pode levar a uma maior disponibilidade de azoto durante a época de crescimento das culturas, sendo assim reduzida a necessidade de fertilização (Eagle et al., 2001). Por outro lado, em países onde os arrozais cobrem grandes áreas, os danos no arroz associados a aves aquáticas e as respetivas perdas económicas, levam muitas vezes a um conflito entre humanos e vida selvagem. Os danos causados pelas aves nos arrozais mediterrânicos estão principalmente relacionados com o consumo das sementes e com o pisoteio e conseqüente aumento da turbidez da água, o que pode causar a morte das plântulas (Ernoul et al., 2014).

Em resposta aos danos causados pelas aves aquáticas às culturas, muitos produtores implementam medidas de espantamento de aves. Apesar de existirem diversos métodos de espantamento, a informação científica sobre a eficácia de cada um é reduzida. Desta forma, é necessária uma melhor orientação para a aplicação de cada método para maximizar a eficácia do espantamento de aves (Bishop et al., 2003).

Uma das medidas de espantamento de aves mais aplicada em arrozais é a utilização de canhões de gás propano. Os canhões de gás são dispositivos mecânicos que, devido ao disparo, produzem um som semelhante a um disparo de caçadeira (Bishop et al., 2003). Este método é eficiente tanto de dia quanto de noite (Cummings, 2016) mas a eficácia tende a variar com a espécie de ave e também com a existência de áreas de alimentação alternativas perto do local (Bishop et al., 2003). Este método é pouco dispendioso e, por isso, muito utilizado (Cummings, 2016).

Nos arrozais mediterrânicos os principais alvos dos espantamentos após a sementeira são os anatídeos e os flamingos, que podem causar danos no arroz por consumo direto das sementes e de pequenas plantas, ou pisoteio (Tourenq et al., 2001). Quando o arroz está na fase de crescimento e maturação, as principais espécies alvo de espantamento são as de maior porte, uma vez que podem dobrar as plantas de arroz, que conseqüentemente entram em contacto com a água e podem apodrecer. Estas aves podem ainda alimentar-se dos bagos já existentes nas espigas. De entre estas, a Íbis-preta (*Plegadis falcinellus*) e a Cegonha-branca (*Ciconia ciconia*) são espécies que causam cada vez mais preocupação aos orizicultores dado o recente aumento populacional (Encarnação, 2015, 2019). Desta forma, estas duas espécies tornam-se ideais para estudar o conflito entre orizicultores e vida selvagem nos arrozais e as conseqüências económicas da presença de aves aquáticas nestes campos de cultivo.

A Íbis-preta apresenta uma dieta generalista nos arrozais, alimentando-se de invertebrados (Macías et al., 2004) e, por vezes, de arroz (Toral et al., 2012). Na época reprodutora, a dieta de Íbis-preta em Doñana, Espanha, consiste principalmente em coleópteros aquáticos e odonata (Macías et al., 2004). Já na época não-reprodutora, e nos arrozais, pode alimentar-se de grãos de arroz deixados no solo após a colheita (Toral et al., 2012) e de Lagostim-vermelho-do-Louisiana (*Procambarus clarkii*) (Davis & Kricher, 2000; Macías et al., 2004).

A Cegonha-branca é considerada generalista, uma vez que se alimenta de vários itens e oportunista, já que consegue tirar partido daquilo que o habitat onde está fornece. A dieta de Cegonha-branca tem vindo a ser documentada em vários locais da Europa e parece ser moldada pela paisagem, disponibilidade de presas e condições climáticas de cada região (Chenchouni et al., 2015; Chenchouni, 2017). A dieta de Cegonha-branca é composta por vertebrados e invertebrados (Antczak et al., 2002; Cheriak et al., 2014), principalmente minhocas, ortópteros e coleópteros e até mesmo pequenos mamíferos (Antczak et al., 2002). Podem também ser consumidos esporadicamente pequenos peixes, aves, répteis, anfíbios e moluscos (Antczak et al., 2002; Tsachalidis & Goutner, 2002). Nos arrozais portugueses a dieta de Cegonha-branca consiste principalmente em coleópteros, ortópteros e Lagostim-vermelho-do-Louisiana ao longo de todo o ano (Ferreira et al., 2019).

O Lagostim-vermelho-do-Louisiana (em diante designado por lagostim) é uma presa amplamente disponível nos arrozais dado o seu caráter invasor e estatuto de praga. O lagostim foi introduzido em Espanha na década de 1970 e estabeleceu-se por todas as zonas húmidas e arrozais da Península Ibérica (Correia, 2001). Devido à sua resistência a condições adversas, o lagostim consegue dispersar através de habitats sem água, podendo colonizar corpos de água isolados (Kerby et al., 2005). Nos arrozais o lagostim é considerado uma praga devido aos danos que causam na colheita (Anastácio et al., 2000). Os danos são atribuídos à sua atividade de escavação que resulta na destruição das plantas e na perda de água nos campos, e também ao consumo das plantas no início do desenvolvimento (Anastácio & Marques, 1997). Desta forma, a Íbis-preta e a Cegonha-branca, enquanto consumidoras de lagostim, podem contribuir para o controlo desta praga e consequentemente dos danos que este causa, sendo por isso importante quantificar a contribuição do lagostim para a sua dieta.

O objetivo geral deste estudo é caracterizar a utilização e o papel das aves aquáticas ao longo de um ciclo anual de produção de arroz nos arrozais da Lezíria Grande de Vila Franca de Xira (distrito de Lisboa). Para isso, foram delineados seis objetivos específicos: (1) quantificar a variação na abundância de aves ao longo do ciclo anual da produção de arroz, em particular de Íbis-preta e Cegonha-branca, (2) descrever a dieta destas duas espécies ao longo de um ciclo anual de produção de arroz; (3) avaliar a disponibilidade de alimento para Íbis-preta e Cegonha-branca nos arrozais e (4) caracterizar a sua seleção de habitat nos arrozais. Serão ainda (5) estimadas as diferenças de produtividade de arroz em áreas danificadas e não danificadas, como parâmetro para uma futura estimativa do prejuízo causado pelas aves e (6) avaliada a eficácia das medidas de espantamento atualmente em curso de forma a informar melhores medidas de gestão.

Métodos

Área de estudo

O trabalho de campo foi conduzido nos arrozais da Lezíria Grande de Vila Franca de Xira incluída na Zona de Proteção Especial do estuário do Tejo (e parcialmente na Reserva Natural do Estuário do Tejo). A Lezíria Grande de Vila Franca de Xira inclui cerca de 45 km² de arrozal, dos quais 22 km² foram estudados (figura 1). O trabalho de campo decorreu entre julho de 2020 e julho de 2021. Em 2020 a sementeira do arroz ocorreu em maio e junho e a colheita iniciou-se no dia 12 de outubro. Em 2021 a sementeira foi iniciada no mês de maio e terminou em junho.

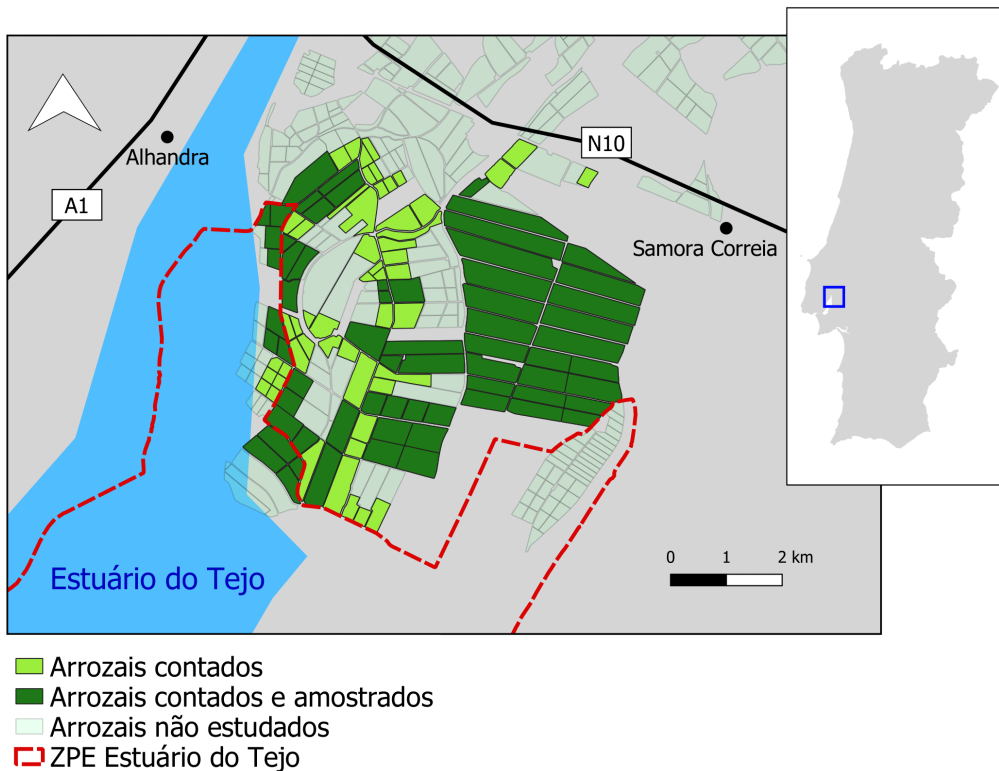


Figura 1. Mapa da área de estudo representando, a verde, os campos de arroz onde se realizaram as contagens de aves. A verde-escuro estão representados os campos onde foi realizada a avaliação de disponibilidade de alimento.

Os arrozais em torno do estuário do Tejo são inundados na primavera para a sementeira e durante o verão os níveis de água são mantidos elevados. Em setembro/outubro os campos são drenados para posteriormente serem colhidos (figura 2). No inverno, o nível de água depende da pluviosidade e do tipo de gestão e os campos podem encontrar-se húmidos ou inundados, com restolho ou lavrados. Antes da sementeira seguinte, os campos são lavrados e nivelados e essas ações podem ocorrer em qualquer momento durante o inverno. Por este motivo, alguns campos são lavrados logo em dezembro e outros ainda se encontram com restolho em março (Lourenço & Piersma, 2009). Os arrozais são mantidos inundados durante a maior parte do ciclo de cultivo, principalmente para proteger as plantas de baixas temperaturas, evitar rápidas variações de temperatura e diminuir o crescimento de plantas infestantes. O nível da água varia ao longo da época de crescimento (Longoni, 2010).

Os arrozais da área de estudo comportam uma comunidade de aves bastante diversa que inclui, corvos-marinhos, garças, cegonhas, íbis, colhereiros, flamingos, patos, galinhas de água, gaivotas, passeriformes, aves de rapina e aves limícolas (Lourenço, 2010), o que lhe concedeu a classificação como Important Bird Area (IBA) (Catre et al., 2021).

A unidade mais pequena em que se dividem os arrozais são chamados talhões, unidades mais ou menos quadrangulares onde se cultiva arroz contiguamente e delimitados por pequenas elevações de terra, chamadas cômoros. Em média, um talhão tem uma área de 4 hectares. Um conjunto de talhões adjacentes pertencentes ao mesmo produtor e que partilham da mesma gestão é denominado “campo de arroz”. Os campos de arroz da área de estudo têm em média 44 hectares.

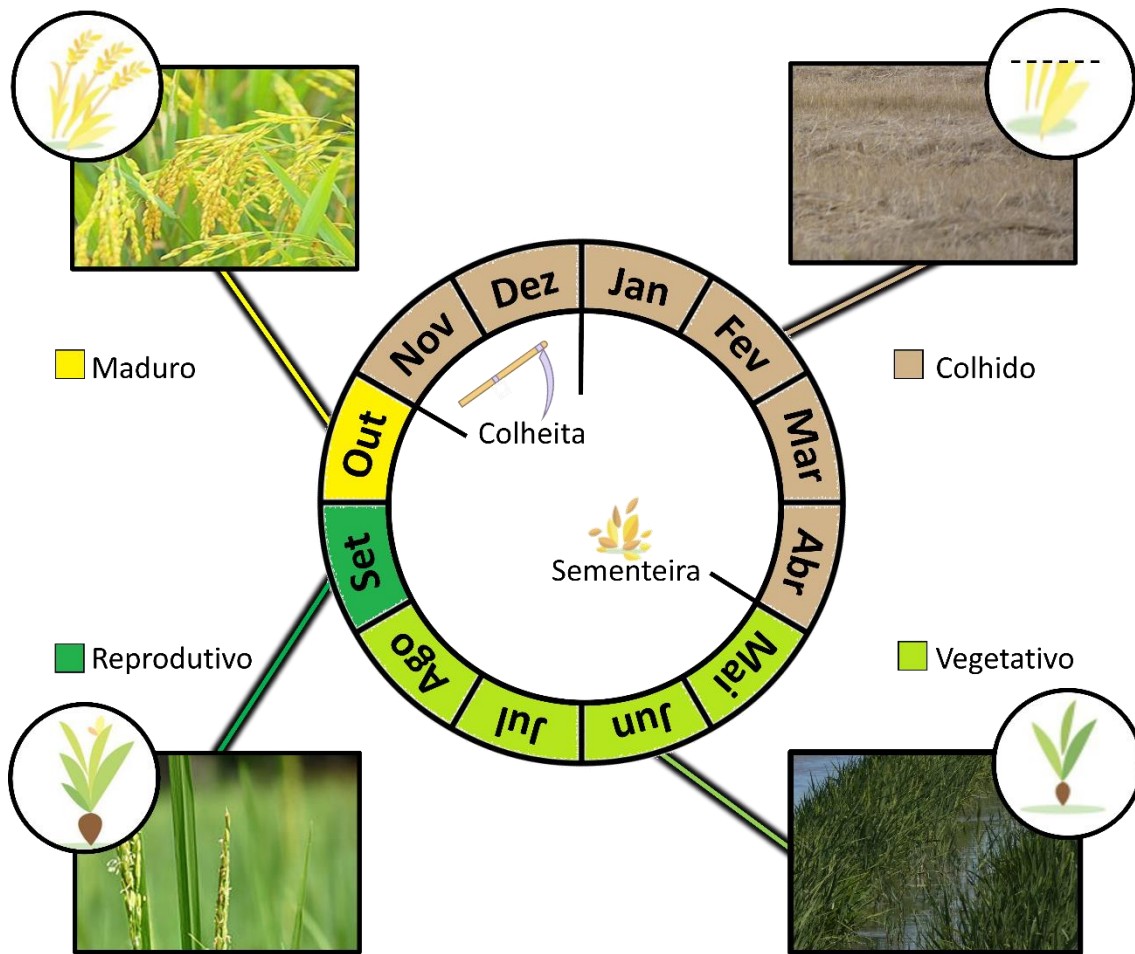


Figura 2. Esquemática do ciclo anual da produção de arroz típico no estuário do Tejo.

Espécies de estudo

A Íbis-preta, é uma ave aquática de médio porte, pertencente à ordem Pelecaniformes e apresenta uma ampla distribuição mundial (Newton, 2003). No século XX, as populações reprodutoras foram dadas como extintas em vários locais da Europa devido à destruição e degradação do habitat e à caça (Tucker & Heath, 1994). Em Portugal verificou-se um grande aumento do número de indivíduos invernantes desde 1994, principalmente nos estuários dos rios Tejo e Sado, tendo sido estimadas 8320 aves em 2015 (Encarnação, 2019). No inverno, estas aves ocupam maioritariamente áreas costeiras e arrozais (Encarnação, 2019). Atualmente, e apesar de ser uma ave maioritariamente invernante, existem ca. de 600 a 700 casais reprodutores em território português, principalmente nos estuários do Tejo e Sado (Encarnação, 2019). O primeiro evento de nidificação desta espécie em Portugal foi registado em 2012 em zonas húmidas do centro do país, nas bacias dos rios Tejo, Sado e Mondego e em alguns rios do Alentejo (Encarnação, 2019).

A Cegonha-branca é uma ave de grande porte, pertencente à família Ciconiiformes. Esta espécie está amplamente distribuída no continente europeu, habitando principalmente locais abertos e áreas agrícolas (Alonso et al., 1991). Na Península Ibérica, o aumento da disponibilidade de alimento devido à expansão do lagostim e à existência de aterros sanitários, bem como as temperaturas mais amenas no inverno, têm permitido um aumento do número de indivíduos residentes de Cegonha-branca (Catry et al., 2017). Em Portugal, a Cegonha-branca apresenta uma

maior abundância no verão, embora o número de indivíduos residentes no inverno tenha aumentado nos últimos anos, apresentando maiores números em arrozais e aterros sanitários (Catry et al., 2017).

Abundância de aves nos arrozais ao longo do ciclo anual

Foram efetuadas contagens de aves ao longo de um transecto de 70 km, cobrindo na totalidade a área de estudo. Foram contados quinzenalmente todos os campos de arroz visíveis a partir do transecto, utilizando binóculos, entre agosto de 2020 e julho de 2021, em mais de 500 talhões, correspondentes a 49 campos. As contagens foram realizadas entre as 8:30h e as 17:30h. O ponto designado para o início e fim do transecto foi alterado ao longo das contagens para obter informação de todos os campos em diferentes alturas do dia e assim melhor representar a sua utilização diária por aves. Foram contadas todas as aves aquáticas pertencentes às ordens Ciconiiformes, Pelecaniformes, Charadriiformes, Anseriformes, Gruiformes, Suliformes e Phoenicopteriformes. As aves afugentadas no momento da contagem foram incluídas na contagem, mas as aves em voo sobre os arrozais foram excluídas. Foi registado o comportamento de todas as aves observadas nos arrozais (alimentação ou repouso) já que as aves podem escolher locais com características diferentes de acordo com o tipo de atividade.

A área de cada campo foi calculada recorrendo ao *software* QGIS (QGIS Development Team, 2021), com base na *shapefile* cedida pela Associação de Beneficiários da Lezíria Grande de Vila Franca de Xira. A densidade de aves nos arrozais foi calculada para cada contagem considerando a área total estudada. Foi calculada a densidade média de todas as espécies de aves contadas em quatro períodos: “pré-colheita” (entre julho e setembro), “colheita” (entre outubro e dezembro), “pós-colheita” (entre dezembro e primeira quinzena de maio) e “pós-sementeira” (entre a segunda quinzena de maio e julho).

