Caraterização da Avifauna da Paisagem Protegida Regional da Serra da Aboboreira: Contributos para a sua Gestão

Alfredo Barreto Gonçalves Marques Fernandes
Mestrado em Ecologia e Ambiente
Departamento de Biologia
Faculdade de Ciências da Universidade do Porto
2024

Caraterização da Avifauna da Paisagem Protegida Regional da Serra da Aboboreira: Contributos para a sua Gestão

Alfredo Barreto Gonçalves Marques Fernandes

Dissertação realizada no âmbito do Mestrado em Ecologia e Ambiente

Departamento de Biologia

2024

Orientador
David Gonçalves, FCUP / CIBIO-InBio / BIOPOLIS

Coorientadores
Luís Pascoal Silva, CIBIO-InBio / BIOPOLIS
João Gonçalves, CIBIO-InBio / BIOPOLIS

CIBIO
Centro de Investigação em Biodiversidade e Recursos Genéticos

BIOPOLIS

Agradecimentos

Antes de iniciar esta dissertação, aproveito para deixar uma breve mensagem de agradecimento a todos os que, ao longo deste último ano (e, consequentemente, ao longo do percurso académico), me ajudaram, incentivaram, estiveram (e se mantiveram) presentes.

Devo deixar uma palavra de manifesta gratidão ao Professor Doutor David Gonçalves, da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto. Acima de tudo pela sua resiliência, pela sua paciência e por nunca desistir do aluno que tinha em mãos. No fundo, pela sua orientação precisa e cuidada durante todo este período. Sem essa presença - a qual reconheço, sem dúvida, fundamental -, o resultado não seria o mesmo...

Agradeço ao Professor Doutor Luís Silva o seu inestimável apoio em múltiplos momentos do trabalho, desde a mobilização de informação da avifauna, ao tratamento estatístico da respetiva informação, bem como o processo de escrita desta mesma dissertação. Um agradecimento ao Doutor João Gonçalves por todo o auxílio prestado, nomeadamente ao longo do processo de modelação - que se revelou árduo e, ainda assim, não cessou de me ajudar até à fase final.

Uma palavra especial ao Professor Doutor João Honrado, que se destaca pelo papel de impulsionador do projeto que viria a transformar-se na dissertação. O seu auxílio foi sentido em vários momentos e, indubitavelmente, urgente. Permitam-me, também, dedicar uma palavra de especial agradecimento ao Doutorando João Faria que, através do contacto com o Professor Doutor David Gonçalves, demonstrou sempre disponibilidade e vontade para me apoiar na dissertação, em diferentes fases críticas do trabalho.

Ao António Nogueira, ao Francisco Meireles, ao João Silva e ao João Moreira, deixo um especial abraço - dos que, pela dimensão da amizade, apenas presencialmente serei capaz de dar. Ao Darmit Kumar não só deixo um abraço, como menção honrosa pela paciência, incentivo e ajuda bem preciosa durante este último ano (bem como nos anteriores). Ao Gonçalo de Castro, talvez me reste reconhecer-lhe a enorme paciência – um colega que se tornou amigo, e, mais tarde, a companhia necessária para resistir à fase final desta dissertação. Ao Jorge Santos e ao Diogo Carvalho, bem como ao Miguel Ferreira e à Vera Coelho, um agradecimento sincero pela sua presença assídua e incentivo inesgotável neste último ano – sobretudo, pela amizade e pelo apoio que demonstraram sempre. Por fim, agradeço à Susana Nunes, ao Paulo Soares, ao

Gonçalo Vasques e aos demais presentes neste período académico que, direta ou indiretamente, contribuíram para o (eventual) sucesso desta dissertação.

Em última instância, permitam-me deixar duas notas mais sentidas neste texto. Aos meus avós, terei que agradecer a presença assídua no crescimento do neto, complementada com um carinho inesgotável e enorme dedicação na formação do estudante que aqui se apresenta. É um orgulho tremendo poder terminar esta fase e dedicar-lhes estas palavras! Aos meus pais, talvez me reste agradecer-lhes pela insistência. O incentivo e motivação foram imprescindíveis ao longo do processo. No entanto, foi o senso de realidade que me incutiram na fase final da dissertação que fez com que o mesmo não desmoronasse. Acima de tudo, foram Pais – e destes, talvez não se encontre mais. Deixo ainda um especial agradecimento aos meus tios Gabriela, Sofia, Rafael e Miguel, e ainda à Maria da Conceição e à Mariana, pela indubitável presença ao longo deste(s) ano(s). Aos demais elementos da família, um agradecimento fraterno.

A todos os visados, dedico-lhes este trabalho.

Resumo

A pressão humana sobre a biodiversidade tem vindo a aumentar, conduzindo ao seu declínio crescente. A monitorização das populações ou comunidades é essencial para a avaliação da biodiversidade e a implementação de áreas protegidas uma das estratégias para sua conservação.

O presente estudo centrou-se na caraterização da comunidade de avifauna e interpretação dos seus padrões de distribuição da recém-estabelecida Paisagem Protegida Regional da Serra da Aboboreira (PPRSA). Tendo em conta o papel das Aves como indicadoras do estado de conservação da biodiversidade compreender esta comunidade é fulcral para a gestão futura da área de paisagem protegida.

Recolheu-se informação relativa a registos de observação de aves (GBIF - Sistema Global de Informação sobre Biodiversidade) e de caraterísticas de cada espécie (preferência alimentar, estrato de alimentação, fenologia, etc.). Definiram-se grupos de variáveis climáticas, de estrutura tridimensional, de composição e de atributos funcionais da paisagem, determinantes para o grupo taxonómico. Foram gerados modelos preditivos da distribuição das espécies (SDMs) para um território envolvente à PPRSA, permitindo a avaliação da riqueza específica por guildas, numa escala regional.

A comunidade de aves da área de estudo é composta por um grande número de espécies e apresenta atributos similares às comunidades contíguas, destacando-se a influência da proximidade de dois *hotspots* de avifauna: maciço Alvão-Marão e maciço da Gralheira. A presença na PPRSA de espécies como *Circus pygargus* e *Prunella collaris* (“em perigo”) reforça a importância da monitorização das espécies e respetivos habitats.

O perfil bioclimático de transição, a heterogeneidade da paisagem e tipos de vegetação destacaram-se como fatores determinantes na distribuição espacial das espécies, influenciando aspetos como disponibilidade de alimento e nidificação. As zonas remotas, de grande altitude e naturais ou semi-naturais evidenciaram maior riqueza específica, apontando para a necessidade de monitorização e conservação destas regiões. Muito embora, verificou-se um enviesamento das previsões resultante da densidade de observadores em centros urbanos.

Em abordagens posteriores, dever-se-á atentar ao efeito direto da densidade de observadores e respetivo enviesamento. A calendarização de campanhas de monitorização (validação das tendências) ou adequação dos modelos utilizados a cada espécie seriam algumas das alternativas para estudos futuros. A conceção de campanhas de monitorização dirigidas permitiria a inclusão de estratégias de ciência-cidadã, agilizando a monitorização de espécies e consciencializando a população da região para a importância da conservação da comunidade de avifauna local.

Palavras-chave: Aves, Comunidade, Guildas, Conservação da biodiversidade, Áreas protegidas, Modelos de distribuição de espécies, BIOMOD2

Abstract

Human pressure on biodiversity has been increasing, leading to its ongoing decline. Monitoring populations or communities is essential for assessing biodiversity and the implementation of protected areas is one of the strategies for their conservation.

This study focused on characterizing the bird community and interpreting its distribution patterns in the recently established Regional Protected Landscape of Serra da Aboboreira (PPRSA). Given the role of bird communities as indicators of the state of biodiversity conservation, understanding this community is important to the future management of the protected landscape area.

Information on bird observation records (GBIF - Global Biodiversity Information Facility) and the characteristics of each species (food preference, feeding stratum, phenology, etc.) was collected for the study. A set of predictive and determining variables for avifauna was initially defined, including climatic variables, three-dimensional structure and landscape composition variables, functional attributes and variables associated with ecosystem disturbances. Species distribution predictions (SDMs) were generated for a territory surrounding the PPRSA, complementing the assessment of specific richness based on guilds, on a regional scale.

The bird community in the study area is composed by a large number of species occurring within the boundaries of the PPRSA. This community has similar attributes to neighbouring communities, and the influence of the proximity of two bird hotspots, the Alvão-Marão massif and the Gralheira massif, stands out. The presence of species such as *Circus pygargus* and *Prunella collaris* (‘endangered’) in the PPRSA reinforces the importance of monitoring species and their habitats.

The transitional bioclimatic profile, the heterogeneity of the landscape and the vegetation types stood out as determining factors in the spatial distribution of species, influencing aspects such as food availability and nesting. Remote, high-altitude and natural or semi-natural areas showed greater specific richness, pointing the need to monitor and conserve these regions. However, there was a bias in the predictions due to the density of observers in urban centres.

In subsequent approaches, attention should be paid to the direct effect of observer density and the corresponding bias. Scheduling monitoring campaigns (validation of predictions) or adapting the models used to each species targeted would be some of the alternatives for future studies. The design of targeted monitoring campaigns would allow for the inclusion of citizen-science strategies, speeding up the monitoring of species and raising awareness among the region's population about the importance of conservation of the local bird community.

Keywords: Birds, Community, Guilds, Biodiversity conservation, Protected areas, Species distribution models, BIOMOD2

Índice

Lista de Tabelas **vii**

Lista de Figuras **viii**

Lista de Abreviaturas **x**

1. Introdução **1**

1.1. Biodiversidade e seu declínio 1

1.2. Esforços de conservação: contexto histórico 2

1.3. Áreas protegidas 4

1.4. Paisagem Protegida Regional da Serra da Aboboreira (PPRSA) 6

1.5. Modelos ecológicos correlativos na conservação da biodiversidade 8

1.6. Avifauna como indicador da conservação da biodiversidade 10

1.7. Objetivos 12

2. Metodologia **13**

2.1. Área de estudo 13

2.2. Comunidade de avifauna na PPRSA 21

2.3. Modelos de distribuição de espécies (SDMs) da avifauna da PPRSA 24

3. Resultados **33**

3.1. Comunidade de avifauna da PPRSA 33

3.2. Distribuição prevista da avifauna da PPRSA 46

4. Discussão **57**

4.1. Comunidade de avifauna da PPRSA 57

4.2. Previsão de distribuição de espécies e guildas 60

4.3. Limitações e investigação futura 62

Conclusão **65**

Referências bibliográficas **66**

Anexo I: Comunidade de avifauna da Paisagem Protegida da Serra da Aboboreira **81**

Anexo II: Estatutos de conservação das espécies **91**

Anexo III: Composição de variáveis referentes à COS **92**

Anexo IV: Variáveis preditivas consideradas para modelação **94**

Anexo V: Tabela de valores de performance dos modelos individuais **97**

Anexo VI: Modelos individuais de distribuição das espécies **107**

Anexo VII: Tabelas de valores de significância (modelo linear generalizado; GLM), por guildas **132**

Lista de Tabelas

Tabela 1: Quadro-resumo das categorias de variáveis e respetivas variáveis preditivas consideradas (Anexo IV). 29

Lista de Figuras

Figura 1: As serras do Baixo Tâmega no contexto do sistema regional de Áreas Protegidas e Classificadas (retirado de Honrado & Alonso, 2022). 14
Figura 2: Limites da PPRSA. Ao centro (a negro), a Área Nuclear. Em torno da Área Nuclear (a vermelho), destaca-se a Área Envolvente. Esta segunda área representa o limite externo da PPRSA (retirado de Honrado & Alonso, 2022). 14
Figura 3: Posição no interflúvio Tâmega-Douro e a presença dos maciços Aboboreira, Castelo e Marão, individualizados pelos vales dos rios Fornelo, Ovil e Teixeira. Linha a vermelho representa o limite máximo da PPRSA (retirado de Honrado & Alonso, 2022). 15
Figura 4: Panorâmica da paisagem do vale do rio Ovil (24 de janeiro de 2024). Pela imagem, é percetível a heterogeneidade das parcelas (e.g.: agrícolas, florestas, matagais, pequenos aglomerados urbanos) na encosta nascente da Serra do Castelo. 16
Figura 5: (a) Mata da Reixela no vale do rio Ovil (24 de janeiro de 2024). (b) Pormenor de um carvalhal na encosta poente da Serra da Aboboreira (24 de janeiro de 2024). (c) Galeria ripícola no vale do rio Ovil (24 de janeiro de 2024). 17
Figura 6: (a) Encosta com vegetação rasteira (matos) e habitats rochosos na serra do Marão (retirado de Honrado & Alonso, 2022). (b) Campos lavrados e cultivados típicos na área estudada no Baixo Tâmega (retirado de Alonso & Honrado, 2014). 18
Figura 7: Bosquete de carvalhos e castanheiros, em contacto (barreira) com área ardida. (retirado de Honrado & Alonso, 2022) 19
Figura 8: Distribuição aproximada dos habitats do Anexo I da Diretiva Habitats com maior expressão na paisagem da PPRSA (retirado de Honrado & Alonso, 2022). 20
Figura 9: Ocupação e uso do solo (em 2018) na PPRSA (retirado de Honrado & Alonso, 2022). 20
Figura 10: Contextualização geográfica dos limites da PPRSA e do limite da faixa de 50 km, em torno da PPRSA (linhas a vermelho). 25
Figura 11: Número de espécies (confirmadas, possíveis e prováveis) por cada Ordem de Aves, na comunidade de avifauna da PPRSA. 34
Figura 12: Frequência do estatuto de conservação em Portugal continental das espécies confirmadas na PPRSA. 36

Figura 13: Frequências dos diferentes estatutos fenológicos entre as espécies confirmadas na PPRSA, considerando a escala local. 37
Figura 14: Frequências dos diferentes estatutos fenológicos entre as espécies confirmadas na PPRSA, tendo em conta a escala nacional. 38
Figura 15: Variação sazonal do número de espécies da comunidade de avifauna da PPRSA (espécies confirmadas). 39
Figura 16: Frequências das categorias alimentares (preferência alimentar), entre as espécies confirmadas da comunidade de avifauna da PPRSA. 40
Figura 17: Frequências dos níveis de estrato trófico utilizados pelas espécies confirmadas da comunidade de avifauna da PPRSA. 41
Figura 18: Frequências dos estatutos fenológicos, a nível nacional (Equipa Atlas, 2022), das populações das espécies possíveis e prováveis da comunidade de avifauna da PPRSA. 42
Figura 19: Frequências dos estatutos de conservação em Portugal continental das populações (reprodutoras ou invernantes) das espécies possíveis e prováveis na PPRSA. 43
Figura 20: Frequências das categorias alimentares (preferência alimentar), entre as espécies possíveis e prováveis da comunidade de avifauna da PPRSA. 45
Figura 21: Frequências dos níveis de estrato trófico utilizados pelas espécies possíveis e prováveis da comunidade de avifauna da PPRSA. 45
Figura 22: Avaliação da performance dos modelos combinados por média da distribuição da comunidade de avifauna, através de TSS. 47
Figura 23: Avaliação da performance dos modelos combinados por média da distribuição da comunidade de avifauna, através de ROC. 47
Figura 24: Sensibilidade e especificidade dos modelos combinados de distribuição da comunidade de avifauna da PPRSA, referentes às duas medidas de avaliação da performance dos modelos. 49
Figura 25: Variação da riqueza específica em cada guilda referente à preferência alimentar das espécies da comunidade de avifauna. 51
Figura 26: Variação da riqueza específica em cada tipo de estrato de alimentação das espécies da comunidade de avifauna. 53
Figura 27: Variação da riqueza específica em cada guilda referente à fenologia das espécies da comunidade de avifauna. 54
Figura 28: Variação da riqueza específica total da comunidade de avifauna. 56

Lista de Abreviaturas

WWF	WORLD WILD FUND FOR NATURE
CBD	CONVENÇÃO PARA A DIVERSIDADE BIOLÓGICA
ONU	ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS
UE	UNIÃO EUROPEIA
ZPE	ZONAS DE PROTEÇÃO ESPECIAL
SIC	SÍTIOS DE IMPORTÂNCIA COMUNITÁRIA
ZEC	ZONAS ESPECIAIS DE CONSERVAÇÃO
RFCN	REDE FUNDAMENTAL DE CONSERVAÇÃO DA NATUREZA
ICNF	INSTITUTO DE CONSERVAÇÃO DA NATUREZA
ADESCO	ASSOCIAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO COMUNITÁRIO
PPRSA	PAISAGEM PROTEGIDA REGIONAL DA SERRA DA ABOBOREIRA
IBA	IMPORTANT BIRD AND BIODIVERSITY AREAS
SDM	SPECIES DISTRIBUTION MODELS
MEM	MORAN'S EIGENVECTOR MAPS
SESAM	SPATIALLY EXPLICIT SPECIES ASSEMBLAGE MODELLING
SIG	SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA
ROC	RECEIVER OPERATING CHARACTERISTIC
TSS	TRUE SKILL STATISTICS
COS	CARTA DE USOS E OCUPAÇÃO DO SOLO
NUT	NOMENCLATURA DAS UNIDADES TERRITORIAIS PARA FINS ESTATÍSTICOS

1. Introdução

1.1. Biodiversidade e seu declínio

Biodiversidade representa, em sentido lato, a diversidade de espécies de uma determinada região com as suas histórias evolutivas únicas, a sua diversidade genética (dentro e entre populações) e a sua distribuição espaciotemporal e respetivas interações ou dinâmicas (National Research Council, 1999). Estudar a biodiversidade de uma área específica permite compreender a estruturação e composição de habitats, ecossistemas, paisagens e continentes (National Research Council, 1999). Assim, o estudo da composição e distribuição das comunidades de plantas, fungos, ou animais, entre outros grupos taxonómicos, proporciona ferramentas de análise e de legislação fundamentadas, necessárias para a manutenção das populações de espécies e respetivos habitats (Jenkins *et al*., 2013; Martin *et al*., 2021).

A pressão humana sobre a biodiversidade tem aumentado em múltiplos pontos do globo (Tittensor *et al.*, 2014; WWF, 2022). A *World Wide Fund for Nature* (WWF) aponta para uma perda média de 69% das populações de mamíferos, peixes, aves, anfíbios e répteis em todo o planeta, desde 1970 (WWF, 2022), o que afeta consequentemente o estado de conservação das respetivas espécies. A acelerada perda de biodiversidade é alarmante, sendo esta crise biológica causada por influência e ação humana direta (WWF, 2022). A exploração intensiva de recursos, como a agricultura intensiva ou as florestas de produção, a crescente urbanização (McDonald *et al.*, 2008; Canedoli *et al*., 2018) resultam na fragmentação e degradação de habitats terrestres e aquáticos (Jaureguiberry et al., 2022). A disseminação de espécies exóticas, muitas potencialmente invasoras, é outro fator que preocupa não só a comunidade científica, mas também associações não-governamentais e a sociedade, no geral (WWF, 2022).

A suscetibilidade de várias espécies a alterações no ecossistema leva à redução da biodiversidade e ao aumento do risco de extinção de espécies a nível mundial (WWF, 2022). Nesse sentido, a comunidade científica vem fazendo esforços para contrariar a aceleração da tendência observada – são necessárias estratégias de conservação informadas e baseadas nos padrões de biodiversidade (Pereira *et al*., 2012; Guisan et al., 2013).

1.2. Esforços de conservação: contexto histórico

Em 1988, por iniciativa do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, decorreu um encontro de um grupo de especialistas em diversidade biológica que viria a promover a designada Convenção para a Diversidade Biológica (CDB) (UNEP, 1989; CBD, 2024a). O objetivo primário, de acordo com o Artigo 1, passa por assegurar "a conservação da diversidade biológica, a utilização sustentável dos seus componentes e a partilha justa e equitativa dos benefícios resultantes da utilização dos recursos genéticos". Em 2002, a Conferência das Partes, realizada em Londres (Reino Unido) veio reforçar a urgência na redução significativa da perda de biodiversidade, até 2010. Não se verificou uma clara redução da perda de biodiversidade (Tittensor *et al.*, 2014), pelo que se questiona a eficiência da referida convenção.

No âmbito do 10º encontro da Conferência das Partes, agendado para 18 a 29 de outubro de 2010, em Nagoya (Japão), efetuou-se uma revisão do Plano Estratégico para a Biodiversidade (CBD, 2010; CBD, 2020). Este plano de atuação para o intervalo de 2011-2020 englobou cinco objetivos principais (Metas de Aichi para a Biodiversidade; https://www.cbd.int/aichi-targets/):

- Abordar as causas subjacentes da perda de biodiversidade, mediante a integração da problemática da biodiversidade nos órgãos governamentais e na sociedade;
- Reduzir as pressões diretas sobre a biodiversidade e promover a utilização sustentável;
- Melhorar o estado da biodiversidade, através da conservação de ecossistemas, de espécies e da diversidade genética;
- Aumentar os benefícios da biodiversidade e dos serviços ecossistémicos;
- Melhorar a implementação de políticas de conservação através do planeamento participativo, gestão do conhecimento e habilitação adequada.

As Metas de Aichi procuravam, assim, mobilizar órgãos governamentais e incentivar políticas de conservação eficientes (Tittensor *et al.*, 2014) - um compromisso não só para países-membros da Conferência das Partes, mas para todos os países-membros da ONU. De acordo com a WWF (2022), a adoção do novo Plano Estratégico para a Biodiversidade não teve os resultados desejados. Xu *et al*. (2021) apontam para a ineficácia da conjugação das metas de Aichi com as Estratégias e Planos de Ação

Nacionais para a Biodiversidade. A inadequação de políticas nacionais, financiamento escasso, ausência de ligação entre ciência e política e deficientes mecanismos de revisão das políticas a implementar originaram resultados distantes do expectável (Xu *et al*., 2021).

Foram elencadas dezassete novas metas, a serem atingidas até 2030, denominadas de Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável (ODS). As metas reposicionam desafios e problemáticas societais como objetivos de resolução urgente, estipulando novas estratégias a serem cumpridas (Sach *et al*. (2024). O objetivo 14 ("Proteger a vida marinha") e o objetivo 15 ("Proteger a vida terrestre") são as metas que remetiam para o compromisso da reversão da perda de biodiversidade a nível mundial. Para cumprir estes objetivos, definir áreas de conservação (prioritária ou não) torna-se crucial (Timmers *et al*., 2022; Sanderson *et al*., 2023).

No que concerne à conservação da biodiversidade, e de modo a responder às metas de ODS, a Europa - e mais especificamente a União Europeia (UE) - evidencia esforços e compromissos de resolução das problemáticas ambientais cada vez mais significativos. A conceção de planos estratégicos a ser implementados pelos 27 países-membros, como é o caso do Pacto Ecológico Europeu (EC, 2024a), tem levado a um compromisso geral na adoção de medidas ecológicas e de conservação. A 17 de junho de 2024, o Conselho Europeu aprovou a Lei do Restauro da Natureza (EC, 2024b). Este é um elemento fundamental do plano estratégico após a pandemia de Covid-19 (Estratégia para Biodiversidade da UE), e remete para o compromisso da reversão da degradação de habitats, no contexto europeu (81% dos habitats encontram-se em degradação; EC, 2024a).

A Lei do Restauro da Natureza apresenta os seguintes objetivos principais, a ser atendidos, até 2030:

- permitir a recuperação sustentada e a longo prazo da natureza resiliente e biodiversa;
- contribuir para alcançar os objetivos da UE em matéria de atenuação das alterações climáticas e de adaptação às alterações climáticas;
- cumprir os compromissos internacionais estipulados;

De modo a obter implementação eficiente desta regulamentação, todos os países-membros deverão emitir até 2026, para a Comissão Europeia, os seus Planos Nacionais

de Restauro - o que, por si só, exerce uma pressão internacional e senso de compromisso.

1.3. Áreas protegidas

Desde a génese da CBD, as áreas protegidas verificaram-se cruciais para a conservação da biodiversidade e de ecossistemas (Gray *et al*., 2016). Estas áreas representam um espaço geográfico devidamente definido, reconhecido e gerido pelos órgãos soberanos de cada país ou região, com o objetivo de preservar e conservar a biodiversidade, ecossistemas e suas dinâmicas, no espaço considerado (CBD, 2024b). As áreas protegidas procuram conservar habitats fundamentais para espécies com estatuto de conservação desfavorável, proporcionar refúgio e nichos ecológicos, permitir migração e deslocação de espécies e assegurar processos naturais e heterogeneidade das paisagens (CBD, 2024b).

As regiões cruciais para a implementação de áreas protegidas variam mediante diferentes critérios ecológicos (Asaad *et al*., 2016) dos quais aqui se destacam: espécies de interesse para a conservação (e.g. anexos da Diretiva Aves (EC, 2024c)) ; habitats únicos e raros (e.g. *Key Biodiversity Areas* (https://www.keybiodiversityareas.org/)); diversidade biológica (e.g. *Emerald Network* (https://www.coe.int/en/web/bern-convention/emerald-network)); ou integridade ecológica (e.g. *Natura 2000* (https://natura2000.eea.europa.eu/)).

Atendendo a que a implementação de áreas protegidas depende da regulamentação de cada país (Xu *et al.*, 2021), vem-se registando uma rede complexa, extensa e diversificada de áreas protegidas em todo o globo (Vimal *et al*., 2021). Perante a diversidade de áreas protegidas e respetivos resultados de conservação, Hoffman *et al*., (2018) aponta a Europa como um continente caraterizado pela presença de várias espécies raras e habitats propícios para a sua ocorrência.

A identificação de espécies e habitats de urgente preservação está no cerne das políticas ecológicas europeias - para tal, serviu estudar a biodiversidade do continente e legislar sobre a sua conservação. Neste contexto, foram criadas a Diretiva Aves (EC, 2024c) e a Diretiva Habitats (EC, 2024d). A Diretiva Aves - adotada em 1979 e revogada em 2009 (Diretiva 2009/147/EC) - “visa proteger todas as espécies de aves selvagens que ocorrem naturalmente na UE e os seus habitats mais importantes”. Já a Diretiva Habitats - adotada em 1992 (92/43/EEC) -, numa perspetiva mais generalizada, “visa

proteger mais de mil espécies, incluindo mamíferos, répteis, anfíbios, peixes, invertebrados e plantas, e 230 tipos de habitats caraterísticos", procurando manter e restaurar os habitats num estado de conservação favorável na UE.

As Diretivas contribuíram para a legislação futura de uma rede de espaços protegidos europeu, designada de Rede Natura 2000 (EC, 2024e). Esta é uma rede ecológica em escala continental, que contribui para a riqueza da biodiversidade, habitats e ecossistemas em continente europeu, cobrindo, sensivelmente, 1/5 de superfície terrestre e 1/10 de área marinha. Principal ferramenta de conservação da biodiversidade da UE, foram definidas as seguintes regiões (ICNF, 2024):

- Zonas de Proteção Especial (ZPE): ao abrigo da Diretiva Aves, procuram garantir a conservação de espécies de aves e respetivos habitats, listadas no Anexo I;
- Sítios de Importância Comunitária (SIC) e Zonas Especiais de Conservação (ZEC): no âmbito da Diretiva Habitats, assegurar a conservação de habitats naturais (o Anexo I) e habitats de espécies da flora e da fauna selvagens (o Anexo II), com elevado risco de extinção;

Como reflexo da estruturação estipulada pela Rede Natura 2000 e os critérios legislados em Portugal, observa-se atualmente uma rede de áreas protegidas em território português - pelo Artigo 5º do Decreto-Lei nº142/2008, denominada de Rede Fundamental de Conservação da Natureza (RFCN). Pelo Artigo 8º, compete ao Instituto de Conservação da Natureza e das Florestas (ICNF) a manutenção e conservação da natureza e da biodiversidade, em território português, através de regulamentação, promoção e preservação. De acordo com o Artigo 11º, a tipologia das áreas protegidas vigente, em território português, é a seguinte:

- Parque nacional: pelo Artigo 16º, "uma área que contenha maioritariamente amostras representativas de regiões naturais características, de paisagens naturais e humanizadas, de elementos de biodiversidade e de geossítios, com valor científico, ecológico ou educativo";
- Parque natural: pelo Artigo 17º, "uma área que contenha predominantemente ecossistemas naturais ou seminaturais, onde a preservação da biodiversidade a longo prazo possa depender de atividade humana, assegurando um fluxo sustentável de produtos naturais e de serviços";

- Reserva natural: pelo Artigo 18º, “uma área que contenha características ecológicas, geológicas e fisiográficas, ou outro tipo de atributos com valor científico, ecológico ou educativo, e que não se encontre habitada de forma permanente ou significativa”;
- Paisagem protegida: pelo Artigo 19º, “uma área que contenha paisagens resultantes da interação harmoniosa do ser humano e da natureza, e que evidenciem grande valor estético, ecológico ou cultural”;
- Monumento natural: pelo Artigo 20º, “uma ocorrência natural contendo um ou mais aspetos que, pela sua singularidade, raridade ou representatividade em termos ecológicos, estéticos, científicos e culturais, exigem a sua conservação e a manutenção da sua integridade”.

De acordo com a informação disponibilizada pelo ICNF, verifica-se atualmente a existência, em Portugal, de um parque nacional (Parque Nacional Peneda-Gerês), catorze parques naturais (e.g.: Parque Natural do Alvão; um parque natural de âmbito regional, Parque Natural Regional do Vale do Tua), onze reservas naturais (e.g.: Reserva Natural das Dunas de S. Jacinto; duas reservas naturais de âmbito local, e..g.: Reserva Natural Local do Estuário do Douro), três paisagens protegidas nacionais (e.g.: Paisagem Protegida da Serra do Açor), onze paisagens protegidas de âmbito regional ou local (e.g.: Paisagem Protegida Regional da Serra da Aboboreira), oito monumentos naturais (e.g.: Monumento Natural das Portas de Ródão; um monumento natural de âmbito local, Monumento Natural Local do Canhão Cársico de Ota), quatro áreas protegidas privadas, ou APP (e.g.: APP da Faia Brava) e duas redes regionais de áreas protegidas (Região Autónoma dos Açores e Região Autónoma da Madeira).

1.4. Paisagem Protegida Regional da Serra da Aboboreira (PPRSA)

A área do maciço da Aboboreira-Castelo, situada na região do Baixo Tâmega e Sousa e na interface entre várias áreas protegidas (e.g.: Parque Nacional Peneda-Gerês, Parque Natural do Alvão), é reconhecida pelo seu património cultural e natural de elevado valor (Alonso & Honrado, 2014; Honrado & Alonso, 2022).

Desde cedo que tiveram lugar iniciativas com o objetivo de qualificar este território em todas as suas valências. De acordo com Honrado & Alonso (2022), um dos primeiros momentos deu-se em 1989, com o Plano de Desenvolvimento Integrado para a Serra

da Aboboreira. Resultou um estudo denominado “Serra da Aboboreira: que potencialidades?”, no qual se refletiu sobre estratégias a adotar de modo a reconhecer/valorizar o território. Entre 1994 e 1997, surgem os projetos AMA (operação intersectorial para o desenvolvimento integrado das Serras do Alvão, Marão, Aboboreira) e AMBAMA, o primeiro a cargo da ADESCO - Associação para o Desenvolvimento Comunitário, o segundo resultante de um programa sectorial no âmbito do património biológico e florestal. Os dois projetos visavam, essencialmente, o património cultural e paisagístico da Serra da Aboboreira.

A par da inserção da Serra do Marão na Rede Natura 2000, constatou-se a necessidade de perpetuar o reconhecimento paisagístico e biológico do território envolvente (Honrado & Alonso, 2022). Desde 2000, vinha-se reforçando a possibilidade de destacar o maciço da Aboboreira-Castelo como futura área protegida – no caso, como Paisagem Protegida (Projeto de Lei n.o 138/VIII, apresentado pelo grupo parlamentar do Partido Socialista à Assembleia da República em março de 2000; Honrado & Alonso, 2022). Mais tarde, em 2021, foi estabelecido um protocolo de colaboração entre a Fundação Belmiro de Azevedo, a Associação BIOPOLIS e a Associação de Municípios do Baixo Tâmega (Honrado & Alonso, 2022). O seu objetivo era desenvolver trabalho no sentido de vir a ser atribuído o estatuto legal de Paisagem Protegida Regional à Serra da Aboboreira e área envolvente. O referido protocolo delineava também uma estratégia de conservação/valorização do património cultural e natural da Serra da Aboboreira e do Castelo.

Em 2023, o território foi formalmente instituído como Paisagem Protegida Regional da Serra da Aboboreira (PPRSA: D.R. 2023). De acordo com o Artigo 12º do Decreto-Lei nº 242/2015, “A classificação de uma área protegida visa conceder-lhe um estatuto legal de proteção adequado à manutenção da biodiversidade e dos serviços dos ecossistemas e do património geológico, bem como à valorização da paisagem”. Pelo Artigo 11º, “As áreas protegidas podem ter âmbito nacional, regional ou local, consoante os interesses que procuram salvaguardar”. Já no Artigo 13º, tem-se que “A gestão das áreas protegidas de âmbito regional ou local compete às comunidades intermunicipais, às associações de municípios ou aos respetivos municípios”.

Deste modo, a PPRSA apresenta oito objetivos específicos (Honrado & Alonso, 2022). Estes permitem à área protegida definir ações específicas para a manutenção, gestão

e promoção do território. Entre os oito objetivos, destacam-se os seguintes como fulcrais para a preservação da biodiversidade da Serra da Aboboreira e Castelo:

- Promoção da conservação do património natural, cultural e paisagístico, como elemento basilar do desenvolvimento sustentável do território;
- Contribuir para o reforço da coerência, conetividade e resiliência da Rede Natura 2000 e da Rede Nacional de Áreas Protegidas;
- Estimular o desenvolvimento de atividades turísticas, de recreio e lazer não nocivas para a área classificada e território envolvente, assim como proceder ao ordenamento e fiscalização dessas mesmas atividades;
- Fomentar atividades que contribuam para a sensibilização e educação ambiental e cultural dos visitantes e população em geral;
- Promover uma gestão integrada, participativa e colaborativa do território.

Considerando o caráter de urgência manifestado pelo recente estatuto da PPRSA, constata-se a necessidade de avaliar potenciais estratégias para a conservação da biodiversidade (Alonso & Honrado, 2014; Honrado & Alonso, 2022).

1.5. Modelos ecológicos correlativos na conservação da biodiversidade

De modo a estabelecer estratégias de conservação com eficiência, a monitorização da biodiversidade tem ganho um papel de destaque (Pereira *et al*., 2010; Carvalho *et al*., 2016; Honrado *et al*., 2016). Para identificar as problemáticas ecológicas e ambientais, a comunidade científica vem-se versando sobre ferramentas de base matemática, como os modelos. Um modelo ecológico é uma simulação da realidade em matriz espacial, aplicado a populações, comunidades e ecossistemas (Pittroff & Pedersen, 2005), determinando previsões. Combina modelos estatisticos baseados em nicho, fatores observáveis ou observados (e.g.: distribuição de indivíduos de uma espécie), e variáveis do ecossistema, preservando as suas relações (Pittroff & Pedersen, 2005).

O pressuposto inicial, e crucial, de um processo de modelação passa pela definição do objetivo a modelar: previsão de distribuição de espécies, riqueza específica da comunidade, previsão de nichos ecológicos ou habitats utilizados, etc. Várias são as metodologias a seguir mediante o objetivo pretendido (Ackerly & Cornwell, 2007; Gotelli

et al., 2009; Guisan & Rahbek, 2011). A modelação da distribuição de uma espécie (SDM - *Species Distribution Model*) permite inferir acerca das suas propriedades específicas, tendo por base um filtro biológico (Ackerly & Cornwell, 2007; Guisan & Rahbek, 2011; Villero *et al*., 2017). Já através de MEM (*Moran's Eigenvector Maps*), infere-se previsões acerca da riqueza específica de determinado território, mediante um contingente de variáveis ambientais (teoria macroecológica; Gotelli *et al*., 2009, Guisan & Rahbek, 2011). Outra abordagem possível será a modelação SESAM (*Spatially Explicit Species Assemblage Modelling*) (Gotelli *et al.*, 2009; Guisan & Rahbek, 2011), que resulta da convergência das funcionalidades de MEM e SDM. Isto é, a distribuição das espécies e o filtro biológico surgem limitados espacialmente pela vertente macroecológica de MEM (Guisan & Rahbek, 2011).

O desenvolvimento de ferramentas de análise espacial, nomeadamente em sistemas de informação geográfica (SIG), como os sofwares ArcGIS e QGIS, e de ferramentas de programação (e.g.: R), gradualmente com maior disponibilidade e livre acesso (RStudio Team, 2020; QGIS.org, 2024), potencia o interesse e importância da modelação ecológica (Jetz *et al*., 2012; Villero *et al*., 2017). A ferramenta *BIOMOD2*, do sistema R, evidencia-se como resultado deste progresso tecnológico (Thuiller *et al*., 2009). Esta incorpora múltiplas metodologias e modelos, possibilitando um consenso entre abordagens de modelação distintas e fornecendo previsões com base num pressuposto de variadas condições iniciais (Araújo & New, 2007; Thuiller *et al*., 2009). *BIOMOD2* utiliza nove classes de modelos, tais como *Generalized Linear Model* (GLM; McCullagh and Nelder 1989; Thuiller *et al.*, 2009), *Generalized Additive Model* (GAM; Wood, 2017; Pedersen *et al*., 2019), *Multivariate Adaptive Regression Splines* (MARS; Jerome *et al*., 1991; Thuiller *et al*., 2009), *Maximum Entropy* (MAXENT; Phillips *et al*., 2006) ou *Random Forests* (RF; Kosicki, 2017).

Atualmente, procura-se integrar as metodologias de modelação nas estratégias de conservação da biodiversidade a ser desenvolvidas (Carvalho *et al*., 2016; Villero *et al*., 2017; Gonçalves *et al*., 2022). Atendendo aos esforços globais em reverter o declínio da biodiversidade, os resultados obtidos auxiliam uma análise mais rigorosa. Conhecer e antecipar padrões de distribuição das espécies e relações dentro de uma comunidade, resultantes da sua distribuição permitirão indicar os elementos fulcrais de conservação (Guisan *et al*., 2013; Pollock *et al*., 2020). Identificar (e antecipar) habitats propícios para a ocorrência de determinada espécie, bem como aqueles suscetíveis a degradação ou

fragmentação, encaminha a comunidade científica para um processo adequado de monitorização (Honrado *et al*., 2016). A compreensão da composição e dinâmica da comunidade ou a influência de fatores externos na mesma possibilita delinear estratégias de conservação em territórios específicos (e.g.: áreas protegidas), visando a preservação de habitats suscetíveis e nichos ecológicos que dos mesmos advêm (Pollock *et al*., 2020; Sarker *et al*., 2023).

Para tal, servirá estabelecer um contacto direto e eficaz com os respetivos órgãos governamentais (Niemelä, 2000; Villero *et al*., 2017). Através de uma contínua comunicação, assegura-se a definição de políticas e legislação corretas e assentes em informação suficientemente fundamentada, mediante o contexto nacional, regional ou local. A modelação ecológica não só acede à conservação de espécies, como também permite organizar políticas de gestão de áreas protegidas e mesmo auxiliar a implementação de novas áreas protegidas (Carvalho *et al*., 2016).

1.6. Avifauna como indicador da conservação da biodiversidade

Um indicador poderá ser definido como “uma medida substituta de um parâmetro que é efémero ou difícil, do ponto de vista técnico ou prático, de medir e captar diretamente” (Gregory & Strien, 2010; Mekonen, 2017). Assim, a partir da definição de Bennun & Fanshawe (1997 in Mekonen, 2016), tem-se que um indicador de biodiversidade poderá ser interpretado como “um organismo ou comunidade ecológica tão estritamente associada a uma condição ambiental específica que a pressão é indicativa da existência dessas condições”. Os indicadores, em aplicação direta às comunidades vegetais ou comunidades de vertebrados e/ou invertebrados, permitem averiguar “sintomas" ou "índices“ de alterações nas populações ou comunidades de diferentes grupos taxonómicos (Bennun & Fanshawe, 1997; Carignan & Villard, 2002; Mekonen, 2017). Assim, Mekonen (2017) aponta para o papel de determinadas espécies/organismos vivos, de monitorização acessível ou fácil, que permitem avaliar o estado do(s) ecossistema(s) e habitat(s) em que se inserem. Denominadas de “Espécies Indicadoras”, são espécies a que se recorre frequentemente no contexto de conservação da Natureza, manutenção de habitats e restauro ecológico (Mekonen, 2017).

De facto, entre os vertebrados considerados indicadores de conservação da biodiversidade, as Aves, devido à sua sensibilidade a mudanças ambientais, ampla distribuição geográfica e papel importante nos ecossistemas (dispersoras de sementes, polinizadoras, entre outros exemplos (Whelan *et al*., 2015)),, revelam-se de grande relevância ecológica, no que respeita à conservação da biodiversidade (Carignan & Villard, 2002; Whelan *et al*., 2015; Mekonen, 2017; Fraixedas *et al*., 2020), paralelamente a uma facilidade de monitorização das respetivas populações e comunidades.

As aves encontram-se dispersas por todos os continentes, evidenciando *hotspots* na região circundante à Linha do Equador (Lees *et al*., 2022). Uma grande percentagem das espécies consideradas em risco de extinção (BirdLife International, 2018) são passíveis de ser observadas entre os Trópicos de Capricórnio e Câncer (Lees *et al*., 2022). Será expectável que várias espécies sejam consideradas como indicadores a diversas escalas geográficas (regional, nacional, supranacional e global; Fraixedas *et al*., 2020), posicionando este grupo taxonómico em destaque.

Este grupo taxonómico manifesta suscetibilidade à influência de vários fatores, de natureza climática (e.g.: precipitação durante o período de reprodução; Vicente *et al.*, 2011), ao nível da estrutura e composição da paisagem (e.g.: heterogeneidade das parcelas florestais; Canedoli *et al.*, 2018) ou até a perturbações do ecossistema (e.g.: impacto de um incêndio; Kelly *et al*., 2015; Docherty *et al*., 2020). A monitorização constante de espécies de aves permite, assim, compreender as condições ambientais e/ou estado de preservação de um território. A gestão de áreas protegidas destinadas à conservação de aves (e.g.: IBAs - *Important Bird and Biodiversity Areas*; BirdLife International, 2004), a legislação referente às mesmas (e.g.: Diretiva Aves) ou a definição de espécies-alvo e respetivo recenseamento recorrente (e.g.: Índice de Aves Comuns; EEA, 2024) assentam, portanto, no pressuposto de que os habitats intimamente associados a cada espécie de aves representam as condições fundamentais para a sua ocorrência e da biodiversidade do território (indicadores do estado de conservação da biodiversidade; Adamík *et al*., 2003; Marques et al., 2005; Monti, 2012; Piratelli *et al*., 2019; Talbi *et al*., 2020; Pšeničková & Horák, 2022). Por estes motivos, a manutenção, monitorização ou recolha de informação relativa a populações e comunidades de aves representam uma estratégia fundamental para a

conservação de habitats e ecossistemas, especialmente em regiões frágeis e de propriedades únicas (i.e., áreas protegidas).

1.7. Objetivos

Com o presente estudo, pretende-se, i) efetuar uma caraterização da comunidade de avifauna atualmente existente na PPRSA; ii) avaliar a importância relativa de variáveis estruturais e funcionais da paisagem na variação espacial da comunidade, mediante o desenvolvimento de modelos preditivos de distribuição das espécies.

O estudo assenta num caráter exploratório das potencialidades da recém-formalizada PPRSA, no que respeita à conservação do território e respetivas comunidades biológicas. Para tal, a metodologia considerada assenta no pressuposto de que o conhecimento atualizado do estado da comunidade de avifauna e compreensão da sua distribuição, mediante a análise de variáveis estruturais/funcionais da paisagem, variáveis climáticas e pressões ao ecossistema (várias associadas à presença e atividade humana), auxiliará a gestão dos recursos disponíveis no território considerado.

Para alcançar estes objetivos, foi recolhida informação sobre registos de observação de aves no decorrer de um período de 20 anos, na área em estudo. Caraterísticas sobre a biologia das espécies, bem como caraterísticas referentes à sua classificação e conservação, permitiram avaliar a composição da comunidade e respetiva sazonalidade. A partir da mobilização de informação acerca de múltiplas variáveis, foi possível inferir acerca de uma potencial distribuição das espécies da comunidade de avifauna - permitindo também inferir sobre o papel da PPRSA na conservação da biodiversidade regional na região do Baixo Tâmega e Sousa e na região Norte de Portugal.

2. Metodologia

2.1. Área de estudo

A PPRSA localiza-se entre uma tríade de concelhos do Baixo Tâmega e Sousa (NUTIII - Nomenclatura das Unidades Territoriais para Fins Estatísticos III): Marco de Canaveses, Amarante e Baião (Fig. 1).

A PPRSA é constituída por duas áreas com níveis de proteção distintos, Área Nuclear e Área Envolvente (Fig. 2; Honrado & Alonso, 2022). A primeira, com 8 029 ha, engloba essencialmente o maciço Aboboreira-Castelo, correspondendo ao nível de proteção equivalente ao de Proteção Parcial (D.R., 2008). A segunda área, em torno dos limites da Área Nuclear e definindo o limite externo da PPRSA, tem 12 336 ha e um nível de proteção equivalente ao de Proteção Complementar. A PPRSA é crucial para a manutenção dos ecossistemas da região do Baixo Tâmega e Sousa. A sua localização contígua ao SIC Alvão-Marão e relativa proximidade ao Parque Nacional Peneda-Gerês (Fig. 1) faz com que seja uma área com interesse de conservação.

O maciço da Aboboreira-Castelo apresenta-se como um local de transição geográfica e bioclimática. Há uma notória convergência de caraterísticas de influência atlântica e mediterrânica no território (Alonso & Honrado, 2014). A contiguidade com o maciço Alvão-Marão permite registar a preponderância deste perfil bioclimático híbrido, evidente na província de Trás-os-Montes. Esta província insere-se, na generalidade, num maciço que se estende desde a Cordilheira Cantábrica até territórios a sul do Douro, a Meseta Ibérica (Alonso & Honrado, 2014; Honrado & Alonso, 2022). O maciço da Aboboreira-Castelo surge na continuidade do perfil bioclimático dos territórios acima mencionados. Predominantemente caraterizada por clima temperado, com Invernos suaves e acentuada precipitação e com Verões secos, longos e frescos, evidencia regiões a norte do Douro caraterizadas por Verões mais quentes, de matriz mediterrânica e de precipitação ocasionalmente mais esparsa (Honrado & Alonso, 2022).

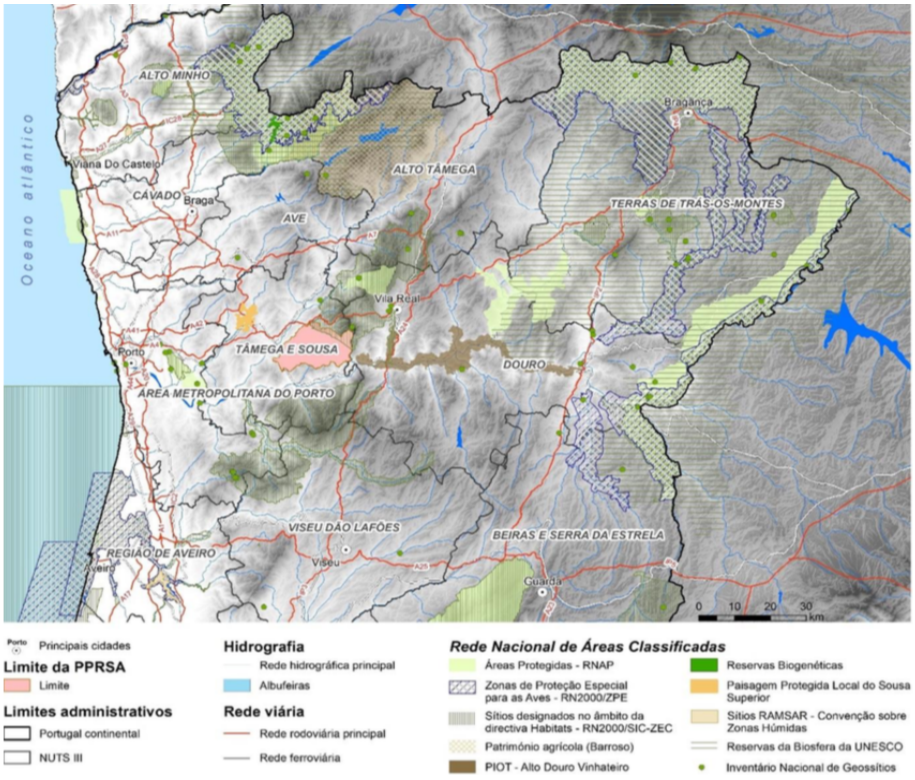


Figura 1: As serras do Baixo Tâmega no contexto do sistema regional de Áreas Protegidas e Classificadas (retirado de Honrado & Alonso, 2022).

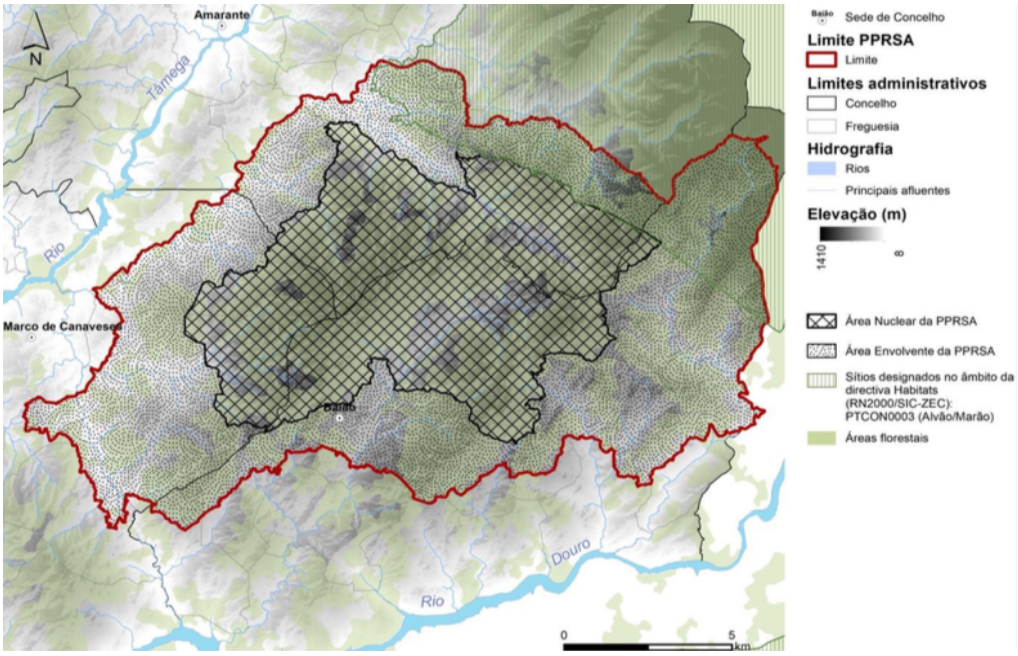


Figura 2: Limites da PPRSA. Ao centro (a negro), a Área Nuclear. Em torno da Área Nuclear (a vermelho), destaca-se a Área Envolvente. Esta segunda área representa o limite externo da PPRSA (retirado de Honrado & Alonso, 2022).

Outro elemento que ilustra a continuidade da Meseta Ibérica é a heterogeneidade topográfica da região (Fig. 2; Honrado & Alonso, 2022). O extremo ocidental da PPRSA coincide com a secção terminal do vale do rio Ovelha, o que aflui em reduzida altimetria no terreno. A vertente sudoeste da Serra do Marão, o planalto da Serra da Aboboreira e a Serra do Castelo constituem, por sua vez, as unidades montanhosas da área protegida (altitude máxima registada de 1280m). Entre os dois maciços principais do território, posiciona-se o rio Ovil, que drena as massas de água provenientes dos maciços. Os rios Galinhas e Ovelha drenam as imediações ocidentais da PPRSA, enquanto o rio Fornelos se estende a norte dos maciços. Estes três rios desaguam no rio Tâmega, servindo o rio Ovelha como delimitação ocidental da área protegida. Na extremidade este da PPRSA, a Serra do Castelo e a Serra do Marão são separadas pelo rio Teixeira, que desagua no rio Douro.

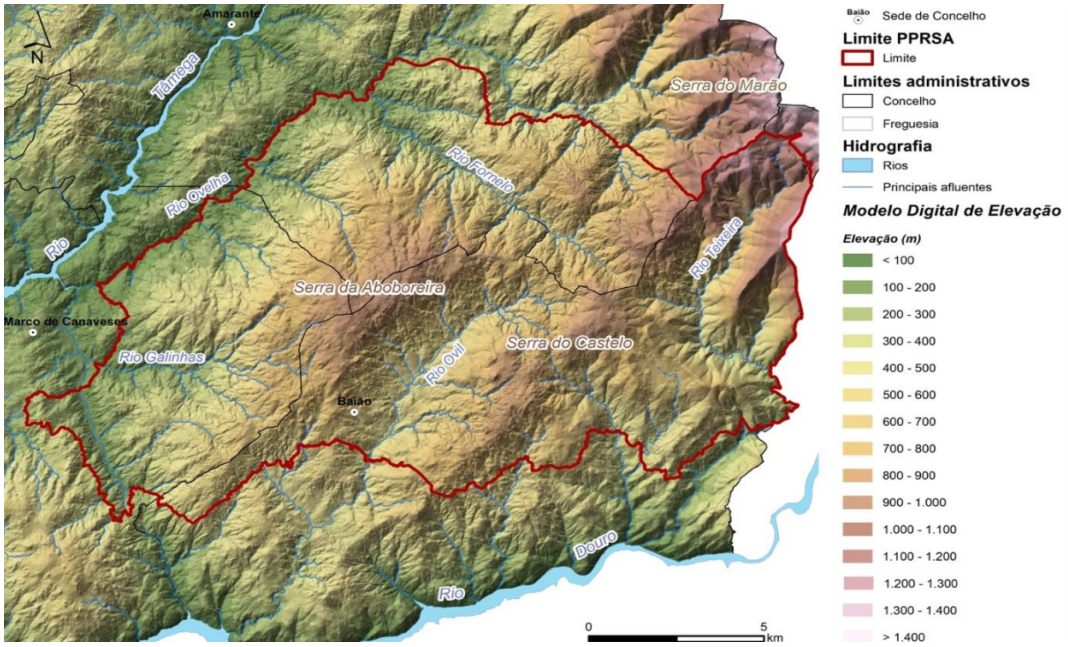


Figura 3: Posição no interflúvio Tâmega-Douro e a presença dos maciços Aboboreira, Castelo e Marão, individualizados pelos vales dos rios Fornelo, Ovil e Teixeira. Linha a vermelho representa o limite máximo da PPRSA (retirado de Honrado & Alonso, 2022).

