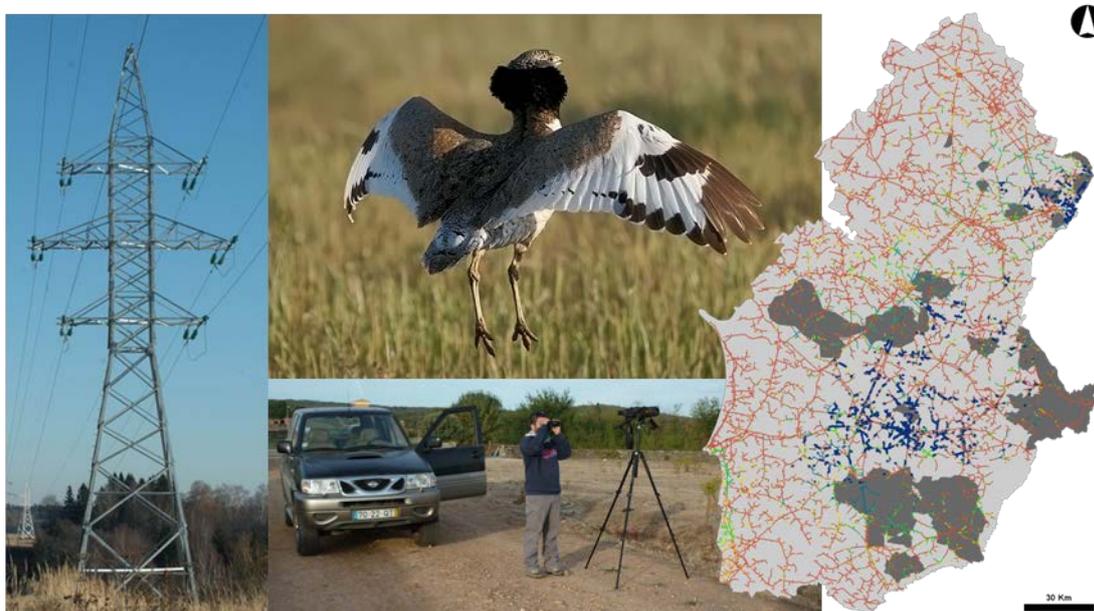


Movimentos locais e regionais do sisão (*Tetrax tetrax*): aplicação ao desenvolvimento de uma carta de risco de colisão com linhas aéreas de distribuição de energia

Fevereiro 2012



Francisco Moreira

João Paulo Silva

Rita Alcazar

Jorge Manuel Palmeirim

Uma parceria:

Financiado por: Fundo EDP para a Biodiversidade



Contatos dos autores

Francisco Moreira - Centro de Ecologia Aplicada, Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa (fmoreira@isa.utl.pt); **João Paulo Silva** - Centro de Ecologia Aplicada, Instituto Superior de Agronomia e Centro de Biologia Ambiental, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa (silvaj@sapo.pt); **Rita Alcazar** - Liga para a Proteção da Natureza (rita.alcazar@lpn.pt); **Jorge Manuel Palmeirim** - Centro de Biologia Ambiental, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa (palmeirim@fc.ul.pt).

Agradecimentos	1
Resumo	2
Abstract	4
1. Introdução	6
1.1. Interação de aves com linhas eléctricas	6
1.2. Aspectos da biologia do sisão	7
2. Objectivos	10
3. Métodos	11
3.1. Área de estudo	11
3.2. Dados utilizados para modelar o risco de colisão	12
3.2.1. Movimentos do sisão	13
3.2.2. Alturas de voo ao longo do ciclo anual	18
3.2.3. Abundância de sisões	18
3.3. Cartografias de Risco de Colisão com linhas aéreas de distribuição	21
3.3.1. Cartografia de risco de colisão com base nos movimentos diários	21
3.3.2. Cartografia de risco de colisão com base nos movimentos migratórios	22
3.3.3. Validação dos modelos elaborados	23
4. Resultados	25
4.1. Rádio-seguimento de aves	25
4.1.1. Período e esforço de rádio-seguimento	25
4.1.2. Registo de movimentos	27
4.1.3. Mortalidade de sisões e resgate de PTTs	28

4.2. Distâncias de voo percorridas diariamente	29
4.2.1. Factores de correcção das distâncias médias percorridas por época	31
4.3. Abundância do sisão por época	33
4.4. Altura dos voos por época	36
4.5. Movimentos migratórios	37
4.6. Cartografia de risco de colisão durante os movimentos diários	38
4.6.1. Validação do modelo	42
4.6.2. Perigosidade de linhas de distribuição existentes	45
4.7. Cartografia de risco de colisão durante os movimentos migratórios	46
4.7.1. Relação entre a variação espacial e temporal da abundância e os movimentos migratórios	49
4.7.2. Perigosidade das linhas de distribuição existentes	52
4.8. Disseminação dos resultados do projecto	53
5. Considerações finais	54
5.1. Utilidade da cartografia elaborada	54
5.2. Cuidados a ter na utilização da cartografia	55
5.3. Contributo dos dados recolhidos para outros trabalhos científicos	56
5.4. Indicadores de execução do projecto	57
6. Bibliografia	58

Anexos	62
Anexo 1 - Cartografia	63
Anexo 2 - Movimentos dos sisões marcados	82
Anexo 3 - Fotografias	109
Anexo 4 - Sumário dos gastos do projeto	115
Anexo 5 - Atas do seminário: Avaliação do risco de colisão de aves com linhas aéreas de distribuição de energia: o caso do sisão	117
Anexo 6 – Cartografia digital	148

Agradecimentos

Gostaríamos de agradecer à EDP pelo financiamento do projeto, em particular ao Engº Neves de Carvalho, Engª Sara Goulard e Drº Vitor Batista pelo interesse e acompanhamento do projeto.

Um agradecimento especial a todos os colaboradores: Ana Delgado, Ana Rita Sanches, Andreia Santos, Beatriz Estanque, Raquel Neves, Ricardo Correia e Ruben Heleno pelo esforço e dedicação ao projeto, fundamental para o seu sucesso.

Ao Rui Constantino pela constante disponibilidade e pelo número recorde de PTTs resgatados.

Aos voluntários do projeto pelo seu apoio entusiástico: Ana Delgado, Edgar Gomes, Inês Catry, Joana Galego, João Pedro Pio, Luís Venâncio, Márcia Pinto, Ricardo Correia, Whitney Haskell e Vijay Raj.

Aos proprietários que amavelmente nos deram livre acesso às suas propriedades para a realização do trabalho de campo.

Ao Luís Venâncio pela cedência das fotos dos machos de sisão, presentes na capa e no capítulo da introdução do relatório.

À Cláudia Oliveira do Centro de Biologia Ambiental pelo acompanhamento e apoio incondicional à gestão do projecto.

À Ana Afonso da Fundação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa pela coordenação administrativa do projecto e pela disponibilidade demonstrada.

Resumo

Introdução

O sisão (*Tetrax tetrax*) é a ave com estatuto de ameaça que em Portugal tem registado maior frequência de acidentes por colisão com a rede aérea de distribuição de energia. Trata-se de uma espécie que vive em meios abertos e que para além de pequenos movimentos diários efetua sazonalmente movimentos regionais entre áreas com adequada disponibilidade de alimento. Durante ambos os tipos de movimentos podem ocorrer colisões com linhas aéreas de distribuição de energia, sendo este um dos principais fatores conhecidos de mortalidade não natural da espécie. Neste contexto, o Fundo EDP para a Biodiversidade financiou este projecto, tendo como objetivo principal a elaboração de uma cartografia de risco de colisão com linhas aéreas de distribuição de energia. A cartografia elaborada tem duas aplicações fundamentais: i) apoiar o planeamento de novas linhas aéreas de distribuição e ii) identificar as linhas aéreas de distribuição existentes coincidentes com áreas de maior risco de colisão, contribuindo assim para a definição de prioridades nas ações de minimização de impacto.

Métodos

Foi adotada uma metodologia baseada no rádio-seguimento de sisões via satélite recorrendo a PTTs equipados com GPS, programados para obter uma localização de cada ave de duas em duas horas. A informação assim obtida foi complementada com observações focais de indivíduos e bandos ao longo do ciclo anual, com o objetivo de melhorar as estimativas das distâncias percorridas em voo e caracterizar a altura dos voos.

Foram também incluídos nas análises resultados de projetos anteriores: o projeto Life Sisão (resultante de uma parceria entre o Instituto da Conservação da Natureza e da Biodiversidade - ICNB e a Sociedade Portuguesa para o Estudo das Aves - SPEA) que estudaram as populações nacionais de sisão, e os Protocolos Avifauna I e II (celebrados entre a EDP e o ICNB, SPEA e Quercus) que caracterizaram a mortalidade causada pela rede de distribuição de energia nas aves.

Com base na informação recolhida e utilizando modelação multivariada foram elaboradas duas cartografias de risco de colisão para o Alentejo (principal região de ocorrência do sisão em Portugal). A primeira inclui cartas de risco de colisão para 3 épocas (reprodução, pós-reprodução e inverno) tendo por base os movimentos locais dos sisões. Nestas cartas o risco de colisão é função da densidade populacional e da distância diária percorrida em voo em altura de potencial colisão com as linhas de

distribuição. A segunda cartografia tem por base os movimentos migratórios regionais, analisando a densidade destes movimentos e as variações regionais de densidade populacional entre as diferentes épocas.

Resultados

Foram seguidos via satélite 27 sisões capturados em Vila Fernando e Castro Verde, por períodos que variaram entre um mês e dois anos e meio. Recolheram-se assim mais de 75.000 localizações, correspondendo a uma distância acumulada de 21.500 km de movimentos.

As cartografias de risco de colisão sazonais, elaboradas com base nos movimentos locais indicam que o período com menor risco de colisão é a época reprodutora, principalmente devido a uma frequência muito reduzida de voos em altura de colisão. O período invernal corresponde ao maior risco de colisão, principalmente devido à abundância relativamente elevada de sisões nalgumas áreas, e às grandes distâncias que percorrem em voos à altura aproximada das linhas de distribuição. Na época pós-reprodutora (durante o período do final da primavera e verão) estes voos são ainda mais frequentes, sendo portanto o risco de colisão nesta época também elevado. Foi ainda elaborada uma cartografia do risco médio de colisão anual com base nas 3 cartas de risco sazonais. Utilizando esta cartografia de síntese foram identificadas quais as atuais linhas de média e alta tensão coincidentes com as áreas de maior perigosidade.

A análise dos movimentos migratórios regionais, não evidenciou a utilização de claros corredores geográficos. A maior densidade destes movimentos ocorreu nas duas áreas prioritárias para a reprodução desta espécie onde foram capturados os sisões e em torno destas. A maioria dos movimentos identificados caracterizam-se por ser de curta distância (dezenas de quilómetros). Destaca-se que a larga maioria dos movimentos migratórios foram registados à noite, facto que poderá conferir a este tipo de movimentos um risco acrescido em termos de colisão com linhas aéreas, dado ocorrerem em condições de pouca visibilidade.

Palavras chave: sisão, linhas aéreas de distribuição de energia, seguimento por satélite, movimentos locais, movimentos migratórios, observações focais, densidade populacional, cartografia de risco de colisão.

Abstract

Introduction

The little bustard (*Tetrax tetrax*) is a threatened grassland bird, particularly susceptible to the collision with overhead power lines. In addition to short flights it makes longer regional migratory flights. Collisions with power lines occur during both types of movements and are one of the main known factors of non-natural mortality of the species. In this context the “Fundo EDP para a Biodiversidade” funded a project aiming to model and map the risk of collision between little bustards and power lines, The maps should be particularly useful for: i) planning new power lines, and ii) identify the existing power lines that coincide with areas of high collision risk to help prioritize mitigation efforts.

Methods

Our methodology was based on the tracking of little bustard’s movements using satellite telemetry (PTTs assisted with GPS), programmed to obtain a GPS fix every 2 hours. The information thus obtained was complemented with focal observations of individuals and flocks throughout the yearly cycle, in order to improve the estimates of flying distances and to characterize flying height.

The analyses also included data collected by previous projects: “Life Sisão” (ICNB and SPEA), focused on the distribution and abundance of the little bustard in Portugal, and studies on the mortality caused by overhead distribution power lines on birds (“Protocolos Avifauna I e II” - protocols that were celebrated between EDP, ICNB, SPEA and Quercus).

Based on the collected information and using multivariate modeling we elaborated two sets of collision risk maps for Alentejo (main region of occurrence of the little bustard in Portugal). The first includes collision risk maps for 3 seasons (breeding, post-breeding and wintering) that area based on local movements. In these maps risk was modeled as a function of population density and daily distance traveled (flying at collision height). The second is based on regional migratory movements, analyzing the density of movements and variations in regional density along the yearly cycle.

Results

We tracked 27 birds that were captured in Castro Verde and Vila Fernando, for periods that ranged between one month and two and a half years. We thus collected over 75,000 locations, corresponding to approximately 21,500 Km of movements.

The seasonal collision risk maps, based on daily movements, indicate that the season with the lowest collision risk is the breeding season, due to a very low frequency of flights at collision height. The highest collision risk was recorded during winter, mainly due to great distances flown at the approximate height of power lines. During the post-breeding season (during the end of spring and summer), these flights were even more frequent and collision risks were also high. Finally, an annual collision risk map was made from these three seasonal collision maps. Using this last map we identified the existing power lines that are located within areas of high collision risk.

The analysis of the migratory movements did not show the use of specific migration corridors by the little bustard. The highest density of migratory movements was found within both priority conservation areas where the birds were captured and in their vicinity, because most migratory movements were fairly short (tens of kilometers). It is however important to note that the vast majority of the migratory movements occurred during the night, which increases the risks of collision with power lines due to poor visibility.

Key words: little bustard, overhead distribution power lines, satellite tracking, local movements, migratory movements, focal observations, population density, collision risk map.

1. Introdução

O presente projeto foi premiado pelo Fundo para a Biodiversidade da EDP na edição de 2008, sendo o resultado de uma parceria estabelecida entre o Centro de Ecologia Aplicada “Prof. Baeta Neves” do Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa, o Centro de Biologia Ambiental, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa e a Liga para a Proteção da Natureza. Decorreu entre Janeiro de 2009 e Novembro 2011.

A espécie alvo deste estudo é o sisão (*Tetrax tetrax*), ave com estatuto de conservação desfavorável para a qual se registam mais colisões com as estruturas aéreas de distribuição da EDP (Infante et al., 2005). Pretende-se dotar a EDP com um instrumento de gestão que permita planear a rede de distribuição de uma forma mais compatível com a conservação desta espécie ameaçada.

1.1. Interação de aves com linhas elétricas

A colisão de aves com linhas elétricas aéreas ocorre quando se dá o embate destas com os cabos condutores ou com o cabo de terra. É considerada como uma das principais causas de mortalidade de origem antropogénica para algumas espécies (Martin & Shaw, 2010).

O risco de colisão de aves com estas infraestruturas depende de vários fatores: i) dimensão e comportamento de voo da ave (Bavenger, 1998; Janns, 2000); ii) ocorrência de linhas em locais de elevada densidade de aves ou em zonas propícias à ocorrência de nevoeiros ou ainda iii) limitada visão frontal em algumas aves (Martin & Shaw, 2010).

A problemática das interações de aves selvagens com linhas elétricas em Portugal começou por ser estudada através de protocolos celebrados entre o Instituto da Conservação da Natureza, Organizações Não Governamentais de Ambiente, EDP e REN no início da década de 2000. Estes estudos dirigidos às linhas de distribuição e transmissão de energia identificaram o sisão como sendo a espécie ameaçada com maior registo de acidentes por colisão em Portugal (Infante et al., 2005; Neves et al., 2005; Neves 2010). Este resultado é semelhante ao que foi registado em estudos realizados nalgumas áreas de Espanha (Janns & Ferrer, 1998).

Actualmente, são várias as medidas aplicadas às linhas de distribuição para minimizar os impactos sobre a avifauna, sendo a mais utilizada a aplicação de dispositivos sinalizadores nos condutores e/ou no cabo de terra por forma a torná-los mais visíveis. A eficácia desta medida varia geralmente entre 50 e 80% (e.g. Severeno et al., 1996; Alonso et al., 2000) mas um estudo preliminar sobre a eficácia dos dispositivos utilizados até 2008 pela EDP Distribuição aponta para uma eficácia inferior a 50% (SPEA & Quercus, 2008). Outra medida de minimização possível é a adoção de uma tipologia de linha que reduza o número de planos de colisão formado pelos condutores que, segundo Bevanger & Broseth (2001), pode constituir uma ação mais eficaz na redução de colisões do que a sinalização da linha.

Contudo, nenhuma destas medidas resolve totalmente o problema da colisão de aves, sendo a definição do local da implantação da linha considerada a medida mais eficaz para o minimizar em determinadas espécies (ICNB, 2010).

1.2. Aspetos da biologia do sisão

População mundial e nacional

O sisão é uma ave de médio porte, característica de meios abertos. Apesar de ser uma espécie originária de ambientes estepários naturais, adaptou-se a meios agrícolas extensivos, principalmente em paisagens dominadas pelo cultivo extensivo de cereais e por pastagens.

Apresenta uma vasta distribuição que se estende desde a Mongólia, China e Rússia, a oriente, até à Península Ibérica e Marrocos a ocidente, estimando-se que mais de metade da população mundial da espécie esteja concentrada na Península Ibérica. Tem sofrido um forte declínio desde o final do Séc. XIX, verificando-se a sua extinção em numerosos países do Centro, Sul e Leste da Europa, assim como do Norte de África, razão pela qual tem, atualmente, uma distribuição altamente fragmentada (Cramp & Simmons, 1981; Schulz, 1985).

Esta regressão acentuada levou a que a espécie apresente atualmente um estatuto de conservação desfavorável na Europa, estando classificada como Vulnerável (BirdLife, 2004) e sendo considerada prioritária na Diretiva Comunitária Aves (2009/147/CE). Na Península Ibérica, tanto em Espanha como em Portugal, também é considerada uma espécie Vulnerável (García De La Morena et al., 2003; Cabral et al., 2005),

principalmente devido a algumas regressões locais e à facilidade com que se transforma e degrada o habitat de que depende.

As maiores densidades populacionais conhecidas para a espécie são registadas em Portugal e em algumas zonas de Espanha, principalmente na Extremadura. Em Portugal, a quase totalidade da população está concentrada na região do Alentejo, onde se estima que residam aproximadamente 17.500 machos reprodutores (Silva & Pinto, 2006). Assumindo um sex-ratio de 1:1, a população total deverá incluir aproximadamente 35.000 indivíduos. O Projecto LIFE Sisão (2003-2006), que resultou de uma parceria entre o Instituto para a Conservação da Natureza (ICN) e a Sociedade Portuguesa para o Estudo das Aves (SPEA), permitiu a identificação das áreas mais importantes para conservação desta espécie em Portugal. É de realçar que a larga maioria destas áreas já estava ou foi entretanto classificada como Zona de Proteção Especial (ZPE) ao abrigo da Diretiva Aves, conferindo-lhes proteção legal.

Sistema reprodutor e social

O sisão reproduz-se em leks, sistema em que os machos estabelecem territórios de forma mais ou menos agregada (Figura 1), onde são visitados pelas fêmeas com o único propósito de acasalarem (Schulz, 1985; Jiguet et al., 2000). Posteriormente, os cuidados parentais são exclusivos das fêmeas.



Figura 1 – Sisão macho com plumagem nupcial (foto de Luís Venâncio).

Fora do período reprodutor os sisões são gregários, tendendo a estar mais concentrados durante o inverno, época em que podem formar bandos de várias centenas de indivíduos (Cramp & Simmons, 1981).

Seleção de habitat ao longo do ciclo anual

As preferências de habitat do sisão podem variar ao longo do ano. Durante o período de reprodução, geralmente entre o princípio de Abril e final de Maio, estão principalmente associados a pousios integrados em processos de rotação em sistemas cerealíferos extensivos, ou a pastagens permanentes (e.g. Martínez, 1994). Nesta fase, as maiores densidades são registadas em parcelas agrícolas de grande dimensão (Silva et al., 2010). Estes usos do solo, para além de proporcionarem uma estrutura de vegetação adequada às paradas reprodutoras dos machos ou à nidificação das fêmeas, correspondem também aos locais onde se encontra uma maior abundância de insetos que são fundamentais para o desenvolvimento das crias nas primeiras duas a três semanas de vida.

No Verão e Outono, podem ser encontrados em restolhos e em culturas agrícolas que apresentem vegetação baixa ou descontinuada, como culturas de leguminosas e meloais (Silva et al., 2007). Contudo, a sua ocorrência é particularmente frequente em solos mais produtivos, com maior disponibilidade de plantas verdes, que representam importantes recursos alimentares para estas aves (Silva et al., 2007).

Durante o Inverno selecionam principalmente os restolhos (Silva et al., 2004). Dada a variedade de habitats que frequentam, o modelo de gestão que mais favorece o sisão ao longo do ciclo anual é o cultivo extensivo de cereais, uma vez que mantém ao longo do ano um mosaico de habitats, incluindo pousios, searas, restolhos e lavrados.

Movimentos migratórios

Até há relativamente pouco tempo, pensava-se que o sisão era uma espécie essencialmente sedentária. Contudo, estudos realizados nesta última década indicam que a larga maioria da população ibérica realiza movimentos migratórios no final da Primavera ou início do Verão. Tudo indica que nesta época os sisões se deslocam para áreas com maior disponibilidade de alimento, uma vez que grande parte da vegetação das áreas de em que nidifica seca durante este período do ano (García De La Morena et al., 2009). Este facto tende a ser particularmente expressivo nas áreas de maior importância para a reprodução, por coincidirem com solos menos produtivos. Os movimentos registados em Portugal variaram entre poucas dezenas e duas centenas

de quilómetros a partir dos locais de reprodução, evidenciando estratégias distintas entre indivíduos.

Ameaças

As principais ameaças a esta espécie estão associadas à perda e degradação do habitat de reprodução. Sendo o cultivo extensivo de cereais um sistema agrícola economicamente marginal, nos solos mais produtivos tende a ser substituído por agricultura intensificada. Nos menos produtivos é frequente a conversão para pastagens permanentes ou o mesmo o abandono, com a consequente substituição por matos ou florestações. A colisão com linhas elétricas aéreas representa a principal causa de mortalidade não natural conhecida para a espécie, estimando-se que possa afetar anualmente cerca de 1,5% da população nacional (Silva *et al.*, 2010).

2. Objetivos

O objetivo geral deste projeto foi a elaboração de cartografias de risco de colisão do sisão com linhas aéreas de distribuição de energia para a região do Alentejo (dado que é a zona do país onde se concentra a grande maioria da população nacional).

Em particular, o projeto visou modelar o risco de colisão do sisão em função de dois tipos de movimentos distintos:

- Cartografia do risco de colisão durante os movimentos diários - em três períodos distintos do ciclo anual do sisão (reprodução, pós-reprodução e invernada);
- Cartografia do risco de colisão durante os movimentos migratórios.

Estas cartografias podem constituir um importante instrumento de ordenamento e planeamento de novas linhas aéreas de distribuição de energia, prevenindo a sua instalação em áreas mais propensas à ocorrência de acidentes por colisão. As áreas identificadas como tendo maior risco de colisão também podem ser usadas para identificar as linhas que na atualidade representam um maior perigo e consequentemente auxiliar na definição de prioridades no âmbito da implementação de medidas de correção.

3. Métodos

Foram elaborados dois tipos de cartografia de risco de colisão:

- **Cartografia do risco de colisão durante os movimentos diários** para três períodos distintos do ciclo biológico da espécie (reprodução, pós-reprodução e invernada). Esta cartografia resulta da integração de três tipos de informação: i) movimentos diários do sisão segundo a informação obtida com telemetria por satélite e corrigida com base em observações focais de sisões no seu habitat natural; ii) abundância de sisões por km², calculada a partir de dados obtidos noutra projeto (ver capítulo 3.2) e iii) frequência de voos em altura de colisão com os condutores e/ou cabo de terra, resultante de observações de aves no terreno.
- **Cartografia do risco de colisão durante os movimentos migratórios.** Os movimentos migratórios identificados com base na telemetria por satélite de sisões no âmbito do presente projeto, revelaram-se muito distintos dos movimentos diários não migratórios. Estes movimentos diferem essencialmente na amplitude (sendo significativamente maiores) e no período do dia que se realizam (ocorrendo maioritariamente à noite). Esta cartografia é o resultado da análise da densidade de movimentos migratórios numa grelha com uma resolução de 2,5 km².

Os detalhes da elaboração destas cartografias estão descritos nas secções seguintes.

3.1. Área de estudo

A área de estudo coincide com a região Alentejo (Nuts II) (Figura 2). Segundo o Atlas das Aves Nidificantes em Portugal (Equipa Atlas, 2005) cerca de 80% da área de distribuição do sisão em Portugal é no Alentejo, estimando-se que aí se concentre mais de 90% da população reprodutora nacional (Silva et al., 2006). No início do ano de 2011, a rede elétrica de distribuição de energia nesta área era constituída por 13.483 km de linhas aéreas de média e alta tensão.

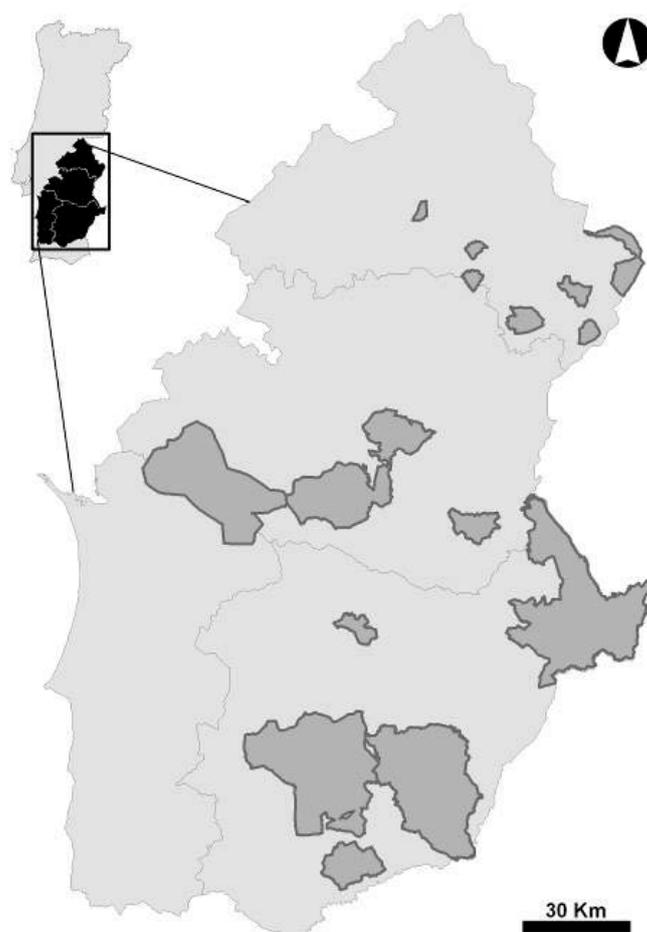


Figura 2 - Área de estudo. Os polígonos sombreados a cinzento escuro representam áreas classificadas pela *BirdLife International* como *Important Bird Areas* (IBAs) particularmente relevantes para a conservação de aves estepárias.

3.2. Dados utilizados para modelar o risco de colisão

Para a modelação do risco de colisão foram tidos em conta dados recolhidos no âmbito deste projeto, nomeadamente os provenientes do estudo dos movimentos recorrendo à telemetria por satélite, e ao estudo dos movimentos com base em observações focais de sisões. Para modelar a ocorrência e abundância do sisão no Alentejo foi utilizada a base de dados recolhida pelo Instituto da Conservação da Natureza (ICN) e pela Sociedade Portuguesa para o Estudo das Aves (SPEA) para estimar a população nacional no âmbito do projeto LIFE Sisão.

A validação da cartografia elaborada com base nos movimentos locais foi realizada utilizando dados de mortalidade associadas às linhas aéreas de distribuição de energia, obtidos no âmbito dos Protocolos Avifauna I e II, resultantes da parceria estabelecida entre o ICNB, a EDP, a SPEA e a Quercus.

3.2.1. Movimentos de sisão

O estudo dos movimentos de sisão foi realizado com base na rádio-marcação de indivíduos com *Platform Transmitter Terminals* (PTT), adquiridos à *Microwave Telemetry Inc.* (Figura 3), os quais permitem o seu seguimento via satélite. Através destes PTTs foram obtidas localizações de elevada precisão (GPS) de duas em duas horas. Foram ainda realizadas observações focais de sisões no campo com a duração máxima de duas horas, com dois objetivos fundamentais: i) quantificar a frequência de voos em altura de colisão com linhas aéreas de distribuição de energia (entre 15 e 30 metros de altura) e ii) estabelecer um factor de correção relativo à distância efetivamente percorrida em voo para o período de duas horas (ou seja, para calibrar a informação que se obtém a partir dos PTT).



Figura 3 – Imagem de um PTT Solar ARGOS/GPS de 30 gr, semelhante aos utilizados neste estudo para seguir os movimentos dos sisões.

Telemetria por GPS/satélite - como funciona

Os PTTs adquiridos e colocados nos sisões incluem um recetor de *Global Positioning System* (GPS) que a intervalos regulares estima com grande precisão a localização dos indivíduos (com um erro inferior ou igual a 18 metros). As coordenadas das localizações sucessivas vão sendo armazenadas num *datalogger* do dispositivo e regularmente emitidas para recetores do Sistema ARGOS a bordo de satélites meteorológicos da NOAA - *National Oceanic and Atmospheric Administration*. Estes dados são posteriormente emitidos para uma das estações terrestres da Collecte

Localisation Satellites (CLS). Nestas estações toda a informação é processada e disponibilizada *on-line* para os utilizadores autorizados.

Programação dos PTTs - frequência de obtenção de localizações GPS

Os PTTs ARGOS/GPS solares usados pesavam 30 gr e foram programados para obter localizações (localizações) GPS de duas em duas horas durante o dia, variando o número de localizações à noite consoante a época do ano. Tendo em conta que as horas de luz solar variam ao longo do ano, e que a capacidade de obter e emitir mensagens com um maior número de localizações por parte dos PTTs é limitada, foi adotada a seguinte programação dos PTT (visando a obtenção de um número máximo de localizações GPS, sem esgotar a bateria durante os períodos do ano com menor luz solar):

- Entre 1 de março e 30 de abril – 10 localizações GPS/dia
- Entre 1 de maio e 31 de agosto – 12 localizações GPS/dia
- Entre 1 de setembro e 31 de dezembro – 10 localizações GPS/dia
- Entre 1 janeiro e 28 de fevereiro – 8 localizações GPS/dia

O GPS foi programado para obter e registar localizações dos animais de 2 em 2 horas. Optou-se por utilizar apenas localizações 2D, ou seja registando unicamente as coordenadas de localização. Esta opção minimiza a quantidade de informação armazenada no *logger* e posteriormente enviada para o satélite.

Cada segundo dia os PTT emitiam para os satélites as localizações obtidas pelo GPS e armazenadas no *logger*. Os dados foram descarregados diariamente do *site* da ARGOS (www.argos-system.org), sendo posteriormente analisados os movimentos de todos os indivíduos marcados.

Capturas

As capturas de animais para colocar emissores foram realizadas em duas áreas de elevada densidade reprodutora de sisão (Figura 4), Castro Verde e Vila Fernando, ambas consideradas prioritárias para a conservação de aves estepárias e classificadas como Zonas de Proteção Especial (ZPE).

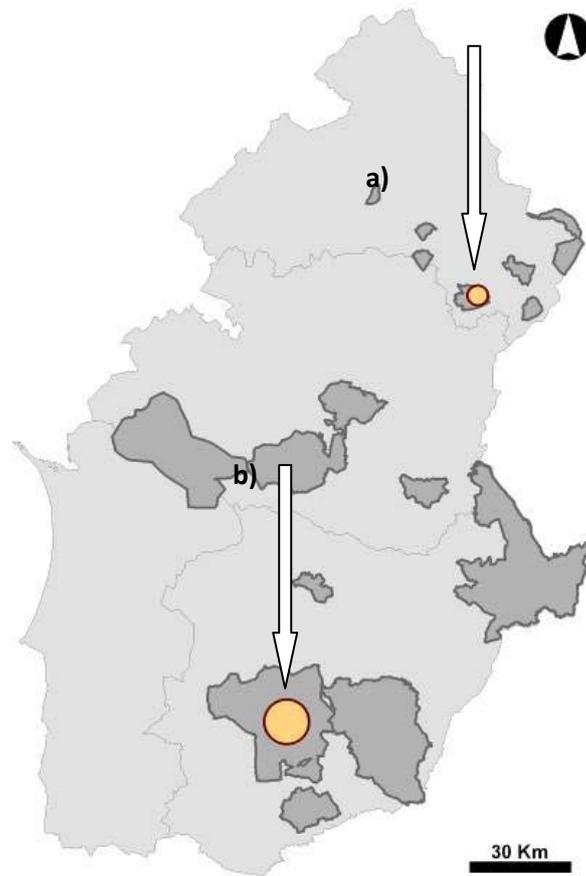


Figura 4 - Localização das áreas de captura de sisões: a) Vila Fernando e b) Castro Verde. Os polígonos sombreados a cinzento escuro representam áreas classificadas como *Important Bird Areas* (IBAs) com características estepárias.

Apesar destas duas ZPE concentrarem mais de metade da população reprodutora de sisão em Áreas Classificadas, são pouco frequentadas por esta espécie durante o Verão. Como referido anteriormente, após o período de reprodução uma proporção muito significativa de sisões realiza movimentos dispersivos, possivelmente para zonas com maior disponibilidade alimentar. É também importante destacar que a região de Castro Verde constitui uma área próxima do limite de distribuição Sul da espécie na Europa.

A captura e rádio-marcação de sisões são consideradas ações de elevada sensibilidade, dado que podem induzir um estado de *miopatia de captura*, resultante de um elevado nível de stress no animal. Pode causar lesões musculares e, em casos extremos, conduzir à morte do indivíduo. Mais frequentemente pode afetar temporariamente a locomoção dos animais, levando-os a ficar mais vulneráveis à predação. Estudos realizados em Espanha e França (Ponjoan et al., 2008) sugerem que a miopatia tende a ocorrer em cerca de 15% dos animais manipulados. A medida mais eficaz para a evitar é minimizar o tempo de manipulação, que se deve situar abaixo dos 20 minutos desde a captura até à libertação do indivíduo (Figura 5). Por esta razão

as equipas do projeto responsáveis pela captura e marcação dos sisões tiveram sessões de treino prévias, utilizando galinhas, garantindo o desempenho rápido dessas tarefas.

O método de captura consistiu na colocação de cerca de 300 laços em torno de uma negaça (fêmea embalsamada), que serviu de chamariz para os machos reprodutores. Depois do macho ser capturado, foi-lhe colocado no dorso um arnês de Ribon Teflon, com um emissor PTT. Este método é considerado um dos mais seguros para a espécie (Ponjoan et al. 2008). As alças do arnês foram cozidas num ponto de junção por baixo da quilha.



Figura 5 – Marcação e libertação de um sisão com PTT.

A equipa do projeto foi devidamente credenciada anualmente pelo Instituto da Conservação da Natureza e Biodiversidade (ICNB) para conduzir as capturas e marcações de sisões com PTTs.

Resgate dos PTT

Durante os dois anos e quatro meses correspondentes ao período do presente estudo, foi realizado um seguimento diário dos indivíduos marcados. Uma repetição da última coordenada por um período superior a um dia sugere que o animal possa ter morrido. Esta situação é depois confirmada por um sensor de mortalidade incluído no PTT, que é acionado quando deixa de se verificar qualquer movimento. Nestes casos uma equipa do projeto deslocava-se ao terreno com o objetivo de confirmar a mortalidade, tentar determinar a causa da mesma e recuperar o PTT. Não se registaram casos da queda do equipamento dos indivíduos marcados.

Fatores de correção dos movimentos identificados

A telemetria por satélite permitiu identificar com uma elevada precisão os movimentos que ocorreram em intervalos de duas horas. Contudo este método tem

dois erros associados que é necessário ter em conta: i) o erro associado ao cálculo da localização pelo GPS, e ii) o movimento que efetivamente terá ocorrido entre localizações consecutivas espaçadas de duas horas.

Tendo em atenção que o valor máximo para o erro associado ao cálculo das localizações GPS é de 18 m, todos os movimentos que apresentaram um valor menor ou igual a esse erro foram convertidos para zero.

Para estimar o fator de correção a aplicar por forma a aproximar os movimentos obtidos pela telemetria por satélite à realidade, foi adotada uma metodologia baseada em observações focais de sisões no seu habitat natural, durante períodos máximos de 2 horas. Estas observações foram feitas durante as fases de reprodução, pós-reprodução e invernada, em geral nos locais em que os animais marcados se encontravam. Foram realizadas sobretudo durante as fases do dia em que os sisões se encontram mais ativos, nomeadamente no início da manhã e final do dia, de acordo com a seguinte metodologia:

- Quando os bandos ou indivíduos eram localizados dava-se início à observação focal, mantendo-se o observador a uma distância dos animais suficiente para não os perturbar. A observação focal terminava com o registo do primeiro voo. Não se registando voos, o período de observação tinha uma duração máxima de duas horas.
- No caso da época da reprodução há maior interação entre indivíduos, pelo que um movimento muitas vezes gera movimentos subsequentes (e.g. perseguição de machos territoriais). Por esta razão as observações nesta época prolongaram-se por 5 minutos depois de registado o primeiro voo.
- Os bandos foram considerados independentes de outros quando distanciados de pelo menos 100 m.
- Sempre que um bando levantava voo contabilizava-se o tempo de permanência em voo, estimando-se a distância do seu trajeto projetado no solo e a altura média a que ocorreu o voo (ver 3.2.2.). Sempre que possível registou-se a causa do movimento efetuado.
- A equipa de campo era constituída por três elementos, pelo que foi necessário homogeneizar as estimativas de distâncias e alturas de voo entre eles. Para conseguir isso no início do trabalho de campo as observações focais foram realizadas em conjunto.
- A velocidade média de voo dos sisões foi calculada utilizando a reta de regressão estabelecida entre a distância percorrida em voo e o tempo em voo,

com base nos dados recolhidos nas observações focais. Para estimar a distância percorrida em voo em cada intervalo de duas horas entre localizações de satélite, correu-se o modelo usando o tempo médio em voo dos sisões em duas horas de observação no terreno. O fator de correção foi calculado dividindo a estimativa da distância percorrida em voo obtida a partir das observações focais pela distância média obtida pelos movimentos dados pelo satélite.