Avaliação da disponibilidade de alimento para Íbis-preta e Cegonha-branca

Foi analisada a disponibilidade de alimento em 25 campos de arroz, recorrendo a técnicas de amostragem apropriadas para invertebrados terrestres (Antczak et al., 2002; Macías et al., 2004), invertebrados aquáticos (Antczak et al., 2002; Macías et al., 2004), lagostim (Macías et al., 2004; Ferreira et al., 2019) e arroz (Toral et al., 2012) antes e depois da colheita do arroz. As fontes de alimento terrestres foram amostradas, numa primeira fase, entre agosto e outubro de 2020, quando o arroz estava na fase de crescimento e maturação e o processo foi repetido em fevereiro de 2021, após a colheita do arroz e quando a maioria dos campos já tinha sido lavrado. Esta amostragem realizou-se com armadilhas *pitfall*, com oito centímetros de diâmetro enterradas no solo até à borda, preenchidas até meio com água, vinagre e uma gota de detergente e cobertas por um prato de plástico para impedir o alagamento ou a evaporação (Pilon et al., 2013). Em cada campo selecionado, foram simultaneamente dispostas quatro armadilhas *pitfall* nos cômodos. A amostragem durou oito dias para cada *pitfall* em cada local, tendo-se recolhido o conteúdo em dois momentos, ao fim de quatro e de oito dias.

As fontes de alimento aquáticas foram amostrados unicamente em setembro de 2020, no período de maturação do arroz. Não foi possível realizar a amostragem no período de inverno porque existia pouca ou nenhuma água nos campos. A amostragem foi realizada com recurso a um camaroeiro com 30 cm de diâmetro e com uma malha de aproximadamente 1 mm. Nos campos

selecionados realizaram-se cinco arrastos, cada um com uma extensão de 5 metros, amostrando toda a coluna de água e a superfície do solo. Por questões de acessibilidade e para não danificar o arroz, estes arrastos realizaram-se próximo das margens dos diferentes campos de arroz.

Para determinar a quantidade de arroz presente nos campos após a colheita e a densidade de invertebrados após a colheita foram recolhidas amostras de solo utilizando *cores* cilíndricos (86,6 cm², diâmetro 10,5 cm, cerca de 10 cm de profundidade) (Navedo et al., 2015) entre fevereiro e março de 2021. Este método foi escolhido uma vez que já não existia água nos campos, ou em muito pouca quantidade, e não foi possível capturar nenhum tipo de alimento aquático na coluna de água recorrendo ao camaroeiro. As amostras foram processadas recorrendo a um crivo com malha de 1 mm e foram armazenados todos os grãos de arroz e invertebrados presentes.

Todos os organismos capturados foram armazenados em álcool 96% e identificados em laboratório até ao nível taxonómico mais baixo possível, utilizando diversas chaves de identificação (Bis & Kosmala, 2005; Serra et al., 2009; Garcia-Pereira et al., 2012; Weirauch et al., 2014). Os indivíduos identificados foram fotografados e armazenados de forma a serem utilizados como referência na identificação dos componentes da dieta das aves em estudo. Calculou-se a frequência de ocorrência dos diferentes organismos capturados por cada método em cada um dos períodos.

A amostragem de lagostim não pode ser realizada recorrendo à metodologia utilizada para a amostragem dos restantes invertebrados aquáticos uma vez que estes não são eficientemente capturados com arrastos. Para estimar a abundância desta espécie foram colocadas nassas em seis campos de arroz em setembro de 2020. Em cada um dos campos foram colocadas aleatoriamente cinco nassas cilíndricas (dimensões 36 cm de diâmetro×70 cm de comprimento) iscadas com peixe fresco, totalizando 30 nassas, durante 24 horas. Após este período as nassas foram recolhidas e foi contado o número de indivíduos capturados em cada armadilha. A amostragem de lagostim foi novamente realizada nos meses de março e abril, em 24 campos, totalizando 120 nassas. Neste período os campos encontravam-se com níveis de água muito reduzidos ou praticamente secos. Na segunda amostragem de lagostim foi possível obter um maior número de autorizações por parte dos produtores para proceder à amostragem e, desta forma, foi possível amostrar mais campos que no período anterior. A abundância relativa foi calculada como o número médio de indivíduos capturados por nassa.

Dieta de Íbis-preta e Cegonha-branca

A dieta de Íbis-preta e de Cegonha-branca foi avaliada através da análise de dejetos e egagrópilas, respetivamente. Os dejetos e egagrópilas foram recolhidos em cômodos dos arrozais utilizados por bandos monoespecíficos de aves em repouso (para evitar recolher dejetos ou egagrópilas pertencentes a outras espécies). Recolheram-se egagrópilas de Cegonha-branca em vez de dejetos uma vez que os primeiros são bastante grandes, fáceis de encontrar e os restos de presas estão geralmente menos digeridos sendo assim mais fáceis de identificar.

Foram recolhidos 53 dejetos de Íbis-preta e 24 egagrópilas de Cegonha-branca quando o arroz se encontrava nas fases reprodutiva e maduro (entre o fim de agosto e outubro de 2020). Em fevereiro de 2021, quando os campos de arroz estavam colhidos, foram recolhidos 17 dejetos de Íbis-preta e 19 egagrópilas de Cegonha-branca. Os dejetos e egagrópilas foram armazenados individualmente em sacos de plástico e posteriormente congelados. No laboratório, cada amostra foi dissolvida em água e processada, com auxílio de uma lupa binocular, para separar as componentes duras das presas consumidas. Neste processo foram procuradas partes que permitissem a identificação das presas e a sua contagem. As presas foram identificadas até ao

nível taxonômico mais baixo possível utilizando como base chaves de identificação (Bis & Kosmala, 2005; Serra et al., 2009; Garcia-Pereira et al., 2012; Weirauch et al., 2014). Para cada *taxon* presente nas amostras, foi identificado o número mínimo de indivíduos (NMI). Para a quantificação dos diferentes itens alimentares, em cada amostra foram contabilizadas estruturas específicas: para os insetos foram contadas as cabeças, no caso dos lagostins foram contados dentes gástricos laterais e/ou centrais, para os aracnídeos foi contado o número de cefalotóraxes e para os bagos de arroz foram contados bagos inteiros ou cascas também inteiras. No caso de restos pertencentes a organismos não identificados, foi considerado que representavam um indivíduo. Quando foram encontradas presas muito desfeitas ou sem estruturas que permitissem a sua contagem, foi estimado um indivíduo.

A importância de cada presa na dieta das duas espécies de ave foi apresentada como a frequência de ocorrência (proporção de dejetos ou egagrópilas que continham uma dada presa) e frequência numérica (o número total de indivíduos de cada *taxa* em todos os dejetos ou egagrópilas relativos a todas as presas presentes). No entanto, a frequência numérica deve ser analisada com precaução uma vez que o número de indivíduos pertencentes à classe Insecta poderá ser subestimado por serem maioritariamente encontrados sobre a forma de restos não contabilizáveis.

Seleção de habitat

Para estudar a seleção de habitat por Íbis-preta e Cegonha-branca foram registadas as alterações ocorridas nos arrozais de forma a estimar a proporção de cada tipo de habitat em cada uma das contagens realizadas. Os arrozais foram caracterizados em relação (1) à presença de arroz (arroz em crescimento ou maturação vs. arroz colhido), (2) nível de água após o início da colheita do arroz (seco, húmido ou alagado), e (3) gestão do talhão no período de pós-colheita (restolho ou lavrado). Nas primeiras cinco contagens (entre a primeira quinzena de agosto e a primeira quinzena de outubro), todos os arrozais apresentaram as mesmas características relativas à fase do arroz e, por isso, não foi realizada uma análise da seleção de habitat. A colheita do arroz ocorreu a partir da sexta contagem (na segunda quinzena de outubro), e, após esse momento foi possível observar diferentes tipos de habitat disponíveis para as aves. Não foram observados indivíduos de Íbis-preta em seis das rondas de contagem (primeiras quinzenas de setembro e outubro, segunda quinzena de fevereiro, primeira e segunda quinzenas de março e segunda quinzena de abril) e de Cegonha-branca em quatro (segundas quinzenas de fevereiro e março e primeira e segunda quinzena de abril), e desta forma não se realizou uma análise da seleção de habitat para cada uma das aves em estudo nestes diferentes períodos.

A seleção de habitat foi analisada para cada contagem quinzenal ou para um conjunto de contagens consecutivas com proporção semelhante de habitats disponíveis, utilizando o Índice de Seletividade de Savage (Savage, 1931). Para calcular este índice, foi utilizada a equação $w_i = U_i/p_i$, onde U_i representa a proporção de observações registadas num dado habitat e p_i representa a proporção da área desse habitat em relação ao habitat total disponível. Os valores deste índice variam entre 0 (seleção negativa máxima) em que valores de índice menores que 1,0 indicam que o habitat é evitado; e $+\infty$ (seleção positiva máxima), em que valores acima de 1,0 indicam preferência. Manly et al. (1993) propuseram uma nova variação do índice, o Índice de Seletividade de Savage Standardizado (Bi), que soma 1 para todas as classes do recurso. Este índice pode ser calculado recorrendo à seguinte equação $Bi = wi / \sum_{i=1}^n wi$. Valores do índice Bi próximos de $(1/\text{número de habitats})$ indicam ausência de preferência; valores superiores indicam preferência e valores inferiores indicam uma rejeição do tipo de habitat. A significância estatística

de w_i foi testada comparando as estatísticas $(w_i - 1)^2 / se(w_i)^2$ com o valor crítico correspondente de uma distribuição qui-quadrada com um grau de liberdade (Manly et al., 1993). O erro padrão do índice $[se(w_i)]$ foi calculado através de $\sqrt{(1 - p_i) / (u \times p_i)}$ onde u representa o número total de observações de aves.

Para a realização dos cálculos, foram apenas tidos em consideração habitats cuja proporção representava 5% ou mais dos campos amostrados. Em vez de se utilizar o número de aves que foram contadas em cada um dos diferentes tipos de habitat, foi utilizado o número de presenças, ou seja, o número de talhões em que se encontravam indivíduos de Íbis-preta ou Cegonha-branca. Utilizou-se este parâmetro uma vez que as duas espécies de ave são gregárias.

Diferenças de produtividade em áreas de arrozal com e sem danos

Os arrozais podem apresentar diferentes níveis de produtividade. Existem vários motivos para que os arrozais cresçam de forma diferenciada como por exemplo constrangimentos decorridos na sementeira, a morte de plântulas, fatores meteorológicos como chuvas e ventos fortes e a ação de animais selvagens, entre eles, potencialmente as aves aquáticas. Os produtores de arroz mostram-se descontentes e, apesar de existirem queixas de estragos promovidos pelas aves, não foi possível confirmar que os danos observados nos arrozais eram causados por aves. Por este motivo, optou-se por comparar a diferença de produtividade em áreas danificadas e não danificadas como *proxy* para uma eventual perda causada por aves. Para estimar a diferença de produtividade entre arrozais com e sem áreas danificadas, foi calculada em oito arrozais a dimensão da área afetada e comparada a produtividade de arroz entre áreas com danos e sem danos. Para estimar a área com dano foram tiradas fotografias aéreas recorrendo a um drone (DJI Mavic Pro) com uma câmara fotográfica de 12 megapixels incorporada. Estas fotografias foram tiradas no período de maturação do arroz, imediatamente antes da colheita (em setembro e outubro). Esta metodologia foi adaptada a partir dos métodos adotados por Moreno-Opo & Piqué (2018), onde foram estudados os danos causados por Caimão-comum (*Porphyrio porphyrio*) em arrozais, tendo sido apenas modificada a altura a que as fotografias foram tiradas (50 m no trabalho acima referido e 175 m no presente trabalho). Foram fotografados 20 talhões com danos visíveis pertencentes a oito dos campos de arroz da área de estudo (figura S1). Considerou-se uma área como danificada quando eram visíveis zonas de um talhão onde não existia de todo arroz, gerando-se uma “clareira” no arrozal através do qual era possível ver a água. As fotografias foram posteriormente georreferenciadas de acordo com as medidas reais da parcela e analisadas recorrendo ao *software* QGIS. Desta forma foi possível calcular a área (ha) com danos em cada um dos campos de arroz através da delimitação de polígonos.

Para estimar a diferença de produtividade nas áreas com e sem danos, foram amostradas zonas com e sem danos dentro do mesmo talhão. Para isto foram definidos aleatoriamente cinco quadrados de 20×20 cm em cada um dos tipos de área na época antes da colheita (em outubro) em 10 dos talhões amostrados. Foram recolhidas todas as espigas de arroz em cada quadrado de amostragem, e posteriormente os grãos foram contados e foi medido o peso seco de cada uma das amostras de forma a determinar a produtividade de arroz (kg/ha). As diferenças na produtividade de arroz entre áreas com e sem danos foram testadas recorrendo a um modelo linear.

A produtividade de arroz não é igual em áreas com e sem danos (ver Resultados), assim sendo, para estimar a produtividade observada num dado campo é necessário calcular separadamente a produção de arroz na área com e sem danos desse mesmo campo. A produção estimada em áreas com danos foi calculada para cada um dos oito campos da seguinte forma:

Área com dano (ha) × produtividade média de arroz em áreas com dano (kg/ha)

Foi utilizada uma fórmula semelhante para calcular a produção estimada em áreas sem danos:

Área sem dano (ha) × produtividade média de arroz em áreas sem dano (kg/ha)

Utilizando os valores calculados acima, foi determinada a produção de arroz observada (kg) somando a produção estimada para a área com dano e sem dano em cada um dos oito campos.

Para permitir o cálculo da perda associada à existência de danos é necessário estimar qual seria a produção de arroz caso esses danos não existissem. Assim sendo torna-se necessário estimar a produção de arroz esperada (kg) se toda a área dos campos amostrados pertencesse à classe “sem danos”. Isto foi realizado da seguinte forma:

Área total do campo (ha) × produtividade média de arroz em áreas sem dano (kg/ha)

Por fim, a perda associada à presença de danos (em percentagem) foi calculada para cada campo amostrado da seguinte forma:

(produção de arroz esperada – produção de arroz observada) / produção de arroz esperada × 100

Avaliação da eficácia das medidas de espantamento de aves

Foram acompanhados os espantamentos referentes ao período de crescimento e maturação do arroz até à colheita (entre agosto e novembro de 2020). Neste período, os espantamentos ocorrem durante o dia, sendo o método mais utilizado o disparo de canhões de gás propano a partir de carrinhas em movimento. Os disparos são feitos em intervalos de um minuto. A carrinha equipada com os canhões percorre um transeto variável ao longo dos diferentes campos de arroz de forma a afugentar as aves que se encontram nos arrozais com o som dos disparos. A carrinha permanece no campo o tempo necessário para as aves serem afugentadas, nunca voltando para trás no percurso.

Para avaliar a resposta das aves e a eficácia instantânea dos espantamentos, foi realizado uma vez por semana, durante 12 semanas, o acompanhamento de uma carrinha equipada com canhões. Em cada campo registou-se o número de aves aquáticas presente, a distância média das aves à carrinha e o número de aves espantadas que voou e não voltou a pousar no campo. Esta última informação foi utilizada para calcular a taxa de retorno instantâneo das aves, um índice que varia entre 0 e 1 e que foi calculado utilizando a seguinte fórmula:

$$1 - \frac{\text{número de aves que voaram e não voltaram após o espantamento}}{\text{número total de aves presentes no campo antes do espantamento}}$$

Este índice representa o número de aves que regressaram ao campo imediatamente após o espantamento. Para compreender como o número de aves presente num campo e a distância média das aves à carrinha influenciam a taxa de retorno, foi construído um modelo linear generalizado (GLM) com família de distribuição de probabilidades binomial, utilizando a taxa de retorno como variável resposta e as restantes como variáveis explicativas. O melhor modelo foi selecionado com base no valor mínimo de AIC utilizando a função stepAIC no *software* R.

Todos os cálculos e análises estatísticas foram realizados recorrendo ao *software* R v.3.9.1 (R Core Team, 2019).

Resultados

Abundância de aves nos arrozais ao longo do ciclo anual

Entre agosto de 2020 e julho de 2021, após 24 contagens, foram detetadas 37 espécies de aves aquáticas nos 49 campos de arroz monitorizados. Registou-se um aumento na abundância de aves contadas no início de novembro, quando o arroz já se encontrava a ser colhido, sendo observados valores máximos na contagem da primeira quinzena de fevereiro de 2021 (≈ 40000 aves), vários meses depois de todo o arroz já ter sido colhido (figura 3). A partir dessa data, a abundância de aves diminuiu para valores quase nulos nas contagens de março, abril e início de maio, período em que a maioria dos campos de arroz se encontrava seco (figura 3). Nas contagens seguintes registou-se novamente um aumento da abundância de aves, mas sempre inferior a 5500 aves (figura 3).

As espécies de aves observadas durante as contagens podem dividir-se nos seguintes grupos: Cegonha-branca, Íbis-preta, gaivotas, garças, limícolas, patos e outras. Foram observadas garças em todas as contagens e as duas únicas espécies observadas em todas as contagens realizadas foram a Garça-branca-pequena (*Egretta garzetta*) e a Garça-real (*Ardea cinerea*) (tabelas S1 e S2). A Garça-vermelha (*Ardea purpurea*) foi frequentemente observada nos meses de verão, entre julho e setembro de 2020 e abril e julho de 2021 (tabelas S1 e S2). Por outro lado, as gaivotas como a Gaivota-de-asa-escura (*Larus fuscus*) e o Guincho-comum (*Chroicocephalus ridibundus*) apresentaram números máximos entre o fim de outubro e fevereiro, enquanto as aves limícolas, especialmente o Maçarico-de-bico-direito (*Limosa limosa*), foram mais abundantes nas duas contagens realizadas em fevereiro, principalmente na segunda quinzena. Os patos, principalmente Pato-real (*Anas platyrhynchos*), foram observados poucas vezes nos arrozais e sempre em números reduzidos (figura 3). O Abibe-comum (*Vanellus vanellus*) foi observado em 18 das 24 contagens e apresentou maiores abundâncias nos meses de novembro a fevereiro (tabelas S1 e S2). O Ganso-do-Egito (*Alopochen aegyptiaca*) e a Gaivina-preta (*Chlidonias niger*) foram duas espécies observadas apenas numa contagem (tabelas S1 e S2).

A abundância de Cegonha-branca apresentou um máximo na contagem da segunda quinzena de setembro de 2020 (figura 4B) e a de Íbis-preta na contagem da segunda quinzena de dezembro de 2020 (figura 4A). Observou-se um aumento na abundância de Íbis-preta a partir de novembro quando vários arrozais já tinham sido colhidos, tendo sido atingido um pico no inverno, entre os meses de dezembro e janeiro, quando a colheita já tinha terminado e, alguns dos arrozais já tinham sido lavrados (figura 4A). Neste período, a grande maioria dos indivíduos de Íbis-preta foi registada em alimentação (figura 5). Após este período, a abundância de Íbis-preta diminuiu para valores quase nulos, não tendo sido detetado qualquer indivíduo desta espécie em seis contagens (segunda quinzena de fevereiro até à primeira quinzena de maio). A partir da segunda quinzena de maio verificou-se um aumento do número de Íbis-preta observadas nas contagens. A abundância de Cegonha-branca apresentou maiores valores nos meses de verão, quando os arrozais ainda tinham arroz (figura 4B) e em setembro de 2020 foram registados os maiores números de indivíduos em repouso (figura 6). Nas contagens posteriores, a densidade diminuiu para valores quase nulos, não tendo sido observado nenhum indivíduo em quatro das contagens. A abundância de Cegonha-branca voltou a aumentar no mês de junho de 2021 (figura 4B).