A heterogeneidade topográfica deriva numa composição diversificada de habitats (Honrado & Alonso, 2022). Esta multiplicidade de habitats reflete também o perfil bioclimático da região, o que ajuda a discernir fronteiras claras no que respeita a estas caraterísticas (Fig. 4; Fig. 8).



Figura 4: Panorâmica da paisagem do vale do rio Ovil (24 de janeiro de 2024). Pela imagem, é percetível a heterogeneidade das parcelas (e.g.: agrícolas, florestas, matagais, pequenos aglomerados urbanos) na encosta nascente da Serra do Castelo.

Nas zonas de vale e de menor altitude, onde se regista maior humidade, estendem-se galerias ripícolas e florestas aluviais dominadas por *Alnus lusitanica*, *Salix atrocinerea* e *Fraxinus angustifolia* (habitat prioritário 91E0pt1* do Anexo I da Diretiva Habitats (94/43/EEC)) (Fig. 5c). Carvalhais caducifólios de *Quercus orocantabrica,* com presença variável de *Quercus pyrenaica* (habitat 9230pt1 do Anexo I da Diretiva Habitats (94/43/EEC)), constituem outro exemplo de bosques de clima temperado/atlântico presentes na PPRSA (Fig. 5a; Fig. 5b). É um tipo de vegetação predominante nas zonas de vale, como é o caso dos rios Ovelha, Galinhas e Ovil (no caso deste último, destaca-se a Mata da Reixela; Fig. 5a). Os mosaicos agroflorestais conferem ainda uma diversidade de nichos de interesse ecológico. Os prados de menor altitude (habitat 6410pt2 do Anexo I da Diretiva Habitats (94/43/EEC)), mais húmidos, são dominados por vegetação dependente de frequente disponibilidade hídrica (e.g.: *Juncus effusus*, *Juncus acutiflorus*). Os prados de encosta (habitat 6510 do Anexo I da Diretiva Habitats (94/43/EEC)) revelam maior dependência da ação humana, sendo caraterizados pela presença de *Arrhenatherum elatius bulbosum*, quando fenados com frequência (Fig. 6b).



Figura 5: (a) Mata da Reixela no vale do rio Ovil (24 de janeiro de 2024). (b) Pormenor de um carvalhal na encosta poente da Serra da Aboboreira (24 de janeiro de 2024). (c) Galeria ripícola no vale do rio Ovil (24 de janeiro de 2024).

Em zonas de maior altitude do maciço Aboboreira-Castelo (Fig. 6a), a vegetação e habitats presentes adaptam-se a maiores períodos de exposição solar e do vento. Em conjugação com afloramentos rochosos (habitat 8220pt1 do Anexo I da Diretiva Habitats (94/43/EEC)), observam-se matos típicos de solos secos, esparsos e de altura reduzida (habitat 4020pt3 do Anexo I da Diretiva Habitats (94/43/EEC)). Destacam-se os urzais (e.g.: *Erica cinerea*, *Calluna vulgaris*) e os matos de leguminosas espinhosas (e.g.: *Ulex europaeus subsp. latebracteatus*, *Genista triacanthus*). Adicionalmente, poder-se-á observar habitats húmidos de grande altitude, como é o caso de habitats turfosos (e.g.: habitat 7140[5]) ou habitats higrófilos (e.g.: habitat 4020*pt2 do Anexo I da Diretiva Habitats (94/43/EEC)).

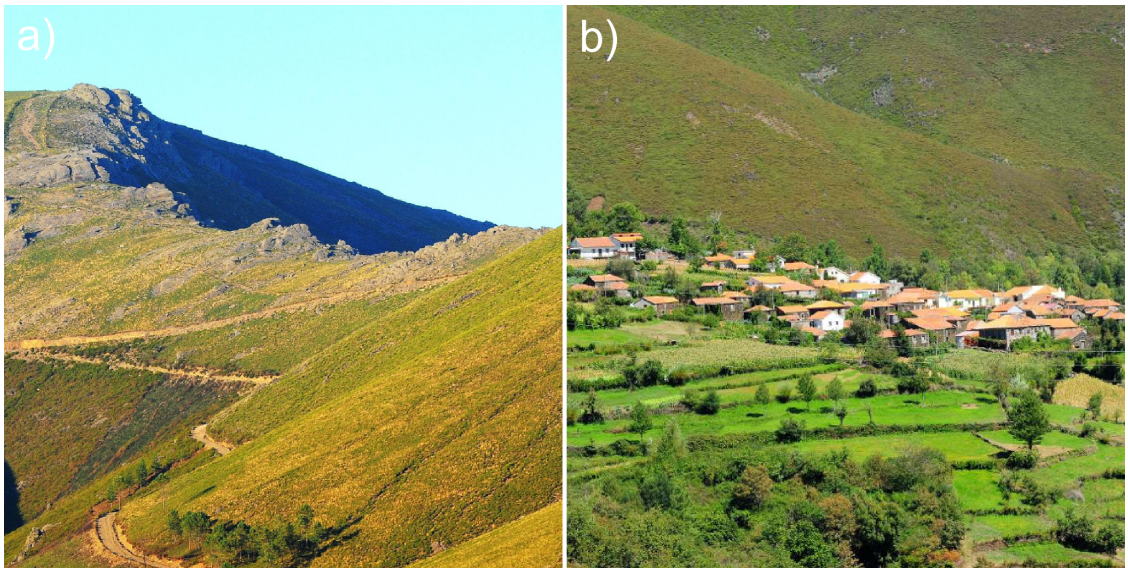


Figura 6: (a) Encosta com vegetação rasteira (matos) e habitats rochosos na serra do Marão (retirado de Honrado & Alonso, 2022). (b) Campos lavrados e cultivados típicos na área estudada no Baixo Tâmega (retirado de Alonso & Honrado, 2014).

A presença humana e a sua influência são importantes e impactantes na paisagem (Fig. 7; Fig. 9). A distância da PPRSA à Área Metropolitana do Porto é reduzida, sendo de apenas 38 km (Fig. 1; Honrado & Alonso, 2022). A Área Metropolitana do Porto evidencia-se como região de densidade demográfica considerável, espaços urbanizados extensos, zona litoral com forte influxo humano e redes rodo- e ferroviária complexas. Amarante e Marco de Canaveses vêm reforçando-se como focos de interesse cultural e desenvolvimento económico (Alonso & Honrado, 2014; Honrado & Alonso 2022). O crescimento populacional registado, a par de outras localidades do Baixo Tâmega e Sousa (e.g.: Penafiel, Lousada, etc.), contraria a atual tendência de

migração da população para o litoral e consequente desertificação da região interior do país. A posição geográfica do território é um forte influenciador. A acessibilidade na deslocação (notar a rede rodoviária na Fig. 1, com destaque para autoestradas como A4, A7, A11 e A27), a proximidade a uma das principais bacias hidrográficas portuguesas (i.e., Douro e afluentes), topografia ou o contexto climático são fatores decisivos para o crescimento dos referidos concelhos.



Figura 7: Bosquete de carvalhos e castanheiros, em contacto (barreira) com área ardida. (retirado de Honrado & Alonso, 2022)

Porém, ainda se verifica uma matriz e identidade rural acentuada (Fig. 9; Alonso & Honrado, 2014; Honrado & Alonso, 2022). A assimetria demográfica é díspar entre os aglomerados populacionais próximos de cursos de água e os situados em maior altitude (Alonso & Honrado, 2014). Isto reflete-se, sobretudo, na notória presença de uma tradição rural na região, sobressaindo-se na agricultura de subsistência, pecuária e/ou preservação do território envolvente.

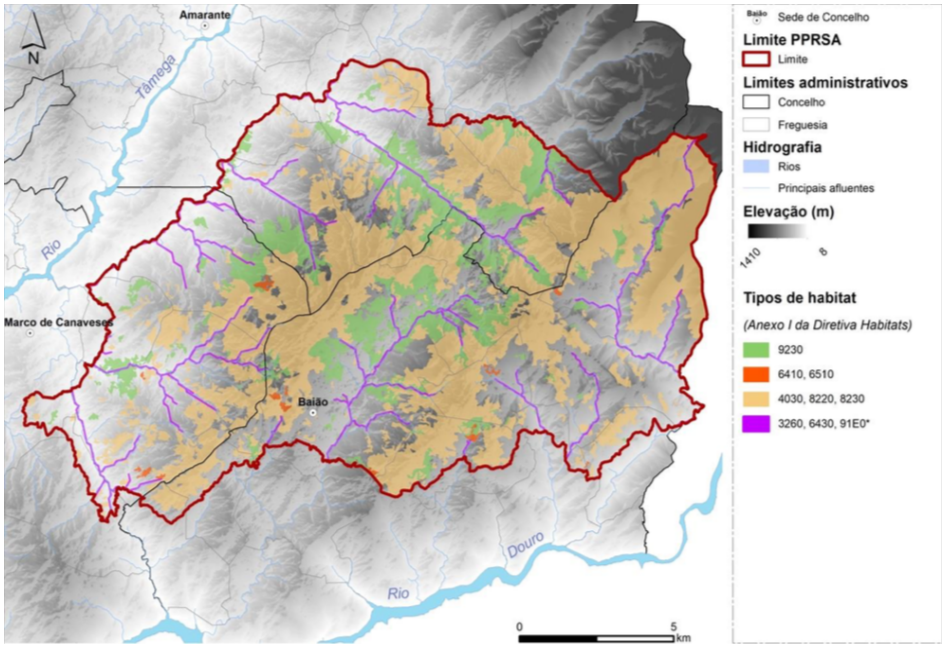


Figura 8: Distribuição aproximada dos habitats do Anexo I da Diretiva Habitats com maior expressão na paisagem da PPRSA (retirado de Honrado & Alonso, 2022).

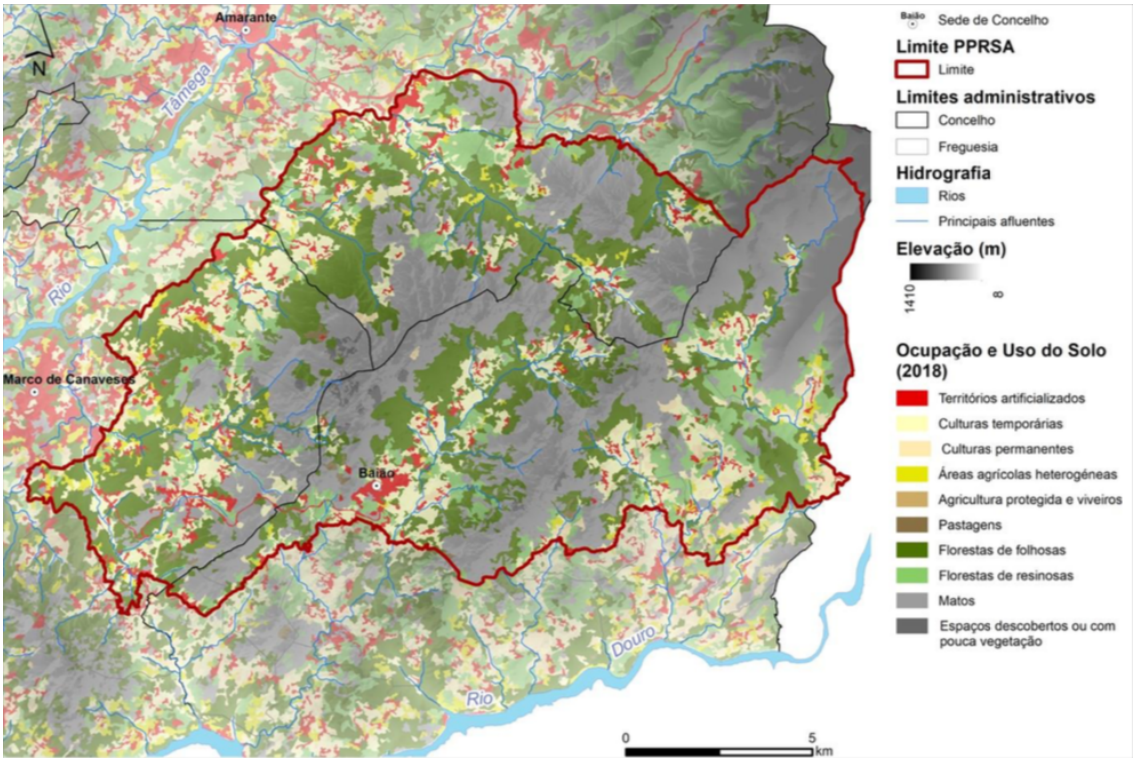


Figura 9: Ocupação e uso do solo (em 2018) na PPRSA (retirado de Honrado & Alonso, 2022).

2.2. Comunidade de avifauna na PPRSA

Durante o processo que levou à classificação da PRRSA, foram mobilizados recursos com o objetivo de compreender a composição da biodiversidade da região, nomeadamente a composição da comunidade de avifauna. De modo a ser possível elaborar estratégias de conservação na área protegida, em futuro próximo, será fulcral efetuar uma nova análise da atual composição da comunidade de avifauna da região.

2.2.1. Registos de observações de avifauna na PPRSA

A informação recolhida para o presente estudo provém da base de dados universal GBIF (*Global Biodiversity Information Facility*). A GBIF é uma rede internacional de infraestrutura de dados financiada pelos governos de todo o mundo e destinada a proporcionar a qualquer pessoa, em qualquer lugar, acesso aberto a dados sobre todos os tipos de vida na Terra (GBIF, 2024).

Inicialmente foram obtidos os registos de observação das espécies da Classe Aves correspondentes a um período de vinte anos, de 2004 a 2023, e ao território português continental. Estão incluídos registos provenientes de várias plataformas de ciência-cidadã (e.g.: eBird, iNaturalist, Observation.org). A base de dados obtida inclui diversos dados, dos quais se destacam a espécie observada, data de observação, coordenadas da observação, e incerteza dessas coordenadas (em metros).

Para o presente trabalho utilizou-se a multiplataforma de sistema de informação geográfica, QGIS, um software livre com código-fonte aberto (QGIS.org, 2024).

A partir da base de dados obtida e de um ficheiro *shapefile* com as informações geográficas da PPRSA, selecionaram-se os registos de observação realizados na PPRSA. Foram gerados mapas que ajudaram a classificar as espécies de Aves quanto à sua ocorrência na área da PPRSA e nas proximidades desta:

- espécie confirmada - com registos no interior dos limites da PPRSA;
- espécie possível – sem registos no interior dos limites da PPRSA, mas com pelo menos um registo no interior de um *buffer* de 2,5 km em torno do limite externo da PPRSA;

- espécie provável – sem registos na área da PPRSA ou no *buffer* de 2,5 km em torno da PPRSA, mas de ocorrência provável na PPRSA, tendo em conta que são espécies ubíquas no país e existem habitats adequados na PPRSA;

Todos os registos foram manualmente avalidados e não foram considerados os registos de observação que tivessem originado dúvidas e não tivesse sido possível validá-los. No caso de registos de observação com data e coordenadas geográficas coincidentes, assumiu-se que remetiam para o registo do mesmo indivíduo/indivíduos por parte de um mesmo grupo de observadores, e procedeu-se à eliminação dos registos duplicados.

2.2.2. Caraterísticas das espécies

Para caraterizar cada uma das espécies de avifauna consideradas no presente estudo, procedeu-se à recolha de informação sobre várias caraterísticas das mesmas.

No que diz respeito à taxonomia, seguiu-se as recomendações da BirdLife International (HBW e BirdLife International, 2024). Os nomes vulgares estão de acordo com Alves *et al*. (2023). O estatuto de conservação (risco de extinção) de cada espécie para Portugal continental foi obtido de Almeida et al (2022), enquanto para a Europa foi obtido de BirdLife International (2021) e a nível mundial de BirdLife International (2018) (ver categorias no Anexo II).

A cada espécie foi atribuído um estatuto fenológico a nível de Portugal continental, tendo em conta Equipa Atlas (2018) e Equipa Atlas (2022), e a nível local, tendo em conta também a variação mensal na frequência de registos na área da PPRSA. Os estatutos fenológicos são os seguintes:

- Residente – espécie presente o ano todo, não havendo populações consideráveis de indivíduos migradores estivais ou invernantes;
- Migrador estival - espécie com indivíduos migradores estivais (presentes nos meses de primavera/verão, durante a reprodução);
- Migrador invernante - espécie com indivíduos migradores invernantes (presentes nos meses de outono/inverno);
- Migrador de passagem - espécie que ocorre nos meses de passagem migratória, quer para o Norte da Europa - na migração pré-reprodutiva ou primaveril, quer para África - na migração pós-reprodutiva ou outonal.

Algumas espécies apresentam populações com diferente fenologia. Para estas situações, foram consideradas combinações dos estatutos fenológicos referidos previamente.

Foram considerados os seguintes períodos fenológicos, tendo em conta Equipa Atlas (2022) e uma análise prévia da informação recolhida para o presente estudo relativamente à variação temporal das frequências de observação:

- Invernada, entre 16 de novembro e 15 de fevereiro;
- Migração pré-reprodutiva, entre 16 de fevereiro e 31 de março;
- Reprodução, entre 1 de abril e 31 de julho
- Migração pós-nupcial, entre 1 de agosto e 15 de novembro.

Com base nas suas preferências alimentares, as espécies foram classificadas em seis categorias (nichos tróficos), de acordo com Tobias et al. (2022), com algumas adaptações ao contexto regional:

- Insetívoro: dieta maioritariamente constituída à base de invertebrados;
- Carnívoro: dieta constituída, essencialmente, à base de vertebrados;
- Frugívoros: dieta baseada em invertebrados, mas, quando disponíveis, alimenta-se de frutos;
- Granívoro: dieta à base de grãos e sementes;
- Herbívoro: alimenta-se de vários tipos de material vegetal;
- Omnívoro: dieta generalista e/ou oportunista, que inclui simultaneamente componentes de origem animal e vegetal.

Considerou-se também o estrato do habitat em que frequentemente cada espécie se alimenta (estrato de alimentação). De acordo com Wilman *et al*. (2014), com algumas adaptações, os estratos considerados foram:

- Solo: ao nível do solo;
- Arbustos: no subcoberto florestal e matos;
- Árvores: na copa ou imediatamente acima;
- Ar: acima da vegetação ou qualquer estrutura;
- Água: à superfície ou a pequena profundidade.

2.3. Modelos de distribuição de espécies (SDMs) da avifauna da PPRSA

2.3.1. Área e dados de calibração

Para a obtenção de um modelo estatisticamente robusto, foi necessário refletir sobre a extensão da área a considerar. A utilização de uma escala nacional (e.g.: NUT I, Portugal Continental, ou NUT II, região Norte), por si só, conferiria robustez. Já o número em excesso de registos de observação e nível de detalhe reduzido limitam a posterior análise. No sentido inverso, a utilização de escala local (e.g.: NUT III, Tâmega e Sousa, ou o limite externo da PPRSA) dá maior ênfase ao detalhe, mas não robustez. A escala também não permitiria a inclusão de áreas de interesse ecológico próximas (e.g.: SIC Alvão-Marão).

Assim, definiu-se uma área cujos limites distam de 50 km ao limite da PPRSA (Fig. 10). Esta área engloba a PPRSA, parte da Área Metropolitana do Porto, regiões da bacia hidrográfica do Douro (tanto a sul, como a norte) e parte do maciço Alvão-Marão. A convergência de diferentes paisagens e cenários de ocupação do terreno possibilita uma análise às relações específicas das várias espécies da comunidade de avifauna com os respetivos habitats, a uma maior escala (Basile *et al*., 2021).

Para efeitos da modelação da distribuição das espécies, definiu-se uma unidade geográfica correspondente a uma quadrícula de 1 km^2. A base de dados com os registos de observação de aves para a área considerada foi composta por registos com um grau de incerteza associado até 500 m e por registos sem grau de incerteza associado. Foi apenas considerado um registo por quadrícula 1 x 1 km, e apenas espécies com 20 ou mais registos. Este valor permitiu preservar para modelação um número considerável de espécies: 141 espécies, de um total de 144. Permite ilustrar com maior detalhe a comunidade de avifauna da PPRSA, englobando um maior número de registos de observação passíveis de se utilizar em modelação. Deve-se salvaguardar que casos específicos de espécies descritas como “raras” no ecossistema poderão conduzir a resultados menos robustos.

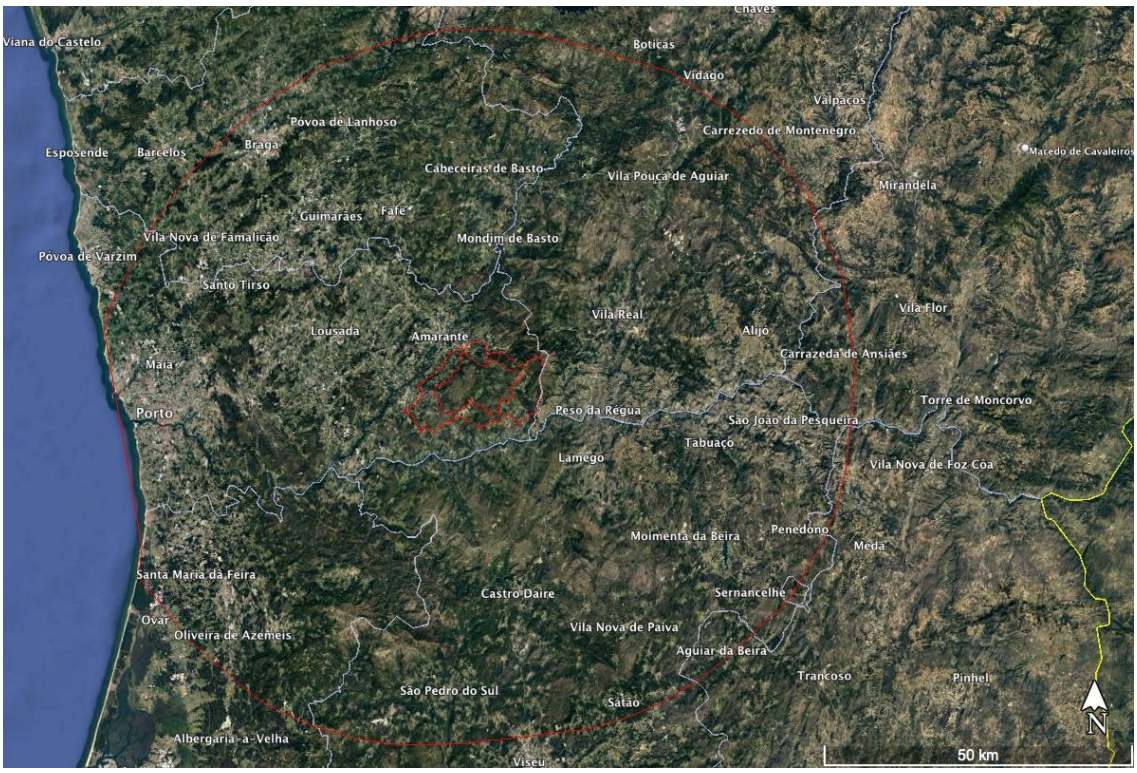


Figura 10: Contextualização geográfica dos limites da PPRSA e do limite da faixa de 50 km, em torno da PPRSA (linhas a vermelho).

2.3.2. Variáveis preditivas consideradas

Foram definidas seis categorias de variáveis preditivas para a elaboração do modelo ecológico (Tab. 1; Anexo IV): Climáticas, Composição da paisagem, Estrutura tridimensional da paisagem, Atributos funcionais da paisagem, Topografia/hidrografia e Perturbações. Todas as variáveis em estudo foram obtidas com recurso ao QGIS. Todas as camadas obtidas foram seccionadas para a extensão definida para modelação.

a) Climáticas

A categoria das variáveis climáticas inclui: “Temperatura média anual (BIO01)”, “Precipitação anual (BIO12)” e “Temperatura do trimestre mais quente (BIO18)”. Os dados relativos a estas variáveis foram obtidos a partir do projeto CHELSA Bioclim (Karger *et al.*, 2017, 218). As respetivas camadas raster (.tif) foram interpoladas para o sistema de coordenadas usado no estudo (EPSG:20790).

b) Composição da paisagem

As variáveis de composição de paisagem consideradas foram: “Percentagem de florestas de produção”, “Percentagem de outras florestas”, “Percentagem de parcelas agrícolas permanentes”, “Percentagem de parcelas agrícolas temporárias e pastagens” e “Percentagem de área ocupada por edifícios”.

As primeiras quatro variáveis foram obtidas a partir dos dados presentes na Carta de Uso e Ocupação do Solo (COS) de 2018, disponibilizada no Registo Nacional de Dados Geográficos (Direção-Geral do Território, 2019; Anexo III). Da interseção da camada recolhida com a grelha 1 x 1 km, determinou-se a área ocupada por cada componente pelos parâmetros em estudo, obtendo-se a sua percentagem por pixel **(área ocupada pelo parâmetro em estudo / área do pixel) x 100**).

A variável “Percentagem de área ocupada por edifícios” foi obtida a partir da ferramenta Global ML Building Footprints, disponibilizada por Bing Maps (https://gee-community-catalog.org/projects/msbuildings/). Determinaram-se polígonos representativos dos edifícios contidos numa determinada janela espacial. O cálculo da percentagem de área ocupada por edifícios é semelhante ao efetuado para as variáveis anteriores. Precisou-se a área ocupada por polígonos, por pixel, determinando-se a respetiva percentagem (**(área ocupada por edifícios / área do pixel) x 100**).

c) Estrutura tridimensional da paisagem

Esta categoria de variáveis é composta por “Densidade de orlas”, “Altura da copa (média)” e “Altura da copa (desvio-padrão)”.

A variável “Densidade de orlas” resulta da análise do nível quatro da COS (Direção-Geral do Território, 2019). Foi calculado o número de polígonos referentes às diferentes classes, presentes em cada pixel. O valor obtido representaria, sensivelmente, um índice de heterogeneidade propício à análise de diversidade/densidade de orlas distintas no território em estudo.

A “Altura da copa” foi determinada através de uma fusão das funcionalidades de Global Ecosystem Dynamics Investigation (GEDI) e Sentinel-2 (Lang, *et al*., 2023). Separadamente, as limitações individuais das duas ferramentas levam à imprecisão na determinação da altura da copa da vegetação – fundindo-as, foi desenvolvido um modelo probabilístico de aprendizagem profunda (Lang, *et al*., 2023). A partir da

informação recolhida, obtiveram-se os valores referentes à média e desvio padrão, para cada pixel (Estatística Zonal, em QGIS).

d) Atributos funcionais da paisagem

A presente categoria é composta pelas variáveis "Produtividade anual" e "Produtividade do período de reprodução".

As variáveis foram determinadas a partir de informação recolhida por Sentinel-2. Para a primeira variável, calculou-se a mediana relativa à produtividade anual de 2020 no território considerado, a partir do índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI). Para a segunda variável, calculou-se a mediana relativa à produtividade entre abril e julho de 2020, a partir do respetivo NDVI. Com a informação obtida, determinaram-se os valores referentes à média e desvio padrão, para cada pixel, em cada variável (Estatística Zonal, em QGIS).

e) Topografia/Hidrografia

Nesta categoria considerou-se a variável "Densidade de linhas de água".

A informação utilizada provém do Catálogo de Dados do Centro Comum de Pesquisa da Comissão Europeia (de Jager & Vogt, 2003). Recorreu-se à representação espacial referente às bacias hidrográficas da Península Ibérica. Filtrou-se a respetiva rede hidrográfica para níveis do Índice de Strahler – grau de ramificação/bifurcação dentro de uma bacia hidrográfica (Guimarães, 2017) – superiores a nível dois. Determinou-se a soma total do comprimento das linhas de água, por quadrícula. A densidade de linhas de água foi posteriormente calculada a partir de: **soma do comprimento das linhas de água por quadrícula / área de quadrícula**.

f) Perturbações

Última categoria de variáveis composta por "Severidade média do regime de fogo" e "Percentagem média de área ardida acumulada". As variáveis em estudo resultam do processamento de camadas *raster* da severidade média do regime do fogo por ano (Gonçalves *et al*., 2023). Os dados provêm do Projeto SeverusPT, desenvolvido pelo BIOPOLIS / CIBIO/InBIO (https://severus.pt/). A base de dados usada corresponde a um conjunto de dados EFFIS, recolhida por Landsat-8/OLI (índice de severidade com um rácio relativizado de área ardida, RBR). Restringiu-se a informação a um intervalo de dez anos (2014 a 2023), com incidência no período de três meses após o fogo.

Para determinar a severidade média do regime do fogo, calculou-se a média da severidade do regime do fogo definida para cada ano do intervalo. Determinou-se o parâmetro a partir de **mn <- app(sev_rasters, mean, na.rm=TRUE)**, sendo que **mn** representa a severidade média e **sev_rasters** representa os ficheiros *raster* das severidades do regime do fogo anuais. Determinou-se a área ardida, por quadrícula, por interseção da severidade média anual com a camada de quadrículas. Partindo da área média obtida, determinou-se a percentagem média de área ardida acumulada **(valor médio de área ardida / área da quadrícula) x 100**.

As 18 variáveis preditivas consideradas, com a exceção de casos particulares, não apresentam correlação entre si (correlação de Spearman). Este aspeto é fundamental, o que permite a utilização da totalidade das variáveis, na elaboração dos modelos.

Poder-se-á assinalar que as variáveis “Percentagem média de área ardida acumulada” e “Severidade média do fogo” apresentam correlação positiva muito forte entre si (r = 0,87). assim como entre as variáveis “Precipitação anual (BIO12)” e “Temperatura do trimestre mais quente (BIO18) (r = 0,89)”.

Tabela 1: Quadro-resumo das categorias de variáveis e respetivas variáveis preditivas consideradas (Anexo IV).

Categoria de variáveis	Variável preditiva	Referência
Climáticas	Temperatura média anual (BIO01)	Araújo & Rahbek (2006) Root, T. L. (1988)
	Precipitação anual (BIO12)	Bastos *et al*. (2016)
	Temperatura no trimestre mais quente (BIO18)	Vicente *et al*. (2011)
Composição da paisagem	Percentagem de florestas de produção (zonas de eucalipto ou pinho)	Canedoli *et al*. (2018)
	Percentagem de outras florestas	Canedoli *et al*. (2018)
	Percentagem de parcelas agrícolas permanentes	Lomba *et al*. (2022)
	Percentagem de parcelas agrícolas temporárias ou pastagens	Lomba *et al*. (2022)
	Percentagem de área ocupada por edifícios	Canedoli *et al*. (2018)
Estrutura tridimensional da paisagem	Densidade de orlas	Ries & Sisk (2004)
	Altura da canópia	Martin & Blackburn (2007)
Atributos funcionais da paisagem	Produtividade anual (NDVI)	Fernández-Tizón *et al*. (2020)
	Produtividade (NDVI) no período de reprodução	Fernández-Tizón *et al*. (2020)
Topografia/Hidrografia	Densidade de linhas de água	Pšeničková & Horák (2022)
Perturbações	Percentagem média de área ardida acumulada	Civantos *et al.* (2018)
	Severidade média do fogo	Civantos *et al.* (2018)

2.3.3. Construção de modelos individuais de espécies

A distribuição das espécies da comunidade de avifauna da PPRSA (elaboração de SDM) foi obtida com recurso ao pacote *BIOMOD2* da plataforma R. Esta metodologia utiliza relações espécie-ambiente, através da combinação de um conjunto de várias técnicas preditivas, para estipular uma previsão de consenso espácio-temporal (Thuiller *et al*., 2009). Foram usadas dez técnicas de modelação para ajustar a determinação da distribuição de espécies: *Generalized Linear Analysis* (GLM); *Generalized Additive*

Model (GAM); *Generalized Boosted Analysis* (GBM); *Artificial Neural Networks* (ANN); *Classification Tree Analysis* (CTA); *Flexible Discriminant Analysis* (FDA); *Multivariate Adaptive Regression Splines* (MARS); *Maximum Entropy Models* (MAXENT); *Random Forests* (RF); *Extreme Gradient Boosting* (XGBOOST).

Para efeitos de modelação, nenhuma variável preditiva foi excluída do processo. Esta decisão prende-se com o caráter preditivo da metodologia considerada (i.e., o foco é a obtenção de projeções espaciais de distribuição das espécies), que não será afetado pela correlação de variáveis. Várias técnicas incluídas no pacote *BIOMOD2* apresentam, internamente, estratégias de mitigação da correlação, tais como *bagging* (e.g.: RF) ou métodos de regularização.

Para as 141 espécies da comunidade de avifauna visadas, foram considerados três conjuntos de pseudo-ausências (PA), geradas aleatoriamente com 2500 PAs, para a resolução de 1 km^2. Uma vez definido um limite mínimo de registos para as espécies a modelar (20 registos de observação), à exceção de três espécies, todas as aves da comunidade apresentavam registos de observação suficientes para a sua modelação.

Em avaliação de validação cruzada de hold-out, foram usados 80% dos dados para testar/ajustar os modelos, enquanto os restantes 20% foram usados para avaliação da importância das variáveis, em cada ronda. Foram efetuadas dez rondas de validação-cruzada – e uma ronda adicional para calibração completa, na qual se utilizam todos os registos.

De modo a avaliar o desempenho do modelo, a área sob a curva de operação do recetor (ROC - *Receiver Operating Characteristic*), a estatística de aptidão verdadeira (TSS - *True Skill Statistic*) e os valores de sensibilidade e especificidade foram calculados no *BIOMOD2* (Thuiller, W. *et al*., 2009). Foram retirados os modelos com menor adequação de previsão e selecionados os melhores modelos (percentil 80%, i.e., os modelos no top 20%, em termos de TSS). Os modelos finais de distribuição para cada espécie foram obtidos a partir da combinação dos modelos parciais, previamente selecionados. A previsão combinada a partir do consenso de modelos parciais foi mapeada para a área circundante à PPRSA. A combinação dos modelos projetados foi efetuada a partir da média e da média ponderada dos valores contínuos de probabilidade (Freeman & Moisen, 2008).

Os modelos combinados de distribuição das espécies da comunidade de avifauna projetados apresentam dois tipos de combinação das previsões, face aos valores contínuos de probabilidade (Freeman & Moisen, 2008):

- Combinação pela média (EMmean);
- Combinação pela média ponderada (EMwmean).

Para efeito da análise seguinte, foi apenas considerada a combinação por média dos modelos de distribuição das espécies. Foram avaliados três parâmetros dos modelos combinados obtidos, relativamente às medidas de avaliação da performance (i.e., ROC ou TSS): calibração, sensibilidade e especificidade (Anexo V).

2.3.4. Mapas de riqueza específica de guildas

Com base nos atributos específicos das espécies da comunidade de avifauna da PPRSA (definidos anteriormente), foram definidas guildas no que respeita às categorias dos respetivos atributos. Adaptando de Simberloff & Dayan (1991) e Korňan & Kropil (2014), entenda-se "guilda" como uma unidade estrutural da comunidade e do ecossistema, composta por um grupo de espécies que utilizam recursos similares presentes no ecossistema, face a determinado atributo específico (e.g.: preferências alimentares).

Foram tidos em conta os seguintes atributos específicos: fenologia, preferências alimentares e estrato de alimentação. Estes grupos funcionais remetem para os atributos discriminados previamente. Foi elaborada uma matriz binária (espécies por linhas, categorias dos atributos por colunas), sumariando a informação relativa a cada guilda.

Com recurso a R, reuniu-se programaticamente as previsões individuais (ver Anexo VI) referentes a cada guilda a partir da informação da matriz binária. Foi calculado o número médio de indivíduos de cada espécie por pixel. Para cada previsão por guilda foi aplicado um filtro de 85%, de modo a selecionar os modelos com melhor potencial de previsão. Sobrepuseram-se as previsões individuais das espécies, geradas através do *BIOMOD2*. A soma dos mapas em formato *raster* das espécies fornece previsões combinadas, i.e. mapas de riqueza específica por guilda. Todos os cálculos foram efetuados com recurso aos pacotes *terra* e *tidyverse*.

Para analisar a influência das variáveis preditivas na variação da riqueza específica em cada uma das guildas, recorreu-se a modelos lineares generalizados (*GLM*), da família de distribuição de Poisson.

3. Resultados

3.1. Comunidade de avifauna da PPRSA

3.1.1. Composição taxonómica da comunidade

Dentro dos limites da PPRSA (áreas nuclear e envolvente) foram registadas 112 espécies (espécies confirmadas; Fig. 11; Anexo I). No interior do *buffer* de 2,5 km em torno da PPRSA, foram registadas 13 espécies (espécies possíveis; Fig. 11; Anexo I). Há ainda a considerar, adicionalmente, mais 19 espécies, que, embora só tenham sido registadas fora dos limites da PPRSA e do buffer de 2,5 km, a sua ocorrência é provável na PPRSA (espécies prováveis; Fig. 11; Anexo I).

As 144 espécies (confirmadas, possíveis e prováveis) pertencem a um total de 19 Ordens (Fig. 11; Anexo I) – Accipitriformes, Anseriformes, Apodiformes, Bucerotiformes, Caprimulgiformes, Charadriiformes, Ciconiiformes, Columbiformes, Coraciiformes, Cuculiformes, Falconiformes, Galliformes, Gruiformes, Passeriformes, Pelecaniformes, Piciformes, Podicipediformes, Strigiformes e Suliformes.

A ordem dos Passeriformes destaca-se pelo maior número de espécies, 84, das quais 78 são espécies confirmadas na PPRSA (Fig. 11). Charadriiformes, Gruiformes ou Suliformes – grupos taxonómicos onde predominam espécies associadas a ambientes marinhos e/ou aquáticos (Pšeničková & Horák, 2022) –, não apresentaram registos de observação no interior da PPRSA. Apresentam, por sua vez, registos de observação dentro do buffer de 2,5 km e/ou espécies prováveis de ocorrer na PPRSA (Fig. 11). Um total de oito ordens apresenta apenas espécies confirmadas (Fig. 11). Deste conjunto, salienta-se: Apodiformes (*Apus apus*, *Apus pallidus*), Falconiformes (*Falco peregrinus*, *Falco subbuteo*, *Falco tinnunculus*), Galliformes (*Alectoris rufa*, *Coturnix coturnix*) e Piciformes (*Dendrocopos major*, *Dryobates minor*, *Jynx torquilla*, *Picus sharpei*).

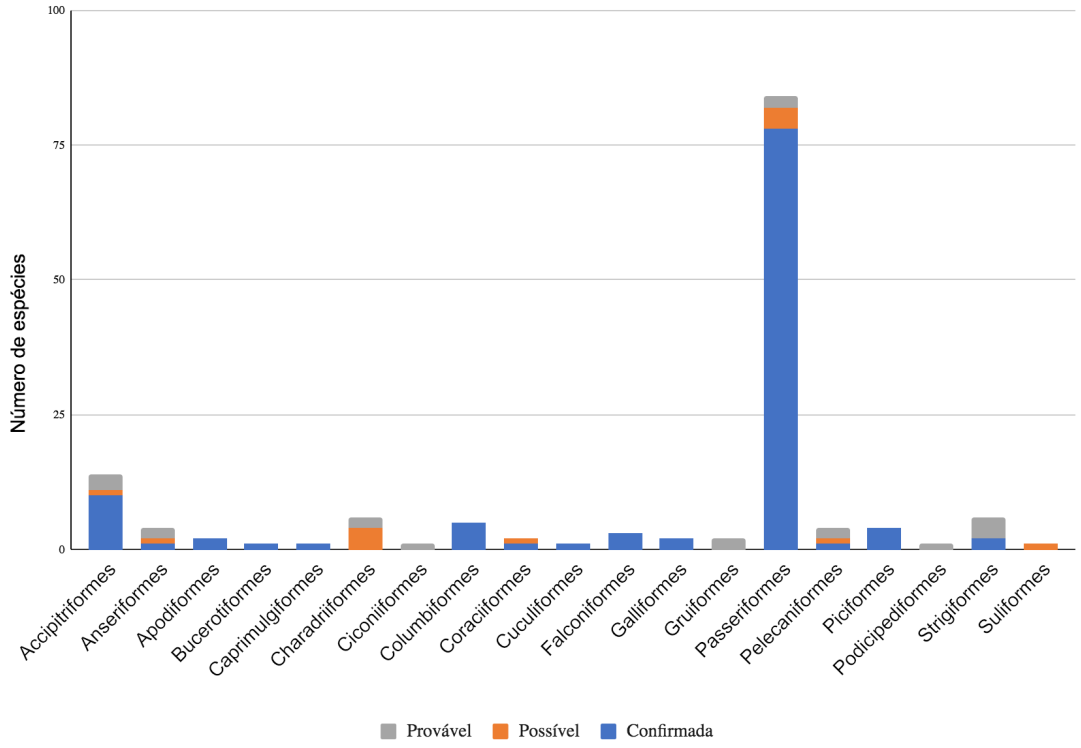


Figura 11: Número de espécies (confirmadas, possíveis e prováveis) por cada Ordem de Aves, na comunidade de avifauna da PPRSA.

3.1.2. Caraterísticas das espécies

a) Espécies com ocorrência confirmada

Entre as 112 espécies confirmadas dentro dos limites da PPRSA (Fig. 12), verificou-se que 15,6% (n = 17) apresenta estatuto de conservação desfavorável - i.e, com estatuto de "quase ameaçado", "vulnerável" ou "em perigo" (Almeida *et al*., 2022). Accipitriformes, Columbiformes e Passeriformes destacam-se como os grupos taxonómicos representados por espécies com estatuto de conservação desfavorável. Verifica-se que sete espécies (6,3%) têm estatuto de "quase ameaçado" (*Cinclus cinclus, Circaetus gallicus, Circus aeruginosus, Muscicapa striata, Passer montanus, Pernis apivorus, Streptopelia turtur*), oito espécies (7,1%) têm estatuto de "vulnerável" (*Accipiter gentilis*, *Circus cyaneus*, *F. peregrinus*, *F. subbuteo*, *F. tinnunculus*, *Emberiza hortulana*, *Lanius meridionalis*, *Lanius senator*) e duas espécies (2,7%) encontram-se "em perigo" (*Circus pygargus, Prunella collaris*). Contabilizam-se também 88 espécies (78,6%) com estatuto de conservação "pouco preocupante". *Estrilda astrild* e

Streptopelia roseogrisea não são nativas do território nacional e, portanto, não é aplicável a avaliação do estatuto de conservação. *Anthus trivialis*, *Ficedula hypoleuca*, *Phylloscopus trochilus e Saxicola rubetra* são espécies apenas migradoras de passagem na PPRSA e estas populações não foram avaliadas em Portugal continental. De referir que *A. trivialis* e *S. rubetra* têm avaliadas as suas populações reprodutoras. *Columba livia* destaca-se pela "informação insuficiente" acerca das suas populações, em Portugal continental.

A revisão de Almeida *et al.* (2022), confrontada com as avaliações de Cabral et al.(2005), realça a mudança entretanto ocorrida no estatuto de conservação de algumas espécies. Verificou-se que nove espécies registaram agravamento do estatuto, como é o caso de *S. turtur*, *F. tinnunculus*, *S. rubetra* ou *P. collaris* (Anexo I). Verificou-se ainda que seis espécies registaram mudança favorável do estatuto de conservação, no caso de *C. cyaneus*, *Corvus corax* ou *Caprimulgus europaeus* (Anexo I). Será de notar que sete espécies mantiveram estatuto de conservação desfavorável (Cabral *et al.*, 2005; Almeida *et al.*, 2022); destacam-se os casos de *A. gentilis*, *C. pygargus*, *F. peregrinus* e *M. striata* (Anexo I).

Note-se adicionalmente o estatuto de conservação no contexto internacional das espécies presentes na PPRSA. *A. apus*, *S. turtur*, *A. rufa* e *Curruca undata* (Anexo I) registam estatuto de conservação desfavorável na perspetiva do continente europeu (BirdLife International, 2021). Por sua vez, *Turdus iliacus* regista apenas estatuto de conservação desfavorável a nível mundial (BirdLife International, 2018). De modo inverso, *A. gentilis*, *C. cyaneus*, *C. pygargus*, *F. subbuteo*, *C. cinclus*, *E. hortulana* ou *A. trivialis* são algumas das espécies que registam um estatuto de conservação favorável, na perspetiva do continente europeu (BirdLife International, 2021) e a nível mundial (BirdLife International, 2018). Será de notar ainda que *L. meridionalis* mantém o estatuto de "vulnerável" em continente europeu e a nível mundial (BirdLife International, 2018; BirdLife International, 2021).

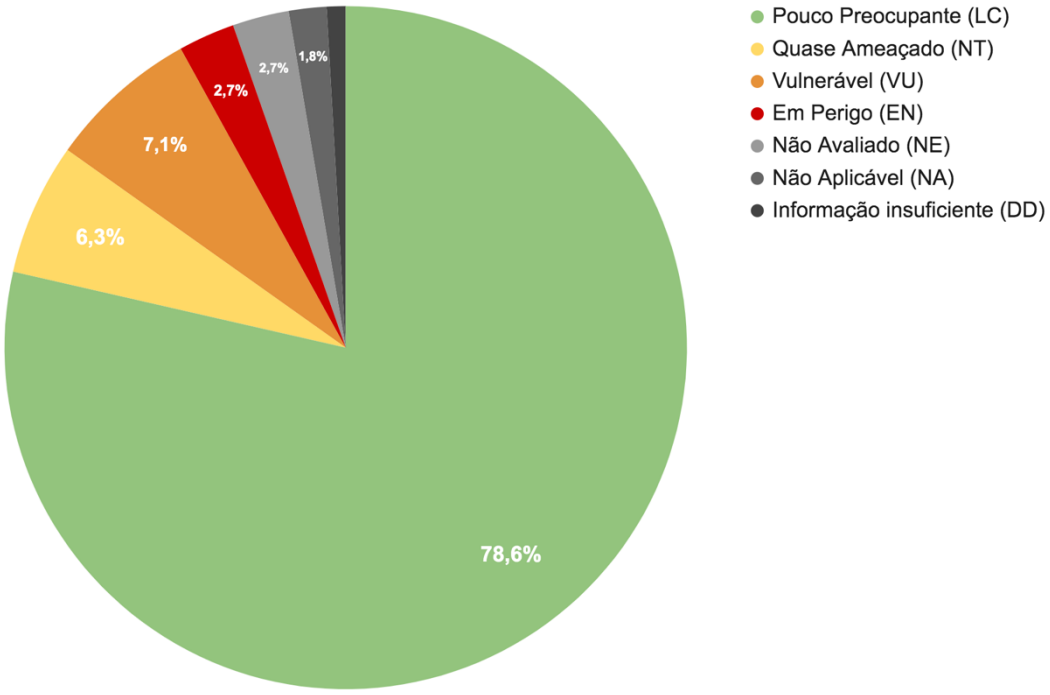


Figura 12: Frequência do estatuto de conservação em Portugal continental das espécies confirmadas na PPRSA.

Analisando os estatutos fenológicos para a PPRSA (fenologia local; Fig. 13), verificou-se que 61 espécies são estritamente residentes (54,5%), e 11 espécies são migradoras de passagem (9,8%). Observa-se ainda um número considerável de espécies migradoras estivais (25 espécies, correspondente a 22,3%), face às espécies migradoras invernantes (13 espécies, correspondente a 11,6%).

Entre as espécies residentes, 49 são estritamente residentes em território português (Fig. 14; Equipa Atlas, 2022; Anexo I). Observam-se ainda 12 espécies com população residente em Portugal continental e população invernante (Equipa Atlas, 2022; Fig. 14), - na área da PPRSA, verifica-se a ocorrência das respetivas populações residentes.

No que respeita às espécies migradoras de passagem, duas das mesmas representam espécies estritamente de passagem pelo território português (Fig. 14; Equipa Atlas, 2022; Anexo I). *L. senator* e *Phylloscopus bonelli* são migradoras estivais, em Portugal continental, mas ocorrem apenas de passagem pela PPRSA. Segundo Equipa Atlas (2022), *A. trivialis*, *J. torquilla, Motacilla flava*, *M. striata*, *Oenanthe oenanthe* e *S. rubetra* são também migradoras estivais, embora apresentem populações migradoras de passagem. *C. aeruginosus*, por sua vez, é descrita como residente, com população

migradora invernante (Equipa Atlas, 2018; Equipa Atlas, 2022) – no entanto, ocorre apenas de passagem na PPRSA.

Entre as 25 espécies migradoras estivais, constata-se que 21 espécies são estritamente estivais em território português (Fig. 14; Equipa Atlas, 2022; Anexo I). *Hieraaetus pennatus*, cuja população migradora estival ocorre na PPRSA, apresenta população invernante em Portugal – assim como *C. coturnix*, que apresenta ainda uma população residente em Portugal (Equipa Atlas, 2022). *Upupa epops*, migradora estival na PPRSA, apresenta uma população residente em Portugal continental (Equipa Atlas, 2022).

Verificou-se que oito espécies migradoras invernantes são estritamente invernantes em Portugal continental (Fig. 14; Equipa Atlas, 2022; Anexo I). *Coccothraustes coccothraustes* e *L. meridionalis*, migradoras invernantes na PPRSA, são consideradas espécies residentes em Portugal (Equipa Atlas, 2022). *Anthus spinoletta*, *C. cyaneus* e *Phylloscopus collybita*, embora migradoras invernantes (como sucede no contexto da PPRSA), apresentam uma população residente em território português (Equipa Atlas, 2022).

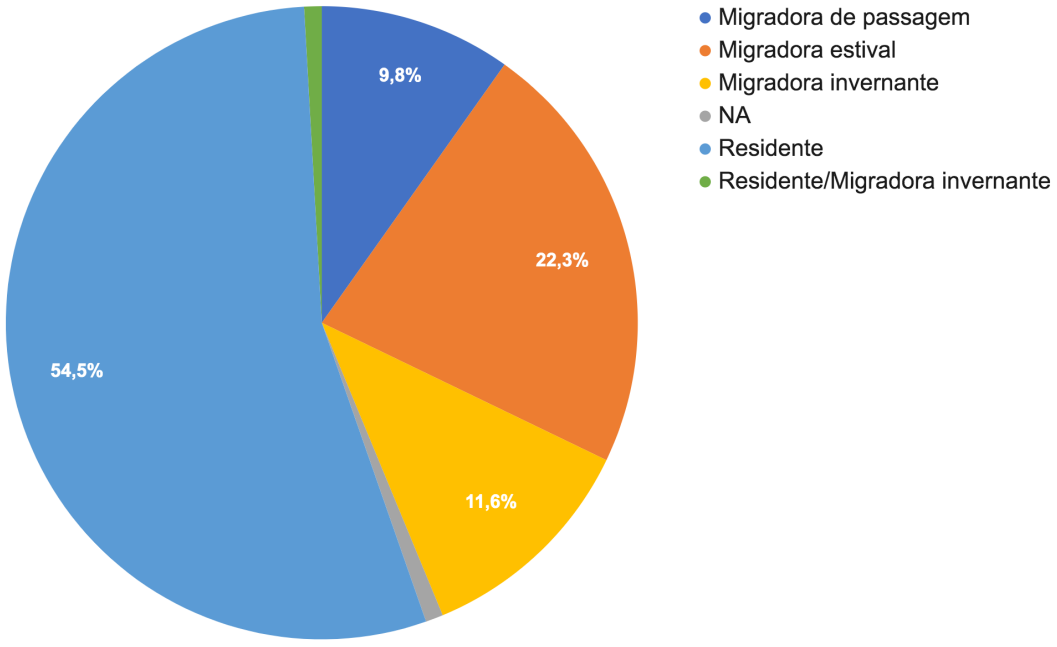


Figura 13: Frequências dos diferentes estatutos fenológicos entre as espécies confirmadas na PPRSA, considerando a escala local.

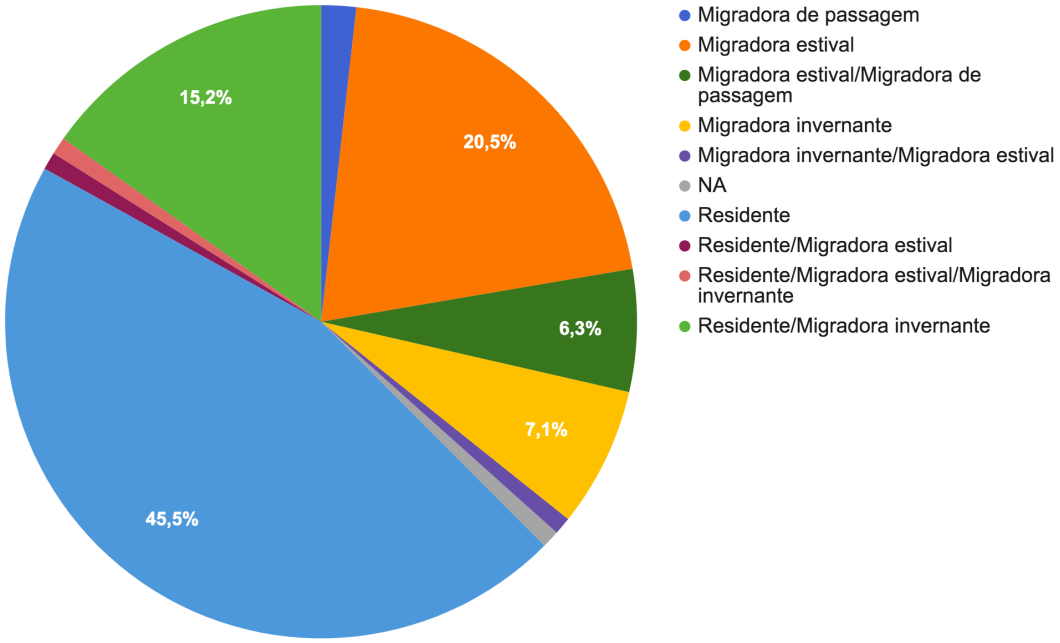


Figura 14: Frequências dos diferentes estatutos fenológicos entre as espécies confirmadas na PPRSA, tendo em conta a escala nacional.