3.2.2. Altura de voo ao longo do ciclo anual

Nem todos os voos dos sisões implicam um risco de colisão, pois estas obviamente só acontecem quando os voos ocorrem à altura dos condutores. É por isso importante caracterizar as alturas de voo dos sisões nas diferentes fases do seu ciclo anual. As observações focais descritas em 3.2.1.5. serviram para caracterizar os voos, classificando-os em três grupos:

- Voo com uma altura inferior aos condutores/cabo de terra de linhas de distribuição - inferior a 15 m
- Voo em altura de colisão com condutores/cabo de terra de linhas de distribuição - entre 15 e 30 m
- Voo com uma altura superior aos condutores/cabo de terra de linhas de distribuição - superior a 30 m

A frequência dos voos em altura de colisão foi calculada a partir da média da frequência dos voos que foram estimadas a partir da base e do topo das elevações.

3.2.3. Abundância de sisões

Dados de ocorrência de sisão - Projeto LIFE Sisão

Os dados de ocorrência de sisão utilizados neste trabalho foram obtidos pelo Projeto LIFE Sisão (Silva & Pinto, 2006), no âmbito do qual foram realizados censos em três períodos distintos do ano: Reprodução (entre a segunda quinzena de abril e final de maio); Pós-reprodução (entre julho e setembro) e inverno (entre novembro e fevereiro). Estes censos decorreram entre os anos de 2003 e 2006. A modelação do risco de colisão com linhas de distribuição é aqui efetuada considerando estes mesmos períodos.

A população reprodutora foi estudada em 81 áreas distribuídas pelo Alentejo, estimando o número de machos reprodutores a partir de 2.334 pontos de escuta com 250 metros de raio. Os resultados deste censo foram depois extrapolados para a restante área de estudo (área de ocorrência potencial do sisão no Alentejo, correspondente às áreas abertas (agrícolas)) para estimar a população total. A população nacional reprodutora foi estimada em 17.515 machos (entre um mínimo de 13.260 machos e máximo de 21.771 machos, para um nível de significância de $p < 0,05$). Assumindo um *sex ratio* de 1:1, a população nacional de sisão está estimada em cerca de 35.000 indivíduos.

Na fase pós-reprodutora e no inverno foram amostradas quadrículas 5 x 5 km distribuídas aleatoriamente nas áreas predominantemente abertas da região do Alentejo. Os observadores percorriam a rede de caminhos térreos, registando os locais das ocorrências dos bandos de sisões e o número de indivíduos que os compunham. Entre 2004 e 2006, no período pós-reprodutor, foram monitorizadas 100 quadrículas 5 x 5 km; no inverno foi possível realizar um esforço superior tendo-se visitado um total de 190 quadrículas. Na época pós-reprodutora foram estimados 9.615 indivíduos, e no inverno 11.997 indivíduos.

As diferenças entre as estimativas para diferentes épocas de censo deverão estar em parte relacionadas com os movimentos que os sisões realizam no período pós-reprodutor para áreas com maior disponibilidade alimentar, sendo possível que uma parte significativa desses movimentos sejam efetuados para áreas em Espanha. No entanto, poderão também ser resultantes de diferenças nos métodos de contagem ou no comportamento dos animais.

Modelação da probabilidade de ocorrência usando MaxEnt

A probabilidade de ocorrência de sisões na região do Alentejo foi modelada em função de variáveis ambientais, usando o programa MaxEnt (Philips et al., 2004, 2006; Elith et al., 2011). Para a época de reprodução esta modelação foi feita utilizando os dados das presenças nos pontos de escuta do censo reprodutor do sisão. Para as épocas de pós-reprodução e hibernação foram utilizadas as ocorrências registadas ao longo dos transetos (dados do projecto LIFE Sisão). Foram usados pixels de 250 m, o que corresponde aproximadamente à área de amostragem dos pontos de escuta usados no censo reprodutor.

MaxEnt é um programa que permite modelar a distribuição das espécies a partir de dados de presença, relacionando-a com variáveis explicativas ambientais e/ou geográficas. Utiliza a combinação dos valores das variáveis nos locais com presença de sisão, comparando-os com os valores obtidos na restante área de estudo (*background*)

(Elith et al., 2011). A cartografia resultante identifica para cada pixel a probabilidade de ocorrência do sisão. O nível de ajustamento dos modelos obtido foi avaliado utilizando o indicador estatístico AUC (Area Under Curve) do ROC (*Receiver Operating Characteristics*).

Construíram-se três modelos probabilísticos da ocorrência de sisão para cada uma das épocas consideradas (reprodução, pós-reprodução e invernada), usando as seguintes co-variáveis para definir o *background* ambiental:

- **Uso do solo:** com base na cartografia do Land Cover CORINE (EEA, 2007). A ocorrência do sisão está muito dependente do uso do solo (e.g. Martínez, 1994; Morales et al., 2005), sendo por isso uma variável com um elevado potencial explicativo da sua ocorrência. Foram consideradas as seguintes classes de usos do solo:
 - Áreas agrícolas de regadio;
 - Áreas agrícolas de sequeiro e pastagens;
 - Culturas permanentes;
 - Áreas florestais e outros usos inapropriados para o sisão.
- **Capacidade de uso do solo:** em determinadas alturas do ano como o Verão e Outono, a capacidade de uso do solo (que por sua vez está muito relacionada com a sua produtividade) é relevante para o sisão, que tende a ocorrer em solos mais produtivos (Silva et al., 2007; Faria & Silva, 2010). Os diferentes tipos de solos foram agrupados em três classes:
 - Solos A e B (solos mais produtivos);
 - Solos C e D (solos mediamente produtivos);
 - Solos E e F (solos pouco produtivos).
- **Abundância regional:** A probabilidade de ocorrência de sisões num dado local deverá ser influenciada pela sua abundância na região envolvente a esse ponto. Para calcular este parâmetro procedeu-se à interpolação dos valores médios da abundância de sisões obtido em cada uma das áreas de amostragem (medido em número médio de indivíduos por Km²), usando o método de *Ordinary Kriging*, com base num modelo esférico sem anisotropia. O *software* usado foi o ArcGis 9.3 (ESRI, 2008). No caso particular da época de reprodução, a abundância foi calculada assumindo um *sex ratio* de 1:1. Foi posteriormente estimado o valor interpolado de abundância regional para cada um dos pontos.

Conversão do mapa de probabilidade MaxEnt em mapa de abundâncias

As cartografias resultantes da aplicação do MaxEnt (probabilidades de ocorrência) foram posteriormente convertidas em cartografias de abundância aproximada. Para isso os valores dos pixéis dos mapas de probabilidade resultantes do MaxEnt foram primeiro divididos pelo valor máximo de probabilidade de ocorrência obtido e depois multiplicados pelo valor máximo de abundância registado em cada época.

3.3. Cartografias de risco de colisão com linhas aéreas de distribuição de energia

Como foi referido anteriormente optou-se por realizar dois tipos de cartografias de colisão: uma contemplando apenas os movimentos migratórios e outra usando os movimentos diários não migratórios.

A estas cartografias de risco potencial de colisão, foi sobreposta a informação georreferenciada de todas as linhas aéreas de distribuição, com o objetivo de compreender quais as linhas existentes que atravessam áreas de maior susceptibilidade de colisão.

3.3.1. Cartografia de risco de colisão com base nos movimentos diários

A cartografia do risco de colisão com linhas aéreas de distribuição durante os movimentos diários resultou do produto da (i) estimativa de distância média diária percorrida por indivíduo, com a (ii) abundância de sisões por Km² e com a (iii) frequência de voos em altura de colisão. A metodologia utilizada para gerar os mapas de risco resultantes dos voos diários está esquematizada no diagrama na Figura 6.

Para além de se ter calculado o risco de colisão para cada uma das épocas consideradas neste estudo (reprodução, pós-reprodução e invernada), foi ainda calculado o risco de colisão médio anual, i.e. a média das três épocas.

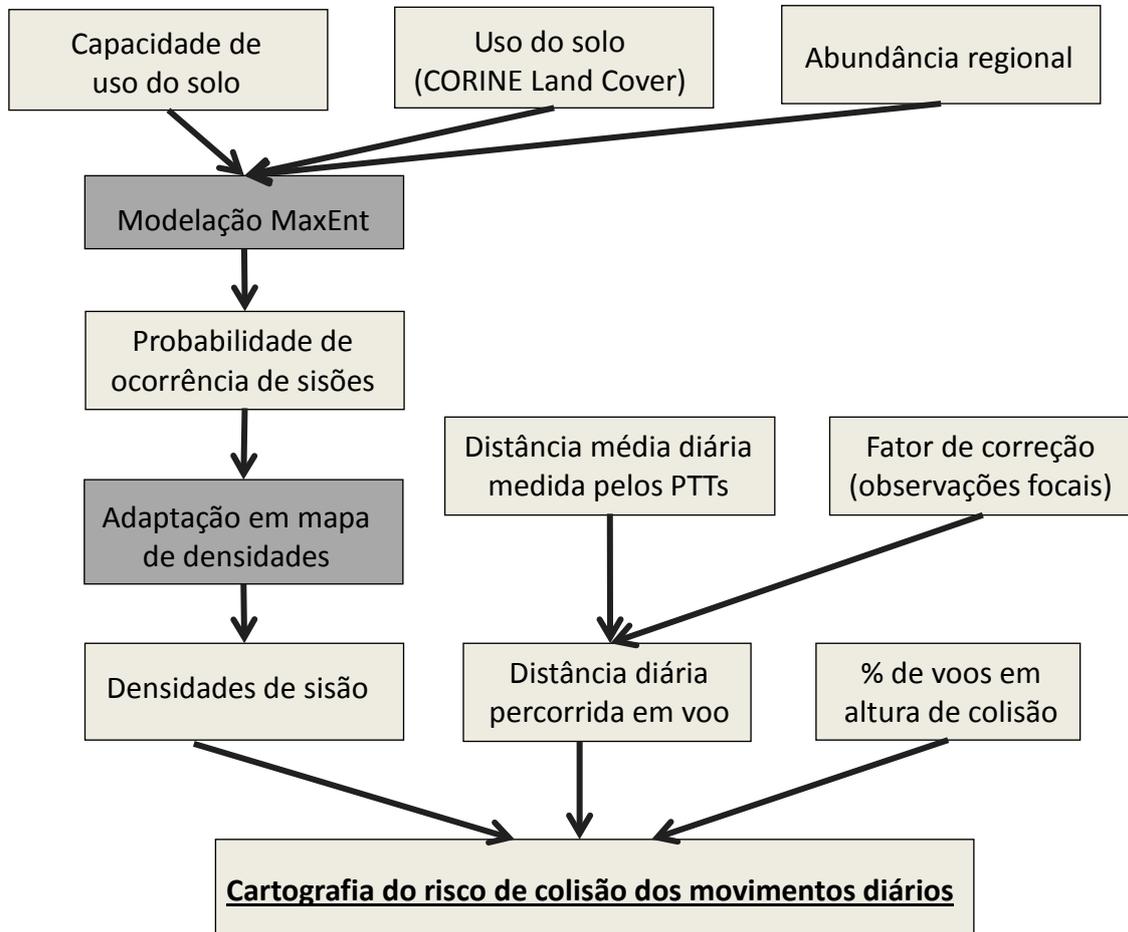


Figura 6 – Diagrama do processo de construção do modelo do risco de colisão dos movimentos diários.

3.3.2. Cartografia de risco de colisão com base nos movimentos migratórios

A cartografia de risco de colisão com linhas aéreas de distribuição durante os movimentos migratórios foi baseada na densidade de movimentos migratórios dos indivíduos capturados em Vila Fernando e Castro Verde, utilizando uma grelha como uma resolução de 2,5 x 2,5 km.

3.3.3. Validação dos modelos elaborados

Após a elaboração das diferentes cartografias de risco, procurou-se proceder a uma validação das mesmas. Para a cartografia de risco com base nos movimentos diários, recorreu-se a uma validação estatística espacial e temporal, usando dados recolhidos no âmbito de outros projetos, nomeadamente dos Protocolos Avifauna I e II (resultantes de uma parceria entre a EDP Distribuição, ICNB, SPEA e Quercus).

Quanto à cartografia de risco com base nos movimentos migratórios, foi ainda analisado o grau de concordância entre os movimentos migratórios registados e as variações espaciais, entre épocas do ano, na densidade populacional (assumindo que aumentos ou diminuições de densidade podiam ser o resultado da deslocação de indivíduos entre áreas).

Validação do modelo de risco de colisão com base nos movimentos diários

O Protocolo Avifauna I decorreu entre os anos de 2003 e 2005 com o principal objetivo de realizar uma primeira caracterização do potencial impacto das linhas aéreas de distribuição sobre a avifauna em Portugal. Este projeto foi alvo de uma continuação no âmbito do Protocolo Avifauna II, que decorreu entre 2006 e 2008. O trabalho de campo consistiu na realização de quatro visitas a troços de linhas de distribuição de energia ao longo de um ano, referentes a quatro períodos pré definidos: Invernada (dezembro-janeiro), Reprodução (março-abril), Dispersão de Juvenis (maio-julho) e Migração (setembro-outubro) (Neves, 2010). A larga maioria dos troços de linhas de distribuição prospetados tinha uma extensão de aproximadamente 2 km (média= 1703 m, desvio padrão= 533 m). A prospeção consistiu na realização de percursos por dois observadores caminhando por baixo das linhas de distribuição, procurando localizar animais mortos numa faixa de 10 m de largura. Os cadáveres encontrados eram localizados com um GPS e depois removidos. Na área de estudo do presente trabalho foram prospetados 325 troços de linhas, totalizando um esforço de 555,5 km. Os resultados revelaram que o sisão era uma das espécies com maior frequência de acidentes por colisão com linhas de distribuição. Estes dados foram usados para validar espacialmente e temporalmente os modelos de risco de colisão aqui desenvolvidos.

Validação espacial - A cartografia de risco médio anual de colisão com linhas aéreas de distribuição foi simplificada para 4 classes igualmente representadas (*Quantiles*), correspondendo a áreas de baixo risco de colisão, áreas de risco médio/baixo, áreas de risco médio/alto e ainda a áreas de maior risco de colisão. Com o *Spatial Analyst* do SIG

foram extraídos os valores desta cartografia correspondentes aos troços de linhas de distribuição amostrados no âmbito dos Protocolos Avifauna. A extensão de cada troço foi também calculada, neste caso com o auxílio da extensão *XTools*.

Distinguindo os troços prospetados onde foi registada mortalidade de sisões (presenças), dos troços sem registos de mortalidade (ausências), foi modelada a probabilidade de colisões. Para isto foi construído um modelo de regressão logística (Hosmer & Lemeshow, 2001), utilizando duas variáveis:

- A média ponderada de risco em função das classes de risco presentes;
- Extensão de cada troço prospetado.

A avaliação do ajuste do modelo aos dados, foi realizada considerando a proporção de dados corretamente classificados e pelo indicador estatístico *ROC*.

Validação temporal - Os acidentes que causaram a mortalidade de sisões no âmbito dos Protocolos Avifauna I e II, foram classificados de acordo com as épocas consideradas para o presente trabalho: reprodução, pós-reprodução e inverno. Foi realizado um teste de qui-quadrado, comparando os valores de mortalidade observados em cada época com os esperados. No cálculo das mortalidades esperadas foi tido em conta que a duração das três épocas é distinta..

Cartografia do risco de colisão dos movimentos migratórios e variações populacionais entre épocas

Procurou-se analisar a concordância dos movimentos migratórios obtidos com locais onde se registaram ganhos e perdas populacionais entre épocas. Para este efeito subtraíram-se as imagens *rasters* das densidades populacionais obtidas e sobrepuseram-se os movimentos migratórios correspondentes aos períodos analisados.

4. Resultados

4.1. Rádio-seguimento de sisões

O rádio-seguimento dos sisões decorreu entre a data da primeira captura, dia 6 de Abril de 2009 e 31 de Agosto de 2011. Foram capturados 31 sisões, 27 dos quais geraram dados suficientes para análise. Obtiveram-se mais de 75.000 localizações e registou-se um total de 4.139 km de movimentos.

4.1.1. Período e esforço de rádio-seguimento

As capturas de animais para colocação de emissores foram efetuadas em Castro Verde e Vila Fernando, ambas áreas de elevada densidade de sisões na época de reprodução. No primeiro ano as capturas foram realizadas nestas duas áreas, mas a partir do segundo ano foram efetuadas apenas em Castro Verde. Esta opção deve-se não só ao facto da população de Castro Verde ser numericamente mais importante, mas também por se registarem movimentos mais expressivos a partir desta área e, consequentemente, com maior interesse para o estudo da ecologia dos movimentos desta espécie.

O número de dias de seguimento de cada indivíduo foi bastante variável (Figura 7). No presente estudo não se consideraram os sisões que foram seguidos por um período inferior a um mês. Assim, foram analisados os movimentos de 27 indivíduos, cujo período de rádio-seguimento variou entre 86 e 854 dias (aproximadamente entre 3 e 28,5 meses).

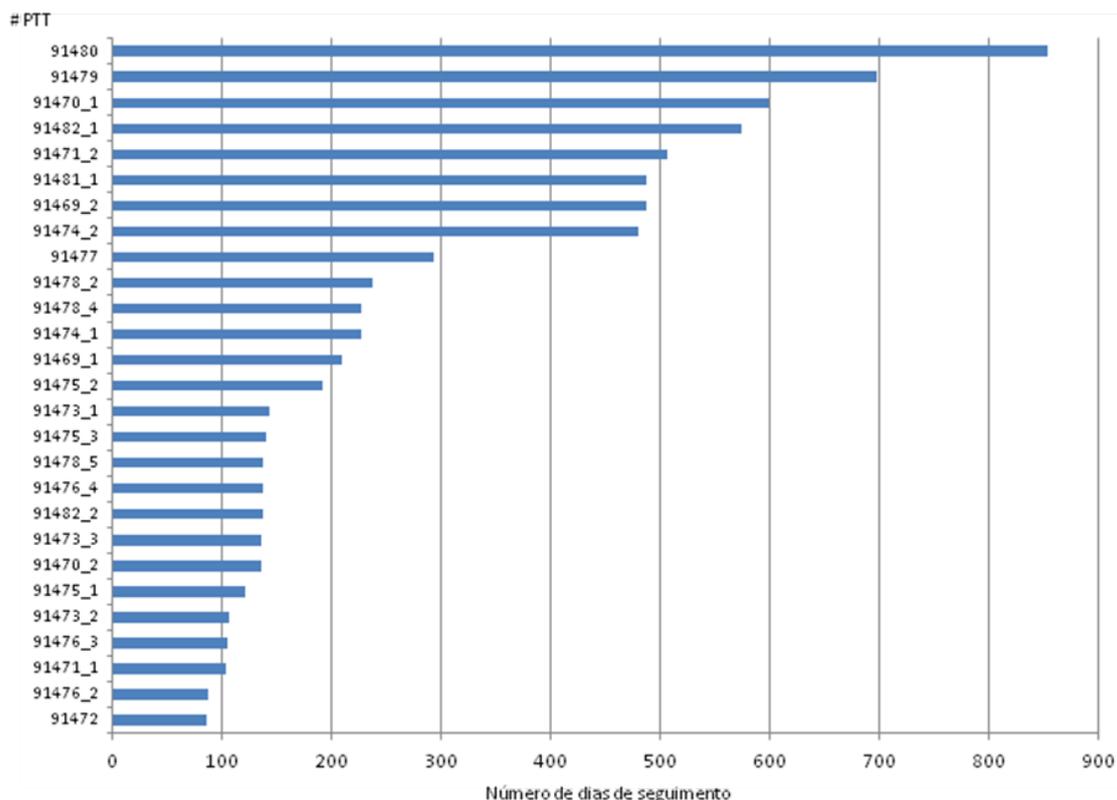


Figura 7 - Número de dias de seguimento para cada um dos sisões seguidos por satélite, indicando a referência do respetivo código PTT

Dado que se registou alguma mortalidade de sisões com emissores, a distribuição dos dados obtidos por satélite não foi homogénea ao longo do ano (Figura 8).

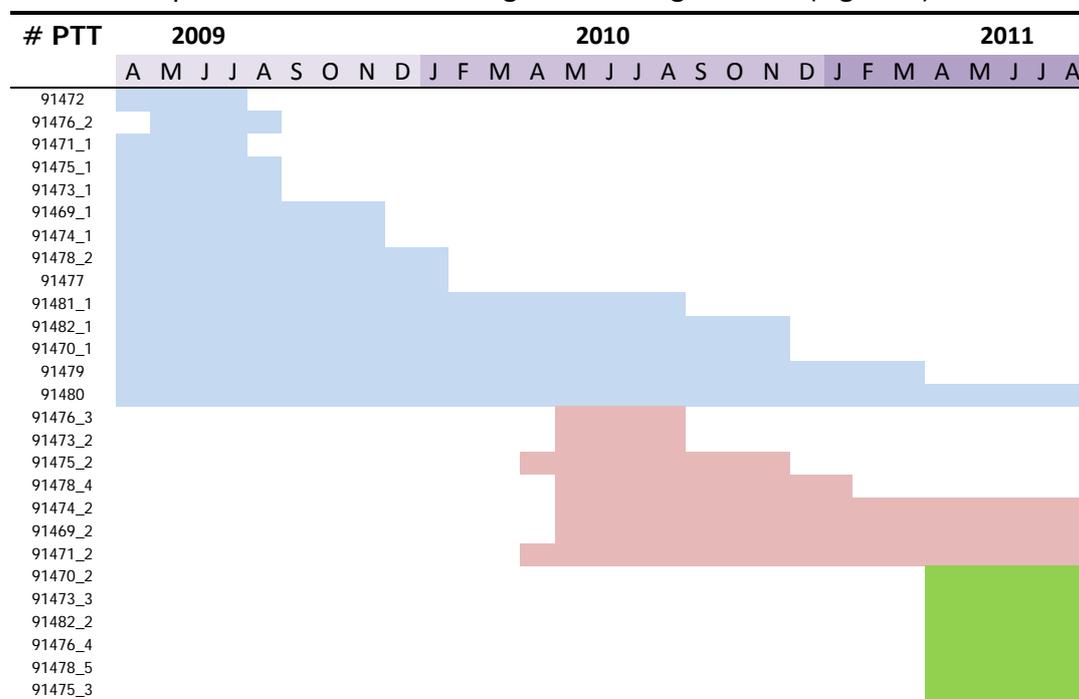


Figura 8 – Período de seguimento para os 27 sisões seguidos por satélite. As diferentes cores representam os períodos de seguimentos de sisões capturados em diferentes anos: azul - capturas de 2009; rosa - capturas de 2010; verde - capturas de 2011.

4.1.2. Registo de movimentos

Os dados obtidos revelam uma grande heterogeneidade a nível dos movimentos entre as diferentes épocas sendo, no entanto, possível distinguir os seguintes padrões:

- todos os indivíduos (com exceção de um sisão macho marcado em Vila Fernando) evidenciaram movimentos migratórios, deslocando-se para fora da área de reprodução no final da primavera / início de verão;
- os sisões marcados em Castro Verde realizaram movimentos migratórios mais amplos do que os marcados em Vila Fernando;
- existe fidelidade aos locais de reprodução e, nalguns casos, fidelidade aos locais estivais.

No que respeita aos movimentos migratórios registaram-se migrações para áreas que eram destinos desconhecidos de sisões. É o caso, por exemplo, do SO Alentejano e da região do Cabeção no Alto Alentejo, para onde migraram indivíduos capturados em Castro Verde. O maior movimento migratório registado foi o de um sisão marcado em Vila Fernando, que se deslocou até próximo de Salamanca, Castilha e León, em Espanha (ver Figura 9).

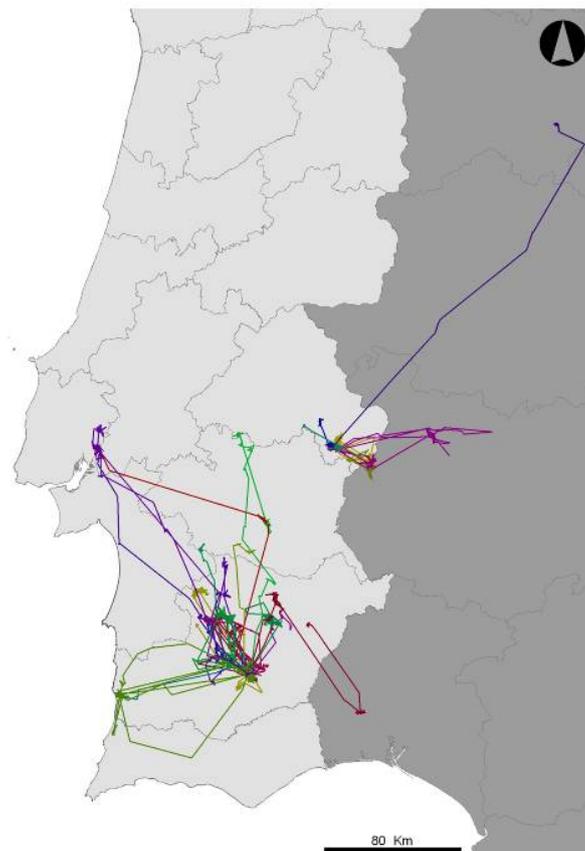


Figura 9 – Totalidade dos movimentos registados pelos 27 sisões estudados no âmbito deste estudo. Em anexo segue um pormenor desta figura representada a maior escala.

4.1.3. Mortalidade de sisões e resgate de PTTs

Foi registada uma mortalidade de sisões bastante acima do inicialmente esperado, tendo sido na maioria dos casos possível identificar a causa de morte mais provável (Tabela 1). Destaca-se o número de casos de aves predadas no primeiro ano. Esta elevada predação poderá ser resultado da baixa pluviosidade ocorrida em 2009; a vegetação herbácea desenvolveu-se pouco conferindo portanto menos proteção contra predadores. No entanto, não podemos excluir que alguns destes animais consumidos por predadores não tenham morrido por outras causas.

Tabela 1. Data de captura, data da morte, número de dias de emissão do PTT, sexo e peso do indivíduo, área de captura (CV: Castro Verde, VF: Vila Fernando), causa provável da morte e tipo de predador, para os 31 sisões capturados. As linhas a sombreado referem-se a indivíduos ainda ativos a 31 de Agosto de 2011.

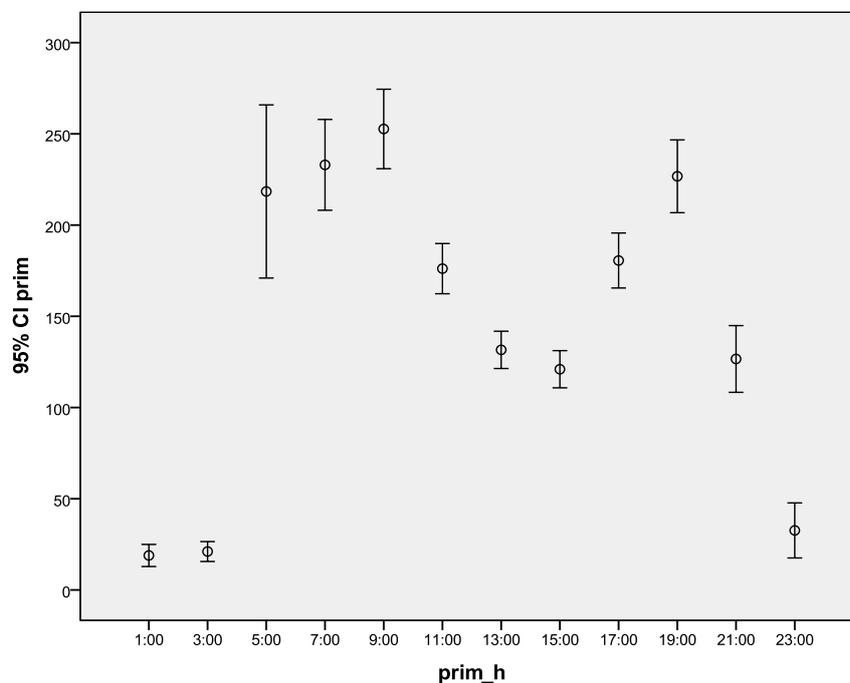
# PTT	Data captura	Mortalidade	Dias de emissão	Sexo	Peso	Área captura	Causa provável	Predador
91469_1	06/04/2009	03/11/2009	211	macho	870	CV	predação	mamífero
91470_1	06/04/2009	28/11/2010	601	macho	850	CV	caça?	---
91473_1	07/04/2009	30/08/2009	145	macho	850	CV	predação	rapina
91474_1	07/04/2009	22/11/2009	229	fêmea	850	CV	predação	rapina
91477	07/04/2009	28/01/2010	296	macho	900	CV	colisão linha MT	rapina
91478_1	08/04/2009	07/05/2009	29	fêmea	750	CV	predação	rapina
91481_1	08/04/2009	11/08/2010	490	macho	870	CV	predação	rapina
91471_1	14/04/2009	28/07/2009	105	macho	820	VF	predação	rapina
91475_1	14/04/2009	15/08/2009	123	macho	900	VF	predação	rapina
91472	20/04/2009	17/07/2009	88	macho	910	VF	caça?	---
91476_1	21/04/2009	27/04/2009	6	fêmea	770	VF	captura e predação	mamífero
91482_1	21/04/2009	18/11/2010	576	macho	930	VF	indeterminada	---
91479	27/04/2009	28/03/2011	700	macho	770	VF	indeterminada	---
91480	27/04/2009	Ativo em 31/8/2011		macho	870	VF		
91476_2	05/05/2009	03/08/2009	90	macho	890	VF	predação	rapina
91478_2	12/05/2009	06/01/2010	239	macho	825	CV	predação	rapina
91478_3	08/04/2010	23/04/2010	15	fêmea	820	CV	predação	mamífero
91471_2	09/04/2010	Ativo em 31/8/2011		macho	900	CV		
91475_2	28/04/2010	08/11/2010	194	macho	820	CV	tiro caçadeira	---
91469_2	29/04/2010	Ativo em 31/8/2011		macho	920	CV		
91473_2	04/05/2010	20/08/2010	108	macho	920	CV	tiro caçadeira	---
91476_3	05/05/2010	20/08/2010	107	macho	920	CV	predação	---
91474_2	05/05/2010	Ativo em 31/8/2011		macho	900	CV		
91478_4	21/05/2010	06/01/2011	230	macho	850	CV	caça?	---
91475_3	11/04/2011	Ativo em 31/8/2011		macho	885	CV		
91478_5	13/04/2011	03/09/2011	143	macho	800	CV	predação	mamífero
91476_4	13/04/2011	Ativo em 31/8/2011		macho	850	CV		
91481_2	14/04/2011	27/04/2011	13	macho	800	CV	predação	rapina
91482_2	14/04/2011	Ativo em 31/8/2011		macho	800	CV		
91473_3	15/04/2011	Ativo em 31/8/2011		macho	900	CV		
91470_2	15/04/2011	Ativo em 31/8/2011		macho	875	CV		

Foram registadas 22 mortes de indivíduos com emissores. Pelo menos dois destes foram abatidos por tiro de caçadeira, suspeitando-se que mais três tenham sido abatidos da mesma forma. Um indivíduo morreu por colisão com linha de média tensão. Um dos animais parece ter ficado traumatizado com a captura, tendo acabado por ser predado. Treze animais foram predados, dos quais sete em 2009, quatro em 2010 e dois em 2011. Em dois casos não foi possível identificar a causa provável de mortalidade.

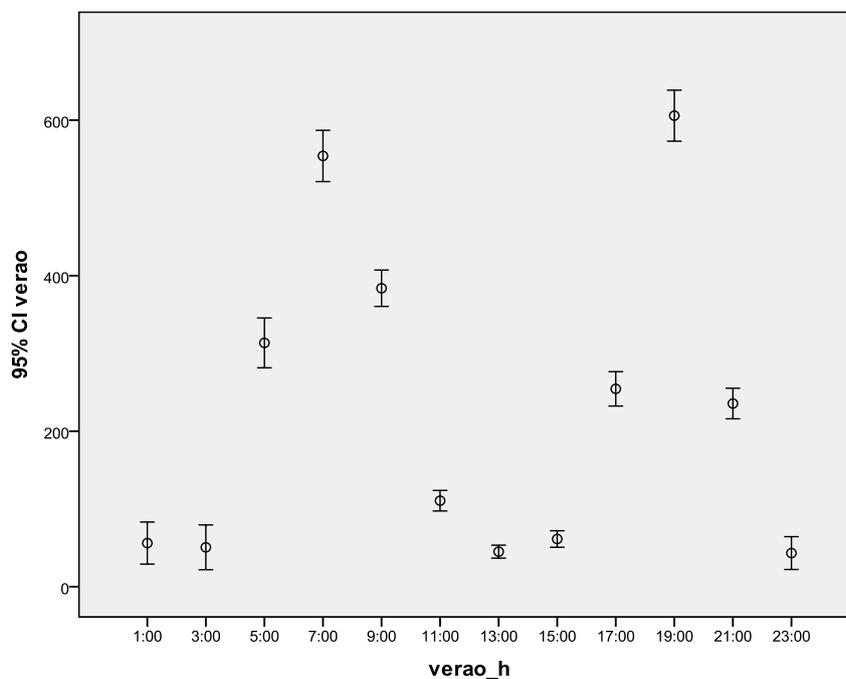
O esforço realizado para encontrar os indivíduos mortos permitiu não só determinar em muitos casos a sua causa provável de morte, como também resgatar a maioria dos PTT e reutilizá-los nos anos subsequentes. Esta elevada taxa de recuperação dos equipamentos deve-se principalmente à monitorização intensiva destas aves por satélite. Em 22 ocorrências foi possível resgatar 19 PTT, um dos quais ficou danificado.

4.2. Distâncias de voo percorridas diariamente

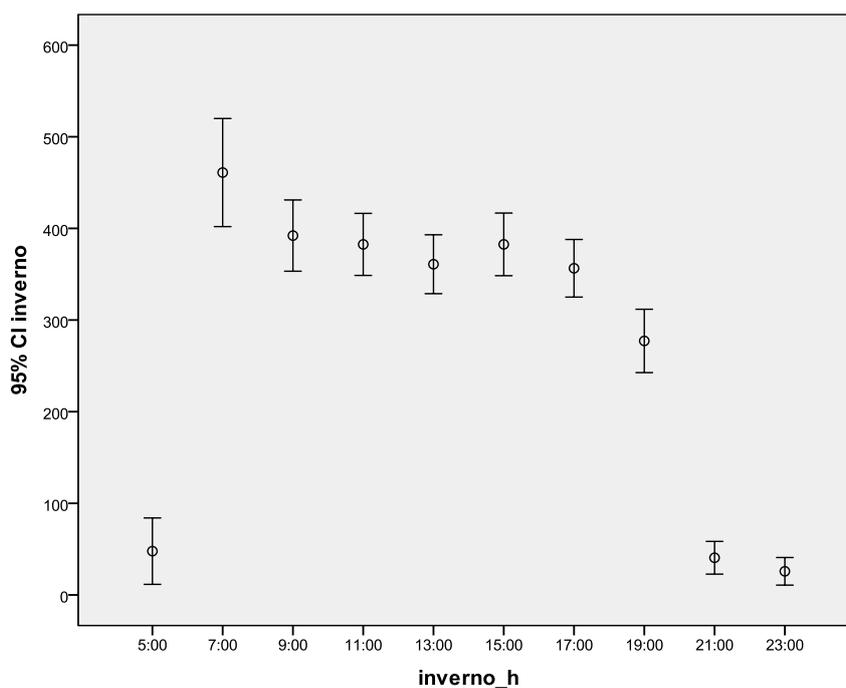
Segundo os dados obtidos por satélite, a amplitude dos movimentos variou ao longo do dia de forma distinta nas diferentes épocas do ano (Figura 10).



(a)



(b)



(c)

Figura 10 - Distância média (em metros) percorrida pelos sisões marcados, em intervalos de 2 em 2 horas, de acordo com os dados obtidos pelos satélites e para as diferentes épocas estudadas: (a) reprodução, (b) pós-reprodução e (c) invernada.

Segundo os dados obtidos pelos satélites, a distância média percorrida por dia e por cada sisão foi de 818 m durante o período reprodutor. A distância média estimada dos movimentos no período pós-reprodutor foi de 1.826 m e de 2.313 m na invernada.

Pode-se constatar, na Figura 10, que os movimentos diários (não migratórios) durante a noite são praticamente inexistentes. Verifica-se ainda uma quebra significativa da atividade a meio do dia, durante as épocas reprodutora e pós-reprodutora, que estará muito possivelmente associada às temperaturas elevadas a essas horas.

4.2.1. Fatores de correção das distâncias médias percorridas por dia

Para o cálculo do fator de correção foram consideradas as seguintes variáveis: i) tempo que levou um indivíduo ou bando a realizar o primeiro voo, ii) tempo e distância percorrida em voo.

Durante o período reprodutor foram realizadas 85 observações focais para calcular a distância média percorrida, resultando num fator de correção de 3,7, depois de calculada a velocidade média dos voos (Figura 11) e o tempo médio em voo para um período de 2 horas (que correspondeu a 61,8 segundos). A distância média diária percorrida por indivíduo foi estimada em 3.028 m.