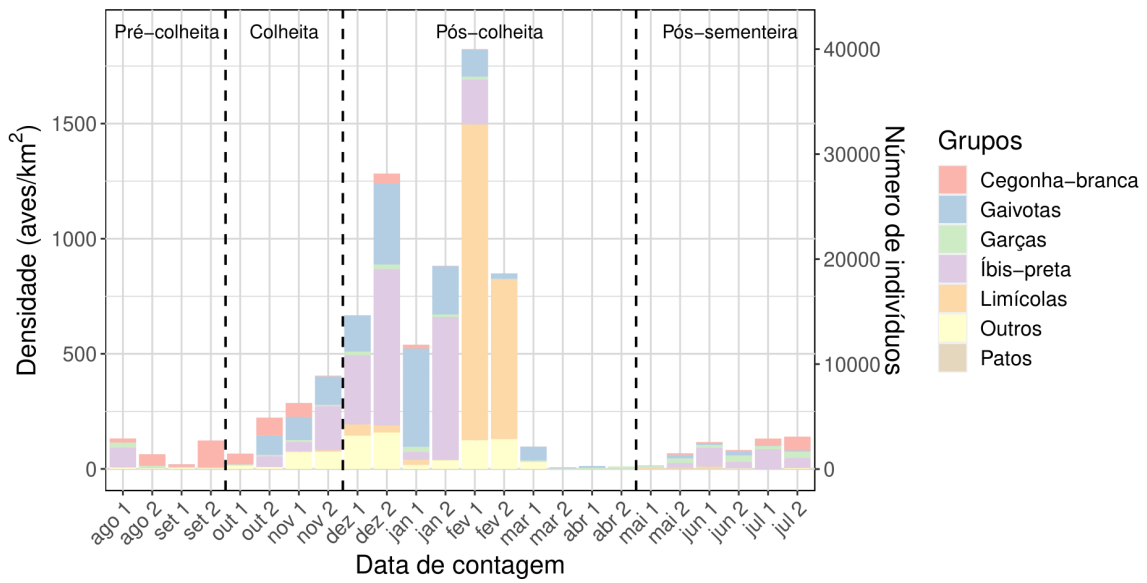


Figura 3. Densidade dos principais grupos de aves por km² e número de aves contadas em cada uma das 24 contagens realizadas nos arrozais da Lezíria Grande de Vila Franca de Xira ao longo de um ciclo anual de produção de arroz, entre agosto de 2020 e julho de 2021. Cada contagem quinzenal encontra-se representada por uma abreviatura composta pelas três primeiras letras do mês seguido de 1 ou 2, dependendo se se trata da primeira ou segunda quinzena do mês, respetivamente. O período “pré-colheita” engloba as contagens realizadas entre agosto e o início da colheita do arroz (até ao fim de setembro); o período “colheita” engloba as contagens realizadas desde o início até ao fim da colheita do arroz, entre outubro e dezembro de 2020; o período “pós-colheita” engloba as contagens realizadas desde o final da colheita do arroz até ao fim da sementeira, entre o fim de dezembro de 2020 e maio de 2021; o período “pós-sementeira” engloba as contagens realizadas após a sementeira até ao final da época de contagens, ou seja entre o fim de maio e julho de 2021.

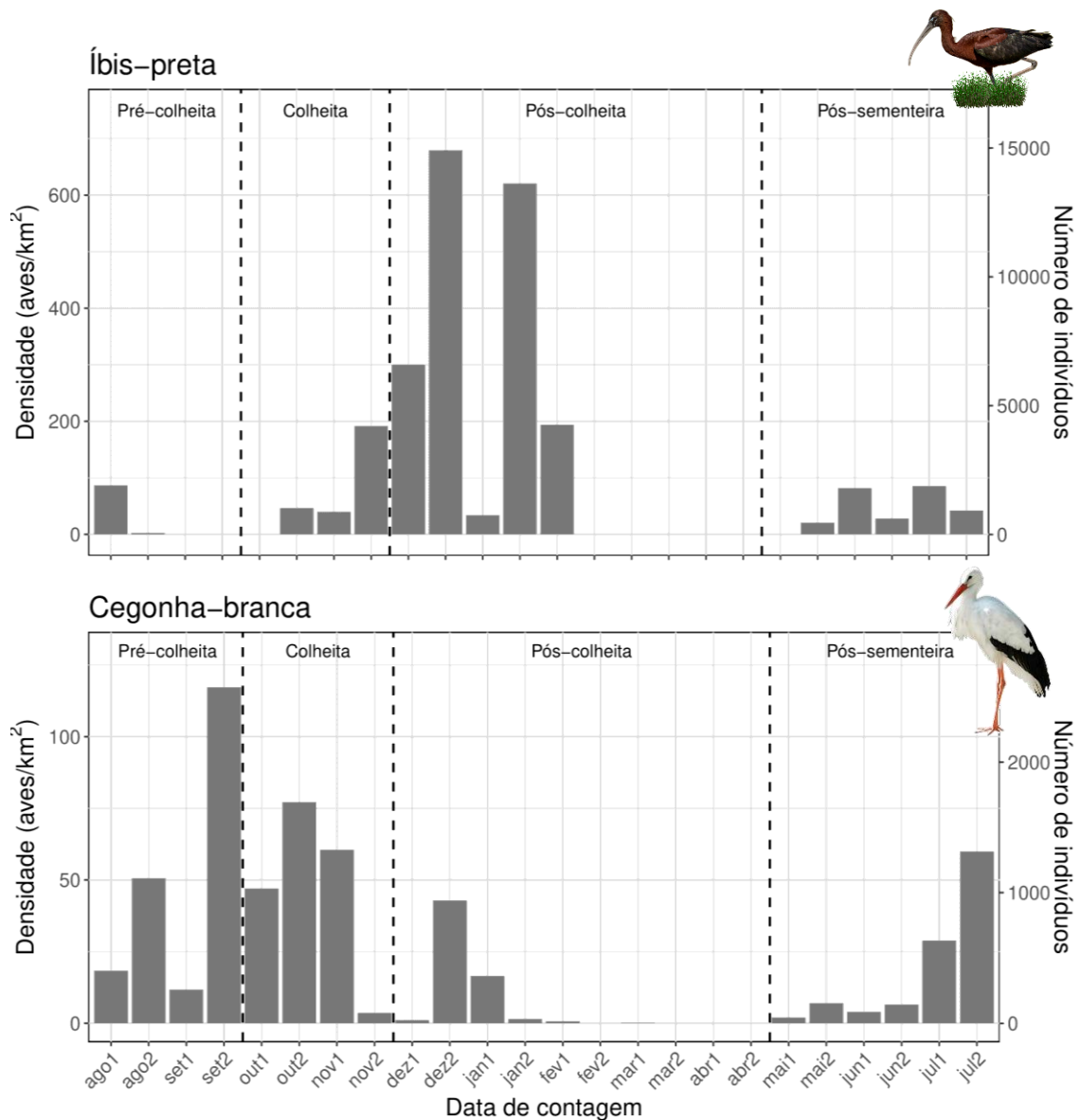


Figura 4. Densidade de Íbis-preta (*Plegadis falcinellus*) e Cegonha-branca (*Ciconia ciconia*) por km² e número de indivíduos em cada uma das 24 contagens realizadas nos arrozais da Lezíria Grande de Vila Franca de Xira ao longo de um ciclo anual de produção de arroz, entre agosto de 2020 e julho de 2021. Cada contagem quinzenal encontra-se representada por uma abreviatura composta pelas três primeiras letras do mês seguido de 1 ou 2, dependendo se se trata da primeira ou segunda quinzena do mês, respetivamente. O período “pré-colheita” engloba as contagens realizadas entre agosto e o início da colheita do arroz (até ao fim de setembro); o período “colheita” engloba as contagens realizadas desde o início até ao fim da colheita do arroz, entre outubro e dezembro de 2020; o período “pós-colheita” engloba as contagens realizadas desde o final da colheita do arroz até ao fim da sementeira, entre o fim de dezembro de 2020 e maio de 2021; o período “pós-sementeira” engloba as contagens realizadas após a sementeira até ao final da época de contagens, ou seja entre o fim de maio e julho de 2021.

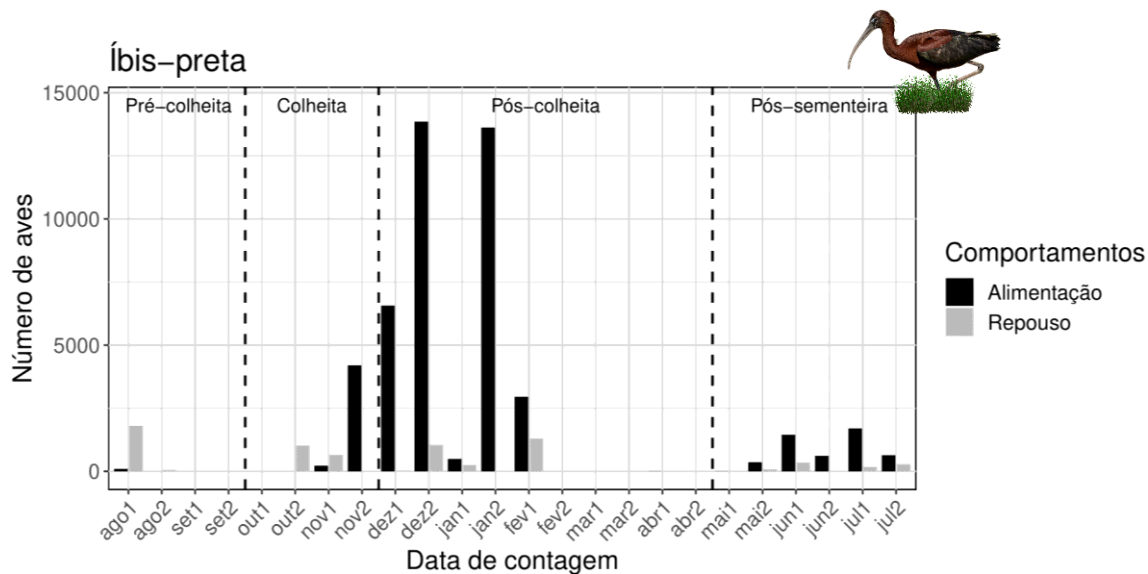


Figura 5. Número de indivíduos de Íbis-preta (*Plegadis falcinellus*) registados em alimentação e em repouso em cada uma das 24 rondas de contagem realizadas nos arrozais da Lezíria Grande de Vila Franca de Xira ao longo de um ciclo anual de produção de arroz, entre agosto de 2020 e julho de 2021. Cada contagem quinzenal encontra-se representada por uma abreviatura composta pelas três primeiras letras do mês seguido de 1 ou 2, dependendo se se trata da primeira ou segunda quinzena do mês, respetivamente. O período “pré-colheita” engloba as contagens realizadas entre agosto e o início da colheita do arroz (até ao fim de setembro); o período “colheita” engloba as contagens realizadas desde o início até ao fim da colheita do arroz, entre outubro e dezembro de 2020; o período “pós-colheita” engloba as contagens realizadas desde o final da colheita do arroz até ao fim da sementeira, entre o fim de dezembro de 2020 e maio de 2021; o período “pós-sementeira” engloba as contagens realizadas após a sementeira até ao final da época de contagens, ou seja entre o fim de maio e julho de 2021.

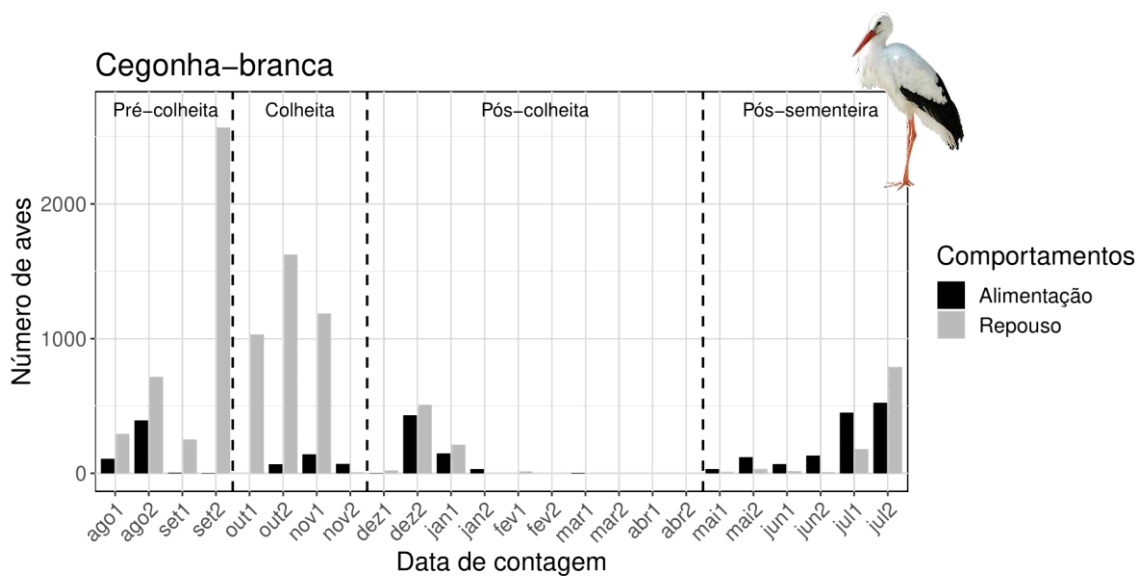


Figura 6. Número de indivíduos de Cegonha-branca (*Ciconia ciconia*) registados em alimentação e em repouso em cada uma das 24 rondas de contagem realizadas nos arrozais da Lezíria Grande de Vila Franca de Xira ao longo de um ciclo anual de produção de arroz, entre agosto de 2020 e julho de 2021. Cada contagem quinzenal encontra-se representada por uma abreviatura composta pelas três primeiras letras do mês seguido de 1 ou 2, dependendo se se trata da primeira ou segunda quinzena do mês, respetivamente. O período “pré-colheita” engloba as contagens realizadas entre agosto e o início da colheita do arroz (até ao fim de setembro); o período “colheita” engloba as contagens realizadas desde o início até ao fim da colheita do arroz, entre outubro e dezembro de 2020; o período “pós-colheita” engloba as contagens realizadas desde o final da colheita do arroz até ao fim da sementeira, entre o fim de dezembro de 2020 e maio de 2021; o período “pós-sementeira” engloba as contagens realizadas após a sementeira até ao final da época de contagens, ou seja entre o fim de maio e julho de 2021.

Avaliação da disponibilidade de alimento para Íbis-preta e Cegonha-branca

Na primeira amostragem de lagostim recorrendo a nassas, em setembro de 2020, foram capturados em média 22,9 ($\pm 21,7$ desvio padrão) lagostins por armadilha e no segundo período, em março de 2021 foram capturados uma média de 0,2 ($\pm 0,8$ desvio padrão) lagostins por armadilha. Na amostragem recorrendo a *pitfalls*, foi possível capturar uma grande variedade de presas, entre elas duas espécies de vertebrados, o Musaranho-de-dentes-brancos (*Crocidura russula*) e a Rã-verde (*Pelophylax perezi*). Antes da colheita do arroz, os organismos mais frequentemente capturados foram os pertencentes à ordem Araneae e às famílias Drosophilidae e Gryllidae (tabela S4). Já no período de amostragem realizado após a colheita do arroz, os organismos mais frequentemente capturados foram os pertencentes à ordem Araneae e às famílias Drosophilidae e Labiduridae (tabela S5). Na amostragem de fontes de alimento aquáticas os indivíduos mais frequentemente capturados foram os peixes pertencentes à família Poeciliidae, os gastrópodes da família Physidae e os insetos da família Notonectidae (tabela S6). Na amostragem de macroinvertebrados bentônicos e de arroz presente nos campos após a colheita, os organismos mais capturados foram os pertencentes à classe Clitellata e também os bagos de arroz (tabela S7).

Dieta de Íbis-preta e Cegonha-branca

Na amostragem realizada antes da colheita do arroz, cada dejetos de Íbis-preta continha, em média, 2,1 \pm 0,12 (n=53) *taxa* e cada egagrópila de Cegonha-branca 3,1 \pm 0,27 (n=24) *taxa*. Neste mesmo período foram identificados 26 *taxa* distintos, 12 em dejetos de Íbis-preta e 19 em egagrópilas de Cegonha-branca (tabela S3). O lagostim foi a presa mais frequente e mais abundante na dieta de Íbis-preta e Cegonha-branca, seguido de presas pertencentes à classe Insecta e grãos de arroz (tabela 1). Foram identificados organismos pertencentes às classes Actinopterygii e Clitellata unicamente em dejetos de Íbis-preta (tabela 1). Foi detetada a presença de lixo (de origem antropogénica) em egagrópilas de Cegonha-branca, nomeadamente vidro, metal, plástico e borracha (tabela 1).

Na amostragem realizada após a colheita do arroz, cada dejetos de Íbis-preta continha em média 1,5 \pm 0,12 (n=17) *taxa* e cada egagrópila de Cegonha-branca continha em média 1,3 \pm 0,1 (n=19) *taxa*. Neste período foram identificados cinco *taxa*, quatro em dejetos de Íbis-preta e três em egagrópilas de Cegonha-branca (tabela S8). A presa mais frequente e abundante na dieta de Íbis-preta e Cegonha-branca foi o lagostim, seguido do arroz (tabela 1). Neste período só foram detetados insetos na dieta de Íbis-preta (tabela 1).

O número médio de *taxa* encontrados na dieta destas aves é menor depois da colheita, sendo que esta diferença é significativa tanto para Íbis-preta (LM, p=0,024, $R^2=0,059$) como para Cegonha-branca (LM, p<0,001, $R^2=0,409$) e estes resultados são independentes do tamanho amostral (figura S2).

Tabela 1. Frequência de ocorrência (FO) e frequência numérica (FN), em percentagem, de cada uma das presas consumidas por Íbis-preta (*Plegadis falcinellus*) e Cegonha-branca (*Ciconia ciconia*) nos dois períodos de amostragem. Foram analisados dejetos de Íbis-preta e egagrópilas de Cegonha-branca. NI = não identificado.