Verifica-se um notório aumento progressivo do número de espécies confirmadas desde o período de invernada até ao período de migração pós-nupcial (Fig. 15). Durante os períodos de migração pré-nupcial e de reprodução, observam-se espécies residentes e espécies migradoras estivais, que perfazem cerca de 77% das espécies confirmadas (Fig. 13). Entre o período de reprodução e o período de migração pós-nupcial, regista-se novo aumento de espécies observadas - durante este intervalo regista-se a ocorrência de espécies migradoras de passagem. No período de invernada observam-se espécies residentes e espécies migradoras invernantes - ainda que se verifiquem registos de observação ocasionais de indivíduos, ao longo do ano. As espécies residentes e espécies migradoras invernantes perfazem, aproximadamente, 67% das espécies confirmadas da comunidade de avifauna (Fig. 13).

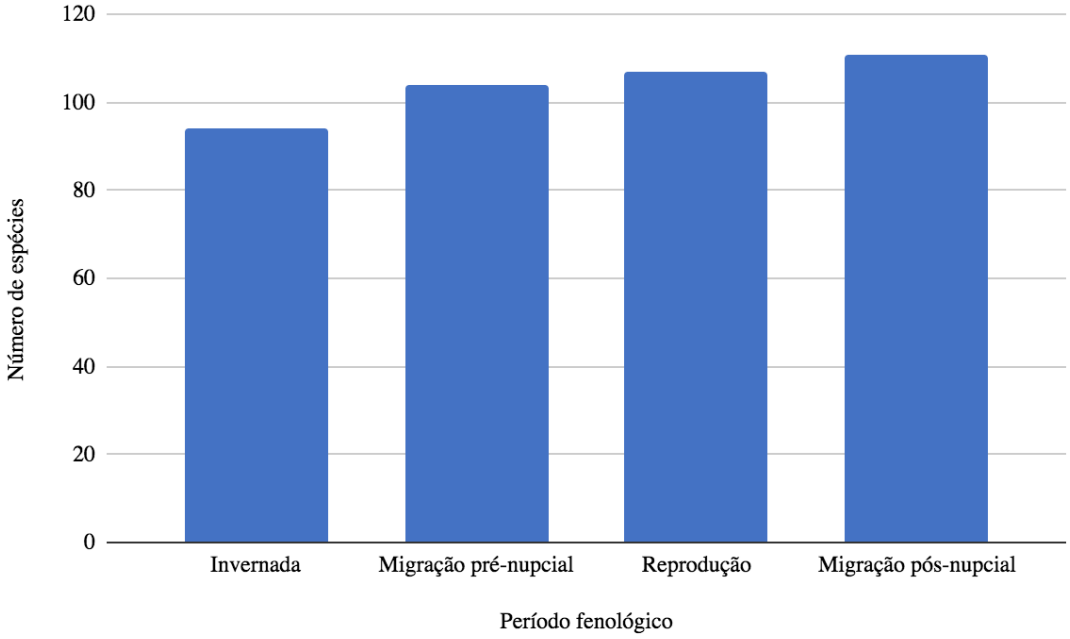


Figura 15: Variação sazonal do número de espécies da comunidade de avifauna da PPRSA (espécies confirmadas).

No que respeita à preferência alimentar (Fig. 16), verificou-se uma predominância de espécies insetívoras (56 espécies; 50% da comunidade de avifauna confirmada). As restantes 56 espécies distribuem-se pelas restantes categorias alimentares. Existe apenas uma espécie confirmada com uma alimentação maioritariamente herbívora (*Anas platyrhynchos*). Por sua vez, 8,9% das espécies são frugívoras, 11,6% são omnívoras, 12,5% são carnívoras e 16,1% são granívoras. Accipitriformes destaca-se como grupo taxonómico com maior número de espécies carnívoras (9 espécies). Por sua vez, Passeriformes apresenta um número elevado de espécies insetívoras (44 espécies), frugívoras (10 espécies), granívoras (11 espécies) e omnívoras (13 espécies). Destaque-se também Columbiformes pelas 5 espécies granívoras e Piciformes pelas 4 espécies insetívoras.

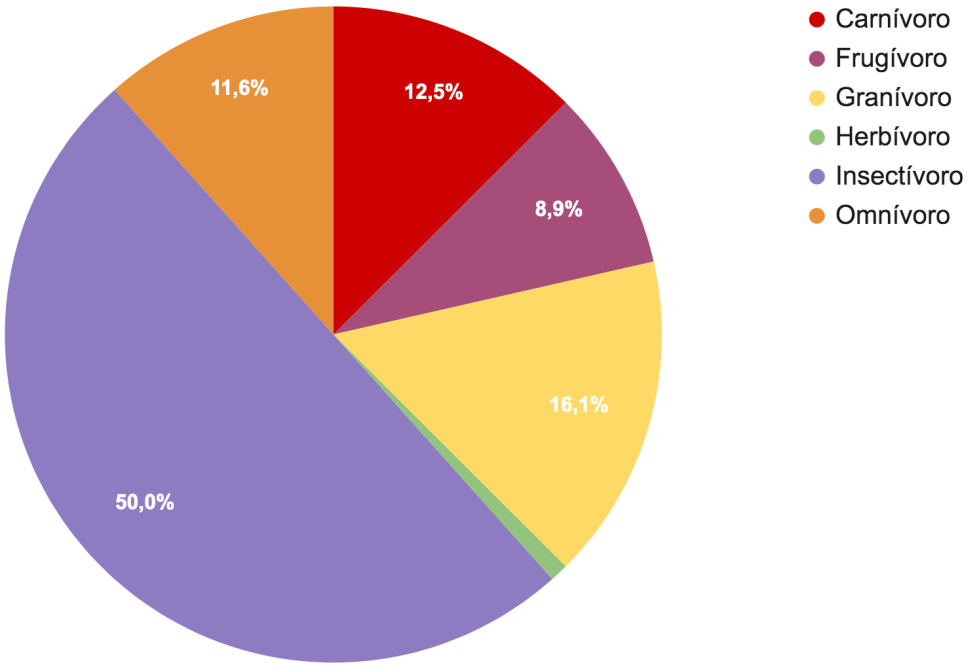


Figura 16: Frequências das categorias alimentares (preferência alimentar), entre as espécies confirmadas da comunidade de avifauna da PPRSA.

Relativamente ao estrato trófico utilizado pelas espécies (Fig. 17), constata-se que 41,1% das espécies confirmadas da comunidade de avifauna utilizam maioritariamente um estrato ("Solo" - 24,1%; "Arbustos" - 4,5%; "Árvores" - 0,9%; "Ar" - 8,9%; "Água" - 2,7%). Mais de 50% das espécies confirmadas (50,9%; Fig. 17) apresenta, como estrato trófico utilizado, uma conjugação entre os níveis "Solo", "Arbustos" e "Árvores" ("Solo/Arbustos" - 17%; "Arbustos/Árvores" - 10,7%; "Solo/Arbustos/Árvores" - 23,2%). Será de notar, também, uma percentagem residual relativamente às conjugações "Solo/Arbustos/Árvores/Ar" (1,8%), "Solo/Ar" (3,6%), "Solo/Água" (1,8%) e "Solo/Ar/Água" (0,9%).

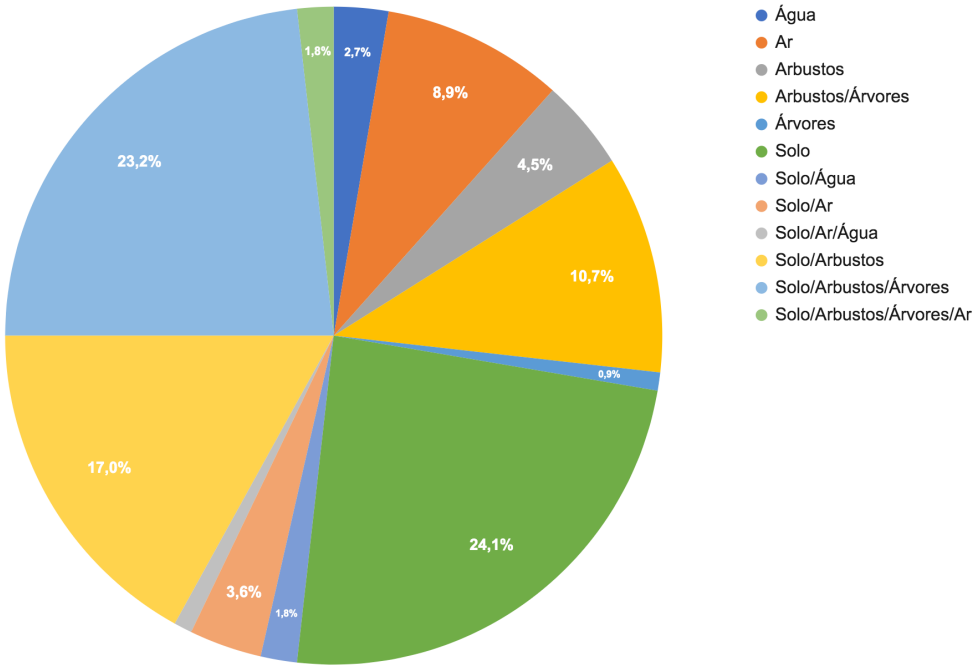


Figura 17: Frequências dos níveis de estrato trófico utilizados pelas espécies confirmadas da comunidade de avifauna da PPRSA.

b) Espécies de ocorrência possível ou provável

Pela ausência de registos de observação no interior dos limites da PPRSA, não foi determinada a fenologia local das espécies possíveis e prováveis da comunidade de avifauna. Assim, teve-se em conta a(s) fenologia(s) estipulada(s) para cada espécie em Portugal continental (i.e., fenologia nacional; Equipa Atlas, 2018; 2022).

Verifica-se que um grande número de espécies possíveis e prováveis (Fig. 18) é estritamente migradora invernante ou apresenta, pelo menos, uma população migradora invernante (50%). As espécies estritamente migradoras invernantes perfazem 9,4% das espécies possíveis e prováveis (e.g.: Scolopax rusticola). Já 40,6% das espécies apresentam, pelo menos, uma população migradora invernante (e.g.: *Tringa ochropus)*, das quais 34,4% apresentam também uma população residente (e.g.: *Asio otus)*. Verifica-se ainda que 25% das espécies são estritamente residentes (e.g.: *Bubulcus ibis; Fig. 18) - na generalidade, 65,6% das esp*écies possíveis e prováveis são estritamente residentes ou apresentam, pelo menos, uma população residente (Fig. 18).

No que respeita às espécies migradoras estivais, 9,4% das espécies são estritamente migradoras estivais, (e.g.: *Otus scops). Pode-se constatar que 18,8% das esp*écies são estritamente migradoras estivais ou apresentam, pelo menos, uma população migradora estival, como será o caso de *Coracias garrulus (apresentra uma populaç*ão migradora de passagem) ou de *Ciconia ciconia* (apresenta uma população residente). As espécies estritamente migradoras de passagem constituem apenas 3,1% das espécies possíveis e prováveis da comunidade de avifauna (Acrocephalus schoenobaenus). Destaque-se ainda a ocorrência de uma espécie com estatuto fenológico não definido em Portugal continental (*Cairina moschata*).

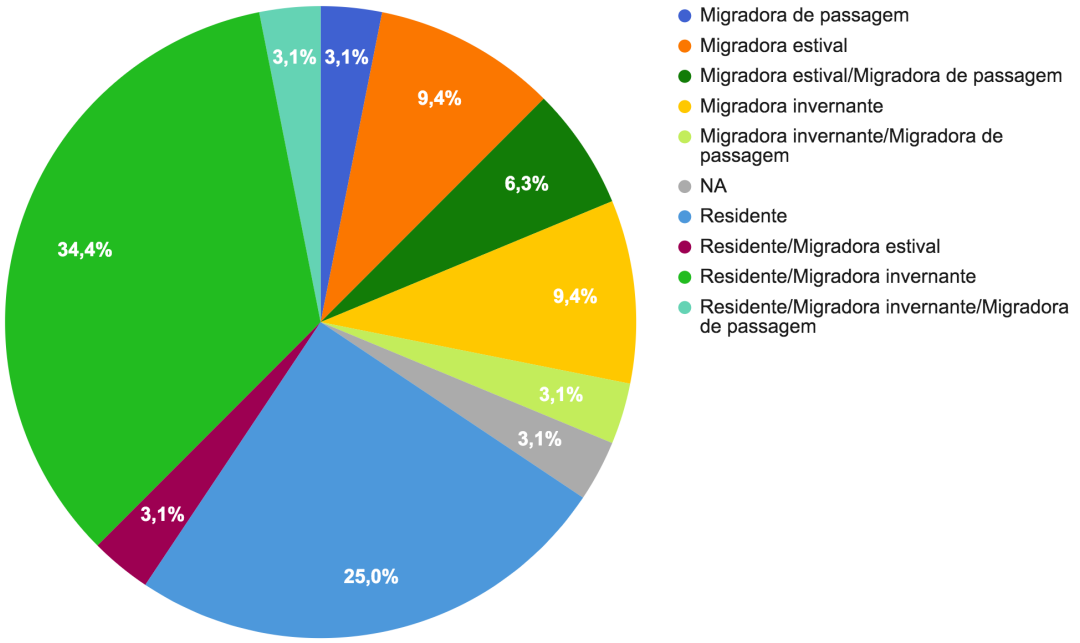


Figura 18: Frequências dos estatutos fenológicos, a nível nacional (Equipa Atlas, 2022), das populações das espécies possíveis e prováveis da comunidade de avifauna da PPRSA.

Entre as trinta e duas espécies possíveis e prováveis da comunidade de avifauna da PPRSA, verifica-se que 36,9% das populações consideradas (reprodutoras e invernantes) corresponde a populações reprodutoras com estatuto de conservação desfavorável ("vulnerável", "em perigo" ou "criticamente em perigo"; Fig. 19). Relativamente às populações invernantes, verifica-se apenas uma população classificada como "vulnerável" (Pandion haliaetus). Assim, quatro populações reprodutoras apresentam-se "criticamente em perigo" (*C. garrulus*, *Gallinago gallinago,*

Milvus milvus, P. haliaetus) e duas populações repropdutoras apresentam estatuto de "em perigo" (*Aquila chysaetos*, *Monticola saxatilis*). Tem-se também que 23,7% das populações visadas correspondem a populações com estatuto de "vulnerável" (oito populações reprodutoras e uma população invernante) Por sua vez, verifica-se que 36,9% das populações consideradas encontram-se descritas como "pouco preocupantes" (seis populações reprodutoras, oito populações invernantes). Constata-se ainda a presença de uma espécie (*C. moschata*) sem estatuto de conservação definido em território português ("não aplicável"), e uma população "não avaliada" em Portugal continental (*A. schoenobaenus*). A população invernante de *S. rusticola* apresenta "informação insuficiente", não tendo um estatuto de conservação definido.

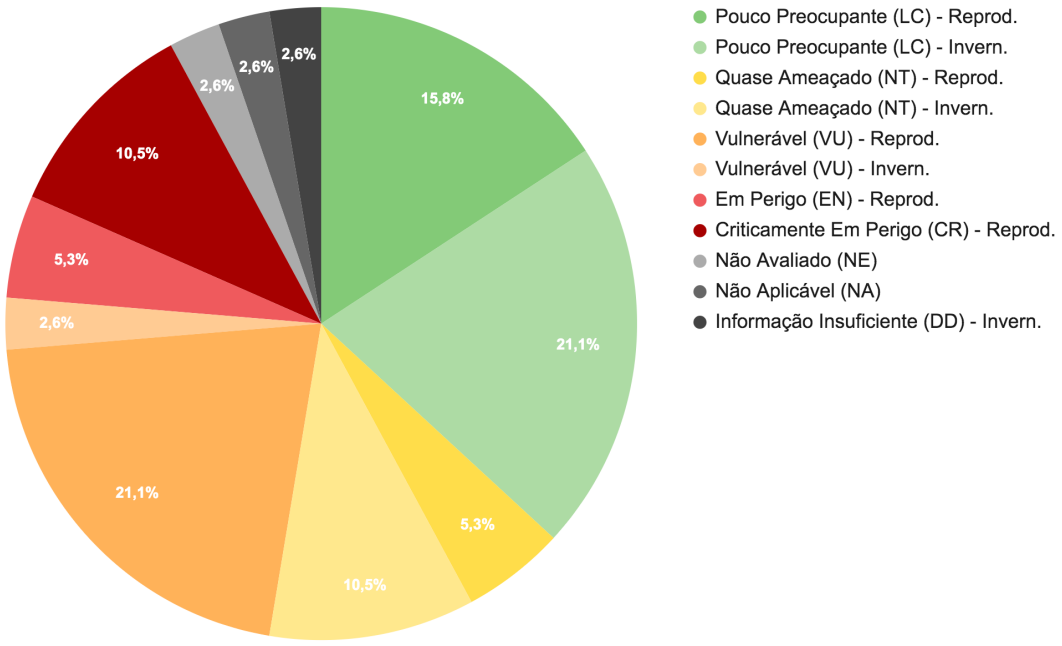


Figura 19: Frequências dos estatutos de conservação em Portugal continental das populações (reprodutoras ou invernantes) das espécies possíveis e prováveis na PPRSA.

Entre as espécies possíveis e prováveis, constata-se que quinze espécies verificaram um agravamento do seu estatuto de conservação ou mantiveram um estatuto de conservação desfavorável - entre essas destaca-se *M. saxatilis*, *Sylvia borin*, *A. chrysaetos* e *O. scops*. Das quinze espécies supracitadas, verifica-se que as populações reprodutoras de cinco espécies, que apresentam simultaneamente populações invernantes em Portugal continental, registaram manutenção de estatuto de conservação desfavorável (e.g.: população reprodutora de *G. gallinago*). Regista-se

ainda o agravamento do estatuto de conservação da população invernante de uma espécie (população invernante de *Ardea alba*). Em sentido inverso, *Acrocephalus scirpaceus*, *Gyps fulvus*, *Pyrrhocorax pyrrhocorax*, as populações invernantes de *M. milvus* e *P. haliaetus* e a população reprodutora de *Spatula clypeata* registam uma mudança favorável do estatuto de conservação (Anexo I). É de se salientar, também, que duas populações invernantes (*A. alba*, *Phalacrocorax carbo*) foram recentemente classificadas como "não aplicável".

No contexto internacional (BirdLife International, 2018; BirdLife International, 2021), destaca-se a mudança preocupante do estatuto de conservação de *Fulica atra* (de "pouco preocupante" para "quase ameaçada"), bem como a mudança de "pouco preocupante" para "vulnerável" da população reprodutora na Europa de *G. gallinago*. Será de se salientar a ocorrência de espécies com o estatuto "não avaliado", ainda que o seu risco de extinção esteja avaliado em território português (e.g.: população invernante de *G. gallinago*). Destaque–se, aqui, o exemplo de *P. carbo*, cuja população reprodutora se encontra avaliada em continente europeu, mas não em Portugal continental.

Relativamente à preferência alimentar (Fig. 20) das espécies possíveis e espécies prováveis da PPRSA, verifica-se uma predominância de espécies insetívoras (37,5%) e de espécies carnívoras (40,6%) - que, analisando conjuntamente, perfazem sensivelmente 80% do conjunto de espécies visadas. Por sua vez, verifica-se que 4 espécies são caraterizadas como herbívoras (*Anas crecca*, *C. moschata*, *F. atra*, *S. clypeata*), correspondente a 12,5%, e 2 são consideradas frugívoras (*S. borin*, *Turdus torquatus*), correspondente a 6,3%. Verifica-se ainda que uma espécie (provável) é caraterizada como omnívora (*Gallinula chloropus*).

No que respeita ao estrato trófico utilizado pelas espécies possíveis e prováveis da comunidade de avifauna (Fig. 21), constata-se que cerca de 68% das espécies utiliza apenas os níveis "Solo" (35,5%) ou "Água" (32,3%). Uma percentagem considerável das espécies adota, como estrato trófico utilizado, a conjugação "Solo/Água" (16,1%). Por sua vez, a percentagem de espécies que apresenta uma conjugação dos níveis "Solo", "Arbustos" ou "Árvores" é residual ("Solo/Arbustos" - 3,2%; "Arbustos/Árvores" - 3,2%; "Solo/Arbustos/Árvores" - 9,7%), quando comparada com os valores anteriores.

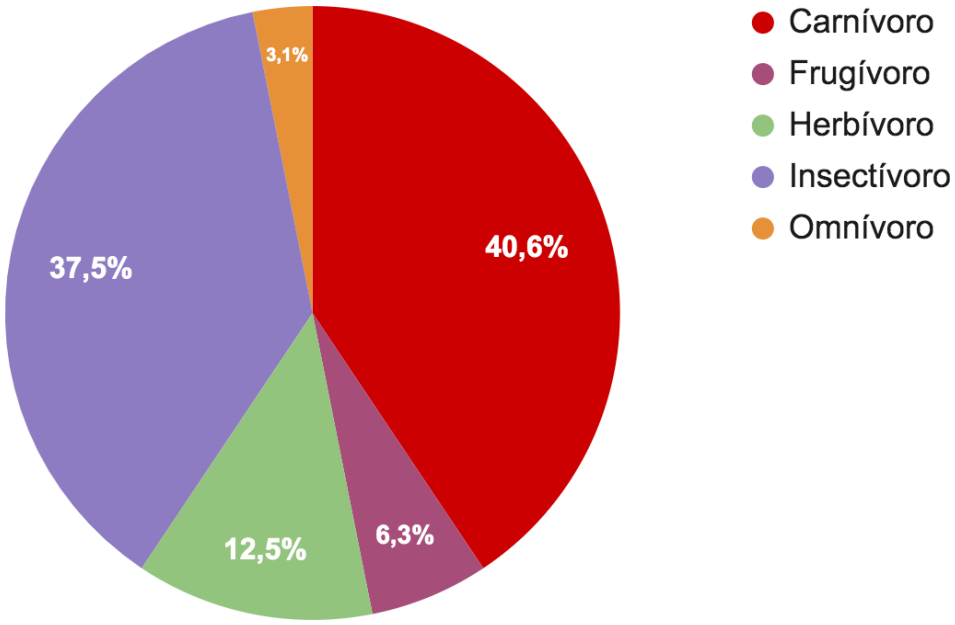


Figura 20: Frequências das categorias alimentares (preferência alimentar), entre as espécies possíveis e prováveis da comunidade de avifauna da PPRSA.

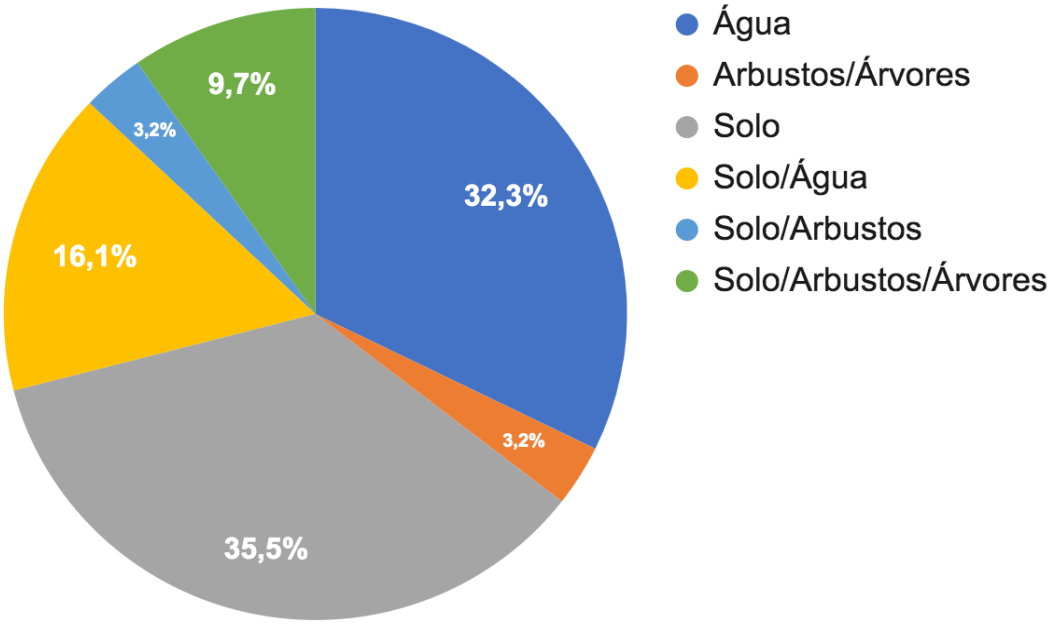


Figura 21: Frequências dos níveis de estrato trófico utilizados pelas espécies possíveis e prováveis da comunidade de avifauna da PPRSA.

3.2. Distribuição prevista da avifauna da PPRSA

3.2.1. Performance dos modelos individuais de distribuição

A calibração, como respetivo valor obtido para cada medida de avaliação da performance dos modelos individuais (Anexo VI), pode ser analisada a partir das Figs. 22 e 23. É possível constatar uma diferença na avaliação da performance através de TSS e ROC (ver Anexo V).

Através da avaliação por TSS (variação entre -1 e 1; Fig. 22), verifica-se que os valores de performance das previsões de distribuição das espécies da comunidade de avifauna consideradas variam (aprox.) entre 0,42 e 1,0 (intervalo interquartil reduzido, de 0,17). Embora não se verifique um cenário ideal, 50% dos valores de performance distribuem-se num intervalo entre 0,55 e 0,72 (performance razoável ou boa). A mediana (0,60) dos valores de performance, a par da inclinação positiva dos valores de performance (acima de 0,60), indica um desempenho razoável dos modelos de distribuição gerados. Adicionalmente, observa-se uma grande dispersão de valores sensivelmente inferiores de 0,6 (Fig. 22), evidenciando ainda uma dispersão menor entre 0,8 e 0,9 (aprox.). Esta análise afasta um cenário de total aleatoriedade (valores de performance próximos de 0) da capacidade de previsão dos modelos gerados. É de notar ainda a presença de dois valores *outliers* positivos. Correspondem ao valor da performance do modelo de *P. collaris* (0,995) e ao valor da performance do modelo de *S. clypeata* (0,983), indicando um desempenho excelente dos dois modelos.

No que respeita à avaliação da performance através de ROC (variação entre 0 e 1), verifica-se uma reduzida variação dos valores de performance dos modelos de distribuição (intervalo interquartil = 0,08; Fig. 23). Os valores obtidos para as previsões de distribuição das espécies consideradas variam, assim, entre 0,78 e 1,0, indicando uma performance muito boa dos modelos de distribuição. Constata-se que 50% dos valores de performance variam entre 0,86 e 0,93. Por conseguinte, a mediana (0,88) dos valores de performance dos modelos de distribuição aponta para um desempenho muito bom da capacidade de previsão dos modelos. Esta avaliação do desempenho é também suportada pela dispersão dos valores de performance e pela inclinação positiva. A dispersão dos valores, ilustrada na Fig. 23, remete para uma preponderância regular dos valores de performance entre 0,85 e 1,0. A inclinação positiva indica também a performance muito boa dos modelos.

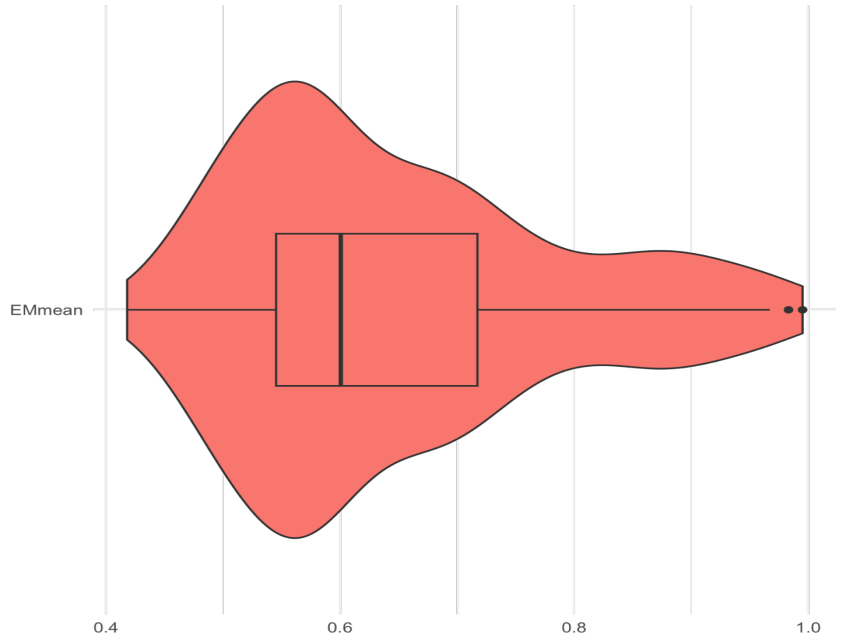


Figura 22: Avaliação da performance dos modelos combinados por média da distribuição da comunidade de avifauna, através de TSS.

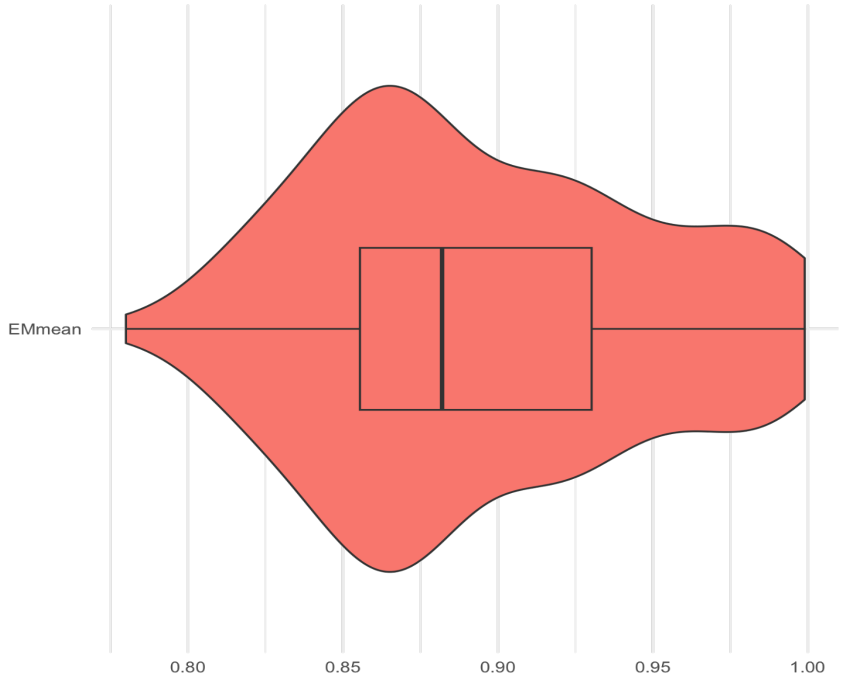


Figura 23: Avaliação da performance dos modelos combinados por média da distribuição da comunidade de avifauna, através de ROC.

Os parâmetros sensibilidade e especificidade remetem para a capacidade dos modelos de distribuição em detetar corretamente verdadeiras presenças/ausências de espécies na matriz espacial fornecida. Os dois parâmetros complementam-se na análise dos modelos de distribuição de espécies. Na Fig. 24 é possível observar valores de sensibilidade superiores a especificidade. Esta situação é aplicável tanto à avaliação de performance por TSS, como à avaliação por ROC.

No que respeita à sensibilidade, na avaliação por TSS verifica-se uma mediana de 83,9%, enquanto na avaliação por ROC verifica-se um valor médio de 83,8%. A inclinação positiva e o intervalo interquartil similar (aprox. 12%) também apontam para uma sensibilidade alta dos modelos gerados.

Relativamente à especificidade, pela avaliação por TSS verifica-se uma mediana de 78,6%, ao passo que na avaliação por ROC verifica-se um valor médio de 78,4%. A inclinação positiva e o intervalo interquartil também similar (10,4% e 10,0%, respetivamente) contribuem para a perceção de uma especificidade alta dos modelos gerados.

Perante valores altos de sensibilidade e de especificidade dos modelos, através de avaliação por TSS e por ROC, considere-se que a capacidade dos modelos gerados em minimizar a ocorrência de falsos negativos (no caso do primeiro parâmetro) e minimizar a ocorrência de falsos positivos (no caso do segundo parâmetro) é elevada.

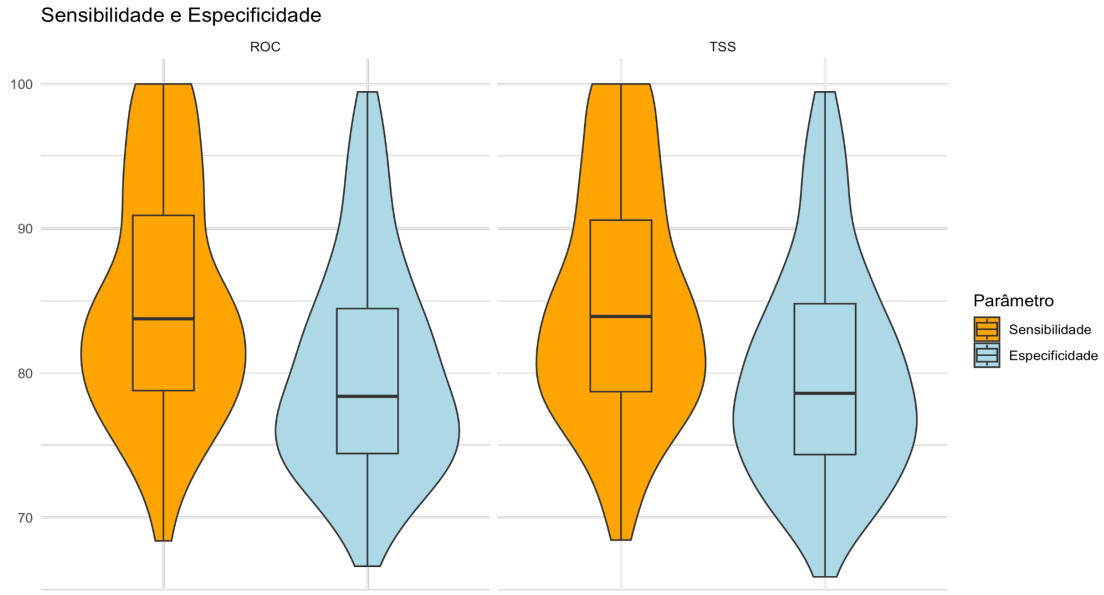


Figura 24: Sensibilidade e especificidade dos modelos combinados de distribuição da comunidade de avifauna da PPRSA, referentes às duas medidas de avaliação da performance dos modelos.

3.2.2. Riqueza específica das guildas

Atendendo às caraterísticas específicas das espécies da comunidade de avifauna (espécies confirmadas, possíveis e prováveis), foram gerados mapas de riqueza específica referentes às várias guildas consideradas (combinação de modelos preditivos de distribuição). As guildas distribuem-se mediante as seguintes caraterísticas: preferência alimentar, estrato de alimentação e fenologia.

a) Preferência alimentar

As guildas de insetívoros, carnívoros, omnívoros, frugívoros e granívoros apresentam mapas de riqueza específica similar (Fig. 25). As zonas de maior riqueza específica correspondem à Serra do Alvão, à Serra do Marão e à Serra da Gralheira. As guildas de insetívoros, carnívoros e granívoros registam maior riqueza específica em regiões caraterizadas por parcelas florestais esparsas e heterogéneas e vegetação de copa variável (“Altura da copa (média)” negativamente significativa ($p < 0.001$; Anexo VII) e “Altura da copa (desvio-padrão)” positivamente significativa ($p < 0.001$; Anexo VII). No que diz respeito às guildas de frugívoros, herbívoros e omnívoros, a variável “Altura da copa (média)” não é significativa ($p > 0.05$).

Pode-se constatar uma provável forte ocorrência de espécies (maior riqueza específica) em fundos de vales, na proximidade de linhas de água (Fig. 25). As espécies herbívoras destacam-se do conjunto, com maior riqueza específica, praticamente exclusiva, em torno de linhas de água, bem como no litoral (foz do rio Douro). De facto, verificou-se que a variável "Densidade de linhas de água" é positivamente significativa ($p < 0,001$; Anexo VII) em relação à variação espacial da riqueza específica das guildas.

No Baixo Tâmega e Sousa e entre os municípios de Trofa, Guimarães e Braga, verifica-se uma preponderância de parcelas agrícolas temporárias ou pastagens (Fig. 25). Aqui, constata-se uma maior riqueza específica de granívoros, frugívoros, insetívoros e omnívoros. Observa-se uma situação similar na região do Alto Douro-Vinhateiro (e.g.: Peso da Régua; Fig. 25) relativamente a frugívoros ($p < 0.05$; Anexo VII) e carnívoros ($p < 0.001$; Anexo VII). Esta região apresenta uma elevada percentagem de parcelas agrícolas permanentes. Porém, no que respeita a granívoros, verifica-se influência de maior temperatura na região considerada.

É igualmente percetível que áreas com reincidência de incêndios ("Percentagem média de área ardida acumulada") remetem geralmente para uma menor ocorrência de espécies (menor riqueza específica). Este aspeto, em conjunto com a influência da variável "Severidade média" é particularmente evidente em determinadas zonas da Serra do Alvão e Serra do Marão (Fig. 25), em que a percentagem média é igual ou superior a 10%. Pela análise das seis guildas consideradas, destaca-se a guilda das espécies granívoras relativamente a estes parâmetros. No entanto, constata-se que à exceção da guilda de herbívoros, as duas variáveis supracitadas são positivamente significativas ($p < 0.001$; Anexo VII) face à variação espacial da riqueza específica.

Será de alertar para a ocorrência provável em áreas urbanas (Fig. 25), como é o caso da Área Metropolitana do Porto e municípios da Trofa, Guimarães e Braga (o primeiro é contíguo ao rio Ave). A variável "Percentagem de área ocupada por edifícios" é positivamente muito significativa ($p < 0,001$; Anexo VII) em relação à variação espacial da riqueza específica das guildas - exceto a guilda de herbívoros, para a qual a variável é negativamente significativa ($p < 0.001$; Anexo VII).

Finalmente, será de se destacar os valores de riqueza específica relativamente constantes no mapa da guilda de espécies omnívoras (Fig. 25), ao longo da extensão da PPRSA.

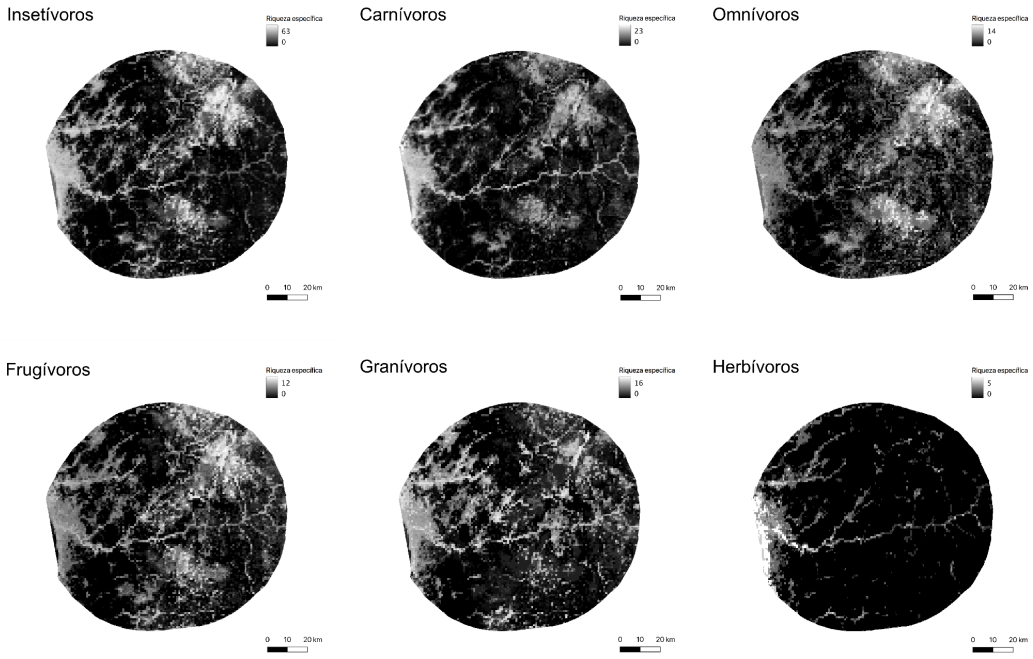


Figura 25: Variação da riqueza específica em cada guilda referente à preferência alimentar das espécies da comunidade de avifauna.

b) Estrato de alimentação

Os mapas das guildas correspondentes ao estrato trófico evidenciam uma maior riqueza específica nas zonas correspondentes à Serra do Marão, Serra do Alvão e Serra da Gralheira (Fig. 26). A análise reflete o que foi também verificado para as guildas referentes à preferência alimentar. I.e., maior riqueza específica em parcelas florestais heterogéneas e esparsas e vegetação de copa variável. A guilda "alimentação em Arbustos" evidencia um valor de riqueza específica constante, servindo-se as espécies dos matagais e vegetação arbustiva que ocorrem nos planaltos da Serra do Alvão e da Serra da Aboboreira (variáveis "Altura da copa (média)" e "Altura da copa (desvio-padrão)" negativa e positivamente significativas, respetivamente ($p < 0.001$; Anexo VII)). Por seu lado, e contrariamente às restantes guildas, a variável "Altura da copa (média)" é positivamente significativa ($p < 0.001$; Anexo VII) no que respeita à variação espacial da riqueza específica da guilda "alimentação em Árvores".

A riqueza específica verificada nos vales (áreas com valores mais elevados de "Densidade de linhas de água") e em áreas urbanas (áreas com valores mais elevados de "Percentagem de área ocupada por edifícios") é elevada, atendendo às dimensões de cada estrato. A riqueza específica verificada na guilda "alimentação em Água" cinge-

se, de forma praticamente exclusiva, em torno das linhas de água e litoral. Por sua vez, a guilda supracitada distingue-se pela sua relação com a densidade urbana - a variável "Percentagem de área ocupada por edifícios" não é significativa ($p > 0.05$; Anexo VII) face à variação espacial da riqueza específica, ao passo que, para as restantes quatro guildas, a variável é positivamente significativa ($p < 0.001$; Anexo VII) A presença de parcelas agrícolas temporárias ou pastagens parece favorecer a riqueza específica de quatro guildas de alimentação ("alimentação no Solo", "alimentação em Arbustos", "alimentação em Árvores" e "alimentação no Ar"). Como nas guildas de preferência alimentar, a região entre os municípios Trofa, Guimarães e Braga evidencia valores intermédios de riqueza específica para as respetivas guildas (Fig. 26). Por seu lado, a variação da riqueza específica das cinco guildas parece ser reduzida nas zonas de parcelas agrícolas permanentes - de facto, verifica-se que a variável "Percentagem de parcelas agrícolas permanentes" é negativamente significativa para quatro guildas ($p < 0,001$ para "alimentação no Solo", "alimentação em Arbustos" e "alimentação na Água", e $p < 0.01$ para "alimentação no Ar"; Anexo VII) relativamente à variação de riqueza específica. A variável em questão não é significativa ($p > 0.05$; Anexo VII) no que diz respeito à guilda "alimentação em Árvores".

Relativamente às variáveis referentes às perturbações ("Percentagem média de área ardida acumulada" e "Severidade média do fogo"), verifica-se que as variáveis são positivamente significativas ($p < 0.001$; Anexo VII) face à variação espacial de riqueza específica, à exceção da guilda "alimentação na Água" - a variável "Percentagem média de área ardida acumulada" não é significativa ($p > 0.05$; Anexo VII).

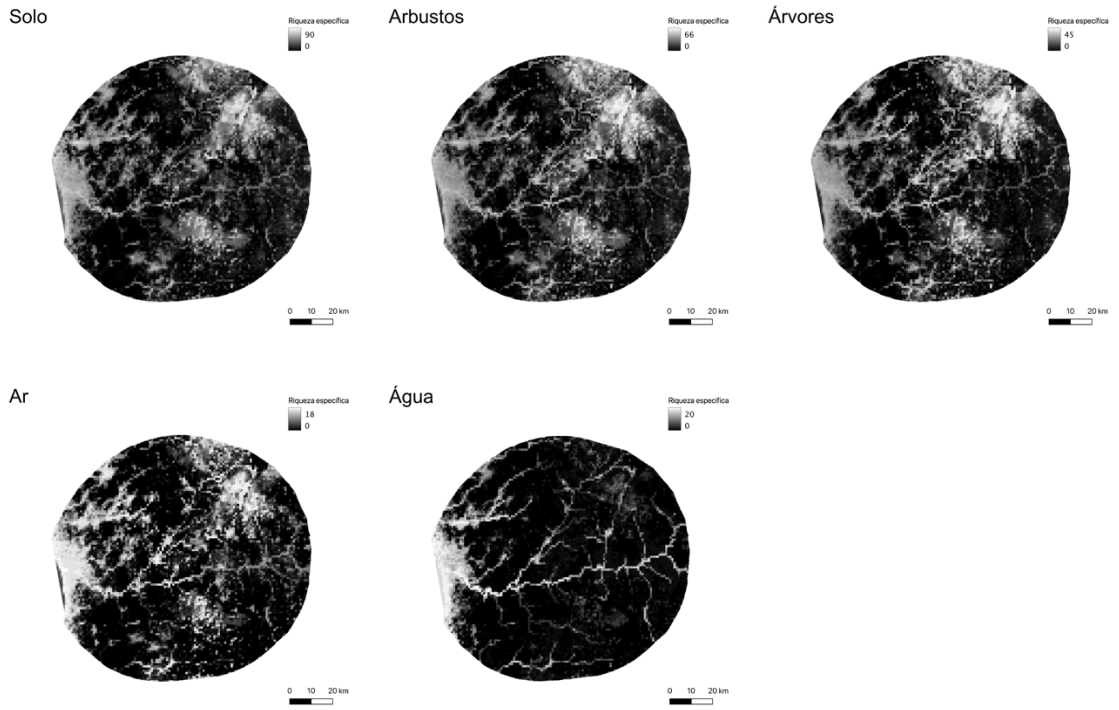


Figura 26: Variação da riqueza específica em cada tipo de estrato de alimentação das espécies da comunidade de avifauna.

c) Fenologia

Pode-se observar que todas as guildas correspondentes ao tipo de fenologia apresentam maior riqueza específica nas regiões da Serra do Alvão, Serra do Marão e Serra da Gralheira (Fig. 27). Embora a variável “Percentagem de outras florestas” seja positivamente significativa ($p < 0,001$) com a variação espacial de riqueza específica das quatro guildas, é percetível que a riqueza específica é mais elevada em parcelas florestais menos densas, esparsas e heterogéneas, de copa variável. Assim, verifica-se que a variável “Altura da copa (desvio-padrão)” é positivamente significativa ($p < 0.001$; Anexo VII), enquanto que a variável “Altura da copa (média)” é negativamente significativa ($p < 0.001$; $p < 0.01$ para a guilda “Residentes”; Anexo VII). Este aspeto é reforçado pela variável “Densidade de orlas”, que é positivamente significativa para as quatro guildas ($p < 0.001$; Anexo VII).

É possível também constatar que as espécies migradoras invernantes se destacam como a guilda menos influenciada pela variável "Produtividade anual (média e desvio-padrão)", uma vez que não são significativas ($p > 0.05$; Anexo VII) face à variação espacial da riqueza específica. Por seu lado, a variável "Produtividade (NDVI) no período de reprodução (média)" não é significativa ($p < 0.05$; Aneso VII) face à riqueza específica das guildas de espécies migradoras estivais e de espécies migradoras de passagem. Já a variável "Produtividade (NDVI) no período de reprodução (desvio-padrão)" é positivamente significativa para as duas guildas.

À semelhança da análise efetuada para as guildas de preferência alimentar e de estrato de alimentação, verifica-se maior riqueza específica na proximidade de linhas de água ($p < 0.001$; Anexo VII) e em áreas urbanas ($p < 0.001$), excetuando o caso de espécies migradoras de passagem - variável "Percentagem de área ocupada por edifícios não é significativa ($p > 0.05$).

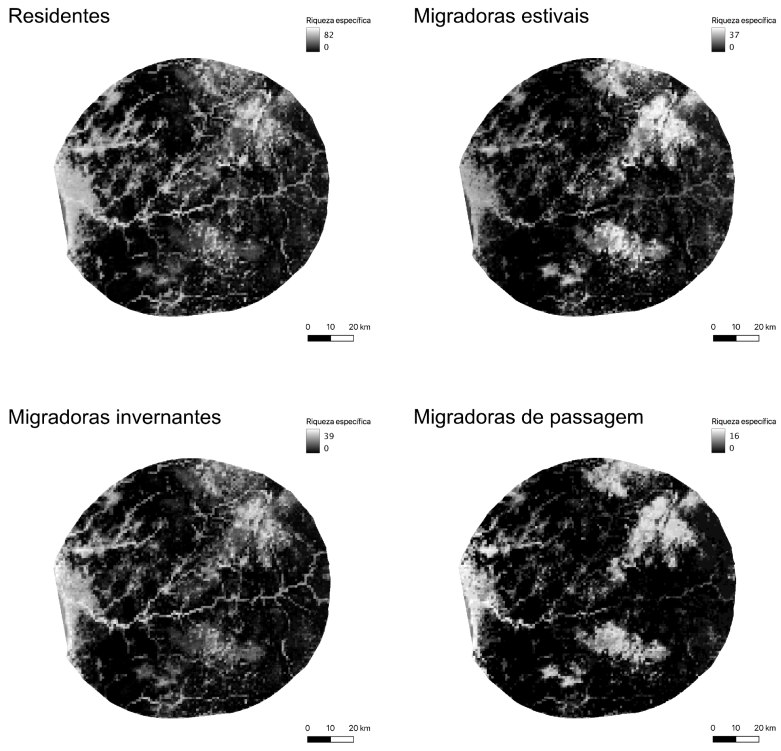


Figura 27: Variação da riqueza específica em cada guilda referente à fenologia das espécies da comunidade de avifauna.

d) Riqueza específica total

A análise permite discernir, à semelhança das análises anteriores, a Serra da Gralheira, Serra do Marão e Serra do Alvão como zonas de maior riqueza específica total (Fig. 28). Assim, observa-se uma relação positivamente significativa ($p < 0,001$; Anexo VII) com as variáveis "Altura da copa (desvio-padrão)", "Percentagem de outras florestas", "Produtividade anual (desvio-padrão)" e "Produtividade no período de reprodução (média e desvio-padrão)", e ainda "Produtividade anual (média)" ($p < 0.01$; Anexo VII). Resulta desta relação uma maior riqueza específica em regiões de vegetação variável e heterogénea, privilegiando não só parcelas florestais, como também matagais, resultante de a variável "Altura da copa (média)" ser negativamente significativa face à riqueza específica total ($p < 0.001$). Como tal, verifica-se uma predominância de espécies em zonas mais elevadas, remotas, dominadas por vegetação esparsa e reduzida dimensão.

É possível constatar duas relações igualmente descritas nas guildas, como é o caso de maior riqueza específica na proximidade de linhas de água e de centros urbanos. No caso da primeira, a variável "Densidade de linhas de água" é positivamente significativa ($p < 0,001$; Anexo VII) com a variação espacial da riqueza específica total. O mesmo se verifica para a variável "Percentagem de área ocupada por edifícios" ($p < 0,001$; Anexo VII).

Há uma clara diferença no que respeita à presença de culturas agrícolas temporárias e culturas agrícolas permanentes. A riqueza específica total parece ser mais elevada na presença de parcelas agrícolas temporárias. A variável "Percentagem de parcelas agrícolas temporárias ou pastagens" é positivamente significativa ($p < 0,001$; Anexo VII). Por seu lado, há menor riqueza específica em regiões caraterizadas por culturas permanentes - i.e., a variável "Percentagem de parcelas agrícolas permanentes" é negativamente significativa ($p < 0,001$; Anexo VII). Uma região que denota esta última circunstância é a região do Douro Vinhateiro.

Por análise da Fig. 30, verifica-se que regiões afetadas ou de reincidência de regime de fogo evidenciam menor riqueza específica. No entanto, as respetivas variáveis ("Percentagem média de área ardida acumulada" e "Severidade média do fogo") são

positivamente relacionadas ($p < 0,001$; Anexo VII) com a variação espacial da riqueza específica total.