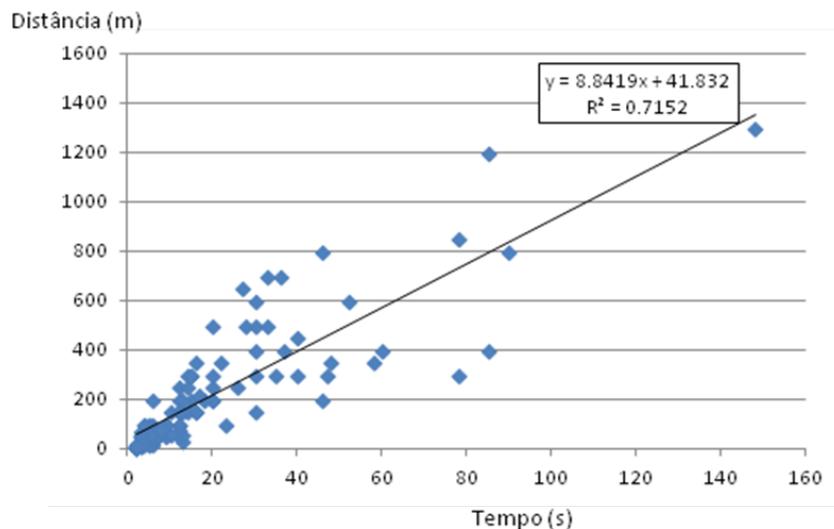


Figura 11 - Velocidade dos voos obtidos durante a época de reprodução, segundo as observações focais, indicando a equação da reta e respetivo ajustamento aos dados, dado pelo R^2 .

No período pós-reprodutor foram realizadas 42 observações focais, resultando na estimativa do fator de correção de 5,1, tendo em consideração a velocidade média dos voos (Figura 12) e o tempo médio em voo para um período de 2 horas (estimado em 49,9 segundos). A distância média diária percorrida em voo por indivíduo foi estimada em 9.311 m.

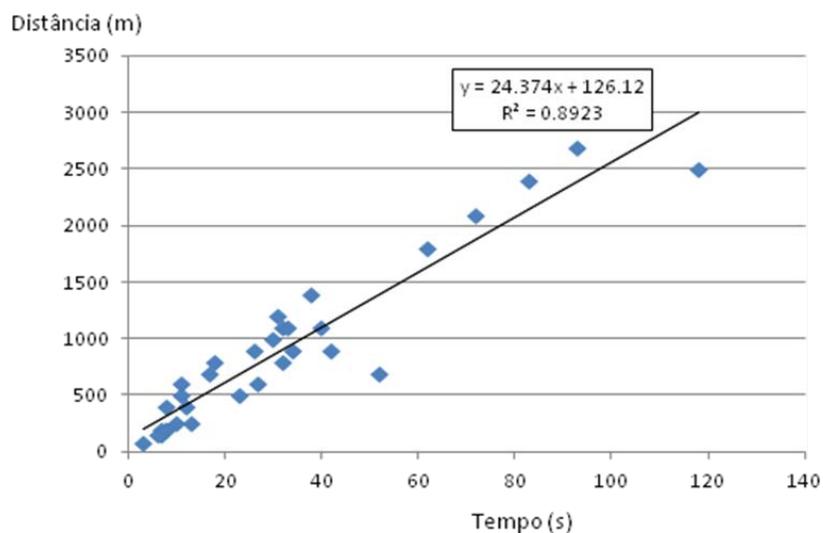


Figura 12 - Velocidade dos voos obtidos durante a época de pós-reprodução, de acordo com as observações focais realizadas, indicando a equação da reta e respetivo ajustamento aos dados, dado pelo R^2 .

Por último, no inverno realizaram-se 33 observações focais permitindo calcular o fator de correcção de 4,7, tendo em conta a velocidade média dos voos (ver Figura 13) e o tempo médio em voo em períodos de 2 horas (que foi de 83,2 segundos). A distância média diária percorrida por indivíduo nesta época foi de 10.873 m.

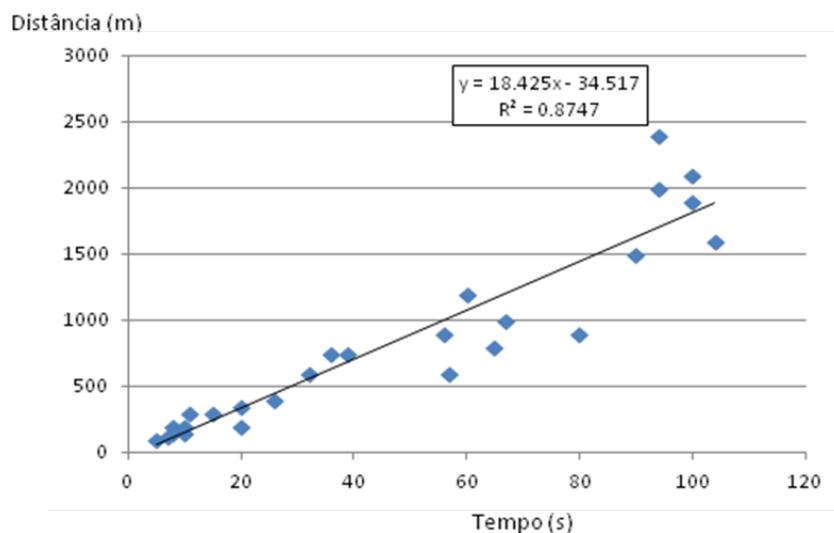


Figura 13 - Velocidade dos voos obtidos durante a época de invernada obtida a partir dos dados das observações focais, indicando a equação da reta e respetivo ajustamento aos dados, dado pelo R^2 .

4.3. Abundância do sisão por época

Para a elaboração modelos de probabilidade de presença de sisão com o MaxEnt este tem de utilizar um número elevado de locais que se saiba serem usados pelo sisão. Para este fim foram usados 738 locais na época reprodutora, 246 na época pós-reprodutora e 174 no Inverno.

Os modelos gerados com o MaxEnt para as três épocas mostraram um bom ajustamento aos dados, apresentando AUCs de 87,2% para os modelo da época reprodutora e 91,9% para os modelos do período pós-reprodutor e invernada.

A variável que mais contribuiu para a construção do modelo da primavera e do inverno foi o fator abundância regional mas para o modelo de verão foi o uso do solo (extraído do *LandCover* CORINE).

Após a conversão dos mapas de probabilidade de ocorrência em mapas de abundância observa-se que é durante a primavera que ocorrem as maiores densidades de sisão na área de estudo com uma média de 19,4 indivíduos por km², seguida do inverno com 14,4 indivíduos/km², e finalmente do verão com valores 8,6 indivíduos/km² (Figura 14).

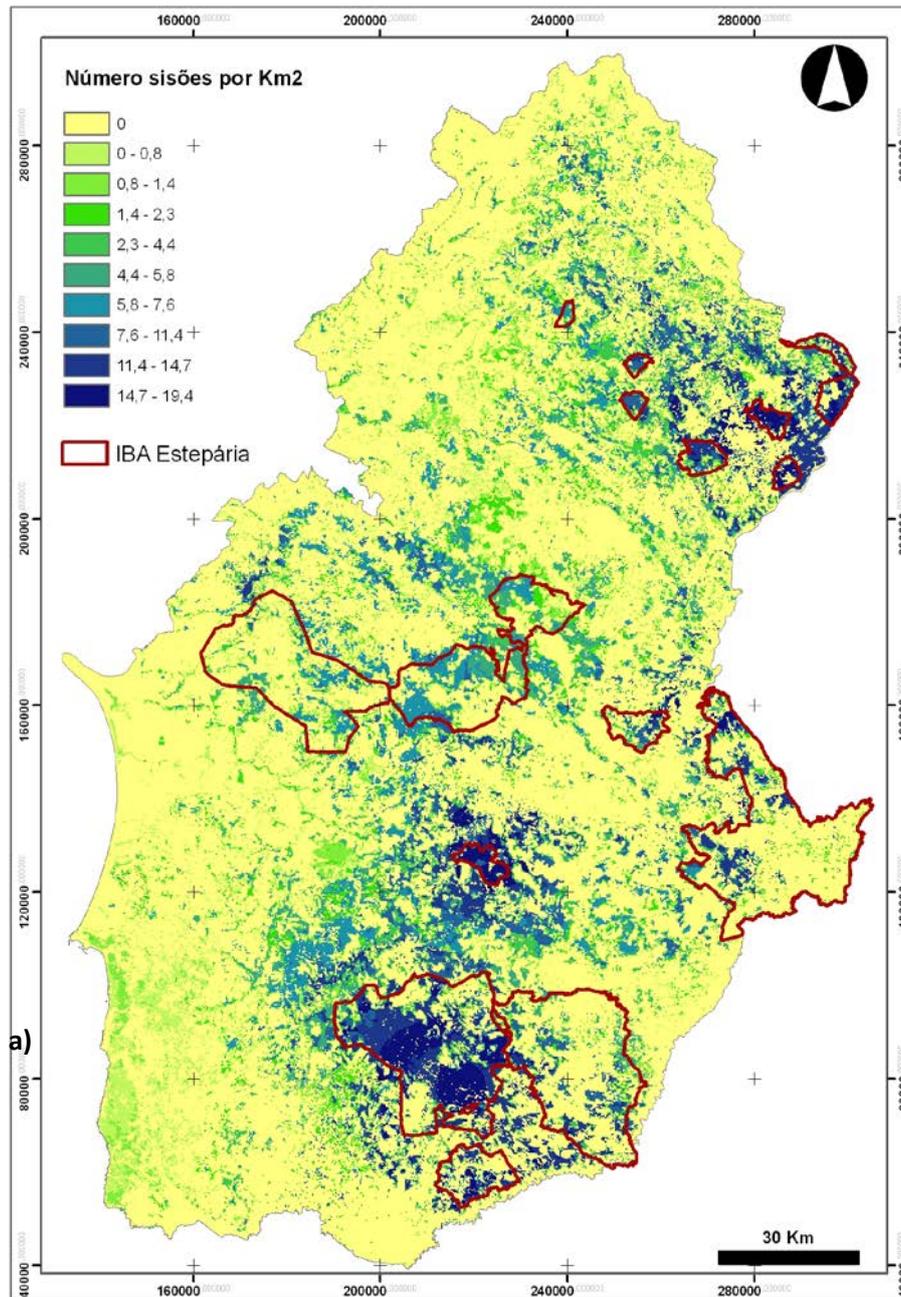


Figura 14 a - Abundância do sisão no Alentejo durante o período da reprodução. Os polígonos a vermelho representam *Important Bird Areas* (IBAs) com características estepárias. Figura representada a uma escala maior nos anexos

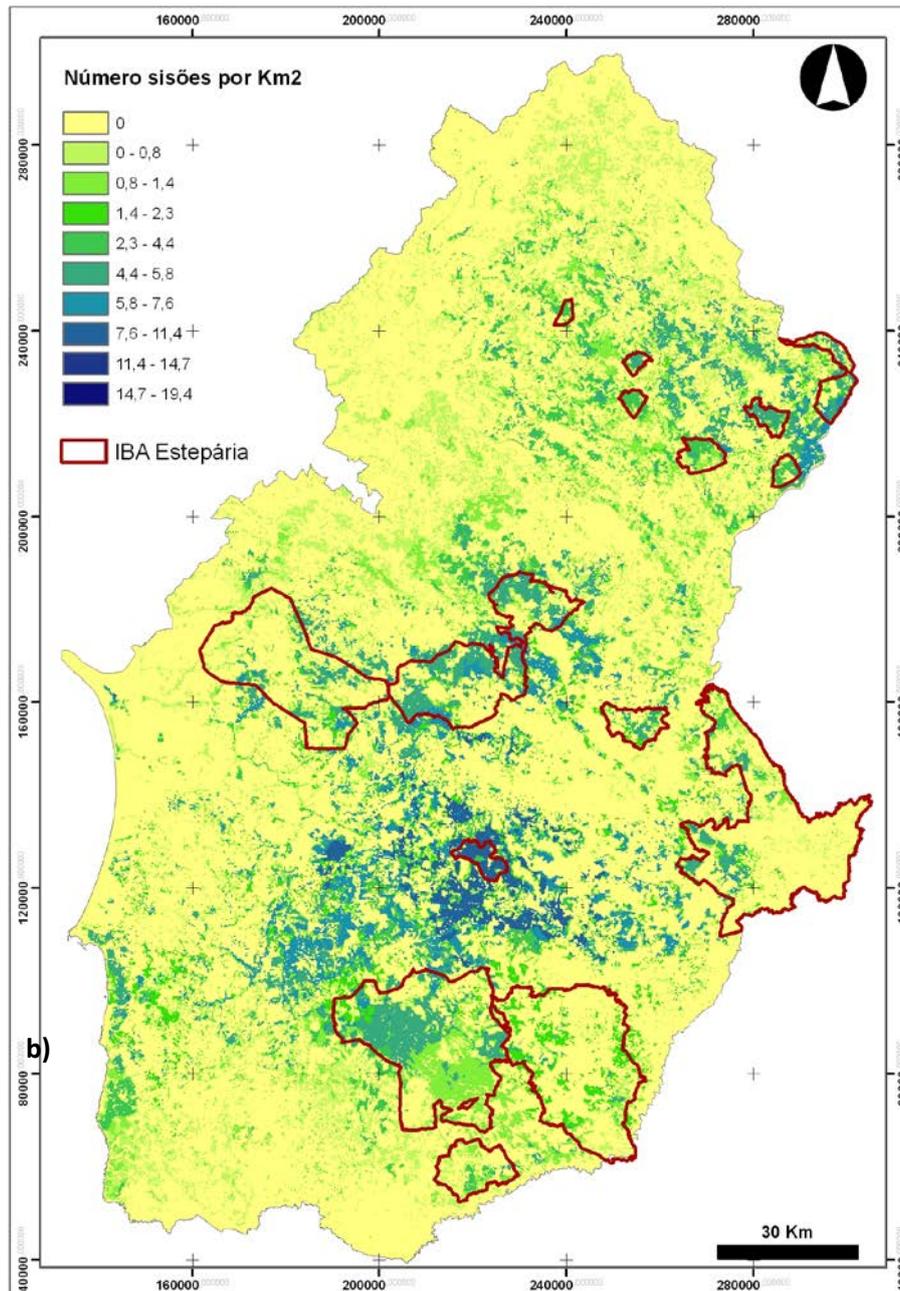


Figura 14 b - Abundância do sisão no Alentejo durante o período da pós-reprodução. Os polígonos a vermelho representam *Important Bird Areas* (IBAs) com características estepárias. Figura representada a uma escala maior nos anexos

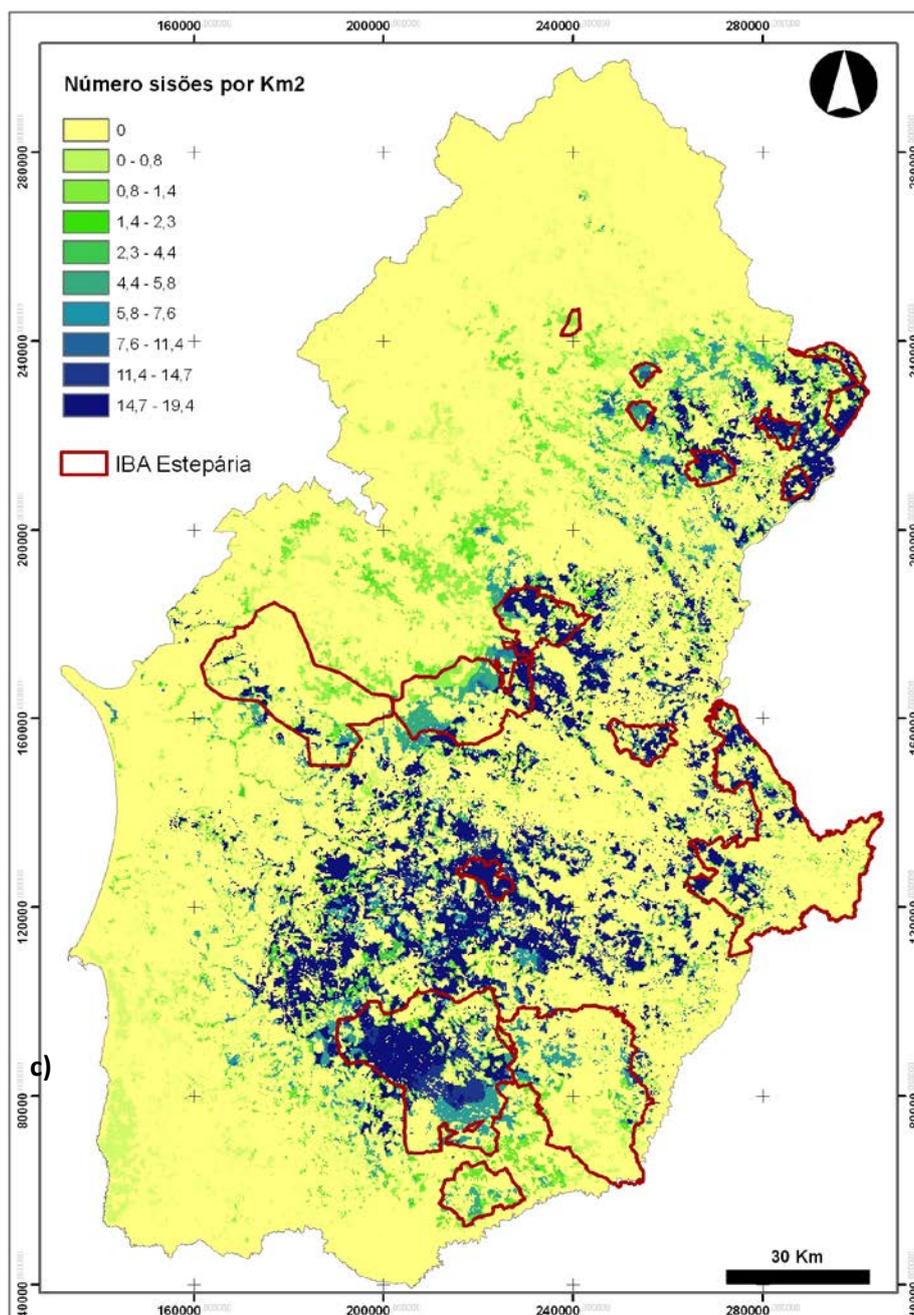


Figura 14 c - Abundância do sisão no Alentejo durante o período da invernada. Os polígonos a vermelho representam *Important Bird Areas* (IBAs) com características estepárias. Figura representada a uma escala maior nos anexos.

4.4. Altura dos voos por época

O número de observações focais realizadas para estimar as alturas de voo foi de 111 no período reprodutor, 42 no pós-reprodutor e por 37 no de invernada (n= 37). Estas

diferenças resultam principalmente da dificuldade de deteção dos sisões fora do período reprodutor.

Durante o período reprodutor a larga maioria dos voos (mais de 90%) foram registados a baixa altitude (Figura 15). Apenas 7% dos voos foram realizados na altura de potencial colisão com linhas aéreas de distribuição (entre os 15 e 30 m de altura). Quase não se observaram voos a mais de 30 m de altura.

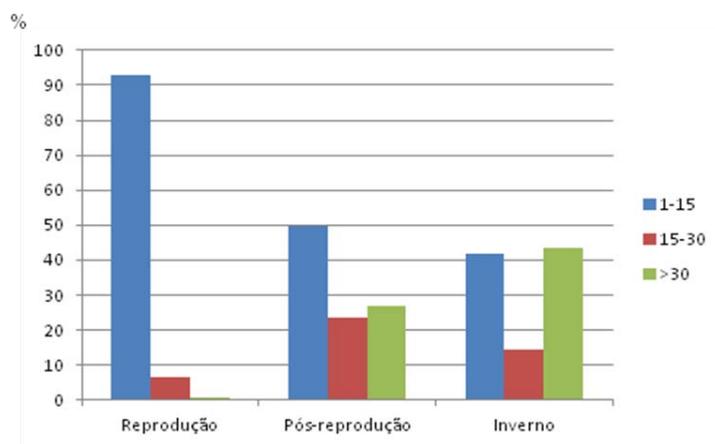


Figura 15 - Frequência dos voos registados nas observações focais a diferentes alturas (metros).

No período pós-reprodutor a proporção de voos a baixa altitude baixou para aproximadamente metade das observações (Figura 15). Foi o período do ano em que se registou uma maior frequência de voos em altitude de risco de colisão, correspondendo a 23% dos casos. A proporção de voos em altura superior à das infraestruturas da EDP Distribuição foi de 27%.

O Inverno foi o período do ano em que se registou uma menor frequência de voos baixos, com aproximadamente 42% dos registos. Em altura de colisão registaram-se 14% dos casos e em altura superior à dos condutores ou cabo de terra cerca de 44% dos voos registados.

4.5. Movimentos migratórios

Os movimentos migratórios registados no corrente projeto distinguem-se dos movimentos diários com base em duas características principais: a maior amplitude dos movimentos e a hora do dia (têm lugar quase sempre durante a noite). Apenas um dos

27 indivíduos estudados apresentou um comportamento sedentário, não tendo efetuado qualquer movimentos migratório.

No total foram registados 383 movimentos migratórios acumulando uma distância de 4.139 km (Figura 16).

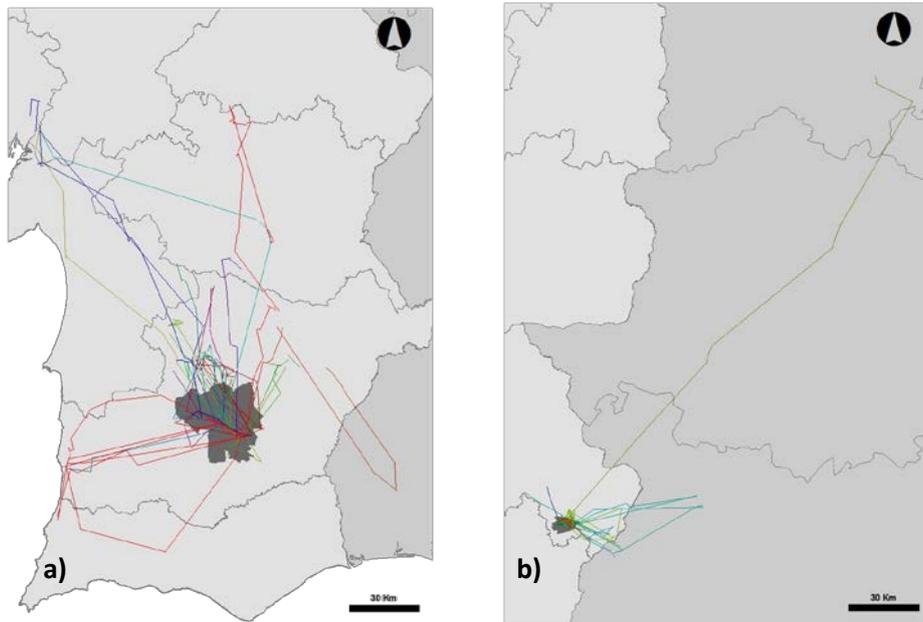


Figura 16 - Movimentos migratórios registados pelos sisões a partir dos locais de onde foram capturados durante o período reprodutor. a) movimentos migratórios registados a partir de indivíduos marcados em Castro Verde e b) a partir de indivíduos marcados em Vila Fernando. Figura representada a uma escala maior nos anexos.

4.6. Cartografia de risco de colisão durante os movimentos diários

Como descrito acima o risco de colisão durante os movimentos diários (não migratórios) expresso na cartografia aumenta com a densidade de sisões, a distância percorrida diariamente em voo e a proporção de voos a altura de colisão (entre os 15 e 30 m de altura do solo).

Verifica-se que durante o período reprodutor o risco de colisão tende a ser comparativamente baixo em toda a sua distribuição, apesar de ser nesta altura do ano que se registam as densidades populacionais maiores (Figura 17). Esta situação deve-

se ao facto de durante esta época os sisões voarem menos e em geral abaixo da altura de colisão potencial.

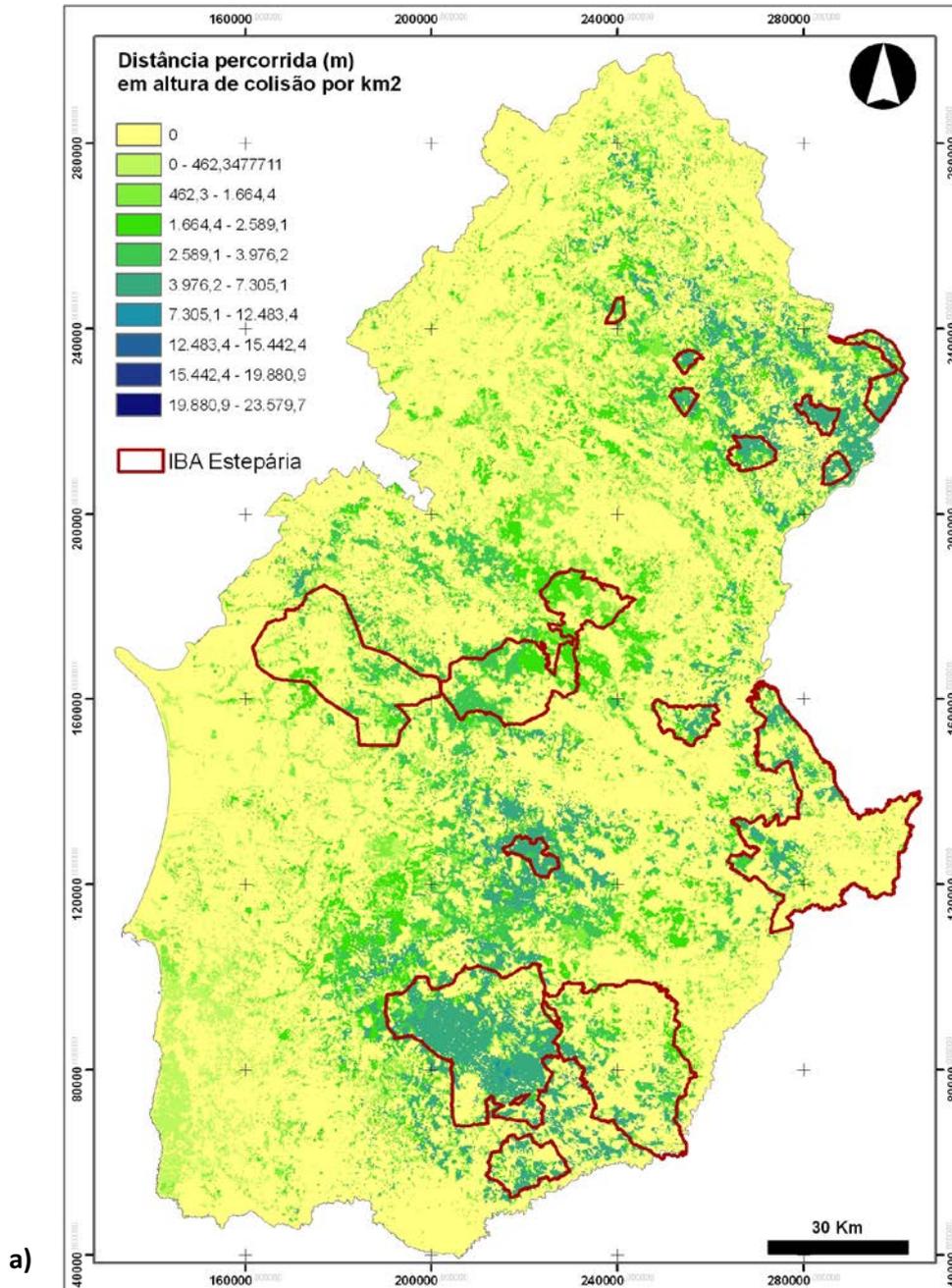


Figura 17 a – Cartografia de risco de colisão respeitante ao período de reprodução. Os polígonos circunscritos a vermelho representam as IBAs com características estepárias. Figura representada a uma escala maior nos anexos.

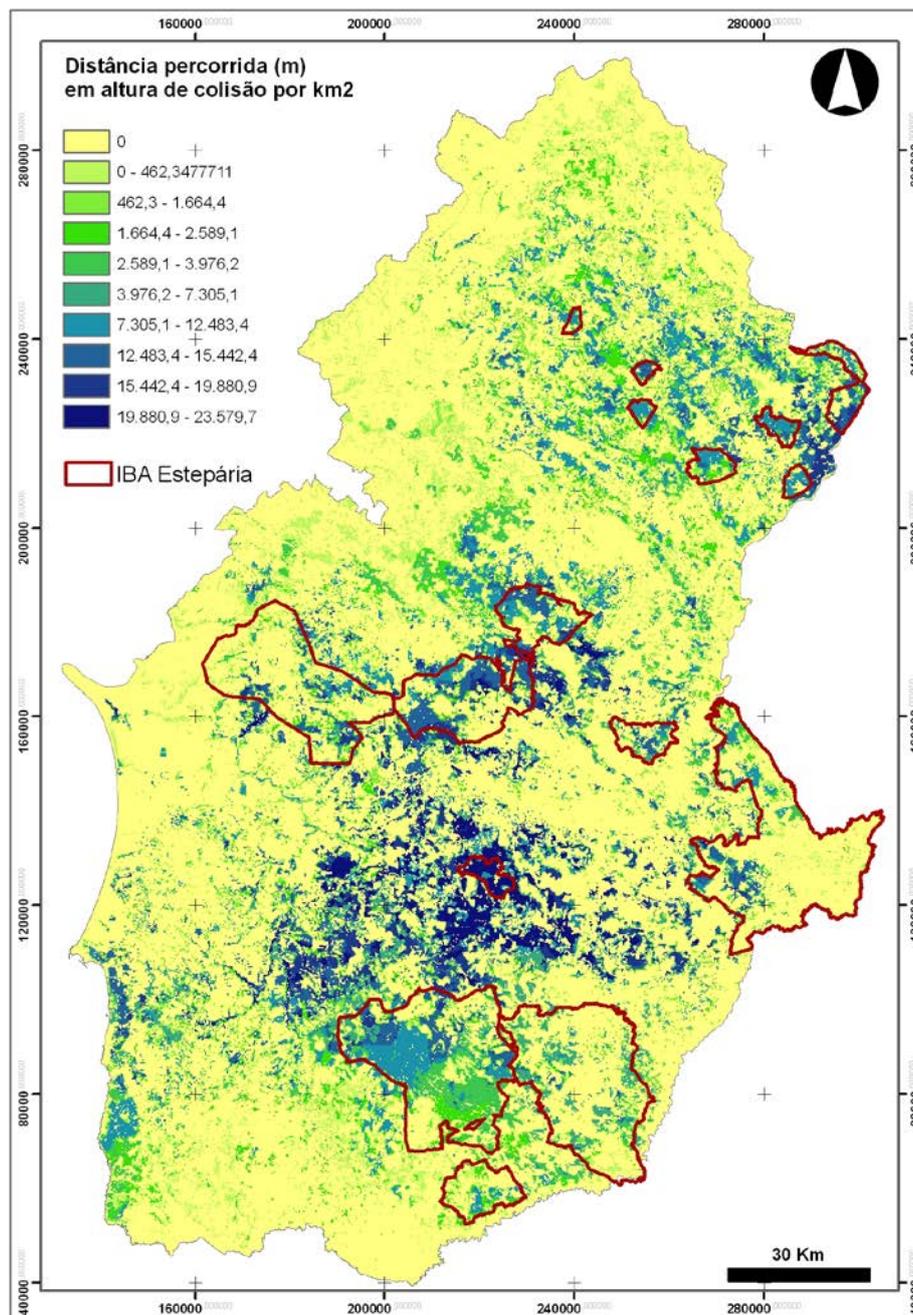


Figura 17 b – Cartografia de risco de colisão respeitante ao período de pós-reprodução. Os polígonos circunscritos a vermelho representam as IBA com características estepárias. Figura representada a uma escala maior nos anexos.

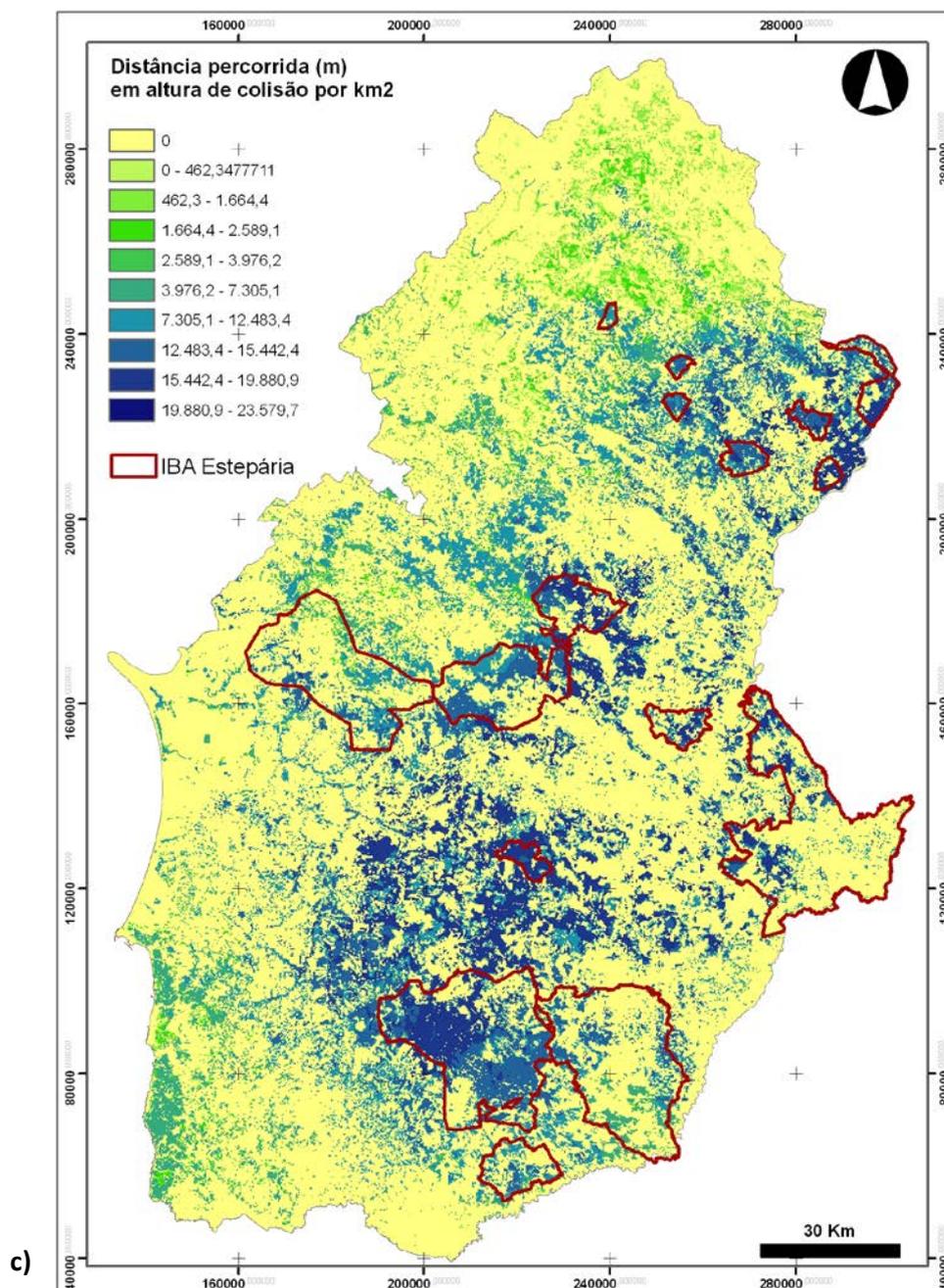


Figura 17 c - Cartografia de risco de colisão respeitante ao período de inverno. Os polígonos circunscritos a vermelho representam as IBAs com características estepárias. Figura representada a uma escala maior nos anexos.

Os valores de maior risco de colisão foram registados durante o período pós-reprodutor, coincidindo com áreas maioritariamente fora das IBAs estepárias. Durante esta época os sisões voam muito mais que na reprodução e mais frequentemente a alturas de maior risco de colisão.

O inverno apresenta valores de risco próximos dos registados na fase de pós-reprodução. No entanto, as áreas de maior risco são nesta época mais coincidentes com as IBAs estepárias.

O risco médio anual, resultante da média dos valores das cartografias atrás descritas, pode ser consultado na Figura 18.

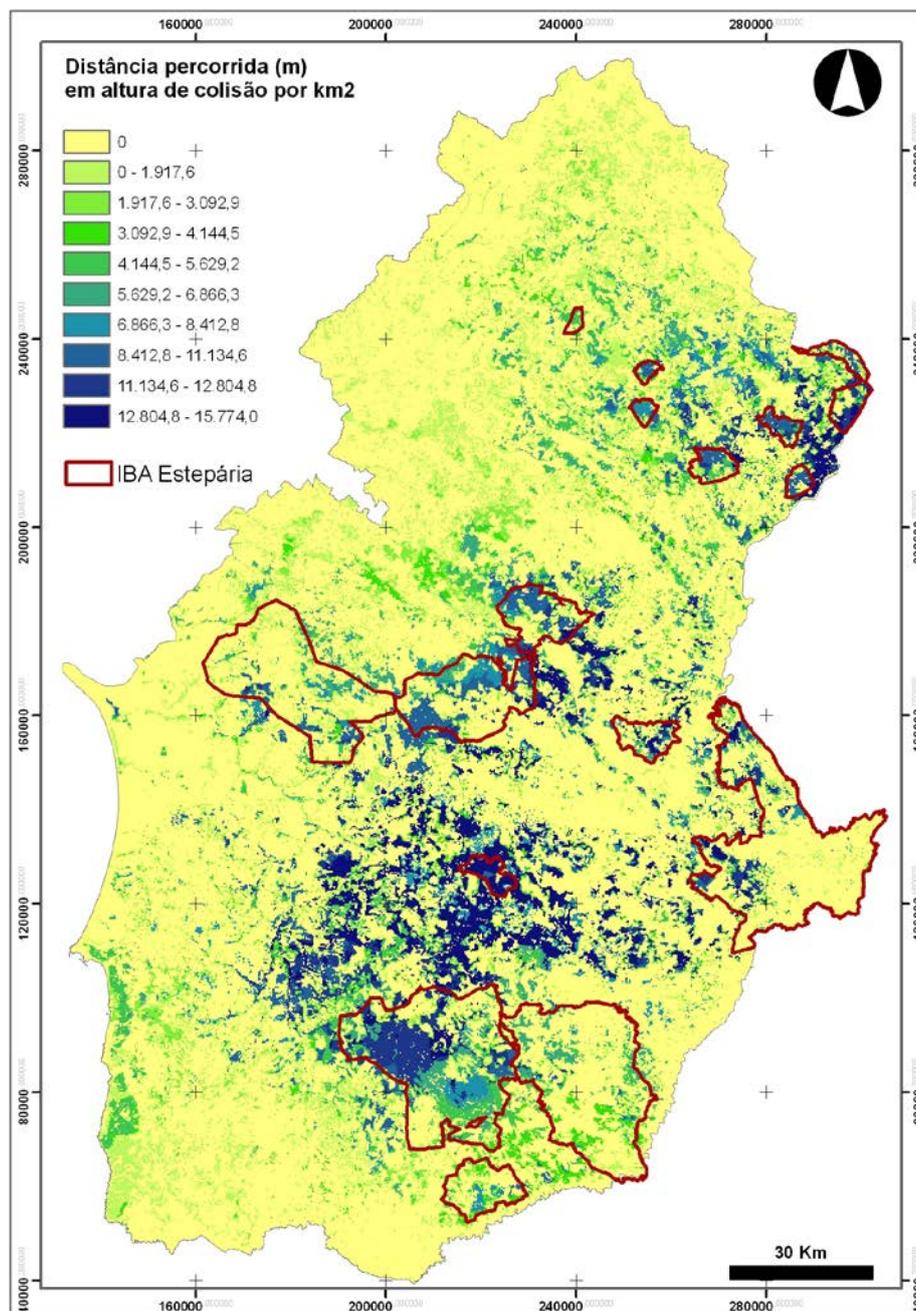


Figura 18 - Cartografia do risco médio anual de colisão. A escala de risco apresentada nesta figura é diferente da usada nas Figuras 17. Os polígonos a vermelho representam as IBAs com características estepárias. Figura representada a uma escala maior nos anexos.