Presa	Pré-colheita (agosto-outubro 2021)				Pós-colheita (fevereiro 2021)			
	Íbis-preta		Cegonha-branca		Íbis-preta		Cegonha-branca	
	n= 53		n= 24		n= 17		n= 19	
	FO	FN	FO	FN	FO	FN	FO	FN
Animalia	98,1	76,4	100,0	0,87	100,0	75,9	100,0	89,4
Classe Malacostraca	94,3	50,9	100,0	77,8	100,0	64,2	100,0	88,8
Ordem Decapoda	94,3	50,9	100,0	77,8	100,0	64,2	100,0	88,8
<i>P. clarkii</i>	94,3	50,9	100,0	77,8	100,0	64,2	100,0	88,8
Classe Insecta	39,6	21,3	70,8	8,7	23,5	11,8	0	0
Ordem Coleoptera	1,9	0,9	8,3	0,5	0	0	0	0
Ordem Diptera	0	0	0	0	11,8	5,9	0	0
Ordem Hymenoptera	18,9	10,3	37,5	5,0	0	0	0	0
Ordem Odonata	1,9	0,6	4,2	0,2	0	0	0	0
Ordem Orthoptera	0	0	4,2	0,3	0	0	0	0
Insetos NI	24,5	9,4	37,5	2,6	11,8	5,9	0	0
Classe Arachnida	1,9	0,9	8,3	0,5	0	0	0	0
Ordem Araneae	0	0	8,3	0,5	0	0	0	0
Ordem Ixodida	1,9	0,9	0	0	0	0	0	0
Classe Clitellata	5,7	1,3	0	0	0	0	0	0
Classe Actinopterygii	9,4	1,9	0	0	0	0	0	0
Classe Aves	0	0	0	0	0	0	5,3	0,6
Plantae	41,5	23,6	58,3	10,3	29,4	24,1	26,3	10,6
<i>Oryza sativa</i>	41,5	23,6	50,0	8,3	29,4	24,1	26,3	10,6
Plantas NI	0	0	20,8	2,0	0	0	0	0
Lixo inorgânico	0	0	20,8	2,7	0	0	0	0

Seleção de habitat

A Íbis-preta e a Cegonha-branca mostraram diferentes preferências de habitat de acordo com a época do ano e ciclo do arroz. Quando foi iniciada a colheita do arroz (entre a segunda quinzena de outubro e a segunda quinzena de novembro), a Íbis-preta mostrou preferência, principalmente, por arrozais colhidos com restolho e húmidos, existindo também habitats com arroz maduro e alagados (tabela 2). Em janeiro, quando todos os campos já tinham sido colhidos, a Íbis-preta mostrou preferência por arrozais lavrados e húmidos, embora ainda existissem arrozais com restolho e húmidos (tabela 2). Em maio, continuou a mostrar preferência por arrozais lavrados, mas desta vez pelos que se encontravam alagados (tabela 2). Neste período existiam também arrozais lavrados secos e húmidos e campos com arroz em crescimento. Na primeira quinzena de junho não foi possível encontrar uma preferência marcada por nenhum habitat, existindo arrozais colhidos lavrados e alagados, semeados alagados e com arroz em crescimento húmidos e alagados (tabela 2). No último período, a Íbis-preta mostrou preferência por campos com arroz em crescimento e alagados, existindo também campos com arroz em crescimento e húmidos (tabela 2).

A Cegonha-branca mostrou uma preferência variável pelos diferentes habitats, tendo preferido habitats com arroz maduro e alagados nas contagens realizadas em outubro e na primeira contagem de novembro, existindo também habitats com arroz colhido, com restolho e húmidos (tabela 3). Após a colheita do arroz, a Cegonha-branca mostrou preferência por diferentes habitats. Em janeiro mostrou preferência por arrozais lavrados e húmidos, estando também

presentes arrozais com restolho; e em fevereiro por arrozais com restolho e húmidos, existindo também na área de estudo arrozais lavrados húmidos e alagados (tabela 3). Já na contagem da primeira quinzena de maio mostrou preferência por três tipos de habitat: campos com restolho e alagados e lavrados húmidos ou alagados (tabela 3). Na segunda quinzena de maio, a preferência foi por arrozais lavrados húmidos, embora existissem também arrozais lavrados secos e alagados, e arrozais semeados. Na primeira quinzena de junho mostrou preferência por arrozais colhidos lavrados e alagados, o habitat menos abundante dos quatro existentes (vegetativo semeado alagado e arroz em crescimento húmido e alagado) (tabela 3). Na segunda quinzena de junho e primeira de julho a Cegonha-branca mostrou preferência por campos com arroz em crescimento e húmidos, embora existissem também campos alagados (tabela 3).

Tabela 2. Valores do índice de seletividade (ω_i), erro padrão e nível de significância (p) e índice de seletividade standardizado (B_i) para cada tipo de habitat utilizado por Íbis-preta (*Plegadis falcinellus*) em cada um dos períodos de contagens realizadas. Os valores de B_i representados a negrito indicam preferência pelo habitat. Os valores de N representam o número de presenças de Íbis-preta, ou seja, o número de talhões em que foi observada Íbis-preta.

Contagem	Habitat	N talhões	Proporção	Íbis-preta					
				N	Proporção	ω_i	Erro padrão	p	B_i
Out2+Nov1	Arroz maduro alagado	492	0,47	0	0	0	0	-	0
	Colhido restolho húmido	548	0,53	9	1	1,89	0,32	0,005	1
Nov2	Arroz maduro alagado	71	0,14	0	0	0	0	-	0
	Colhido restolho húmido	448	0,86	3	1	1,16	0,23	n.s.	1
Jan1+Jan2	Colhido restolho húmido	1016	0,98	16	0,84	0,16	0,03	<0,001	0,02
	Colhido lavrado húmido	18	0,02	3	0,16	9,07	1,72	<0,001	0,96
Mai2	Colhido lavrado seco	202	0,39	2	0,06	0,16	0,22	<0,001	0,04
	Colhido lavrado húmido	120	0,23	2	0,06	0,27	0,32	0,02	0,06
	Colhido lavrado alagado	132	0,26	23	0,72	2,82	0,30	<0,001	0,62
	Arroz em crescimento húmido	63	0,12	5	0,16	1,28	0,48	n.s.	0,28
Jun1	Colhido lavrado alagado	48	0,11	4	0,06	0,55	0,35	n.s.	0,15
	Vegetativo semeado alagado	54	0,12	9	0,13	1,09	0,33	n.s.	0,31
	Arroz em crescimento húmido	245	0,54	44	0,64	0,62	0,11	n.s.	0,33
	Arroz em crescimento alagado	107	0,24	12	0,17	0,74	0,22	n.s.	0,21
Jun2+Jul1	Arroz em crescimento húmido	369	0,36	3	0,13	0,35	0,27	0,02	0,20
	Arroz em crescimento alagado	662	0,64	21	0,88	1,36	0,15	0,02	0,79

Tabela 3. Valores do índice de seletividade (ω_i), erro padrão e nível de significância (p) e índice de seletividade standardizado (Bi) para cada tipo de habitat utilizado por Cegonha-branca (*Ciconia ciconia*) em cada uma das contagens realizadas. Os valores de Bi representados a negrito indicam preferência pelo habitat. Os valores de N representam o número de presenças de Cegonha-branca, ou seja, o número de talhões em que foi observada Cegonha-branca.

Contagem	Habitat	N talhões	Proporção	Cegonha-branca					
				N	Proporção	ω_i	Erro padrão	p	Bi
Out1	Arroz maduro alagado	493	0,95	28	0,97	1,01	0,04	n.s	0,58
	Colhido restolho húmido	24	0,05	1	0,03	0,74	0,84	n.s.	0,42
Out2+Nov1	Arroz maduro alagado	492	0,47	41	0,59	1,26	0,13	0,04	0,62
	Colhido restolho húmido	548	0,53	28	0,41	0,77	0,11	0,04	0,38
Jan1+Jan2	Colhido restolho húmido	1016	0,98	37	0,86	0,88	0,02	<0,001	0,09
	Colhido lavrado húmido	18	0,02	6	0,14	8,02	1,15	<0,001	0,90
Fev1	Colhido restolho húmido	146	0,29	3	0,75	2,51	0,77	0,05	0,85
	Colhido lavrado húmido	280	0,57	1	0,25	0,44	0,43	n.s	0,15
	Colhido lavrado alagado	63	0,13	0	0	-	-	-	-
Mai1	Colhido restolho alagado	36	0,07	3	0,31	4,39	1,01	<0,001	0,36
	Colhido lavrado seco	402	0,78	2	0,15	0,19	0,15	<0,001	0,02
	Colhido lavrado húmido	45	0,09	4	0,31	3,51	0,89	0,005	0,29
	Colhido lavrado alagado	30	0,06	4	0,23	3,95	1,11	0,008	0,33
Mai2	Colhido lavrado seco	202	0,39	0	0	-	-	-	-
	Colhido lavrado húmido	120	0,23	41	0,63	2,72	0,23	<0,001	0,64
	Colhido lavrado alagado	132	0,26	23	0,35	1,39	0,21	0,07	0,33
	Arroz em crescimento húmido	63	0,12	1	0,002	0,13	0,22	0,008	0,03
Jun1	Colhido lavrado alagado	48	0,11	13	0,27	2,56	0,42	n.s.	0,53
	Vegetativo semeado alagado	54	0,12	3	0,06	0,53	0,39	n.s.	0,11
	Arroz em crescimento húmido	245	0,54	22	0,46	0,85	0,11	n.s.	0,18
	Arroz em crescimento alagado	107	0,24	10	0,21	0,89	0,26	n.s.	0,18
Jun2+Jul1	Arroz em crescimento húmido	369	0,36	44	0,44	1,23	0,13	n.s.	0,59
	Arroz em crescimento alagado	662	0,64	56	0,56	0,87	0,08	n.s.	0,42

Diferenças de produtividade em áreas de arrozal com e sem danos

Foram amostrados oito campos onde se detetaram danos nos arrozais. Estimou-se que em média, uma área com danos produz 1344 kg arroz/ha e uma área sem danos produz 7687 kg arroz/ha sendo que esta diferença é significativa (LM para kg arroz/ha em oito campos com e sem danos, $R^2=0,71$ e $p<0,001$).

Em média, foi encontrada uma percentagem de área com danos de 1,09% nos campos danificados que foram amostrados. Estes danos resultaram numa perda média esperada no rendimento de arroz nesses campos de 0,89% (tabela 4).

Tabela 4. Estimativa da área visivelmente danificada (ha) em oito campos de arroz na área de estudo, rendimento (kg de arroz) estimado em cada campo na situação real (rendimento observado) e caso não existissem áreas danificadas (rendimento esperado sem danos) e perdas estimadas na produção de arroz em cada campo (%kg arroz).

Campo	Área (ha)	Danos (ha)	Danos (%)	Rendimento observado (kg arroz)	Rendimento esperado sem danos (kg arroz)	Perdas (%kg arroz)
Am2	57,8	1,63	2,82	434256	444586	2,32
Ov3	134,9	0,68	0,50	1032272	1036590	0,42
P1	109,1	0,78	0,71	833706	838646	0,59
P3	33,1	0,88	2,66	248718	254289	2,19
Ov1	130,8	1,30	0,99	997281	1005535	0,82
Ov5	101,9	0,77	0,75	778232	783100	0,62
Cl2	115,9	0,12	0,10	890253	890993	0,08
Oc4	37,6	0,057	0,15	288893	289257	0,13
Média (±SD)	90,1 (±41,2)	0,78 (±0,53)	1,09 (±1,06)	687951 (±316476)	692875 (±316555)	0,89 (±0,88)

Avaliação da eficácia das medidas de espantamento de aves

Em média, foi registada uma taxa de retorno instantâneo de 0,04 ($\pm 0,001$ erro padrão, $n=540$) (4%). Esta taxa foi influenciada significativamente pela distância das aves à fonte de perturbação (carrinha de espantamento), sendo que a percentagem de aves a regressar é tanto maior quanto maior for essa distância (tabela 5). O número de aves presentes nos campos no momento do espantamento não teve efeito na taxa de retorno (tabela 5).

Tabela 5. Parâmetros de regressão e estatísticas associadas do GLM com distribuição de erro Binomial a relacionar a taxa de retorno com o número de aves nos campos e a distância média das aves à carrinha. Efeitos significativos ($\alpha < 0,001$) estão representados a negrito. O AIC de cada modelo também se encontra apresentado.

	Modelo inicial				Modelo final			
	Estimativa	Erro padrão	<i>z</i>	<i>p</i>	Estimativa	Erro padrão	<i>z</i>	<i>p</i>
Distância (m)	0,031	0,008	3,905	<0,001	0,032	0,008	4,158	<0,001
Número de aves	0,001	0,001	0,879	0,380				
AIC	213,35				210,73			

Discussão

Abundância de aves nos arrozais ao longo do ciclo anual

Nos meses de inverno, os arrozais da Lezíria Grande de Vila Franca de Xira albergam uma grande quantidade de aves aquáticas e costeiras, maioritariamente invernantes e migradoras, tal como acontece em grande parte dos arrozais da Península Ibérica (Longoni, 2010). Foi observado um aumento no número total de indivíduos a partir de novembro e a abundância máxima de aves foi observada em fevereiro, altura em que os campos já se encontravam todos

colhidos e, grande parte, já tinham sido lavrados. Neste período, as contagens foram dominadas por espécies como a Íbis-preta, o Maçarico-de-bico-direito, o Abibe-comum, a Gaiivota-de-asa-escura e o Guincho-comum. O aumento na abundância total de aves no outono e inverno parece estar relacionado, não só com a chegada de populações não-reprodutoras ou invernantes, como a Íbis-preta e as aves limícolas, mas também com a colheita do arroz que atrai diversas espécies (Fasola & Ruiz, 1996). Com efeito, a partir de novembro e durante o inverno, existe uma grande disponibilidade de arroz nos campos, uma vez que muitos grãos ficam no solo após a colheita, tornando-se assim muito disponíveis para as aves (Toral et al., 2012). Durante a colheita, a ação de máquinas disponibiliza alimento que anteriormente não estava acessível para as aves, nomeadamente lagostins que se encontram enterrados nas suas tocas (Correia & Ferreira, 1995). As aves limícolas utilizam o estuário do Tejo como local de invernada (Fasola & Ruiz, 1996; Longoni, 2010; Catry et al., 2011) e muitas vezes ocupam os campos de arroz inundados durante a maré-cheia, uma vez que estes são um habitat alternativo para busca de alimento no período em que as zonas entremarés se encontram submersas e, portanto, inacessíveis (Barbosa, 1996). A espécie que apresentou maiores abundâncias dentro do grupo das aves limícolas foi o Maçarico-de-bico-direito que se alimenta dos grãos de arroz que ficam nos campos após a colheita (Lourenço & Piersma, 2008). Este estudo reitera as evidências de que os arrozais são locais importantes de paragem durante a migração para o Maçarico-de-bico-direito (Lourenço & Piersma, 2008). Estas paragens acontecem durante a migração desde os locais de reprodução no norte da Europa para locais de invernada em África, sendo que o estuário do Tejo é um dos locais de paragem mais importantes ao longo da Rota Migratória do Atlântico Este (Lourenço & Piersma, 2008).

O número de indivíduos de Cegonha-branca registou um pico no verão/outono e a partir de dezembro, esta espécie tornou-se progressivamente menos abundante, possivelmente devido a dois fatores (1) a diminuição na disponibilidade de alimento para esta espécie nos arrozais ao longo do inverno, uma vez que os arrozais estão secos e o alimento é mais reduzido (Marques & Vicente, 1999) e (2) a dispersão de aves que começam a fazer a migração pré-nupcial após outubro (Catry et al., 2017) e a ocupar os ninhos em preparação para a época de reprodução. Durante as contagens foi observado um grande número de indivíduos de Cegonha-branca em repouso, o que poderá estar relacionado com a grande disponibilidade da sua principal presa nos arrozais, o lagostim. É possível que os indivíduos de Cegonha-branca consigam atingir o consumo de energia necessário para as sustentar ao longo do dia num curto espaço de tempo, passando o restante tempo em repouso nos cômodos dos arrozais.

A elevada abundância de Íbis-preta em alimentação nos arrozais sugere uma dependência deste tipo de habitat para busca de alimento (Toral et al., 2012), como o lagostim, caso já observado noutros arrozais da Península Ibérica (Macías et al., 2004). Esta elevada abundância de Íbis-preta nos arrozais pode estar também relacionada com a dependência de locais com água doce. Por este motivo, em zonas mediterrânicas, a Íbis-preta pode utilizar os arrozais como refúgio, evitando áreas que sofrem secas (Toral et al., 2012).

No inverno, os arrozais em estudo, podem ser ou não ser lavrados, dependendo da gestão implementada por cada produtor. No caso de serem lavrados, os tratores que lavram os campos são geralmente seguidos por grupos mistos de aves em busca de invertebrados expostos pela ação dos tratores, algo já verificado em estudos anteriores (Longoni, 2010), e que justifica os elevados números de Íbis-preta, Cegonha-branca, Garça-branca-pequena, Carraceiro (*Bubulcus ibis*), Garça-real e Guincho-comum registados na área de estudo neste período.

A partir de fevereiro, a abundância de aves diminuiu, sendo quase nula nos meses de primavera (março, abril e maio). Neste período, a maioria dos arrozais encontra-se seco e sem arroz semeado. Desta forma a disponibilidade de alimento é reduzida e estes habitats não são tão

procurados pelas aves (Longoni, 2010) e o mesmo se verifica em estudos realizados no estuário do Sado (Marques & Vicente, 1999). A partir de maio foi observado um ligeiro aumento na abundância de aves nos arrozais. Nesta época os campos voltam a ser inundados para a sementeira. Outros trabalhos demonstraram que este processo disponibiliza mais alimento, nomeadamente os grãos de arroz, lagostim e invertebrados aquáticos (Edirisinghe & Bambaradeniya, 2006). Nesta época os arrozais da área de estudo foram dominados por Cegonha-branca, Garça-real, Garça-branca-pequena e Carraceiro.

Este estudo salienta a importância dos arrozais do estuário do Tejo para diversas espécies de aves ao longo de todo o ano. Este facto pode estar relacionado com o regime de inundação dos arrozais, que é o oposto do regime das zonas húmidas naturais, estando inundados no verão e secos no inverno. As aves que utilizam os arrozais encontram nestes habitats, condições favoráveis quando as zonas húmidas naturais estão secas. Como noutras partes do mundo (Chan et al., 2007), os arrozais europeus são substitutos valiosos de zonas húmidas naturais que estão a desaparecer, mas apenas para certas espécies de aves. A presença de arrozais na área de estudo permite a existência de populações consideráveis de Íbis-preta e Cegonha-branca que encontram nestes habitats locais de alimentação.

Avaliação da disponibilidade de alimento para Íbis-preta e Cegonha-branca

A comunidade de invertebrados alterou-se durante o ciclo anual da produção de arroz. Estas alterações foram principalmente causadas por mudanças que ocorreram ao longo do ciclo, nomeadamente a drenagem da água dos campos imediatamente antes da colheita e a lavragem dos arrozais após a colheita. Essas ações levaram a que toda a comunidade de invertebrados aquáticos que existia antes da colheita desaparecesse após a mesma enquanto a disponibilidade de macroinvertebrados bentónicos disponível para as aves aumentou visto a cobertura vegetal ter sido removida e alguns dos campos terem sido lavrados.