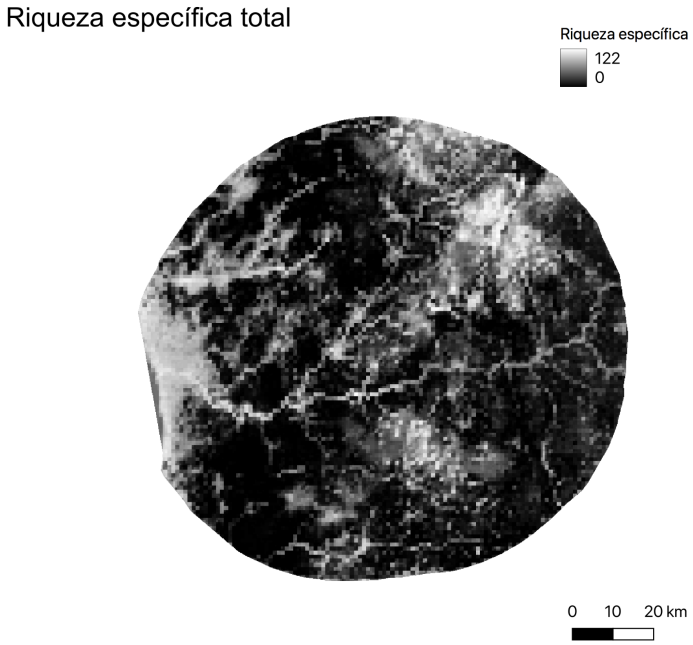


Figura 28: Variação da riqueza específica total da comunidade de avifauna.

4. Discussão

4.1. Comunidade de avifauna da PPRSA

A análise da composição da comunidade de avifauna permitiu constatar a presença de uma grande diversidade taxonómica. A ocorrência de 112 espécies, de 14 Ordens distintas, dentro dos limites da PPRSA, revela-se, por si só, um indicador da variedade de habitats presentes na área de estudo, como descrito por Honrado & Alonso (2022), que fornecerão as condições necessárias para a reprodução, alimentação, etc. Por outro lado, a composição espelha a diversidade de comunidades de avifauna registadas em regiões circundantes e de valor ecológico reconhecido, como a região ruralizada do Baixo Tâmega e Sousa ou o SIC Alvão-Marão.

Constata-se a presença de um número substancial, entre as espécies confirmadas, de casos com um estatuto de conservação desfavorável em Portugal continental. São, no total, onze espécies com estatuto "vulnerável" ou "em perigo". Um dos casos é *Circus pygargus* (em perigo). Fatores como fragmentação de habitats podem influenciar a disponibilidade alimentar, o que poderá afetar o sucesso reprodutivo de uma espécie, por exemplo (Bencatel *et al*., 2018; Nauta *et al*., 2022). A presença de espécies ameaçadas, alvos de esforços de conservação, deve ser abordada com celeridade na região, de modo a perpetuar as condições necessárias do ecossistema.

Em relação às preferências alimentares das espécies, é notória a predominância de insetívoros na PPRSA. Esta guilda destaca-se em número (56 espécies), mas também em níveis de estrato de alimentação utilizados (10 níveis). Estes valores refletem uma enorme diversidade, não apenas taxonómica, mas também de nichos explorados por possíveis subgrupos da mesma guilda, o que seria expectável.

Um número considerável de insetívoros alterna entre níveis como o solo, subcoberto ("arbustos") e copas das árvores ("árvores"). Adamík *et al*. (2003) refere que a presença de várias espécies insetívoras neste tipo de comunidade (e.g.: *Phylloscopus collybita*, *P. trochilus*) é indicativo de estarem a usufruir da presença de florestas decíduas. De facto - e atendendo às previsões individuais de distribuição posteriormente obtidas -, são esperadas 23 a 50 espécies (aprox.) no vale do rio Ovil. Esta região é caraterizada por florestas de *Quercus* spp. e galerias ripícolas de *Alnus lusitanica, Salix atrocinerea* e *Fraxinus angustifolia* (Honrado & Alonso, 2022). Ulyshen (2011) refere uma relação expectável entre a diversidade e abundância de artrópodes e a ocorrência de florestas

temperadas, como as referidas previamente - salvaguardando uma heterogeneidade da floresta. Os vários níveis de composição da vegetação (Canedoli *et al*., 2018), como observado na paisagem da região (Honrado & Alonso, 2022), favorecerá a distribuição desta guilda, servindo ainda a conetividade com regiões como o SIC Alvão-Marão.

Será de referir que 50% das espécies insetívoras são migradoras estivais ou migradoras de passagem - i.e., ocorrem na PPRSA durante os períodos de reprodução e de migração pós-nupcial, correspondendo, sensivelmente, ao trimestre mais quente do ano (Verão). O perfil bioclimático da PPRSA caracteriza-se por um Verão longo, bem como reduzida humidade (Honrado & Alonso, 2022). De acordo com Fernández-Tizón *et al*. (2020), regista-se neste período uma maior abundância de invertebrados. A sua abundância (e diversidade) é crucial para o sucesso reprodutivo de migradoras estivais e migradoras de passagem cuja preferência alimentar assenta maioritariamente em invertebrados (Pearson, 2014). Espécies da Família Hirundinidae, a título de exemplo, alimentam-se de invertebrados em pleno voo, de forma a adquirir energia suficiente para o período de reprodução (Pierce, 1986).

A predominância descrita, no Verão, contrasta com o número observado de insetívoros durante o período de invernada - no qual se regista menor abundância de invertebrados (Fernández-Tizón *et al*., 2020). Na PPRSA, o Inverno é suave, mas de precipitação acentuada (Honrado & Alonso, 2022). A redução na disponibilidade de alimento leva espécies a migrar para latitudes a sul ou a explorar estratégias alimentares distintas. A *Sylvia atricapilla*, residente na área de estudo, é caraterizada como frugívora - i.e., durante o Inverno, alimenta-se dos frutos ou bagas disponíveis, atendendo à escassez de invertebrados, que compõem também uma porção importante da sua dieta (Adamík *et al*., 2003). De modo similar, *Turdus iliacus* e *T. pilaris*, migradoras invernantes e frugívoras, usufruem de uma composição heterogénea das florestas e matagais (Adamík *et al*., 2003; Canedoli *et al*., 2018). O número considerável de espécies residentes granívoras reforça esta questão, e que indica uma estratégia alimentar adequada às características climáticas dos dois períodos considerados.

Na composição da comunidade de avifauna possível e provável, observa-se uma prevalência de espécies cujas caraterísticas são similares às espécies confirmadas no interior da PPRSA (e.g.: predominância de espécies insetívoras e carnívoras). A similitude de nichos reforça a potencial ocorrência destas espécies na área de estudo.

Porém, a fração da comunidade considerada apresenta, também, caraterísticas únicas que a distinguem.

A presença de um número considerável de aves pertencentes à Ordem Charadriiformes realça a proximidade a linhas de água de maior dimensão (Pšeničková & Horák, 2022), como o rio Douro. *Larus fuscus* ou *Chroicocephalus ridibundus* - que se alimentam em meio aquático - poderão ocorrer na área de estudo, embora de passagem. Por seu lado, *Ardea alba* ou *Actitis hypoleucos* refletem a proximidade ao rio Tâmega (afluente do rio Douro), podendo usufruir do afluente rio Galinhas, que drena a imediação sudoeste da PPRSA. A ocorrência de quatro espécies herbívoras (e.g.: *Spatula clypeata*) consolida a perspetiva sobre a influência de zonas húmidas e linhas de água na distribuição de algumas espécies (Godinho *et al*., 2010). Esta análise é complementada pela presença de espécies dependentes de meio aquático (i.e., que se alimentam à superfície da água, ou a pequena profundidade) na PPRSA. A ocorrência de *Ardea cinerea* e *Anas platyrhynchos* evidencia estreita relação com a frequência de linhas de água, assim como *Alcedo atthis* e *Cinclus cinclus*. Estudos futuros poderão incidir sobre a ocorrência de uma comunidade ripícola mais diversa.

A provável ocorrência de *Gallinula chloropus* deve-se à presença de habitats propícios na região. Esta espécie ocorre frequentemente em zonas húmidas, lagos, rios ou interfaces de zonas húmidas com parcelas agrícolas (Talbi *et al*., 2020). Não foram registadas observações da espécie no interior da PPRSA. Mediante a geografia da área de estudo (Honrado & Alonso, 2022), será expectável uma confirmação da espécie, em estudos futuros. O caso de *Pandion haliaetus* é o inverso. Os registos de observação de *P. haliaetus* remetem para o rio Douro, a sul da PPRSA. Frequente na bacia do Mediterrâneo, incluindo Península Ibérica (Monti, 2012), a população reprodutora - assinalada por Almeida *et al.* (2022) como “criticamente em perigo” em Portugal continental - tende a ocorrer em regiões costeiras ou grandes zonas húmidas, onde nidifica (Monti, 2012). No *buffer*, a observação de *P. haliaetus* é no período de migração pós-nupcial, que antecede o período de invernada, sugerindo a sua ocorrência simplesmente de passagem pela PPRSA.

Em última instância, deve-se ter em atenção três casos que poderão ser, mais tarde, confirmados mediante observações na PPRSA. A inclusão de *Estrilda astrild* e *Streptopelia roseogrisea* é, por agora, provisória. *E. astrild é referida* em Almeida *et al*. (2022) como “não aplicável”, sendo não-nativa em território português (ver Anexo I).

Embora gradualmente considerada como naturalizada em Portugal continental desde a sua introdução em 1968 (Reino, 2005), a situação de *E. astrild* deve continuar a ser estudada em abordagens futuras. No caso de *S. roseogrisea*, a situação é distinta, uma vez que se tratará de uma fuga de cativeiro, sendo esta espécie exótica em Portugal continental. No que respeita a possível ocorrência de *Coracias garrulus*, o contexto torna-se mais dúbio, pois é uma espécie das estepes, cuja população reprodutora distribui-se essencialmente pelas regiões do Sul de Portugal continental (Equipa Atlas, 2022). Os habitats existentes na PPRSA não correspondem aos habitats onde ocorre *C. garrulus* durante o período de nidificação, embora esta espécie possa ocorrer durante os seus movimentos migratórios. Até confirmação definitiva da presença na região envolvente à PPRSA, ou efetivamente no interior da PPRSA, a espécie é considerada como de ocorrência possível.

4.2. Previsão de distribuição de espécies e guildas

Os esforços de conservação da biodiversidade devem basear-se no conhecimento da comunidade-alvo e respetiva relação com os potenciais habitats. A análise das relações específicas da comunidade em diferentes escalas é fulcral para o sucesso da estratégia de conservação (Basile *et al*., 2021). Deste modo, como ponto de partida para a mobilização de recursos e definição de estratégias de conservação da avifauna na PPRSA, torna-se imprescindível compreender as relações específicas da mesma com os respetivos habitats, a uma escala regional - i.e., analisando os padrões de diversidade na extensão de 50 km em torno da PPRSA.

A variação espacial da riqueza específica, prevista para as espécies das diferentes guildas, permite demarcar dois *hotspots* bastante evidentes para a avifauna considerada: o SIC Alvão-Marão e a Serra da Gralheira. Esta regiões partilham perfis bioclimáticos e tipos de vegetação com a área de estudo, caraterísticas de uma região de transição bioclimática (Honrado & Alonso, 2022). A variação espacial da riqueza específica total indica que a distribuição das espécies passa essencialmente por regiões elevadas, remotas, caraterizadas por habitats naturais e seminaturais (onde a intensidade dos usos do solo é menor), como observado ao longo da extensão da área de estudo.

Isto apontará para uma similaridade entre comunidades de avifauna, indicando convergência de nichos ecológicos a partir das caraterísticas discriminadas no presente

estudo (i.e., preferência alimentar, estrato de alimentação e fenologia). A transição de indivíduos de várias espécies entre territórios é favorecida por uma continuidade geográfica e orográfica, como observado entre a Serra do Castelo e a Serra do Marão. A extremidade sudoeste da Serra do Marão surge integrada na extensão da área protegida (e.g.: município de Mafómedes). Por exemplo, *Gyps fulvus* é um de vários exemplos que ilustra esta circunstância, onde os modelos de distribuição elaborados sugerem a ocorrência nas regiões de maior altitude do maciço da Aboboreira-Castelo (Anexo VI), e suporta o nivel de ocorrencia na PPRSA inicialmente atribuido (possivel).

As variáveis preditivas, em conjugação com a análise da variação de riqueza específica para as guildas de preferência alimentar ou de estrato de alimentação, salientam a expectável relação espácio-temporal da disponibilidade de alimento e de locais de nidificação na distribuição da avifauna (Jähnig *et al*., 2018; Barras *et al*., 2022; Sutton *et al*., 2023) - sendo esta perspetiva complementada com o período reprodutivo de espécies migradoras estivais ou até residentes (Pierce, 1986; Bencatel *et al.*, 2018; Nauta *et al.*, 2022).

De um modo geral, a variação espacial de riqueza específica de espécies insetívoras, frugívoras e granívoras remete para elementos determinantes de composição da paisagem. A heterogeneidade e distribuição da vegetação pelas encostas e vales, a predominância de flora arbustiva face às florestas ou a ocorrência de mosaicos agroflorestais (saliente-se as culturas temporárias ou pastagens) tornam-se elementos fulcrais na análise das distribuições expectáveis das guildas (Adamík *et al.*, 2003; Canedoli *et al*., 2018; Jähnig *et al*., 2018). A presença de *Hirundo rustica*, espécie insetívora e estival, será indicativa de maior riqueza alimentar mediante a composição da paisagem (Kusack *et al*., 2022), nomeadamente na presença de linhas de água e de mosaicos agroflorestais. Algo semelhante se observa na distribuição de herbívoros, tais como *Anas platyrhynchos* - a estrita relação que suscitam demonstrar com linhas de água e respetivas margens coloca em evidência a preferência alimentar que adotam (Godinho *et al*., 2010).

Carnívoros e insetívoros apresentam, ainda, uma estreita relação espácio-temporal com a disponibilidade de presas na região (Barras *et al*., 2022; Sutton *et al*., 2023). Esta relação é verificável na composição das guildas de fenologia. Um grande número de espécies migradoras estivais, migradoras de passagem e residentes é caracterizado como insetívoro ou carnívoro. Esta predominância é resultante de uma maior

abundância de presas durante períodos de temperatura mais elevada e menor taxa de precipitação (Pearson, 2014; Fernández-Tizón *et al*., 2020). Porém, deve-se salvaguardar uma determinada variabilidade da paisagem, que se é determinante na distribuição das presas e na nidificação (Jähnig *et al*., 2018) - elementos que apelam ao sucesso reprodutivo das espécies da comunidade.

De modo contrastante, no Inverno, a disponibilidade de alimento é menor, mais dispersa e influenciada por condições climatéricas adversas (e.g.: taxa de precipitação mais elevada), pelo que espécies granívoras e frugívoras procuram as zonas de vale dominadas por florestas e áreas agrícolas temporárias. Renner *et al*. (2013) apontam para que várias espécies presentes na PPRSA se alimentem de sementes durante o período considerado. Já a ocorrência de espécies insetívoras durante o Inverno, como o caso de *Parus major* (espécie residente), indica tratar-se de uma adaptação temporal aos recursos alimentares disponíveis. A dieta descrita por Marek *et al*. (2011) revela a integração de uma porção limitada de invertebrados complementada por sementes e rebentos. Assim, a variação de temperatura e de precipitação assumem-se determinantes no período de ocorrência das espécies, mas a composição da paisagem é ainda mais esclarecedora no que respeita à preferência alimentar das espécies das quatro guildas.

Um detalhe que se revela notório é a ocorrência expectável da grande maioria das guildas em centros urbanos, onde se regista maior intensidade dos usos do solo. Este é um aspeto irregular e muito pouco expectável. Höhn *et al*., (2024) aponta para esta mesma questão, no caso de *P. major* e *Cyanistes caeruleus*, que registam uma dieta deficiente em habitats urbanos (menor abundância de invertebrados). Consequentemente, a sobrevivência e sucesso reprodutivo das referidas espécies fica comprometida, o que contrapõe face à distribuição expectável obtida.

4.3. Limitações e investigação futura

O presente estudo incidiu sobre uma base de dados compilada a partir de informação disponível no GBIF. Os registos de observação recolhidos correspondem a observações de grupos individualizados, não seguindo uma metodologia idêntica. Um aspeto que se destaca relativamente a esta questão é a elevada presença de espécies em áreas urbanas (e.g.: Área Metropolitana do Porto). Será, portanto, expectável algum enviesamento nas previsões de distribuição. Canedoli *et al*. (2018) obteve uma relação

positiva entre a presença e densidade dos espaços verdes urbanos e periurbanos e a diversidade e abundância de avifauna observada. Em determinado momento do presente estudo, atentou-se a possível exclusão da variável "Percentagem de área ocupada por edifícios", mas os resultados não foram diferentes dos resultados expostos previamente. Chauvier *et al*. (2021) abordou uma metodologia possível (e viável) para a eliminação de enviesamento da amostra, através de inclusão de variáveis referentes à densidade urbana. A metodologia não foi testada durante este estudo, pelo que será uma das possibilidades em análise para novos estudos.

Destacamos brevemente, nesta secção, duas resoluções alternativas para a remoção do enviesamento: adequação dos modelos de distribuição para cada espécie; registos de observação a partir de campanhas de monitorização no território.

A modelação de distribuição de espécies por SDMs, a partir do pacote *BIOMOD2*, poderá constituir um dos pontos-chave do enviesamento – acima de tudo, sobrestimando valores de probabilidade de ocorrência, por base na densidade de observadores em áreas urbanas. Será importante reavaliar, em estudo futuro, a distribuição de cada espécie da comunidade de avifauna. Para tal, poder-se-á considerar a adequação de abordagens de modelação por cada espécie considerada. Uma possível abordagem será a utilização de *downscaling* em modelação, tornando os resultados das previsões mais próximos de um cenário real. Keil *et al.* (2013) reforçou, a título de curiosidade, as diferenças verificadas em várias abordagens de modelação, destacando a importância de *downscaling* na compreensão da distribuição expectável de uma espécie, em determinado território. Relativização do esforço de amostragem ou a utilização de modelos não-correlativos serão outras abordagens alternativas.

Uma calendarização de campanhas de monitorização, por sua vez, permitiria conferir maior rigor às previsões individuais de estudos futuros. As campanhas de monitorização teriam um caráter de validação das tendências de distribuição previstas, ao invés de procurar confirmar presenças/ausências de espécies no território considerado. A seleção de zonas específicas de observação seria efetuada avaliação de zonas de maior interesse ecológico, locais de ocorrência provável de determinada espécie ou conjunto de espécies, ou mesmo zonas representativas de maior fragilidade do ecossistema. Os resultados da monitorização permitiriam desenvolver uma nova base de dados de registos de observação, direcionada para estudos futuros na PPRSA. O

processo metodológico descrito poderia conduzir à remoção do enviesamento, promovido pela densidade de observadores.

Outro aspeto a considerar seria a inclusão de projetos locais ou regionais (e.g.: BioBlitz), agilizando o processo de monitorização. Este fator adquire maior relevância quando constatando a presença de várias espécies com estatuto de conservação desfavorável em território português (Almeida *et al*., 2022), mas não no contexto internacional (BirdLife International, 2018; BirdLife International, 2021). Perante este cenário, a sua conservação em Portugal continental adquire um interesse local/regional. A potencial extinção em território português alerta a comunidade científica de modo a considerar estratégias mais localizadas, como é o caso da PPRSA. Dita consciencialização da população da região facilitaria futuras estratégias de conservação na PPRSA.

Adicionalmente, colocar-se-ia a sugestão de, em estudos futuros, se realizar uma nova análise estatística às guildas, recorrendo à totalidade dos modelos considerados na conceção das previsões individuais de distribuição. Para esta componente do estudo, por limitações temporais, houve apenas a oportunidade de se avaliar a relação entre variação espacial da riqueza específica e as variáveis preditivas recorrendo somente a um dos dez métodos de modelação considerados no processo com o BIOMOD2 (modelo linear generalizado; GLM). Embora as estimativas obtidas devam aproximar-se das previsões obtidas no processo final, devido ao método modelo conservador utilizado, deverá ainda assim ser replicado este passo da análise estatística recorrendo a todos os modelos na génese das previsões individuais (i.e., os dez modelos utilizados em *BIOMOD2*), para uma abordagem mais robusta e completa.

Conclusão

Com o presente estudo, pretendeu-se recolher o máximo de informação disponível acerca da comunidade de aves presente na Paisagem Protegida Regional da Serra da Aboboreira (PPRSA), e que poderá auxiliarna gestão dos recursos biológicos da área de estudo, nomeadamente das espécies de conservação prioritária.

A perceção de *hotspots* de avifauna, contíguos à área de estudo, evidencia a importância de um reforço da conetividade regional da PPRSA com os maciços do Alvão-Marão e o maciço da Gralheira. Conciliar a informação relativa à comunidade de avifauna da PPRSA com a de referidas comunidades possibilitaria a definição de estratégias de conservação de continuidade regional, ao invés de a individualizar no território considerado. A uma escala local, a promoção e manutenção de habitats de grande altitude (nomeadamente matagais) e de florestas decíduas, presentes nos vales, facilitaria o movimento das espécies entre territórios - assegurando comunidades estáveis e resilientes a perturbações externas.

A possibilidade de mobilizar projetos locais e de ciência-cidadã, inseridos nas campanhas de monitorização das espécies, permitiria criar uma rede de observações dirigidas a locais específicos e fulcrais. A conceção de uma nova base de dados dos registos de observações das espécies consideradas permitiria antecipar cenários de extinção local de espécies, cujo estatuto de conservação é, atualmente, desfavorável. Para tal, encarar a conservação de habitats prioritários e adequados para as espécies visadas, mediante a perspetiva de indicador de conservação da biodiversidade das Aves, contribuirá para a perpetuação de ecossistemas saudáveis na região do Baixo Tâmega e Sousa.

Referências bibliográficas

Ackerly, D. D., & Cornwell, W. K. (2007). A trait-based approach to community assembly: partitioning of species trait values into within- and among-community components. Ecology Letters, 10(2), 135-145. https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2006.01006.x

Adamík, P., Korňan, M., & Vojtek, J. (2003). The effect of habitat structure on guild patterns and the foraging strategies of insectivorous birds in forests. Biologia, 58, 245-285.

Almeida, J., Godinho, C., Leitão, D., Lopes, R.J. (2022) Lista Vermelha das Aves de Portugal Continental. SPEA, ICNF, LabOR/UÉ, CIBIO/BIOPOLIS, Portugal.

Alonso, J. & Honrado, J. (Coord.) (2014). Aboboreira: Património, Natureza e Paisagem. Vol. I. Amarante, Impress24. https://www.cm-marco-canaveses.pt/download/582/paisagem-protegida-regional-da-serra-da-aboboreira/12489/05_aboboreira-patrimonio-natureza-e-paisagem-vol-i.pdf

Alves, P., Elias, G., Frade, J., Nicolau, P., Pereira, J. (2023). Aves do Mundo – Lista de Nomes Portugueses. https://avesdomundo.info/

Araújo, M. B., & New, M. (2007). Ensemble forecasting of species distributions. Trends in Ecology & Evolution, 22(1), 42-47. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tree.2006.09.010

Araújo, M. B., & Rahbek, C. (2006). How Does Climate Change Affect Biodiversity? Science, 313(5792), 1396-1397. https://doi.org/doi:10.1126/science.1131758

Asaad, I. et al. (2016). Ecological criteria to identify areas for biodiversity conservation, Biological Conservation. http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2016.10.007

Barras, A. G., Candolfi, I., & Arlettaz, R. (2022). Spatio-temporal patterns of earthworm abundance suggest time-limited food availability for a subalpine bird species. Pedobiologia, 93-94, 150826. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.pedobi.2022.150826

Basile, M., Storch, I., & Mikusiński, G. (2021). Abundance, species richness and diversity of forest bird assemblages – The relative importance of habitat structures and

landscape context. Ecological Indicators, 133, 108402. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.108402

Bastos, R., Pinhanços, A., Santos, M., Fernandes, R.F., Vicente, J.R., Morinha, F., Honrado, J.P., Travassos, P., Barros, P. and Cabral, J.A. (2016), Evaluating the regional cumulative impact of wind farms on birds: how can spatially explicit dynamic modelling improve impact assessments and monitoring?. J Appl Ecol, 53: 1330-1340. https://doi.org/10.1111/1365-2664.12451

Batáry, P., Matthiesen, T., & Tscharntke, T. (2010). Landscape-moderated importance of hedges in conserving farmland bird diversity of organic vs. conventional croplands and grasslands. Biological Conservation, 143(9), 2020-2027. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.biocon.2010.05.005

Bencatel, J., Ferreira, C. C., Barbosa, A. M., Rosalino, L. M., & Álvares, F. (2018). Research trends and geographical distribution of mammalian carnivores in Portugal (SW Europe). PLoS One, 13(11), e0207866. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0207866

Bennun, L and Fanshawe, J. (1997). African rainforest and biodiversity conservation. Oxford: oxford university press.

BirdLife International (2004). State of the World's Birds: Indicators for Our Changing World. BirdLife International, Cambridge - UK.

BirdLife International (2018). Coturnix coturnix. The IUCN Red List of Threatened Species 2018: e.T22678944A131904485. https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018-2.RLTS.T22678944A131904485.en (consultado a 14/07/2024).

BirdLife International (2021) European Red List of Birds. Luxembourg: Publications Office of the European Union.

Cabos, W., de la Vara, A., Álvarez-García, F.J. et al (2020). Impact of ocean-atmosphere coupling on regional climate: the Iberian Peninsula case. Clim Dyn 54, 4441–4467. https://doi.org/10.1007/s00382-020-05238-x

Cabral, M.J. (coord.), J. Almeida, P.R. Almeida, T. Delliger, N. Ferrand de Almeida, M.E. Oliveira, J.M. Palmeirim, A.I. Queirós, L. Rogado, M. Santos-Reis (eds.) (2005). Livro Vermelho dos Vertebrados de Portugal. Instituto da Conservação da Natureza. Lisboa. 659p.

Canedoli, C., Manenti, R. & Padoa-Schioppa, E. (2018). Birds biodiversity in urban and periurban forests: environmental determinants at local and landscape scales. Urban Ecosyst 21, 779–793. https://doi.org/10.1007/s11252-018-0757-7

Carignan, V., & Villard, M.A. (2002). Selecting Indicator Species to Monitor Ecological Integrity: A Review. Environmental Monitoring and Assessment, 78(1), 45-61. https://doi.org/10.1023/A:1016136723584

Carvalho, S.B., Gonçalves, J., Guisan, A. and Honrado, J.P. (2016), Systematic site selection for multispecies monitoring networks. J Appl Ecol, 53: 1305-1316. https://doi.org/10.1111/1365-2664.12505

Catry, P., Costa, H., Elias, G., & Matias, R. (2010). Aves de Portugal: Ornitologia do território continental. Assirio & Alwin.

Chauvier, Y., Zimmermann, N. E., Poggiato, G., Bystrova, D., Brun, P., & Thuiller, W. (2021). Novel methods to correct for observer and sampling bias in presence-only species distribution models. Global Ecology and Biogeography, 30(11), 2312-2325. https://doi.org/https://doi.org/10.1111/geb.13383

Civantos, E., Monteiro, A. T., Gonçalves, J., Marcos, B., Alves, P., & Honrado, J. P. (2018). Patterns of landscape seasonality influence passerine diversity: Implications for conservation management under global change. *Ecological Complexity*, *36*, 117-125. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ecocom.2018.07.001

CBD (Convention on Biological Diversity) (2010). Strategic Plan for Biodiversity 2011-2020: Provisional Technical Rationale, Possible Indicators and Suggested Milestones for the Aichi Biodiversity Targets. Conference of the Parties to the convention on biological diversity. UNEP (United Nations Environment Programme) Nagoya, Japão. Disponível em: https://www.cbd.int/doc/meetings/cop/cop-10/official/cop-10-27-add1-en.pdf. (consultado a 14/01/2025)

CBD (Convention on Biological Diversity) (2020). Strategic Plan for Biodiversity 2011-2020, including Aichi Biodiversity Targets. https://www.cbd.int/sp/default.shtml (consultado a 14/07/2024)

CBD (Convention on Biological Diversity) (2024a). The Convention on Biological Diversity - History of the Convention. https://www.cbd.int/history (consultado a 14/07/2024)

CBD (Convention on Biological Diversity). (2024b). Protected areas overview. Convention on Biological Diversity. https://www.cbd.int/protected/overview (acedido a 12/12/2024)

De Chazournes, L.B. (2009). Convention on biological diversity and its protocol on biosafety. United Nations Audiovisual Library of International Law. , em: https://www.un.org/law/avl. (consultado a 20/07/2024)

de Jager, A., Vogt, J. (2003). Rivers and Catchments of Europe - Catchment Characterisation Model (CCM). European Commission, Joint Research Centre (JRC) [Dataset] PID: http://data.europa.eu/89h/8c681046-726b-413d-aff8-b1afebd73c0a

DGT (Direção-Geral do Território) (2019). Especificações técnicas da Carta de Uso e Ocupação do Solo (COS) de Portugal Continental para 2018. Relatório Técnico. Direção-Geral do Território.

Docherty, T. D. S., Hethcoat, M. G., MacTavish, L. M., MacTavish, D., Dell, S., Stephens, P. A., & Willis, S. G. (2020). Burning savanna for avian species richness and functional diversity. Ecological Applications, 30(4), e02091. https://doi.org/https://doi.org/10.1002/eap.2091

Equipa Atlas (2018). Atlas das Aves Invernantes e Migradoras de Portugal 2011-2013. Sociedade Portuguesa para o Estudo das Aves, LabOr- Laboratório de Ornitologia – ICAAM - Universidade de Évora, Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas, Instituto das Florestas e Conservação da Natureza (Madeira), Secretaria Regional da Energia, Ambiente e Turismo (Açores) e Associação Portuguesa de Anilhadores de Aves. Lisboa.

Equipa Atlas (2022). III Atlas das Aves Nidificantes de Portugal (2016-2021). SPEA, ICNF, LabOr/UÉ, IFCN. Portugal.

EC (European Commission) (2024a). Pacto Ecológico Europeu - Ser o primeiro continente com impacto neutro no clima. https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_pt (consultado a 20/07/2024)

EC (European Commission) (2024b). Nature Restoration Law - Supporting the restoration of ecosystems for people, the climate and the planet. https://environment.ec.europa.eu/topics/nature-and-biodiversity/nature-restoration-law_en (consultado a 20/07/2024)

EC (European Commission) (2024c). The Birds Directive. EU measures to protect Europe's wild bird species. https://environment.ec.europa.eu/topics/nature-and-biodiversity/birds-directive_en (consultado a 20/07/2024)

EC (European Commission) (2024d). The Habitats Directive. EU measures to conserve Europe's wild flora and fauna. https://environment.ec.europa.eu/topics/nature-and-biodiversity/habitats-directive_en (consultado a 20/07/2024)

EC (European Commission) (2024e). Natura 2000. The largest network of protected areas in the world. https://environment.ec.europa.eu/topics/nature-and-biodiversity/natura-2000_en (consultado a 20/07/2024)

EEA (European Environment Agency) (2024). Common bird index in the EU, 1990-2022. https://www.eea.europa.eu/en/analysis/indicators/common-bird-index-in-europe (consultado a 25/07/2024)

Fernández-Tizón, M., Emmenegger, T., Perner, J., & Hahn, S. (2020). Arthropod biomass increase in spring correlates with NDVI in grassland habitat. Die Naturwissenschaften, 107(5), 42. https://doi.org/10.1007/s00114-020-01698-7

Fraixedas, S., Lindén, A., Piha, M., Cabeza, M., Gregory, R., & Lehikoinen, A. (2020). A state-of-the-art review on birds as indicators of biodiversity: Advances, challenges, and future directions. Ecological Indicators, 118, 106728. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106728

Freeman, E. A., & Moisen, G. G. (2008). A comparison of the performance of threshold criteria for binary classification in terms of predicted prevalence and kappa. Ecological Modelling, 217(1), 48-58. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2008.05.015

GBIF (Global Biodiversity Information Facility) (2024). What is GBIF? https://www.gbif.org/what-is-gbif (consultado a 11/07/2024)

Godinho, C., Rabaça, J. E., & Segurado, P. (2010). Breeding bird assemblages in riparian galleries of the Guadiana River basin (Portugal): the effect of spatial structure and habitat variables. *Ecological Research*, *25*(2), 283-294. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s11284-009-0655-9

Gonçalves, C., Honrado, J. P., Cerejeira, J., Sousa, R., Fernandes, P. M., Vaz, A. S., Alves, M., Araújo, M., Carvalho-Santos, C., Fonseca, A., Fraga, H., Gonçalves, J. F.,

Lomba, A., Pinto, E., Vicente, J. R., & Santos, J. A. (2022). On the development of a regional climate change adaptation plan: Integrating model-assisted projections and stakeholders' perceptions. Science of The Total Environment, 805, 150320. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.150320

Gonçalves, J., Marcos, B., Honrado, J. (2023). Spatiotemporal trends in burn severity in the last two decades for mainland Portugal.2nd International Congress on Fire in the Earth System (FES) — Humans and Nature, Granada, Spain, 4 – 8 July 2023. https://severus.pt/wp-content/uploads/2024/03/FES_Goncalves_et_al-2023-final-v1.pdf

Guimarães, R.C. (2017). Capítulo 2 - Bacia Hidrográfica. In: Guimarães, R. C., Shahidian, S. e Rodrigues, C. M. (Editores). Hidrologia Agrícola, 2ª edição. ISBN: 978-989-8550-40-8. ECT e ICAAM. Évora, 5-22.

Guisan, A. and Rahbek, C. (2011), SESAM – a new framework integrating macroecological and species distribution models for predicting spatio-temporal patterns of species assemblages. Journal of Biogeography, 38: 1433-1444. https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2011.02550.x

Guisan, A., Tingley, R., Baumgartner, J. B., Naujokaitis-Lewis, I., Sutcliffe, P. R., Tulloch, A. I. T., Regan, T. J., Brotons, L., McDonald-Madden, E., Mantyka-Pringle, C., Martin, T. G., Rhodes, J. R., Maggini, R., Setterfield, S. A., Elith, J., Schwartz, M. W., Wintle, B. A., Broennimann, O., Austin, M., Ferrier, S., Kearney, M. R., Possingham, H. P., & Buckley, Y. M. (2013). Predicting species distributions for conservation decisions. Ecology Letters, 16(12), 1424-1435. https://doi.org/https://doi.org/10.1111/ele.12189

Gray, C. L., Hill, S. L. L., Newbold, T., Hudson, L. N., Borger, L., Contu, S., Hoskins, A. J., Ferrier, S., Purvis, A., Scharlemann, J. P. W. (2016). Local biodiversity is higher inside than outside terrestrial protected areas worldwide. Nat. Commun. 7, 12306. https://doi.org/10.1038/ncomms12306

Gregory, R. D., & Strien, A. v. (2010). Wild Bird Indicators: Using Composite Population Trends of Birds as Measures of Environmental Health. Ornithological Science, 9(1), 3-22, 20. https://doi.org/10.2326/osj.9.3

HBW (Handbook of the Birds of the World) & BirdLife International (2024). Handbook of the Birds of the World and BirdLife International digital checklist of the birds of the world. Version 8.1. Disponível em http://datazone.birdlife.org/species/taxonomy

Hoffmann, S., Beierkuhnlein, C., Field, R. *et al.* Uniqueness of Protected Areas for Conservation Strategies in the European Union. *Sci Rep* 8, 6445 (2018). https://doi.org/10.1038/s41598-018-24390-3

Höhn, D., Masello, J. F., Kümmel, M. N., Griep, S., Goesmann, A., & Quillfeldt, P. (2024). Nestling Diet of Two Sympatric Insectivorous Passerines in Different Habitats—A Metabarcoding Study. Birds, 5(1), 67-89. https://www.mdpi.com/2673-6004/5/1/5

Honrado, J. & Alonso, J. (Coord.) (2022). Paisagem Protegida Regional da Serra da Aboboreira: Resumo Técnico/Abril 2022. Documento técnico de suporte à criação da Paisagem Protegida Regional da Serra da Aboboreira. Disponível no âmbito do processo de discussão pública. Associação de Municípios do Baixo Tâmega, Serra da Aboboreira, Associação BIOPOLIS, CIBIO-UP e Fundação Belmiro de Azevedo. https://participa.pt/contents/consultationdocument/01_Documento%20T%C3%A9cnico%20de%20Suporte_PPRSA.pdf

Honrado, J.P., Pereira, H.M. and Guisan, A. (2016), Fostering integration between biodiversity monitoring and modelling. J Appl Ecol, 53: 1299-1304. https://doi.org/10.1111/1365-2664.12777

ICNF (Instituto de Conservação da Natureza e das Florestas) (2024). Rede Natura 2000. https://sig.icnf.pt/portal/home/item.html?id=a158877a57eb4f5fbad767d36e261fab (consultado em 27/07/2024)

Jähnig, S., Alba, R., Vallino, C., Rosselli, D., Pittarello, M., Rolando, A., & Chamberlain, D. (2018). The contribution of broadscale and finescale habitat structure to the distribution and diversity of birds in an Alpine forest-shrub ecotone. Journal of Ornithology, 159(3), 747-759. https://doi.org/10.1007/s10336-018-1549-9

Jaureguiberry, P. et al. (2022). The direct drivers of recent global anthropogenic biodiversity loss. Sci. Adv.8,eabm9982. https://doi.org/10.1126/sciadv.abm9982

Jerome, H. F. (1991). Multivariate Adaptive Regression Splines. The Annals of Statistics, 19(1), 1-67. https://doi.org/10.1214/aos/1176347963

Jenkins, C. N., Pimm, S. L., & Joppa, L. N. (2013). Global patterns of terrestrial vertebrate diversity and conservation. Proceedings of the National Academy of Sciences, 110(28), E2602-E2610. https://doi.org/doi:10.1073/pnas.1302251110

Jetz, W., McPherson, J.M., Guralnick, R.P. (2012) Integrating biodiversity distribution knowledge: toward a global map of life. Trends Ecol Evol 27:151–159. https://doi:10.1016/j.tree.2011.09.007

Karger, D.N., Conrad, O., Böhner, J., Kawohl, T., Kreft, H., Soria-Auza, R.W., Zimmermann, N.E., Linder, P., Kessler, M. (2017). Climatologies at high resolution for the Earth land surface areas. Scientific Data. 4 170122. https://doi.org/10.1038/sdata.2017.122

Karger D.N., Conrad, O., Böhner, J., Kawohl, T., Kreft, H., Soria-Auza, R.W., Zimmermann, N.E, Linder, H.P., Kessler, M. (2018): Data from: Climatologies at high resolution for the earth's land surface areas. EnviDat. https://doi.org/10.16904/envidat.228.v2.1

Keil, P., Belmaker, J., Wilson, A. M., Unitt, P., & Jetz, W. (2013). Downscaling of species distribution models: a hierarchical approach. Methods in Ecology and Evolution, 4(1), 82-94. https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.2041-210x.2012.00264.x

Kelly, L.T., Bennett, A.F., Clarke, M.F. and McCarthy, M.A. (2015), Optimal fire histories for biodiversity conservation. Conservation Biology, 29: 473-481. https://doi.org/10.1111/cobi.12384

Korňan, M., & Kropil, R. (2014). What are ecological guilds? Dilemma of guild concepts. Russian Journal of Ecology, 45(5), 445-447. https://doi.org/10.1134/S1067413614050178

Kosicki, J. Z. (2017). Should topographic metrics be considered when predicting species density of birds on a large geographical scale? A case of Random Forest approach. Ecological Modelling, 349, 76-85. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2017.01.024

Kusack, J. W., Mitchell, G. W., Evans, D. R., Cadman, M. D., McCune, J. L., & Hobson, K. A. (2022). Diet of nestling Barn Swallows in an agroecosystem: insights from fecal DNA barcoding and feather stable isotopes (δ13C, δ15N). Journal of Ornithology, 163(1), 137-150. https://doi.org/10.1007/s10336-021-01917-6

Lang, N., Jetz, W., Schindler, K. et al. A high-resolution canopy height model of the Earth. Nat Ecol Evol 7, 1778–1789 (2023). https://doi.org/10.1038/s41559-023-02206-6

Lees, A. C., Haskell, L., Allinson, T., Bezeng, S. B., Burfield, I. J., Renjifo, L. M., Rosenberg, K. V., Viswanathan, A., & Butchart, S. H. M. (2022). State of the World's Birds. Annual Review of Environment and Resources, 47 (Volume 47, 2022), 231-260. https://doi.org/https://doi.org/10.1146/annurev-environ-112420-014642

Lomba, A., Ferreiro da Costa, J., Ramil-Rego, P., & Corbelle-Rico, E. (2022). Assessing the link between farming systems and biodiversity in agricultural landscapes: Insights from Galicia (Spain). Journal of Environmental Management, 317, 115335. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.115335

Matias, R., Catry, P., Costa, H., Elias, G., Jara, J., Moore, C. C., & Tomé, R. (2007). Lista sistemática das aves de Portugal Continental. Anuário Ornitológico, 5, 74-132.

Marek, V. k., Peter, K., & Anton, K. (2011). Food composition of wintering great tits (Parus major): habitat and seasonal aspects. Folia Zoologica, 60(3), 228-236. https://doi.org/10.25225/fozo.v60.i3.a7.2011

Marques, A.T., Henriques, I.S., Catry, I., Moreira, M.I. (2005). Distribution of the Roller Coracias garrulus in Portugal, an historical approach. Ardeola, 52, 173-176. https://www.ardeola.org/uploads/articles/docs/1235.pdf

Martin, K., Altamirano, T. A., de Zwaan, D. R., Hick, K. G., Vanderpas, A., & Wilson, S. (2021). Avian ecology and community structure across elevation gradients: The importance of high latitude temperate mountain habitats for conserving biodiversity in the Americas. Global Ecology and Conservation, 30, e01799. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.gecco.2021.e01799

Martin, T. E., & Blackburn, G. A. (2007). "Forest Canopy Height and Bird Species Richness along an Amazonian Gradient." Journal of Tropical Ecology, 23(6), 715-718. DOI: 10.1017/S0266467407004507

Mekonen, S. (2017). Birds as Biodiversity and Environmental Indicator. Advances in Life Science and Technology, 60, 16-22.

McCullagh, P. and Nelder, J.A. (1989) Generalized Linear Models. 2nd Edition, Chapman and Hall, London. http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4899-3242-6

McDonald, R. I., Kareiva, P., & Forman, R. T. T. (2008). The implications of current and future urbanization for global protected areas and biodiversity conservation. Biological

Conservation, 141(6), 1695-1703. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.biocon.2008.04.025

Monti, F. (2012). The Osprey, Pandion haliaetus, State of knowledge and conservation of the breeding population of the Mediterranean basin. Initiative PIM. 26p.

NRS (National Research Council,US) Committee on Noneconomic and Economic Value of Biodiversity. Perspectives on Biodiversity: Valuing Its Role in an Everchanging World. Washington (DC): National Academies Press (US); 1999. 2, What is Biodiversity? https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK224405/

Nauta, J., Simoens, P., Khaluf, Y., & Martinez-Garcia, R. (2022). Foraging behaviour and patch size distribution jointly determine population dynamics in fragmented landscapes. Journal of The Royal Society Interface, 19(191), 20220103. https://doi.org/10.1098/rsif.2022.0103

Niemelä, J. (2000). Biodiversity monitoring for decision-making. Annales Zoologici Fennici, 37(4), 307–317. http://www.jstor.org/stable/23735723

Pearson, R. G. (2014). Dynamics of Invertebrate Diversity in a Tropical Stream. Diversity, 6(4), 771-791. https://www.mdpi.com/1424-2818/6/4/771

Pedersen EJ, Miller DL, Simpson GL, Ross N. (2019). Hierarchical generalized additive models in ecology: an introduction with mgcv. PeerJ 7:e6876 https://doi.org/10.7717/peerj.6876

Pereira, H. M., Leadley, P. W., Proença, V., Alkemade, R., Scharlemann, J. P. W., Fernandez-Manjarrés, J. F., Araújo, M. B., Balvanera, P., Biggs, R., Cheung, W. W. L., Chini, L., Cooper, H. D., Gilman, E. L., Guénette, S., Hurtt, G. C., Huntington, H. P., Mace, G. M., Oberdorff, T., Revenga, C., Rodrigues, P., Scholes, R. J., Sumaila, U. R., & Walpole, M. (2010). Scenarios for Global Biodiversity in the 21st Century. Science, 330(6010), 1496-1501. https://doi.org/doi:10.1126/science.1196624

Pereira, H. M., Navarro, L. M., & Martins, I. S. (2012). Global Biodiversity Change: The Bad, the Good, and the Unknown. Annual Review of Environment and Resources, 37(Volume 37, 2012), 25-50. https://doi.org/https://doi.org/10.1146/annurev-environ-042911-093511

Phillips, S. J., Anderson, R. P., & Schapire, R. E. (2006). Maximum entropy modeling of species geographic distributions. Ecological Modelling, 190(3), 231-259. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2005.03.026

Pierce, R. J. (1986). Observations on behaviour and foraging of the Ibisbill Ibidorhyncha struthersii in Nepal. Ibis, 128(1), 37-47. https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1474-919X.1986.tb02090.x

Pittroff, W. & Pedersen, E. (2005). Ecological Modelling. In. https://doi.org/10.1038/npg.els.0003270

Piratelli, A.J., Piña-Rodrigues, F.C.M., Raedig, C. (2019). Integrating Biodiversity Conservation into Agroecosystem Management: Using Birds to Bring Conservation and Agricultural Production Together. In: Nehren, U., Schlüter, S., Raedig, C., Sattler, D., Hissa, H. (eds) Strategies and Tools for a Sustainable Rural Rio de Janeiro. Springer Series on Environmental Management. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-89644-1_10

Pollock, L. J., O'Connor, L. M. J., Mokany, K., Rosauer, D. F., Talluto, M. V., & Thuiller, W. (2020). Protecting Biodiversity (in All Its Complexity): New Models and Methods. Trends in Ecology & Evolution, 35(12), 1119-1128. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tree.2020.08.015

Pšeničková, T., & Horák, J. (2022). Influence of forest landscape on birds associated with lowland water bodies. Forest Ecology and Management, 513, 120199. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foreco.2022.120199

QGIS.org (2024). QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. http://qgis.org

Renner, S. C., Baur, S., Possler, A., Winkler, J., Kalko, E. K. V., Bates, P. J. J., & Mello, M. A. R. (2013). Food Preferences of Winter Bird Communities in Different Forest Types. PLoS One, 7(12), e53121. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0053121

Reino, L. (2005). Variation partitioning for range expansion of an introduced species: The common waxbill Estrilda astrild in Portugal. Journal of Ornithology, 146, 377-382. https://doi.org/10.1007/s10336-005-0093-6

RStudio Team (2020). RStudio: Integrated Development for R. RStudio, PBC, Boston, MA URL http://www.rstudio.com/

Ries, L., & Sisk, T. D. (2004). A PREDICTIVE MODEL OF EDGE EFFECTS. Ecology, 85(11), 2917-2926. https://doi.org/https://doi.org/10.1890/03-8021

Riva, F., Fahrig, L. (2022). The disproportionately high value of small patches for biodiversity conservation. Conservation Letters.15e12881. https://doi.org/10.1111/conl.12881

Root, T. (1988). Environmental Factors Associated with Avian Distributional Boundaries. Journal of Biogeography, 15(3), 489–505. https://doi.org/10.2307/2845278

Sachs, J.D., Lafortune, G., Fuller, G. (2024). The SDGs and the UN Summit of the Future. Sustainable Development Report 2024. Paris: SDSN, Dublin: Dublin University Press. doi:10.25546/108572

Sarker, S., Rahman, M. J., & Wahab, M. A. (2023). Modelling the role of marine protected area in biodiversity conservation. Journal of Sea Research, 196, 102457. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.seares.2023.102457

Sanderson, F. J., Wilson, J. D., Franks, S. E., & Buchanan, G. M. (2023). Benefits of protected area networks for breeding bird populations and communities. *Animal Conservation*, *26*(3), 279-289. https://doi.org/https://doi.org/10.1111/acv.12832

Simberloff, D., & Dayan, T. (1991). The Guild Concept and the Structure of Ecological Communities. Annual Review of Ecology and Systematics, 22, 115–143. http://www.jstor.org/stable/2097257

Sutton, L. J., Anderson, D. L., Franco, M., McClure, C. J. W., Miranda, E. B. P., Vargas, F. H., Vargas González, J. d. J., & Puschendorf, R. (2023). Prey resources are equally important as climatic conditions for predicting the distribution of a broad-ranged apex predator. Diversity and Distributions, 29(5), 613-628. https://doi.org/https://doi.org/10.1111/ddi.13684

Talbi, A., Samraoui, F., Samraoui, B., Zullo, F. and Battisti, C. (2020), Habitat selection of Coot (Fulica atra) and Moorhen (Gallinula chloropus) in a remnant Mediterranean wetland (Italy): Implications for conservation. Lakes & Reserv, 25: 413-418. https://doi.org/10.1111/lre.12347

Timmers, R., van Kuijk, M., Verweij, P. A., Ghazoul, J., Hautier, Y., Laurance, W. F., Arriaga-Weiss, S. L., Askins, R. A., Battisti, C., Berg, Å., Daily, G. C., Estades, C. F., Frank, B., Kurosawa, R., Pojar, R. A., Woinarski, J. C., & Soons, M. B. (2022).

Conservation of birds in fragmented landscapes requires protected areas. *Frontiers in Ecology and the Environment*, *20*(6), 361-369. https://doi.org/https://doi.org/10.1002/fee.2485

Tittensor, D. P., Walpole, M., Hill, S. L., Boyce, D. G., Britten, G. L., Burgess, N. D., Butchart, S. H., Leadley, P. W., Regan, E. C., Alkemade, R., Baumung, R., Bellard, C., Bouwman, L., Bowles-Newark, N. J., Chenery, A. M., Cheung, W. W., Christensen, V., Cooper, H. D., Crowther, A. R., Dixon, M. J., … Ye, Y. (2014). A mid-term analysis of progress toward international biodiversity targets. Science (New York, N.Y.), 346(6206), 241–244. https://doi.org/10.1126/science.1257484

Thuiller, W., Lafourcade, B., Engler, R. and Araújo, M.B. (2009), BIOMOD – a platform for ensemble forecasting of species distributions. Ecography, 32: 369-373. https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.2008.05742.x

Tobias, J. A., Sheard, C., Pigot, A. L., Devenish, A. J. M., Yang, J., Sayol, F., Neate-Clegg, M. H. C., Alioravainen, N., Weeks, T. L., Barber, R. A., Walkden, P. A., MacGregor, H. E. A., Jones, S. E. I., Vincent, C., Phillips, A. G., Marples, N. M., Montaño-Centellas, F. A., Leandro-Silva, V., Claramunt, S., Darski, B., Freeman, B. G., Bregman, T. P., Cooney, C. R., Hughes, E. C., Capp, E. J. R., Varley, Z. K., Friedman, N. R., Korntheuer, H., Corrales-Vargas, A., Trisos, C. H., Weeks, B. C., Hanz, D. M., Töpfer, T., Bravo, G. A., Remeš, V., Nowak, L., Carneiro, L. S., Moncada R., A. J., Matysioková, B., Baldassarre, D. T., Martínez-Salinas, A., Wolfe, J. D., Chapman, P. M., Daly, B. G., Sorensen, M. C., Neu, A., Ford, M. A., Mayhew, R. J., Fabio Silveira, L., Kelly, D. J., Annorbah, N. N. D., Pollock, H. S., Grabowska-Zhang, A. M., McEntee, J. P., Carlos T. Gonzalez, J., Meneses, C. G., Muñoz, M. C., Powell, L. L., Jamie, G. A., Matthews, T. J., Johnson, O., Brito, G. R. R., Zyskowski, K., Crates, R., Harvey, M. G., Jurado Zevallos, M., Hosner, P. A., Bradfer-Lawrence, T., Maley, J. M., Stiles, F. G., Lima, H. S., Provost, K. L., Chibesa, M., Mashao, M., Howard, J. T., Mlamba, E., Chua, M. A. H., Li, B., Gómez, M. I., García, N. C., Päckert, M., Fuchs, J., Ali, J. R., Derryberry, E. P., Carlson, M. L., Urriza, R. C., Brzeski, K. E., Prawiradilaga, D. M., Rayner, M. J., Miller, E. T., Bowie, R. C. K., Lafontaine, R.-M., Scofield, R. P., Lou, Y., Somarathna, L., Lepage, D., Illif, M., Neuschulz, E. L., Templin, M., Dehling, D. M., Cooper, J. C., Pauwels, O. S. G., Analuddin, K., Fjeldså, J., Seddon, N., Sweet, P. R., DeClerck, F. A. J., Naka, L. N., Brawn, J. D., Aleixo, A., Böhning-Gaese, K., Rahbek, C., Fritz, S. A., Thomas, G. H., & Schleuning, M. (2022).