4.6.1. Validação do modelo

Recorreu-se à realização de duas análises para validar a cartografia obtida: validação espacial e temporal. Para realizar a validação espacial testámos se existe concordância

entre os registos de colisões no passado e as áreas de maior risco identificadas pelos modelos. Para a validação temporal testamos se os registos de mortalidade seguem um padrão sazonal semelhante aos previstos pelos modelos.

Foram considerados para fins de validação espacial da cartografia de risco médio anual de colisão os 325 transetos realizados no Alentejo no âmbito dos Protocolos Avifauna I e II (Figura 19).

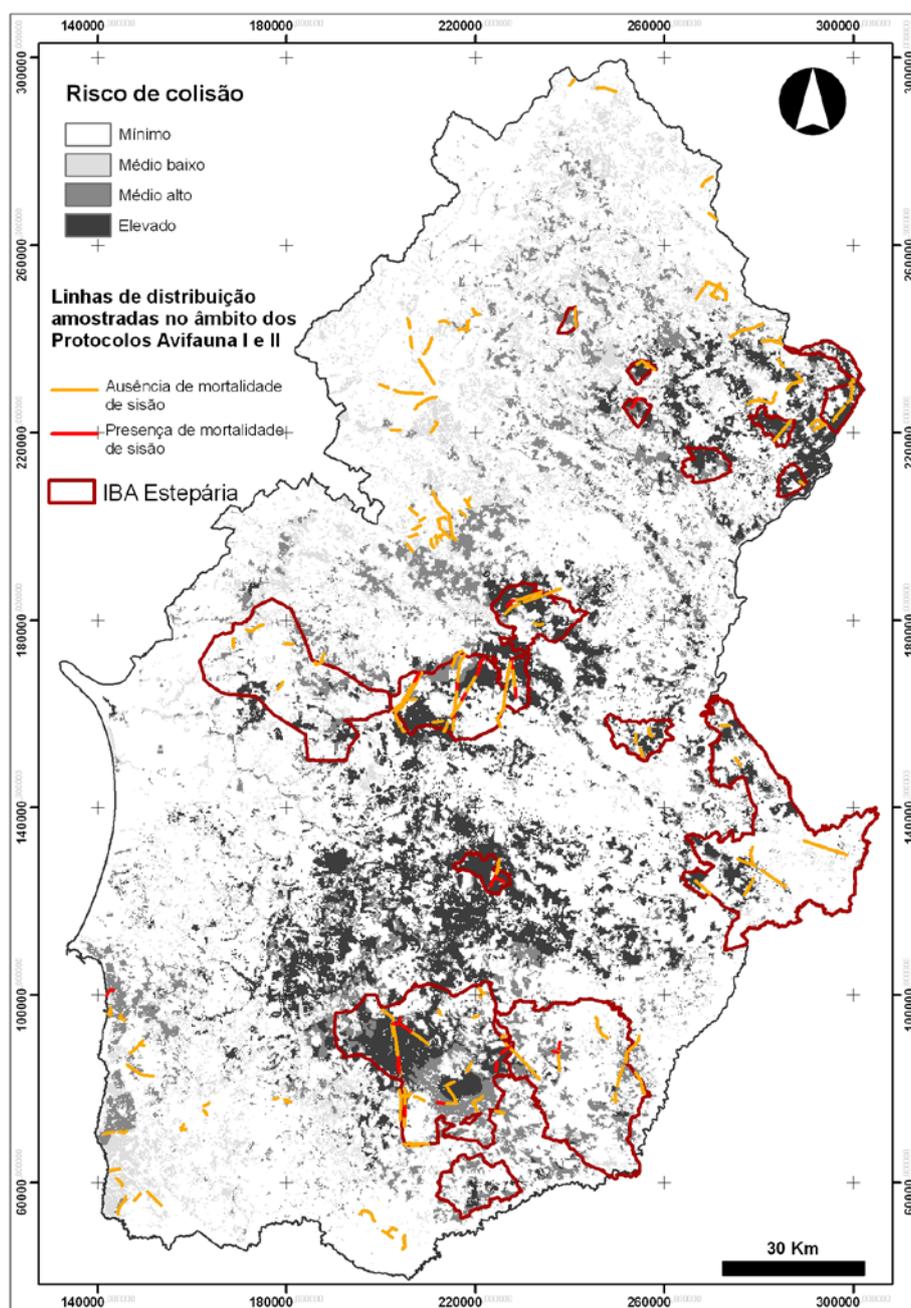


Figura 19 - Distribuição dos transetos realizados ao longo de linhas aéreas de distribuição de energia no âmbito dos Protocolos Avifauna I e II, nas diferentes classes de perigosidade derivadas da cartografia de risco médio de colisão anual. Figura representada a uma escala maior nos anexos.

O modelo de Regressão Logística utilizado na validação apresentou um bom ajustamento aos dados, ao ter classificado corretamente 93,2% dos troços prospetados relativamente à probabilidade de registar mortalidade por colisão, apresentando um ROC de 81,9%. As duas variáveis consideradas para esta análise que entraram no modelo final estão representadas na Tabela 2.

Tabela 2 - Coeficientes e significância das variáveis que entraram no modelo de regressão logística.

	B (coeficiente)	df	Sig.
Comprimento do troço prospetado	0,001	1	0,006
Perigosidade média do troço prospetado	1,029	1	0,000
Constante	-7,788	1	0,000

Constata-se assim um bom ajustamento dos dados reais da ocorrência de episódios de mortalidade causada pelas linhas aéreas de distribuição com os que foram estimados na cartografia de risco, evidenciando um bom poder preditivo do modelo construído.

Os valores de mortalidade por época registados durante os protocolos Avifauna I e II (n= 26) demonstram que a mortalidade varia ao longo do ano de forma estatisticamente significativa. Essa variação é semelhante à prevista pelos modelos de risco, sendo de destacar o facto de não se ter observado mortalidade durante o período reprodutor. Isto é consistente com o resultado da modelação que indica para este período do ano um nível reduzido de risco de colisão em todo o Alentejo (Figura 20). O resultado do teste qui-quadrado foi estatisticamente significativo ($\chi^2= 9,269$; $p< 0,01$).

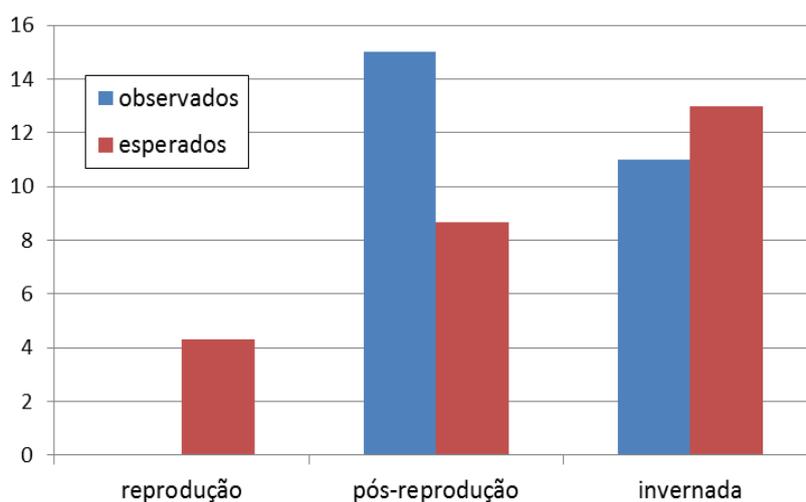


Figura 20 - Distribuição das frequências dos valores de mortalidade esperados e observados por época.

4.6.2. Perigosidade de linhas de distribuição existentes

Sobrepondo a cartografia de risco de colisão (calculada com base no risco médio anual dos movimentos diários), com a rede de linhas aéreas de distribuição, são identificadas as linhas que representam maior perigosidade para este tipo de movimentos (Figura 21).

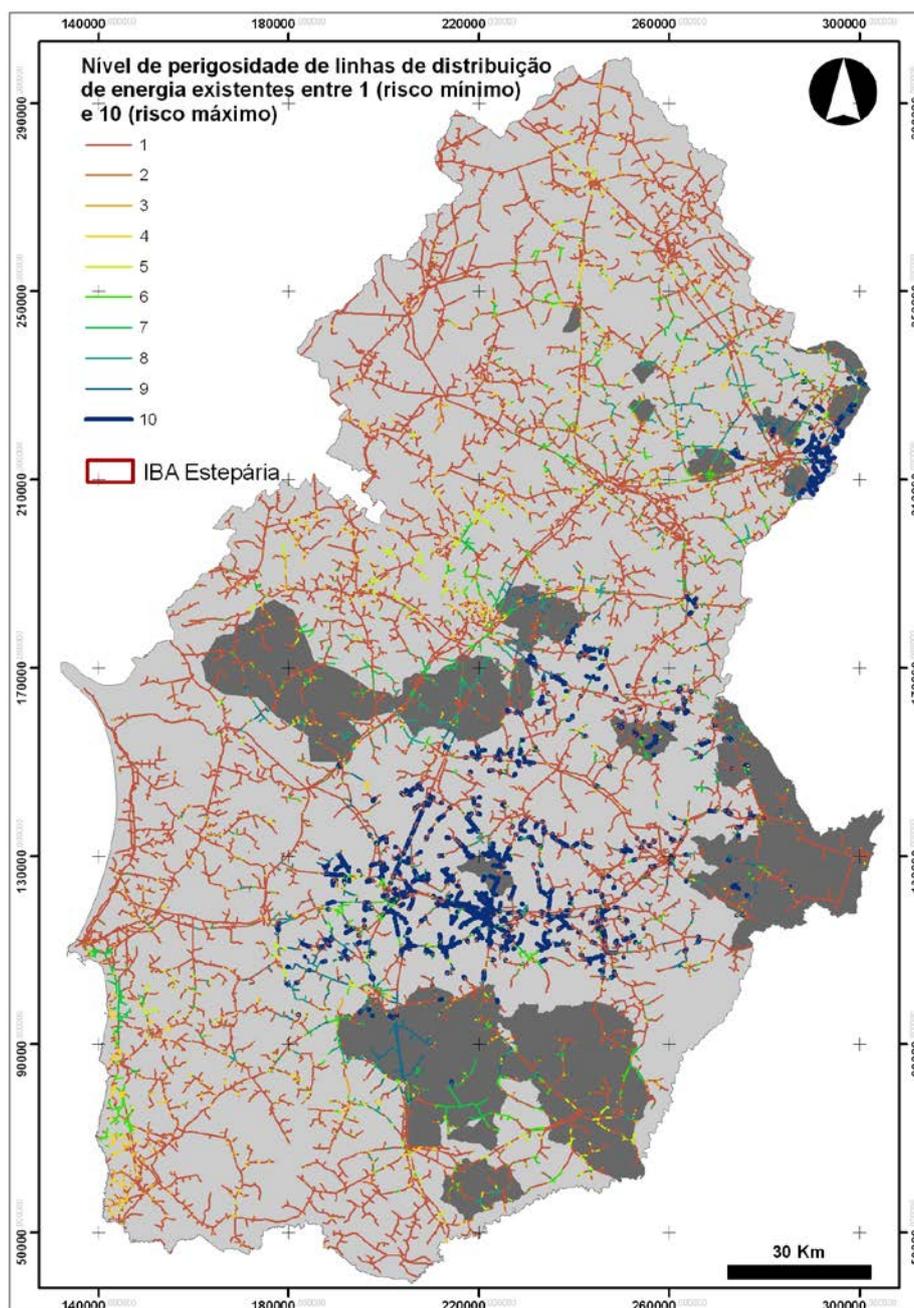


Figura 21 - Linhas aéreas de distribuição de energia com diferentes níveis de perigosidade, com base nos dados dos movimentos diários de sisão. As áreas a sombreado representam as IBAs com características estepárias. Figura representada a uma escala maior nos anexos.

4.7. Cartografia de risco de colisão durante os movimentos migratórios

A análise da densidade dos movimentos migratórios registados numa grelha com 2,5 x 2,5 Km², resultou na cartografia de risco deste tipo de movimentos (Figura 22, 23 e 24). De notar que esta análise apenas é representativa dos movimentos dos indivíduos que se reproduziram nas áreas de Castro Verde e Vila Fernando. Contudo, salienta-se uma vez mais que a ZPE de Castro Verde concentra cerca de 20% da população reprodutora nacional de sisão e que Vila Fernando também constitui um dos núcleos reprodutores mais importantes do país.

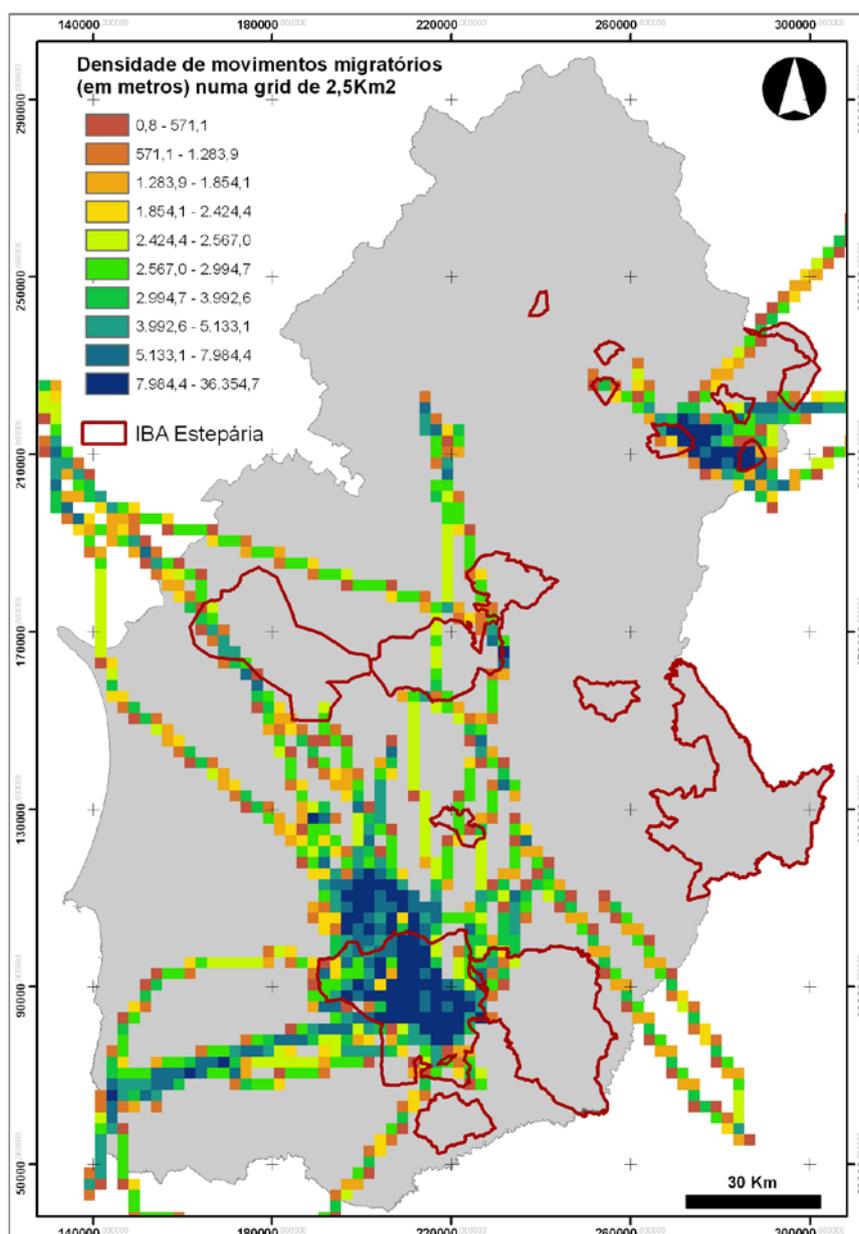


Figura 22 - Densidade dos movimentos migratórios (em metros) registados a partir de indivíduos marcados durante o período reprodutor em Castro Verde e Vila Fernando. Figura representada a uma escala maior nos anexos.

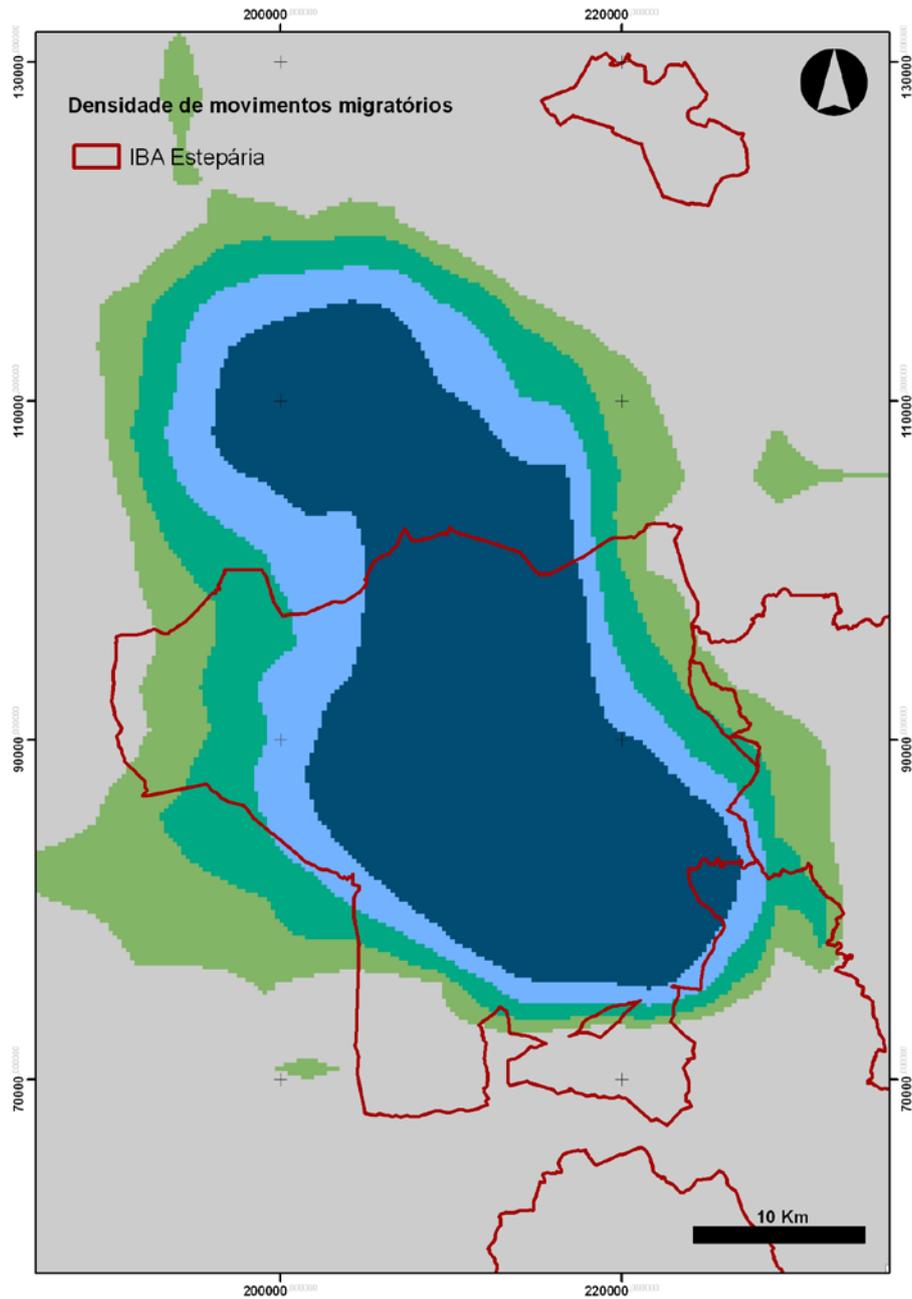


Figura 23 - Concentração dos movimentos migratórios de indivíduos marcados em Castro Verde depois de suavizadas as classes de concentração de movimentos da Figura 22 (com base na média dos pixéis vizinhos). O azul escuro representa a classe com maior densidade de movimentos, seguido do azul claro, do verde escuro e por últimos do verde claro.

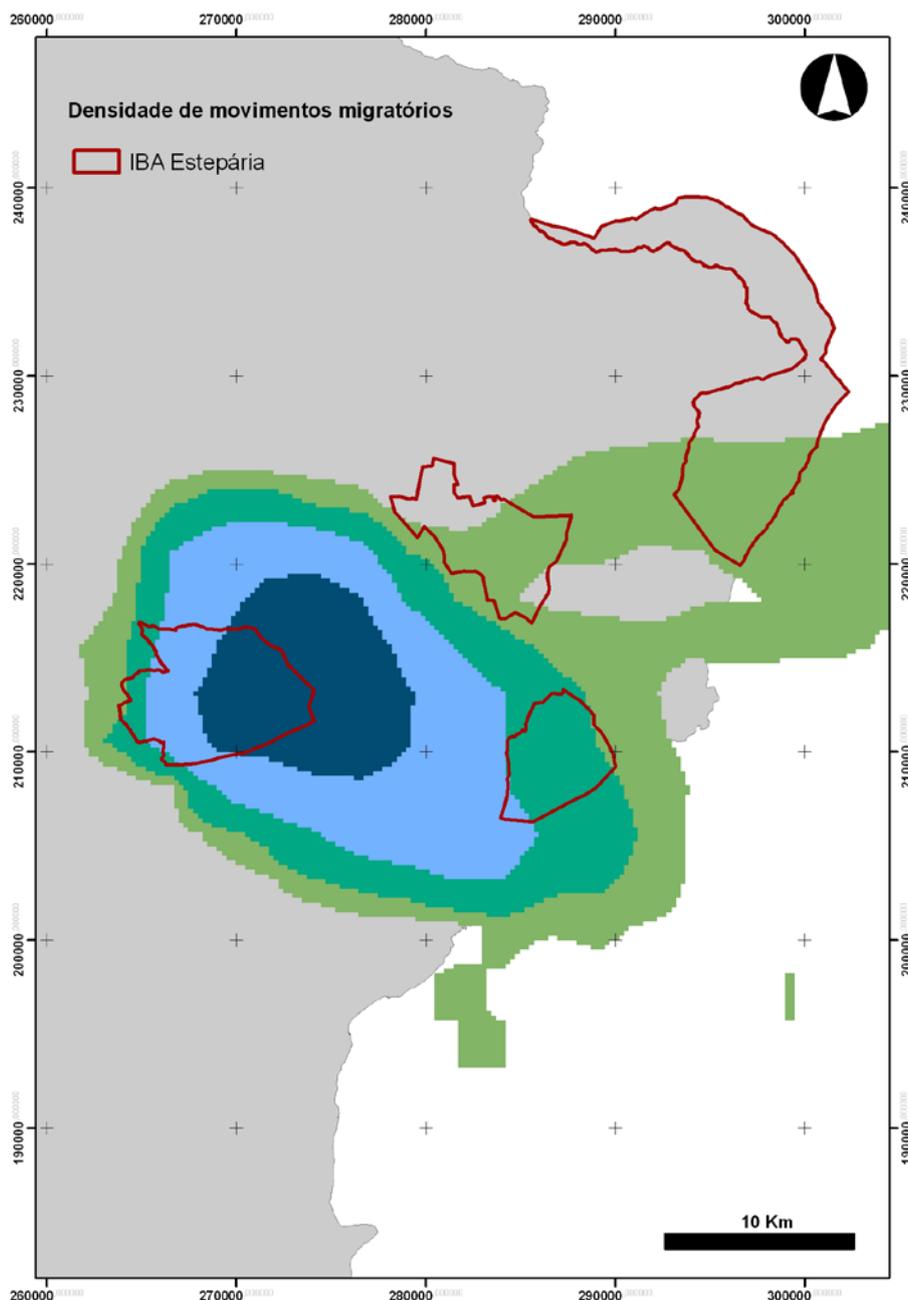


Figura 24 - Concentração dos movimentos migratórios de indivíduos marcados em Vila Fernando depois de suavizadas as classes de concentração de movimentos da Figura 22 (com base na média dos pixéis vizinhos). O azul escuro representa a classe com maior densidade de movimentos, seguido do azul claro, do verde escuro e por últimos do verde claro.

Constata-se que os indivíduos marcados em Castro Verde tendem a realizar movimentos migratórios mais expressivos que os de Vila Fernando. Tanto em Castro Verde como em Vila Fernando estes movimentos tendem a concentrar-se nas IBAs e em determinados sectores relativamente próximos destas áreas de reprodução. Isto é consequência do facto das deslocações de poucas dezenas de quilómetros serem

bastante mais frequentes que as mais longas (Figura 25). É expectável que se verifique também uma grande concentração de movimentos migratórios na vizinhança das restantes áreas importantes para a reprodução do sisão (a maioria classificada como IBA ou ZPE). Essas áreas deverão também ter um elevado risco de colisão com linhas aéreas de distribuição de energia.

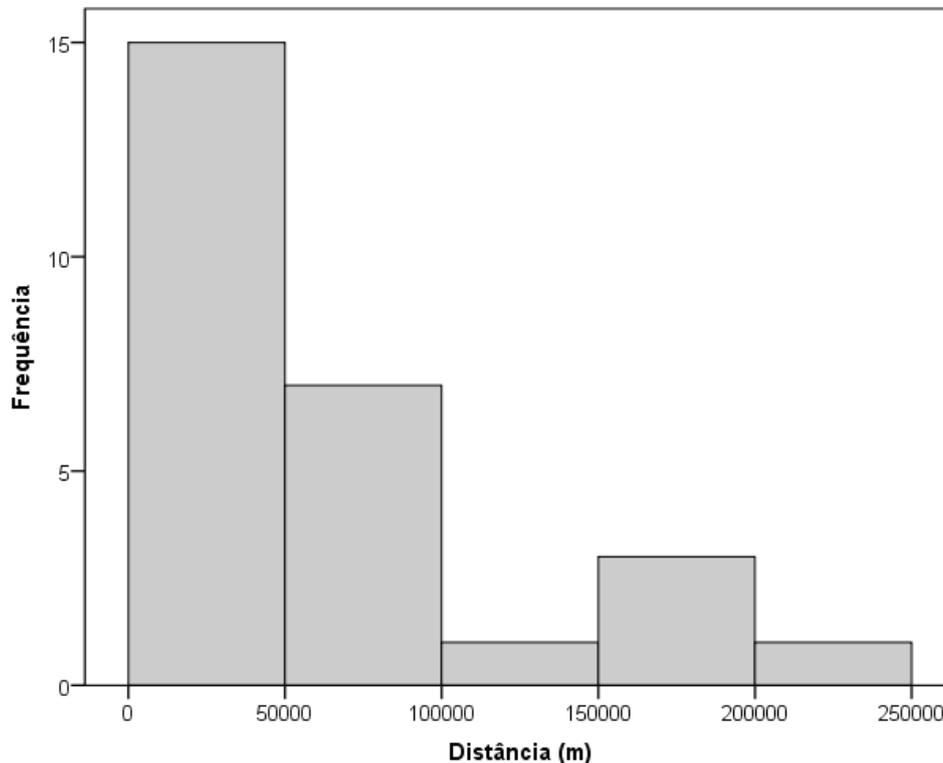


Figura 25 – Histograma referente à frequência das distâncias máximas obtidas aos locais onde os sisões se reproduziram.

4.7.1. Relação entre a variação espacial e temporal da abundância e os movimentos migratórios

Sobrepondo os movimentos registados aos mapas que refletem a variação das densidades entre as diferentes épocas do ano, nota-se uma tendência de sobreposição de áreas com ganhos com movimentos de “chegada” e áreas com perdas com os principais movimentos de “saída” (Figura 26).

Foram consideradas para análise as fases de transição entre o período reprodutor e pós-reprodutor e a fase entre o inverno e o período reprodutor.

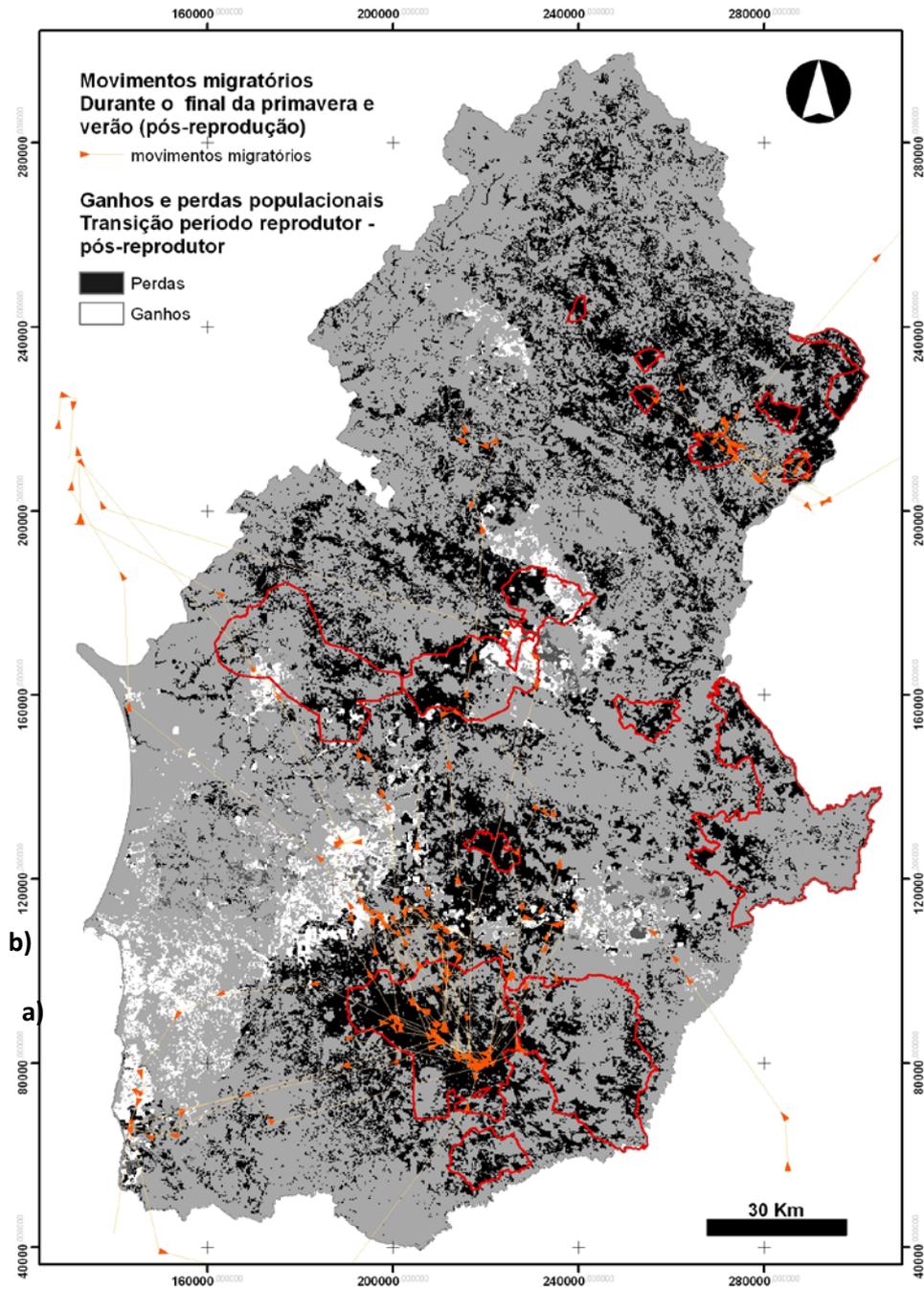


Figura 26 a - Sobreposição dos movimentos migratórios com os ganhos e perdas populacionais resultantes da variação das densidades entre as épocas do período reprodutor e pós-reprodutor. Figura representada a uma escala maior nos anexos.

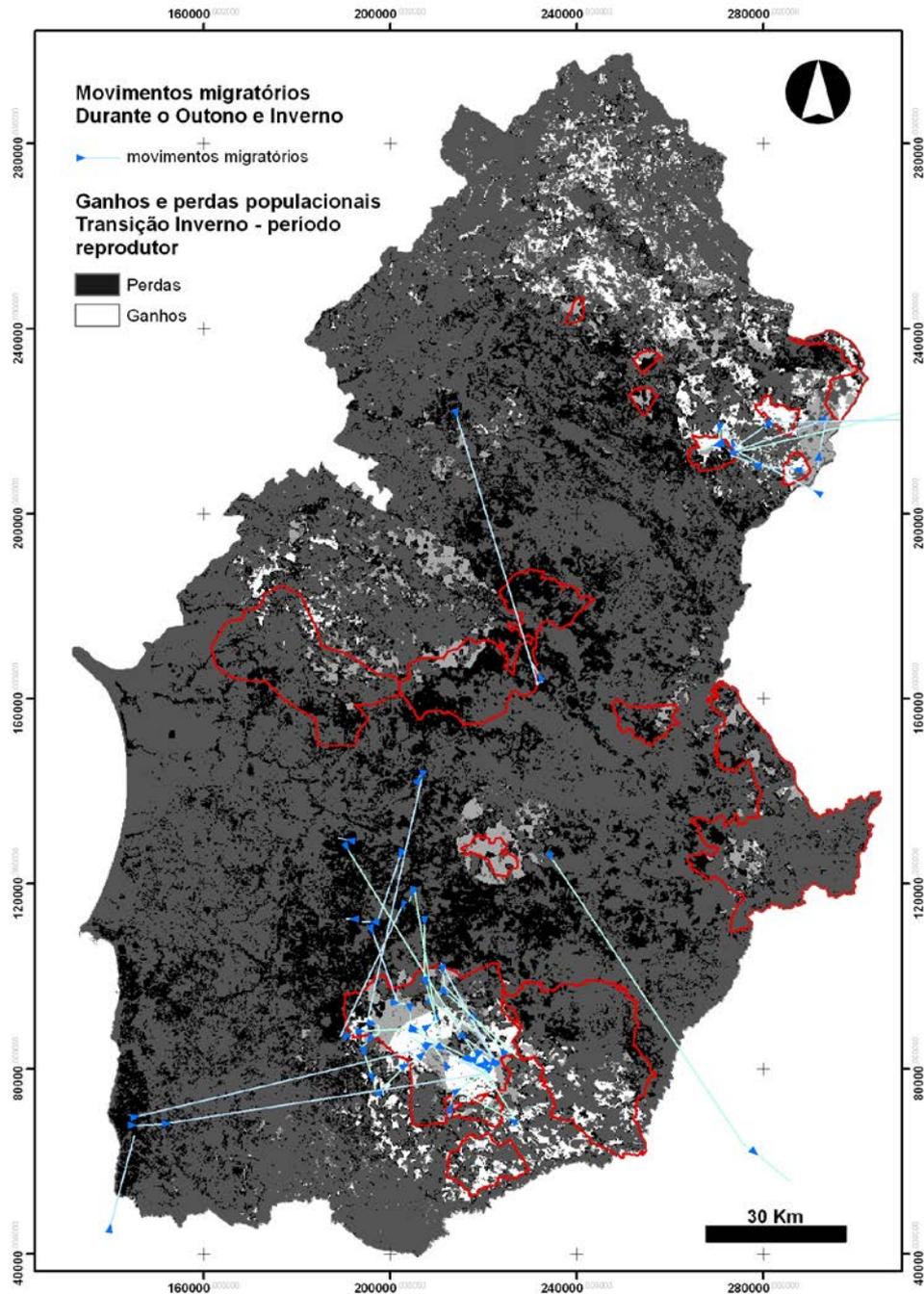


Figura 26 b - Sobreposição dos movimentos migratórios com os ganhos e perdas populacionais resultantes da variação das densidades entre as épocas do inverno e período reprodutor. Figura representada a uma escala maior nos anexos.

A coerência que se verifica entre movimentos migratórios e variação populacional entre épocas é indicador de que os movimentos registados serão comuns com uma parte da população. Salienta-se, contudo, que áreas com ganhos populacionais podem-se dever a movimentos de outras populações distintas das de Castro Verde ou de Vila Fernando.

4.7.2. Perigosidade das linhas de distribuição existentes

Ao sobrepor a densidade de movimentos migratórios (obtidos a partir das populações reprodutoras de Castro Verde e Vila Fernando) com a rede de linhas aéreas de distribuição de energia, são identificadas as linhas de distribuição que representam maior perigosidade em termos de colisão durante este tipo de movimentos (Figura 27). Uma vez mais é de notar que este mapa apenas representa o risco para as duas populações estudadas.