A amostragem das diferentes fontes de alimento presente nos arrozais para Íbis-preta e Cegonha-branca permitiu observar a presença de grupos animais que já foram anteriormente documentados como constituintes da dieta de ambas as espécies, como por exemplo peixes, anfíbios, coleópteros e larvas de libelinha (Antczak et al., 2002; Macías et al., 2004). Foi também possível amostrar uma espécie de mamífero, o Musaranho-de-dentes-brancos, presa já documentada como presente na dieta de Cegonha-branca num estudo realizado em Portugal (Ferreira et al., 2019) mas que não foi registada no presente trabalho. O lagostim é uma das principais presas descritas na dieta de Íbis-preta (Macías et al., 2004) e de Cegonha-branca (Ferreira et al., 2019) em arrozais o que também foi documentado no presente estudo. A amostragem da abundância de lagostim nos campos de arroz não foi bem-sucedida no período anterior à colheita do arroz uma vez que não foi possível ter autorização para uma amostragem em mais campos de arroz, o que permitiria testar relações entre a abundância de lagostim e a abundância Íbis-preta e Cegonha-branca. No entanto, a abundância de lagostim tende a ser maior quando os arrozais estão alagados ou húmidos e menores quando os arrozais estão secos, dado que quando os arrozais se encontram secos o lagostim constrói tocas para se refugiar destes períodos de seca (Alcorlo et al., 2008) e não é tão observado à superfície.

Em conjunto, a Íbis-preta e a Cegonha-branca consumiram 28 itens diferentes na área de estudo, sendo os mais frequentes o lagostim, os insetos e o arroz. Na amostragem realizada antes da colheita do arroz registou-se um maior número de *taxa* presentes nos dejetos e egagrópilas comparativamente à amostragem realizada após a colheita. Este resultado pode dever-se ao facto da maioria dos campos estar seco neste período, possivelmente diminuindo a disponibilidade de alimento aquático. Em ambos os períodos de amostragem, as duas espécies consumiram frequentemente arroz. Este item foi descrito na dieta de Íbis-preta nos arrozais de Doñana (Torralba et al., 2012) e também em arrozais de Cuba (Acosta et al., 1996), onde apresenta especial importância nos meses de inverno. Em contraste, estudos sobre a dieta de Cegonha-branca em vários locais do mundo (Antczak et al., 2002; Tsachalidis & Goutner, 2002; Cheriak et al., 2014), e também em Portugal (Ferreira et al., 2019) não documentam a presença de arroz na dieta desta espécie. Assim sendo, este terá sido o primeiro registo deste item na dieta de Cegonha-branca. Contudo, uma vez que as observações efetuadas de Cegonha-branca em alimentação não permitiram confirmar o consumo de arroz, não é possível determinar se esta espécie se alimenta de arroz de forma voluntária ou se o arroz é um item alimentar acessório que é consumido quando se alimenta de outras presas.

O lagostim foi a presa mais frequentemente consumida por ambas as espécies nos dois períodos de amostragem, estando presente em todos os dejetos e egagrópilas e representando sempre mais de 50% das presas consumidas (até quase 90%). Estes resultados não são semelhantes aos de outros estudos realizados em arrozais onde a dieta de Íbis-preta é principalmente constituída por coleópteros aquáticos e odonata (Macías et al., 2004), apesar deste estudo ter sido realizado na época de reprodução e portanto não ser diretamente comparável. A dieta de Cegonha-branca é tipicamente constituída por coleópteros, lagostim e ortópteros ao longo de todo o ano (Ferreira et al., 2019). A importância relativa do lagostim, é consideravelmente superior na presente área de estudo em relação a outras da Península Ibérica (Macías et al., 2004; Ferreira et al., 2019), o que sugere que a disponibilidade deste item alimentar poderá ser particularmente elevada nos arrozais da Lezíria Grande de Vila Franca de Xira. É ainda importante referir que, em termos de biomassa consumida, o lagostim pode representar, muito provavelmente, a quase totalidade de biomassa consumida por ambas as espécies de ave, uma vez que são presas de maior dimensão que as outras. Macías et al. (2004) encontrou uma percentagem de lagostim na dieta de Íbis-preta entre 6 e 8% nos arrozais de Doñana e Ferreira et al. (2019) detetou, em dois locais das lezírias do Tejo, uma frequência numérica de lagostim de 22 e 29% na dieta de Cegonha-branca em amostragens realizadas no inverno. Poucos estudos encontraram valores tão elevados quanto os obtidos no presente trabalho, apesar de já terem sido detetados valores desta ordem, por exemplo, num estudo realizado em zonas húmidas de Guadalquivir, em Espanha onde foi encontrada uma frequência de ocorrência de lagostim na dieta de Cegonha-branca de 0,9 (Tablado et al., 2010). A amostragem de dejetos e egagrópilas foi realizada no verão, altura do ano em que os indivíduos adultos de lagostim estão mais ativos e possuem maiores dimensões, o que os torna mais conspícuos e disponíveis para as aves (Correia, 2001). No entanto, também foram recolhidas amostras no inverno, quando os lagostins estão menos acessíveis para as aves, uma vez que se encontram maioritariamente enterrados. Ainda assim, estes continuaram a ser o principal item na dieta das aves em estudo. Isto pode ser explicado pelas ações de gestão realizadas pelos agricultores ao longo do inverno nos arrozais, nomeadamente, a mobilização do terreno que, possivelmente, aumenta a disponibilidade de lagostim desalojando-o das suas tocas (Correia & Ferreira, 1995).

O lagostim teve uma rápida dispersão na Península Ibérica após a sua introdução em Espanha na década de 1970, em especial nos arrozais e tornou-se uma fonte de alimento abundante para as aves e para outros animais (Correia, 2001). O aumento das populações de lagostim foi considerado um importante impulsionador na mudança da dieta de Cegonha-branca (Correia, 2001) e pode ser a maior causa do aumento do número de indivíduos desta espécie que se tornaram residentes na Península Ibérica (Lourenço et al., 2017). O elevado consumo de lagostim pelas aves pode ser importante para o controlo desta espécie invasora e para a redução dos danos causados nos arrozais. Por este motivo, a manutenção de populações de Íbis-preta e Cegonha-branca nos arrozais portugueses pode ser vantajosa para os orizicultores, controlando esta espécie invasora.

Seleção de habitat

O estudo da seleção de habitat pelas aves é fundamental para compreender a sua biologia. A preferência das aves por um determinado habitat é muitas vezes determinada pela capacidade que cada indivíduo tem para obter alimento e para se abrigar. Desta forma, as aves tendem a alimentar-se em locais com elevada disponibilidade alimentar e menor risco de predação (Alonso et al., 1991). Na área de estudo, durante o período da colheita do arroz, quando só estavam disponíveis arrozais inundados com arroz maduro e arrozais colhidos com restolho e húmidos, os indivíduos de Íbis-preta mostraram preferência pelos arrozais colhidos. A presença de ceifeiras durante a colheita do arroz aumenta a disponibilidade de alimento, principalmente bagos de arroz caídos (Lourenço & Piersma, 2008) e lagostim, que ao perder a cobertura das plantas de arroz, poderá ficar mais disponível para as aves. Nos meses de fevereiro e março, correspondentes à época da lavoura, a Íbis-preta mostrou preferência por campos lavrados. Este facto pode estar novamente relacionado com a ação de tratores que, neste caso, lavraram os campos misturando o restolho com o solo, possivelmente modificando a distribuição vertical dos invertebrados dos quais as aves se alimentam (Macías et al., 2004; Ferreira et al., 2019), aumentando a sua abundância à superfície. Em maio, a Íbis-preta mostrou preferência por arrozais lavrados e inundados, o que poderá estar relacionado com o facto de os campos inundados terem, possivelmente, uma maior disponibilidade de alimento, uma vez que passam a ser habitados por invertebrados aquáticos dos quais a Íbis-preta também se alimenta como coleópteros aquáticos e odonata (Macías et al., 2004). Nas contagens da segunda quinzena de junho e primeira quinzena de julho, a Íbis-preta apresentou preferência por campos inundados ao invés de húmidos. Isto reforça a possibilidade de uma maior quantidade de água nos campos ser sinónimo de uma maior disponibilidade de alimento. A Íbis-preta e a Cegonha-branca nunca mostraram preferência por arrozais secos em nenhum dos períodos analisados. Segundo Bancroft et al. (2002) as aves seleccionam os locais de alimentação principalmente com base na presença de água quando esta é limitada, existindo preferência por maiores profundidades, sendo que apenas se verifica uma preferência por certos tipos de vegetação quando os níveis de água são ideais na maioria dos habitats (Bancroft et al., 2002).

Os resultados de seleção de habitat referentes à Cegonha-branca são particularmente difíceis de analisar uma vez que as preferências pelos diferentes habitats parecem alterar-se ao longo do tempo. Isto pode estar relacionado com o facto desta espécie ser generalista, podendo adaptar-se a diversos tipos de habitat.

Os danos registados neste estudo podem ter sido causados por diversos fatores como constrangimentos decorridos na sementeira, morte de plântulas, fatores meteorológicos como chuvas e ventos fortes e a ação de animais selvagens, entre eles, potencialmente as aves aquáticas. Neste estudo não foi possível avaliar se os danos observados nos arrozais para os quais foi feito um cálculo da perda de produção foram causados por aves. Nos campos estudados os danos não parecem ser significativos tendo-se estimado uma perda de produção de arroz de aproximadamente 1%. Tendo em conta que foi amostrada uma área de 90,1 ha em que seriam produzidos 692875 kg de arroz se não existissem quaisquer danos e sabendo que a área total de arrozal da Lezíria Grande de Vila Franca de Xira é de 4690,3 ha, seria de esperar uma produção de 36068719,34 kg de arroz caso não existissem danos. Sabendo que o valor médio de perdas é de 0,89%, perder-se-iam cerca de 321011 kg de arroz. O preço do arroz está avaliado em 341,2€/tonelada (AgriculturaeMar, 2022), resultando assim em perdas de cerca de 109000€ para a área total da Lezíria. A percepção por parte dos produtores de que os danos nos arrozais são provocados por aves, justifica as campanhas de espantamento de aves, cujos custos são bastante elevados apesar da eficácia não ser conhecida. Apesar do valor absoluto das perdas ser considerável, é preciso lembrar que se trata de uma perda inferior a 1% da produção e cujas causas são difíceis de determinar, nomeadamente o que terá sido causado por aves. Devem por isso ser realizados mais estudos para compreender a eficácia dos métodos de controlo aplicados e para determinar o valor real de danos causados por aves nestes arrozais.

Existem estimativas dos danos causados por aves aquáticas em arrozais em diversas regiões do mundo. Tipicamente, os danos são maiores em percentagem de área do que na Lezíria Grande de Vila Franca de Xira. No entanto, não existem estimativas diretas do prejuízo em termos de arroz perdido devido a esses danos como foi calculado no presente estudo. Em Camarga, França, os danos causados por aves aquáticas, nomeadamente por Flamingo-comum, totalizam cerca de 5% (1000 ha) da área total de arrozal, que acaba por ter de ser novamente semeado, o que corresponde aproximadamente a um prejuízo de 180000€ anuais (Johnson & Mesléard, 1997). Por outro lado, no Delta do Ebro, Espanha, estes danos, causados principalmente por Caimão-comum, totalizam cerca de 10% (2000 ha) da área total de arrozal (Moreno-Opo & Piqué, 2018). Além das aves aquáticas, também os passeriformes granívoros causam danos nas colheitas de arroz, principalmente em África (De Mey et al., 2012). Na região do vale do rio Senegal, Senegal, 13% da produção de arroz é perdida anualmente devido a granívoros (De Mey et al., 2012). Por outro lado, os mamíferos podem também ser uma fonte de dano e prejuízo. O Javali (*Sus scrofa*) é considerado uma fonte de dano em arrozais em Pavia, Itália, apesar de outras culturas de cereais, nomeadamente o milho, serem os principais alvos (Cappa et al., 2019). O mesmo pode passar-se na Lezíria Grande, sendo que parte dos danos poderão dever-se à presença deste mamífero além das aves aquáticas.

Sendo os arrozais grandes áreas contínuas de terrenos agrícolas que estão disponíveis para serem utilizados por animais selvagens, a aplicação de técnicas para prevenir danos causados por estes animais de forma eficaz apresenta várias dificuldades (Woodroffe et al., 2005; Canavelli et al., 2014). O desafio de mitigar os danos produzidos em campos agrícolas por fauna silvestre é muito grande e estudos recentes não apresentam resultados satisfatórios (Treves et al., 2009; Dickman, 2010).

Avaliação da eficácia das medidas de espantamento atualmente em curso

Os resultados deste estudo mostraram que, após os espantamentos, a taxa de retorno aos campos é tanto maior quanto maior a distância média das aves à carrinha de espantamentos. Este resultado está de acordo com o esperado uma vez que, quanto mais próxima estiver a carrinha, mais visível estará para as aves e maior será a intensidade do espantamento, afugentando as aves.

As medidas de espantamento parecem ter um efeito imediato dada a reduzida taxa de retorno média ($\approx 4\%$), mas a eficiência a longo-prazo ainda é desconhecida. Por outro lado, as aves que são espantadas num determinado arrozal podem deslocar-se para outros adjacentes, sendo assim necessário que a carrinha se desloque a esses campos para afugentar as aves novamente. Desta forma, são percorridas centenas de quilómetros por dia, gerando custos elevados que podem não ser compensatórios, tendo em conta a avaliação da perda económica na produção de arroz feita neste estudo (ver “Diferenças de produtividade em áreas de arrozal com e sem danos”). Uma nova abordagem que poderia ser aplicada na área de estudo seria a utilização de “campos de sacrifício” como alimento para as aves. Este método já foi utilizado na América, para evitar que as aves danificassem as colheitas (Bishop et al., 2003). Se este método fosse utilizado, não seriam realizados espantamentos nestes campos para que as aves utilizassem mais estes arrozais e não aqueles que teriam interesse comercial. Noutros estudos foi possível perceber que métodos auditivos para afugentar aves, como os canhões de gás, são relativamente eficazes, mas causam habituação. Desta forma, são geralmente recomendados apenas como parte do método de espantamento (Bishop et al., 2003).

Considerações finais

Os resultados deste estudo reiteram a importância dos arrozais como habitat alternativo para diversas espécies de aves aquáticas, nomeadamente para a Íbis-preta e Cegonha-branca, especialmente no contexto global, onde a crescente perda de zonas húmidas naturais se tornou uma preocupação do ponto de vista conservacionista. Foi possível confirmar também a enorme importância destes arrozais nos meses de inverno uma vez que albergam uma grande quantidade de aves aquáticas, maioritariamente invernantes e migradoras. A amostragem das diferentes fontes de alimento para as aves sugere que na área de estudo existe uma grande variedade de invertebrados terrestres e aquáticos que podem servir como base para a dieta de diversas aves ao longo do ano. No entanto, as dietas de Íbis-preta e de Cegonha-branca foram maioritariamente dominadas por dois itens, o Lagostim-vermelho-do-Louisiana, uma espécie exótica e considerada uma praga nos arrozais, e arroz. A preferência das duas espécies de aves pelos diferentes tipos de habitat não foi igual ao longo do ano, uma vez que a Íbis-preta preferiu campos colhidos na época da colheita e posteriormente campos lavrados antes da sementeira; e a Cegonha-branca não apresentou preferência por um habitat em particular ao longo do ano. Os danos registados nos arrozais correspondem a perdas de 1% na produção, danos estes que podem ser causados por diversas fontes, entre elas as aves aquáticas, o que aumenta os conflitos homem-vida selvagem. Este estudo pode servir como base para trabalhos futuros que permitam a quantificação do total dos danos existentes nos arrozais e, se for feito um acompanhamento mais próximo de todas as fases do ciclo do arroz, uma separação entre os danos causados por aves e dos danos causados por outras fontes. A eficácia dos espantamentos foi afetada principalmente pela distância das aves ao espantador. Este estudo sugeriu a utilização de “campos de sacrifício” como alimento para as aves para evitar que estas causassem danos noutros arrozais. Se este método for aplicado poderá diminuir os danos nos arrozais em redor dos “campos de sacrifício”.

Referências

(de acordo com Hydrobiologia)

- Acosta, M., L. Mugica, C. Mancina, & X. Ruiz, 1996. Resource partitioning between Glossy and White Ibises in a rice field system in southcentral Cuba. *Waterbirds* 19: 65–72.
- Agricultura e Mar, 2022. Cotações – Cereais – Informação Semanal – 31 Janeiro a 6 Fevereiro 2022 Agricultura e Mar, <https://agriculturaemar.com/cotacoes-cereais-informacao-semanal-31-janeiro-a-6-fevereiro-2022/>.
- Alcorlo, P., W. Geiger, & M. Otero, 2008. Reproductive biology and life cycle of the invasive crayfish *Procambarus clarkii* (Crustacea: Decapoda) in diverse aquatic habitats of South-Western Spain: Implications for population control. *Fundamental and Applied Limnology* 173: 197–212.
- Alonso, J. C., J. A. Alonso, & L. M. Carrascal, 1991. Habitat selection by foraging white storks, *Ciconia ciconia*, during the breeding season. *Canadian Journal of Zoology* 69: 1957–1962.
- Anastácio, P. M., A. F. Frias, & J. C. Marques, 2000. Impact of crayfish densities on wet seeded rice and the inefficiency of a non-ionic surfactant as an ecotechnological solution. *Ecological Engineering* 15: 17–25.
- Anastácio, P. M., & J. C. Marques, 1997. Crayfish, *Procambarus clarkii*, effects on initial stages of rice growth in the lower Mondego River valley (Portugal). *Freshwater Crayfish* 11: 608–617.
- Antczak, M., S. Konwerski, S. Grobelny, & P. Tryjanowski, 2002. The food composition of immature and non-breeding White Storks in Poland. *Waterbirds* 25: 424–428.
- Bancroft, G. T., D. E. Gawlik, & K. Rutchey, 2002. Distribution of Wading Birds Relative to Vegetation and Water Depths in the Northern Everglades of Florida, USA. *Waterbirds: The International Journal of Waterbird Biology* 25: 265–277.
- Barbosa, A., 1996. Foraging habitat use in a Mediterranean estuary by Dunlin, *Calidris alpina*. *Journal of Coastal Research* 12: 996–999.
- Bertolero, A., & J. Navarro, 2018. A native bird as a predator for the invasive apple snail, a novel rice field invader in Europe. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 28: 1099–1104.
- Bird, J. A., G. S. Pettygrove, & J. M. Eadie, 2000. The impact of waterfowl foraging on the decomposition of rice straw: Mutual benefits for rice growers and waterfowl. *Journal of Applied Ecology* 37: 728–741.
- Bis, B., & G. Kosmala, 2005. Chave para Identificação de Macroinvertebrados Bentónicos de Água Doce. Socrates, Łódź, Polónia.
- Bishop, J. D., H. V McKay, D. Parrott, & J. Allan, 2003. Review of international research literature regarding the effectiveness of auditory bird scaring techniques and potential alternatives. Department of Food and Rural Affairs 1–53.
- Canavelli, S. B., L. C. Branch, P. Cavallero, C. González, & M. E. Zaccagnini, 2014. Multi-level analysis of bird abundance and damage to crop fields. *Agriculture, Ecosystems and Environment Elsevier B.V.* 197: 128–136.
- Cappa, F., M. Lombardini, & A. Meriggi, 2019. Influence of seasonality, environmental and anthropic factors on crop damage by wild boar *Sus scrofa*. *Folia Zoologica* 68: 261–268.
- Carvalho, M. O., A. Faro, & B. Subramanyam, 2013. Insect population distribution and density estimates in a large rice mill in Portugal - A pilot study. *Journal of Stored Products Research Elsevier Ltd* 52: 48–56.