AVONET: morphological, ecological and geographical data for all birds. Ecology Letters, 25(3), 581-597. https://doi.org/https://doi.org/10.1111/ele.13898

Ulyshen, M. D. (2011). Arthropod vertical stratification in temperate deciduous forests: Implications for conservation-oriented management. Forest Ecology and Management, 261(9), 1479-1489. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foreco.2011.01.033

UNEP (United Nations Environment Programme).1989. Report of the Ad Hoc Working Group on the work of its first session. Ad Hoc Working Group of Experts on Biological Diversity. Genebra, Suiça. Consultado a (dia mês ano). Disponível em: https://digitallibrary.un.org/record/749006?v=pdf. (consultado a 14/01/2025)

UNEP-WCMC & IUCN (2024), Protected Planet: The World Database on Protected Areas (WDPA), julho de 2024, Cambridge, UK: UNEP-WCMC and IUCN. www.protectedplanet.net. (consultado a 18/07/2024)

UNDSA (United Nations Department of Economic and Social Affairs) (2024). Sustainable Development Goals. https://sdgs.un.org/goals/goal15#progress_and_info (consultado a 18/07/2024)

Vicente, J., Randin, C.F., Gonçalves, J. et al. (2011). Where will conflicts between alien and rare species occur after climate and land-use change? A test with a novel combined modelling approach. Biol Invasions 13, 1209–1227. https://doi.org/10.1007/s10530-011-9952-7

Villero, D., Pla, M., Camps, D. et al. (2017). Integrating species distribution modelling into decision-making to inform conservation actions. Biodivers Conserv 26, 251–271. https://doi.org/10.1007/s10531-016-1243-2

Vimal, R., Navarro, L. M., Jones, Y., Wolf, F., Le Moguédec, G., & Réjou-Méchain, M. (2021). The global distribution of protected areas management strategies and their complementarity for biodiversity conservation. Biological Conservation, 256, 109014. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.biocon.2021.109014

Wang, Z., Cai, H., Yang, X. (2024). A new method for mapping vegetation structure parameters in forested areas using GEDI data. *Ecological Indicators*, *164*, 112157. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2024.112157

Whelan, C. J., Şekercioğlu, Ç. H., & Wenny, D. G. (2015). Why birds matter: from economic ornithology to ecosystem services. Journal of Ornithology, 156(1), 227-238. https://doi.org/10.1007/s10336-015-1229-y

Wilman, H., Belmaker, J., Simpson, J., de la Rosa, C., Rivadeneira, M. M., & Jetz, W. (2014). EltonTraits 1.0: Species-level foraging attributes of the world's birds and mammals. Ecology, 95(7), 2027-2027. https://doi.org/https://doi.org/10.1890/13-1917.1

Wood, S.N. (2017). Generalized Additive Models: An Introduction with R, Second Edition (2nd ed.). Chapman and Hall/CRC. https://doi.org/10.1201/9781315370279

WWF (World Wide Fund for Nature) (2022). Living Planet Report 2022 – Building a nature- positive society. Almond, R.E.A., Grooten, M., Juffe Bignoli, D. & Petersen, T. (Eds). WWF, Gland, Switzerland.

Xu, H., Cao, Y., Yu, D. et al. (2021). Ensuring effective implementation of the post-2020 global biodiversity targets. Nat Ecol Evol 5, 411–418. https://doi.org/10.1038/s41559-020-01375-y

Anexo I: Comunidade de avifauna da Paisagem Protegida Regional da Serra da Aboboreira

Ordem	Família	Espécie	Nome comum	Presença na PPRSA	Estatuto de conservação (LV), 2005	Estatuto de conservação (LV), 2022	Estatuto de conservação (Europa), 2021	Estatuto de Conservação (Global), IUCN	Preferência alimentar	Estrato de alimentação	Fenologia nacional	Fenologia local
Accipitriformes	Accipitridae	*Accipiter gentilis*	Açor-eurasiático	Confirmada	Vulnerável (VU)	Vulnerável (VU)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Carnívoro	Solo/Arbustos / Árvores/Ar	Residente	Residente
Accipitriformes	Accipitridae	*Accipiter nisus*	Gavião-europeu	Confirmada	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Carnívoro	Solo/Arbustos / Árvores/Ar	Residente	Residente
Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo buteo*	Bútio-d'asa-redonda	Confirmada	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Carnívoro	Solo	Residente	Residente
Accipitriformes	Accipitridae	*Circaetus gallicus*	Águia-cobreira-eurasiática	Confirmada	Quase Ameaçado (NT)	Quase Ameaçado (NT)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Carnívoro	Solo	Migradora estival	Migradora estival
Accipitriformes	Accipitridae	*Circus aeruginosus*	Tartaranhão-dos-pauis	Confirmada	Vulnerável (VU)	Quase Ameaçado (NT)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Carnívoro	Solo/Arbustos	Residente/Migradora invernante	Migradora de passagem
Accipitriformes	Accipitridae	*Circus cyaneus*	Tartaranhão-azulado	Confirmada	Em Perigo (EN)	Vulnerável (VU)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Carnívoro	Solo/Arbustos	Residente/Migradora invernante	Migradora invernante
Accipitriformes	Accipitridae	*Circus pygargus*	Tartaranhão-caçador	Confirmada	Em Perigo (EN)	Em Perigo (EN)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Carnívoro	Solo/Arbustos	Migradora estival	Migradora estival
Accipitriformes	Accipitridae	*Hieraaetus pennatus*	Águia-calçada	Confirmada	Quase Ameaçado (NT)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Carnívoro	Solo/Ar	Migradora invernante/Migradora estival	Migradora estival
Accipitriformes	Accipitridae	*Milvus migrans*	Milhafre-preto	Confirmada	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Carnívoro	Solo/Ar/Água	Migradora estival	Migradora estival
Accipitriformes	Accipitridae	*Pernis apivorus*	Vespeiro-europeu	Confirmada	Vulnerável (VU)	Quase Ameaçado (NT)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Insetívoro	Solo/Arbustos / Árvores	Migradora estival	Migradora estival
Anseriformes	Anatidae	*Anas platyrhynchos*	Pato-real	Confirmada	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Herbívoro	Solo/Água	Residente/Migradora invernante	Residente
Apodiformes	Apodidae	*Apus apus*	Andorinhão-preto	Confirmada	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Quase Ameaçado (NT)	Pouco Preocupante (LC)	Insetívoro	Ar	Migradora estival	Migradora estival
Apodiformes	Apodidae	*Apus pallidus*	Andorinhão-pálido	Confirmada	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Insetívoro	Ar	Migradora estival	Migradora estival

**Streptopelia roseogrisea*: espécie exótica (fuga de cativeiro)
***Estrilda astrild*: espécie exótica, mas com populações naturalizadas

Ordem	Família	Espécie	Nome comum	Presença na PPRSA	Estatuto de conservação (LV), 2005	Estatuto de conservação (LV), 2022	Estatuto de conservação (Europa), 2021	Estatuto de Conservação (Global), IUCN	Preferência alimentar	Estrato de alimentação	Fenologia nacional	Fenologia local
Bucerotiformes	Upupidae	*Upupa epops*	Poupa-eurasiática	Confirmada	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Insetívoro	Solo	Residente/Migradora estival	Migradora estival
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	*Caprimulgus europaeus*	Noitibó-cinzento	Confirmada	Vulnerável (VU)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Insetívoro	Ar	Migradora estival	Migradora estival
Columbiformes	Columbidae	*Columba livia*	Pombo-das-rochas	Confirmada	Informação insuficiente (DD)	Informação insuficiente (DD)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Granívoro	Solo	Residente	Residente
Columbiformes	Columbidae	*Columba palumbus*	Pombo-torcaz	Confirmada	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Granívoro	Solo/Arbustos / Árvores	Residente/Migradora invernante	Residente/Migradora invernante
Columbiformes	Columbidae	*Streptopelia decaocto*	Rola-turca	Confirmada	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Granívoro	Solo/Arbustos / Árvores	Residente	Residente
Columbiformes	Columbidae	*Streptopelia roseogrisea**	Rola-rosada	Confirmada	Não Aplicável (NA)	Não Aplicável (NA)	Não Aplicável (NA)	Pouco Preocupante (LC)**	Granívoro	Solo	NA	NA
Columbiformes	Columbidae	*Streptopelia turtur*	Rola-brava	Confirmada	Pouco Preocupante (LC)	Quase Ameaçado (NT)	Vulnerável (VU)	Vulnerável (VU)	Granívoro	Solo	Migradora estival	Migradora estival
Coraciiformes	Alcedinidae	*Alcedo atthis*	Guarda-rios-comum	Confirmada	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Carnívoro	Água	Residente	Residente
Cuculiformes	Cuculidae	*Cuculus canorus*	Cuco-canoro	Confirmada	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Insetívoro	Solo/Arbustos / Árvores	Migradora estival	Migradora estival
Falconiformes	Falconidae	*Falco peregrinus*	Falcão-peregrino	Confirmada	Vulnerável (VU)	Vulnerável (VU)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Carnívoro	Ar	Residente/Migradora invernante	Residente
Falconiformes	Falconidae	*Falco subbuteo*	Ógea-eurasiática	Confirmada	Vulnerável (VU)	Vulnerável (VU)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Insetívoro	Ar	Migradora estival	Migradora estival
Falconiformes	Falconidae	*Falco tinnunculus*	Peneireiro-de-dorso-malhado	Confirmada	Pouco Preocupante (LC)	Vulnerável (VU)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Carnívoro	Solo	Residente	Residente
Galliformes	Phasianidae	*Alectoris rufa*	Perdiz-vermelha	Confirmada	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Quase Ameaçado (NT)	Quase Ameaçado (NT)	Granívoro	Solo	Residente	Residente
Galliformes	Phasianidae	*Coturnix coturnix*	Codorniz-comum	Confirmada	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Quase Ameaçado (NT)	Pouco Preocupante (LC)	Granívoro	Solo	Residente/Migradora estival/Migradora invernante	Migradora estival
Passeriformes	Acrocephalidae	*Hippolais polyglotta*	Felosa-poliglota	Confirmada	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Insetívoro	Arbustos/Árvores	Migradora estival	Migradora estival
Passeriformes	Aegithalidade	*Aegithalos caudatus*	Chapim-rabilongo	Confirmada	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Insetívoro	Arbustos/Árvores	Residente	Residente

**Streptopelia roseogrisea*: espécie exótica (fuga de cativeiro)
***Estrilda astrild*: espécie exótica, mas com populações naturalizadas

Ordem	Família	Espécie	Nome comum	Presença na PPRSA	Estatuto de conservação (LV), 2005	Estatuto de conservação (LV), 2022	Estatuto de conservação (Europa), 2021	Estatuto de Conservação (Global), IUCN	Preferência alimentar	Estrato de alimentação	Fenologia nacional	Fenologia local
Passeriformes	Alaudidae	*Alauda arvensis*	Laverca-eurasiática	Confirmada	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Omnívoro	Solo	Residente/Migradora invernante	Residente
Passeriformes	Alaudidae	*Lullula arborea*	Cotovia-arbórea	Confirmada	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Omnívoro	Solo/Arbustos	Residente	Residente
Passeriformes	Certhiidae	*Certhia brachydactyla*	Trepadeira-comum	Confirmada	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Insetívoro	Arbustos/Árvores	Residente	Residente
Passeriformes	Cettiidae	*Cettia cetti*	Rouxinol-bravo	Confirmada	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Insetívoro	Solo/Arbustos	Residente	Residente
Passeriformes	Cinclidae	*Cinclus cinclus*	Melro-d'água-europeu	Confirmada	Pouco Preocupante (LC)	Quase Ameaçado (NT)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Insetívoro	Água	Residente	Residente
Passeriformes	Cisticolidae	*Cisticola juncidis*	Fuinha-dos-juncos	Confirmada	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Insetívoro	Solo	Residente	Residente
Passeriformes	Corvidae	*Corvus corax*	Corvo-comum	Confirmada	Quase Ameaçado (NT)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Omnívoro	Solo	Residente	Residente
Passeriformes	Corvidae	*Corvus corone*	Gralha-preta	Confirmada	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Omnívoro	Solo	Residente	Residente
Passeriformes	Corvidae	*Garrulus glandarius*	Gaio-eurasiático	Confirmada	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Omnívoro	Solo/Arbustos / Árvores	Residente	Residente
Passeriformes	Corvidae	*Pica pica*	Pega-rabuda	Confirmada	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Omnívoro	Solo/Arbustos / Árvores	Residente	Residente
Passeriformes	Emberizidae	*Emberiza calandra*	Trigueirão	Confirmada	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Omnívoro	Solo/Arbustos	Residente	Residente
Passeriformes	Emberizidae	*Emberiza cia*	Cia	Confirmada	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Omnívoro	Solo/Arbustos	Residente	Residente
Passeriformes	Emberizidae	*Emberiza cirlus*	Escrevedeira-de-garganta-preta	Confirmada	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Omnívoro	Solo/Arbustos	Residente	Residente
Passeriformes	Emberizidae	*Emberiza hortulana*	Sombria	Confirmada	Informação Insuficiente (DD)	Vulnerável (VU)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Omnívoro	Solo/Arbustos	Migradora estival	Migradora estival
Passeriformes	Estrildidae	*Estrilda astrild***	Bico-de-lacre-comum	-	Não Aplicável (NA)	Não Aplicável (NA)	Não Aplicável (NA)	Pouco Preocupante (LC)	Granívoro	Solo/Arbustos	Residente	Residente
Passeriformes	Fringillidae	*Carduelis carduelis*	Pintassilgo	Confirmada	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Granívoro	Solo/Arbustos / Árvores	Residente	Residente
Passeriformes	Fringillidae	*Chloris chloris*	Verdilhão-europeu	Confirmada	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Granívoro	Solo	Residente	Residente

**Streptopelia roseogrisea*: espécie exótica (fuga de cativeiro)
***Estrilda astrild*: espécie exótica, mas com populações naturalizadas

Ordem	Família	Espécie	Nome comum	Presença na PPRSA	Estatuto de conservação (LV), 2005	Estatuto de conservação (LV), 2022	Estatuto de conservação (Europa), 2021	Estatuto de Conservação (Global), IUCN	Preferência alimentar	Estrato de alimentação	Fenologia nacional	Fenologia local
Passeriformes	Fringillidae	*Coccothraustes coccothraustes*	Bico-grossudo-eurasiático	Confirmada	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Granívoro	Solo/Arbustos / Árvores	Residente	Migradora invernante
Passeriformes	Fringillidae	*Fringilla coelebs*	Tentilhão-comum	Confirmada	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Omnívoro	Solo/Arbustos / Árvores	Residente/Migradora invernante	Residente
Passeriformes	Fringillidae	*Fringilla montifringilla*	Tentilhão-montês	Confirmada	Informação Insuficiente (DD)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Granívoro	Solo/Arbustos / Árvores	Migradora invernante	Migradora invernante
Passeriformes	Fringillidae	*Linaria cannabina*	Pintarroxo-europeu	Confirmada	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Granívoro	Solo/Arbustos	Residente	Residente
Passeriformes	Fringillidae	*Pyrrhula pyrrhula*	Dom-fafe-eurasiático	Confirmada	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Granívoro	Arbustos/Árvores	Residente/Migradora invernante	Residente
Passeriformes	Fringillidae	*Serinus serinus*	Chamariz-europeu	Confirmada	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Granívoro	Solo	Residente	Residente
Passeriformes	Fringillidae	*Spinus spinus*	Lugre-eurasiático	Confirmada	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Granívoro	Solo/Arbustos / Árvores	Migradora invernante	Migradora invernante
Passeriformes	Hirundinidae	*Cecropis daurica*	Andorinha-dáurica	Confirmada	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Insetívoro	Ar	Migradora estival	Migradora estival
Passeriformes	Hirundinidae	*Delichon urbicum*	Andorinha-dos-beirais	Confirmada	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Insetívoro	Ar	Migradora estival	Migradora estival
Passeriformes	Hirundinidae	*Hirundo rustica*	Andorinha-das-chaminés	Confirmada	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Insetívoro	Ar	Migradora estival	Migradora estival
Passeriformes	Hirundinidae	*Ptyonoprogne rupestris*	Andorinha-das-rochas	Confirmada	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Insetívoro	Ar	Residente	Residente
Passeriformes	Hirundinidae	*Riparia riparia*	Andorinha-das-barreiras	Confirmada	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Insetívoro	Ar	Migradora estival	Migradora estival
Passeriformes	Laniidae	*Lanius meridionalis*	Picanço-real	Confirmada	Pouco Preocupante (LC)	Vulnerável (VU)	Vulnerável (VU)	Vulnerável (VU)	Insetívoro	Solo/Arbustos / Árvores	Residente	Migradora invernante
Passeriformes	Laniidae	*Lanius senator*	Picanço-barreteiro	Confirmada	Quase Ameaçado (NT)	Vulnerável (VU)	Quase Ameaçado (NT)	Quase Ameaçado (NT)	Insetívoro	Solo/Arbustos / Árvores	Migradora estival	Migradora de passagem
Passeriformes	Motacillidae	*Anthus campestris*	Petinha-dos-campos	Confirmada	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Insetívoro	Solo	Migradora estival	Migradora estival
Passeriformes	Motacillidae	*Anthus pratensis*	Petinha-dos-prados	Confirmada	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Insetívoro	Solo	Migradora invernante	Migradora invernante
Passeriformes	Motacillidae	*Anthus spinoletta*	Petinha-ribeirinha	Confirmada	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Insetívoro	Solo	Residente/Migradora invernante	Migradora invernante

**Streptopelia roseogrisea*: espécie exótica (fuga de cativeiro)
***Estrilda astrild*: espécie exótica, mas com populações naturalizadas

Ordem	Família	Espécie	Nome comum	Presença na PPRSA	Estatuto de conservação (LV), 2005	Estatuto de conservação (LV), 2022	Estatuto de conservação (Europa), 2021	Estatuto de Conservação (Global), IUCN	Preferência alimentar	Estrato de alimentação	Fenologia nacional	Fenologia local
Passeriformes	Motacillidae	*Anthus trivialis*	Petinha-das-árvores	Confirmada	Quase Ameaçado (NT)	Quase Ameaçado (NT)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Insetívoro	Solo	Migradora estival/Migradora de passagem	Migradora de passagem
Passeriformes	Motacillidae	*Motacilla alba*	Alvéola-branca	Confirmada	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Insetívoro	Solo	Residente/Migradora invernante	Residente
Passeriformes	Motacillidae	*Motacilla cinerea*	Alvéola-cinzenta	Confirmada	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Insetívoro	Solo/Água	Residente	Residente
Passeriformes	Motacillidae	*Motacilla flava*	Alvéola-amarela	Confirmada	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Insetívoro	Solo	Migradora estival/Migradora de passagem	Migradora de passagem
Passeriformes	Muscicapidae	*Erithacus rubecula*	Pisco-de-peito-ruivo	Confirmada	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Insetívoro	Solo/Arbustos	Residente/Migradora invernante	Residente
Passeriformes	Muscicapidae	*Ficedula hypoleuca*	Papa-moscas-preto	Confirmada	Não Avaliado (NE)	Não Avaliado (NE)	Pouco Preocupante (LC)*	Pouco Preocupante (LC)**	Insetívoro	Solo/Ar	Migradora de passagem	Migradora de passagem
Passeriformes	Muscicapidae	*Luscinia megarhynchos*	Rouxinol-comum	Confirmada	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Insetívoro	Solo/Arbustos	Migradora estival	Migradora estival
Passeriformes	Muscicapidae	*Monticola solitarius*	Melro-azul	Confirmada	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Insetívoro	Solo	Residente	Residente
Passeriformes	Muscicapidae	*Muscicapa striata*	Papa-moscas-cinzento	Confirmada	Quase Ameaçado (NT)	Quase Ameaçado (NT)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Insetívoro	Solo/Ar	Migradora estival/Migradora de passagem	Migradora de passagem
Passeriformes	Muscicapidae	*Oenanthe oenanthe*	Chasco-cinzento	Confirmada	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Insetívoro	Solo	Migradora estival/Migradora de passagem	Migradora de passagem
Passeriformes	Muscicapidae	*Phoenicurus ochruros*	Rabirruivo-preto	Confirmada	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Insetívoro	Solo/Ar	Residente	Residente
Passeriformes	Muscicapidae	*Saxicola rubetra*	Cartaxo-nortenho	Confirmada	Vulnerável (VU)	Em Perigo (EN)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Insetívoro	Solo/Arbustos	Migradora estival/Migradora de passagem	Migradora de passagem
Passeriformes	Muscicapidae	*Saxicola rubicola*	Cartaxo-comum	Confirmada	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Insetívoro	Solo/Arbustos	Residente	Residente
Passeriformes	Oriolidae	*Oriolus oriolus*	Papa-figos-europeu	Confirmada	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Frugívoro	Arbustos/Árvores	Migradora estival	Migradora estival
Passeriformes	Paridae	*Cyanistes caeruleus*	Chapim-azul	Confirmada	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Insetívoro	Arbustos/Árvores	Residente	Residente

**Streptopelia roseogrisea*: espécie exótica (fuga de cativeiro)
***Estrilda astrild*: espécie exótica, mas com populações naturalizadas

Ordem	Família	Espécie	Nome comum	Presença na PPRSA	Estatuto de conservação (LV), 2005	Estatuto de conservação (LV), 2022	Estatuto de conservação (Europa), 2021	Estatuto de Conservação (Global), IUCN	Preferência alimentar	Estrato de alimentação	Fenologia nacional	Fenologia local
Passeriformes	Paridae	*Lophophanes cristatus*	Chapim-de-poupa	Confirmada	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Insetívoro	Solo/Arbustos /Árvores	Residente	Residente
Passeriformes	Paridae	*Parus major*	Chapim-real	Confirmada	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Insetívoro	Solo/Arbustos / Árvores	Residente	Residente
Passeriformes	Paridae	*Periparus ater*	Chapim-carvoeiro	Confirmada	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Insetívoro	Solo/Arbustos / Árvores	Residente	Residente
Passeriformes	Passeridae	*Passer domesticus*	Pardal-comum	Confirmada	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Granívoro	Solo/Arbustos	Residente	Residente
Passeriformes	Passeridae	*Passer montanus*	Pardal-montês	Confirmada	Pouco Preocupante (LC)	Quase Ameaçado (NT)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Granívoro	Solo/Arbustos	Residente	Residente
Passeriformes	Phylloscopidae	*Phylloscopus bonelli*	Felosa-de-bonelli	Confirmada	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Insetívoro	Arbustos/Árvores	Migradora estival	Migradora de passagem
Passeriformes	Phylloscopidae	*Phylloscopus collybita*	Felosa-comum	Confirmada	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Insetívoro	Solo/Arbustos / Árvores	Residente/Migradora invernante	Migradora invernante
Passeriformes	Phylloscopidae	*Phylloscopus ibericus*	Felosa-ibérica	Confirmada	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Insetívoro	Solo/Arbustos / Árvores	Migradora estival	Migradora estival
Passeriformes	Phylloscopidae	*Phylloscopus trochilus*	Felosa-musical	Confirmada	Não Avaliado (NE)	Não Avaliado (NE)	Pouco Preocupante (LC)*	Pouco Preocupante (LC)**	Insetívoro	Solo/Arbustos / Árvores	Migradora de passagem	Migradora de passagem
Passeriformes	Prunellidae	*Prunella collaris*	Ferreirinha-alpina	Confirmada	Quase Ameaçado (NT)	Em Perigo (EN)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Insetívoro	Solo	Migradora invernante	Migradora invernante
Passeriformes	Prunellidae	*Prunella modularis*	Ferreirinha-comum	Confirmada	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Insetívoro	Solo/Arbustos	Residente/Migradora invernante	Residente
Passeriformes	Regulidae	*Regulus ignicapilla*	Estrelinha-real	Confirmada	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Insetívoro	Arbustos/Árvores	Residente/Migradora invernante	Residente
Passeriformes	Regulidae	*Regulus regulus*	Estrelinha-de-poupa	Confirmada	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Insetívoro	Arbustos/Árvores	Migradora invernante	Migradora invernante
Passeriformes	Sittidae	*Sitta europaea*	Trepadeira-azul	Confirmada	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Insetívoro	Árvores	Residente	Residente
Passeriformes	Sturnidae	*Sturnus unicolor*	Estorninho-preto	Confirmada	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Omnívoro	Solo	Residente	Residente
Passeriformes	Sturnidae	*Sturnus vulgaris*	Estorninho-malhado	Confirmada	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Omnívoro	Solo	Migradora invernante	Migradora invernante
Passeriformes	Sylviidae	*Curruca communis*	Papa-amoras-comum	Confirmada	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Frugívoro	Arbustos	Migradora estival/Migradora de passagem	Migradora estival

**Streptopelia roseogrisea*: espécie exótica (fuga de cativeiro)
***Estrilda astrild*: espécie exótica, mas com populações naturalizadas

Ordem	Família	Espécie	Nome comum	Presença na PPRSA	Estatuto de conservação (LV), 2005	Estatuto de conservação (LV), 2022	Estatuto de conservação (Europa), 2021	Estatuto de Conservação (Global), IUCN	Preferência alimentar	Estrato de alimentação	Fenologia nacional	Fenologia local
Passeriformes	Sylviidae	*Curruca iberiae*	Toutinegra-de-bigodes	Confirmada	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Frugívoro	Arbustos	Migradora estival	Migradora estival
Passeriformes	Sylviidae	*Curruca melanocephala*	Toutinegra-de-cabeça-preta	Confirmada	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Frugívoro	Arbustos	Residente	Residente
Passeriformes	Sylviidae	*Curruca undata*	Toutinegra-do-mato	Confirmada	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Quase Ameaçado (NT)	Quase Ameaçado (NT)	Insetívoro	Arbustos	Residente	Residente
Passeriformes	Sylviidae	*Sylvia atricapilla*	Toutinegra-de-barrete	Confirmada	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Frugívoro	Arbustos/Árvores	Residente/Migradora invernante	Residente
Passeriformes	Troglodytidae	*Troglodytes troglodytes*	Carriça-eurasiática	Confirmada	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Insetívoro	Arbustos	Residente	Residente
Passeriformes	Turdidae	*Turdus iliacus*	Tordo-ruivo	Confirmada	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Quase Ameaçado (NT)	Frugívoro	Solo/Arbustos / Árvores	Migradora invernante	Migradora invernante
Passeriformes	Turdidae	*Turdus merula*	Melro-preto	Confirmada	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Frugívoro	Solo/Arbustos / Árvores	Residente	Residente
Passeriformes	Turdidae	*Turdus philomelos*	Tordo-músico	Confirmada	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Frugívoro	Solo/Arbustos / Árvores	Residente/Migradora invernante	Residente
Passeriformes	Turdidae	*Turdus pilaris*	Tordo-zornal	Confirmada	Informação Insuficiente (DD)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Frugívoro	Solo/Arbustos / Árvores	Migradora invernante	Migradora invernante
Passeriformes	Turdidae	*Turdus viscivorus*	Tordoveia	Confirmada	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Frugívoro	Solo/Arbustos / Árvores	Residente	Residente
Pelecaniformes	Ardeidae	*Ardea cinerea*	Garça-real	Confirmada	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Carnívoro	Água	Residente/Migradora invernante	Residente
Piciformes	Picidae	*Dendrocopos major*	Pica-pau-malhado	Confirmada	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Insetívoro	Arbustos/Árvores	Residente	Residente
Piciformes	Picidae	*Dryobates minor*	Pica-pau-galego-eurasiático	Confirmada	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Insetívoro	Arbustos/Árvores	Residente	Residente
Piciformes	Picidae	*Jynx torquilla*	Torcicolo-eurasiático	Confirmada	Informação Insuficiente (DD)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Insetívoro	Solo/Arbustos / Árvores	Migradora estival/Migradora de passagem	Migradora de passagem
Piciformes	Picidae	*Picus sharpei*	Pica-pau-verde-ibérico	Confirmada	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Insetívoro	Solo	Residente	Residente
Strigiformes	Strigidae	*Athene noctua*	Mocho-galego	Confirmada	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Insetívoro	Solo/Arbustos	Residente	Residente
Strigiformes	Strigidae	*Strix aluco*	Coruja-do-mato	Confirmada	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Carnívoro	Solo/Arbustos / Árvores	Residente	Residente

**Streptopelia roseogrisea*: espécie exótica (fuga de cativeiro)
***Estrilda astrild*: espécie exótica, mas com populações naturalizadas

Ordem	Família	Espécie	Nome comum	Presença na PPRSA	Estatuto de conservação (LV), 2005	Estatuto de conservação (LV), 2022	Estatuto de conservação (Europa), 2021	Estatuto de Conservação (Global), IUCN	Preferência alimentar	Estrato de alimentação	Fenologia nacional	Fenologia local
Accipitriformes	Accipitridae	*Gyps fulvus*	Grifo-eurasiático	Possível	Quase Ameaçado (NT)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Carnívoro	Solo	Residente	-
Anseriformes	Anatidae	*Cairina moschata*	Pato-mudo	Possível	Não Aplicável (NA)	Não Aplicável (NA)	Não Aplicável (NA)	Pouco Preocupante (LC)**	Herbívoro	Solo/Água	-	-
Coraciiformes	Coraciidae	*Coracias garrulus*	Rolieiro-europeu	Possível	Criticamente Em Perigo (CR)	Criticamente Em Perigo (CR)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Insetívoro	Solo	Migradora estival/Migradora de passagem	-
Charadriiformes	Laridae	*Chroicocephalus ridibundus*	Guincho-comum	Possível	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Carnívoro	Água	Residente/Migradora invernante	-
Charadriiformes	Laridae	*Larus fuscus*	Gaivota-d'asa-escura	Possível	Vulnerável (VU) / Pouco Preocupante (LC)	Vulnerável (VU) / Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC) / Não Avaliado (NE)	Pouco Preocupante (LC) / Não Avaliado (NE)	Carnívoro	Água	Residente/Migradora invernante/Migradora de passagem	-
Charadriiformes	Scolopacidae	*Actitis hypoleucos*	Maçarico-das-rochas	Possível	Vulnerável (VU) / Quase Ameaçado (NT)	Vulnerável (VU) / Quase Ameaçado (NT)	Pouco Preocupante (LC) / Não Avaliado (NE)	Pouco Preocupante (LC) / Não Avaliado (NE)	Insetívoro	Água	Residente/Migradora invernante	-
Charadriiformes	Scolopacidae	*Gallinago gallinago*	Narceja-comum	Possível	Criticamente Em Perigo (CR) / Pouco Preocupante (LC)	Criticamente Em Perigo (CR) / Pouco Preocupante (LC)	Vulnerável (VU) / Não Avaliado (NE)	Pouco Preocupante (LC) / Não Avaliado (NE)	Insetívoro	Solo	Residente/Migradora invernante	-
Passeriformes	Corvidae	*Pyrrhocorax pyrrhocorax*	Gralha-de-bico-vermelho	Possível	Em Perigo (EN)	Vulnerável (VU)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Insetívoro	Solo	Residente	-
Passeriformes	Muscicapidae	*Monticola saxatilis*	Melro-das-rochas	Possível	Em Perigo (EN)	Em Perigo (EN)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Insetívoro	Solo	Migradora estival	-
Passeriformes	Sylvidae	*Sylvia borin*	Toutinegra-das-figueiras	Possível	Vulnerável (VU)	Vulnerável (VU)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Frugívoro	Arbustos/Árvores	Migradora estival/Migradora de passagem	-
Passeriformes	Turdidae	*Turdus torquatus*	Melro-de-colar	Possível	Informação Insuficiente (DD)	Quase Ameaçado (NT)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Frugívoro	Solo/Arbustos / Árvores	Migradora invernante	-
Pelecaniformes	Ardeidae	*Egretta garzetta*	Garça-branca-pequena	Possível	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Carnívoro	Água	Residente	-
Suliformes	Phalacrocoracidae	*Phalacrocorax carbo*	Corvo-marinho-de-faces-brancas	Possível	Pouco Preocupante (LC) / Não Avaliado (NE)	Não Aplicável (NA) / Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC) / Não Avaliado (NE)	Pouco Preocupante (LC) / Não Avaliado (NE)	Carnívoro	Água	Residente/Migradora estival	-
Accipitriformes	Accipitridae	*Aquila chrysaetos*	Águia-real	Provável	Em Perigo (EN)	Em Perigo (EN)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Carnívoro	Solo	Residente	-

*_Streptopelia roseogrisea_: espécie exótica (fuga de cativeiro)
**_Estrilda astrild_: espécie exótica, mas com populações naturalizadas

Ordem	Família	Espécie	Nome comum	Presença na PPRSA	Estatuto de conservação (LV), 2005	Estatuto de conservação (LV), 2022	Estatuto de conservação (Europa), 2021	Estatuto de Conservação (Global), IUCN	Preferência alimentar	Estrato de alimentação	Fenologia nacional	Fenologia local
Accipitriformes	Accipitridae	*Milvus milvus*	Milhafre-real	Provável	Criticamente Em Perigo (CR) / Vulnerável (VU)	Criticamente Em Perigo (CR) / Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC) / Não Avaliado (NE)	Pouco Preocupante (LC) / Não Avaliado (NE)	Carnívoro	Solo	Residente/Migradora invernante	-
Accipitriformes	Pandionidae	*Pandion haliaetus*	Águia-pesqueira	Provável	Criticamente Em Perigo (CR) / Em Perigo (EN)	Criticamente Em Perigo (CR) / Vulnerável (VU)	Pouco Preocupante (LC) / Não Avaliado (NE)	Pouco Preocupante (LC) / Não Avaliado (NE)	Carnívoro	Água	Residente/Migradora invernante	-
Anseriformes	Anatidae	*Anas crecca*	Marrequinha-eurasiática	Provável	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Herbívoro	Solo/Água	Migradora invernante	-
Anseriformes	Anatidae	*Spatula clypeata*	Pato-trombeteiro-comum	Provável	Em Perigo (EN) / Pouco Preocupante (LC)	Vulnerável (VU) / Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC) / Não Avaliado (NE)	Pouco Preocupante (LC) / Não Avaliado (NE)	Herbívoro	Água	Residente/Migradora invernante	-
Charadriiformes	Scolopacidae	*Scolopax rusticola*	Galinhola-eurasiática	Provável	Informação Insuficiente (DD)	Informação Insuficiente (DD)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Insetívoro	Solo	Migradora invernante	-
Charadriiformes	Scolopacidae	*Tringa ochropus*	Maçarico-bique-bique	Provável	Quase Ameaçado (NT)	Quase Ameaçado (NT)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Insetívoro	Água	Migradora invernante/Migradora de passagem	-
Ciconiiformes	Ciconiidae	*Ciconia ciconia*	Cegonha-branca	Provável	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Carnívoro	Solo/Água	Residente/Migradora estival	-
Gruiformes	Rallidae	*Gallinula chloropus*	Galinha-d'água-comum	Provável	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Omnívoro	Solo/Água	Residente	-
Gruiformes	Rallidae	*Fulica atra*	Galeirão-comum	Provável	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Quase Ameaçado (NT)	Pouco Preocupante (LC)	Herbívoro	Solo/Água	Residente/Migradora invernante	-
Passeriformes	Acrocephalidae	*Acrocephalus schoenobaenus*	Felosa-dos-juncos	Provável	Não Avaliado (NE)	Não Avaliado (NE)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Insetívoro	Solo/Arbustos	Migradora de passagem	-
Passeriformes	Acrocephalidae	*Acrocephalus scirpaceus*	Rouxinol-pequeno-dos-caniços	Provável	Quase Ameaçado (NT)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Insetívoro	Solo/Arbustos	Migradora estival	-
Pelecaniformes	Ardeidae	*Ardea alba*	Garça-branca-grande	Provável	Quase Ameaçado (NT) / Pouco Preocupante (LC)	Não Aplicável (NA) / Quase Ameaçado (NT)	Pouco Preocupante (LC) / Não Avaliado (NE)	Pouco Preocupante (LC) / Não Avaliado (NE)	Carnívoro	Água	Residente/Migradora invernante	-
Pelecaniformes	Ardeidae	*Bubulcus ibis*	Garça-boieira-ocidental	Provável	Pouco Preocupante (LC)	Vulnerável (VU)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Insetívoro	Solo	Residente	-
Podicipediformes	Podicipitidae	*Tachybaptus ruficollis*	Mergulhão-pequeno	Provável	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Insetívoro	Água	Residente/Migradora invernante	-

**Streptopelia roseogrisea*: espécie exótica (fuga de cativeiro)
***Estrilda astrild*: espécie exótica, mas com populações naturalizadas

Ordem	Família	Espécie	Nome comum	Presença na PPRSA	Estatuto de conservação (LV), 2005	Estatuto de conservação (LV), 2022	Estatuto de conservação (Europa), 2021	Estatuto de Conservação (Global), IUCN	Preferência alimentar	Estrato de alimentação	Fenologia nacional	Fenologia local
Strigiformes	Strigidae	*Asio otus*	Bufo-pequeno	Provável	Informação Insuficiente (DD)	Vulnerável (VU)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Carnívoro	Solo/Arbustos / Árvores	Residente/Migradora invernante	-
Strigiformes	Strigidae	*Bubo bubo*	Bufo-real	Provável	Quase Ameaçado (NT)	Quase Ameaçado (NT)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Carnívoro	Solo	Residente	-
Strigiformes	Strigidae	*Otus scops*	Mocho-d'orelhas-europeu	Provável	Informação Insuficiente (DD)	Vulnerável (VU)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Insetívoro	Solo/Arbustos / Árvores	Migradora estival	-
Strigiformes	Tytonidae	*Tyto alba*	Coruja-das-torres-ocidental	Provável	Pouco Preocupante (LC)	Quase Ameaçado (NT)	Pouco Preocupante (LC)	Pouco Preocupante (LC)	Carnívoro	Solo	Residente	-

**Streptopelia roseogrisea*: espécie exótica (fuga de cativeiro)
***Estrilda astrild*: espécie exótica, mas com populações naturalizadas

Anexo II: Estatutos de conservação das espécies

As definições dos estatutos de conservação das espécies da comunidade de avifauna da PPRSA, adaptadas de Almeida *et al*. (2022), são as seguintes:

Estatuto de conservação	Definição
Pouco Preocupante (LC)	Espécie abundante e com uma taxa de distribuição ampla.
Quase Ameaçado (NT)	Espécie com considerável probabilidade de lhe ser atribuída uma categoria de ameaça em futuro próximo.
Vulnerável (VU)	Espécie que enfrenta um risco de extinção na Natureza elevado.
Em Perigo (EN)	Espécie que enfrenta um risco de extinção na Natureza muito elevado.
Criticamente Em Perigo (CR)	Espécie que enfrenta um risco de extinção na Natureza extremamente elevado.
Não Aplicável (NA)	Espécie que não reúne condições necessárias para ser avaliada, em determinado território.
Não Avaliado (NE)	Espécie não avaliada. Correspondente a espécies migradoras de passagem por determinado território.

Anexo III: Composição de variáveis referentes à COS

Para as variáveis “Percentagem de florestas de produção” e “Percentagem de outras florestas” atentou-se às classes de nível quatro da COS.

Na variável “Percentagem de florestas de produção”, utilizaram-se as classes:

- 5.1.1.5 (Florestas de eucalipto): Florestas em que a espécie dominante é o eucalipto (*Eucalyptus spp.*);
- 5.1.2.1 (Florestas de pinheiro bravo): Florestas em que a espécie dominante é o pinheiro bravo (*Pinus pinaster*);
- 5.1.2.2 (Florestas de pinheiro manso): Florestas em que a espécie dominante é o pinheiro manso (*Pinus pinea*);
- 5.1.2.3 (Florestas de outras resinosas): Florestas em que se verifica a dominância numa espécie de outras resinosas não discriminada nas restantes classes de resinosas (e.g.: *Pseudotsuga menziesii*, *Pinus halepensis*, *Pinus sylvestris*, *Picea spp.*, *Abies spp.*, *Larix spp*., *Cryptomeria japonica*).

Na variável “Percentagem de outras florestas”, utilizaram-se as classes:

- 5.1.1.1 (Florestas de sobreiro): Florestas em que a espécie dominante é o sobreiro (*Quercus suber*);
- 5.1.1.2 (Florestas de azinheira): Florestas em que a espécie dominante é a azinheira (*Quercus rotundifolia*);
- 5.1.1.3 (Florestas de outros carvalhos): Florestas em que as espécies dominantes são o carvalho-negral (*Quercus pyrenaica*), carvalho-alvarinho (*Quercus robur*), carvalho-português (*Quercus faginea*), ou de outros carvalhos (exceto sobreiro e azinheira);
- 5.1.1.4 (Florestas de castanheiro): Florestas em que a espécie dominante é o castanheiro (*Castanea sativa*);
- 5.1.1.6 (Florestas de espécies invasoras): Florestas em que a espécie dominante é o de uma espécie florestal classificada como invasora (e.g. *Acacia dealbata*, *Ailanthus altissima*), conforme legislação em vigor;
- 5.1.1.7 (Florestas de outras folhosas): Florestas em que se verifica a maior dominância numa espécie de outra folhosa não discriminada nas restantes

classes de folhosas (5.1.1.1 a 5.1.1.6) (e.g. *Salix spp.*, *Populus spp.*, *Platanus spp., Alnus glutinosa*, etc.). Inclui florestas de nogueira (*Juglans regia*), desde que explorada para a produção de madeira.

Para as variáveis "Percentagem de parcelas agrícolas permanentes" e "Percentagem de parcelas agrícolas temporárias e pastagens", atentou-se às classes de nível dois da COS.

Na variável "Percentagem de parcelas agrícolas permanentes", utilizou-se a classe:

- 2.2 (Culturas permanentes), áreas de culturas que ocupam a terra durante um longo período e fornecem repetidas colheitas, não entrando em rotações culturais.

Para a variável "Percentagem de parcelas agrícolas temporárias e pastagens", foram utilizadas as classes:

- 2.1 (Culturas temporárias): culturas cujo ciclo vegetativo não excede um ano (anuais) ou que, não sendo anuais, são ressemeadas com intervalos que não excedem os 5 anos (e.g. morangos, espargos);
- 3.1 (Pastagens): áreas com ou sem intervenção humana ocupadas com vegetação essencialmente do tipo herbácea, quer cultivada (semeada) quer natural (espontânea).

Anexo IV: Variáveis preditivas consideradas para modelação

Bloco de variáveis	Variável preditiva	Racional	Disponibilidade	Referência
Clima	Temperatura média anual (BIO01)	Correlacionada com a temperaturas mínimas e máximas.	https://chelsa-climate.org/bioclim/	**Araújo & Rahbek (2006)** **Root, T. L. (1988)**
	Precipitação anual	Intimamente relacionada com a produtividade (NDVI).	https://chelsa-climate.org/bioclim/	**Bastos *et al.* (2016)**
	Precipitação do trimestre mais quente (BIO18)	Parâmetro limitante para a avifauna, no período de reprodução (abril a julho).	https://www.climatologylab.org/terraclimate.html	**Vicente *et al.* (2011)**
Landscape composition	Percentagem de floresta de produção - zonas de eucalipto ou pinho	Habitat florestal de menor importância para a avifauna do que as florestas nativas.	https://mapas.dgterritorio.pt/DGT-ATOM-download/COS_Final/COS2018_v1/COS2018_v1.zip	**Canedoli *et al.* (2018)**
	Percentagem de outras florestas	Heterogeneidade das parcelas florestais favorecerá a presença de plantas produtoras de frutos/bagas - dieta de invernantes, durante o período de invernada. Florestas heterogéneas importantes para a avifauna ao longo do ano.	https://mapas.dgterritorio.pt/DGT-ATOM-download/COS_Final/COS2018_v1/COS2018_v1.zip	**Canedoli et al. (2018)**
	Percentagem de área ocupada por edifícios	Relação inversa com a disponibilidade de alimento. Muitas espécies de aves será negativamente afetada pela urbanização do território. Espécies generalistas poderão ocorrer em	https://gee-community-catalog.org/projects/msbuildings/	**Canedoli et al. (2018)**

Bloco de variáveis	Variável preditiva	Racional	Disponibilidade	Referência
		áreas urbanas (e.g.: *Passer domesticus*).		
	Percentagem de parcelas agrícolas permanentes	Relacionado positivamente com a riqueza de habitats (incluindo habitats prioritários).	https://mapas.dgterritorio.pt/DGT-ATOM-download/COS_Final/COS2018_v1/COS2018_v1.zipb	**Lomba *et al*. (2022)**
	Percentagem de parcelas agrícolas temporárias e pastagens	Áreas de elevada disponibilidade alimentar, mas temporalmente limitadas.	https://mapas.dgterritorio.pt/DGT-ATOM-download/COS_Final/COS2018_v1/COS2018_v1.zip	**Lomba *et al*. (2022)**
Landscape structures	Densidade orla	Medida de heterogeneidade da paisagem.	https://mapas.dgterritorio.pt/DGT-ATOM-download/COS_Final/COS2018_v1/COS2018_v1.zip	**Ries & Sisk (2004). Batáry *et al*. (2010)**
	Altura da canópia - média	A altura da canópia (camada superior de uma floresta formada pelas copas das árvores) é importante para a diversidade de aves por razões ecológicas (i.e., diversidade de habitats, recursos alimentares) e comportamentais (i.e., proteção contra predadores).	https://gee-community-catalog.org/projects/canopy/	**Martin & Blackburn (2007).**
	Altura da canópia - desvio padrão	Idem.	https://gee-community-catalog.org/projects/canopy/	**Martin & Blackburn (2007)**
Landscape functions	Produtividade anual (NDVI)	Variável relacionada com a disponiblidade de alimento.	https://land.copernicus.eu/en/products https://code.earthengine.google.com/d7e4112db11b3dfd8ec0e5c8b9bbb99d?noload=true	**Fernández-Tizón *et al*. (2020)**

Bloco de variáveis	Variável preditiva	Racional	Disponibilidade	Referência
	Produtividade (NDVI) no período de reprodução (abril a julho)	Importante para a abundância de invertebrados durante o período de reprodução (disponibilidade de alimento).	https://land.copernicus.eu/en/products https://code.earthengine.google.com/d7e4112db11b3dfd8ec0e5c8b9bbb99d?noload=true	**Fernández-Tizón *et al*. (2020)**
Topografia/ Hidrografia	Densidade de linhas de água	Presença de rios, lagos e margens abertas imprescindíveis a espécies aquáticas como Anseriformes, Charadriiformes, entre outras.. Galerias ripícolas são habitats importantes para diversos Passeriformes devido à disponibilidade de alimento e refúgio.	https://data.jrc.ec.europa.eu/dataset/8c681046-726b-413d-aff8-b1afebd73c0a	**Pšeničková & Horák (2022)**
Perturbações	Percentagem média de área ardida acumulada	Relação entre o regime de ocorrência de incêndios e a distribuição de espécies/estruturação da comunidade pelo território (suscetibilidade de habitats específicos à perturbação).	https://severus.pt/	**Civantos *et al*. (2018)**
	Severidade média do fogo	Relação entre o regime de ocorrência de incêndios, a distribuição de espécies e estruturação da comunidade pelo território (suscetibilidade de habitats específicos à perturbação).	https://severus.pt/	**Civantos *et al*. (2018)**

Anexo V: Tabela de valores de performance dos modelos individuais

Espécie	Medida de avaliação de performance	Calibração	Sensibilidade	Especificidade
Accipiter gentilis	ROC	0.808	74.674	74.013
Accipiter gentilis	TSS	0.487	69.974	78.469
Accipiter nisus	ROC	0.867	81.668	75.887
Accipiter nisus	TSS	0.576	81.668	75.7
Acrocephalus schoenobaenus	ROC	0.986	100.0	91.697
Acrocephalus schoenobaenus	TSS	0.917	100.0	91.67
Acrocephalus scirpaceus	ROC	0.973	96.552	90.552
Acrocephalus scirpaceus	TSS	0.867	96.552	90.138
Actitis hypoleucos	ROC	0.962	93.016	86.928
Actitis hypoleucos	TSS	0.796	93.016	86.513
Aegithalos caudatus	ROC	0.871	79.508	77.836
Aegithalos caudatus	TSS	0.573	79.567	77.715
Alauda arvensis	ROC	0.91	88.952	78.355
Alauda arvensis	TSS	0.671	89.66	77.365
Alcedo atthis	ROC	0.932	88.932	81.283
Alcedo atthis	TSS	0.702	88.932	81.256
Alectoris rufa	ROC	0.826	80.361	68.718
Alectoris rufa	TSS	0.491	80.587	68.491
Anas crecca	ROC	0.993	100.0	96.044
Anas crecca	TSS	0.96	100.0	95.924
Anas platyrhynchos	ROC	0.951	90.397	85.011
Anas platyrhynchos	TSS	0.753	89.956	85.265
Anthus campestris	ROC	0.946	84.076	90.812
Anthus campestris	TSS	0.747	84.076	90.598
Anthus pratensis	ROC	0.87	78.142	78.228
Anthus pratensis	TSS	0.563	78.319	77.907

Espécie	Medida de avaliação de performance	Calibração	Sensibilidade	Especificidade
Anthus spinoletta	ROC	0.939	92.405	81.991
Anthus spinoletta	TSS	0.742	92.405	81.763
Anthus trivialis	ROC	0.864	75.152	82.43
Anthus trivialis	TSS	0.572	75.152	81.935
Apus apus	ROC	0.878	79.668	78.056
Apus apus	TSS	0.575	87.226	70.139
Apus pallidus	ROC	0.919	83.431	84.285
Apus pallidus	TSS	0.675	82.551	85.074
Aquila chrysaetos	ROC	0.957	95.652	88.141
Aquila chrysaetos	TSS	0.835	95.652	87.726
Ardea alba	ROC	0.986	98.039	92.031
Ardea alba	TSS	0.9	98.039	91.964
Ardea cinerea	ROC	0.928	85.306	83.289
Ardea cinerea	TSS	0.685	85.404	82.968
Asio otus	ROC	0.976	100.0	86.681
Asio otus	TSS	0.861	100.0	85.879
Athene noctua	ROC	0.871	80.736	78.227
Athene noctua	TSS	0.588	82.035	76.608
Bubo bubo	ROC	0.957	96.154	83.868
Bubo bubo	TSS	0.791	96.154	82.892
Bubulcus ibis	ROC	0.983	96.629	92.211
Bubulcus ibis	TSS	0.888	96.629	92.198
Buteo buteo	ROC	0.831	76.458	73.944
Buteo buteo	TSS	0.501	76.269	74.038
Cairina moschata	ROC	0.971	95.767	89.961
Cairina moschata	TSS	0.857	95.767	89.908
Caprimulgus europaeus	ROC	0.829	79.558	73.057
Caprimulgus europaeus	TSS	0.525	78.453	73.993
Carduelis carduelis	ROC	0.872	78.256	78.555

Espécie	Medida de avaliação de performance	Calibração	Sensibilidade	Especificidade
Carduelis carduelis	TSS	0.567	79.857	76.682
Cecropis daurica	ROC	0.862	80.316	76.234
Cecropis daurica	TSS	0.563	79.817	76.515
Certhia brachydactyla	ROC	0.859	76.523	77.062
Certhia brachydactyla	TSS	0.535	76.523	77.062
Cettia cetti	ROC	0.883	83.914	74.869
Cettia cetti	TSS	0.585	83.433	75.164
Chloris chloris	ROC	0.842	78.378	73.561
Chloris chloris	TSS	0.519	78.378	73.561
Chroicocephalus ridibundus	ROC	0.989	97.406	93.16
Chroicocephalus ridibundus	TSS	0.905	96.934	93.575
Ciconia ciconia	ROC	0.933	83.755	87.271
Ciconia ciconia	TSS	0.707	83.755	86.897
Cinclus cinclus	ROC	0.929	91.765	80.364
Cinclus cinclus	TSS	0.717	91.765	79.856
Circaetus gallicus	ROC	0.854	87.526	71.186
Circaetus gallicus	TSS	0.584	87.73	70.57
Circus aeruginosus	ROC	0.994	97.778	97.084
Circus aeruginosus	TSS	0.948	97.778	97.017
Circus cyaneus	ROC	0.942	100.0	79.767
Circus cyaneus	TSS	0.793	100.0	79.273
Circus pygargus	ROC	0.897	90.452	73.914
Circus pygargus	TSS	0.642	90.201	73.994
Cisticola juncidis	ROC	0.893	78.046	83.242
Cisticola juncidis	TSS	0.613	78.151	83.095
Coccothraustes coccothraustes	ROC	0.917	84.615	87.6
Coccothraustes coccothraustes	TSS	0.718	84.615	87.065
Columba livia	ROC	0.912	78.527	87.518
Columba livia	TSS	0.66	78.527	87.518

Espécie	Medida de avaliação de performance	Calibração	Sensibilidade	Especificidade
Columba palumbus	ROC	0.842	77.811	74.184
Columba palumbus	TSS	0.52	78.011	73.903
Corvus corax	ROC	0.859	87.763	70.472
Corvus corax	TSS	0.581	86.424	71.517
Corvus corone	ROC	0.841	71.3	79.85
Corvus corone	TSS	0.512	71.473	79.583
Coturnix coturnix	ROC	0.921	92.899	79.283
Coturnix coturnix	TSS	0.717	92.899	78.762
Cuculus canorus	ROC	0.88	84.845	74.452
Cuculus canorus	TSS	0.593	80.149	79.013
Curruca iberiae	ROC	0.859	86.51	69.901
Curruca iberiae	TSS	0.564	86.51	69.821
Curruca melanocephala	ROC	0.865	85.588	72.423
Curruca melanocephala	TSS	0.578	86.324	71.446
Cyanistes caeruleus	ROC	0.856	75.103	79.377
Cyanistes caeruleus	TSS	0.543	80.403	73.88
Delichon urbicum	ROC	0.866	81.002	74.923
Delichon urbicum	TSS	0.557	78.713	76.797
Dendrocopos major	ROC	0.853	81.316	72.883
Dendrocopos major	TSS	0.54	81.688	72.174
Dryobates minor	ROC	0.907	90.58	77.256
Dryobates minor	TSS	0.673	90.58	77.256
Egretta garzetta	ROC	0.985	93.165	94.983
Egretta garzetta	TSS	0.881	93.165	94.969
Emberiza calandra	ROC	0.908	85.281	82.845
Emberiza calandra	TSS	0.68	86.58	81.441
Emberiza cia	ROC	0.845	85.216	66.64
Emberiza cia	TSS	0.517	85.733	65.904
Emberiza cirlus	ROC	0.819	73.314	75.953