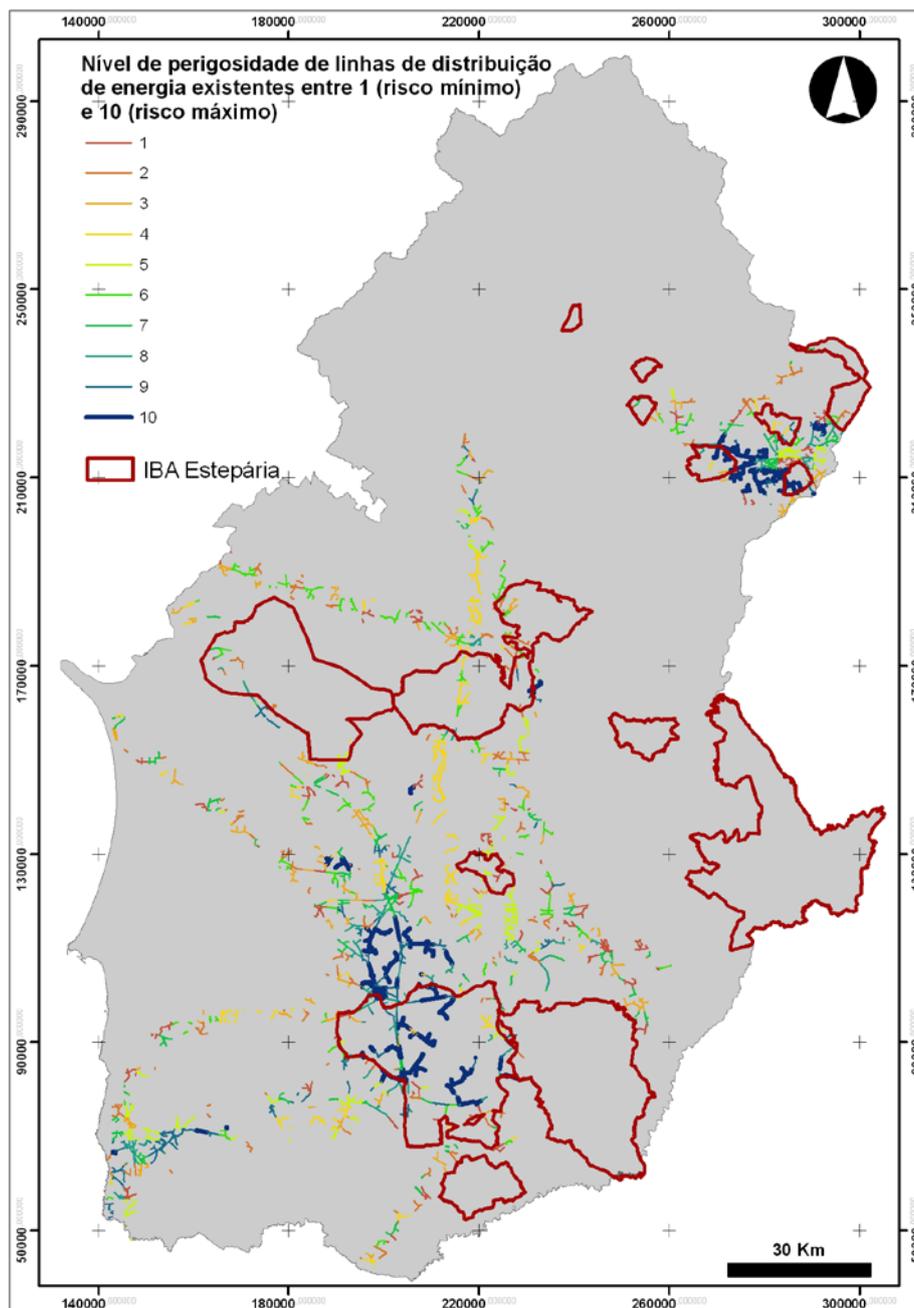


Figura 27 - Sobreposição da densidade de movimentos migratórios com a rede aérea de distribuição de energia. A vermelho estão assinalados os limites das ZPEs estepárias. As restantes cores representam as linhas aéreas de distribuição de energia com diferentes níveis de perigosidade. Figura representada a uma escala maior nos anexos.

4.8. Disseminação dos resultados do projeto

A LPN com o apoio dos parceiros do projeto, organizou no dia 11 de Novembro de 2011 o Seminário “*Avaliação do risco de colisão de aves com linhas aéreas de distribuição de energia: o caso do Sisão*”. O encontro decorreu no auditório do edifício sede da EDP, em Lisboa, e contou com a presença de cerca de 80 participantes, entre especialistas, técnicos, estudantes, funcionários e responsáveis técnicos de empresas de transporte e distribuição de energia elétrica (ver atas do encontro no Anexo IV).

Durante a manhã, um especialista convidado de renome internacional dissertou sobre as mais recentes conclusões de estudos sobre a ecologia sensorial das aves, apresentando as principais razões que podem justificar a colisão destas com linhas elétricas.

Ainda durante a primeira parte do dia, esteve em destaque o projeto que foi tema central e mote do Seminário: “*Movimentos locais e regionais do sisão (*Tetrax tetrax*): aplicação ao desenvolvimento de uma carta de risco de colisão com linhas aéreas de distribuição de energia*”, financiado pelo Fundo EDP para a Biodiversidade (2009-2011) e cujos parceiros foram o Centro de Ecologia Aplicada “Prof. Baeta Neves” do Instituto Superior de Agronomia (Universidade Técnica de Lisboa), o Centro de Biologia Ambiental da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa e a Liga para a Proteção da Natureza.

Durante a tarde foram apresentados alguns dos trabalhos desenvolvidos por Organizações Não Governamentais de Ambiente, por um Técnico do sector privado e pelo Instituto de Conservação da Natureza e Biodiversidade, no âmbito da temática do Seminário. Foi ainda dado a conhecer o trabalho levado a cabo pelas empresas de transporte e distribuição de energia em Portugal para prevenir e minimizar o risco de colisão de aves com linhas áreas de distribuição de energia.

5. Considerações finais

5.1. Utilidade da cartografia elaborada

De um ponto de vista aplicado, a cartografia elaborada poderá constituir um valioso instrumento para o planeamento de novas linhas aéreas de distribuição de energia no Alentejo, visando a minimização dos impactos destas infra-estruturas no sisão. Poderá igualmente servir para identificar as linhas que deverão ser prioritárias no que refere ao esforço de correção para a minimização do impacto das linhas existentes sobre a avifauna. Esta cartografia será particularmente útil no desenho de novas linhas de distribuição estruturantes, com traçados relativamente extensos, que permita o estudo de traçados alternativos.

Para fins de avaliação do risco de colisão de novas linhas ou de linhas existentes deve-se ter em atenção as duas cartografias (calculadas a partir da média anual dos movimentos diários e da densidade dos movimentos migratórios) por se complementarem. Apesar da cartografia dos movimentos migratórios aplicar-se fundamentalmente às populações reprodutoras de Castro Verde e Vila Fernando, é expectável que o risco de colisão com base neste tipo de movimentos tenda a coincidir com áreas importantes para a reprodução da espécie e em setores na envolvência destas.

De notar que as linhas de distribuição de energia identificadas como sendo as de maior perigosidade para o sisão com base nos movimentos diários estão principalmente concentradas fora de áreas classificadas como ZPEs ou IBAs. Este resultado poderá estar principalmente associado com o facto de a grande parte destas áreas estarem classificadas como IBAs ou ZPEs pela sua importância para a reprodução da espécie e portanto coincidindo com áreas que este estudo demonstrou não terem um risco de colisão muito elevado para os movimentos diários. Os estudos de mortalidade associadas às linhas de distribuição no âmbito dos protocolos Avifauna I e II, dirigiram a grande maioria do esforço de amostragem para as áreas classificadas (ZPEs e Áreas Protegidas), pelo que as zonas identificadas como sendo de maior perigosidade neste estudo para este tipo de movimentos nunca foram amostradas.

Por outro lado, os movimentos migratórios tendem a estar mais concentrados nas áreas prioritárias para a conservação do sisão (IBAs e ZPEs) e em seu torno, pelo que a instalação de novas linhas aéreas nestes locais reveste-se de alguma sensibilidade dado que correspondem a áreas com maior risco de colisão.

5.2. Cuidados a ter na utilização da cartografia

No início do estudo desconhecia-se a natureza dos voos migratórios do sisão e consequentemente não foi possível caracteriza-los de forma tão detalhada como os movimentos diários. Assim, os voos migratórios estão pouco caracterizados, pelo que a cartografia de risco de colisão dos movimentos migratórios elaborada poderá eventualmente ser entendida como representando um cenário de risco máximo de colisão, podendo não corresponder a um nível de risco tão elevado. De facto se os movimentos migratórios se realizarem a uma grande altitude o risco poderá ser reduzido, contudo o cruzamento de linhas a altura de colisão com linhas aéreas em horas de reduzida visibilidade deverá representar uma perigosidade superior à dos movimentos diários que se realizam predominantemente durante o dia.

O uso da cartografia resultante dos modelos de risco requer cuidados na sua aplicação na medida em que a informação de base que serviu para a sua elaboração é dinâmica. É o caso, por exemplo, da cartografia de uso do solo, o CORINE *LandCover* que apesar de ser relativamente recente (data de 2006) pode já ter algumas imprecisões, que tenderão a agravar-se com o passar do tempo. As mais importantes para o sisão são as conversões de áreas agrícolas de sequeiro em diferentes usos, nomeadamente:

- áreas de regadio, destacando-se para a região do Alentejo, os blocos de rega associados ao Empreendimento de Fins Múltiplos do Alqueva. Estes novos regadios podem eventualmente potenciar a ocorrência de bandos numerosos fora da época reprodutora, consoante o tipo de culturas agrícolas;
- culturas permanentes, nomeadamente vinha e olival, sendo evidente nestes últimos anos a progressiva conversão de milhares de hectares de sequeiro, mesmo em áreas consideradas importantes para a conservação de aves estepárias. Esta conversão resulta inicialmente em degradação do habitat e depois na sua perda total (Delgado & Moreira, 2010);
- eventuais florestações ou áreas que evoluíram para matos como consequência do abandono agrícola. Estas alterações resultam em perda ou degradação do habitat.

Também os resultados do censo do sisão que decorreu entre 2003 e 2006 se vão progressivamente desatualizando, sabendo-se a partir de censos recentes realizados nalgumas ZPEs que se registam variações populacionais. Consequentemente, esta cartografia deveria ser atualizada quando da realização de novo censo nacional.

Estes fatores influenciam o resultado final da cartografia de risco de colisão, pelo que apesar da utilidade desta cartografia na identificação de zonas de risco ela não dispensa as visitas de técnicos ao terreno.

5.3. Contributo dos dados recolhidos para outros trabalhos científicos

Este projeto contribuiu de forma muito substancial para o aumento do conhecimento científico sobre vários aspetos da biologia do sisão.

No que respeita ao comportamento migratório, destaca-se a confirmação de que a maioria da população faz movimento migratórios regulares à escala regional, apesar de haver alguma variação individual das estratégias de migração. A descoberta de que estes movimentos tendem a ocorrer predominantemente à noite, talvez para minimizar o stress térmico que aparentemente sofrem durante o Verão, é um resultado particularmente interessante. Também os movimentos diários parecem ser influenciados pela temperatura ambiental, registando-se menores movimentos durante as horas de maior calor. Este padrão aparentemente começa a fazer-se sentir a partir do Primavera, ainda durante o período reprodutor, estendendo-se até ao final do Verão. Estas conclusões são particularmente úteis para compreender o potencial efeito das alterações climáticas na sobrevivência do sisão e de outras aves estepárias, tema que pretendemos aprofundar no futuro.

Também o conhecimento sobre a reprodução do sisão progrediu substancialmente. Este estudo permitiu, por exemplo, conhecer em detalhe a forma como os machos reprodutores usam o espaço, utilizando diferentes estratégias reprodutoras que podem variar entre anos.

O potencial de informação científica dos dados recolhidos no âmbito do projeto, os melhores dados desta natureza hoje disponíveis, é grande e está ainda a ser explorado. A sua exploração preliminar sugere que vão permitir um substancial progresso em áreas do conhecimento úteis para a minimização dos impactos das linhas de distribuição e outras relevantes para a conservação desta espécie.

5.4. Indicadores de execução do projeto

O projeto foi executado conforme planejado tendo atingido os objetivos propostos.

Foram cumpridos e superados todos os indicadores de execução do projeto (Tabela 3).

Tabela 3 - Relação entre os indicadores de execução constantes no projeto e o que foi efetivamente executado.

#	Indicador	Executado
A	Mínimo de 10 sistemas rádio-marcados e máximo de 18 até ao final do projeto	Capturaram-se 31 sistemas, tendo sido considerados para análise 27 indivíduos
B	Mínimo de 5 PTTs resgatados	Resgataram-se 20 PTTs
C	Dois relatórios de progresso	Foram entregues 8 relatórios de progresso
D	Realização de <i>workshop</i>	<i>Workshop</i> realizado a 11 de Novembro de 2011
E	Edição das atas do <i>workshop</i>	Atas editadas e anexas a este relatório
F	Relatório final do projeto	Presente documento

6. Bibliografia

Alonso, J.A., Alonso, J.C., 1999. Colisión de aves con líneas de transporte de energia eléctrica en España. *In*: Ferrer, M. Janss, G.F.E. (Coord.). Aves y líneas electricas – collision, electrocución y nidificación. 61-88 pp. Quercus. Madrid.

Bevanger, K., 1998. Biological and conservation aspects of bird mortality caused by electricity power lines: a review. *Biological Conservation*, 86: 67-76.

Bevanger, K. & Brøseth, H., 2001. Bird collisions with power lines – an experiment with ptarmigan (*Lagopus* spp.). *Biological Conservation*, 99: 341-346.

BirdLife Internacional, 2004. Birds in Europe: Population Estimates, Trends and Conservation Status. BirdLife Conservation Series nº10, BirdLife International, Cambridge.

Cabral, M.J., Almeida, J., Almeida, P.R., Dellinger T., Ferrand de Almeida, N., Oliveira, M.E., Palmeirim, J.M., Queiroz, A.I., Rogado, L. and Santos-Reis, M., 2005. Livro Vermelho dos Vertebrados de Portugal. Instituto da Conservação da Natureza, Lisboa.

Cramp, S., Simmons, K.E.L., 1980. The Birds of the Western Palearctic. Oxford University Press, London.

EEA, 2007. CORINE Land Cover 2006. Technical Guidelines. European Environment Agency, Copenhagen, 66 pp.

Elith, J., Phillips, S.J., Hastie, T., Dudík, M., Chee, Y.E., Yates, C.J., 2011. A statistical explanation of MaxEnt for ecologists. *Diversity and Distributions*, 17: 43-57.

Equipa Atlas, 2008. Atlas das Aves Nidificantes em Portugal. 2008. Instituto da Conservação da natureza e da Biodiversidade, Sociedade Portuguesa para o Estudo das Aves, Parque Natural da Madeira e Secretaria Regional do Ambiente e do Mar. Assírio e Alvim. Lisboa.

ESRI, 2008. ESRI - Environmental Systems Research Institute, Inc. Editors of Esri Press, C.A. USA, 122 pp.

Faria N., Silva J.P., 2010. Ecological constraints affecting the little bustard during the beginning of an agricultural year. *Ardeola*, 57: 363-373.

García de la Morena, E.L., Bota, G., Silva, J.P., Ponjoan, A., De Juana, E., Suárez, F., Mañosa, S., Morales, M.B., 2009. Patrones de movimiento estacional del sisón común (*Tetrax tetrax*) en la Península Ibérica. IV Congreso Ibérico de Ornitología. Elvas, Portugal.

García de la Morena, E.L., De Juana, E., Martínez, C., Morales, M. B., Suárez, F., 2003. Sisón Común, *Tetrax tetrax*. In Martí, R., del Moral, J.C. (Eds.), Atlas de las aves reproductoras de España. Dirección General de Conservación de la Naturaleza - Sociedad Española de Ornitología, Madrid, pp. 232-233.

Hosmer, D. W., Lemeshow, S., 2000. Applied Logistic Regression. Second edition. John Wiley & Sons, Inc.. New York.

ICNB, 2010. Manual de apoio à análise de projectos relativos à instalação de linhas aéreas de distribuição e transporte de energia eléctrica. Instituto da Conservação da Natureza e Biodiversidade. Disponível em: <http://portal.icnb.pt/ICNPortal/vPT2007/O+ICNB/Ordenamento+e+Gestão/Análise+de+Incidências+Ambientais/>

Infante, S., Neves, J.P., Ministro, J., Brandão, R., 2005. Estudo sobre o Impacto das Linhas Eléctricas de Média e Alta Tensão na Avifauna em Portugal. Quercus Associação Nacional de Conservação da Natureza e Sociedade Portuguesa para o Estudo das Aves, Castelo Branco.

Janss, G.F., M. Ferrer. 2000. Common crane and great bustard collision with power lines: mortality rate and risk exposure. *Wildlife Society Bulletin*, 28: 675-680.

Jiguet, F., Arroyo, B., Bretagnolle, V., 2000. Lek mating systems: a case study in the little bustard *Tetrax tetrax*. *Behavioural Processes*, 51: 63-82.

Martin, G.R., Shaw, J.M., 2011. Bird collisions with power lines: Failing to see the way ahead? *Biological Conservation*, 143: 2695–2702.

Martínez, C., 1994. Habitat selection by the Little Bustard *Tetrax tetrax* in cultivated areas of Central Spain. *Biological Conservation*, 67: 125-128.

Morales, M.B., García, J.T., Arroyo, B., 2005a. Can landscape composition changes predict spatial and annual variation of little bustard male abundance? *Animal Conservation*, 8: 167-174.

Neves, J.P., 2010. Impacto da Rede de Distribuição Eléctrica nas Aves Selvagens em Portugal. Dissertação apresentada no âmbito do Mestrado em Biologia Aplicada. Universidade de Aveiro.

Neves, J.P., Infante, S., Ministro, J., 2005. Estudo sobre o Impacto das Linhas Eléctricas de MuitoAlta Tensão na Avifauna em Portugal. Sociedade Portuguesa para o Estudo das Aves e Quercus - Associação Nacional de Conservação da Natureza, Castelo Branco.

Phillips, S.J. Anderson, R.P., Schapire, R.E., 2006. Maximum entropy modelling of species geographic distributions. *Ecological Modeling*, 190: 231–259.

Ponjoan, A., Bota, G., García de la Moreno, E., Morales, M.B., Wolf, A., Marco, I., Mañosa, S., 2008. Adverse effects of capture and handling little bustard. *Journal of Wildlife Management*, 72: 315-319.

Schulz, H., 1985a. Grundlagenforschung zur Biologie der Zwergtrappe *Tetrax tetrax*. Braunschweig. PhD thesis, Staatlichen Naturhistorischen Museum, Braunschweig, Germany.

Severeno, A.J., Severeno, L.A., Boettcher, R., Haig, S.M., 1996. Avian behavior and mortality at power lines in costal South Carolina. *Wildlife Society Bulletin*, 24: 636-648.

Silva, J.P., 2010. Factors affecting the abundance of the little bustard *Tetrax tetrax*: Implications for conservation. PhD Thesis, University of Lisbon, Lisbon, Portugal.

Silva J.P., Faria N. & Catry T. 2007. Summer habitat selection of the threatened little bustard *Tetrax tetrax* in Iberian agricultural landscapes. *Biological Conservation*, 139: 186-194.

Silva J.P., Palmeirim J.M. & Moreira F., 2010a. Higher breeding densities of the threatened little bustard *Tetrax tetrax* occur in larger grassland fields: Implications for conservation. *Biological Conservation*, 143: 2553-2558.

Silva J.P., Santos M., Queirós L., Leitão D., Moreira F., Pinto M., Leqoc M. & Cabral J.A., 2010b. Estimating the influence of overhead transmission power lines and landscape context on the density of little bustard *Tetrax tetrax* breeding populations. *Ecological Modelling*, 221: 1954-1963.

Silva, J.P., Pinto, M., 2006. Final report of Action 2 of the Project LIFE02NAT/P/8476: Conservation of the little bustard in Alentejo. Institute for Nature Conservation. Available from: http://portal.icnb.pt/NR/rdonlyres/783CA43B-7C0E-4FA4-8286-F4EB120C4A49/0/Life_SISAO.pdf.

Silva, J.P., Pinto, M., Palmeirim, J.M., 2004. Managing landscapes for little bustard *Tetrax tetrax*: lessons from the study of winter habitat selection. *Biological Conservation*: 117, 521-528.

SPEA, Quercus, 2008. Monitorização e minimização de impactes de linhas aéreas de alta e média tensão e a avifauna 2º Relatório Técnico Intercalar. Disponível em: http://www.erse.pt/pt/desempenhoambiental/ppda/sectorelectrico/Documents/PPDA%202006-2008/SPEA_Quercus_2008_Avifauna_II_2.º_Relatorio_Intercalar.pdf.

Zar, J.H., 1996. *Biostatistical Analysis*. Prentice-Hall International, New Jersey.

ANEXOS

ANEXO 1

Cartografia

Figura 4 - Todos os movimentos registados pelos 27 sisões estudados no âmbito deste estudo.

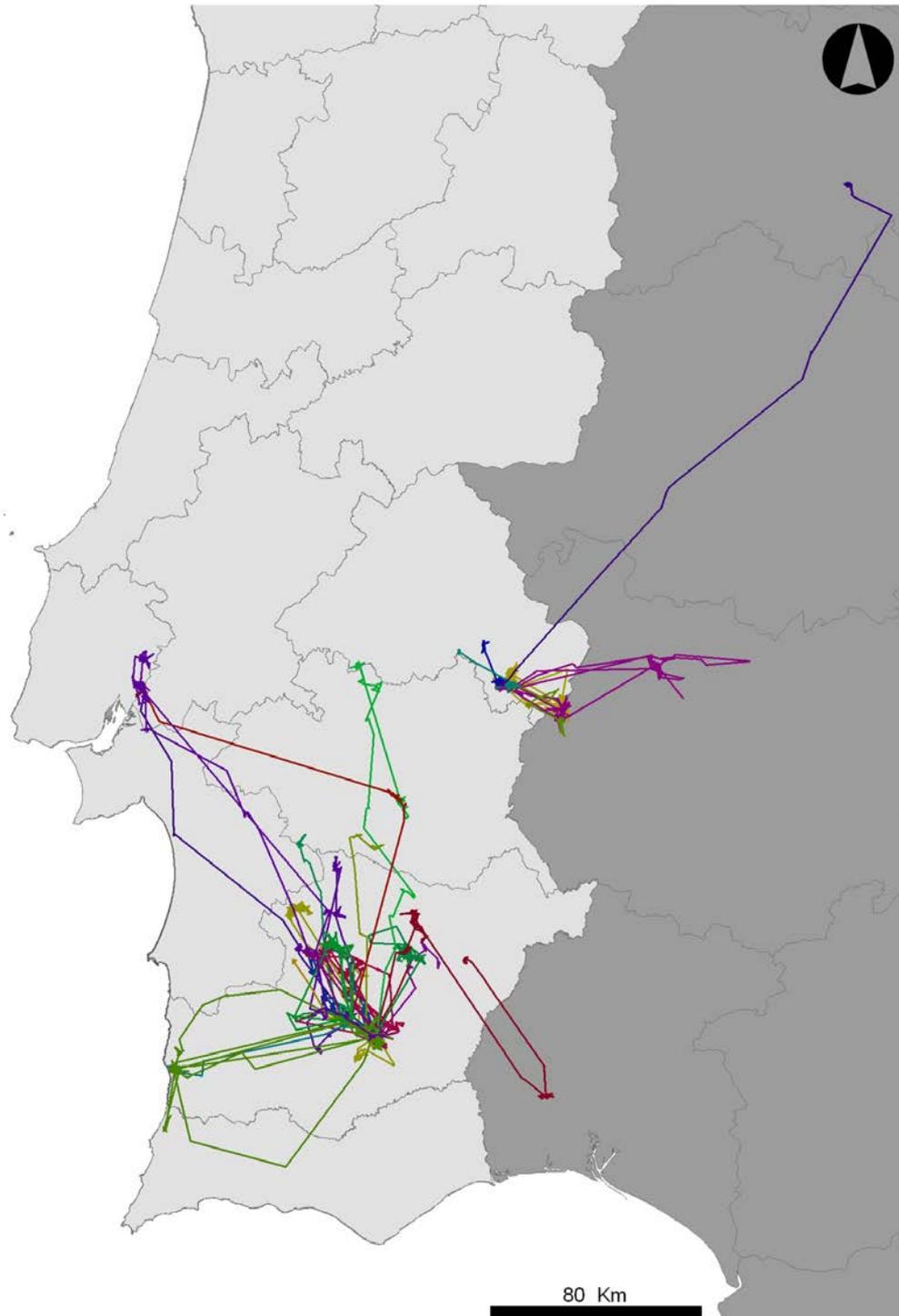
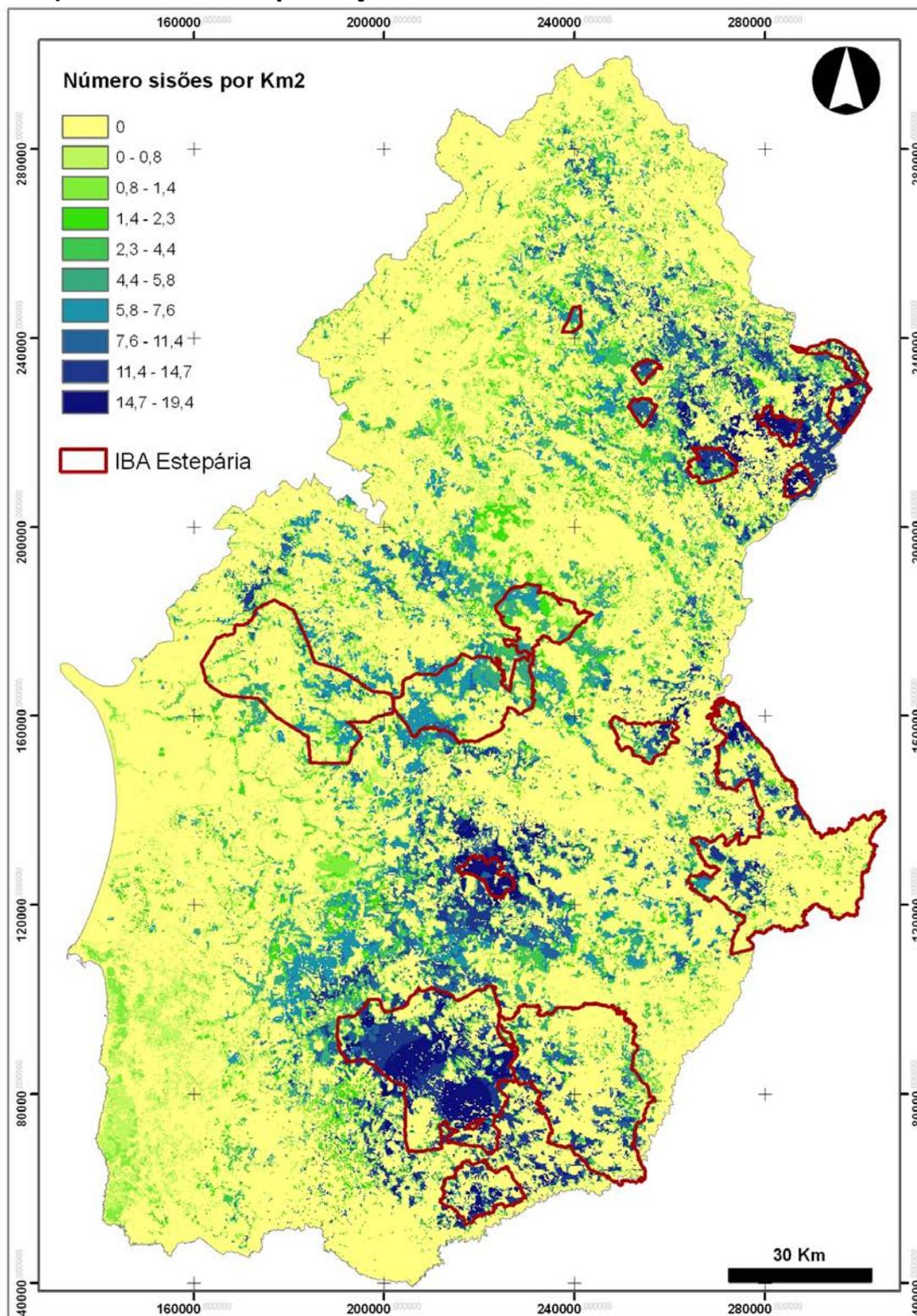
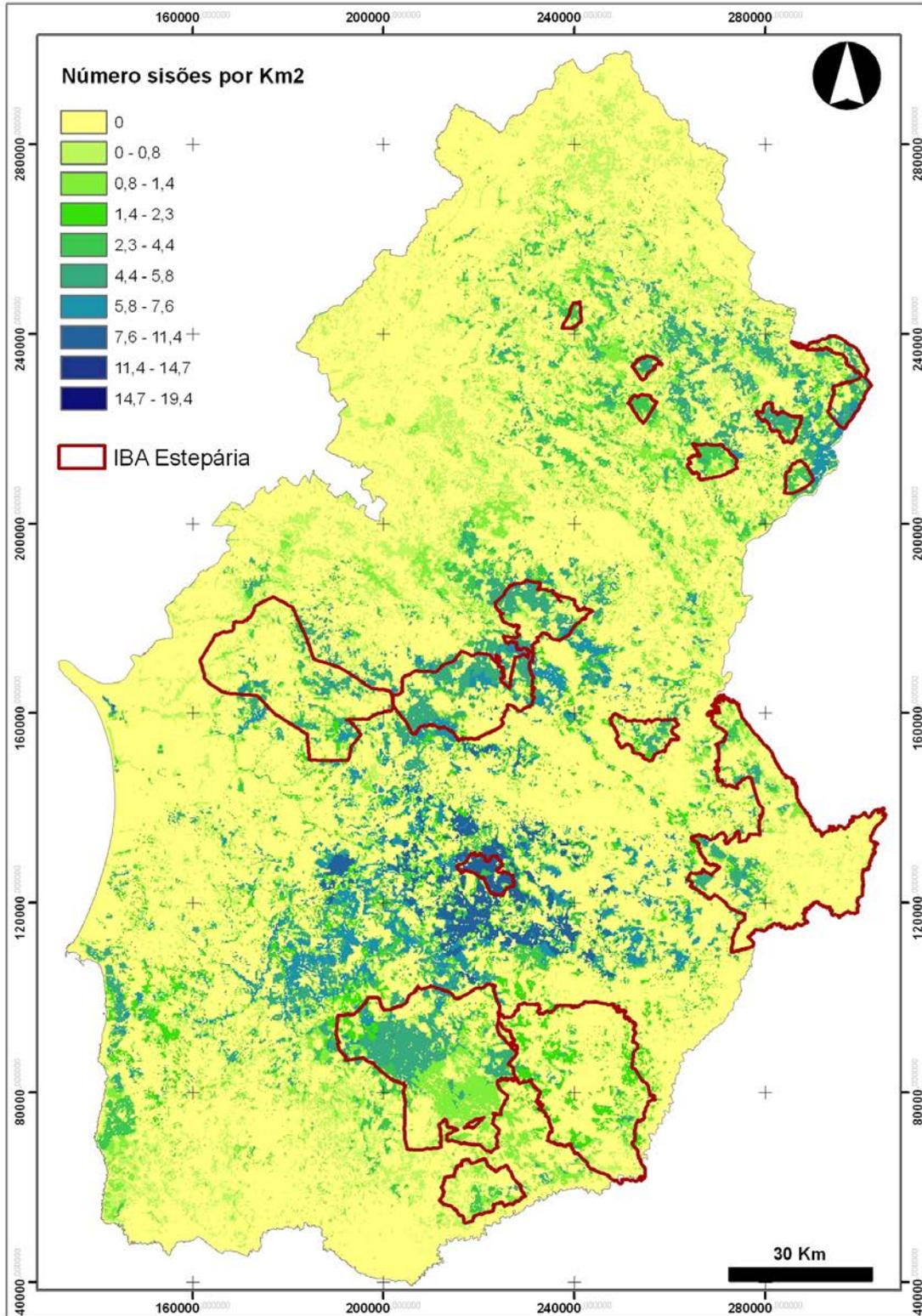


Figura 9. Abundância do sisão no Alentejo nos 3 períodos de estudo: **a)** Reprodução; **b)** Pós-reprodução e **c)** Inverno. Os polígonos circunscritos a vermelho representam Important Bird Areas (IBAs) com características estepárias, classificadas pela BirdLife International.

a) Densidades - reprodução



b) Densidades - pós-reprodução



c) Densidades - inverno

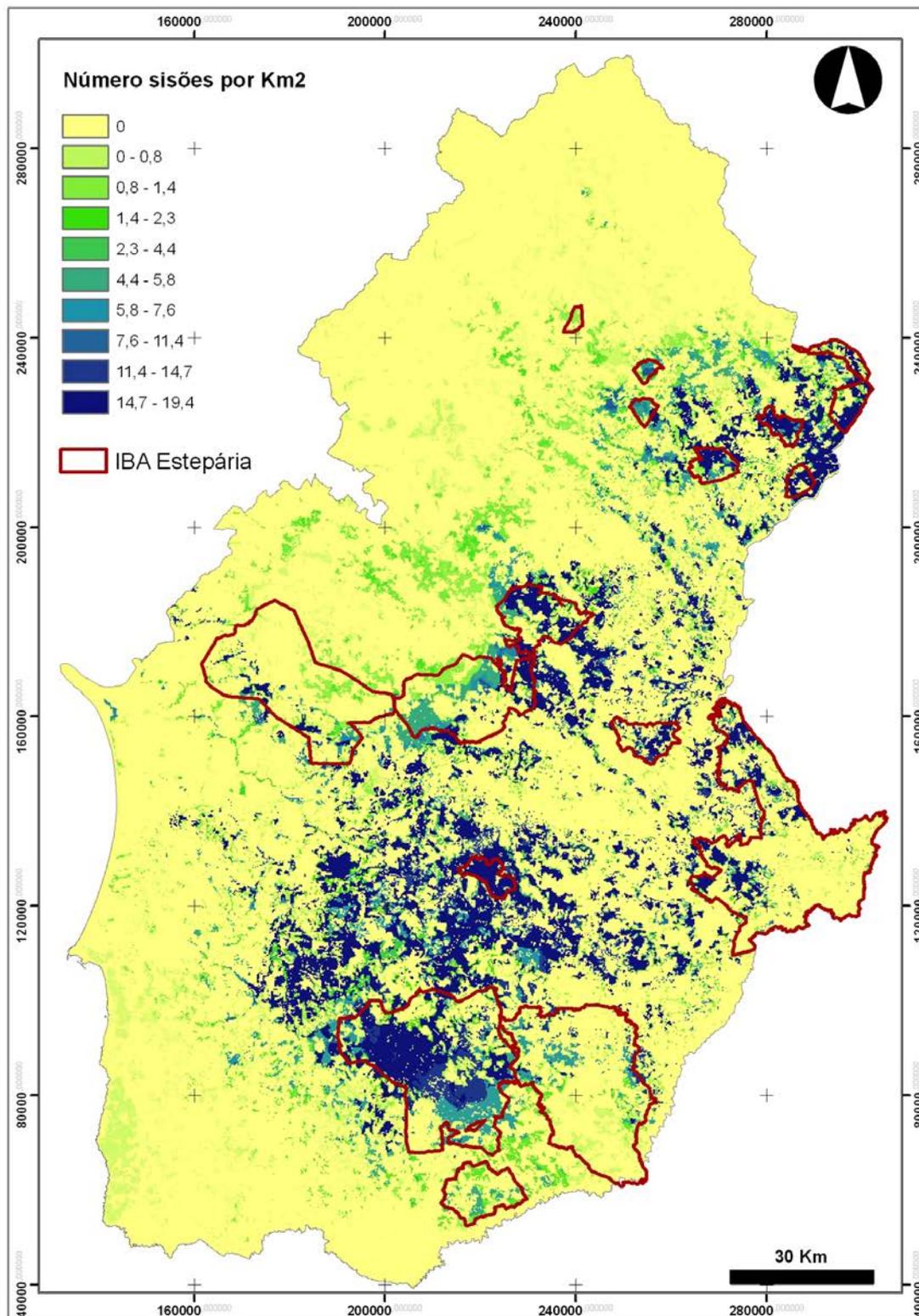
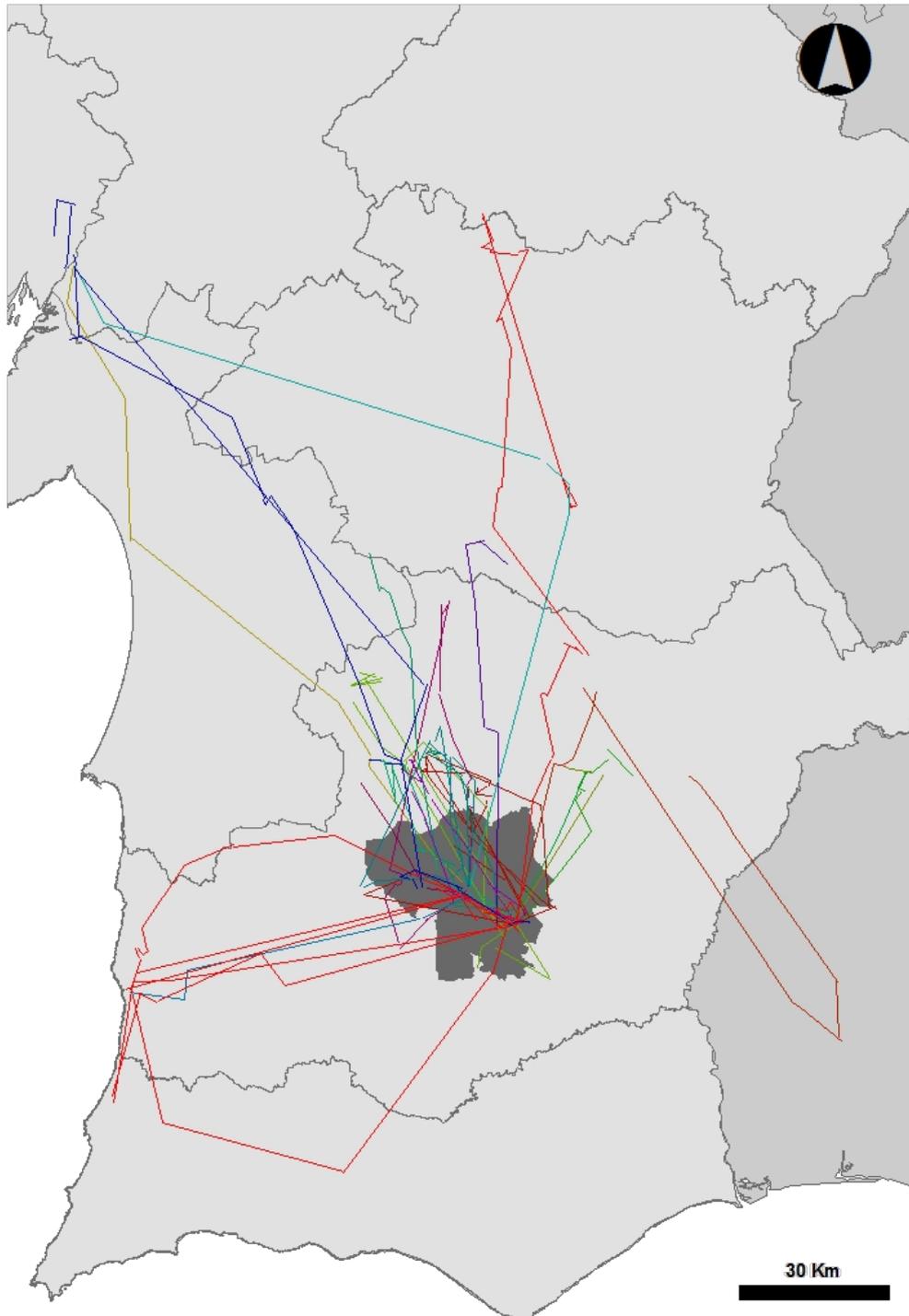