- Catry, I., V. Encarnação, C. Pacheco, T. Catry, P. Tenreiro, L. P. da Silva, F. Leão, F. Bally, S. Roda, S. Lopes, C. Capela, H. Alonso, S. Saldanha, O. Urbano, J. Saraiva, P. Encarnação, N. Sequeira, M. Mendes, P. Monteiro, G. Elias, & F. Moreira, 2017. Recent changes on migratory behaviour of the White stork (*Ciconia ciconia*) in Portugal: Towards the end of migration?. *Airo Portuguese Society for the Study of Birds* 24: 28–35.
- Catry, T., J. A. Alves, J. Andrade, H. Costa, M. P. Dias, P. Fernandes, A. Leal, P. M. Lourenço, R. C. Martins, F. Moniz, S. Pardal, A. Rocha, C. D. Santos, V. Encarnação, & J. P. Granadeiro, 2011. Long-term declines of wader populations at the Tagus estuary, Portugal: A response to global or local factors?. *Bird Conservation International* 21: 438–453.
- Catry, T., F. Ventura, M. P. Dias, C. D. Santos, R. C. Martins, J. M. Palmeirim, & J. P. Granadeiro, 2021. Estimating the conservation cost of the projected new international Lisbon airport for migratory shorebirds of the Tagus estuary, Portugal. *Bird Conservation International*, 1–14.
- Chan, S. F., L. L. Severinghaus, & C. K. Lee, 2007. The effect of rice field fragmentation on wintering waterbirds at the landscape level. *Journal of Ornithology* 148: S333–S342.
- Chenchouni, H., 2017. Variation in White Stork (*Ciconia ciconia*) diet along a climatic gradient and across rural-to-urban landscapes in North Africa. *International Journal of Biometeorology International Journal of Biometeorology* 61: 549–564.
- Chenchouni, H., A. Si Bachir, & M. AlRashidi, 2015. Trophic niche and feeding strategy of the White Stork (*Ciconia ciconia*) during different phases of the breeding season. *Avian Biology Research* 8: 1–13.
- Cheriak, L., C. Barbraud, S. Doumandji, & S. Bouguessa, 2014. Diet variability in the White Stork *Ciconia ciconia* in eastern Algeria. *Ostrich* 85: 201–204.
- Correia, A. M., 2001. Seasonal and interspecific evaluation of predation by mammals and birds on the introduced red swamp crayfish *Procambarus clarkii* (Crustacea, Cambaridae) in a freshwater marsh (Portugal). *Journal of Zoology* 255: 533–541.
- Correia, A. M., & O. Ferreira, 1995. Burrowing behavior of the introduced red swamp crayfish *Procambarus clarkii* (Decapoda: Cambaridae) in Portugal. *Journal of Crustacean Biology* 15: 248–257.
- Cummings, J. L., 2016. Geese, Ducks and Coots. *Wildlife Damage Management Technical Series* 4: 1–22, <http://digitalcommons.unl.edu/nwrcwdmts/4>.
- Davis, W. E., & J. Kricher, 2000. Glossy Ibis (*Plegadis falcinellus*) In Poole, A., & F. Gill (eds), *The Birds of North America*. The Birds of North America, Inc., Philadelphia.
- De Mey, Y., M. Demont, & M. Diagne, 2012. Estimating Bird Damage to Rice in Africa: Evidence from the Senegal River Valley. *Journal of Agricultural Economics* 63: 175–200.
- Dickman, A. J., 2010. Complexities of conflict: The importance of considering social factors for effectively resolving human-wildlife conflict. *Animal Conservation* 13: 458–466.
- Eagle, A. J., J. A. Bird, J. E. Hill, W. R. Horwath, & C. Van Kessel, 2001. Nitrogen dynamics and fertilizer use efficiency in rice following straw incorporation and winter flooding. *Agronomy Journal* 93: 1346–1354.
- Edirisinghe, J. P., & C. N. B. Bambaradeniya, 2006. Rice fields: An ecosystem rich in biodiversity. *Journal of the National Science Foundation of Sri Lanka* 34: 57–59.
- Elphick, C. S., 2000. Functional Equivalency between Rice Fields and Seminatural Wetland Habitats. 14: 181–191.
- Encarnação, V., 2015. Relatório do VI Censo Nacional de Cegonha-branca *Ciconia ciconia* - 2014. Lisboa.

- Encarnação, V., 2019. Status of the Glossy ibis *Plegadis falcinellus* Breeding and Wintering in Portugal. IUCN SSC Stork, Ibis & Spoonbill Specialist Group SIS CONSER: 78–81.
- Ernoul, L., F. Mesléard, P. Gaubert, & A. Béchet, 2014. Limits to agri-environmental schemes uptake to mitigate human-wildlife conflict: Lessons learned from Flamingos in the Camargue, southern France. *International Journal of Agricultural Sustainability* 12: 23–36.
- FAO, 2022. World Food Situation. Global cereal stocks seen rising but trade expected to decline from the 2020/21 record. , 1, <https://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/en/>.
- Fasola, M., & X. Ruiz, 1996. The value of rice fields as substitutes for natural wetlands for waterbirds in the Mediterranean Region. *Waterbirds* 19: 122–128.
- Fasola, M., & X. Ruiz, 1997. Rice farming and waterbirds: integrated management in an artificial landscape In Pain, D., & M. D. Pienkowski (eds), *Farming and Birds in Europe*. Academic Press, London, United Kingdom: 210–235.
- Ferreira, E., F. Grilo, R. Mendes, R. Lourenço, S. Santos, & F. Petrucci-Fonseca, 2019. Diet of the White Stork (*Ciconia ciconia*) in a heterogeneous Mediterranean landscape : the importance of the invasive Red Swamp Crayfish (*Procambarus clarkii*). *Airo* 26: 33–47.
- Garcia-Pereira, P., E. Monteiro, F. Vala, & C. Luís, 2012. *Insetos em Ordem*. TAGIS – Centro de Conservação das Borboletas de Portugal, Lisboa.
- International Rice Genome Sequencing Project, 2005. The map-based sequence of the rice genome. *Nature* 436: 793–800.
- Johnson, A. R., & F. Mesléard, 1997. Oiseaux à Risques en Ville et à la Campagne In Clergeau, P. (ed), *Les flamants et la riziculture*. INRA Editions, Paris: 53–60.
- Kerby, J. L., S. P. D. Riley, L. B. Kats, & P. Wilson, 2005. Barriers and flow as limiting factors in the spread of an invasive crayfish (*Procambarus clarkii*) in southern California streams. *Biological Conservation* 126: 402–409.
- Longoni, V., 2010. Rice fields and waterbirds in the Mediterranean region and the Middle East. *Waterbirds* 33: 83–96.
- Lourenço, P. M., 2010. Staging ecology of black-tailed godwits in Portuguese rice fields and correlations with breeding season events. Doctoral dissertation, Groningen University.
- Lourenço, P. M., T. Catry, & J. P. Granadeiro, 2017. Diet and feeding ecology of the wintering shorebird assemblage in the Bijagós archipelago, Guinea-Bissau. *Journal of Sea Research Elsevier* 128: 52–60.
- Lourenço, P. M., & T. Piersma, 2008. Stopover ecology of Black-tailed Godwits *Limosa limosa limosa* in Portuguese rice fields: A guide on where to feed in winter. *Bird Study* 55: 194–202.
- Lourenço, P. M., & T. Piersma, 2009. Waterbird densities in South European rice fields as a function of rice management. *Ibis* 151: 196–199.
- MA, 2005, 2005. Millennium Ecosystem Assessment. *Ecosystems and Human Well-being: Health Synthesis*. Island press, Washington, D. C.
- Macías, M., A. J. Green, & M. I. Sánchez, 2004. The Diet of the Glossy Ibis During the Breeding Season in Doñana, Southwest Spain. *Waterbirds* 27: 234–239.
- Maeda, T., 2001. Patterns of bird abundance and habitat use in rice fields of the Kanto Plain, central Japan. *Ecological Research* 16: 569–585.
- Manley, S. W., R. M. Kaminski, K. J. Reinecke, & P. D. Gerard, 2005. Agronomic implications of waterfowl management in Mississippi ricefields. *Wildlife Society Bulletin* 33: 981–992.

- Manly, B. F. J., L. L. McDonald, & D. L. Thomas, 1993. *Resource Selection by Animals: Statistical Design and Analysis for Field Studies*. Springer Science & Business Media, London, United Kingdom.
- Marques, P. A. M., & L. Vicente, 1999. Seasonal variation of waterbird prey abundance in the sado estuary rice fields. *Ardeola* 46: 231–234.
- Mols, C. M. M., & M. E. Visser, 2007. Great tits (*Parus major*) reduce caterpillar damage in commercial apple orchards. *PLoS ONE* 2: 888–899.
- Moreno-Opo, R., & J. Piqué, 2018. Reconciling the conservation of the purple swamphen (*Porphyrio porphyrio*) and its damage in Mediterranean rice fields through sustainable non-lethal techniques. *PeerJ* 2018: 1–19.
- Muthayya, S., J. D. Sugimoto, S. Montgomery, & G. F. Maberly, 2014. An overview of global rice production, supply, trade, and consumption. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1324: 7–14.
- Navedo, J. G., S. Hahn, M. Parejo, J. M. Abad-Gómez, J. S. Gutiérrez, A. Villegas, J. M. Sánchez-Guzmán, & J. A. Masero, 2015. Unravelling trophic subsidies of agroecosystems for biodiversity conservation: Food consumption and nutrient recycling by waterbirds in Mediterranean rice fields. *Science of the Total Environment* 511: 288–297.
- Naylor, R. L., & P. R. Ehrlich, 1997. Natural pest control services and agriculture In Daily, G. C. (ed), *Nature's services: societal dependence on natural ecosystems*. Island press, Washington, D. C.: 151–174.
- Newton, I., 2003. *Speciation and biogeography of birds*. Academic Press, London, United Kingdom.
- Pilon, N., E. Cardarelli, & G. Bogliani, 2013. Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) of rice field banks and restored habitats in an agricultural area of the Po Plain (Lombardy, Italy). *Biodiversity Data Journal* 1: 1–29.
- QGIS Development Team, 2021. QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project, <http://qgis.osgeo.org>.
- R Core Team, 2019. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- Rendón, M. A., A. J. Green, E. Aguilera, & P. Almaraz, 2008. Status, distribution and long-term changes in the waterbird community wintering in Doñana, south-west Spain. *Biological Conservation* 141: 1371–1388.
- Savage, R. E., 1931. The relation between the feeding of the herring off the east coast of England and the plankton of the surrounding waters. *Fishery Investigation, Ministry of Agriculture, Food and Fisheries Series* 2: 1–88.
- Şekercioğlu, Ç. H., G. C. Daily, & P. R. Ehrlich, 2004. Ecosystem consequences of bird declines. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 101: 18042–18047.
- Serra, S., N. Coimbra, & M. Graça, 2009. *Invertebrados de água doce: chave de identificação das principais famílias*. Universidade de Coimbra. Imprensa da Universidade de Coimbra/Coimbra University Press., Coimbra.
- Tablado, Z., J. L. Tella, J. A. Sánchez-Zapata, & F. Hiraldo, 2010. The paradox of the Long-Term positive effects of a north american crayfish on a european community of predators. *Conservation Biology* 24: 1230–1238.
- Toral, G. M., R. A. Stillman, S. Santoro, & J. Figuerola, 2012. The importance of rice fields for glossy ibis (*Plegadis falcinellus*): Management recommendations derived from an individual-based model. *Biological Conservation*. 148: 19–27.

- Tourenq, C., S. Aulagnier, L. Durieux, S. Lek, F. Mesléard, A. Johnson, & J. L. Martin, 2001. Identifying rice fields at risk from damage by the greater flamingo. *Journal of Applied Ecology* 38: 170–179.
- Trèca, B., 1994. The diet of ruffs and black-tailed godwits in Senegal. *Ostrich* 65: 256–263.
- Treves, A., R. B. Wallace, & S. White, 2009. Participatory planning of interventions to mitigate human-wildlife conflicts. *Conservation Biology* 23: 1577–1587.
- Tsachalidis, E. P., & V. Goutner, 2002. Diet of the White Stork in Greece in relation to habitat. *Waterbirds* 25: 417–423.
- Tucker, G., & M. F. Heath, 1994. *Birds in Europe: their conservation status*. BirdLife International, Cambridge.
- Van Groenigen, J. W., E. G. Burns, J. M. Eadie, W. R. Horwath, & C. Van Kessel, 2003. Effects of foraging waterfowl in winter flooded rice fields on weed stress and residue decomposition. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 95: 289–296.
- Weirauch, C., J. Bérenger, L. Berniker, D. Forero, M. Forthman, S. Frankenberg, A. Freedman, E. Gordon, W. S. Hwang, S. A. Marshall, A. Michael, S. M. Paiero, O. Udah, C. Watson, M. Yeo, G. Zhang, & J. Zhang, 2014. An Illustrated Identification Key to Assassin Bug Subfamilies and Tribes (Hemiptera: Reduviidae). *Canadian Journal of Arthropod Identification* 26: 1–115.
- Woodroffe, R., S. Thirgood, & A. Rabinowitz, 2005. *People and Wildlife, Conflict or Co-Existence?*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Yoon, C. G., 2009. Wise use of paddy rice fields to partially compensate for the loss of natural wetlands. *Paddy and Water Environment* 7: 357–366.

Anexos

Tabela S1. Número total de aves aquáticas registradas, por espécie, em cada contagem realizada entre agosto e dezembro de 2020. Cada contagem quinzenal encontra-se representada por uma abreviatura composta pelas três primeiras letras do mês seguido de 1 ou 2, dependendo se se trata da primeira ou segunda quinzena do mês, respectivamente.

Espécies	Data de contagem									
	Ago 1	Ago 2	Set 1	Set 2	Out 1	Out 2	Nov 1	Nov 2	Dez 1	Dez 2
Abibe-comum <i>Vanellus vanellus</i>	175	32	79	33	327	106	935	1410	3974	3569
Alfaiate <i>Recurvirostra avosetta</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25
Borrelhos <i>Charadrius sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	184	0
Borrelho-de-coleira-interrompida <i>Charadrius alexandrinus</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	35	5
Borrelho-grande-de-coleira <i>Charadrius hiaticula</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Carraceiro <i>Bubulcus ibis</i>	467	29	0	0	0	10	0	1	3	85
Cegonha-branca <i>Ciconia ciconia</i>	342	676	271	2753	843	1097	549	90	13	639
Colhereiro-europeu <i>Platalea leucorodia</i>	18	12	0	0	0	0	0	0	0	0
Combatente <i>Calidris pugnax</i>	0	0	0	0	0	0	7	3	46	107
Corvo-marinho-de-faces-brancas <i>Phalacrocorax carbo</i>	0	0	0	0	0	0	9	3	0	0
Gaivina-de-bico-preto <i>Gelochelidon nilotica</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ganso-bravo <i>Anser anser</i>	0	0	0	0	0	0	0	228	0	0

Tabela S1. Continuação.

Espécies	Data de contagem									
	Ago 1	Ago 2	Set 1	Set 2	Out 1	Out 2	Nov 1	Nov 2	Dez 1	Dez 2
Garça-branca-grande <i>Ardea alba</i>	0	1	0	0	4	5	12	20	36	45
Garça-branca-pequena <i>Egretta garzetta</i>	50	66	3	3	24	80	48	27	202	131
Garça-real <i>Ardea cinerea</i>	82	66	70	63	54	45	103	84	177	158
Garça-vermelha <i>Ardea purpurea</i>	8	1	1	3	0	0	0	0	0	0
Gaiivotas <i>Larus sp.</i>	5	0	27	0	1	1761	2100	2397	4527	4308
Íbis-escarlate <i>Eudocimus ruber</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Íbis-preta <i>Plegadis falcinellus</i>	1396	128	0	2	0	1332	2311	5101	6764	19020
Flamingo-comum <i>Phoenicopterus roseus</i>	0	0	0	0	19	0	619	0	0	0
Maçarico-de-bico-direito <i>Limosa limosa</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Maçarico-das-rochas <i>Actitis hypoleucos</i>	5	1	0	0	3	0	0	0	1	0
Maçarico-bique-bique <i>Tringa ochropus</i>	0	0	4	5	8	0	9	0	0	1
Narceja-comum <i>Gallinago gallinago</i>	0	0	1	1	6	3	21	2	1	0

Tabela S1. Continuação.

Espécies	Data de contagem									
	Ago 1	Ago 2	Set 1	Set 2	Out 1	Out 2	Nov 1	Nov 2	Dez 1	Dez 2
Pato-branco <i>Tadorna tadorna</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Pato-real <i>Anas platyrhynchos</i>	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Perna-verde-comum <i>Tringa nebularia</i>	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0
Perna-vermelha-comum <i>Tringa totanus</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	0	10
Pernilongo <i>Himantopus himantopus</i>	1	0	0	0	0	0	14	0	5	50
Pilrito-comum <i>Calidris alpina</i>	0	0	0	0	0	0	17	71	240	48
Tarambola-cinzenta <i>Pluvialis squatarola</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	131	0
Tarambola-dourada <i>Pluvialis apricaria</i>	0	0	0	0	0	0	0	14	162	671

Tabela S2. Número total de aves aquáticas registadas, por espécie, em cada contagem realizada entre janeiro e julho de 2021. Cada contagem quinzenal encontra-se representada por uma abreviatura composta pelas três primeiras letras do mês seguido de 1 ou 2, dependendo se se trata da primeira ou segunda quinzena do mês, respetivamente.