Espécie	Medida de avaliação de performance	Calibração	Sensibilidade	Especificidade
Emberiza cirlus	TSS	0.489	73.601	75.191
Emberiza hortulana	ROC	0.976	100.0	86.442
Emberiza hortulana	TSS	0.863	100.0	86.215
Erithacus rubecula	ROC	0.802	75.215	70.341
Erithacus rubecula	TSS	0.454	75.666	69.673
Estrilda astrild	ROC	0.897	81.122	80.993
Estrilda astrild	TSS	0.62	80.952	81.114
Falco peregrinus	ROC	0.866	81.132	76.208
Falco peregrinus	TSS	0.568	77.358	79.422
Falco subbuteo	ROC	0.874	83.133	78.482
Falco subbuteo	TSS	0.613	80.321	80.945
Falco tinnunculus	ROC	0.917	83.918	82.69
Falco tinnunculus	TSS	0.666	83.918	82.583
Ficedula hypoleuca	ROC	0.848	80.592	72.772
Ficedula hypoleuca	TSS	0.533	82.332	70.779
Fringilla coelebs	ROC	0.848	83.358	68.232
Fringilla coelebs	TSS	0.515	84.006	67.429
Fringilla montifringilla	ROC	0.829	78.191	71.941
Fringilla montifringilla	TSS	0.498	78.191	71.432
Fulica atra	ROC	0.997	100.0	96.976
Fulica atra	TSS	0.967	100.0	96.722
Gallinago gallinago	ROC	0.968	95.833	89.139
Gallinago gallinago	TSS	0.85	95.833	89.112
Gallinula chloropus	ROC	0.966	92.704	88.47
Gallinula chloropus	TSS	0.81	92.704	88.23
Garrulus glandarius	ROC	0.78	68.393	73.553
Garrulus glandarius	TSS	0.418	70.548	71.268
Gyps fulvus	ROC	0.912	85.057	83.046
Gyps fulvus	TSS	0.681	85.632	82.364

Espécie	Medida de avaliação de performance	Calibração	Sensibilidade	Especificidade
Hieraaetus pennatus	ROC	0.896	84.98	78.905
Hieraaetus pennatus	TSS	0.638	85.386	78.41
Hippolais polyglotta	ROC	0.827	73.56	75.82
Hippolais polyglotta	TSS	0.492	73.264	75.927
Hirundo rustica	ROC	0.871	79.71	78.377
Hirundo rustica	TSS	0.579	79.427	78.604
Jynx torquilla	ROC	0.932	89.0	81.823
Jynx torquilla	TSS	0.708	89.0	81.636
Lanius meridionalis	ROC	0.885	90.909	72.365
Lanius meridionalis	TSS	0.63	90.909	72.03
Lanius senator	ROC	0.892	87.097	78.053
Lanius senator	TSS	0.65	87.097	77.879
Larus fuscus	ROC	0.988	93.823	95.182
Larus fuscus	TSS	0.89	93.99	94.981
Linaria cannabina	ROC	0.935	89.713	84.454
Linaria cannabina	TSS	0.74	89.981	84.006
Lophophanes cristatus	ROC	0.869	77.291	78.199
Lophophanes cristatus	TSS	0.553	76.505	78.828
Lullula arborea	ROC	0.856	85.392	69.37
Lullula arborea	TSS	0.546	84.725	69.878
Luscinia megarhynchos	ROC	0.861	82.139	74.164
Luscinia megarhynchos	TSS	0.561	81.786	74.364
Milvus migrans	ROC	0.902	81.742	82.694
Milvus migrans	TSS	0.644	81.742	82.601
Milvus milvus	ROC	0.923	82.955	85.998
Milvus milvus	TSS	0.688	82.955	85.783
Monticola saxatilis	ROC	0.978	95.062	92.454
Monticola saxatilis	TSS	0.875	95.062	92.427
Monticola solitarius	ROC	0.93	92.655	80.439

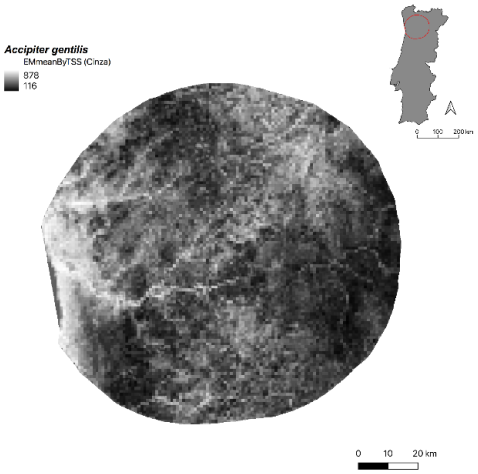
Espécie	Medida de avaliação de performance	Calibração	Sensibilidade	Especificidade
Monticola solitarius	TSS	0.728	92.09	80.666
Motacilla alba	ROC	0.839	72.91	78.389
Motacilla alba	TSS	0.511	72.623	78.576
Motacilla cinerea	ROC	0.89	85.234	76.217
Motacilla cinerea	TSS	0.614	85.892	75.401
Motacilla flava	ROC	0.943	89.941	84.799
Motacilla flava	TSS	0.745	89.941	84.799
Muscicapa striata	ROC	0.821	78.788	68.778
Muscicapa striata	TSS	0.474	79.021	68.055
Oenanthe oenanthe	ROC	0.911	82.99	82.569
Oenanthe oenanthe	TSS	0.655	82.216	83.224
Oriolus oriolus	ROC	0.846	68.452	85.429
Oriolus oriolus	TSS	0.535	68.452	85.429
Otus scops	ROC	0.892	89.062	77.611
Otus scops	TSS	0.667	89.062	77.424
Pandion haliaetus	ROC	0.99	100.0	94.231
Pandion haliaetus	TSS	0.941	100.0	94.057
Parus major	ROC	0.81	74.319	72.793
Parus major	TSS	0.47	74.993	71.75
Passer domesticus	ROC	0.823	75.107	73.986
Passer domesticus	TSS	0.49	74.702	74.334
Passer montanus	ROC	0.88	74.779	83.99
Passer montanus	TSS	0.585	75.516	83.055
Periparus ater	ROC	0.85	79.724	74.773
Periparus ater	TSS	0.543	78.949	75.428
Pernis apivorus	ROC	0.859	81.215	77.101
Pernis apivorus	TSS	0.581	80.663	77.315
Phalacrocorax carbo	ROC	0.947	83.894	88.798
Phalacrocorax carbo	TSS	0.726	84.098	88.477

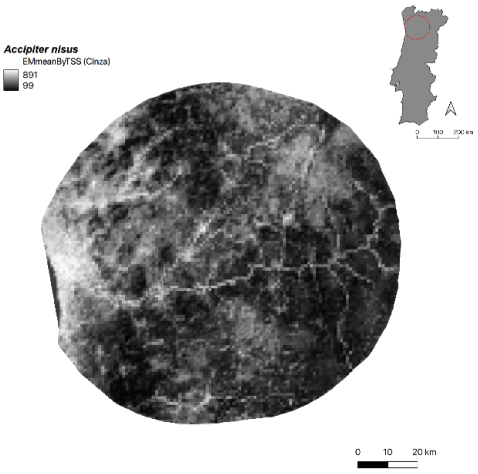
Espécie	Medida de avaliação de performance	Calibração	Sensibilidade	Especificidade
Phoenicurus ochruros	ROC	0.843	76.914	75.385
Phoenicurus ochruros	TSS	0.522	76.914	75.385
Phylloscopus bonelli	ROC	0.916	83.838	84.464
Phylloscopus bonelli	TSS	0.682	84.848	83.3
Phylloscopus collybita	ROC	0.878	86.488	70.812
Phylloscopus collybita	TSS	0.572	86.786	70.37
Phylloscopus ibericus	ROC	0.878	79.117	80.715
Phylloscopus ibericus	TSS	0.596	79.117	80.715
Phylloscopus trochilus	ROC	0.866	81.754	73.901
Phylloscopus trochilus	TSS	0.556	84.017	71.497
Pica pica	ROC	0.931	83.411	85.987
Pica pica	TSS	0.693	83.101	86.135
Picus sharpei	ROC	0.86	77.693	77.831
Picus sharpei	TSS	0.554	76.927	78.406
Prunella collaris	ROC	0.999	100.0	99.451
Prunella collaris	TSS	0.995	100.0	99.451
Prunella modularis	ROC	0.841	78.389	73.037
Prunella modularis	TSS	0.512	78.708	72.369
Ptyonoprogne rupestris	ROC	0.907	91.904	71.885
Ptyonoprogne rupestris	TSS	0.636	92.213	71.283
Pyrrhocorax pyrrhocorax	ROC	0.993	100.0	94.142
Pyrrhocorax pyrrhocorax	TSS	0.941	100.0	94.115
Pyrrhula pyrrhula	ROC	0.866	79.42	78.61
Pyrrhula pyrrhula	TSS	0.58	79.42	78.409
Regulus ignicapilla	ROC	0.88	84.648	75.197
Regulus ignicapilla	TSS	0.597	85.436	74.194
Regulus regulus	ROC	0.928	85.246	87.604
Regulus regulus	TSS	0.723	85.246	86.975
Riparia riparia	ROC	0.881	76.948	81.821

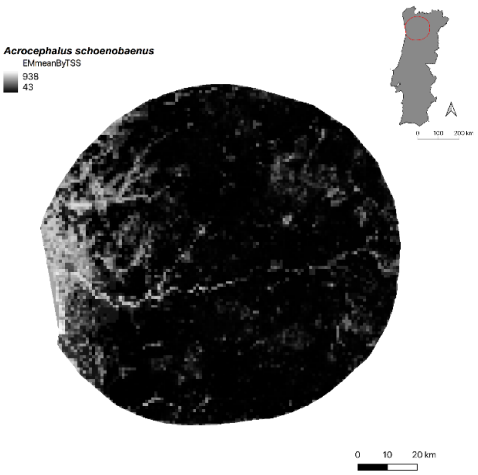
Espécie	Medida de avaliação de performance	Calibração	Sensibilidade	Especificidade
Riparia riparia	TSS	0.587	77.424	81.139
Saxicola rubetra	ROC	0.918	86.154	82.921
Saxicola rubetra	TSS	0.689	84.615	84.271
Saxicola rubicola	ROC	0.853	79.698	74.294
Saxicola rubicola	TSS	0.538	79.44	74.481
Scolopax rusticola	ROC	0.925	94.444	82.468
Scolopax rusticola	TSS	0.769	94.444	82.347
Serinus serinus	ROC	0.811	70.895	75.438
Serinus serinus	TSS	0.462	70.31	75.906
Sitta europaea	ROC	0.865	82.904	74.438
Sitta europaea	TSS	0.573	82.553	74.706
Spatula clypeata	ROC	0.996	100.0	98.289
Spatula clypeata	TSS	0.983	100.0	98.235
Spinus spinus	ROC	0.91	84.416	81.788
Spinus spinus	TSS	0.662	84.416	81.547
Streptopelia decaocto	ROC	0.872	80.201	77.861
Streptopelia decaocto	TSS	0.58	80.268	77.7
Streptopelia turtur	ROC	0.854	74.627	80.821
Streptopelia turtur	TSS	0.55	74.627	80.821
Strix aluco	ROC	0.847	80.713	72.895
Strix aluco	TSS	0.535	80.503	73.002
Sturnus unicolor	ROC	0.866	78.443	78.38
Sturnus unicolor	TSS	0.567	78.647	77.938
Sturnus vulgaris	ROC	0.923	89.778	81.172
Sturnus vulgaris	TSS	0.704	90.222	80.543
Sylvia atricapilla	ROC	0.816	72.188	75.649
Sylvia atricapilla	TSS	0.476	71.552	76.143
Sylvia borin	ROC	0.877	79.592	80.931
Sylvia borin	TSS	0.604	79.592	80.731

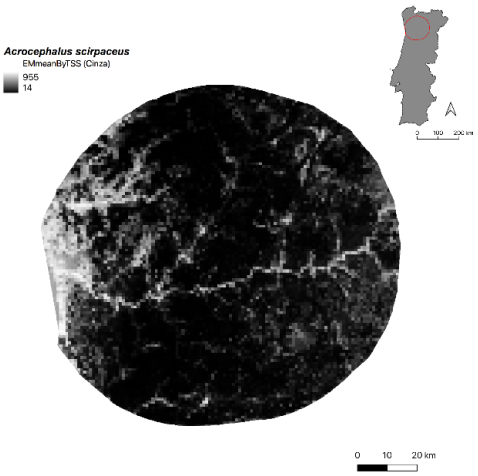
Espécie	Medida de avaliação de performance	Calibração	Sensibilidade	Especificidade
Sylvia communis	ROC	0.883	83.412	76.11
Sylvia communis	TSS	0.594	83.412	75.856
Sylvia undata	ROC	0.848	82.92	70.102
Sylvia undata	TSS	0.529	82.566	70.262
Tachybaptus ruficollis	ROC	0.958	93.985	83.046
Tachybaptus ruficollis	TSS	0.77	93.985	82.898
Tringa ochropus	ROC	0.959	94.737	85.565
Tringa ochropus	TSS	0.802	94.737	85.391
Troglodytes troglodytes	ROC	0.819	75.981	72.004
Troglodytes troglodytes	TSS	0.479	74.923	72.793
Turdus iliacus	ROC	0.822	78.601	70.301
Turdus iliacus	TSS	0.487	77.778	71.037
Turdus merula	ROC	0.827	75.882	73.389
Turdus merula	TSS	0.492	75.642	73.589
Turdus philomelos	ROC	0.848	76.503	76.259
Turdus philomelos	TSS	0.527	76.503	76.259
Turdus pilaris	ROC	0.925	95.455	76.287
Turdus pilaris	TSS	0.71	88.636	82.369
Turdus viscivorus	ROC	0.883	87.747	73.745
Turdus viscivorus	TSS	0.615	87.842	73.424
Tyto alba	ROC	0.885	91.753	75.735
Tyto alba	TSS	0.672	91.237	75.896
Upupa epops	ROC	0.871	81.854	76.37
Upupa epops	TSS	0.58	82.347	75.662

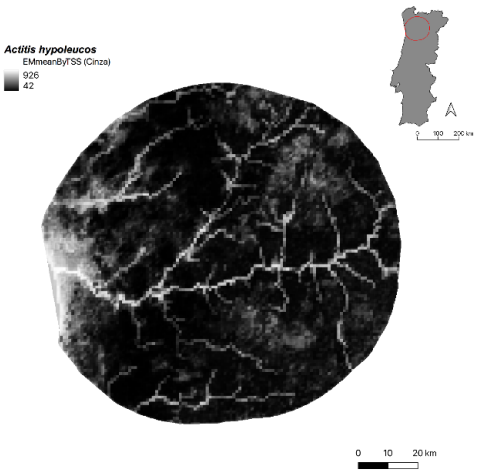
Anexo VI: Modelos individuais de distribuição das espécies