Figura 11. Relação de todos os movimentos migratórios registados pelos sisões a partir dos locais de onde foram capturados durante o período reprodutor nas ZPE de a) Castro Verde e b) Vila Fernando.

a) Movimentos dos sisões marcados na ZPE de Castro Verde



b) Movimentos dos sisões marcados na ZPE de Vila Fernando

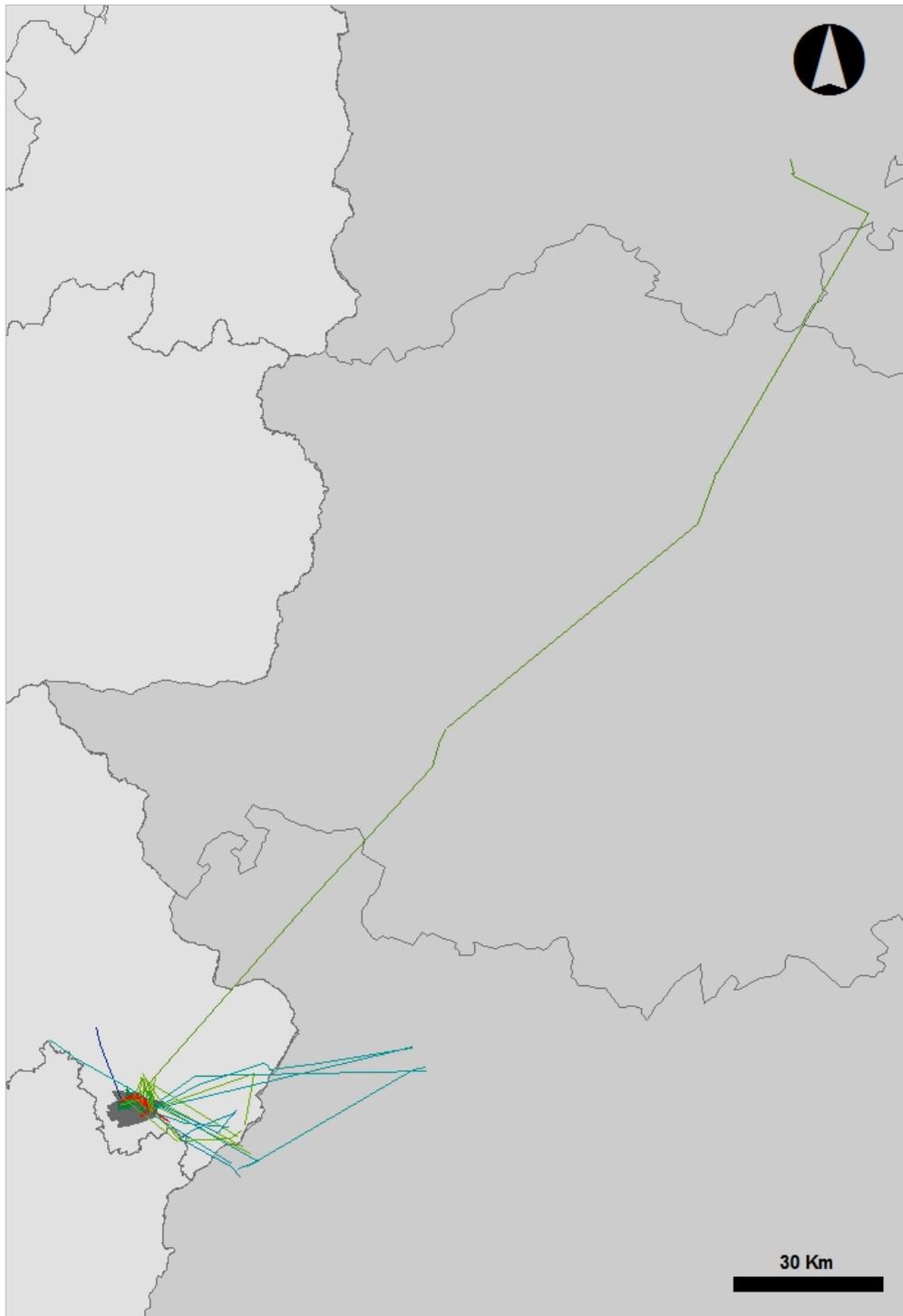
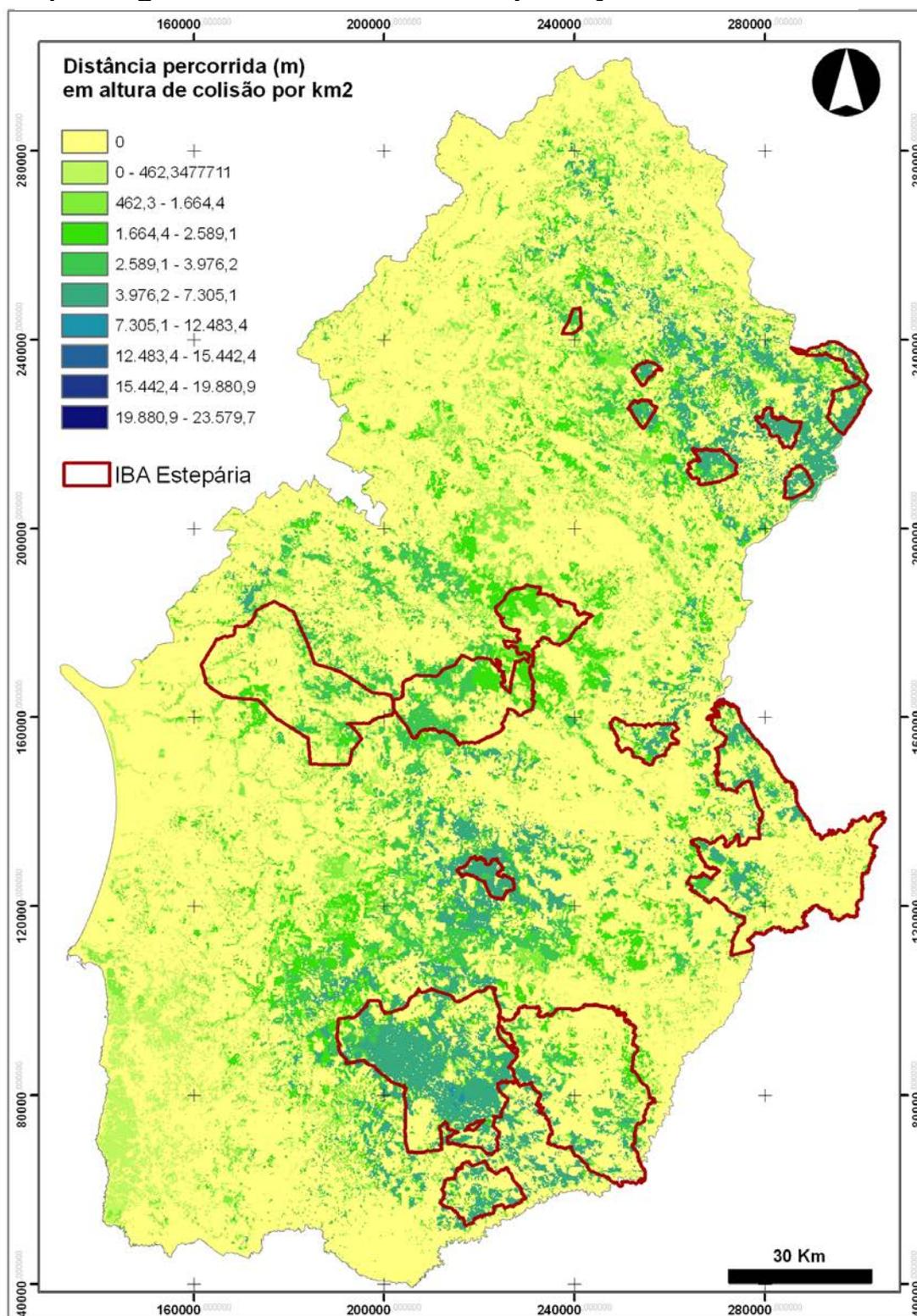
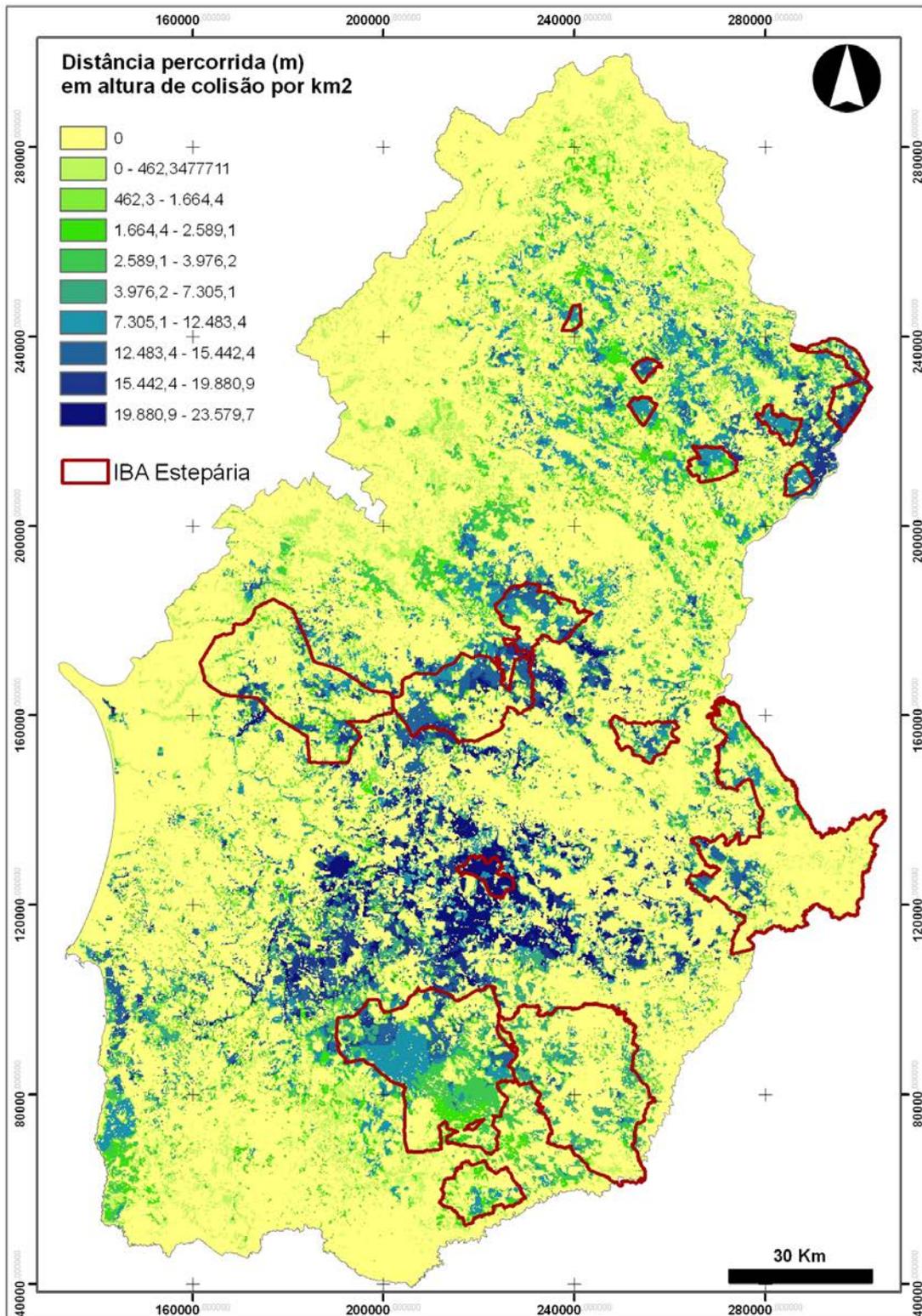


Figura 12. Cartografias de risco de colisão elaboradas para as épocas de a) reprodução, b) pós-reprodução e c) Inverno. Os polígonos circunscritos a vermelho representam as IBAs com características estepárias.

a) Cartografia de risco de colisão - reprodução



b) Cartografia de risco de colisão - pós-reprodução



c) Cartografia de risco de colisão - inverno

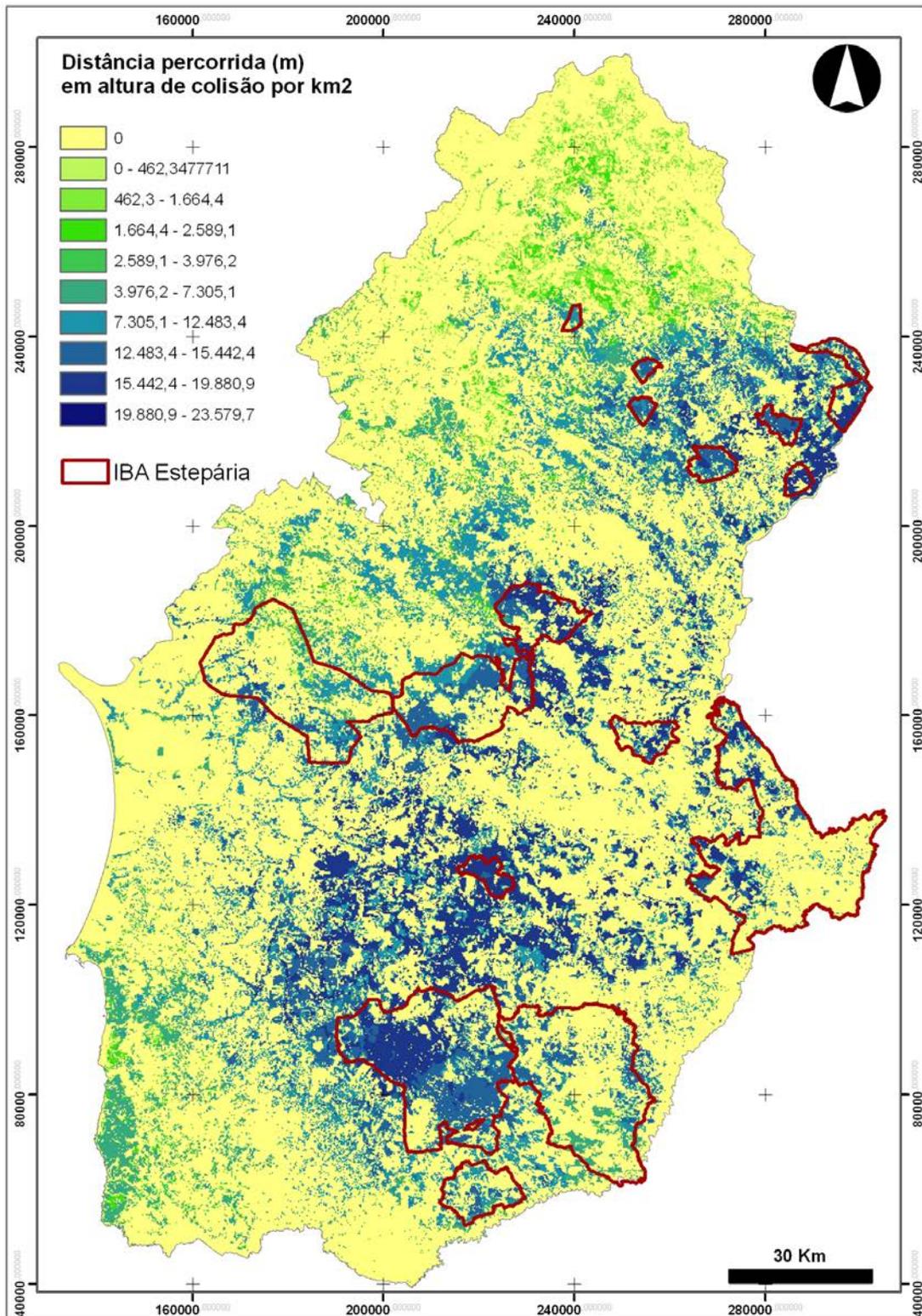


Figura 13. Cartografia do risco médio de colisão anual. De notar que a escala de perigosidade apresentada nesta figura não é comparável com a da Figura 12. Os polígonos circunscritos a vermelho representam as IBAs com características estepárias.

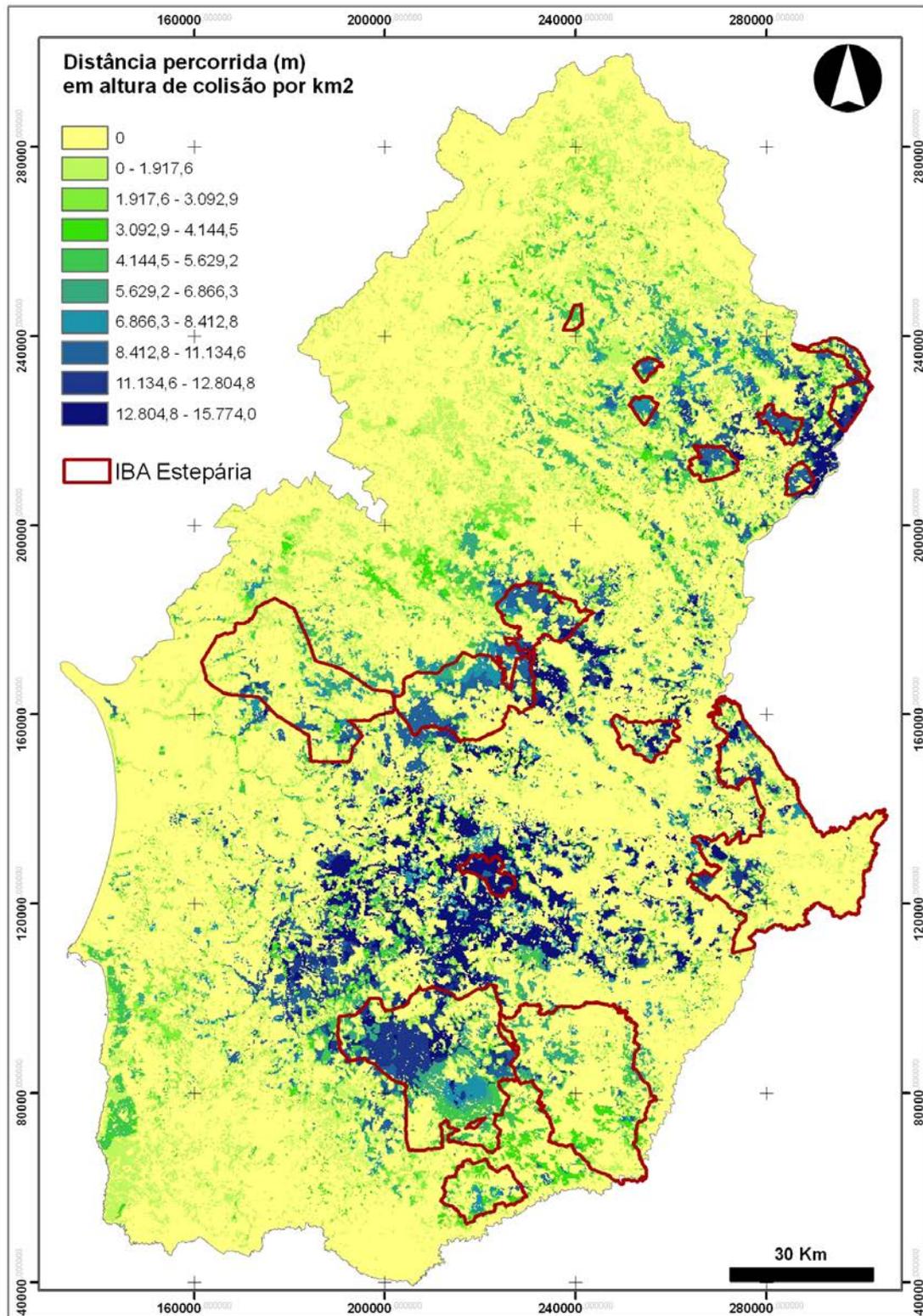


Figura 14. Distribuição dos transetos realizados por debaixo de linhas aéreas de distribuição no âmbito dos Protocolos Avifauna I e II nas diferentes classes de perigosidade derivadas do cartografia de risco médio de colisão anual.

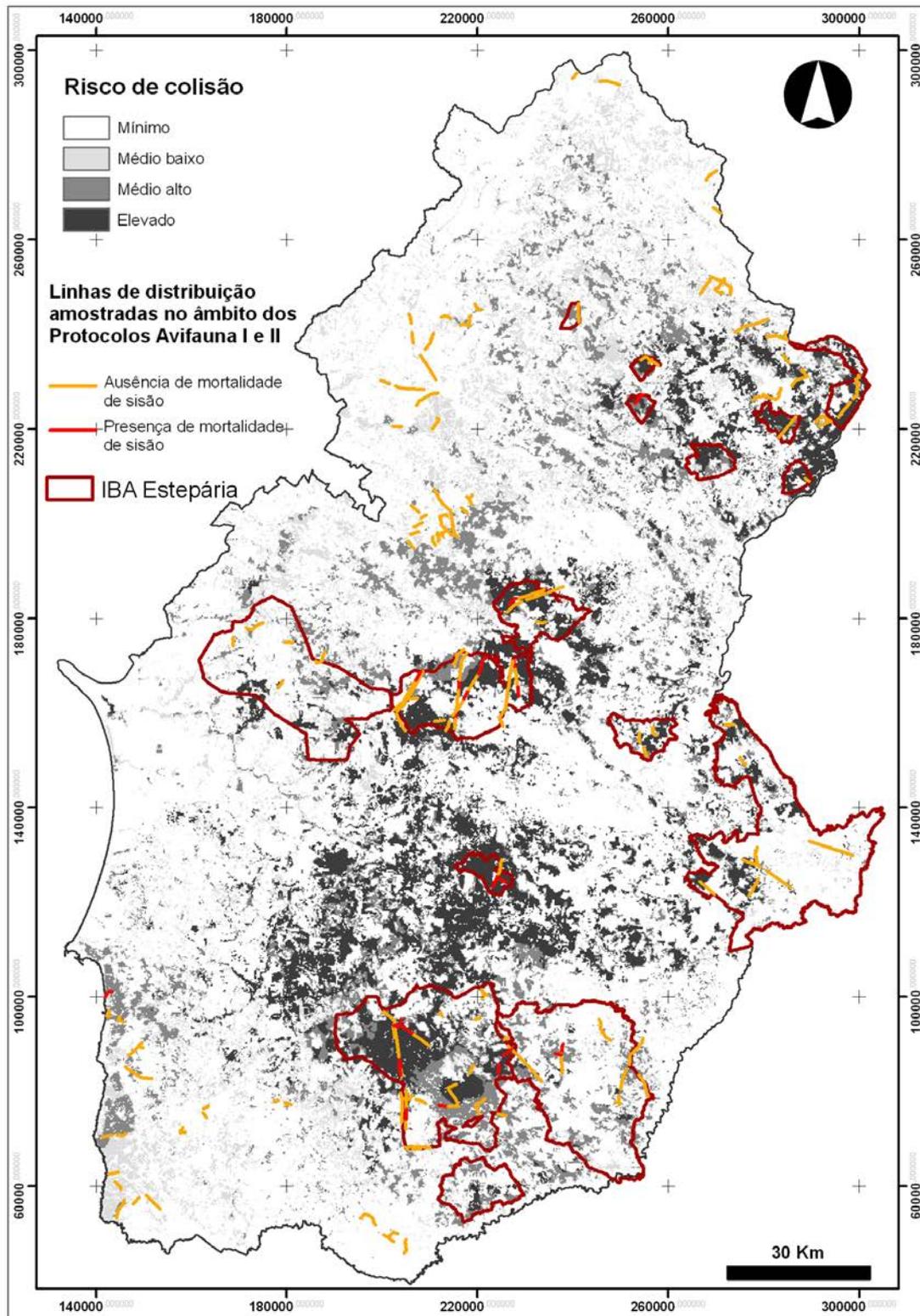


Figura 16 - As linhas representam as linhas aéreas de distribuição de energia com diferentes níveis de perigosidade. As áreas a sombreado representam as IBAs com características estepárias.

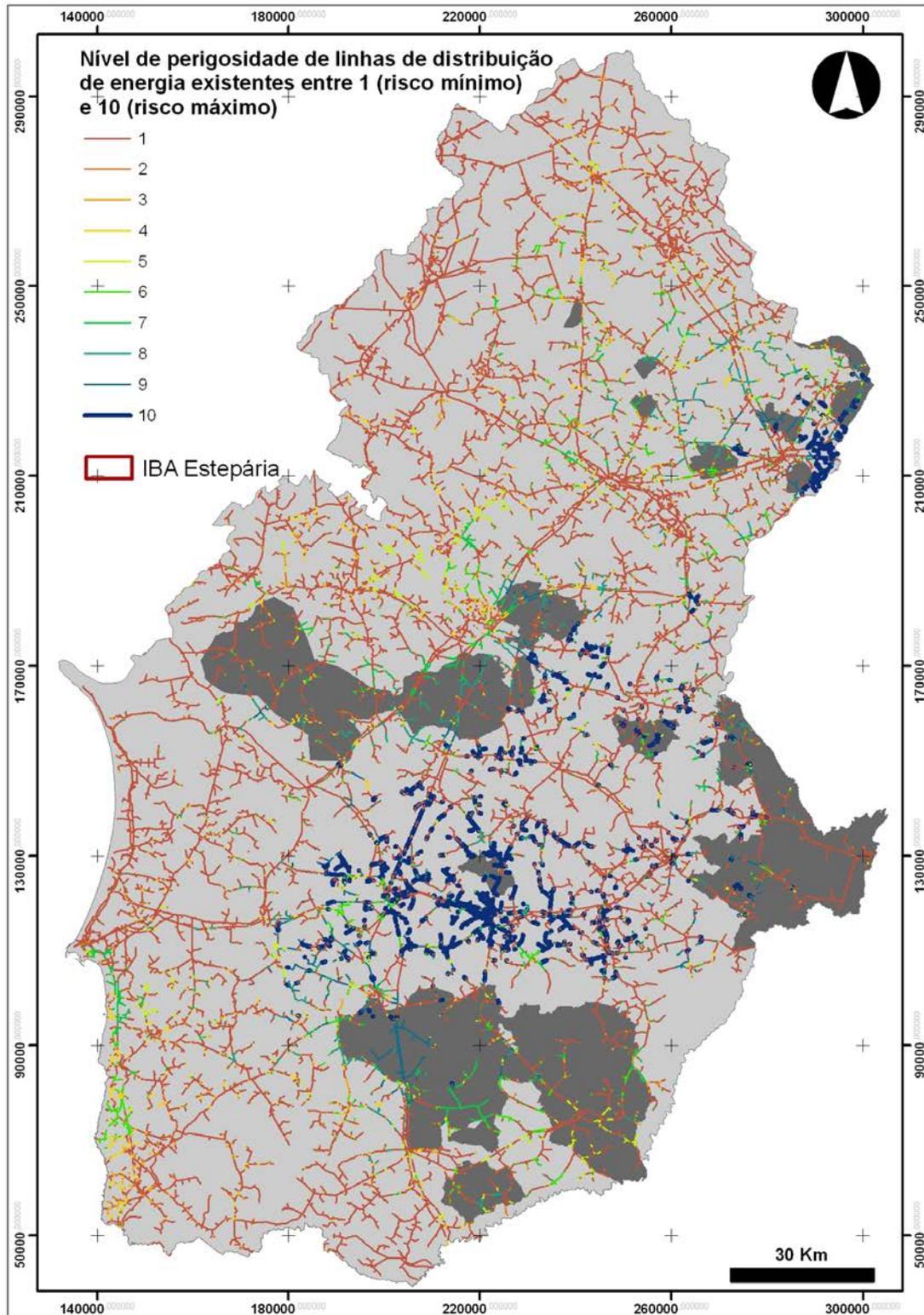


Figura 17 - Densidade dos movimentos migratórios registados a partir de indivíduos marcados durante o período reprodutor em Castro Verde e Vila Fernando.

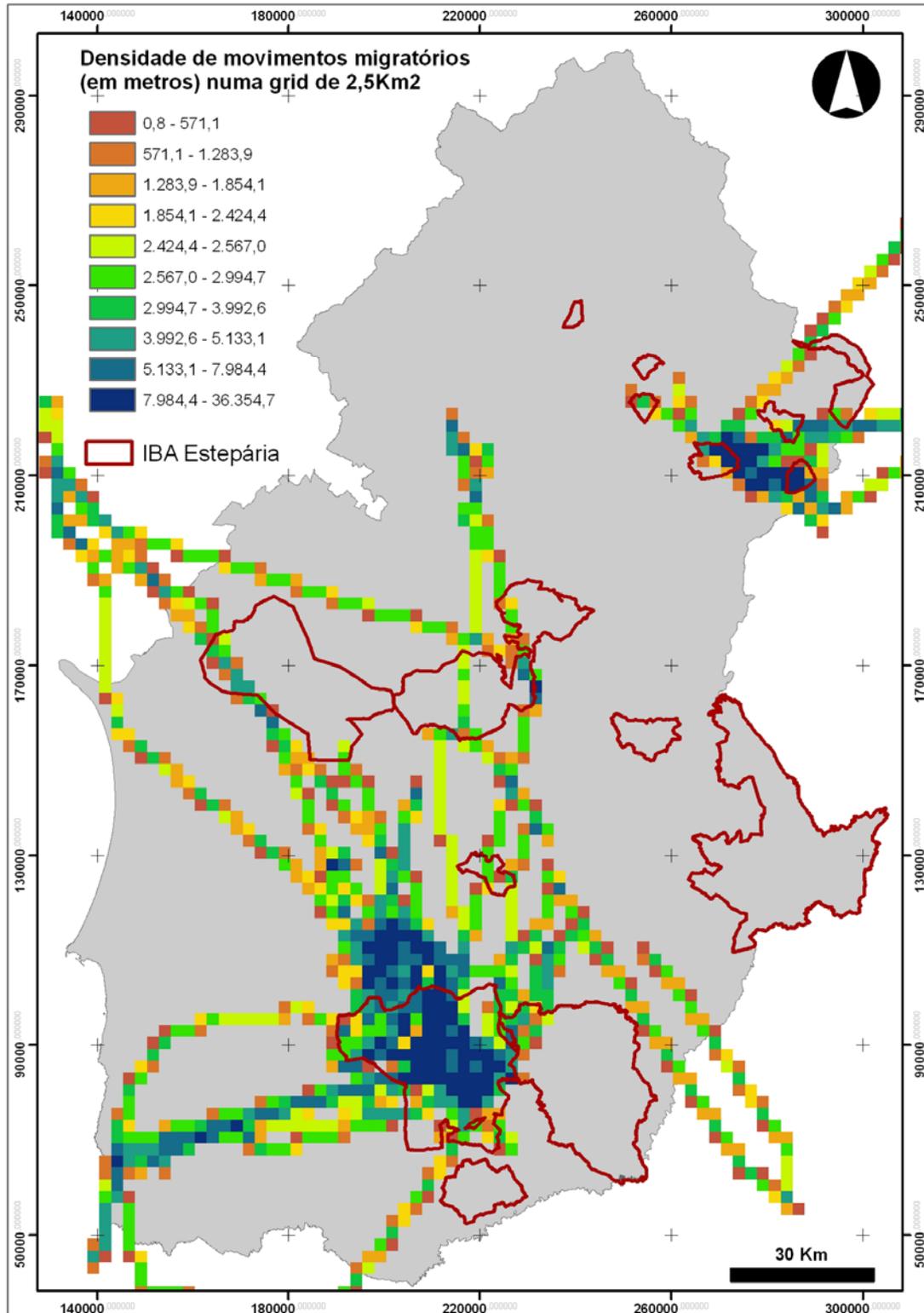


Figura 23 - Concentração dos movimentos migratórios a partir de indivíduos marcados em Castro Verde depois de suavizadas as classes de concentração de movimentos (com base na média dos pixéis vizinhos). O azul escuro representa a classe com maior densidade de movimentos, seguido do azul claro, do verde escuro e por últimos do verde claro.

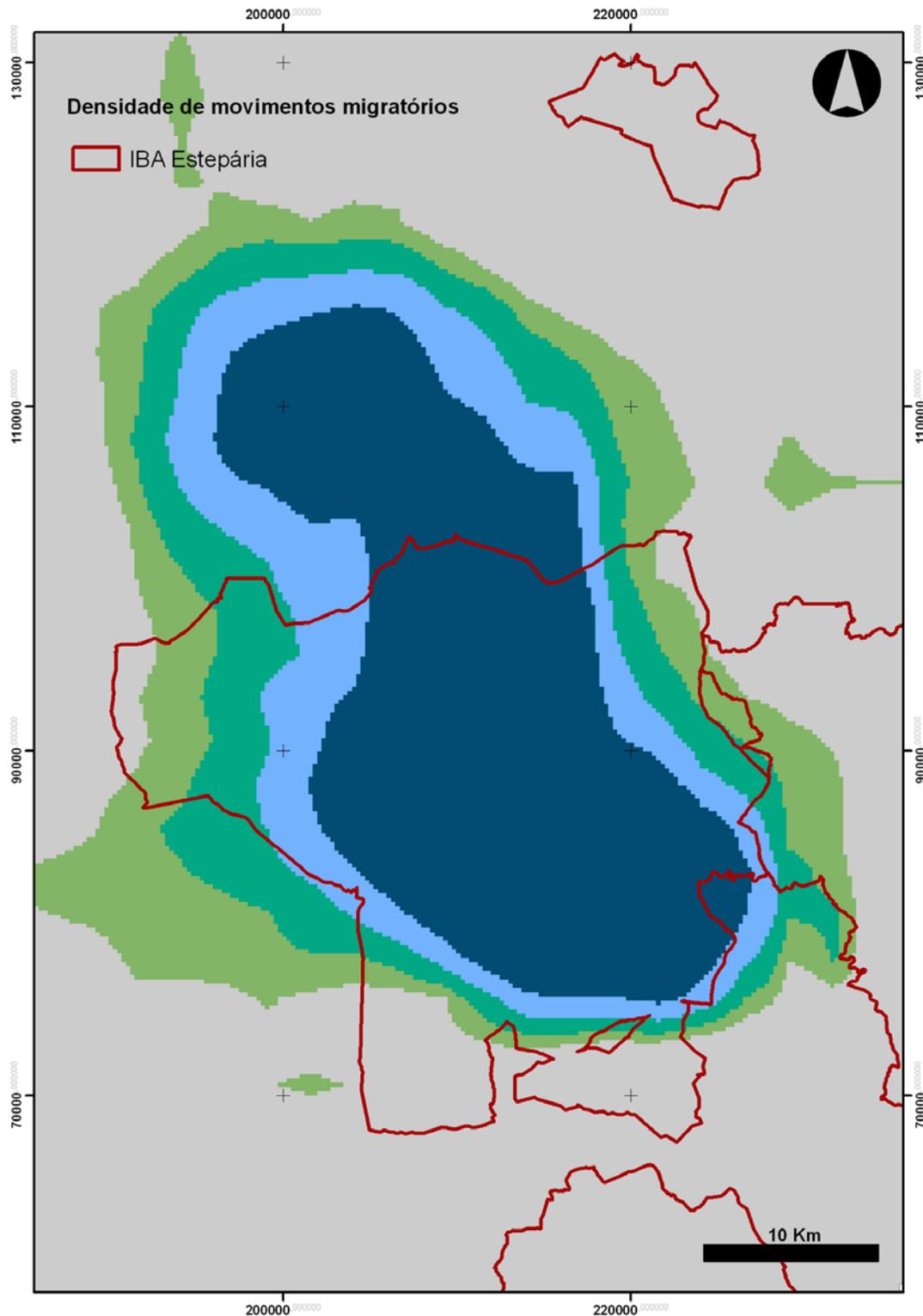


Figura 24 - Concentração dos movimentos migratórios a partir de indivíduos marcados em Vila Fernando depois de suavizadas as classes de concentração de movimentos (com base na média dos pixéis vizinhos). O azul escuro representa a classe com maior densidade de movimentos, seguido do azul claro, do verde escuro e por últimos do verde claro.