Espécies	Data de contagem													
	Jan 1	Jan 2	Fev 1	Fev 2	Mar 1	Mar 2	Abr 1	Abr 2	Mai 1	Mai 2	Jun 1	Jun 2	Jul 1	Jul 2
Abibe-comum <i>Vanellus vanellus</i>	338	305	581	36	1	0	0	0	0	0	6	17	0	192
Alfaiate <i>Recurvirostra avosetta</i>	145	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Borrelhos <i>Charadrius sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Borrelho-de-coleira-interrompida <i>Charadrius alexandrinus</i>	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Borrelho-grande-de-coleira <i>Charadrius hiaticula</i>	4	0	26	59	0	0	0	0	21	0	0	0	0	0
Carraceiro <i>Bubulcus ibis</i>	17	0	0	0	0	0	41	154	64	133	15	389	52	908
Cegonha-branca <i>Ciconia ciconia</i>	332	52	16	0	2	0	0	0	45	90	90	165	491	1401
Colhereiro-europeu <i>Platalea leucorodia</i>	0	0	47	0	0	0	0	0	0	11	20	135	13	90
Combatente <i>Calidris pugnax</i>	51	2	4	247	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Corvo-marinho-de-faces-brancas <i>Phalacrocorax carbo</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gaivina-de-bico-preto <i>Gelochelidon nilotica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	7	20	213
Gaivina-preta <i>Chlidonias niger</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0

Tabela S2. Continuação.

Espécies	Data de contagem													
	Jan 1	Jan 2	Fev 1	Fev 2	Mar 1	Mar 2	Abr 1	Abr 2	Mai 1	Mai 2	Jun 1	Jun 2	Jul 1	Jul 2
Gaivotas														
<i>Larus sp.</i>	6747	6027	1697	914	1234	142	84	0	22	0	0	0	0	0
Gaivota-de-asa-escura														
<i>Larus fuscus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	397	99	140	47	41
Ganso-bravo														
<i>Anser anser</i>	0	224	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ganso-do-egito														
<i>Alopochen aegyptiaca</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Garça-branca-grande														
<i>Ardea alba</i>	56	79	46	3	12	1	0	0	0	0	0	2	0	0
Garça-branca-pequena														
<i>Egretta garzetta</i>	123	39	71	61	64	43	12	2	63	20	140	94	111	108
Garça-real														
<i>Ardea cinerea</i>	258	139	88	26	62	18	26	10	56	45	61	116	66	91
Garça-vermelha														
<i>Ardea purpurea</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	10	2	13	26
Guincho-comum														
<i>Larus ridibundus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	12
Íbis-escarlate														
<i>Eudocimus ruber</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Íbis-preta														
<i>Plegadis falcinellus</i>	814	15404	1678	0	0	0	3	0	6	518	1098	644	716	1523
Flamingo-comum														
<i>Phoenicopterus roseus</i>	3	3	3755	4432	548	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabela S2. Continuação.

Espécies	Data de contagem													
	Jan 1	Jan 2	Fev 1	Fev 2	Mar 1	Mar 2	Abr 1	Abr 2	Mai 1	Mai 2	Jun 1	Jun 2	Jul 1	Jul 2
Maçarico-bique-bique <i>Tringa ochropus</i>	13	2	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
Maçarico-das-rochas <i>Actitis hypoleucos</i>	2	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Maçarico-de-bico-direito <i>Limosa limosa</i>	4	0	48092	24092	0	0	0	0	3	0	25	0	0	133
Maçarico-galego <i>Numenius phaeopus</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0
Narceja-comum <i>Gallinago gallinago</i>	1	2	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pato-branco <i>Tadorna tadorna</i>	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	3	0	0	0
Pato-real <i>Anas platyrhynchos</i>	0	1	0	0	3	16	0	11	18	45	49	1	0	0
Perna-verde-comum <i>Tringa nebularia</i>	6	0	0	5	5	0	0	0	0	0	4	0	0	0
Perna-vermelha-comum <i>Tringa totanus</i>	170	3	29	41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pernilongo <i>Himantopus himantopus</i>	67	1	0	0	0	0	0	0	25	46	132	4	0	1
Pilrito-comum <i>Calidris alpina</i>	371	22	94	37	27	0	0	0	80	0	0	0	0	0
Pilrito-de-bico-comprido <i>Calidris ferruginea</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tarambola-cinzenta <i>Pluvialis squatarola</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tarambola-dourada <i>Pluvialis apricaria</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabela S3. Número médio (\pm desvio padrão) de aves de cada espécie registadas em cada período de contagem entre agosto de 2020 e julho de 2021. O período “pré-colheita” engloba as contagens realizadas entre agosto e o início da colheita do arroz (até ao fim de setembro); o período “colheita” engloba as contagens realizadas desde o início até ao fim da colheita do arroz, entre outubro e dezembro de 2020; o período “pós-colheita” engloba as contagens realizadas desde o final da colheita do arroz até ao fim da sementeira, entre o fim de dezembro de 2020 e maio de 2021; o período “pós-sementeira” engloba as contagens realizadas após a sementeira até ao final da época de contagens, ou seja entre o fim de maio e julho de 2021. O valor de N representa o número de contagens realizadas em cada um dos períodos.

	Períodos			
	Pré-colheita N=4	Colheita N=5	Pós-colheita N=10	Pós-sementeira N=5
Abibe-comum <i>Vanellus vanellus</i>	79,8 \pm 67,2	1350,4 \pm 1553,7	483,0 \pm 1103,1	43,0 \pm 83,6
Alfaiate <i>Recurvirostra avosetta</i>	0	0	17,8 \pm 45,4	0
Borrelhos <i>Charadrius sp.</i>	0	36,8 \pm 82,3	0	0
Borrelho-de-coleira-interrompida <i>Charadrius alexandrinus</i>	0	7,2 \pm 15,6	1,0 \pm 2,1	0
Borrelho-grande-de-coleira <i>Charadrius hiaticula</i>	0	0	11,3 \pm 19,3	0
Carraceiro <i>Bubulcus ibis</i>	124,0 \pm 229,1	2,8 \pm 4,2	36,1 \pm 51,6	299,4 \pm 370,2
Cegonha-branca <i>Ciconia ciconia</i>	1010,5 \pm 1175,0	518,4 \pm 469,1	108,6 \pm 212,3	447,4 \pm 558,2
Colhereiro-europeu <i>Platalea leucorodia</i>	7,5 \pm 9,0	0	4,7 \pm 14,9	53,8 \pm 56,0
Combatente <i>Calidris pugnax</i>	0	11,2 \pm 19,9	41,1 \pm 80,4	0
Corvo-marinho-de-faces-brancas <i>Phalacrocorax carbo</i>	0	2,4 \pm 3,9	0	0
Gaivina-de-bico-preto <i>Gelochelidon nilotica</i>	0	0	0	48,2 \pm 92,5
Gaivina-preta <i>Chlidonias niger</i>	0	0	0	0,2 \pm 0,1
Ganso-bravo <i>Anser anser</i>	0	45,6 \pm 2,0	22,4 \pm 0,8	0
Ganso-do-egito <i>Alopochen aegyptiaca</i>	0	0	0	0,2 \pm 0,5

Tabela S3. Continuação

	Períodos			
	Pré-colheita N=4	Colheita N=5	Pós-colheita N=10	Pós-sementeira N=5
Garça-branca-grande <i>Ardea alba</i>	0,25 ± 0,5	15,4 ± 13,2	24,2 ± 29,5	0,4 ± 0,9
Garça-branca-pequena <i>Egretta garzetta</i>	30,5 ± 32,4	76,2 ± 73,8	60,9 ± 41,6	94,6 ± 44,9
Garça-real <i>Ardea cinerea</i>	70,3 ± 8,3	92,6 ± 52,6	84,1 ± 79,3	75,8 ± 27,9
Garça-vermelha <i>Ardea purpurea</i>	3,3 ± 3,3	0	0,2 ± 0,6	10,4 ± 10,1
Gaiivotas <i>Larus sp.</i>	8,0 ± 12,9	2157,2 ± 1618,9	2117,5 ± 2599,9	-
Gaiivota-de-asa-escura <i>Larus fuscus</i>	-	-	-	144,8 ± 146,7
Íbis-escarlate <i>Eudocimus ruber</i>	0	0,2 ± 0,5	0,2 ± 0,4	0
Íbis-preta <i>Plegadis falcinellus</i>	381,5 ± 678,9	3101,6 ± 2774,3	3692,5 ± 7197,0	903,8 ± 407,0
Flamingo-comum <i>Phoenicopterus roseus</i>	0	127,6 ± 274,8	874,1 ± 1712,8	0
Guincho <i>Chroicocephalus ridibundus</i>	-	-	2,1 ± 6,6	2,4 ± 2,7
Maçarico-de-bico-direito <i>Limosa limosa</i>	0	0,2 ± 0,5	7219,1 ± 16234,8	31,6 ± 57,7
Maçarico-das-rochas <i>Actitis hypoleucos</i>	1,5 ± 2,4	0,8 ± 1,3	0,4 ± 0,8	0,4 ± 0,9
Maçarico-bique-bique <i>Tringa ochropus</i>	2,25 ± 2,6	3,4 ± 4,7	2,3 ± 4,4	0,8 ± 1,8
Maçarico-galego <i>Numenius phaeopus</i>	0	0	0,3 ± 0,7	0
Narceja-comum <i>Gallinago gallinago</i>	0,5 ± 0,6	6,6 ± 8,3	0,9 ± 1,9	0

Tabela S3. Continuação

	Períodos			
	Pré-colheita N=4	Colheita N=5	Pós-colheita N=10	Pós-sementeira N=5
Pato-branco <i>Tadorna tadorna</i>	0	0	0,3 ± 0,7	0,6 ± 1,3
Pato-real <i>Anas platyrhynchos</i>	0,5 ± 1,0	0	4,9 ± 7,2	19,0 ± 25,6
Perna-verde-comum <i>Tringa nebularia</i>	0	0,6 ± 0,9	1,6 ± 2,6	0,8 ± 1,8
Perna-vermelha-comum <i>Tringa totanus</i>	0	0,4 ± 0,6	25,3 ± 55,8	0
Pernilongo <i>Himantopus himantopus</i>	0	3,8 ± 6,1	14,3 ± 24,9	36,6 ± 56,7
Pilrito-comum <i>Calidris alpina</i>	0	65,6 ± 101,8	67,9 ± 111,4	0
Pilrito-de-bico-comprido <i>Calidris ferruginea</i>	0	0	0,1 ± 0,3	0
Tarambola-cinzenta <i>Pluvialis squatarola</i>	0	26,2 ± 58,6	0	0
Tarambola-dourada <i>Pluvialis apricaria</i>	0	35,2 ± 71,1	67,1 ± 212,2	0

Tabela S4. Frequência de ocorrência dos diferentes grupos de invertebrados terrestres amostrados antes da colheita do arroz, entre agosto e outubro de 2020. Em cada um dos 25 campos selecionados, foram simultaneamente dispostas quatro armadilhas *pitfall* nos cômodos. A amostragem durou oito dias para cada *pitfall* em cada local, tendo-se recolhido o conteúdo em dois momentos, ao fim de quatro e de oito dias, obtendo assim oito amostras por campo em cada período de amostragem.

	Ac	Am2	C11	C12	C13	C14	Dm2	Fc	Je7	Jm	Nf5	Oc2	Oc3	Oc4	Oc6	Ov1	Ov2	Ov3	Ov4	Ov5	Ov6	P1	P3	P4	Vm3	Média ± erro padrão
Filo Arthropoda																										
Classe Arachnida																										
Ordem Araneae	0,125	0,625	0,250	0,750	0,375	0,625	0,125	0,125	0,125	0,125	0	0,500	0,375	0	0,500	0,625	0,500	0,500	0,875	0,875	0,625	0,625	0	0,125	0,385 ± 0,021	
Ordem Isodida	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,125	0	0	0,005 ± 0,006
Ordem Opiliones	0	0	0	0	0	0	0,125	0	0	0	0	0	0	0,125	0	0,125	0,125	0,125	0	0,250	0	0	0	0	0	0,034 ± 0,010
Classe Blattodea	0	0,250	0,250	0,375	0	0,375	0,125	0,375	0,625	0,125	0	0,250	0	0	0,125	0,500	0,125	0,250	0,250	0	0,500	0,250	0,375	0	0,375	0,212 ± 0,017
Classe Insecta																										
Ordem Coleoptera																										
Fam. Anthicidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,125	0	0	0	0,005 ± 0,006
Fam. Aphodiidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,125	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,005 ± 0,006
Fam. Carabidae	0	0	0,125	0,625	0	0,250	0,250	0,125	0,125	0,250	0,250	0,375	0,250	0,250	0,125	0,125	0	0,125	0	0,125	0,250	0	0,875	0	0	0,173 ± 0,018
Fam. Chrysomelidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,125	0	0	0,005 ± 0,006
Fam. Cidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,125	0,005 ± 0,006
Fam. Coccinellidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0,125	0	0	0	0	0	0	0	0,125	0	0	0,125	0	0,125	0	0,125	0	0,019 ± 0,009
Fam. Nitidulidae	0	0,125	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,125	0	0	0	0,010 ± 0,007
Fam. Staphylinidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,005 ± 0,006
Fam. Tenebrionidae	0	0	0	0	0	0,125	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,005 ± 0,006
Fam. Curculionidae	0	0,125	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,125	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,010 ± 0,007
Não identificado	0	0	0	0	0	0,250	0	0	0	0	0	0	0	0	0,125	0	0	0,125	0	0	0	0,125	0	0	0	0,029 ± 0,010
Ordem Demaptera																										
Fam. Labiduridae	0	0	0	0,250	0,375	0,375	0	0	0	0,125	0	0,375	0,500	0	0	0,375	0,125	0,375	0,250	0,375	0,750	0	0	0	0,125	0,173 ± 0,018
Não identificado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,125	0	0	0	0	0	0	0	0,005 ± 0,006
Ordem Diptera																										
Fam. Muscidae	0,625	0,250	0,500	1,000	0,125	0,375	0,250	0,625	0,625	0,375	0,375	0,250	0,375	0,250	0,375	0,125	0	0,625	0,250	0,375	0,375	0,750	0	0	0,375	0,356 ± 0,020
Fam. Drosophilidae	0,750	0,500	0,250	0,125	0,125	0	0,625	0,625	0,625	0,375	0,500	1,000	0,875	1,000	0,875	0,125	0	0,375	0,750	0	0,125	0,875	0,750	0,375	1,000	0,486 ± 0,024
Fam. Silphidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fam. Tipulidae	0,250	0	0	0	0	0	0	0,125	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,125	0	0,250	0,029 ± 0,011
Ordem Hemiptera																										
Não identificado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,250	0	0	0,125	0	0	0	0	0,014 ± 0,009
Subordem Heteroptera																										
Fam. Miridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,125	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,010 ± 0,007
Fam. Reduviidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,250	0	0,125	0	0	0	0	0,048 ± 0,013
Subordem Homoptera																										
Fam. Coreidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,375	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,014 ± 0,011
Ordem Hymenoptera																										
Fam. Formicidae	0	0	0,500	0,125	0,500	0,500	0,375	0,250	0,500	0,250	0	0,875	1,000	0,250	0,250	0,375	0,250	0,500	0,250	0,250	0,250	1,000	0,500	0	0,500	0,346 ± 0,022
Fam. Ichneumonidae	0,125	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,005 ± 0,006
Fam. Vespidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,125	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,125	0,014 ± 0,008
Não identificado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,125	0	0,125	0	0,010 ± 0,007
Ordem Isopoda																										
Fam. Armadillidae	0	0	0,375	0	0	0	0,125	0	0	0,125	0	0,125	0	0	0	0,125	0,375	0	0	0	0,500	0,500	0,250	0	0,125	0,106 ± 0,016
Ordem Lepidoptera																										
Ordem Orthoptera																										
Fam. Acrididae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,125	0,005 ± 0,006
Fam. Gryllidae	0	0,375	0,125	1,000	0,375	1,000	0,125	0,375	0	0,125	0,125	0	0	0	0	0,500	0,500	1,000	0,500	0,875	0,875	0,125	0,125	1,000	0,500	0,375 ± 0,024
Fam. Gryllotalpidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,125	0	0	0	0	0,005 ± 0,006
Não identificado																										
Classe Chilopoda																										
Ordem Scutigeroformia																										
Fam. Scutigerae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,125	0,125	0	0	0	0	0,010 ± 0,007
Classe Collembola																										
Classe Malacostraca																										
Ordem Decapoda																										
Fam. Cambaridae	0	0,500	0	0	0	0	0,500	0,125	0	0	0	0	0	0	0,125	0	0	0	0,375	0	0	0,125	0,125	0,125	0,250	0,087 ± 0,016
Filo Mollusca																										
Classe Gastropoda																										
Fam. Helicidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,005 ± 0,006
Fam. Limacidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,125	0	0	0	0	0,125	0	0	0,125	0,019 ± 0,018
Filo Chordata																										
Classe Amphibia																										
Ordem Anura																										
Fam. Ranidae	0	0	0	0	0	0	0,125	0,125	0	0	0,250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,019 ± 0,010
Classe Mammalia																										
Ordem Soricomorpha																										
Fam. Soricidae	0,125	0	0	0	0	0	0,125	0,125	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,125	0,125	0	0,125	0	0	0	0,125	0,034 ± 0,010

Tabela S5. Frequência de ocorrência dos diferentes grupos de invertebrados terrestres amostrados depois da colheita do arroz, em fevereiro de 2021. Em cada um dos 25 campos selecionados, foram simultaneamente dispostas quatro armadilhas *pitfall* nos cômodos. A amostragem durou oito dias para cada *pitfall* em cada local, tendo-se recolhido o conteúdo em dois momentos, ao fim de quatro e de oito dias, obtendo assim oito amostras por campo em cada período de amostragem.