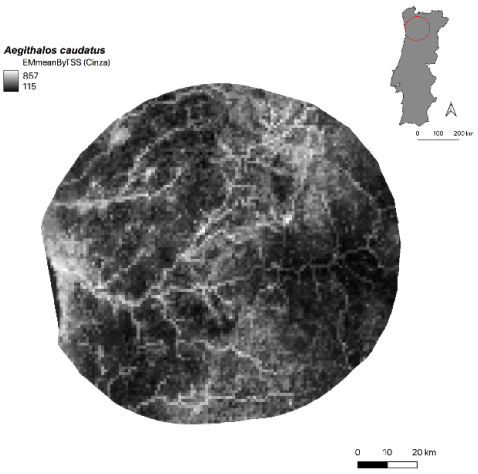

Accipiter gentilis
EMmeanByTSS (Cinza)
878
116
0 10 20 km

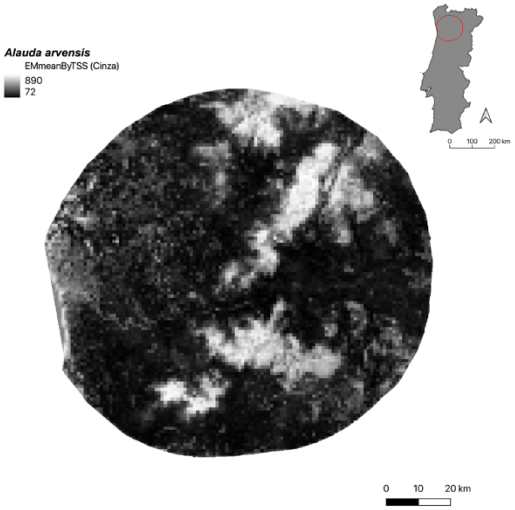

Accipiter nisus
EMmeanByTSS (Cinza)
891
99
0 10 20 km

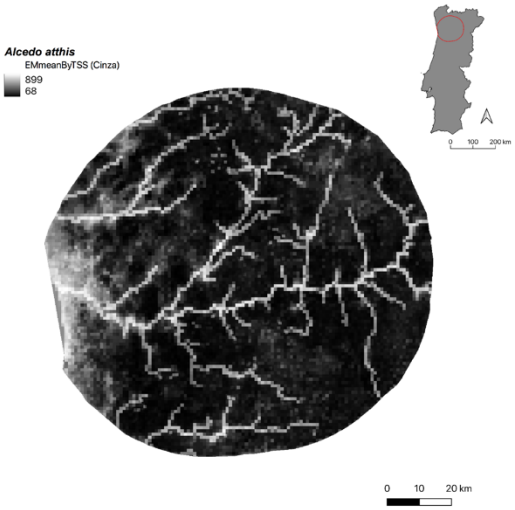

Acrocephalus schoenobaenus
EMmeanByTSS
938
43
0 10 20 km

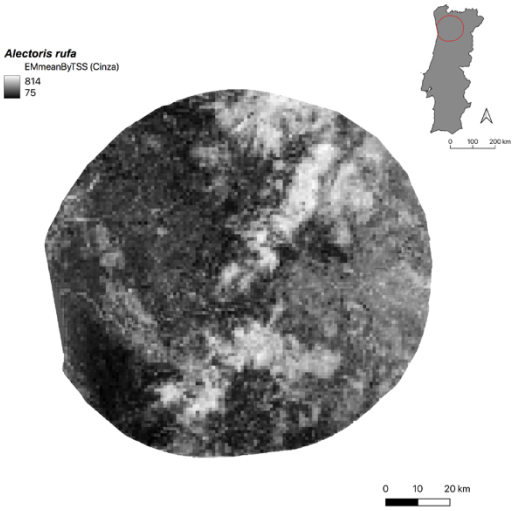

Acrocephalus scirpaceus
EMmeanByTSS (Cinza)
955
14
0 10 20 km

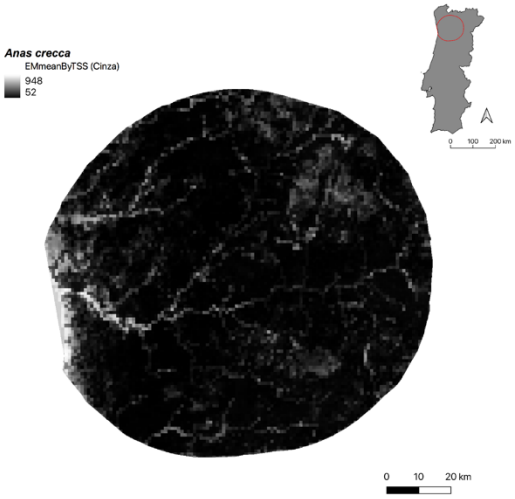

Actitis hypoleucos
EMmeanByTSS (Cinza)
926
42
0 10 20 km

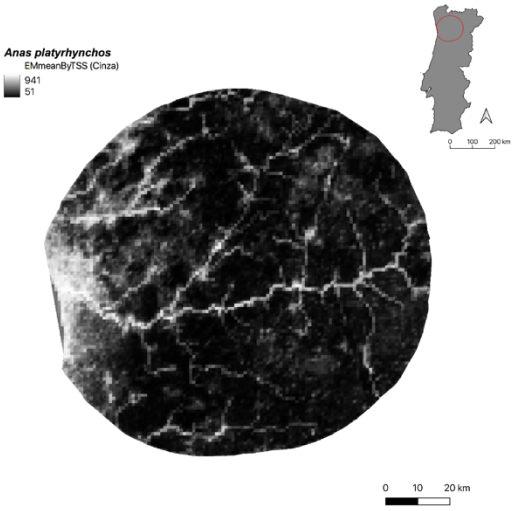

Aegithalos caudatus
EMmeanByTSS (Cinza)
857
115
0 10 20 km

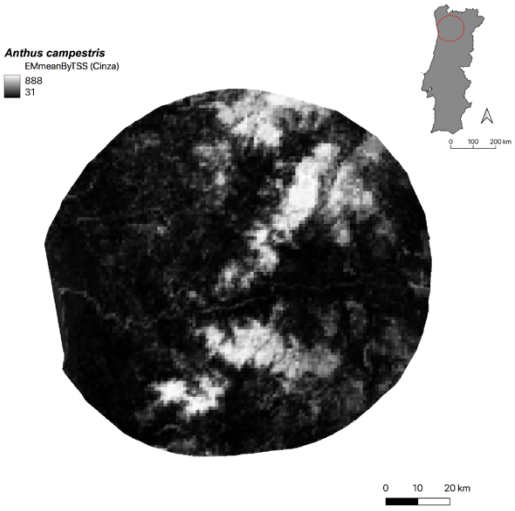

Alauda arvensis
EMmeanByTSS (Cinza)
890
72
0 10 20 km

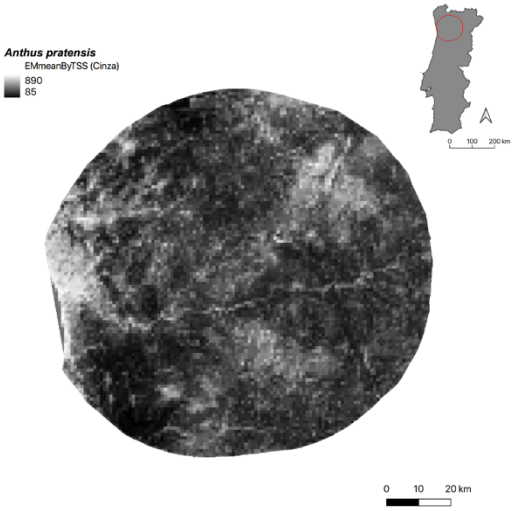

Alcedo atthis
EMmeanByTSS (Cinza)
899
68
0 10 20 km

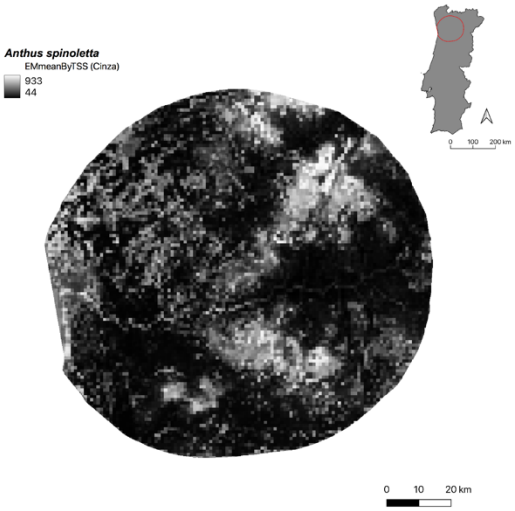

Alectoris rufa
EMmeanByTSS (Cinza)
814
75
0 10 20 km

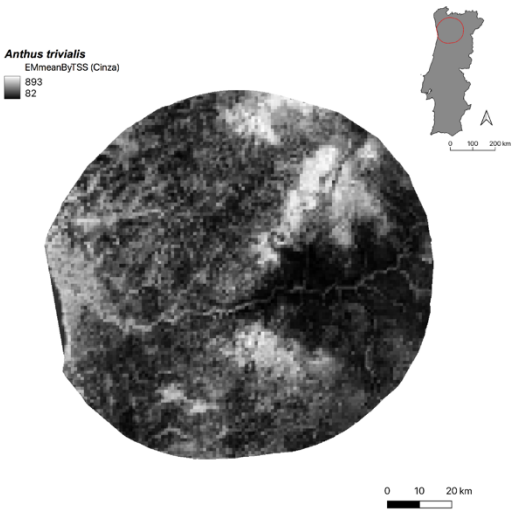

Anas crecca
EMmeanByTSS (Cinza)
948
52
0 10 20 km

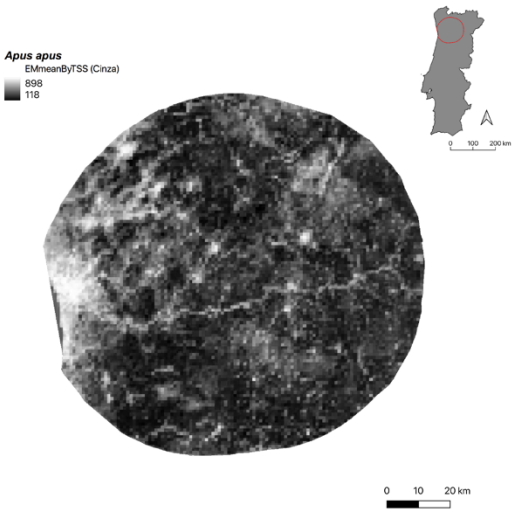

Anas platyrhynchos
EMmeanByTSS (Cinza)
941
51
0 10 20 km

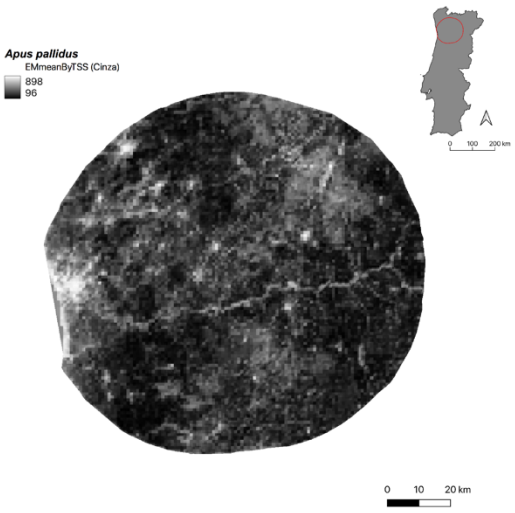

Anthus campestris
EMmeanByTSS (Cinza)
888
31
0 10 20 km

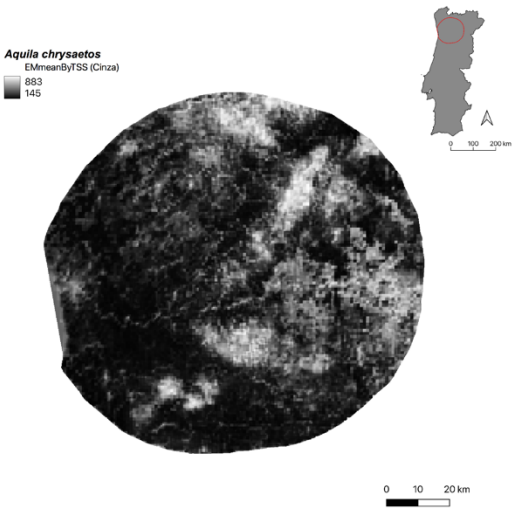

Anthus pratensis
EMmeanByTSS (Cinza)
890
85
0 100 200 km
0 10 20 km

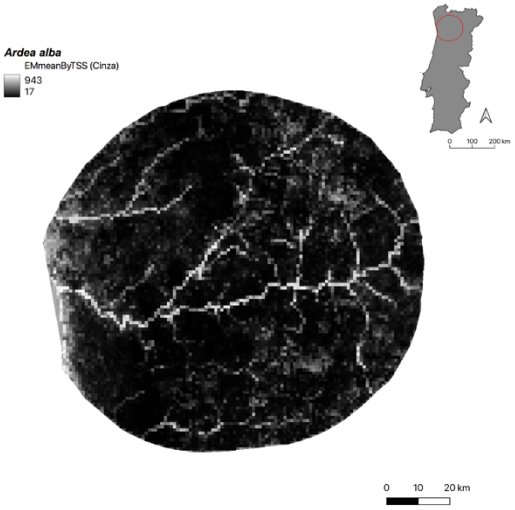

Anthus spinoletta
EMmeanByTSS (Cinza)
933
44
0 100 200 km
0 10 20 km

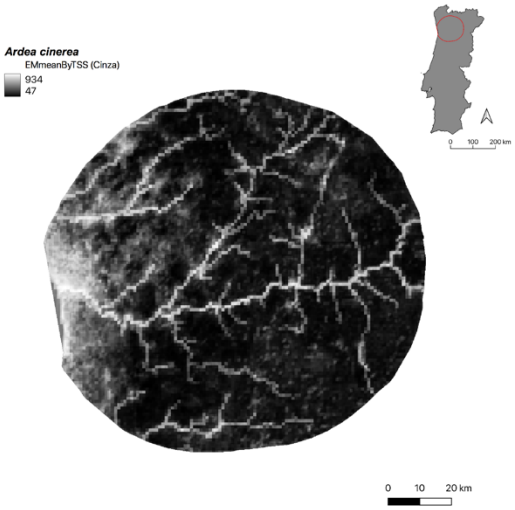

Anthus trivialis
EMmeanByTSS (Cinza)
893
82
0 100 200 km
0 10 20 km

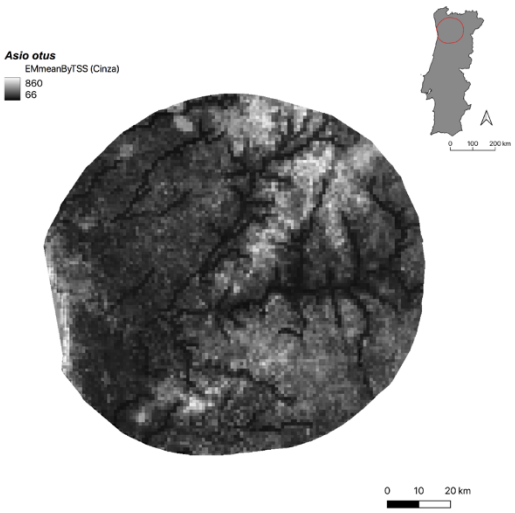

Apus apus
EMmeanByTSS (Cinza)
898
118
0 100 200 km
0 10 20 km

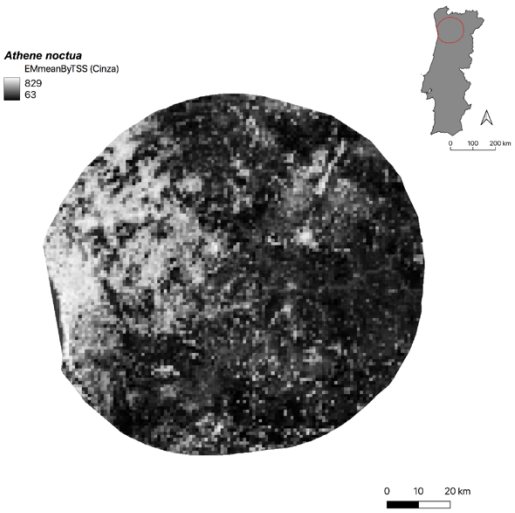

Apus pallidus
EMmeanByTSS (Cinza)
898
96
0 100 200 km
0 10 20 km

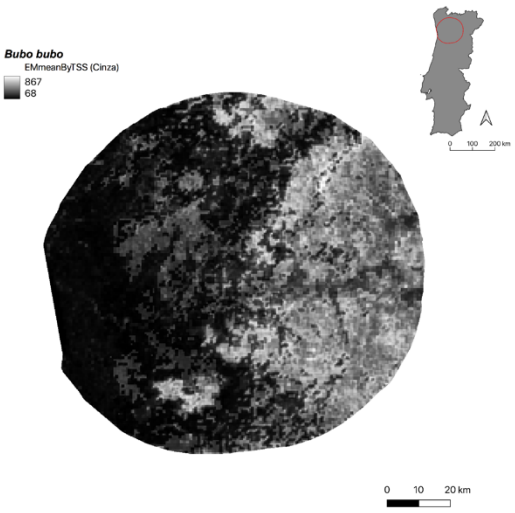

Aquila chrysaetos
EMmeanByTSS (Cinza)
883
145
0 100 200 km
0 10 20 km

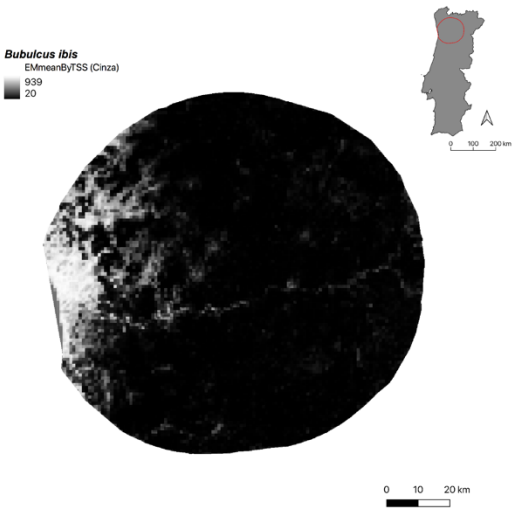

Ardea alba
EMmeanByTSS (Cinza)
943
17
0 100 200 km
0 10 20 km

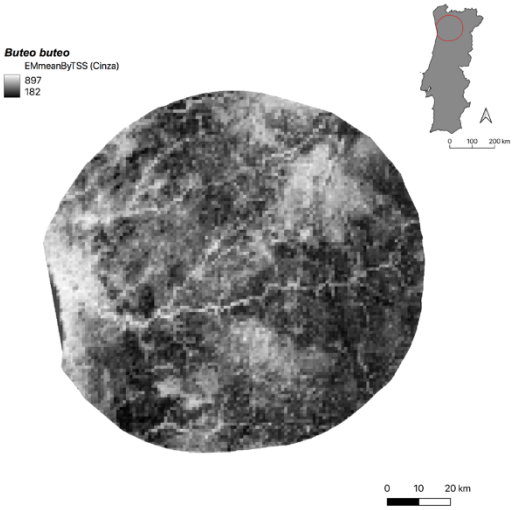

Ardea cinerea
EMmeanByTSS (Cinza)
934
47
0 100 200 km
0 10 20 km

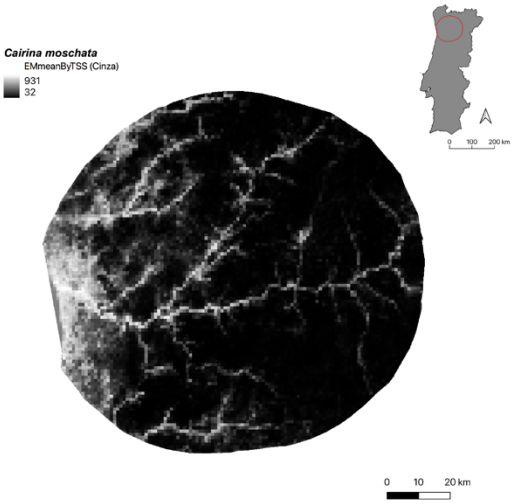

Asio otus
EMmeanByTSS (Cinza)
860
66
0 100 200 km
0 10 20 km

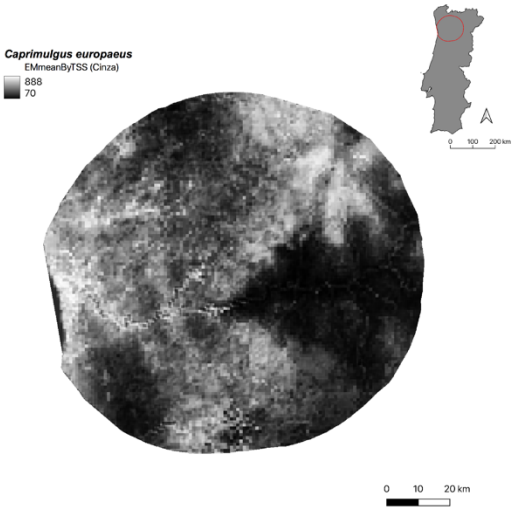

Athene noctua
EMmeanByTSS (Cinza)
829
63
0 100 200 km
0 10 20 km

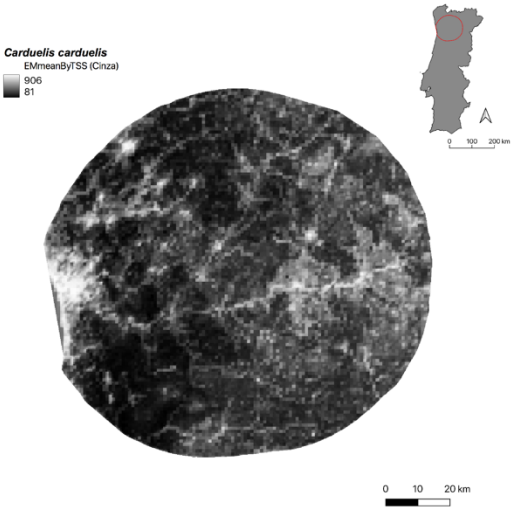

Bubo bubo
EMmeanByTSS (Cinza)
867
68
0 100 200 km
0 10 20 km

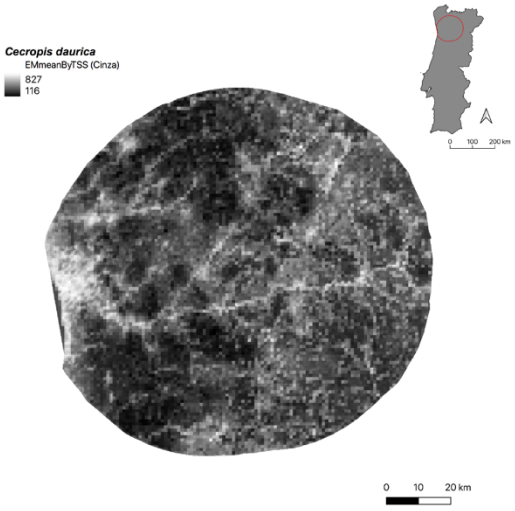

Bubulcus ibis
EMmeanByTSS (Cinza)
939
20
0 100 200 km
0 10 20 km

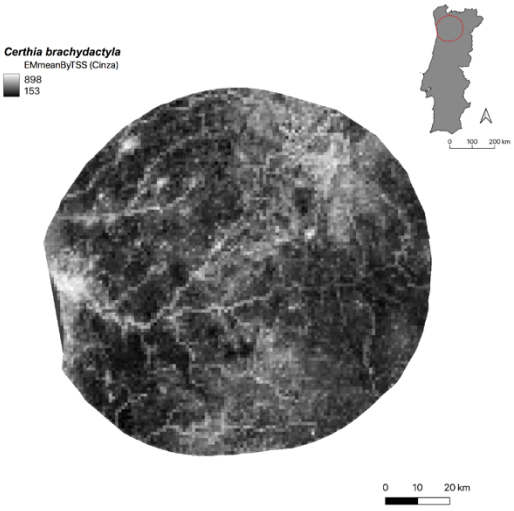

Buteo buteo
EMmeanByTSS (Cinza)
897
182
0 10 20 km

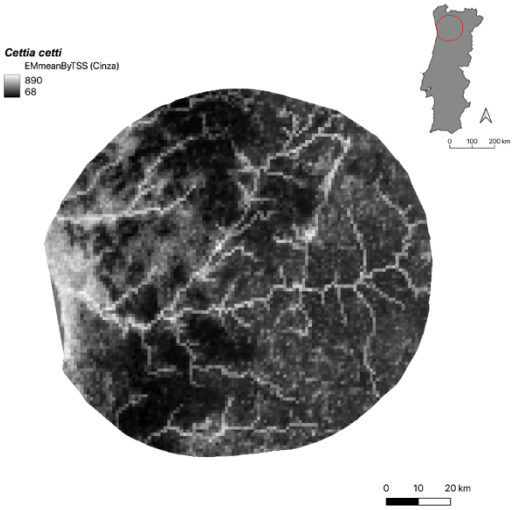

Cairina moschata
EMmeanByTSS (Cinza)
931
32
0 10 20 km

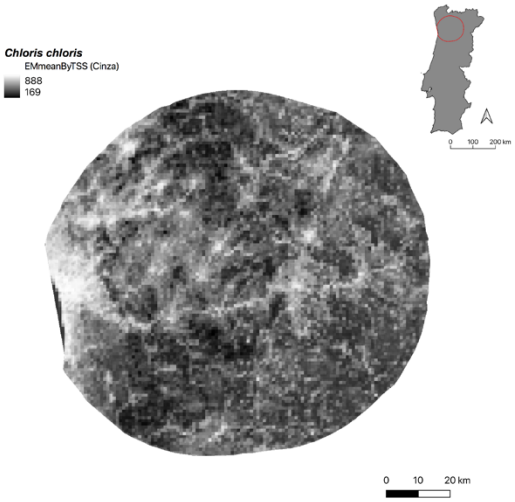

Caprimulgus europaeus
EMmeanByTSS (Cinza)
888
70
0 10 20 km

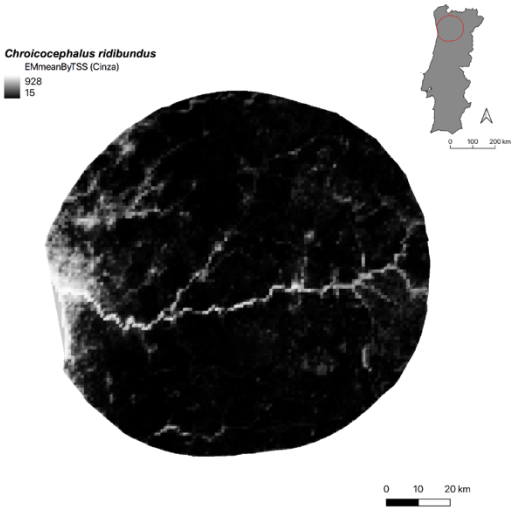

Carduelis carduelis
EMmeanByTSS (Cinza)
906
81
0 10 20 km

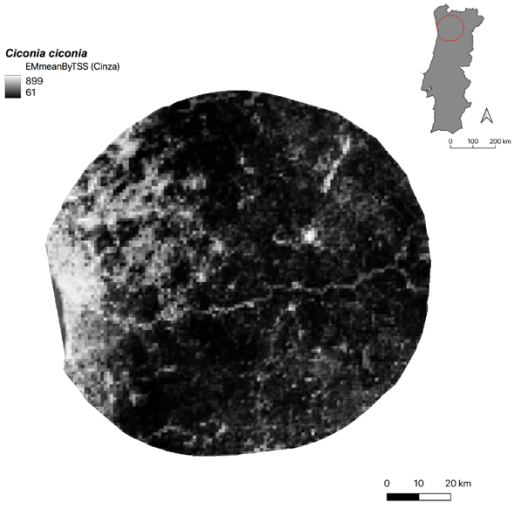

Cecropis daurica
EMmeanByTSS (Cinza)
827
116
0 10 20 km

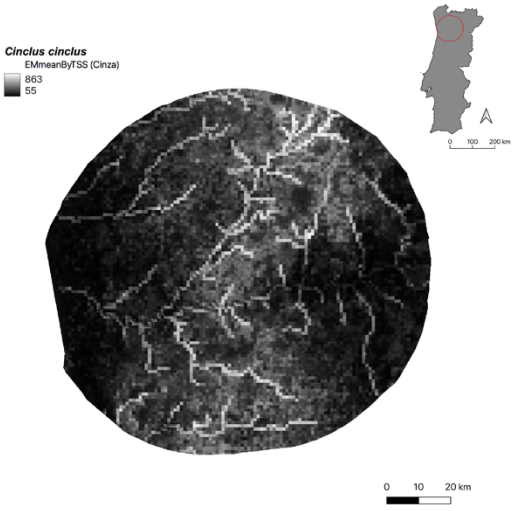

Certhia brachydactyla
EMmeanByTSS (Cinza)
898
153
0 10 20 km

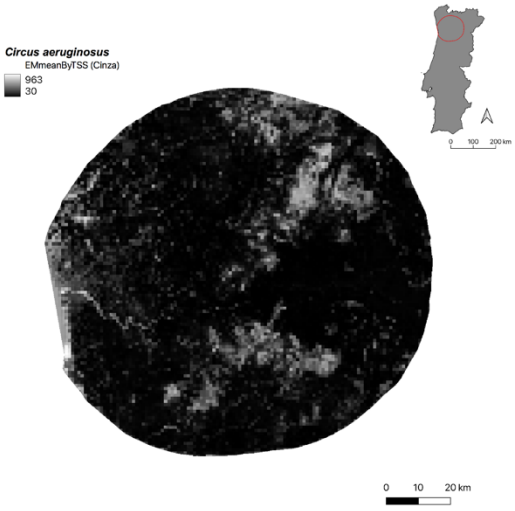

Cettia cetti
EMmeanByTSS (Cinza)
890
68
0 10 20 km

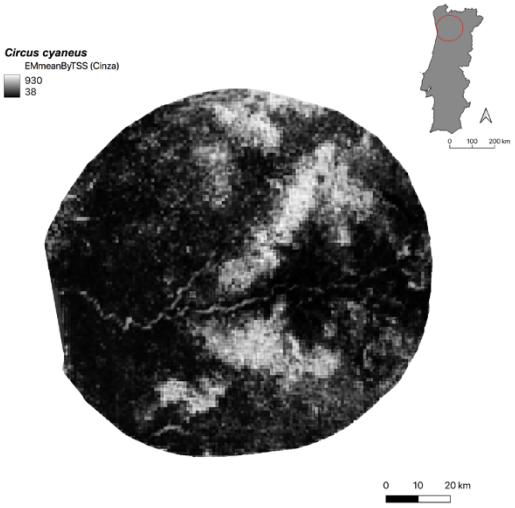

Chloris chloris
EMmeanByTSS (Cinza)
888
169
0 10 20 km

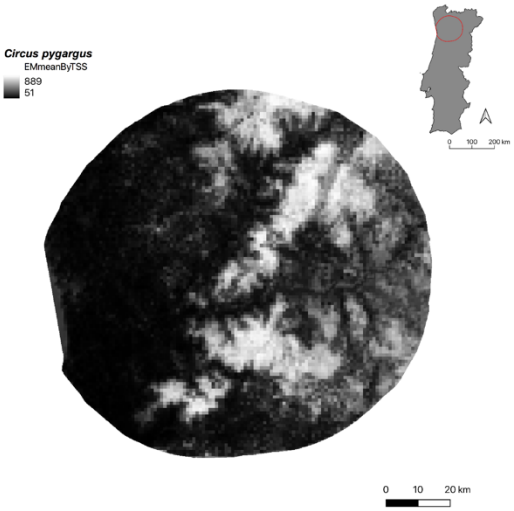

Chroicocephalus ridibundus
EMmeanByTSS (Cinza)
928
15
0 10 20 km

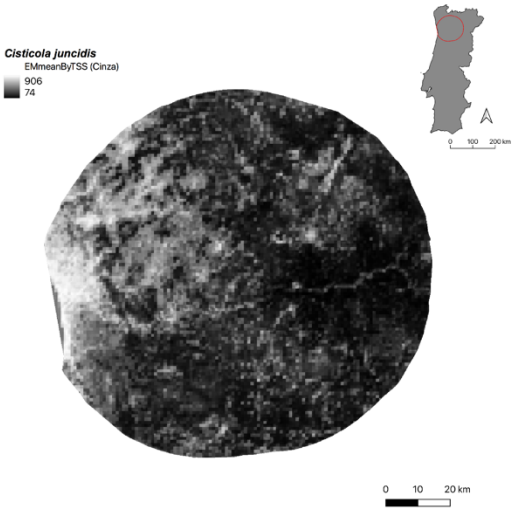

Ciconia ciconia
EMmeanByTSS (Cinza)
899
61
0 10 20 km

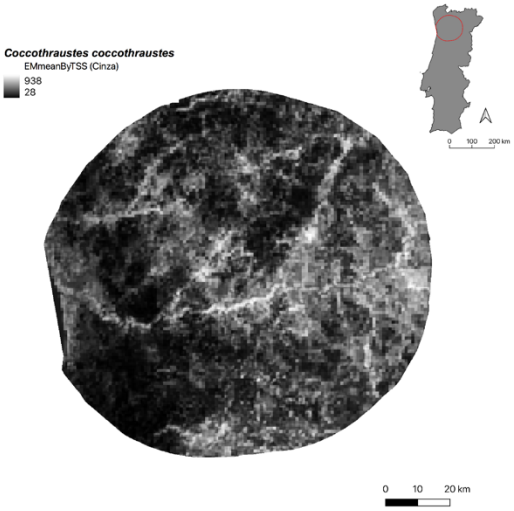

Cinclus cinclus
EMmeanByTSS (Cinza)
863
55
0 10 20 km

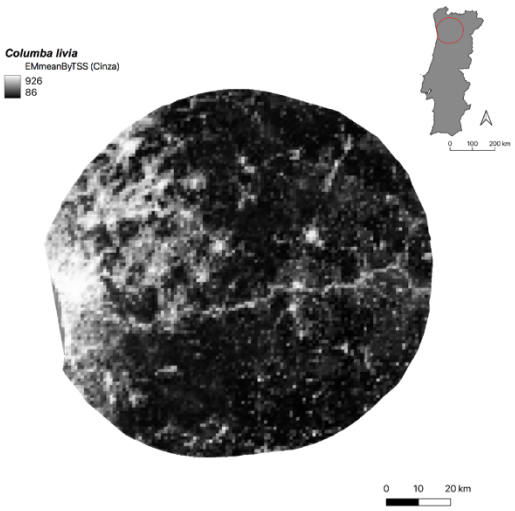

Circus aeruginosus
EMmeanByTSS (Cinza)
963
30
0 10 20 km

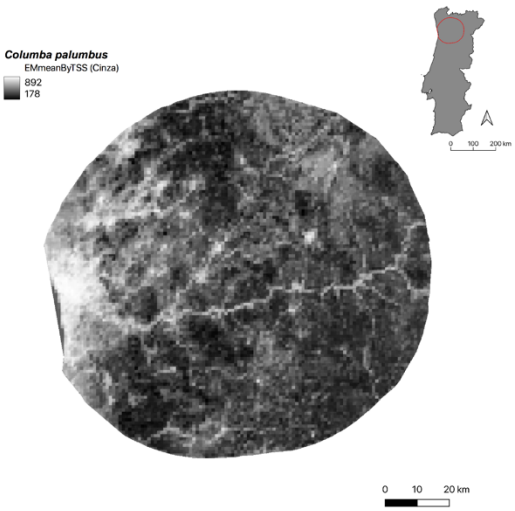

Circus cyaneus
EMmeanByTSS (Cinza)
930
38
0 100 200 km
0 10 20 km

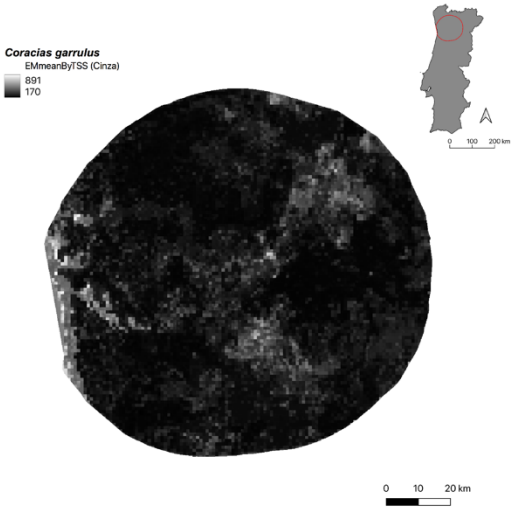

Circus pygargus
EMmeanByTSS
889
51
0 100 200 km
0 10 20 km

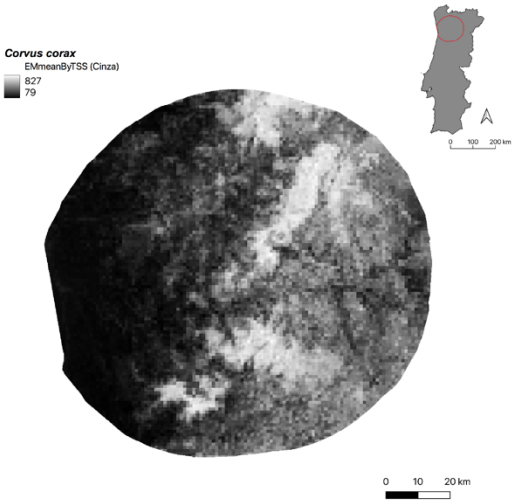

Cisticola juncidis
EMmeanByTSS (Cinza)
906
74
0 100 200 km
0 10 20 km

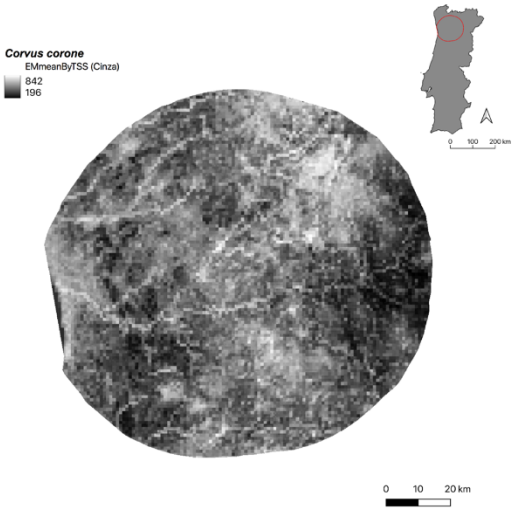

Coccothraustes coccothraustes
EMmeanByTSS (Cinza)
938
28
0 100 200 km
0 10 20 km

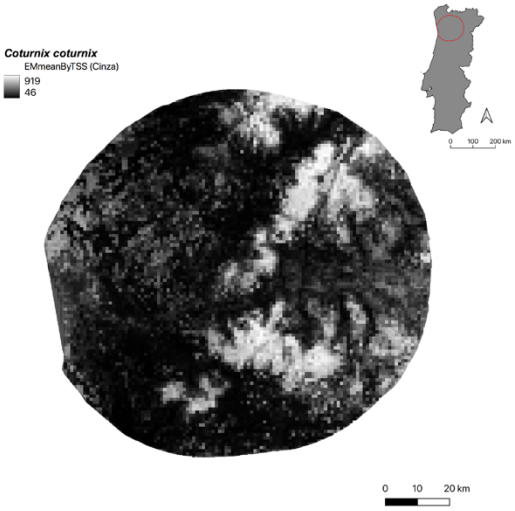

Columba livia
EMmeanByTSS (Cinza)
926
86
0 100 200 km
0 10 20 km

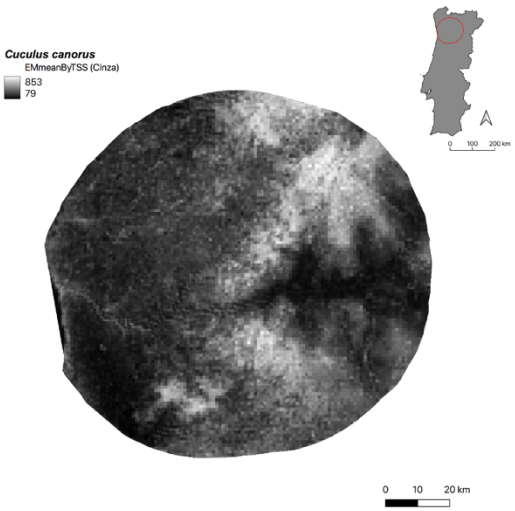

Columba palumbus
EMmeanByTSS (Cinza)
892
178
0 100 200 km
0 10 20 km

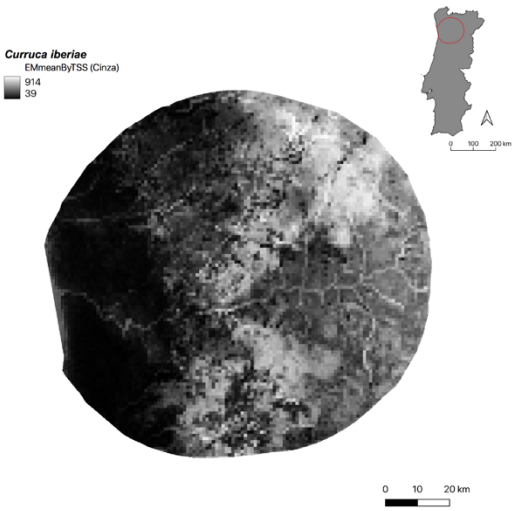

Coracias garrulus
EMmeanByTSS (Cinza)
891
170
0 100 200 km
0 10 20 km

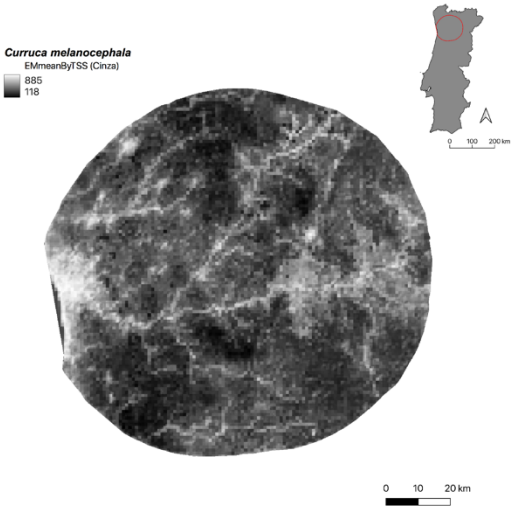

Corvus corax
EMmeanByTSS (Cinza)
827
79
0 100 200 km
0 10 20 km

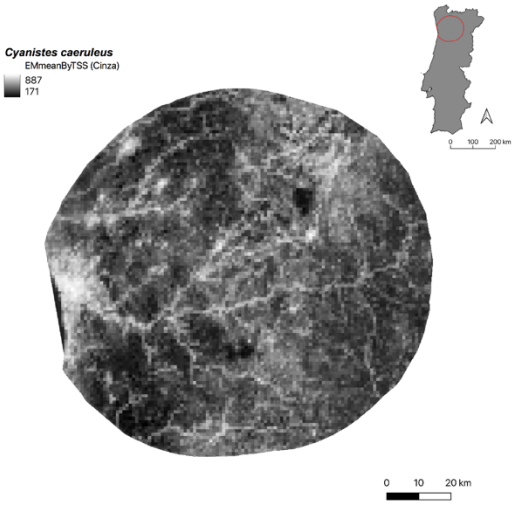

Corvus corone
EMmeanByTSS (Cinza)
842
196
0 100 200 km
0 10 20 km

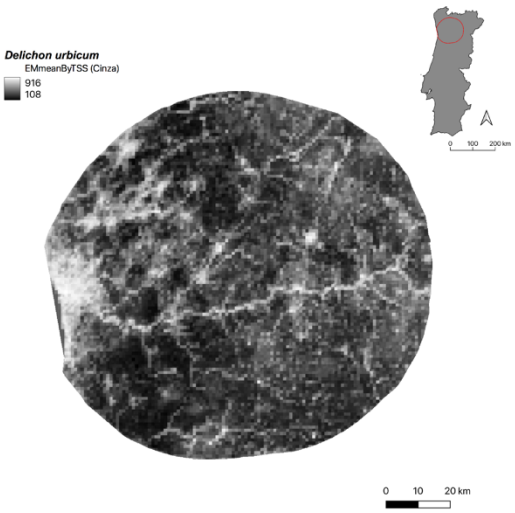

Coturnix coturnix
EMmeanByTSS (Cinza)
919
46
0 100 200 km
0 10 20 km

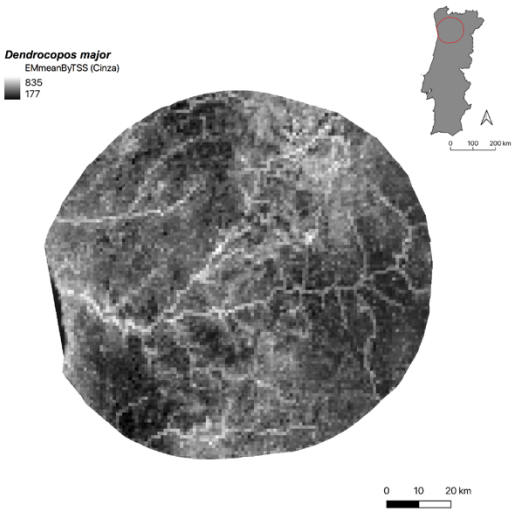

Cuculus canorus
EMmeanByTSS (Cinza)
853
79
0 100 200 km
0 10 20 km

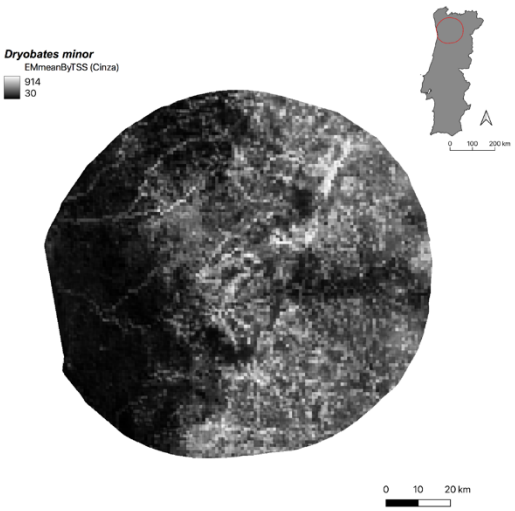

Curruca iberiae
EMmeanByTSS (Cinza)
914
39
0 100 200 km
0 10 20 km

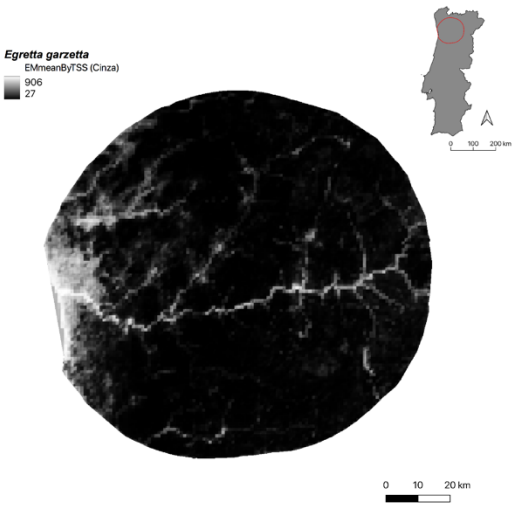

Curruca melanocephala
EMmeanByTSS (Cinza)
885
118
0 100 200 km
0 10 20 km

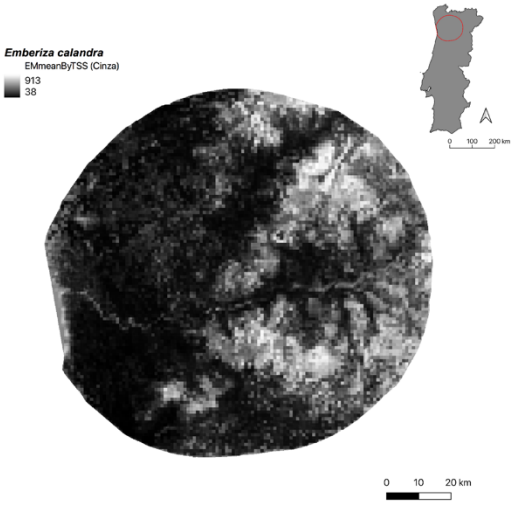

Cyanistes caeruleus
EMmeanByTSS (Cinza)
887
171
0 100 200 km
0 10 20 km

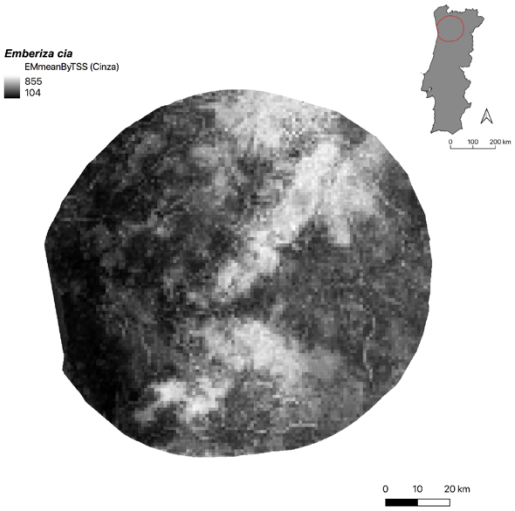

Delichon urbicum
EMmeanByTSS (Cinza)
916
108
0 100 200 km
0 10 20 km

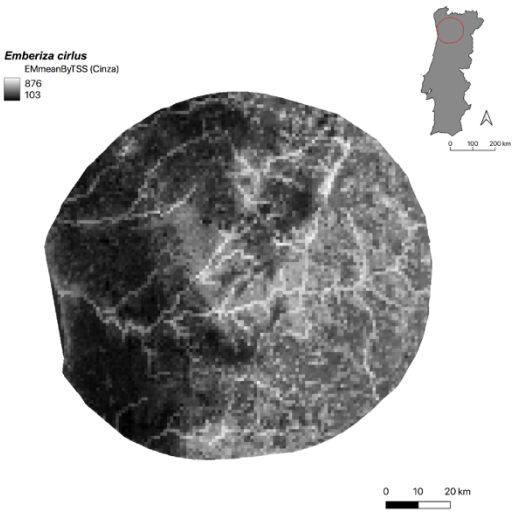

Dendrocopos major
EMmeanByTSS (Cinza)
835
177
0 100 200 km
0 10 20 km

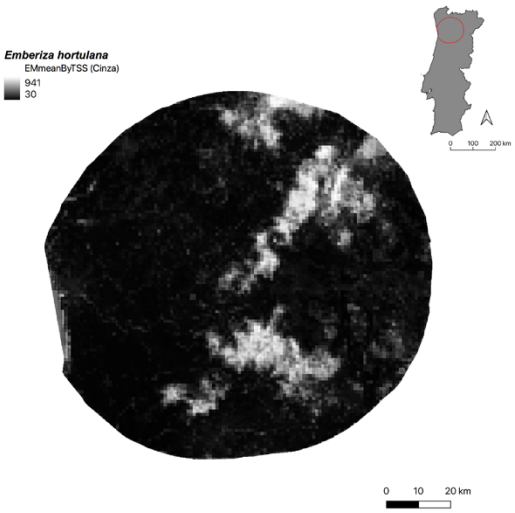

Dryobates minor
EMmeanByTSS (Cinza)
914
30
0 100 200 km
0 10 20 km

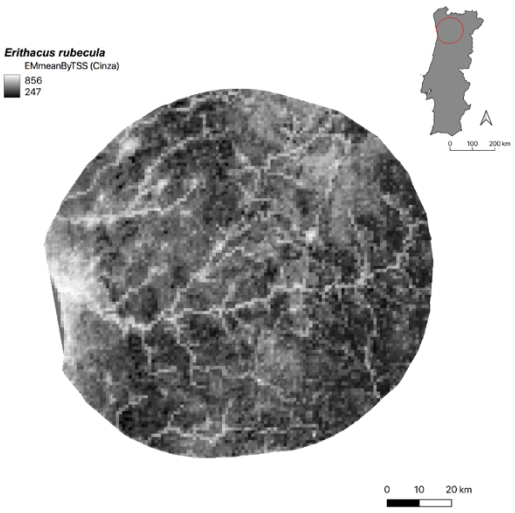

Egretta garzetta
EMmeanByTSS (Cinza)
906
27
0 100 200 km
0 10 20 km

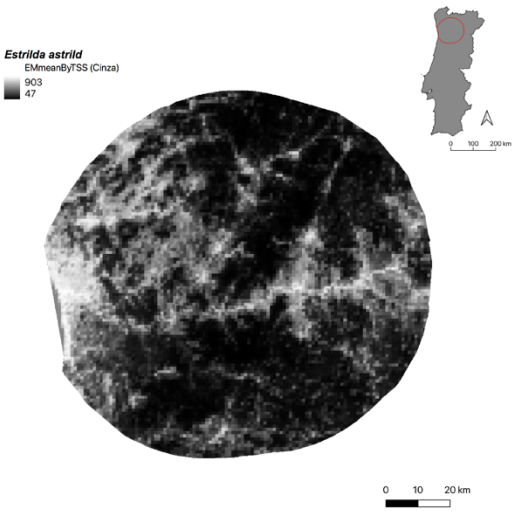

Emberiza calandra
EMmeanByTSS (Cinza)
913
38
0 100 200 km
0 10 20 km

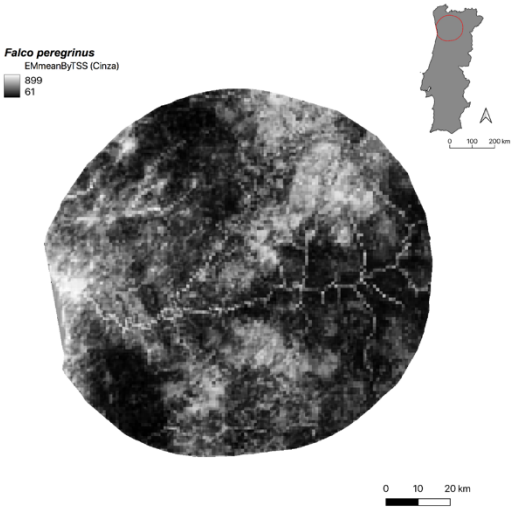

Emberiza cia
EMmeanByTSS (Cinza)
855
104
0 100 200 km
0 10 20 km

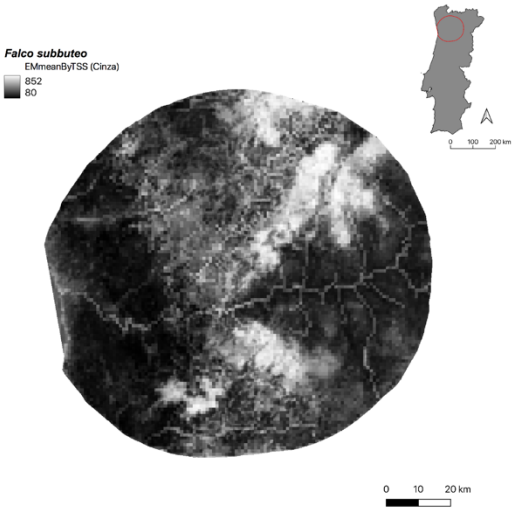

Emberiza cirlus
EMmeanByTSS (Cinza)
876
103
0 100 200 km
0 10 20 km

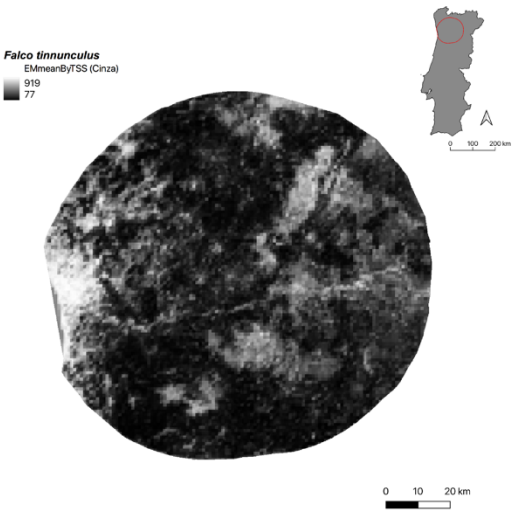

Emberiza hortulana
EMmeanByTSS (Cinza)
941
30
0 100 200 km
0 10 20 km

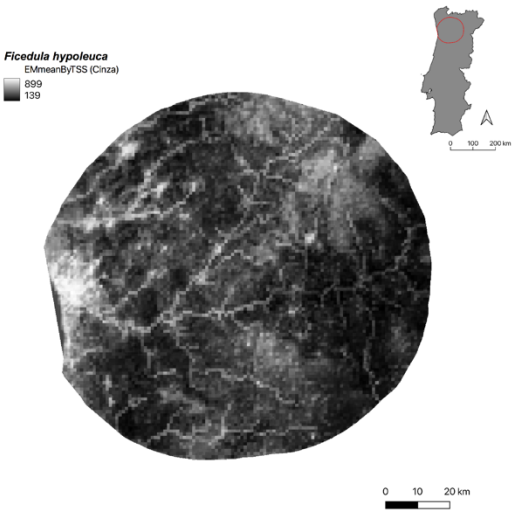

Erithacus rubecula
EMmeanByTSS (Cinza)
856
247
0 100 200 km
0 10 20 km

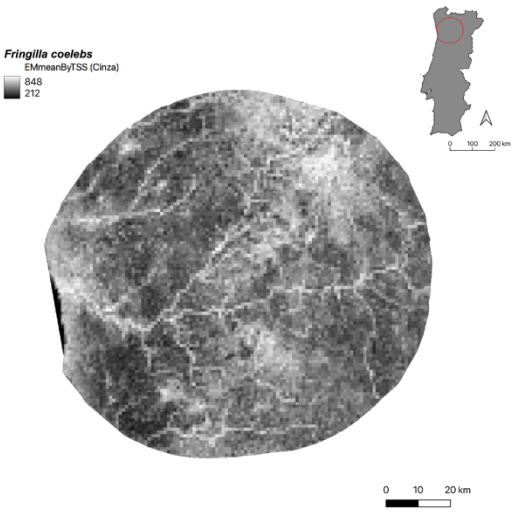

Estrilda astrild
EMmeanByTSS (Cinza)
903
47
0 100 200 km
0 10 20 km

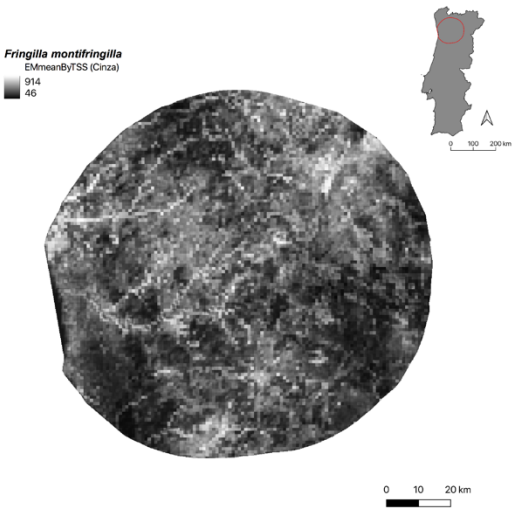

Falco peregrinus
EMmeanByTSS (Cinza)
899
61
0 100 200 km
0 10 20 km

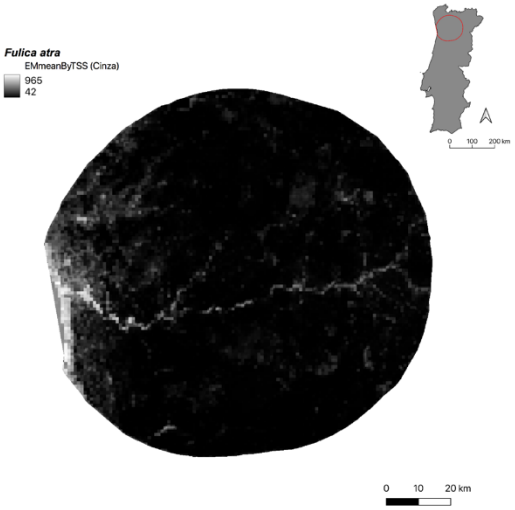

Falco subbuteo
EMmeanByTSS (Cinza)
852
80
0 100 200 km
0 10 20 km

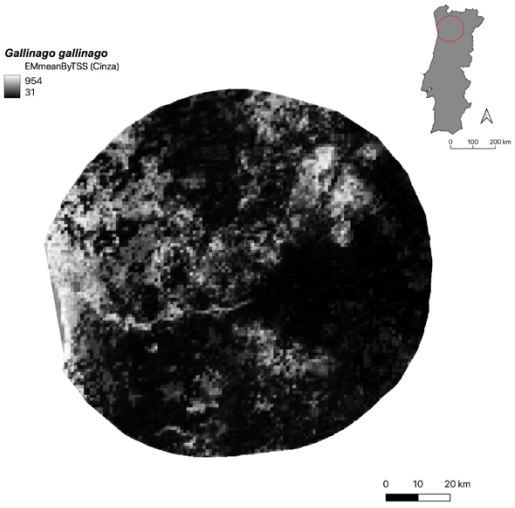

Falco tinnunculus
EMmeanByTSS (Cinza)
919
77
0 100 200 km
0 10 20 km

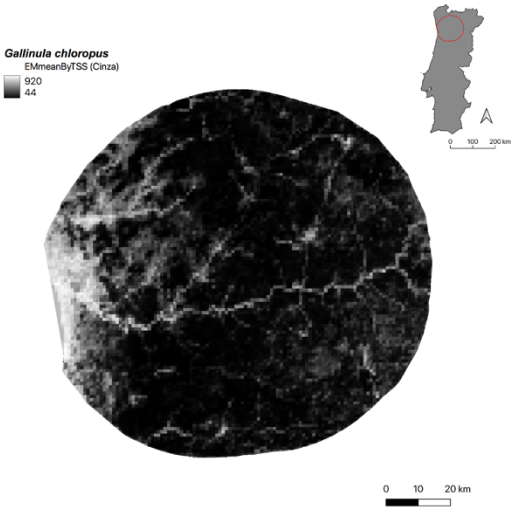

Ficedula hypoleuca
EMmeanByTSS (Cinza)
899
139
0 100 200 km
0 10 20 km

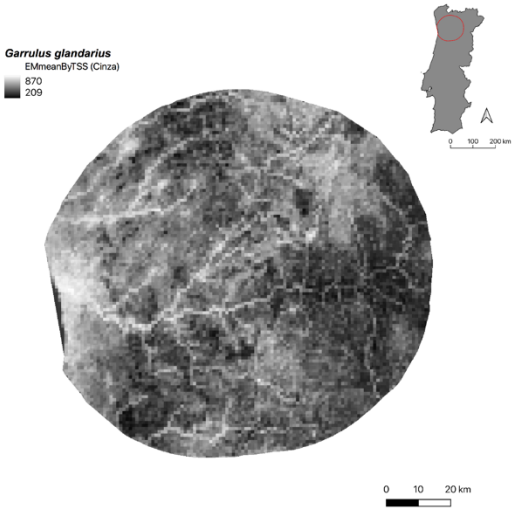

Fringilla coelebs
EMmeanByTSS (Cinza)
848
212
0 100 200 km
0 10 20 km

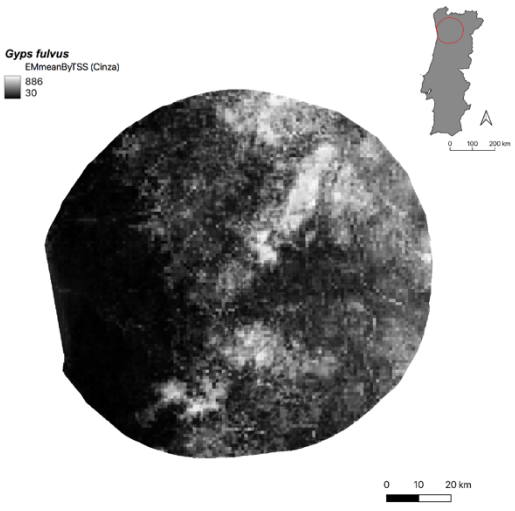

Fringilla montifringilla
EMmeanByTSS (Cinza)
914
46
0 100 200 km
0 10 20 km

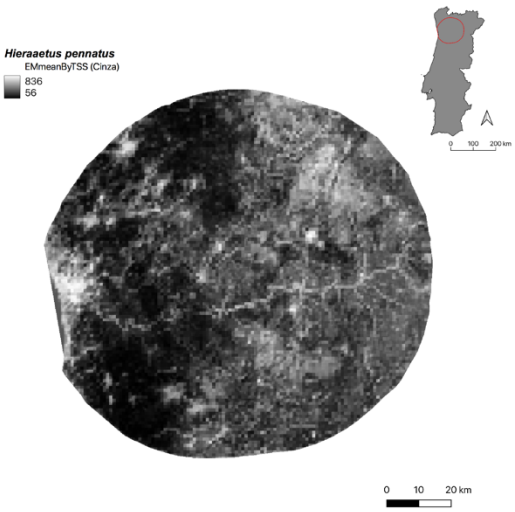

Fulica atra
EMmeanByTSS (Cinza)
965
42
0 100 200 km
0 10 20 km

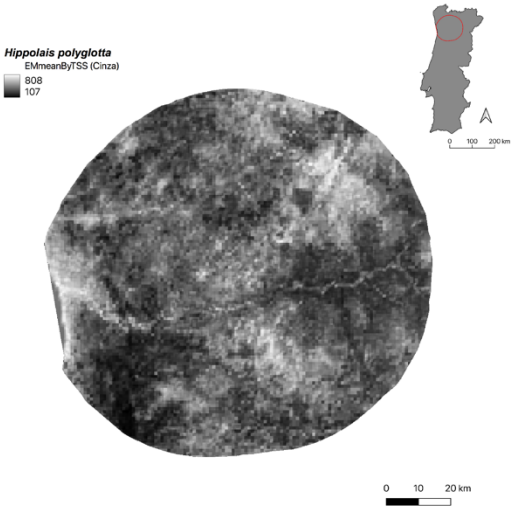

Gallinago gallinago
EMmeanByTSS (Cinza)
954
31
0 100 200 km
0 10 20 km

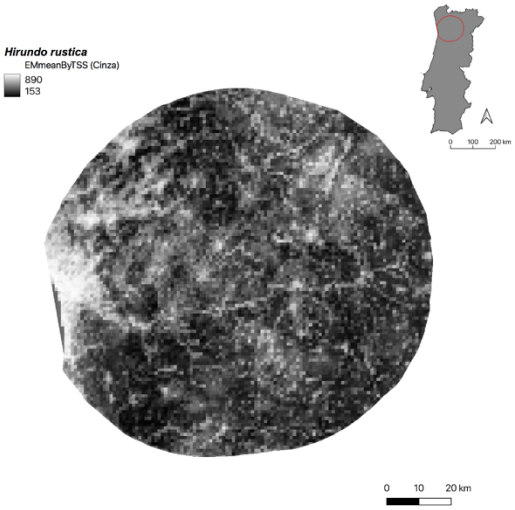

Gallinula chloropus
EMmeanByTSS (Cinza)
920
44
0 100 200 km
0 10 20 km

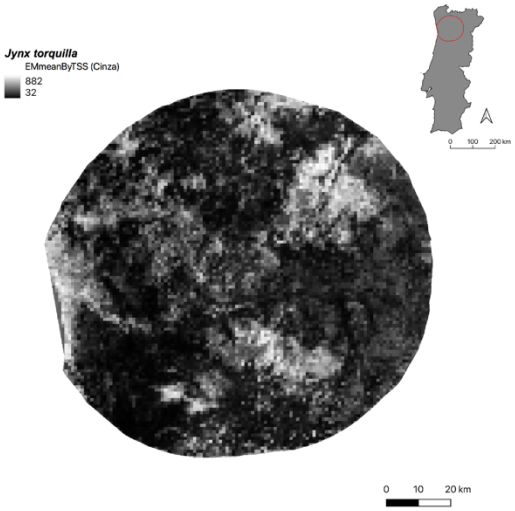

Garrulus glandarius
EMmeanByTSS (Cinza)
870
209
0 100 200 km
0 10 20 km

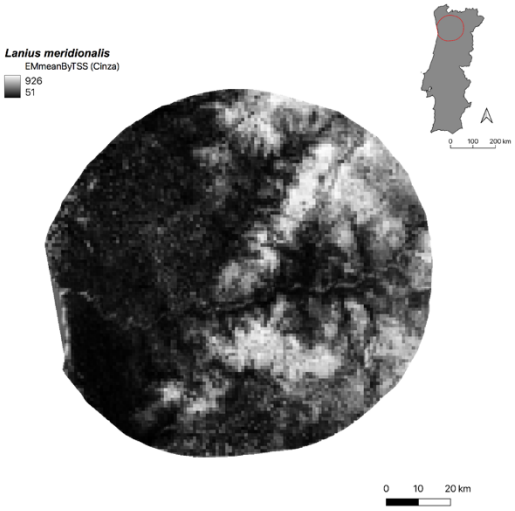

Gyps fulvus
EMmeanByTSS (Cinza)
886
30
0 100 200 km
0 10 20 km

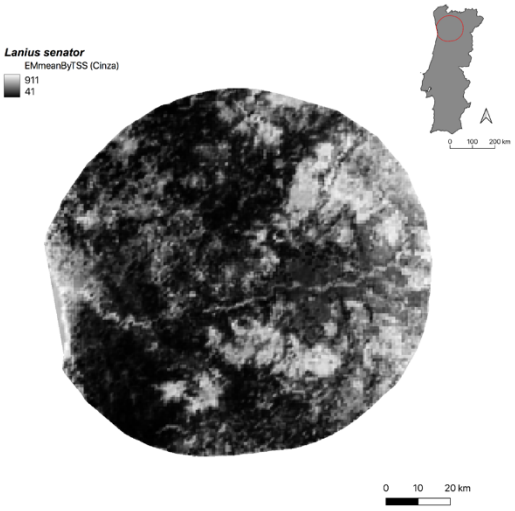

Hieraaetus pennatus
EMmeanByTSS (Cinza)
836
56
0 100 200 km
0 10 20 km

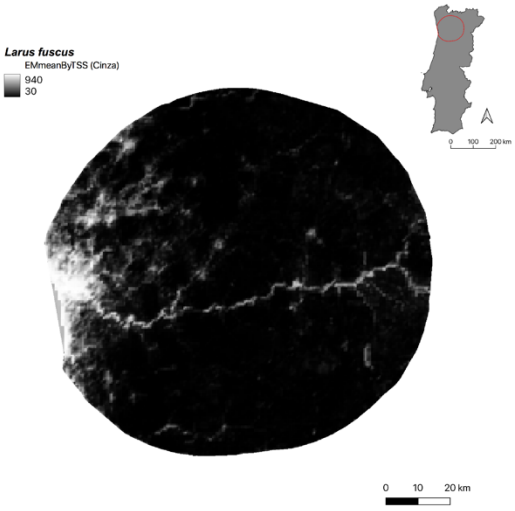

Hippolais polyglotta
EMmeanByTSS (Cinza)
808
107
0 10 20 km

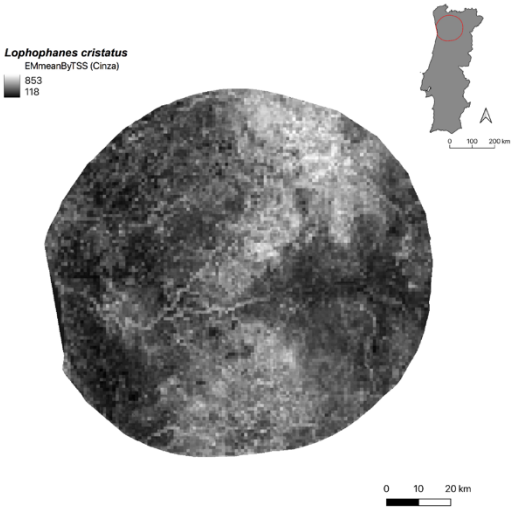

Hirundo rustica
EMmeanByTSS (Cinza)
890
153
0 10 20 km

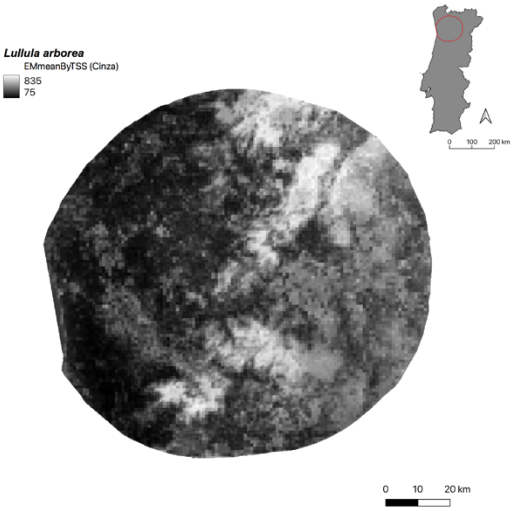

Jynx torquilla
EMmeanByTSS (Cinza)
882
32
0 10 20 km

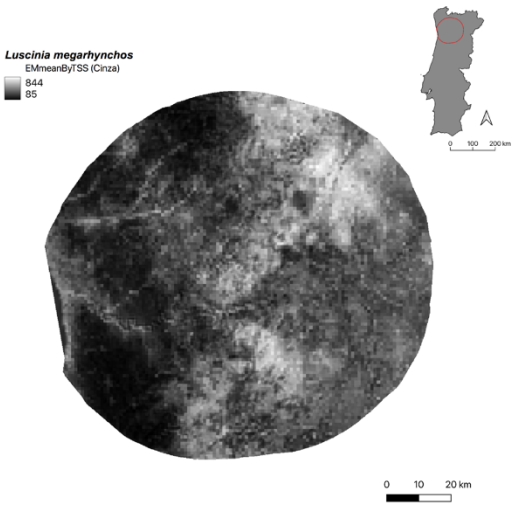

Lanius meridionalis
EMmeanByTSS (Cinza)
926
51
0 10 20 km

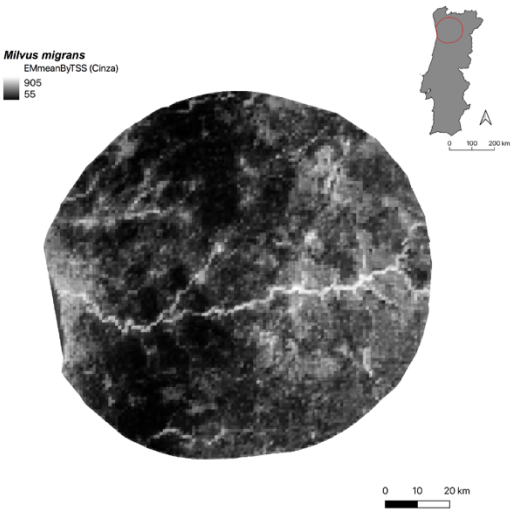

Lanius senator
EMmeanByTSS (Cinza)
911
41
0 10 20 km

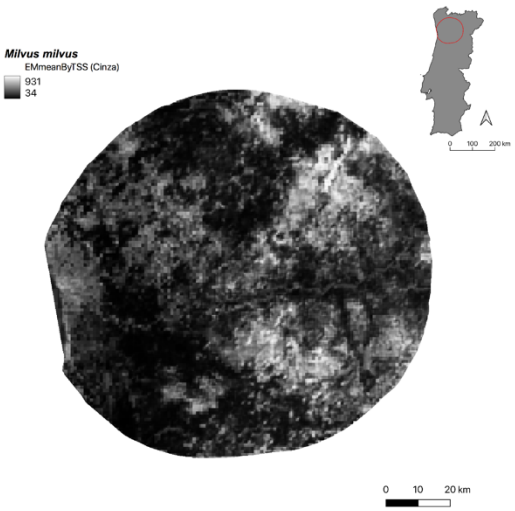

Larus fuscus
EMmeanByTSS (Cinza)
940
30
0 10 20 km

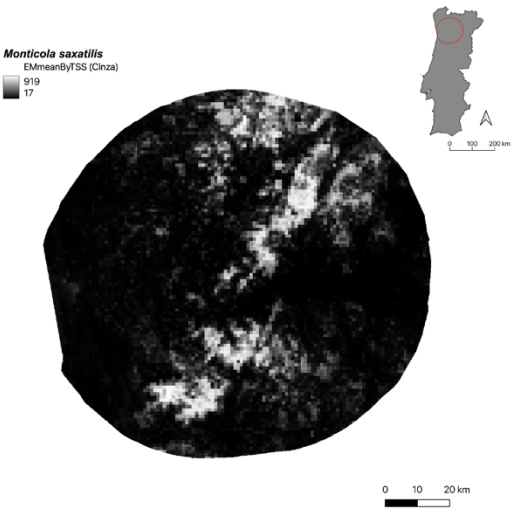

Lophophanes cristatus
EMmeanByTSS (Cinza)
853
118
0 100 200 km
0 10 20 km

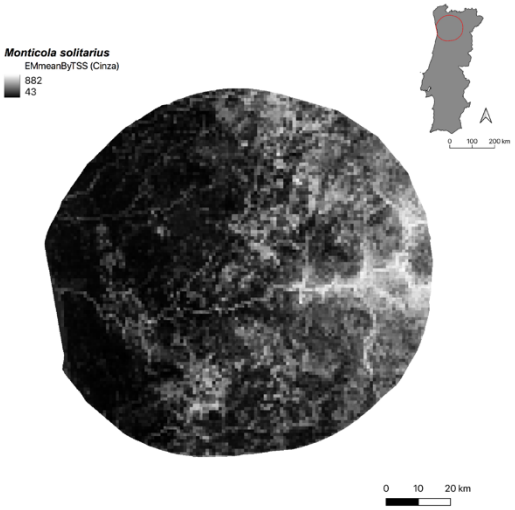

Lullula arborea
EMmeanByTSS (Cinza)
835
75
0 100 200 km
0 10 20 km

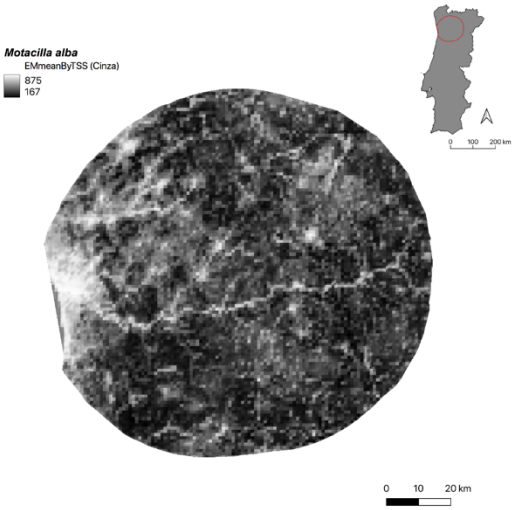

Luscinia megarhynchos
EMmeanByTSS (Cinza)
844
85
0 100 200 km
0 10 20 km

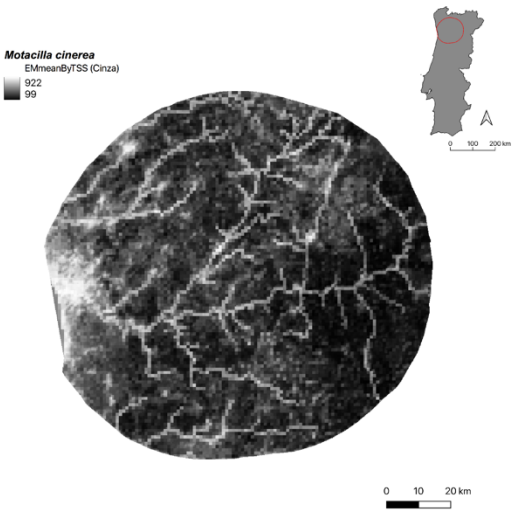

Milvus migrans
EMmeanByTSS (Cinza)
905
55
0 100 200 km
0 10 20 km

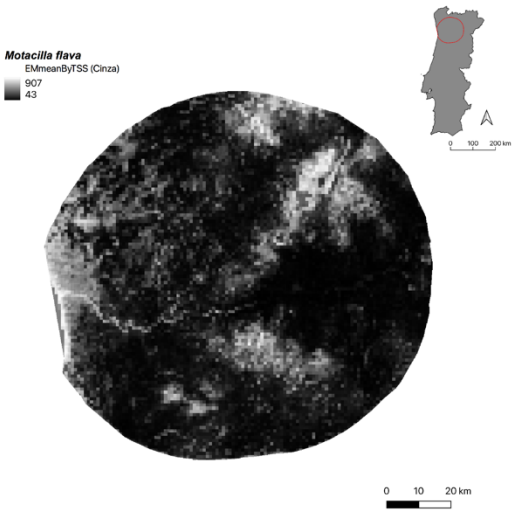

Milvus milvus
EMmeanByTSS (Cinza)
931
34
0 100 200 km
0 10 20 km

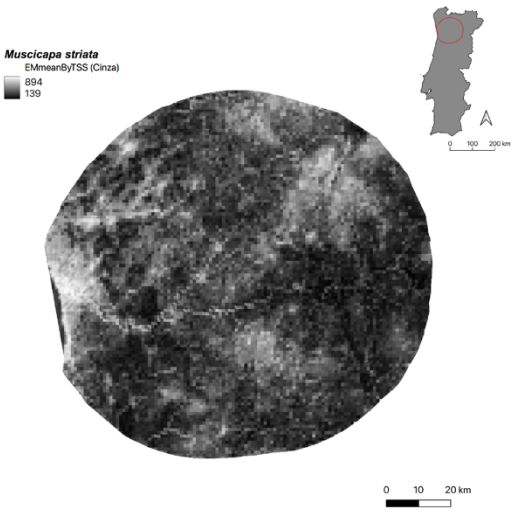

Monticola saxatilis
EMmeanByTSS (Cinza)
919
17
0 100 200 km
0 10 20 km

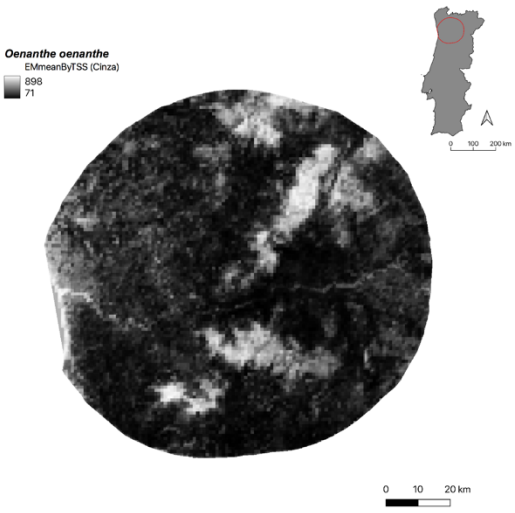

Monticola solitarius
EMmeanByTSS (Cinza)
882
43
0 100 200 km
0 10 20 km

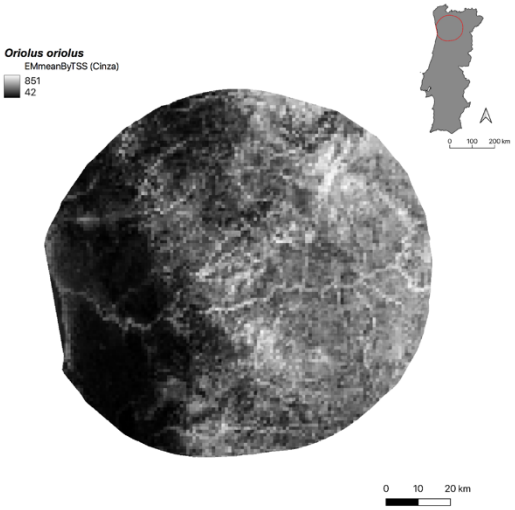

Motacilla alba
EMmeanByTSS (Cinza)
875
167
0 100 200 km
0 10 20 km

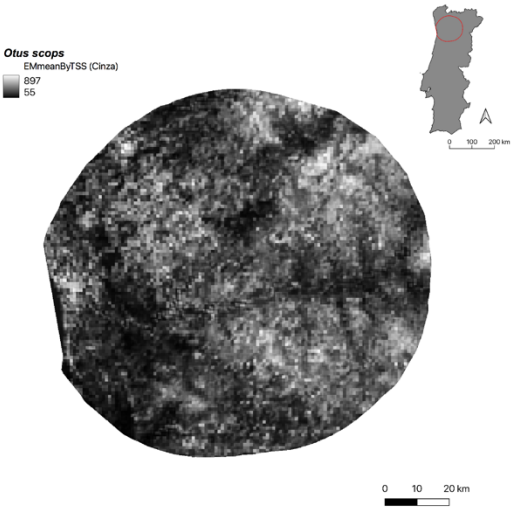

Motacilla cinerea
EMmeanByTSS (Cinza)
922
99
0 100 200 km
0 10 20 km

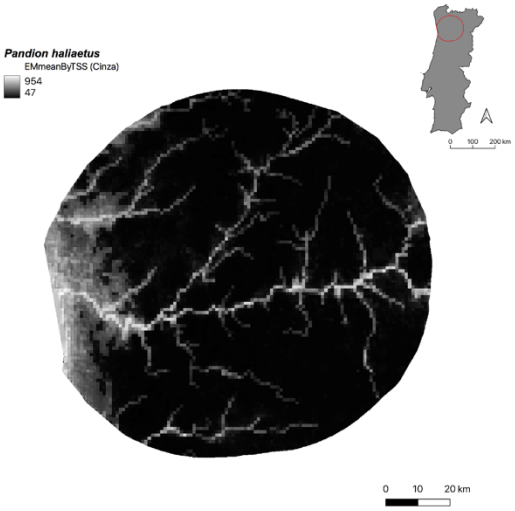

Motacilla flava
EMmeanByTSS (Cinza)
907
43
0 100 200 km
0 10 20 km

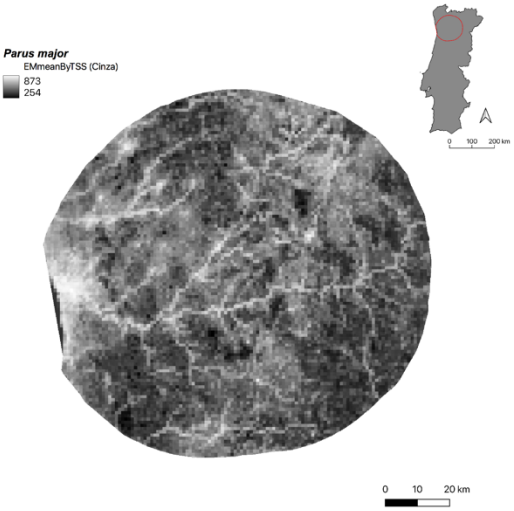

Muscicapa striata
EMmeanByTSS (Cinza)
894
139
0 100 200 km
0 10 20 km

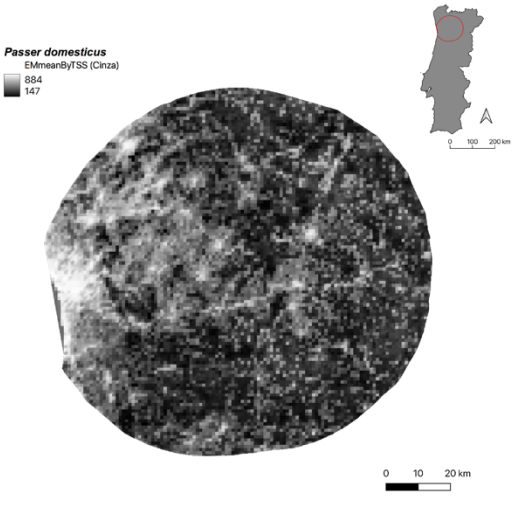

Oenanthe oenanthe
EMmeanByTSS (Cinza)
898
71
0 100 200 km
0 10 20 km

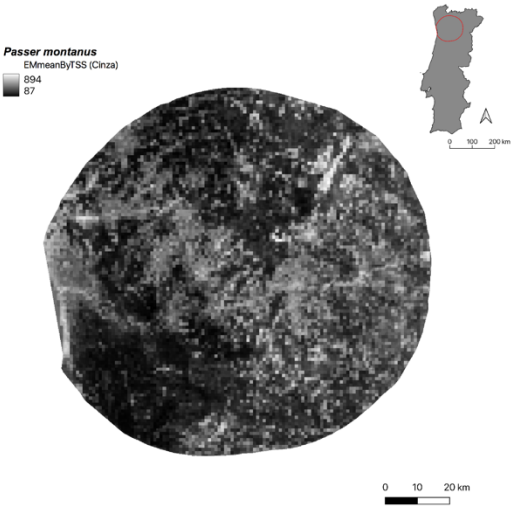

Oriolus oriolus
EMmeanByTSS (Cinza)
851
42
0 10 20 km

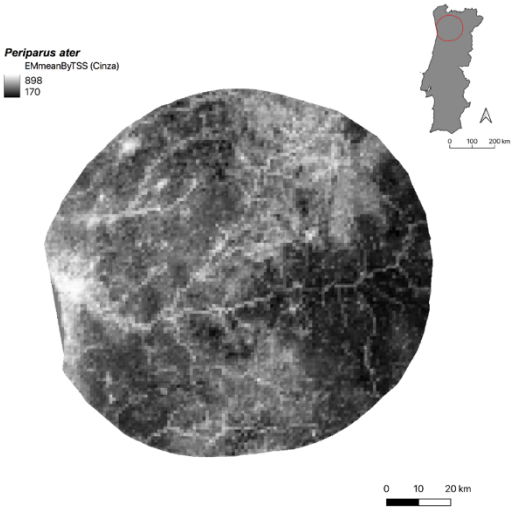

Otus scops
EMmeanByTSS (Cinza)
897
55
0 10 20 km

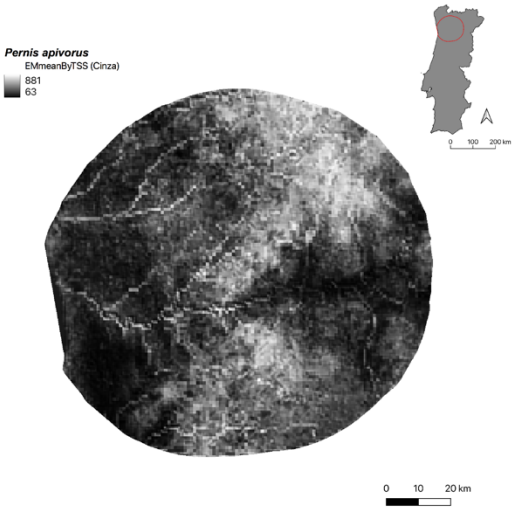

Pandion haliaetus
EMmeanByTSS (Cinza)
954
47
0 10 20 km

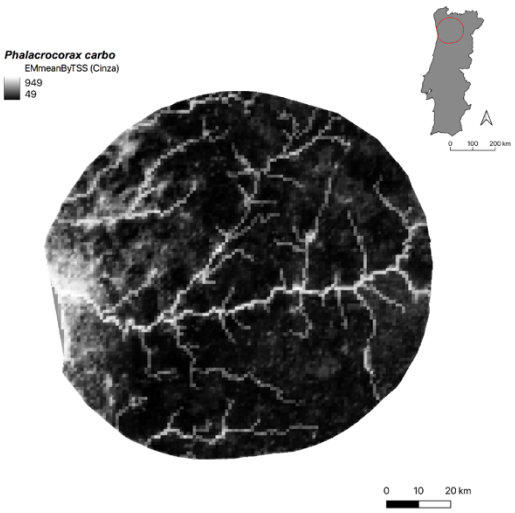

Parus major
EMmeanByTSS (Cinza)
873
254
0 10 20 km

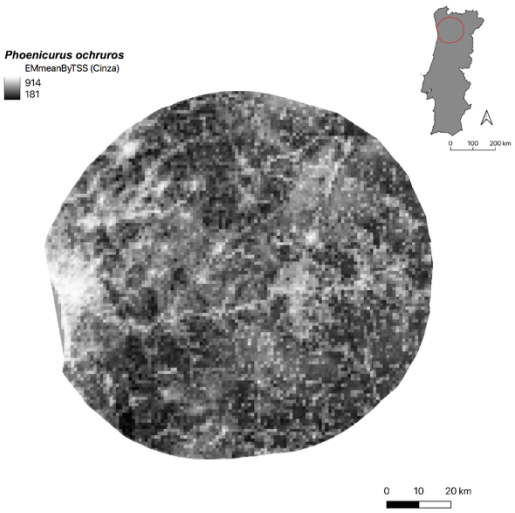

Passer domesticus
EMmeanByTSS (Cinza)
884
147
0 10 20 km

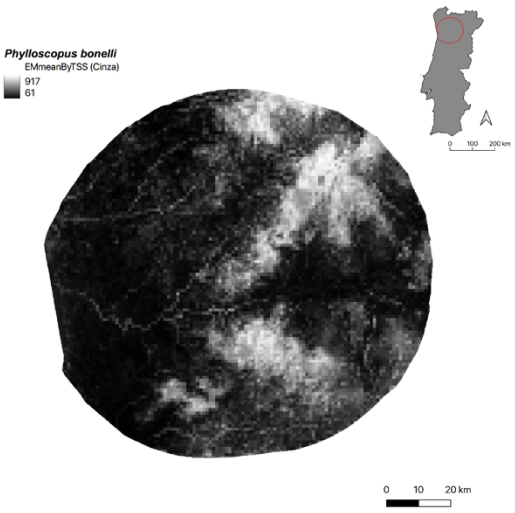

Passer montanus
EMmeanByTSS (Cinza)
894
87
0 10 20 km

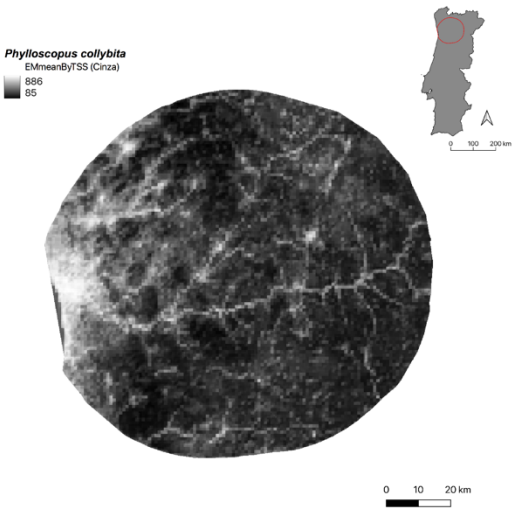

Periparus ater
EMmeanByTSS (Cinza)
898
170
0 100 200 km
0 10 20 km

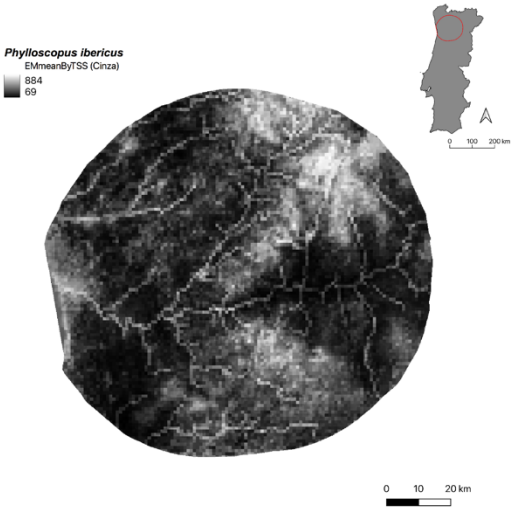

Pernis apivorus
EMmeanByTSS (Cinza)
881
63
0 100 200 km
0 10 20 km

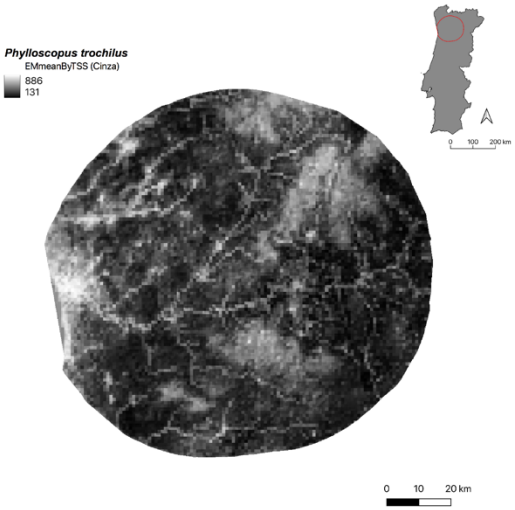

Phalacrocorax carbo
EMmeanByTSS (Cinza)
949
49
0 100 200 km
0 10 20 km

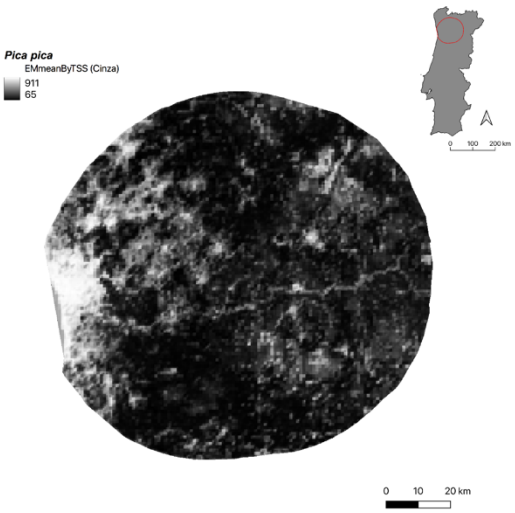

Phoenicurus ochruros
EMmeanByTSS (Cinza)
914
181
0 100 200 km
0 10 20 km

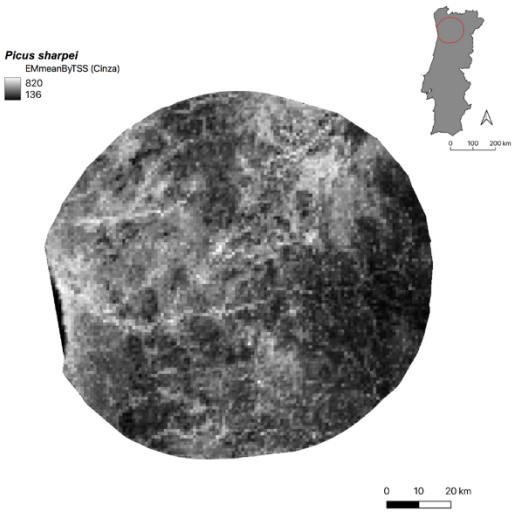

Phylloscopus bonelli
EMmeanByTSS (Cinza)
917
61
0 100 200 km
0 10 20 km

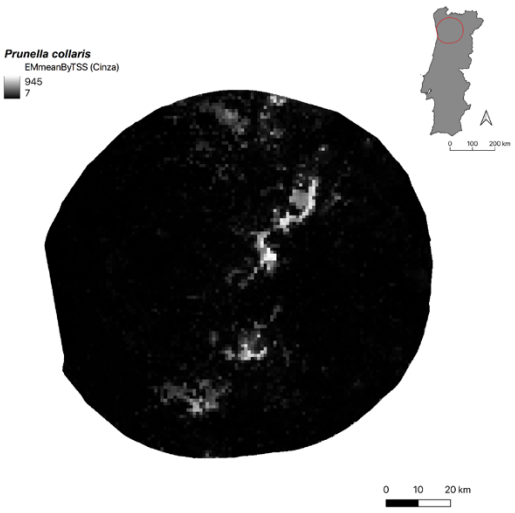

Phylloscopus collybita
EMmeanByTSS (Cinza)
886
85
0 100 200 km
0 10 20 km

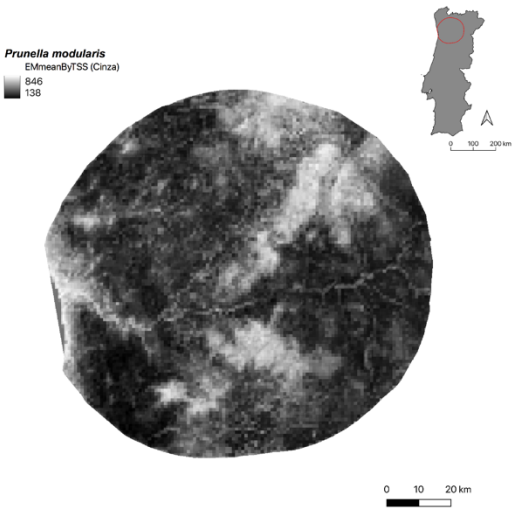

Phylloscopus ibericus
EMmeanByTSS (Cinza)
884
69
0 100 200 km
0 10 20 km

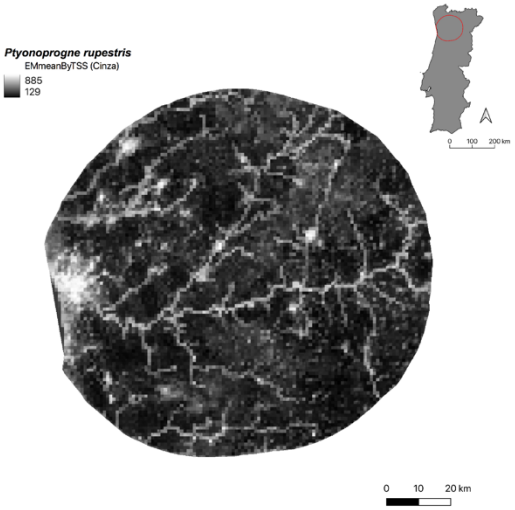

Phylloscopus trochilus
EMmeanByTSS (Cinza)
886
131
0 100 200 km
0 10 20 km

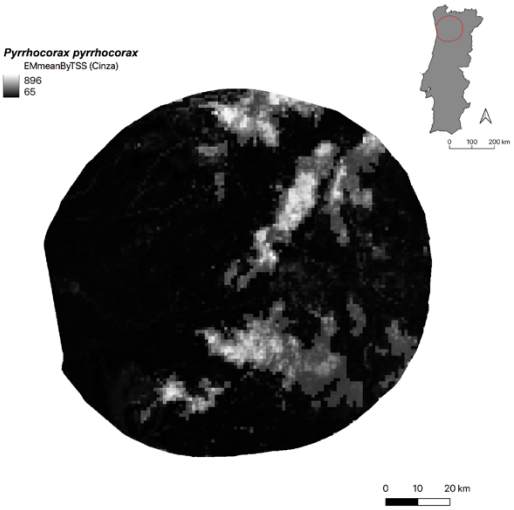

Pica pica
EMmeanByTSS (Cinza)
911
65
0 100 200 km
0 10 20 km

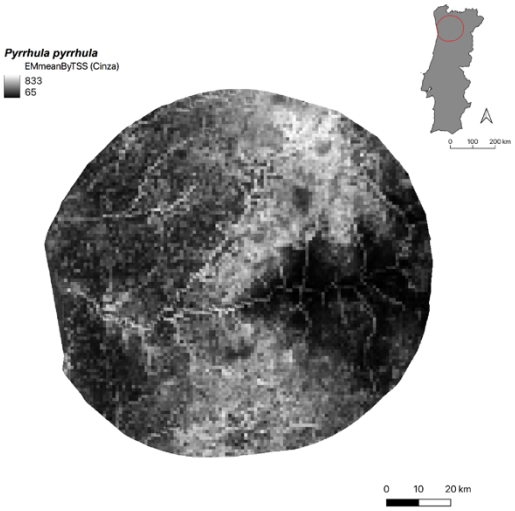

Picus sharpei
EMmeanByTSS (Cinza)
820
136
0 100 200 km
0 10 20 km

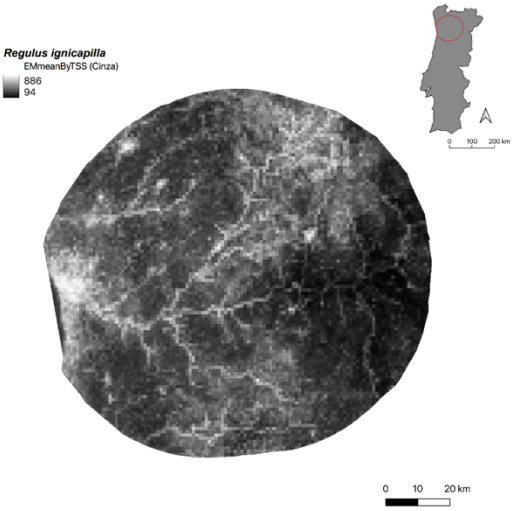

Prunella collaris
EMmeanByTSS (Cinza)
945
7
0 100 200 km
0 10 20 km

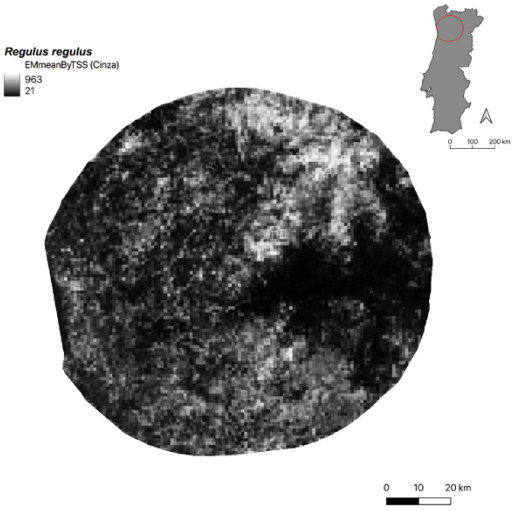

Prunella modularis
EMmeanByTSS (Cinza)
846
138
0 100 200 km
0 10 20 km

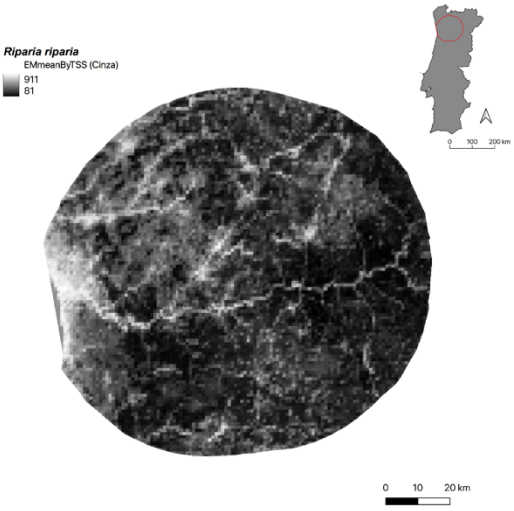

Ptyonoprogne rupestris
EMmeanByTSS (Cinza)
885
129
0 10 20 km

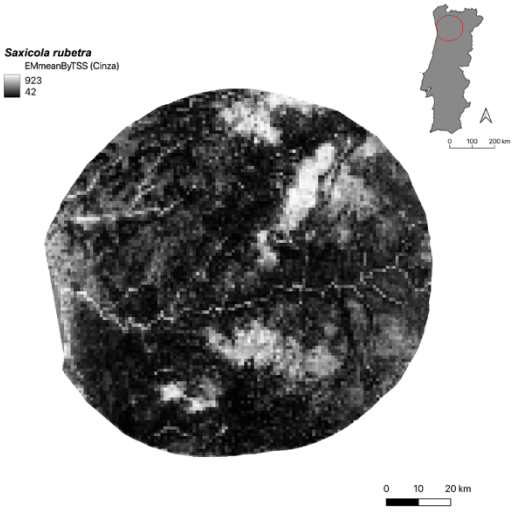

Pyrrhocorax pyrrhocorax
EMmeanByTSS (Cinza)
896
65
0 10 20 km

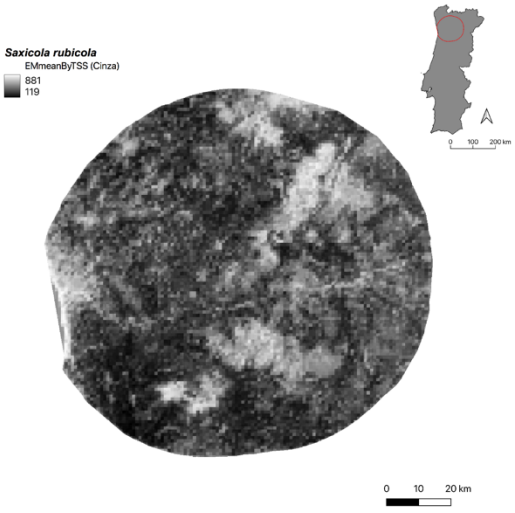

Pyrrhula pyrrhula
EMmeanByTSS (Cinza)
833
65
0 10 20 km

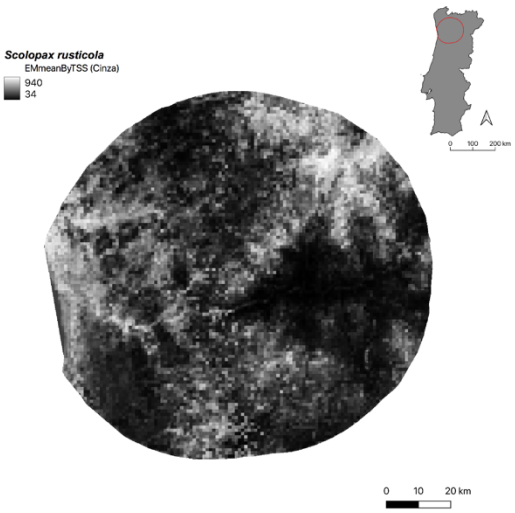

Regulus ignicapilla
EMmeanByTSS (Cinza)
886
94
0 10 20 km

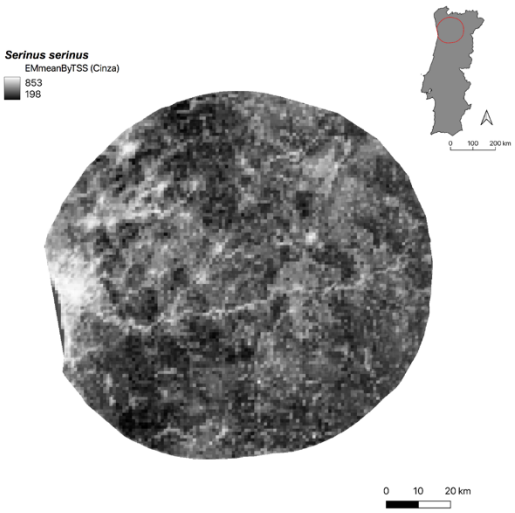

Regulus regulus