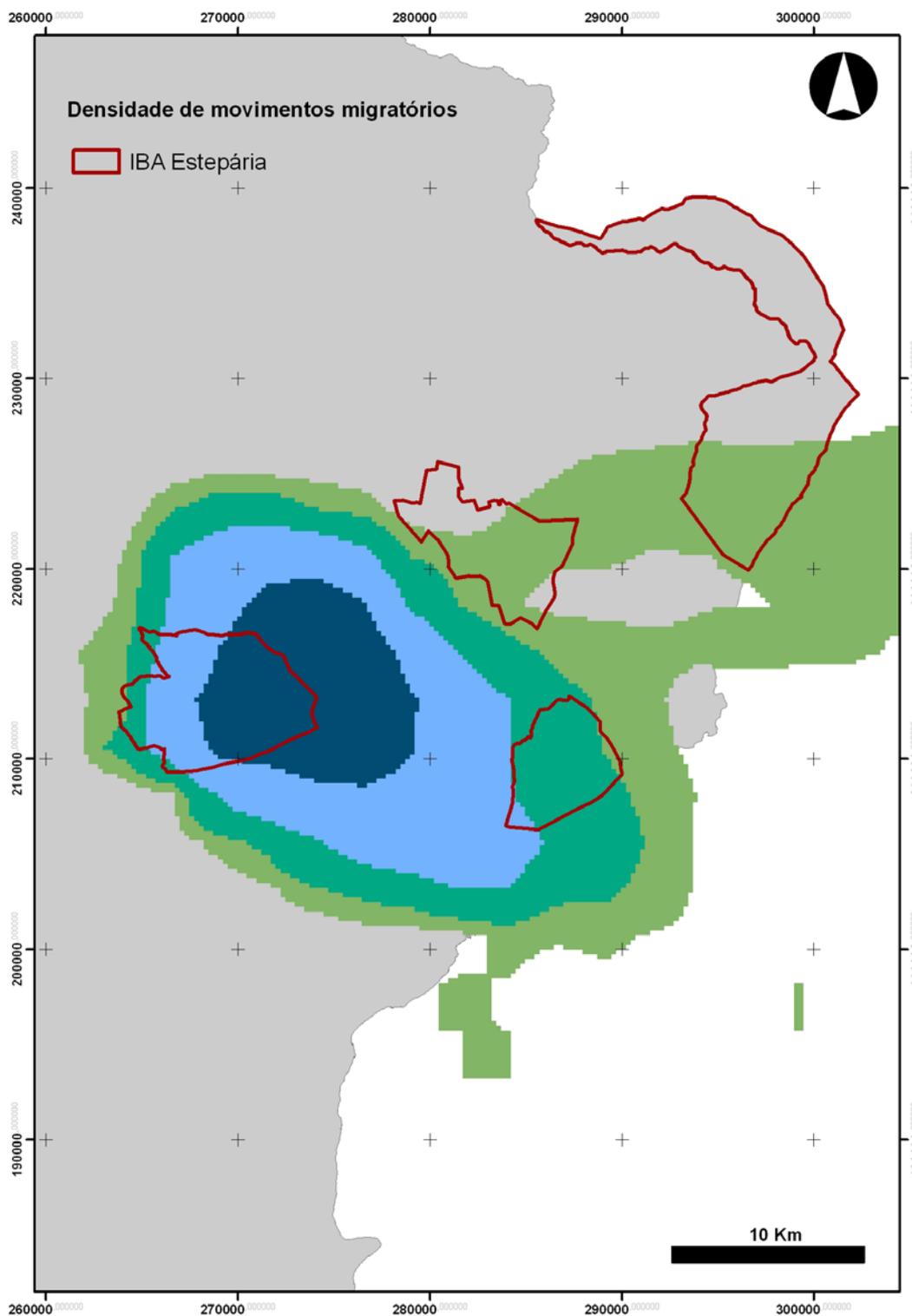
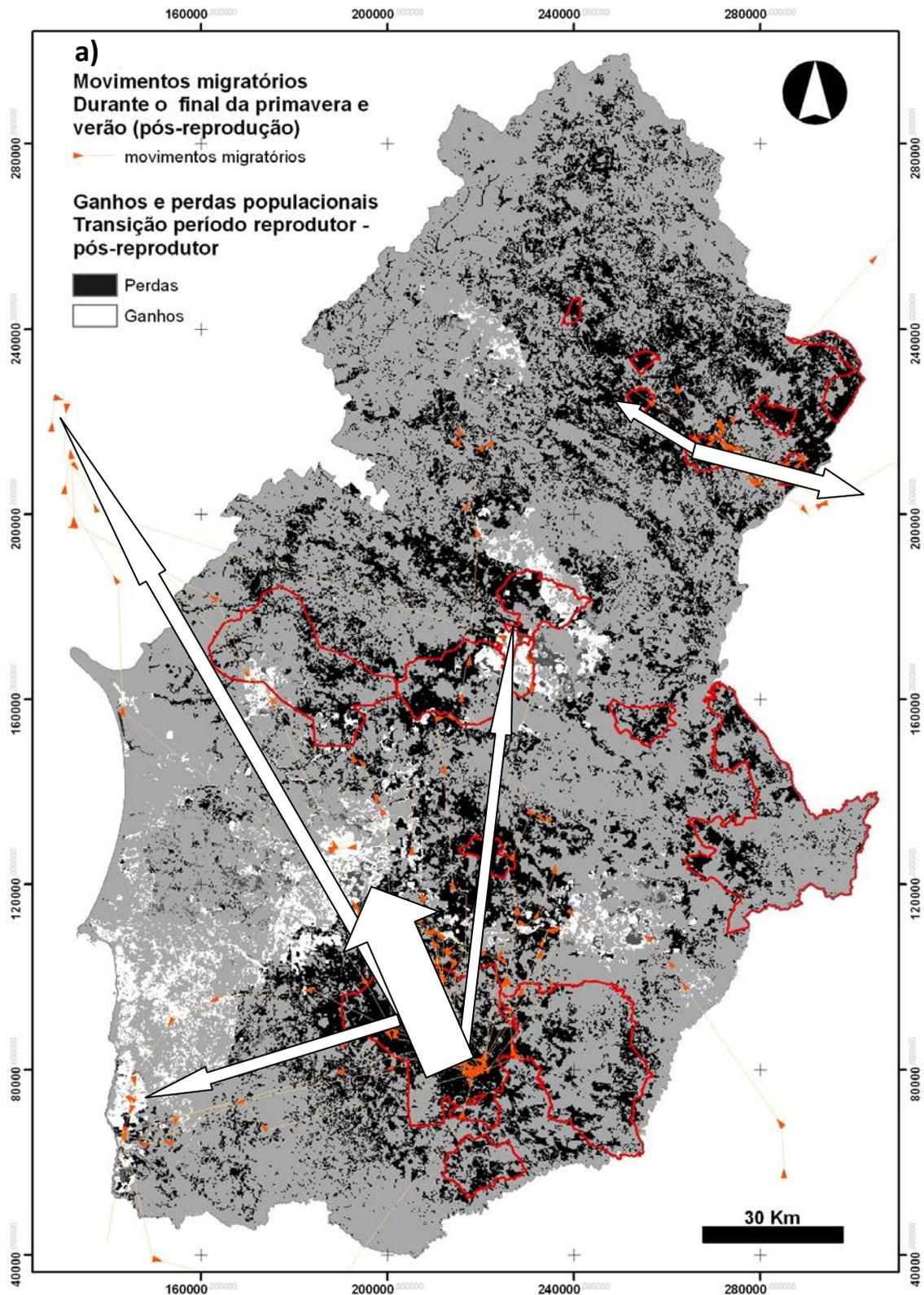


Figura 18 - Sobreposição dos movimentos migratórios com os ganhos e perdas populacionais resultantes da variação entre as épocas: a) período reprodutor e pós-reprodutor; b) Inverno - período reprodutor. As setas representam os principais fluxos de movimentos.



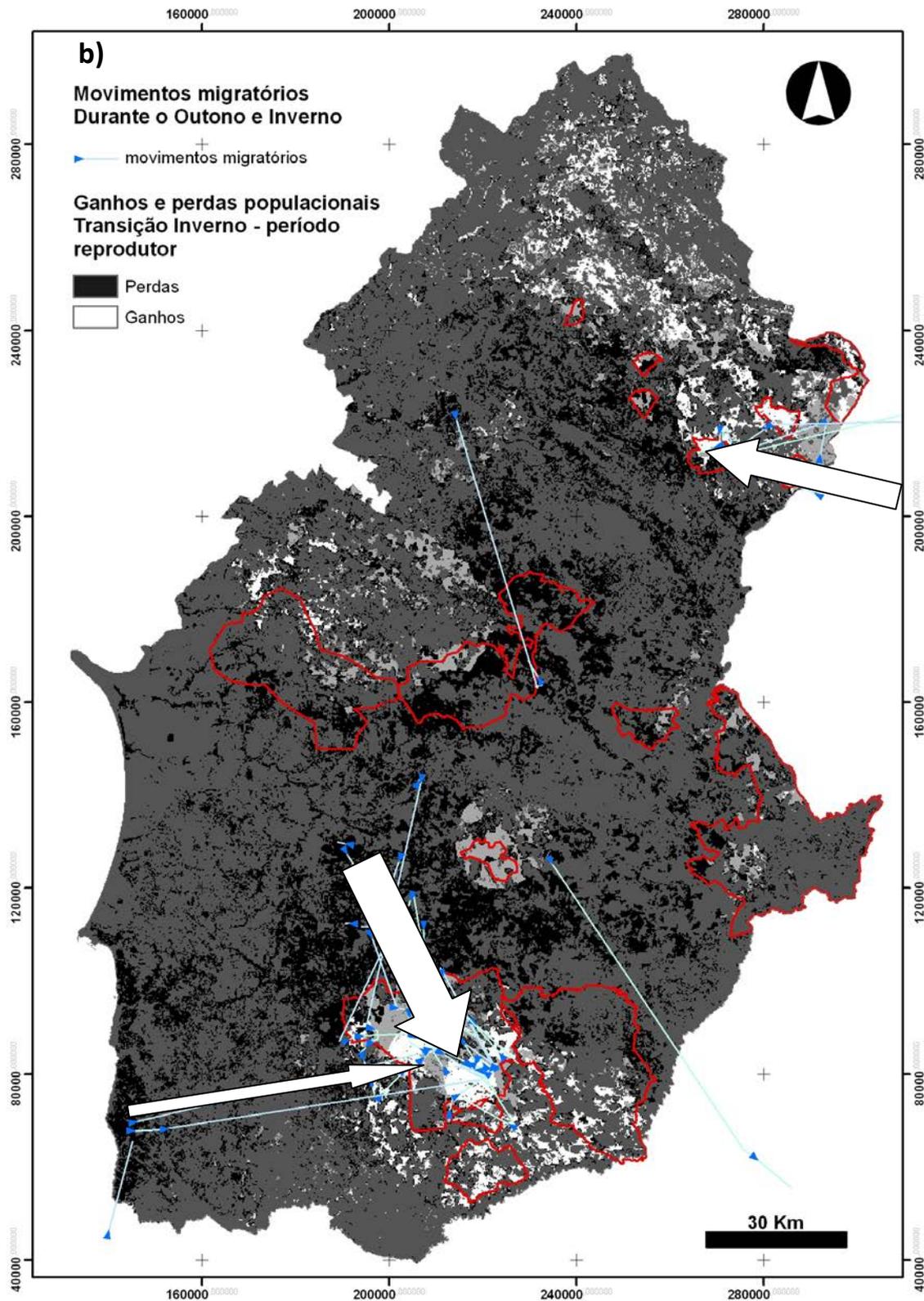
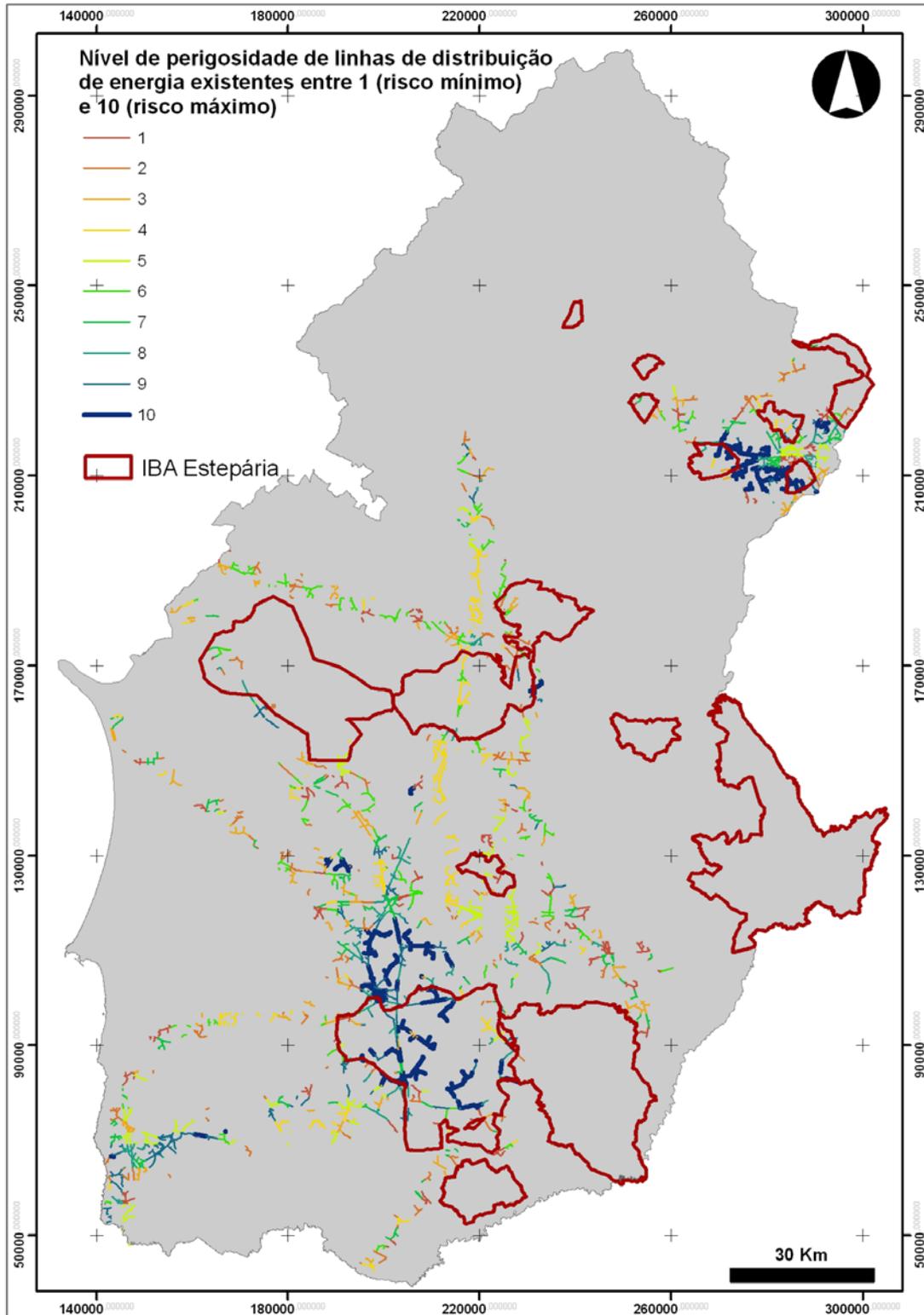


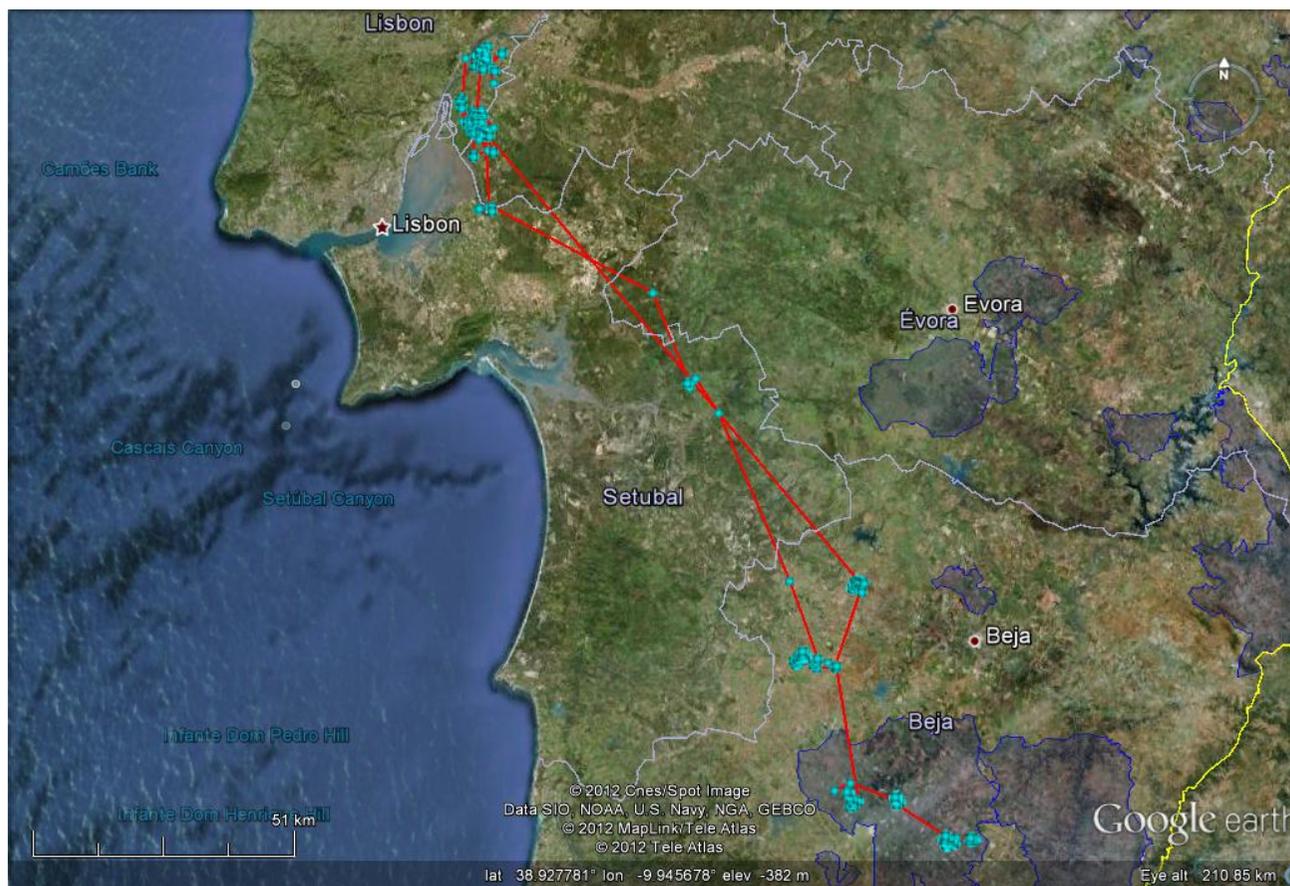
Figura 19 - Sobreposição da grelha de densidade de movimentos migratórios com a rede aéreas de distribuição de energia.