	Ac	Am2	C11	C12	C13	C14	Dm2	Fc	Je7	Jm	Nf5	Oc2	Oc3	Oc4	Oc6	Ov1	Ov2	Ov3	Ov4	Ov5	Ov6	P1	P3	P4	Vm3	Média ± erro padrão	
Filo Arthropoda																											
Classe Arachnida																											
Ordem Araneae	0,750	0,625	0,500	0,750	0,875	0,500	0,250	0,625	0,375	0,625	0,125	0,500	0,375	0,375	0,375	0,625	0,750	1,000	0,345	0,875	0,625	0,500	1,000	0,375	0,625	0,575 ± 0,019	
Ordem Isodida	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ordem Opiliones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,125	0	0,125	0	0	0	0,010 ± 0,007	
Classe Blattodea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Classe Insecta																											
Ordem Coleoptera																											
Fam. Anthicidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Fam. Aphodiidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Fam. Carabidae	0	0,125	0,250	0,125	0,625	0	0	0,125	0	0	0	0,125	0	0,125	0,125	0	0	0,375	0	0,125	0,250	0	0,375	0,125	0	0,105 ± 0,016	
Fam. Chrysomelidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,125	0	0	0	0,005 ± 0,006	
Fam. Cidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,125	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,005 ± 0,006	
Fam. Coccinellidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Fam. Nitidulidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Fam. Staphylinidae	0	0	0	0,125	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,005 ± 0,006	
Fam. Tenebrionidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Fam. Curculionidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Não identificado	0,125	0,375	0	0,375	0	0	0,125	0,375	0,250	0	0	0	0	0,125	0,125	0	0	0	0	0	0	0	0	0,125	0	0,250	0,095 ± 0,014
Ordem Demaptera																											
Fam. Labiduridae	0,250	0	0,125	0,125	0,250	0,125	0	0	0,250	0	0	0,125	0	0,125	0,125	0	0,125	0,250	0	0,125	0,250	0,250	0,375	0	0,125	0,120 ± 0,013	
Não identificado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ordem Diptera																											
Fam. Muscidae	0	0	0,125	0	0,125	0,125	0	0	0,125	0,500	0	0,125	0,125	0	0	0,375	0,125	0	0	0,250	0,125	0,250	0	0,125	0	0,105 ± 0,014	
Fam. Drosophilidae	0	0,125	0,375	0,375	0,250	0,250	0	0,125	0	0,125	0	0,125	0	0,250	0,250	0,750	0,750	0,750	0,500	0,125	0,625	0	0,375	0,500	0	0,275 ± 0,021	
Fam. Silphidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,125	0	0	0,005 ± 0,006	
Fam. Tipulidae	0	0	0	0	0	0,125	0	0	0	0,125	0	0,125	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,125	0	0,020 ± 0,009	
Ordem Hemiptera																											
Não identificado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Subordem Heteroptera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Fam. Miridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Fam. Reduviidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Subordem Homoptera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ordem Hymenoptera																											
Fam. Formicidae	0,250	0	0	0	0,125	0	0	0	0	0	0	0,125	0,125	0	0	0	0	0,250	0	0	0,625	0,125	0	0	0	0,075 ± 0,016	
Fam. Ichneumonidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Fam. Vespidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Não identificado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ordem Isopoda																											
Fam. Armadillidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ordem Lepidoptera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ordem Orthoptera																											
Fam. Acrididae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Fam. Gryllidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,250	0	0	0	0	0	0	0,125	0	0	0,005 ± 0,006	
Fam. Gryllotalpidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Não identificado																											
Classe Chilopoda																											
Ordem Scutigeroformia																											
Fam. Scutigerae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Classe Collembola	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Classe Malacostraca																											
Ordem Decapoda																											
Fam. Cambaridae	0	0,125	0	0,125	0	0	0	0	0	0	0	0,125	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,125	0,020 ± 0,009	
Filo Mollusca																											
Classe Gastropoda																											
Fam. Helicidae	0,125	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,005 ± 0,006	
Fam. Limacidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,250	0	0	0	0,125	0,250	0	0,250	0,125	0,125	0	0	0	0,045 ± 0,012	
Filo Chordata																											
Classe Amphibia																											
Ordem Anura																											
Fam. Ranidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,125	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,005 ± 0,006	
Classe Mammalia																											
Ordem Soricomorpha																											
Fam. Soricidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Tabela S6. Frequência de ocorrência dos diferentes grupos de invertebrados aquáticos amostrados com recurso a arrastos em setembro de 2020. Em cada um dos 26 campos selecionados, foram recolhidas cinco amostras.

	Campos																										Média (\pm erro padrão)	
	Ac	Am2	Cl1	Cl2	Cl3	Cl4	Dm2	Fc	Jc2	Jc7	Jm	Nf5	Oc2	Oc3	Oc4	Oc6	Ov1	Ov2	Ov3	Ov4	Ov5	Ov6	P1	P3	P4	Vm3		
Filo Arthropoda																												
Classe Arachnida																												
Ordem Araneae																												
Fam. Tetragnathidae	0,6	0	0,2	0	0	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0,06 \pm 0,01
Classe Inseta																												
Ordem Coleoptera																												
Fam. Dysticidae	0,2	0	0	0,4	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0,4	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0,6	0,2	0	0,15 \pm 0,02	
Fam. Hygrobiidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,01 \pm 0,01	
Não identificado	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0,02 \pm 0,01	
Ordem Diptera																												
Fam. Chironomidae	0,2	0	0	0,2	0	0,2	0	0	0	0	0	0,2	0	0,4	0	0	0	0,2	0	0,2	0	0	0	0	0,4	0	0,08 \pm 0,01	
Fam. Culicidae	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0,2	0	0,03 \pm 0,01	
Fam. Tipulidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,01 \pm 0,01	
Ordem Hemiptera																												
Fam. Notonectidae	1,0	0	1,0	1,0	0,6	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0	1,0	1,0	1,0	0	0,8	1,0	0,8	1,0	1,0	0,8	1,0	1,0	1,0	1,0	0,90 \pm 0,02	
Fam. Mesoveliidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,01 \pm 0,01	
Não identificado	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0,01 \pm 0,01	
Ordem Isopoda																												
Não identificado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,01 \pm 0,01	
Ordem Odonata																												
Subordem Anisoptera	0	0	0,2	0	0	0,2	0,4	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0,2	0,2	0,2	0	0,08 \pm 0,01	
Subordem Zygoptera	0	0,2	0,2	0,6	0,2	0,8	0	0	0	0	0,2	0,2	0	0	0	0	0,2	0,2	0,6	0,6	0,4	0,2	0,6	0,4	0,4	0	0,25 \pm 0,02	
Classe Malacostraca																												
Ordem Amphipoda																												
Não identificado	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,01 \pm 0,01	
Ordem Decapoda																												
Fam. Atyidae	0	0	0	0,4	0,4	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,0	0,09 \pm 0,02	
Fam. Cambaridae	0,6	0,4	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0,8	0	0	0	0	0	0,4	0	0,2	0	0	0,4	0,2	0,2	0,2	0	0,14 \pm 0,02	
Filo Chordata																												
Classe Actinopterygii																												
Ordem Cyprinodontiformes																												
Fam. Poeciliidae	0,2	0	0	0	0	0,4	0,2	0,2	0,2	0,4	1,0	0,2	0,2	0,6	0,2	0,8	0	0,2	0,4	0	0,4	0,2	1,0	0	0,4	0,4	0,33 \pm 0,02	
Filo Mollusca																												
Classe Gastropoda																												
Ordem indet.																												
Fam. Physidae	0	0,4	0,8	0,8	1,0	0,6	0	0	0	0,2	0,6	0,2	0,6	1,0	0,2	0,2	0,8	0,2	0,8	0,8	0,8	0,4	1,0	0,8	1,0	0,2	0,52 \pm 0,02	
Fam. Planorbidae	0	0	0	0,2	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,02 \pm 0,01	

Tabela S7. Frequência de ocorrência dos diferentes grupos de macroinvertebrados bentônicos e arroz amostrados após a colheita do arroz entre fevereiro e março de 2021. Em cada um dos 24 campos selecionados, foram recolhidas quatro amostras utilizando *cores*.

	Campos																								Média (± erro padrão)	
	Ac	Am2	Cl1	Cl2	Cl3	Cl4	Dm2	Fc	Jc7	Jm	Nf5	Oc2	Oc3	Oc4	Oc6	Ov1	Ov2	Ov3	Ov4	Ov5	Ov6	P1	P4	Vm3		
Filo Arthropoda																										
Classe Inseta																										
Ordem Coleoptera																										
Fam. Districidae	0	0	0	0	0	0	0	0,25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,01 ± 0,01
Ordem Diptera																										
Fam. Chironomidae	0	0	0,25	0,50	0	0	0	0,25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,04 ± 0,01
Fam. Rhagionidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,25	0	0	0	0	0	0,01 ± 0,01
Fam. Syrphidae	0	0	0	0	0	0	0	0,25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,25	0	0	0,25	0	0	0,03 ± 0,01
Filo Mollusca																										
Classe Gastropoda																										
Ordem indet.																										
Fam. Physidae	0	0,25	0	0	0	0	0	0	0,25	0	0	0	0,25	0	0	0	0	0,25	0	0	0	0,25	0,50	0,25	0,08 ± 0,02	
Filo Nemeretea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,00	0	0	0	0,04 ± 0,02	
Filo Annelida																										
Classe Clitellata	1,00	1,00	1,00	0,75	0,25	0,25	0,75	0,25	0,50	1,00	0,75	0,25	1,00	1,00	1,00	0,75	0,75	0,75	0,75	1,00	0,75	1,00	1,00	0,50	0,75 ± 0,02	
Arroz	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00 ± 0,00	

Tabela S8. Presas e materiais identificados nos dejetos de Íbis-preta (*Plegadis falcinellus*) e egagrópilas de Cegonha-branca (*Ciconia ciconia*) em cada um dos períodos de amostragem.

Presa	Pré-colheita				Pós-colheita			
	Íbis-preta		Cegonha-branca		Íbis-preta		Cegonha-branca	
	FO	FN	FO	FN	FO	FN	FO	FN
Fauna	98,1	76,4	100,0	87,0	100,0	75,9	100,0	89,4
Classe Malacostraca	94,3	50,9	100,0	77,8	100,0	64,2	100,0	88,8
Ordem Decapoda	94,3	50,9	100,0	77,8	100,0	64,2	100,0	88,8
<i>P. clarkii</i>	94,3	50,3	100,0	77,8	100,0	64,2	100,0	88,8
Decapoda NI	1,9	0,6	0	0	0	0	0	0
Classe Insecta	39,6	21,3	70,8	8,7	23,5	11,8	0	0
Ordem Coleoptera	1,9	0,9	8,3	0,5	0	0	0	0
Não identificado	0	0	5,3	0,4	0	0	0	0
Ordem Diptera	0	0	0	0	11,8	5,9	0	0
Ordem Hymenoptera	18,9	10,3	37,5	5,0	0	0	0	0
Família Formicidae	18,9	10,3	47,4	5,0	0	0	0	0
Ordem Odonata	1,9	0,6	4,2	0,2	0	0	0	0
Ordem Orthoptera	0	0	4,2	0,3	0	0	0	0
Família Gryllidae	0	0	5,3	0,2	0	0	0	0
Família Gryllotalpidae	0	0	5,3	0,2	0	0	0	0
Insetos não identificados	24,5	9,4	37,5	2,6	11,8	5,9	0	0
Debris não identificados	20,8	8,1	36,8	1,7	11,8	5,9	0	0
Não identificado 1	1,9	0,4	0	0	0	0	0	0
Não identificado 2	1,9	0,9	0	0	0	0	0	0
Não identificado 3	1,9	0,9	5,3	0,2	0	0	0	0
Não identificado 5	0	0	5,3	0,1	0	0	0	0
Não identificado 6	0	0	5,3	0,7	0	0	0	0
Classe Arachnida	1,9	0,9	8,3	0,5	0	0	0	0
Ordem Araneae	0	0	10,5	0,5	0	0	0	0
Não identificado	0	0	10,5	0,5	0	0	0	0
Ordem Ixodida	1,9	0,9	0	0	0	0	0	0
Não identificado	1,9	0,9	0	0	0	0	0	0
Classe Clitellata	5,7	1,3	0	0	0	0	0	0
Classe Actinopterygii	9,4	1,9	0	0	0	0	0	0
Classe Aves	0	0	0	0	0	0	5,3	0,6
Flora	41,5	23,6	58,3	10,3	29,4	24,1	26,3	10,6
<i>Oryza sativa</i>	41,5	23,6	68,4	8,6	29,4	24,1	26,3	10,6
Plantas NI	0	0	20,8	2,0	0	0	0	0
Planta	0	0	5,2	0,2	0	0	0	0
Semente 1	0	0	10,5	0,5	0	0	0	0
Semente 2	0	0	5,3	0,9	0	0	0	0
Lixo	0	0	20,8	2,7	0	0	0	0
Borracha	0	0	5,3	0,3	0	0	0	0
Metal	0	0	5,3	0,6	0	0	0	0
Plástico	0	0	5,3	0,4	0	0	0	0
Vidro	0	0	21,1	1,4	0	0	0	0

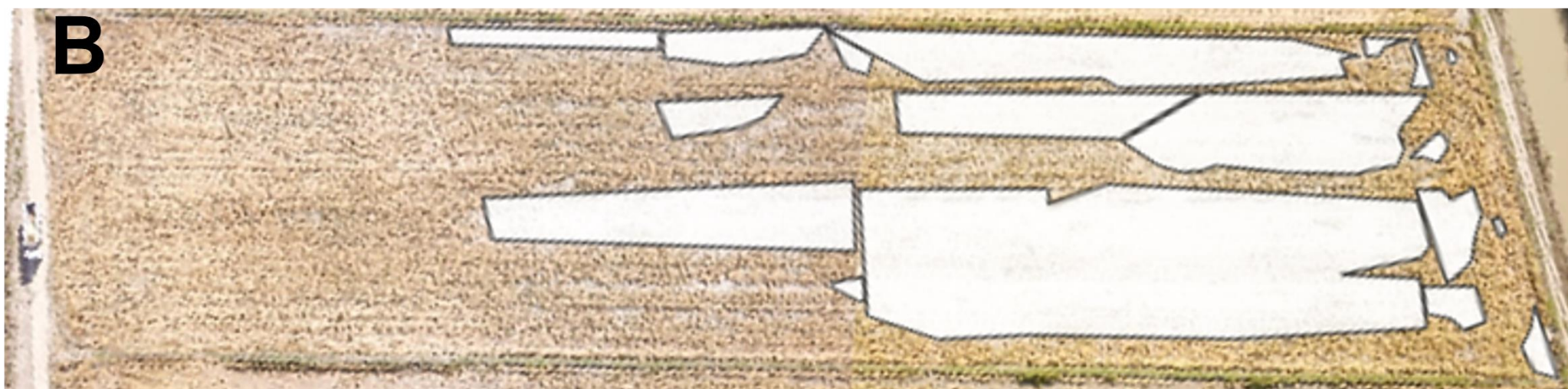


Figura S1. Fotografia aérea, de um talhão de arroz capturada com recurso a drone (DJI Mavic Pro) com uma câmara fotográfica de 12 megapíxels incorporada a 175 metros de altitude utilizada para estimar a área dos danos. A - talhão de arroz com danos visíveis de origem desconhecida no lado direito (área com água visível); B - mesmo talhão apresentado em A com polígonos desenhados com recurso ao software QGIS sobre as áreas danificadas.

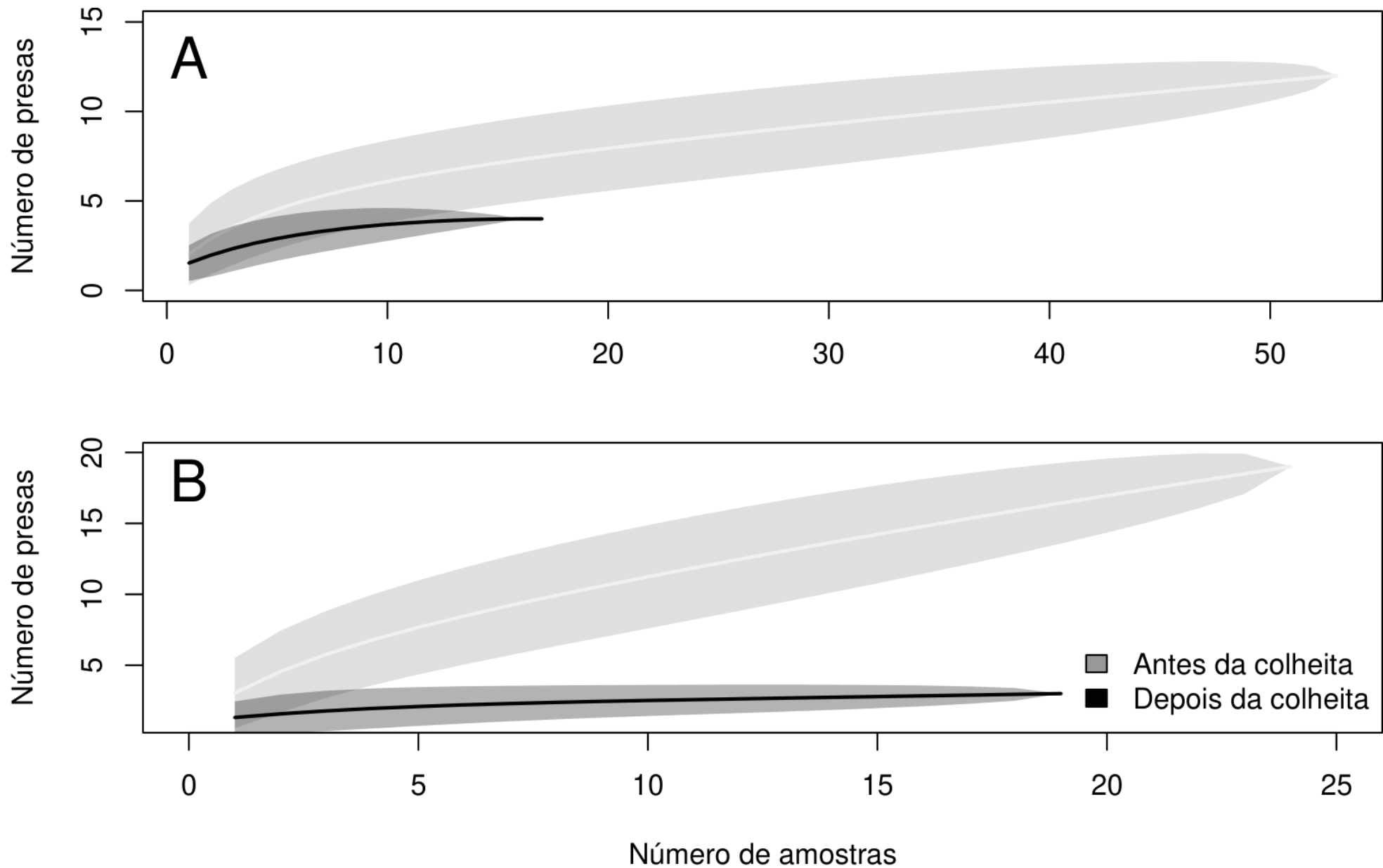


Figura S2. Curvas de acumulação de taxa de presas identificadas em amostras de dejetos de Íbis-preta (*Plegadis falcinellus*) e de egagrópilas de Cegonha-branca (*Ciconia ciconia*) em relação ao número de amostras recolhidas. O gráfico foi construído utilizando o *package vegan* em R. A ordem das amostras neste análise foi selecionada aleatoriamente. O gráfico resulta de 100 permutações de amostras o que permitiu a representação de intervalos de confiança de 95% (área sombreada). A análise foi realizada recorrendo à identificação taxonómica mais baixa possível. A - Íbis-preta (n=53 antes da colheita, n=17 depois da colheita); B - Cegonha-branca (n=24 antes da colheita, n=19 depois da colheita).