EMmeanByTSS (Cinza)
963
21
0 10 20 km

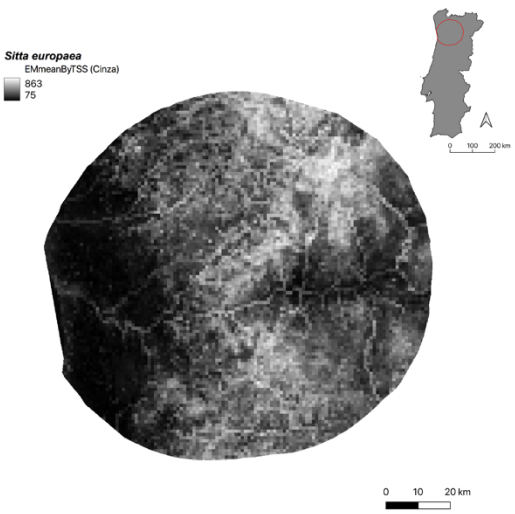

Riparia riparia
EMmeanByTSS (Cinza)
911
81
0 10 20 km

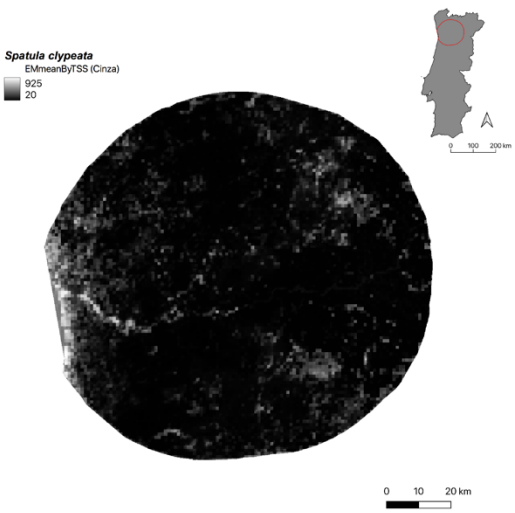

Saxicola rubetra
EMmeanByTSS (Cinza)
923
42
0 100 200 km
0 10 20 km

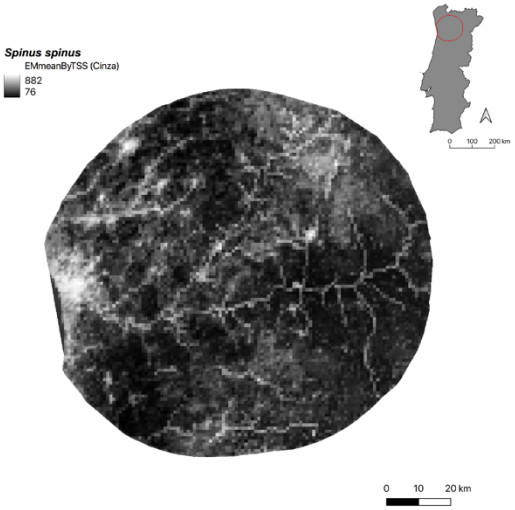

Saxicola rubicola
EMmeanByTSS (Cinza)
881
119
0 100 200 km
0 10 20 km

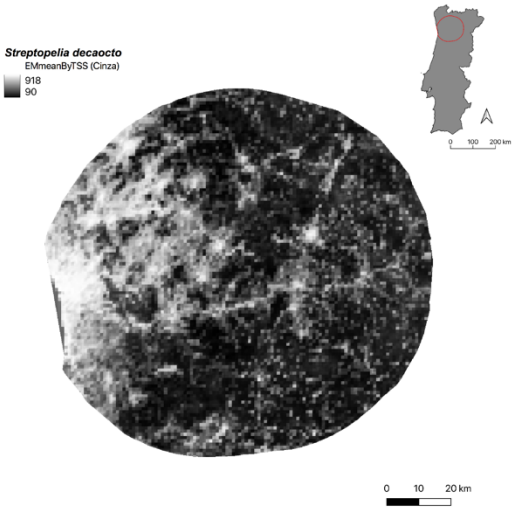

Scolopax rusticola
EMmeanByTSS (Cinza)
940
34
0 100 200 km
0 10 20 km

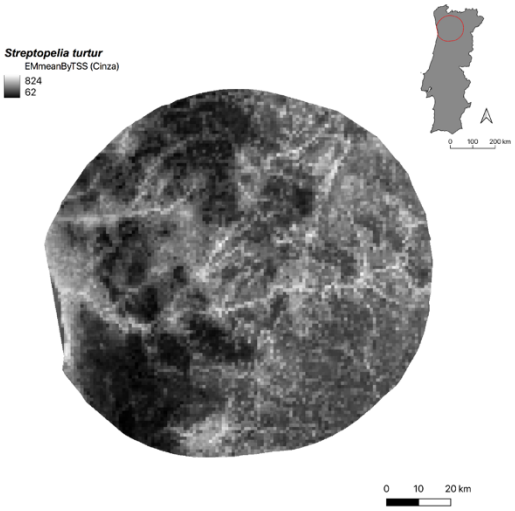

Serinus serinus
EMmeanByTSS (Cinza)
853
198
0 100 200 km
0 10 20 km

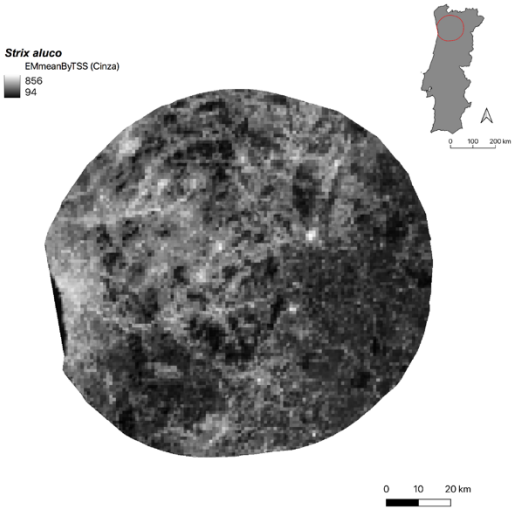

Sitta europaea
EMmeanByTSS (Cinza)
863
75
0 100 200 km
0 10 20 km

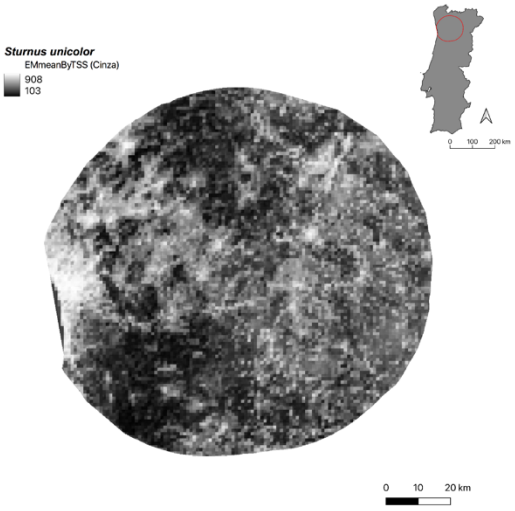

Spatula clypeata
EMmeanByTSS (Cinza)
925
20
0 100 200 km
0 10 20 km

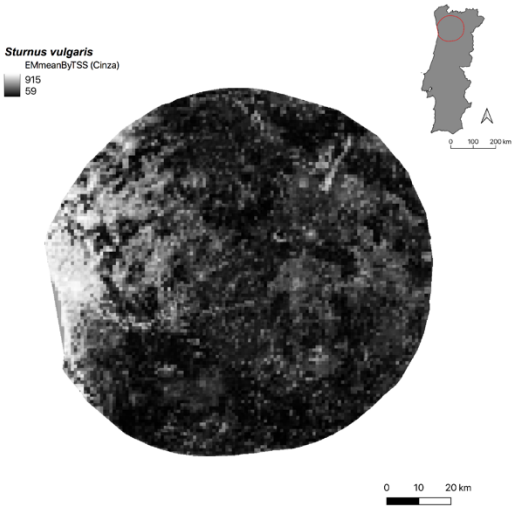

Spinus spinus
EMmeanByTSS (Cinza)
882
76
0 100 200 km
0 10 20 km

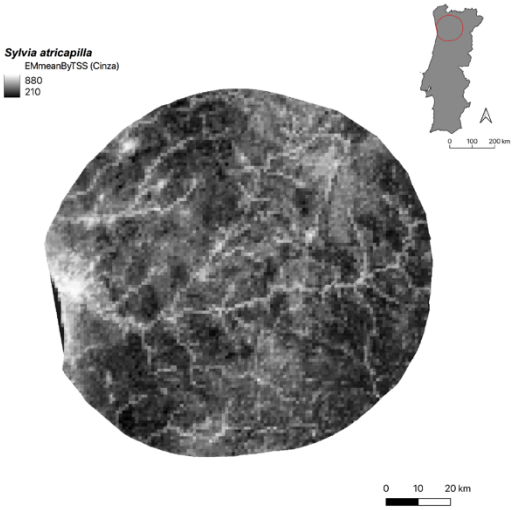

Streptopelia decaocto
EMmeanByTSS (Cinza)
918
90
0 100 200 km
0 10 20 km

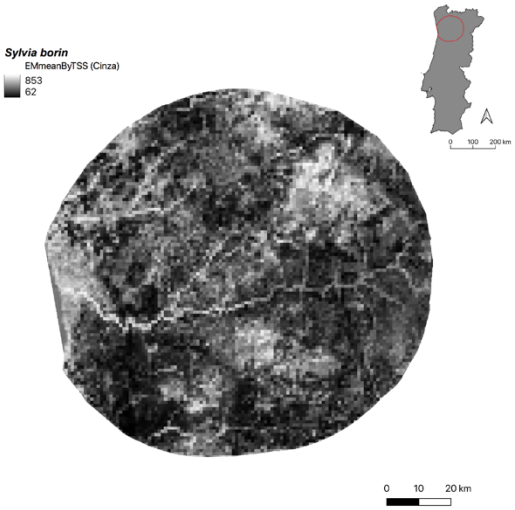

Streptopelia turtur
EMmeanByTSS (Cinza)
824
62
0 100 200 km
0 10 20 km

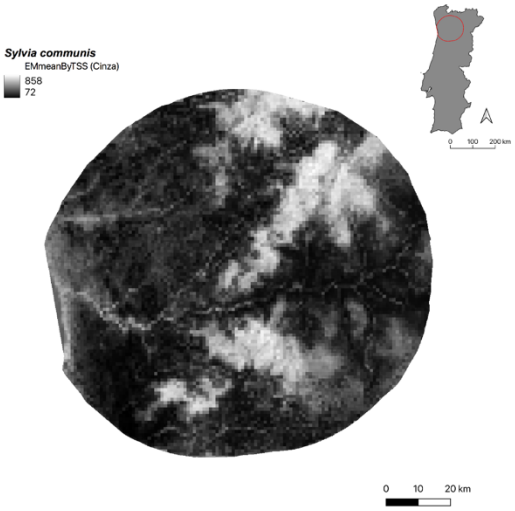

Strix aluco
EMmeanByTSS (Cinza)
856
94
0 100 200 km
0 10 20 km

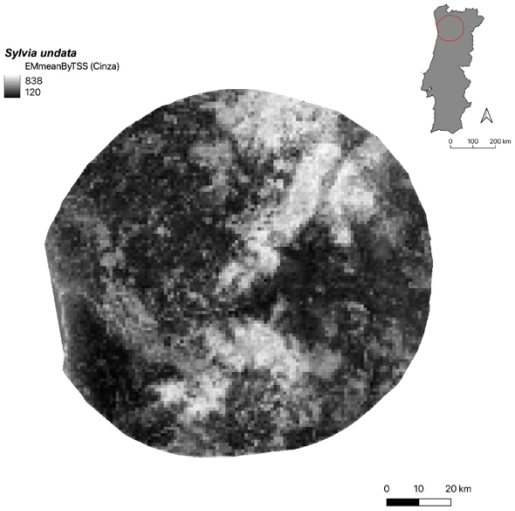

Sturnus unicolor
EMmeanByTSS (Cinza)
908
103
0 100 200 km
0 10 20 km

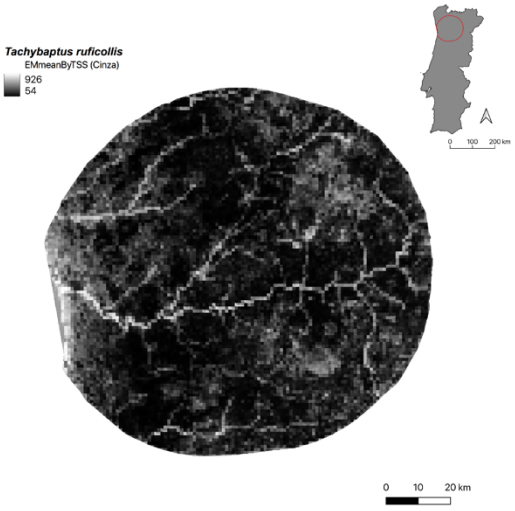

Sturnus vulgaris
EMmeanByTSS (Cinza)
915
59
0 100 200 km
0 10 20 km

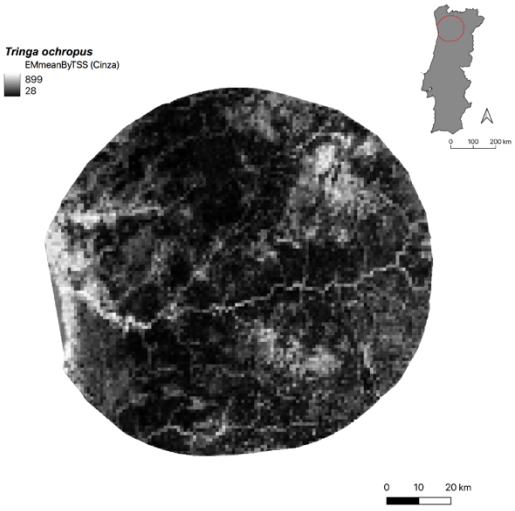

Sylvia atricapilla
EMmeanByTSS (Cinza)
880
210
0 100 200 km
0 10 20 km

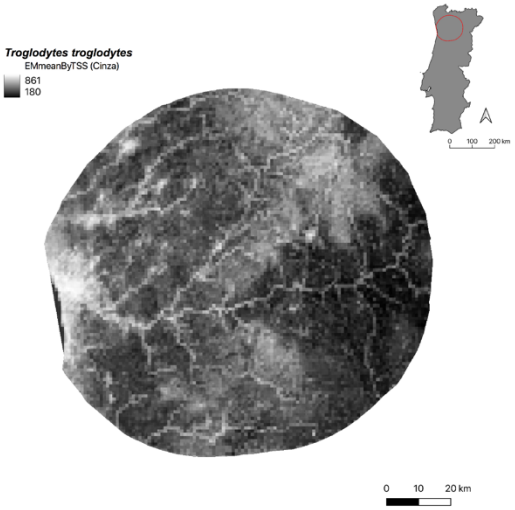

Sylvia borin
EMmeanByTSS (Cinza)
853
62
0 100 200 km
0 10 20 km

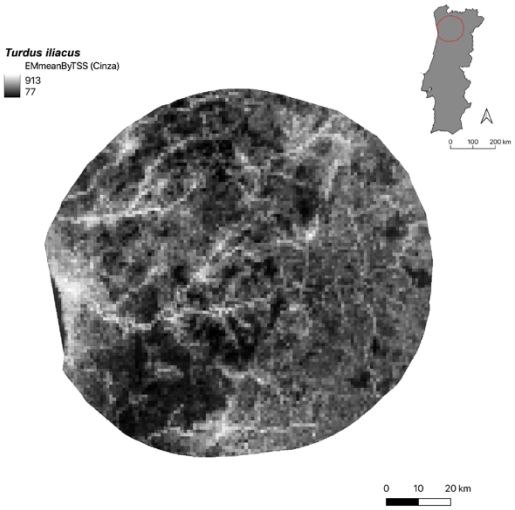

Sylvia communis
EMmeanByTSS (Cinza)
858
72
0 100 200 km
0 10 20 km

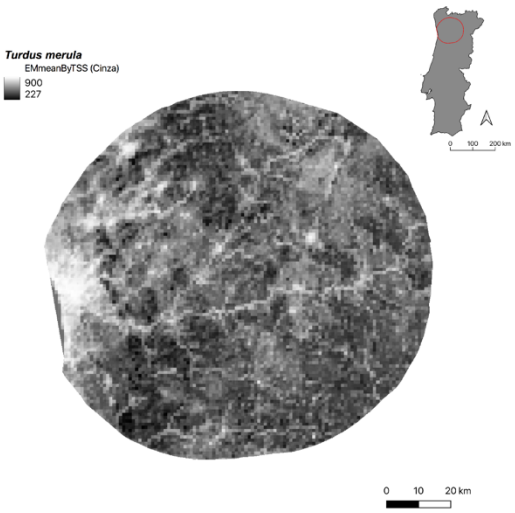

Sylvia undata
EMmeanByTSS (Cinza)
838
120
0 100 200 km
0 10 20 km

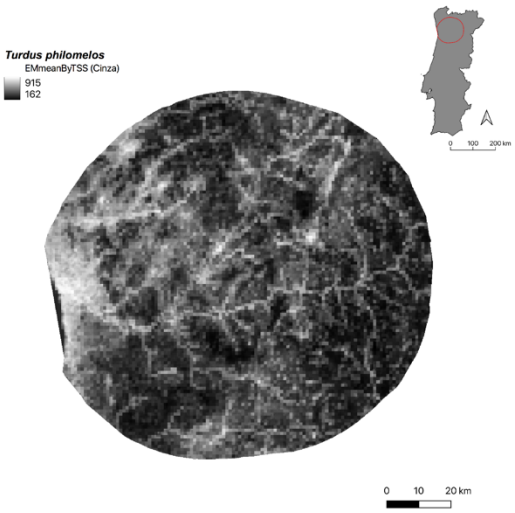

Tachybaptus ruficollis
EMmeanByTSS (Cinza)
926
54
0 100 200 km
0 10 20 km

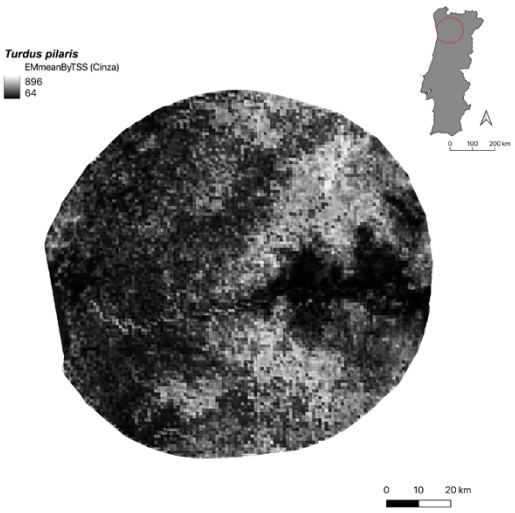

Tringa ochropus
EMmeanByTSS (Cinza)
899
28
0 100 200 km
0 10 20 km

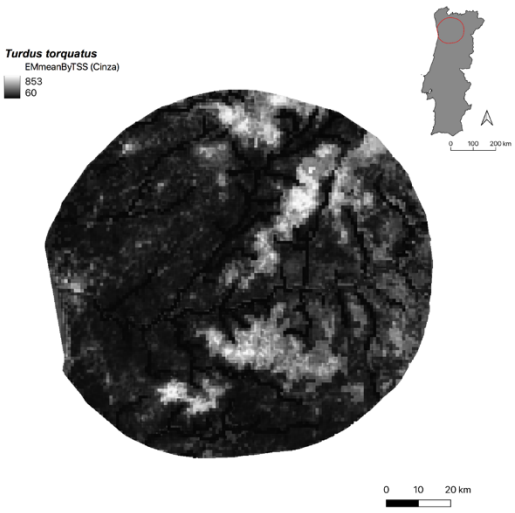

Troglodytes troglodytes
EMmeanByTSS (Cinza)
861
180
0 100 200 km
0 10 20 km

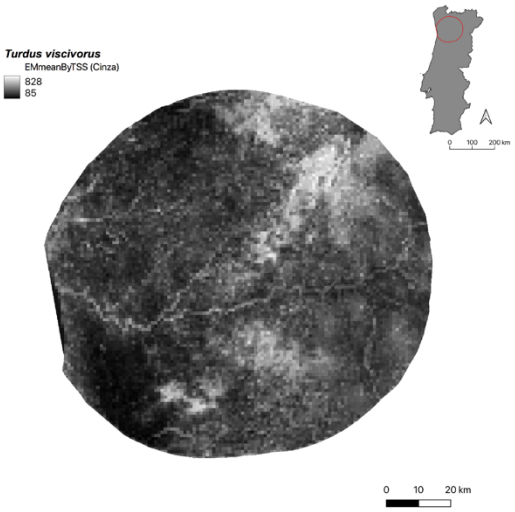

Turdus iliacus
EMmeanByTSS (Cinza)
913
77
0 100 200 km
0 10 20 km

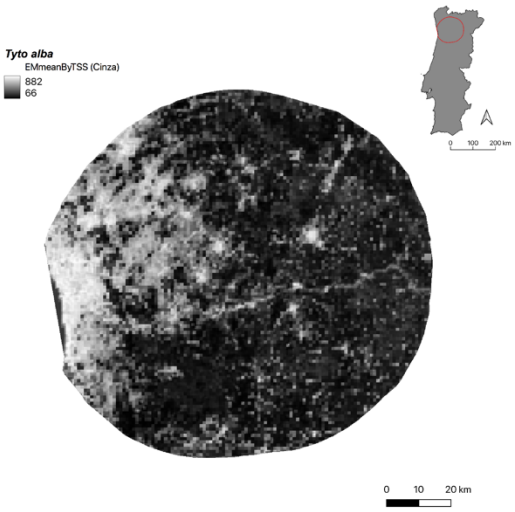

Turdus merula
EMmeanByTSS (Cinza)
900
227
0 100 200 km
0 10 20 km

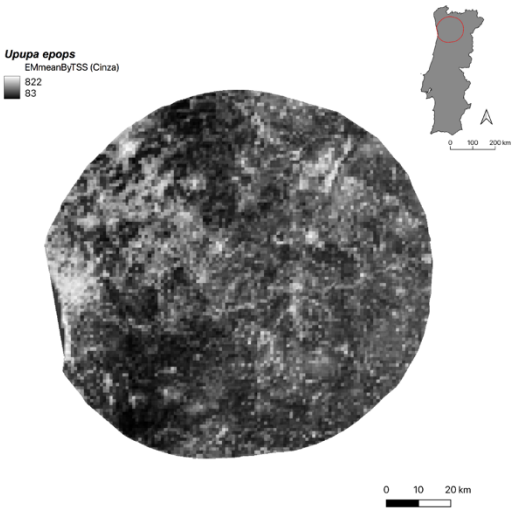

Turdus philomelos
EMmeanByTSS (Cinza)
915
162
0 100 200 km
0 10 20 km


Turdus pilaris
EMmeanByTSS (Cinza)
896
64
0 100 200 km
0 10 20 km


Turdus torquatus
EMmeanByTSS (Cinza)
853
60
0 100 200 km
0 10 20 km


Turdus viscivorus
EMmeanByTSS (Cinza)
828
85
0 100 200 km
0 10 20 km


Tyto alba
EMmeanByTSS (Cinza)
882
66
0 100 200 km
0 10 20 km


Upupa epops
EMmeanByTSS (Cinza)
822
83
0 100 200 km
0 10 20 km

Anexo VII: Tabelas de valores de significância (modelo linear generalizado; GLM), por guildas

1) **Preferência alimentar**

	Insetívoros		Carnívoros		Frugívoros		Granívoros		Herbívoros		Omnívoros	
Variável	Estimativa	p-value	Estimativa	p-value	Estimativa	p-value	Estimativa	p-value	Estimativa	p-value	Estimativa	p-value
Temperatura média anual (BIO01)	1.39e-01	p < 0.001	2.55e-01	p < 0.001	1.89e-01	p < 0.001	2.77e-01	p < 0.001	1.42	p < 0.001	1.12e-01	p < 0.001
Precipitação anual (BIO12)	-7.24e-02	p < 0.001	-1.40e-01	p < 0.001	-6.14e-02	p < 0.01	-8.38e-02	p < 0.001	-7.48e-02	p > 0.05	-4.28e-02	p > 0.05
Precipitação do trimestre mais quente (BIO18)	-1.80e-01	p < 0.001	-3.03e-03	p > 0.05	-2.83e-01	p < 0.001	-3.72e-01	p < 0.001	-1.32e-01	p > 0.05	-2.71e-01	p < 0.001
Percentagem de floresta de produção - zonas de eucalipto ou pinho	-1.80e-01	p < 0.001	-2.53e-01	p < 0.001	-1.62e-01	p < 0.001	-2.64e-01	p < 0.001	-6.77e-01	p < 0.001	-2.30e-01	p < 0.001
Percentagem de outras florestas	2.18e-01	p < 0.001	2.15e-01	p < 0.001	2.42e-01	p < 0.001	1.33e-01	p < 0.001	-5.04e-01	p < 0.001	1.55e-01	p < 0.001
Percentagem de área ocupada por edifícios	1.37e-01	p < 0.001	5.28e-02	p < 0.001	1.79e-01	p < 0.001	1.26e-01	p < 0.001	-5.64e-01	p < 0.001	1.45e-01	p < 0.001
Percentagem de parcelas agrícolas permanentes	-6.43e-02	p < 0.001	8.94e-02	p < 0.001	3.06e-02	p < 0.05	-2.44e-02	p < 0.05	-1.44	p < 0.001	-3.66e-02	p < 0.05
Percentagem de parcelas agrícolas temporárias e pastagens	8.92e-02	p < 0.001	2.93e-03	p > 0.05	1.62e-01	p < 0.001	1.33e-01	p < 0.001	-6.50e-01	p < 0.001	1.32e-01	p < 0.001
Densidade de orlas	5.37e-02	p < 0.001	8.59e-02	p < 0.001	2.28e-02	p < 0.05	1.24e-01	p < 0.001	2.99e-01	p < 0.001	-1.70e-02	p > 0.05

Altura da copa (média)	-1.57e-01	p < 0.001	-1.80e-01	p < 0.001	-5.22e-02	p > 0.05	-2.66e-01	p < 0.001	-3.05e-01	p > 0.05	-4.18e-02	p > 0.05
Altura da copa (desvio-padrão)	1.492e-01	p < 0.001	3.220e-01	p < 0.001	1.951e-01	p < 0.001	2.286e-0	p < 0.001	7.32e-01	p < 0.001	1.47e-01	p < 0.001
Produtividade anual (NDVI) (média)	7.18e-02	p < 0.001	-6.71e-03	p > 0.05	-8.85e-02	p < 0.01	1.89e-01	p < 0.001	-1.17e-01	p > 0.05	-6.79e-02	p < 0.05
Produtividade anual (NDVI) (desvio-padrão)	8.00e-02	p < 0.001	-7.22e-02	p < 0.01	9.71e-03	p > 0.05	8.42e-02	p < 0.001	-0.83e-01	p < 0.001	-7.11e-03	p > 0.05
Produtividade (NDVI) no período de reprodução (média)	3.47e-02	p < 0.001	1.72e-02	p > 0.05	7.32e-02	p < 0.001	4.10e-02	p < 0.01	-1.77e-01	p < 0.001	3.19e-02	p < 0.05
Produtividade (NDVI) no período de reprodução (desvio-padrão)	7.79e-02	p < 0.001	7.75e-02	p < 0.001	9.42e-02	p < 0.001	7.90e-02	p < 0.001	-7.10e-02	p < 0.05	8.84e-02	p < 0.001
Densidade de linhas de água	3.30e-01	p < 0.001	4.63e-01	p < 0.001	3.39e-01	p < 0.001	3.44e-01	p < 0.001	8.34e-01	p < 0.001	2.07e-01	p < 0.001
Percentagem média de área ardida acumulada	2.23e-01	p < 0.001	1.72e-01	p < 0.001	3.39e-01	p < 0.001	2.07e-01	p < 0.001	-7.71e-02	p > 0.05	1.95e-01	p < 0.001
Severidade média do fogo	1.03e-04	p < 0.001	1.77e-04	p < 0.001	4.79e-05	p < 0.001	7.40e-05	p < 0.001	-4.15e-04	p < 0.001	1.60e-04	p < 0.001

2) **Estrato de alimentação**

	Solo		Arbustos		Árvores		Ar		Água	
Variável	Estimativa	p-value	Estimativa	p-value	Estimativa	p-value	Estimativa	p-value	Estimativa	p-value
Temperatura média anual (BIO01)	1.79e-01	p < 0.001	1.58e-01	p < 0.001	1.45e-01	p < 0.001	2.18e-01	p < 0.001	2.55e-01	p < 0.001
Precipitação anual (BIO12)	-1.18e-01	p < 0.001	-1.23e-01	p < 0.001	-1.15e-01	p < 0.001	-6.61e-03	p > 0.05	5.44e-05	p > 0.05
Precipitação do trimestre mais quente (BIO18)	-1.86e-01	p < 0.001	-2.04e-01	p < 0.001	-2.28e-01	p < 0.001	-2.48e-01	p < 0.001	-2.10e-02	p > 0.05

Percentagem de floresta de produção - zonas de eucalipto ou pinho	-2.35e-01	p < 0.001	-2.09e-01	p < 0.001	-2.07e-01	p < 0.001	-1.48e-01	p < 0.001	-1.70e-01	p < 0.001
Percentagem de outras florestas	1.95e-01	p < 0.001	2.05e-01	p < 0.001	2.26e-01	p < 0.001	2.52e-01	p < 0.001	5.83e-02	p < 0.001
Percentagem de área ocupada por edifícios	1.55e-01	p < 0.001	1.35e-01	p < 0.001	1.64e-01	p < 0.001	7.98e-02	p < 0.001	-8.80e-03	p > 0.05
Percentagem de parcelas agrícolas permanentes	-3.26e-02	p < 0.001	-2.10e-02	p < 0.001	-1.72e-03	p > 0.05	-3.43e-02	p < 0.01	-1.36e-01	p < 0.001
Percentagem de parcelas agrícolas temporárias e pastagens	1.14e-01	p < 0.001	1.42e-01	p < 0.001	1.40e-01	p < 0.001	5.31e-02	p < 0.001	-2.14e-01	p < 0.001
Densidade de orlas	5.42e-02	p < 0.001	3.91e-02	p < 0.001	3.00e-01	p < 0.001	1.06e-01	p < 0.001	1.48e-01	p < 0.001
Altura da copa (média)	-1.78e-01	p < 0.001	-6.30e-02	p < 0.001	5.43e-02	p < 0.001	-2.96e-01	p < 0.001	-1.07e-01	p < 0.001
Altura da copa (desvio-padrão)	1.60e-01	p < 0.001	1.58e-01	p < 0.001	1.60e-01	p < 0.001	3.06e-01	p < 0.001	1.73e-01	p < 0.001
Produtividade anual (NDVI) (média)	1.51e-02	p > 0.05	3.28e-02	p < 0.01	1.92e-02	p > 0.05	1.09e-01	p < 0.001	2.08e-02	p > 0.05
Produtividade anual (NDVI) (desvio-padrão)	5.14e-02	p < 0.001	8.53e-02	p < 0.001	1.39e-01	p < 0.001	-6.52e-02	p < 0.01	-4.84e-04	p > 0.05
Produtividade (NDVI) no período de reprodução (média)	3.38e-02	p < 0.001	5.03e-02	p < 0.001	5.27e-02	p < 0.001	4.51e-03	p > 0.05	1.92e-02	p > 0.05
Produtividade (NDVI) no período de reprodução (desvio-padrão)	7.46e-02	p < 0.001	9.03e-02	p < 0.001	1.00e-01	p < 0.001	6.57e-02	p < 0.001	6.58e-02	p < 0.001
Densidade de linhas de água	3.27e-01	p < 0.001	2.87e-01	p < 0.001	3.00e-01	p < 0.001	4.20e-01	p < 0.001	5.26e-01	p < 0.001
Percentagem média de área ardida acumulada	2.13e-01	p < 0.001	2.66e-01	p < 0.001	2.95e-01	p < 0.001	2.45e-01	p < 0.001	-1.63e-02	p > 0.05
Severidade média do fogo	9.67e-05	p < 0.001	9.21e-05	p < 0.001	8.02e-05	p < 0.001	8.02e-05	p < 0.001	1.63e-04	p < 0.001

3) **Fenologia**

	Residentes		Migradoras estivais		Migradoras invernantes		Migradoras de passagem	
Variável	Estimativa	p-value	Estimativa	p-value	Estimativa	p-value	Estimativa	p-value
Temperatura média anual (BIO01)	1.70e-01	p < 0.001	1.96e-01	p < 0.001	2.37e-01	p < 0.001	4.49e-02	p < 0.05
Precipitação anual (BIO12)	-9.35e-02	p < 0.001	1.06e-02	p > 0.05	-1.75e-01	p < 0.001	-7.49e-02	p < 0.05
Precipitação do trimestre mais quente (BIO18)	-1.79e-01	p < 0.001	-4.00e-01	p < 0.001	-4.23e-02	p < 0.01	7.82e-02	p < 0.05
Percentagem de floresta de produção - zonas de eucalipto ou pinho	-2.03e-01	p < 0.001	-1.85e-01	p < 0.001	-1.92e-01	p < 0.001	-1.04e-01	p < 0.001
Percentagem de outras florestas	1.69e-01	p < 0.001	3.54e-01	p < 0.001	2.14e-01	p < 0.001	4.14e-01	p < 0.001
Percentagem de área ocupada por edifícios	1.55e-01	p < 0.001	1.05e-01	p < 0.001	8.65e-02	p < 0.001	2.68e-02	p > 0.05
Percentagem de parcelas agrícolas permanentes	-7.26e-03	p > 0.05	-8.00e-02	p < 0.001	-2.28e-02	p < 0.05	-1.69e-01	p < 0.001
Percentagem de parcelas agrícolas temporárias e pastagens	7.34e-02	p < 0.001	1.67e-01	p < 0.001	6.33e-02	p < 0.001	1.49e-01	p < 0.001
Densidade de orlas	5.07e-02	p < 0.001	7.57e-02	p < 0.001	1.03e-01	p < 0.001	1.80e-01	p < 0.001
Altura da copa (média)	-3.33e-02	p < 0.01	-5.43e-01	p < 0.001	-1.11e-01	p < 0.001	-5.24e-01	p < 0.001
Altura da copa (desvio-padrão)	1.29e-01	p < 0.001	3.26e-01	p < 0.001	2.13e-01	p < 0.001	4.29e-01	p < 0.001
Produtividade anual (NDVI) (média)	8.75e-03	p > 0.05	1.45e-01	p < 0.001	-2.24e-02	p > 0.05	-3.75e-02	p > 0.05

Produtividade anual (NDVI) (desvio-padrão)	8.73e-02	p < 0.001	-5.03e-02	p < 0.01	1.25e-02	p > 0.05	-1.90e-01	p < 0.001
Produtividade (NDVI) no período de reprodução (média)	3.27e-02	p < 0.001	1.12e-02	p > 0.05	4.43e-02	p < 0.001	2.96e-02	p > 0.05
Produtividade (NDVI) no período de reprodução (desvio-padrão)	8.32e-02	p < 0.001	5.62e-02	p < 0.001	9.83e-02	p < 0.001	8.33e-02	p < 0.001
Densidade de linhas de água	3.000e-01	p < 0.001	4.56e-01	p < 0.001	3.51e-01	p < 0.001	4.46e-01	p < 0.001
Percentagem média de área ardida acumulada	2.13e-01	p < 0.001	3.05e-01	p < 0.001	2.31e-01	p < 0.001	1.69e-01	p < 0.001
Severidade média do fogo	9.71e-05	p < 0.001	9.89e-05	p < 0.001	1.08e-04	p < 0.001	1.90e-04	p < 0.001

4) **Riqueza específica total**

Variável	Estimativa	p-value
Temperatura média anual (BIO01)	1.79e-01	p < 0.001
Precipitação anual (BIO12)	-8.81e-02	p < 0.001
Precipitação do trimestre mais quente (BIO18)	-1.91e-01	p < 0.001
Percentagem de floresta de produção - zonas de eucalipto ou pinho	-2.05e-01	p < 0.001
Percentagem de outras florestas	2.01e-01	p < 0.001
Percentagem de área ocupada por edifícios	1.32e-01	p < 0.001
Percentagem de parcelas agrícolas permanentes	-3.07e-02	p < 0.001
Percentagem de parcelas agrícolas temporárias e pastagens	8.79e-02	p < 0.001

Densidade de orlas	5.98e-02	p < 0.001
Altura da copa (média)	-1.47e-01	p < 0.001
Altura da copa (desvio-padrão)	1.77e-01	p < 0.001
Produtividade anual (NDVI) (média)	3.10e-02	p < 0.01
Produtividade anual (NDVI) (desvio-padrão)	4.36e-02	p < 0.001
Produtividade (NDVI) no período de reprodução (média)	3.66e-02	p < 0.001
Produtividade (NDVI) no período de reprodução (desvio-padrão)	8.03e-02	p < 0.001
Densidade de linhas de água	3.37e-01	p < 0.001
Percentagem média de área ardida acumulada	2.20e-01	p < 0.001
Severidade média do fogo	1.02e-04	p < 0.001