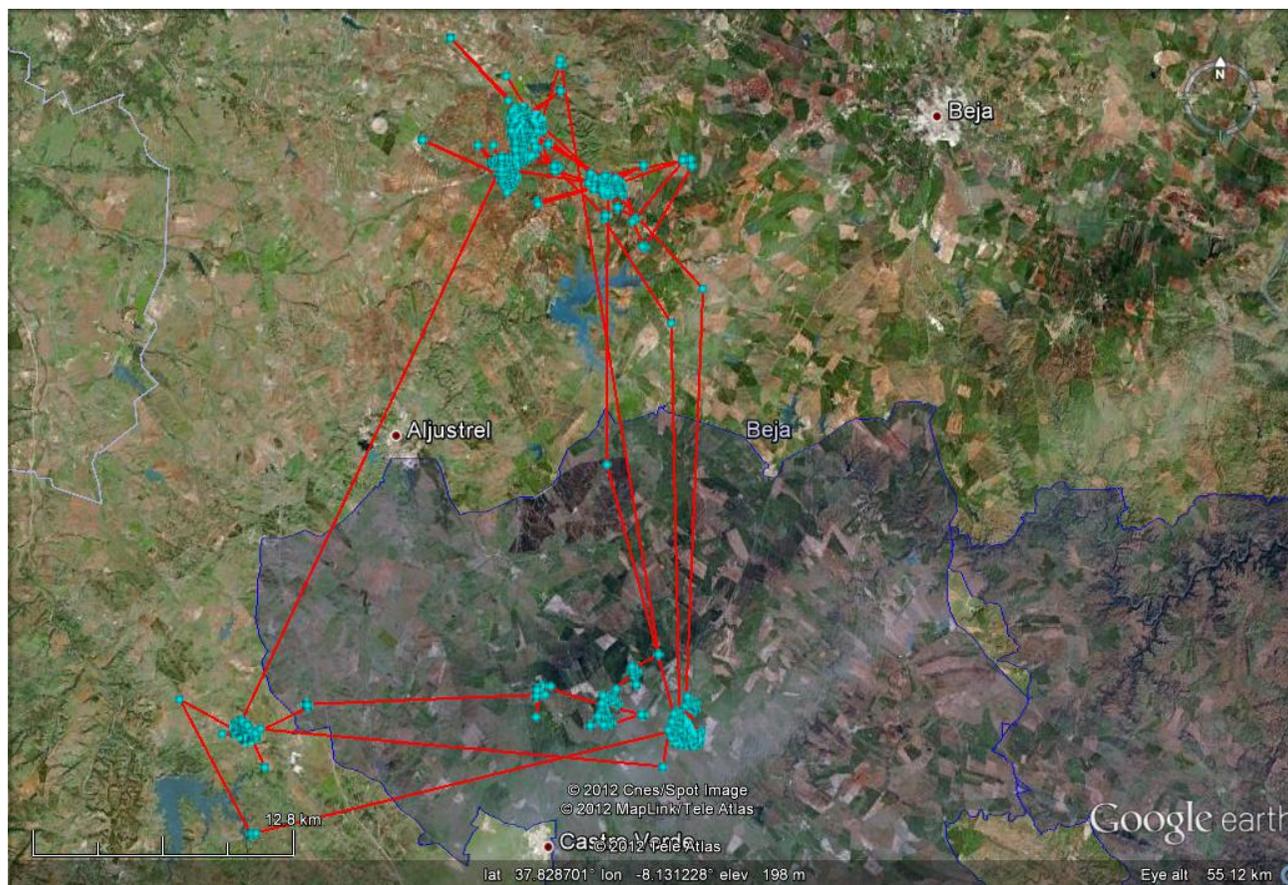
ANEXO 2

Movimentos dos sistemas marcados

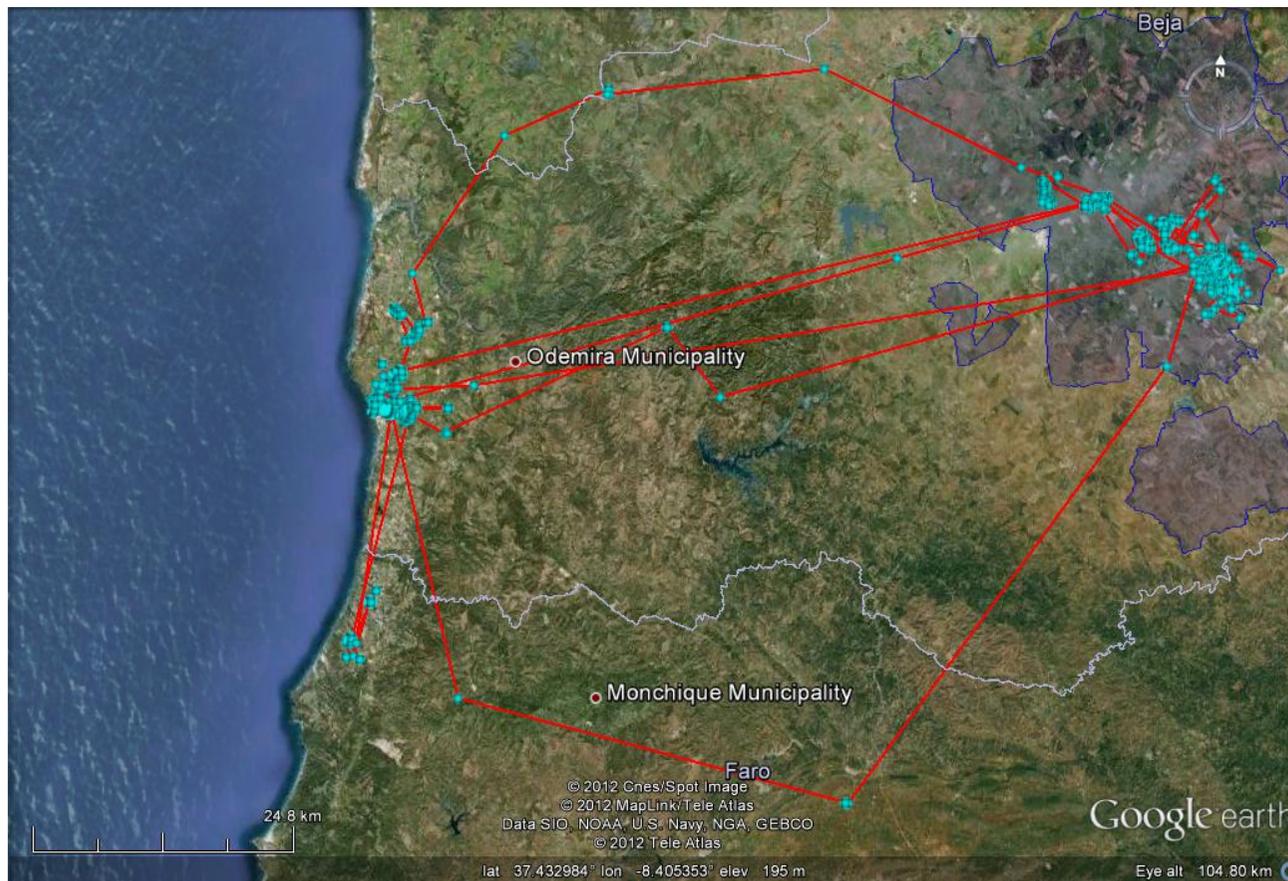
PTT # 91469_1



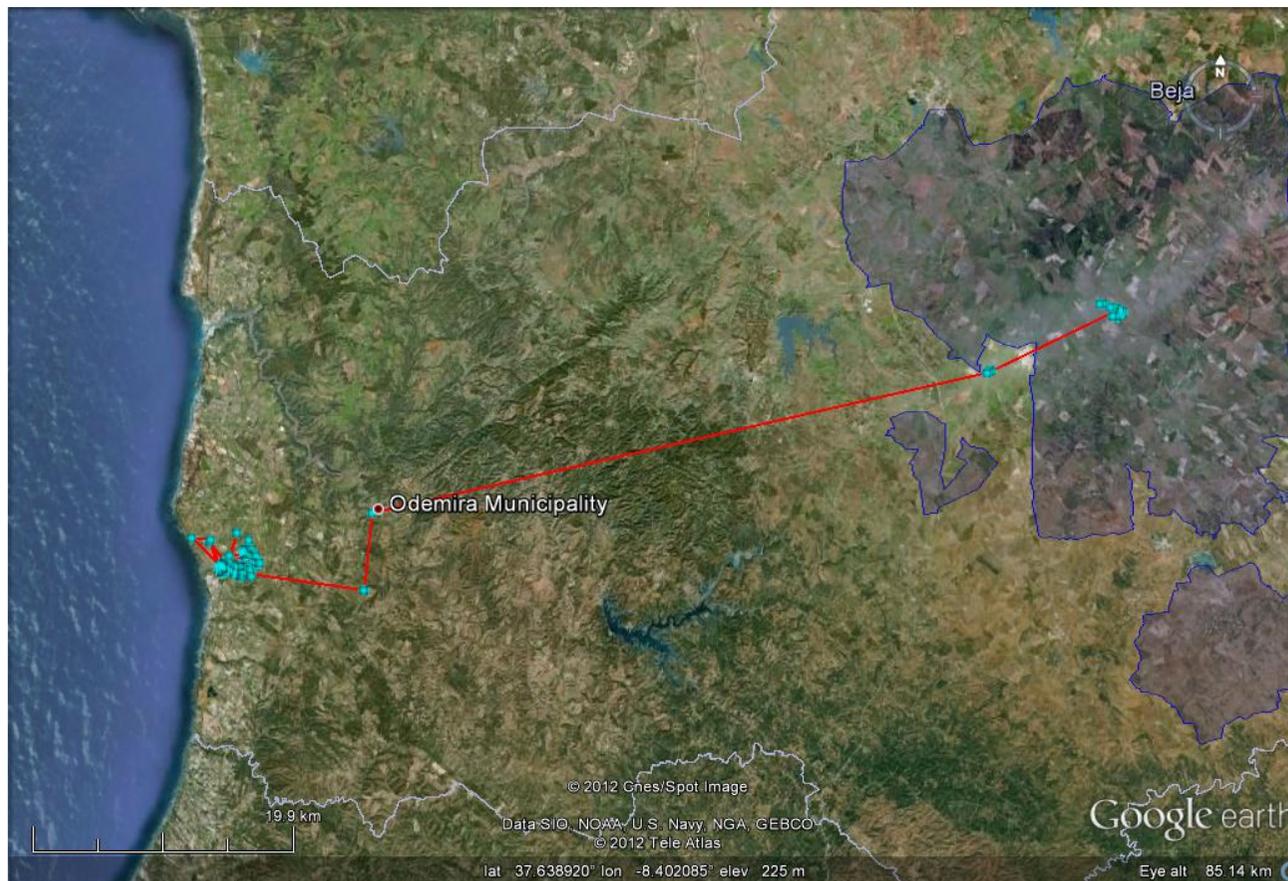
PTT # 91469_2



PTT # 91470_1



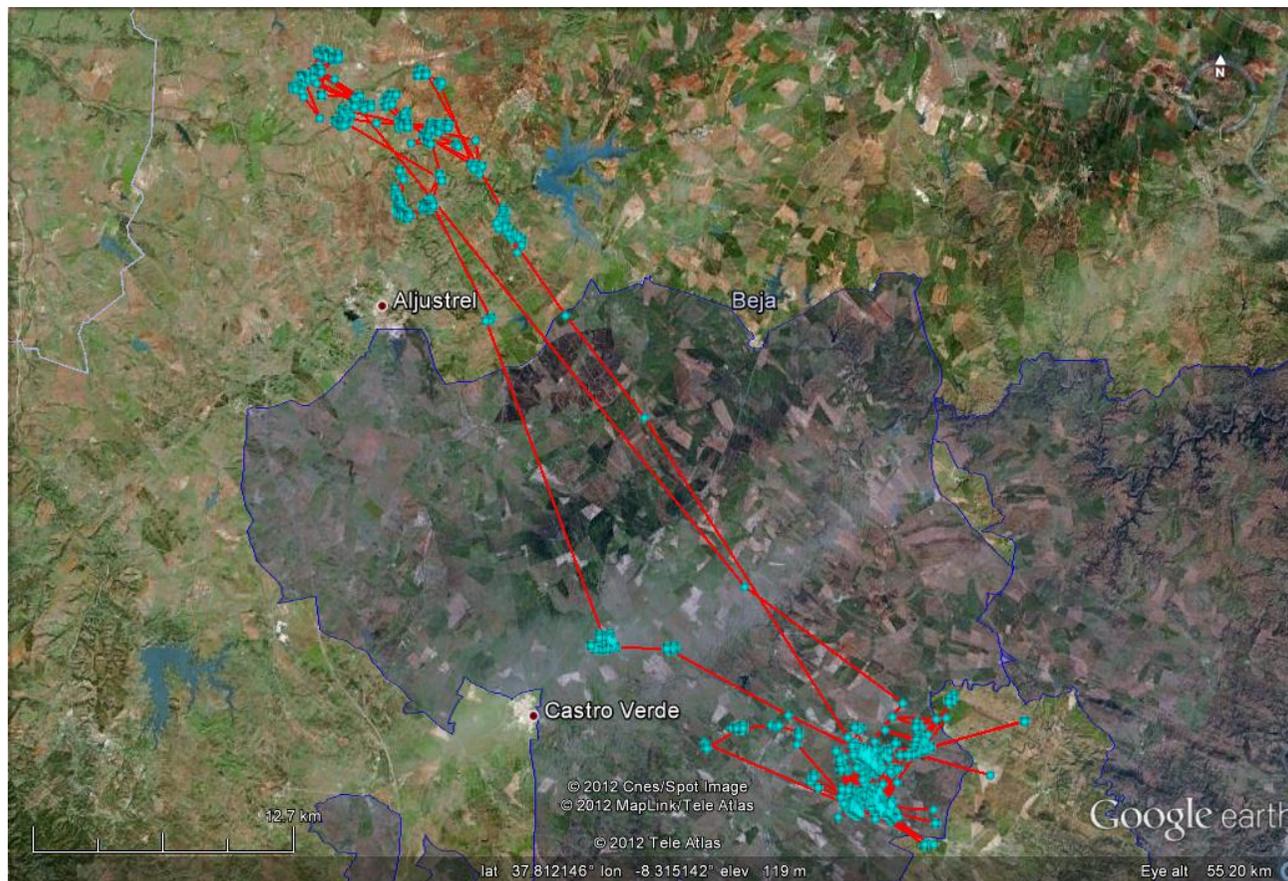
PTT # 91470_2



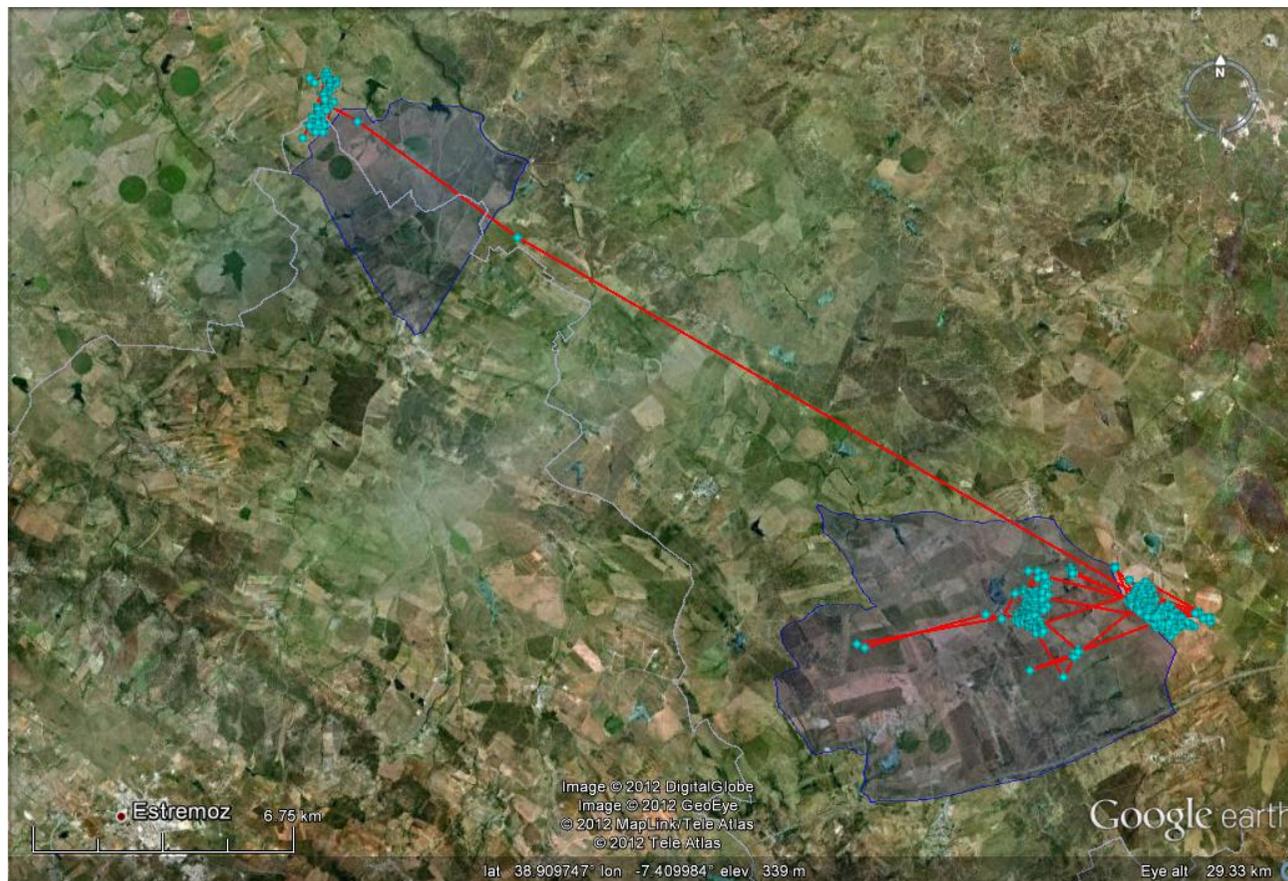
PTT # 91471_1



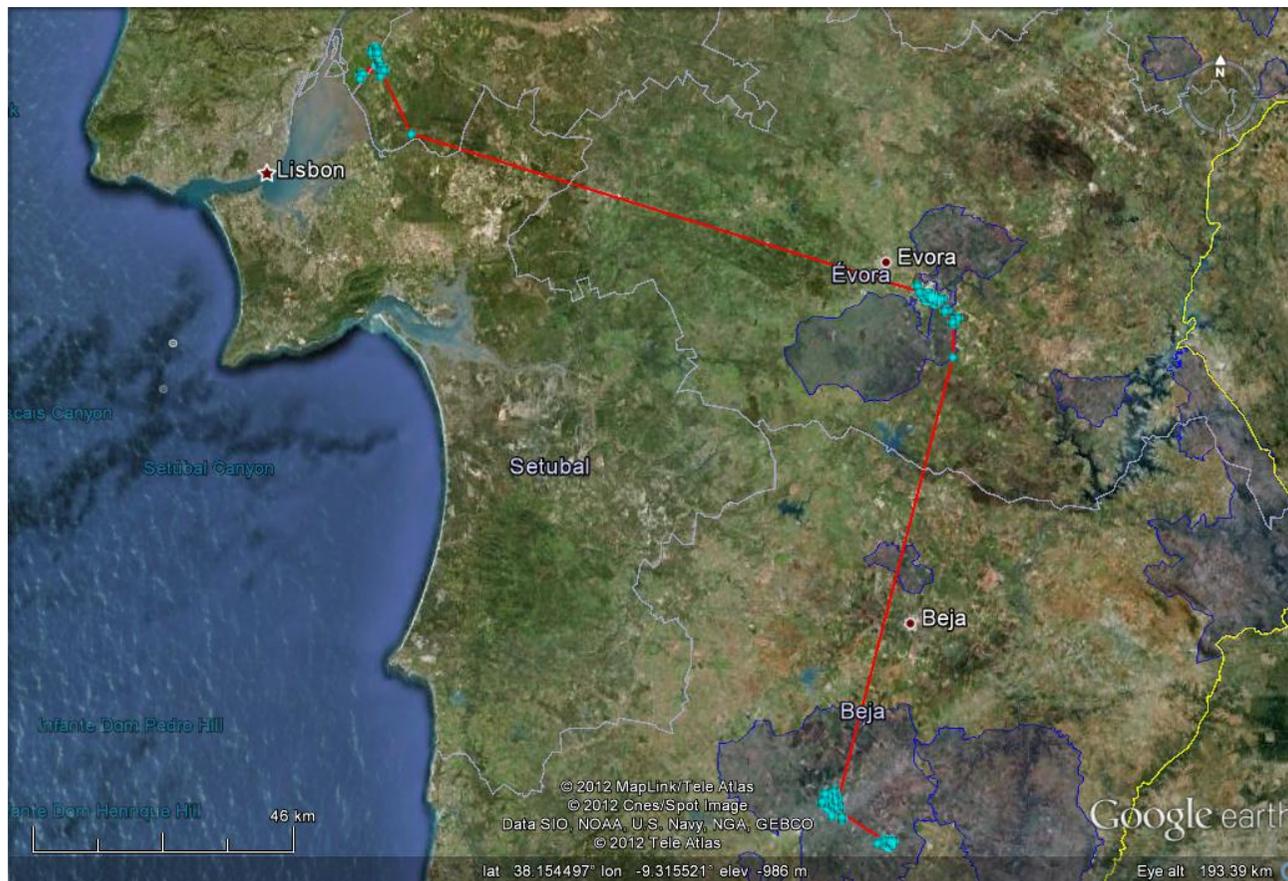
PTT # 91471_2



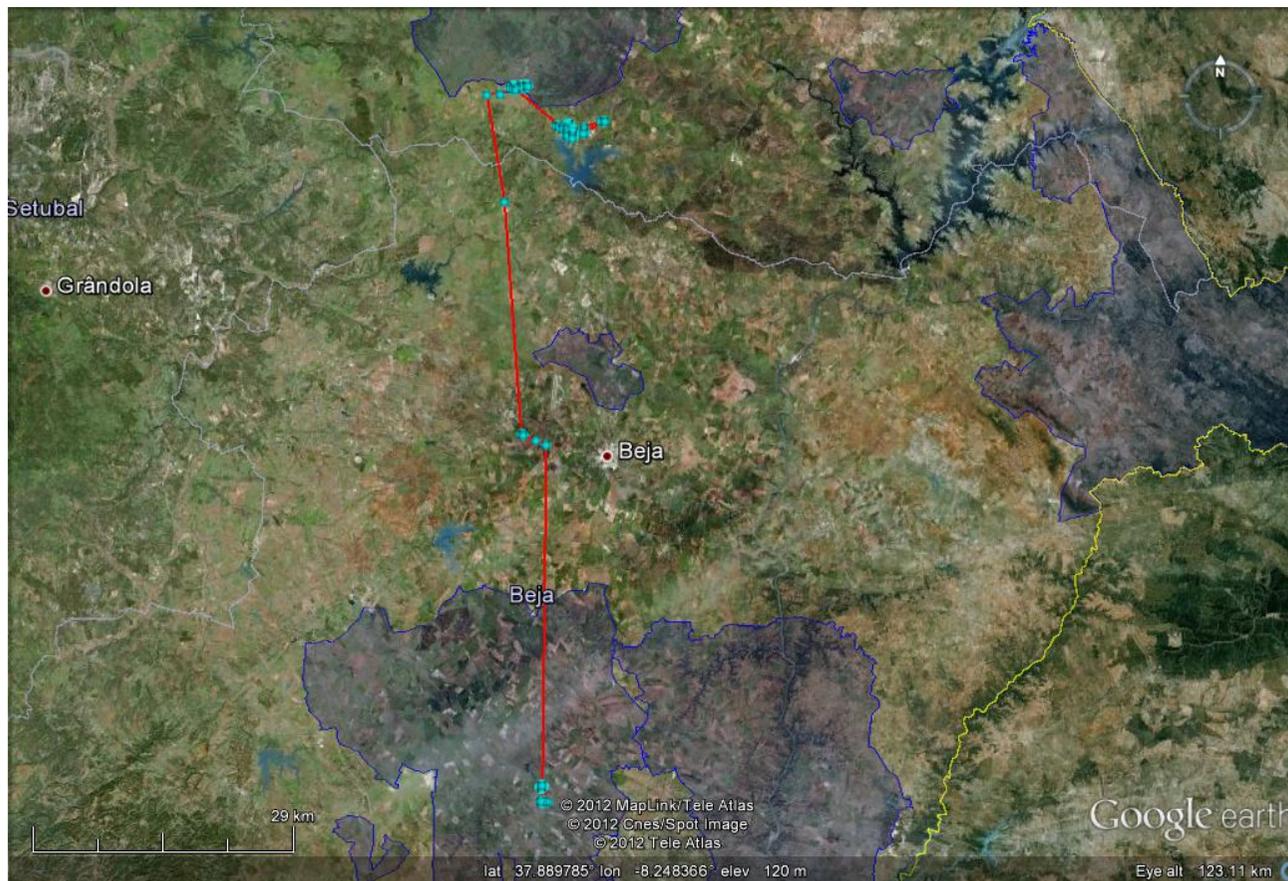
PTT # 91472



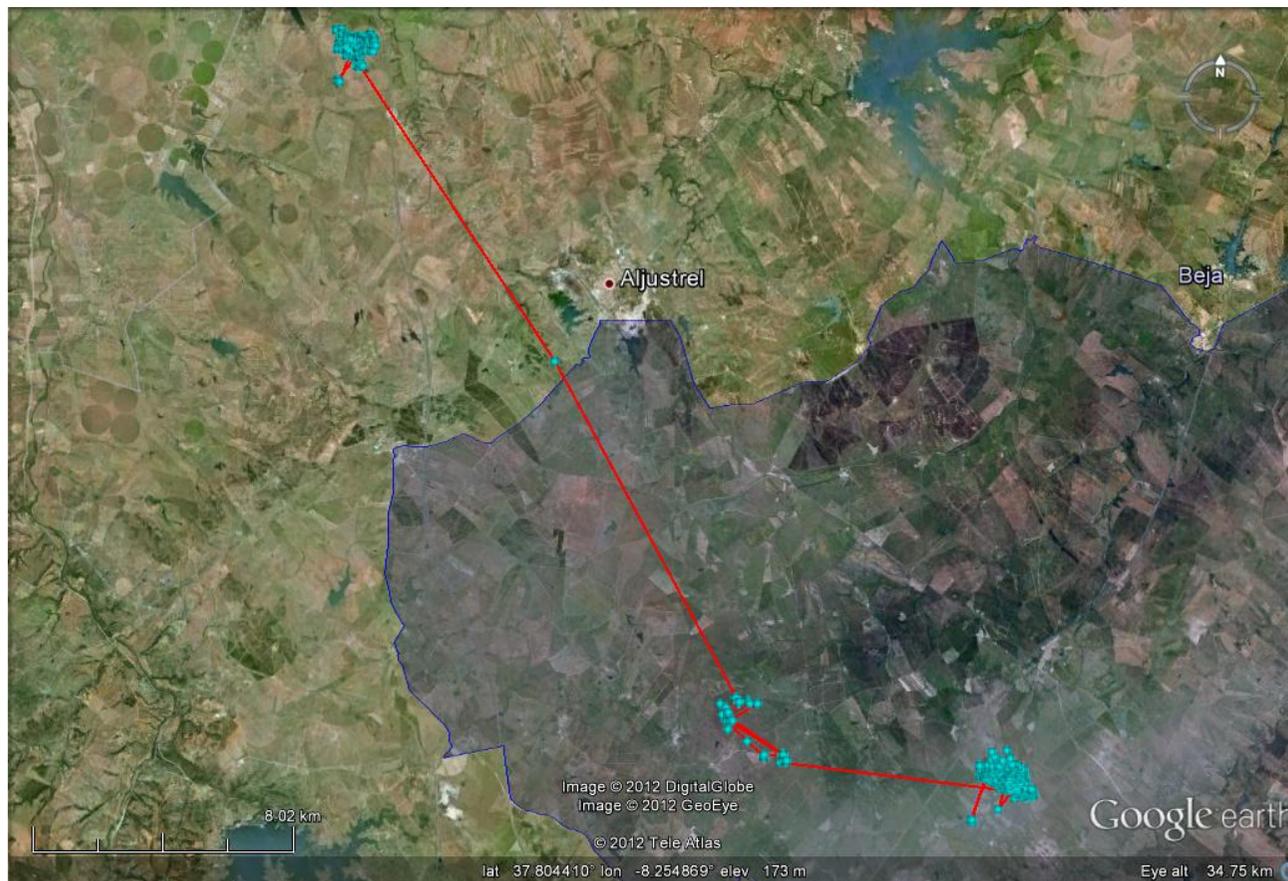
PTT # 91473_1



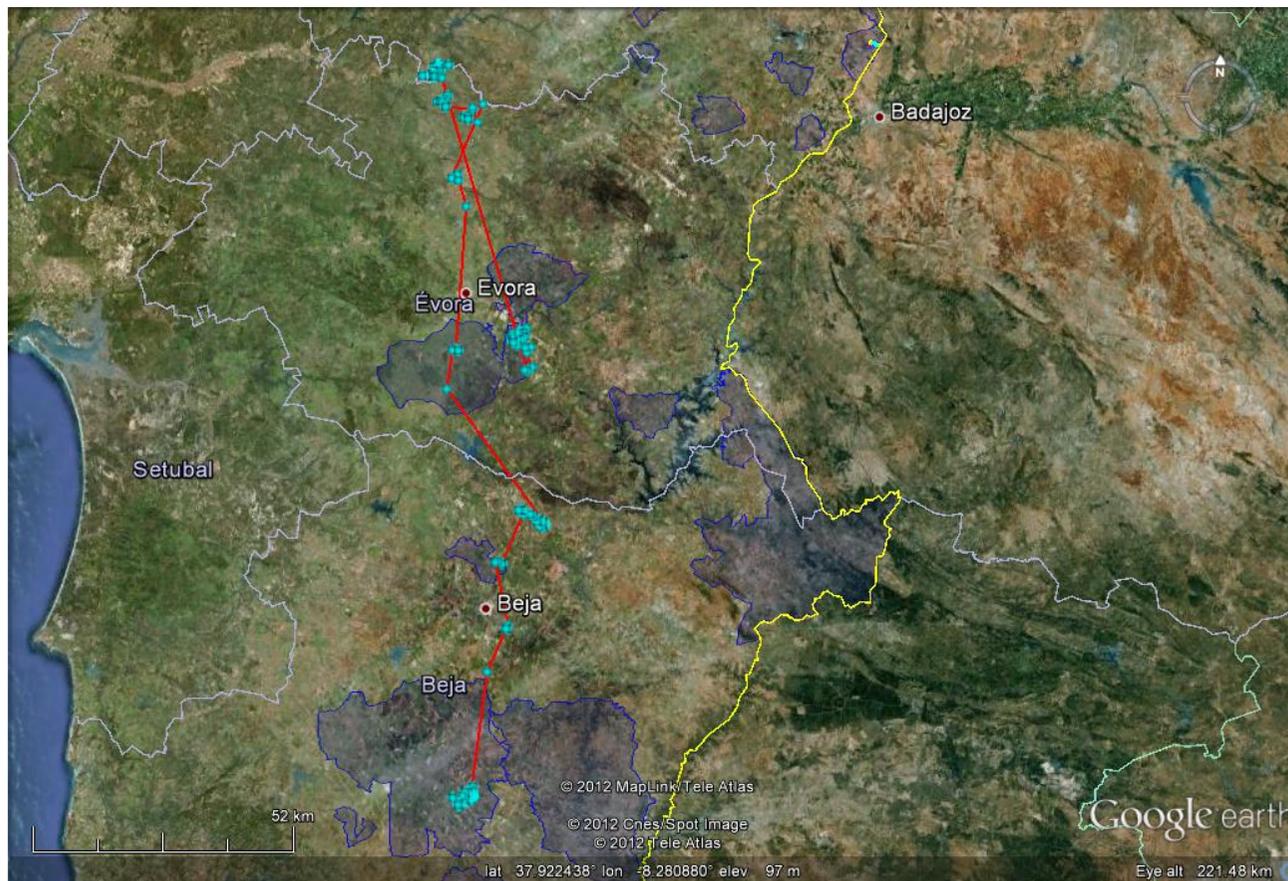
PTT # 91473_2



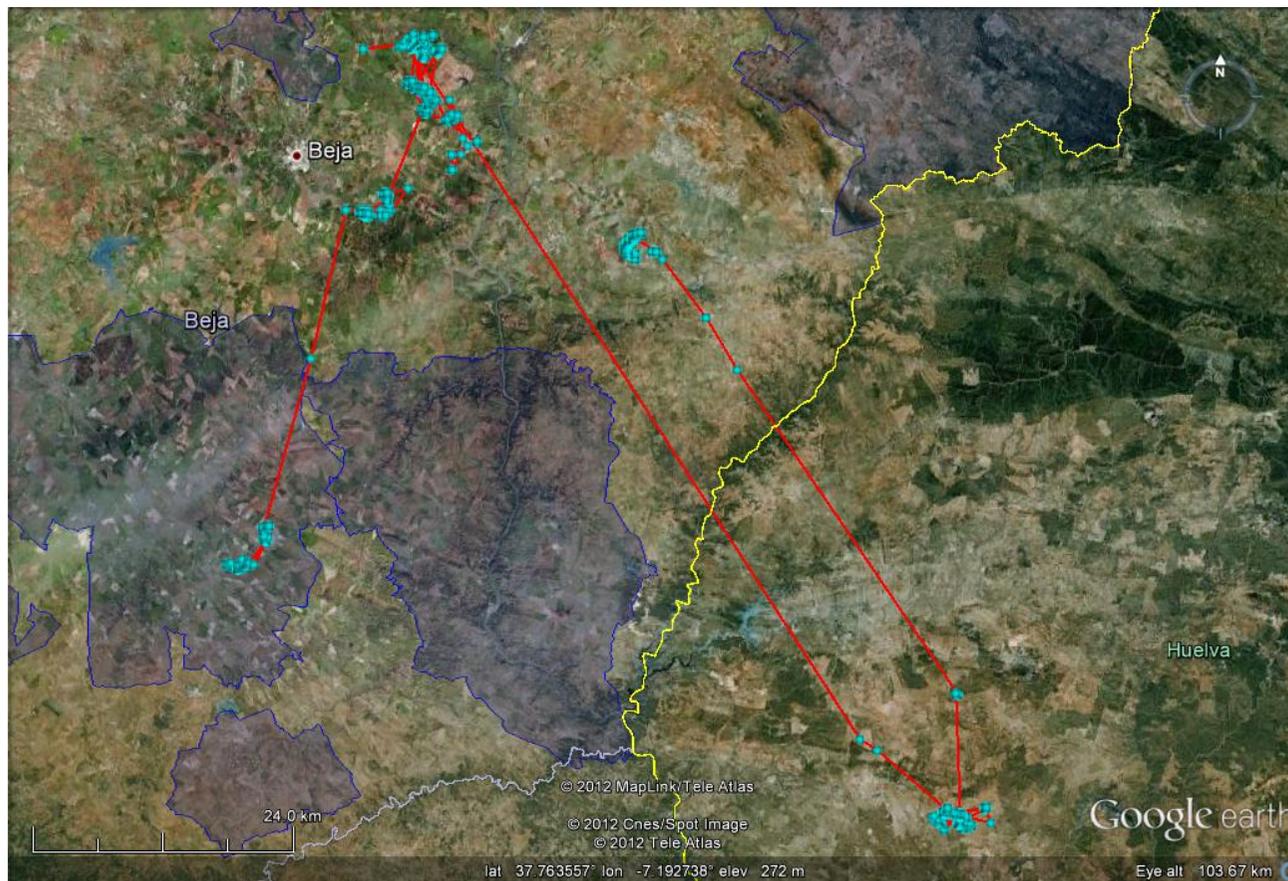
PTT # 91473_3



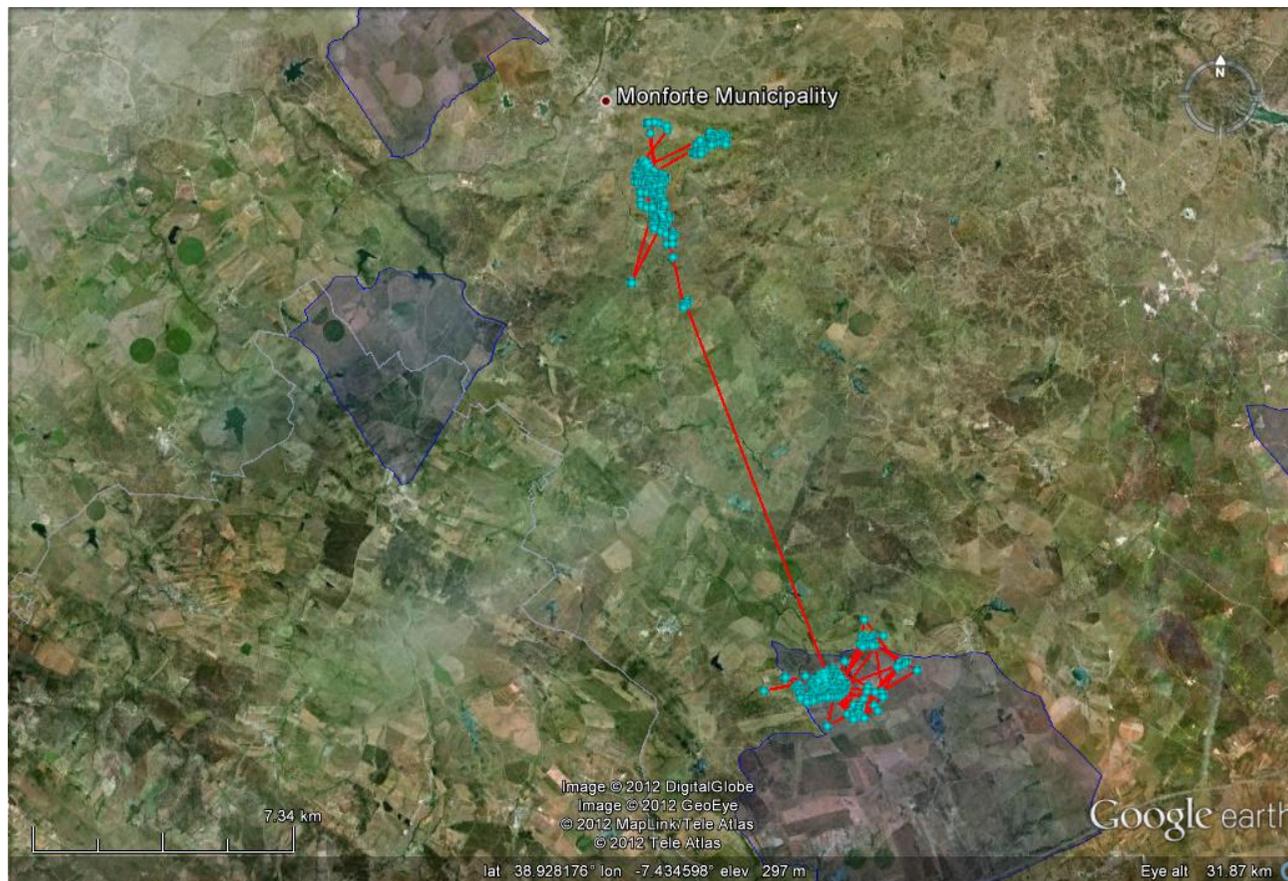
PTT # 91474_1



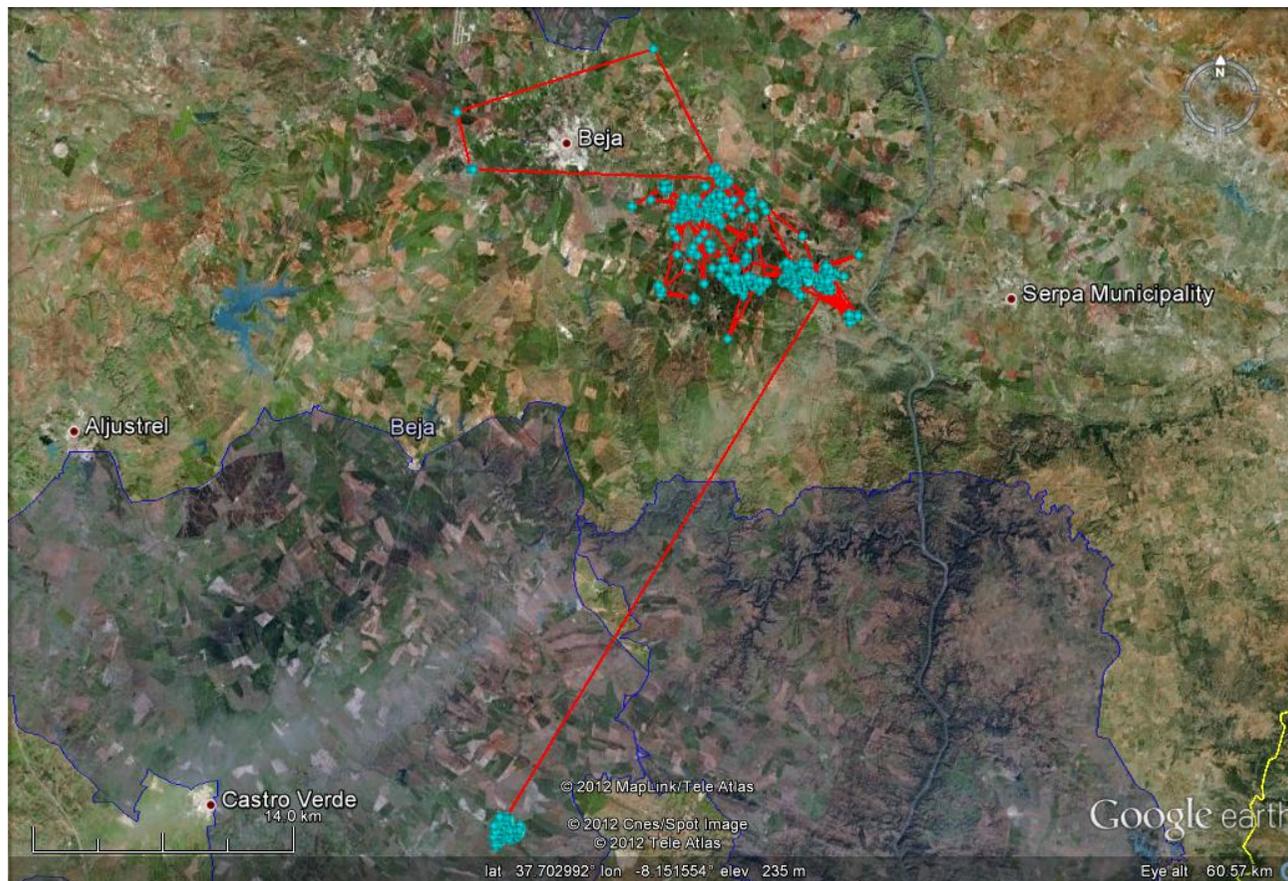
PTT # 91474_2



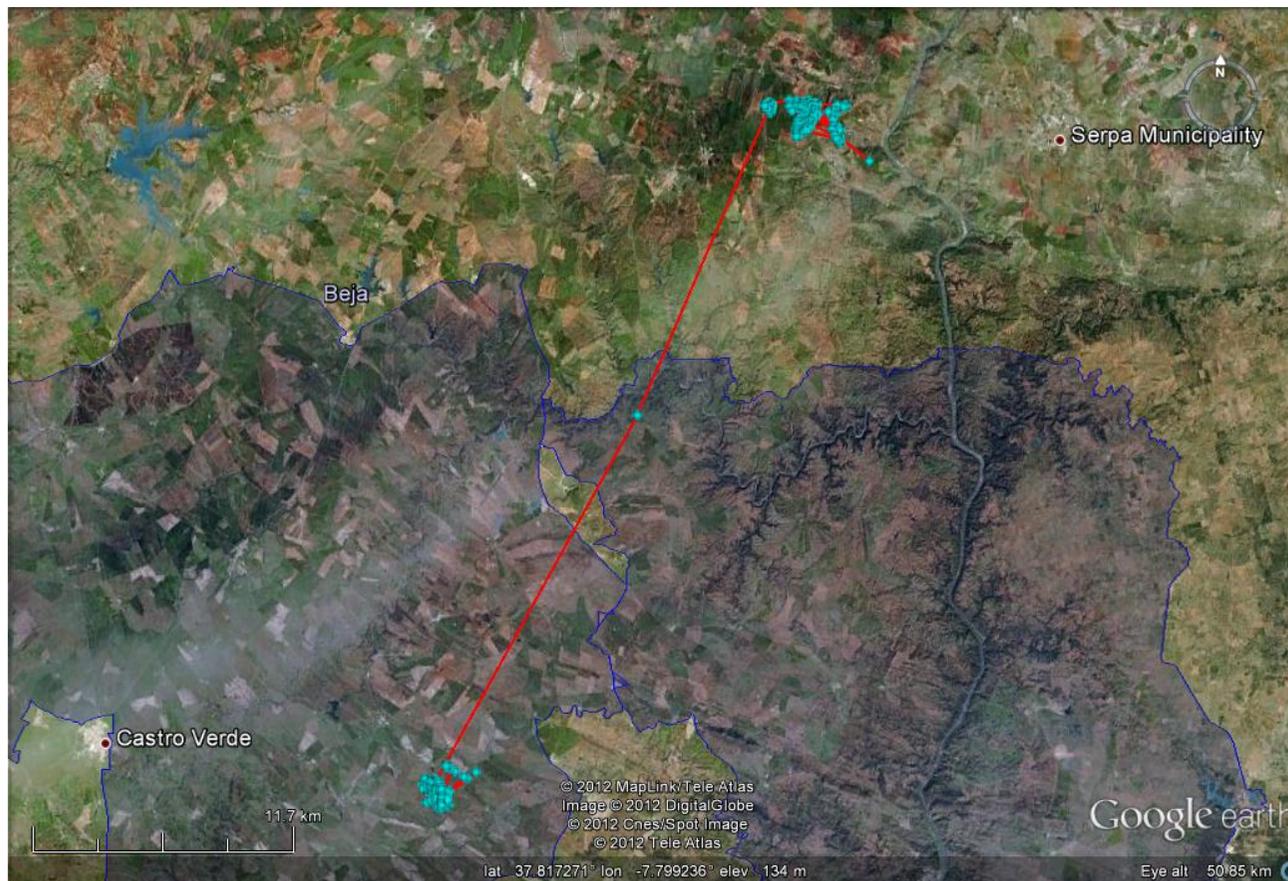
PTT # 91475_1



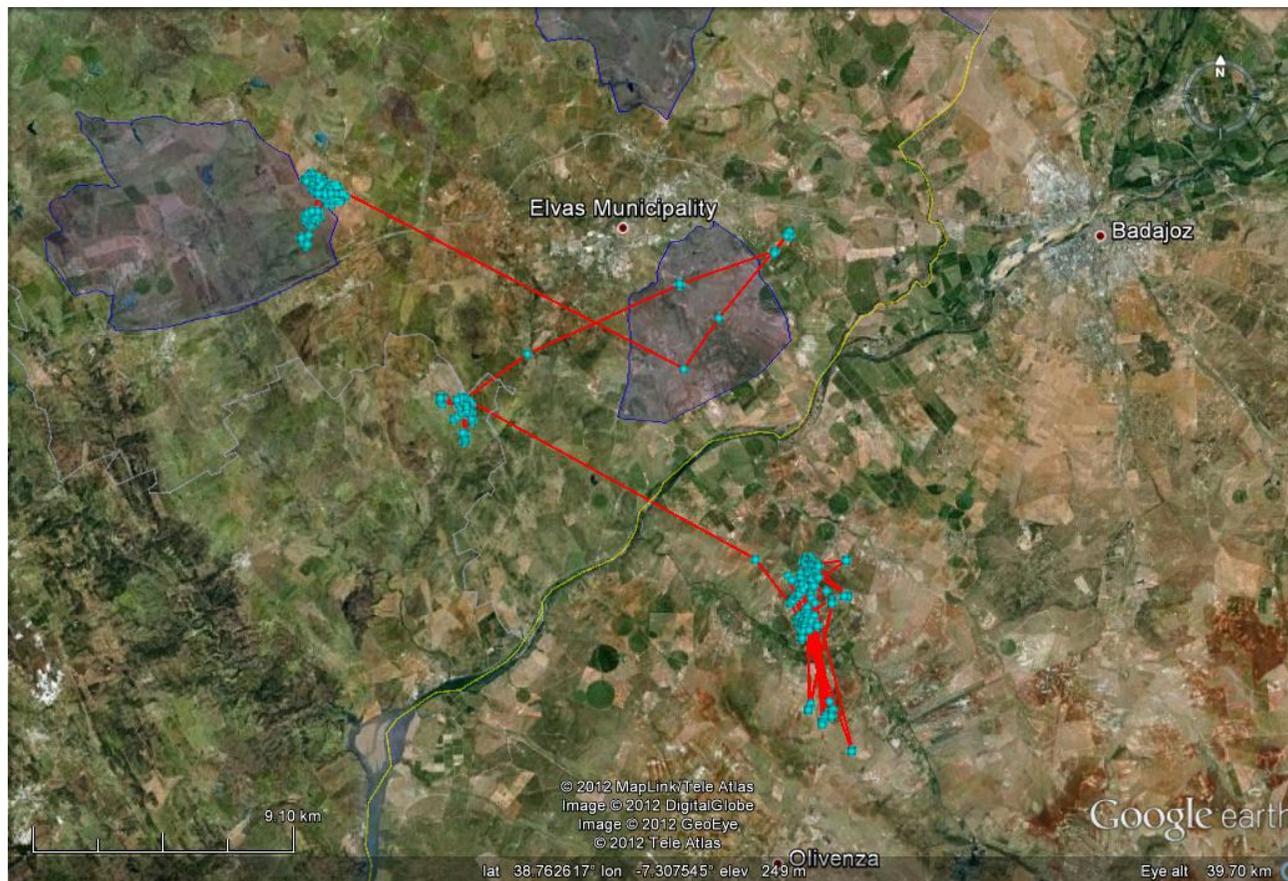
PTT # 91475_2



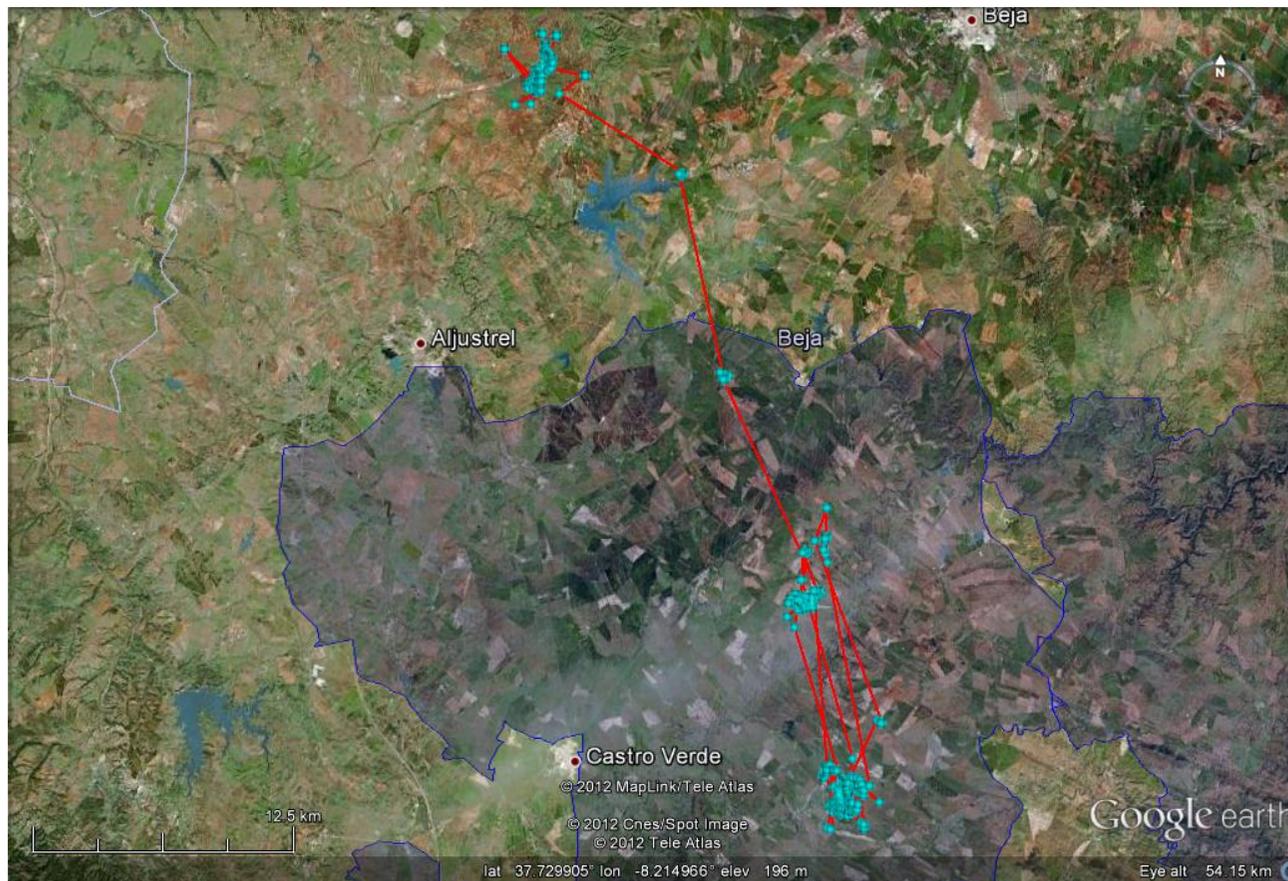
PTT # 91475_3



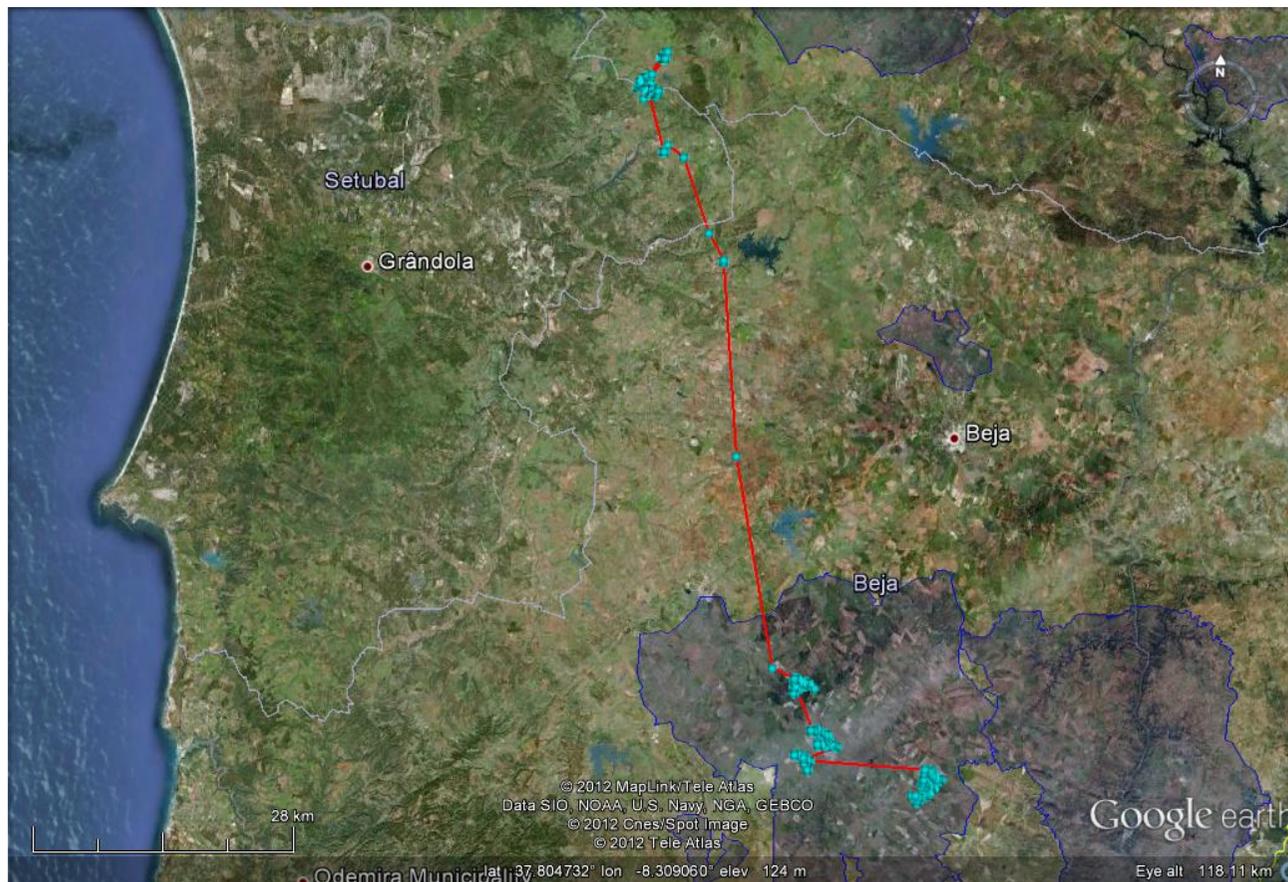
PTT # 91476_2



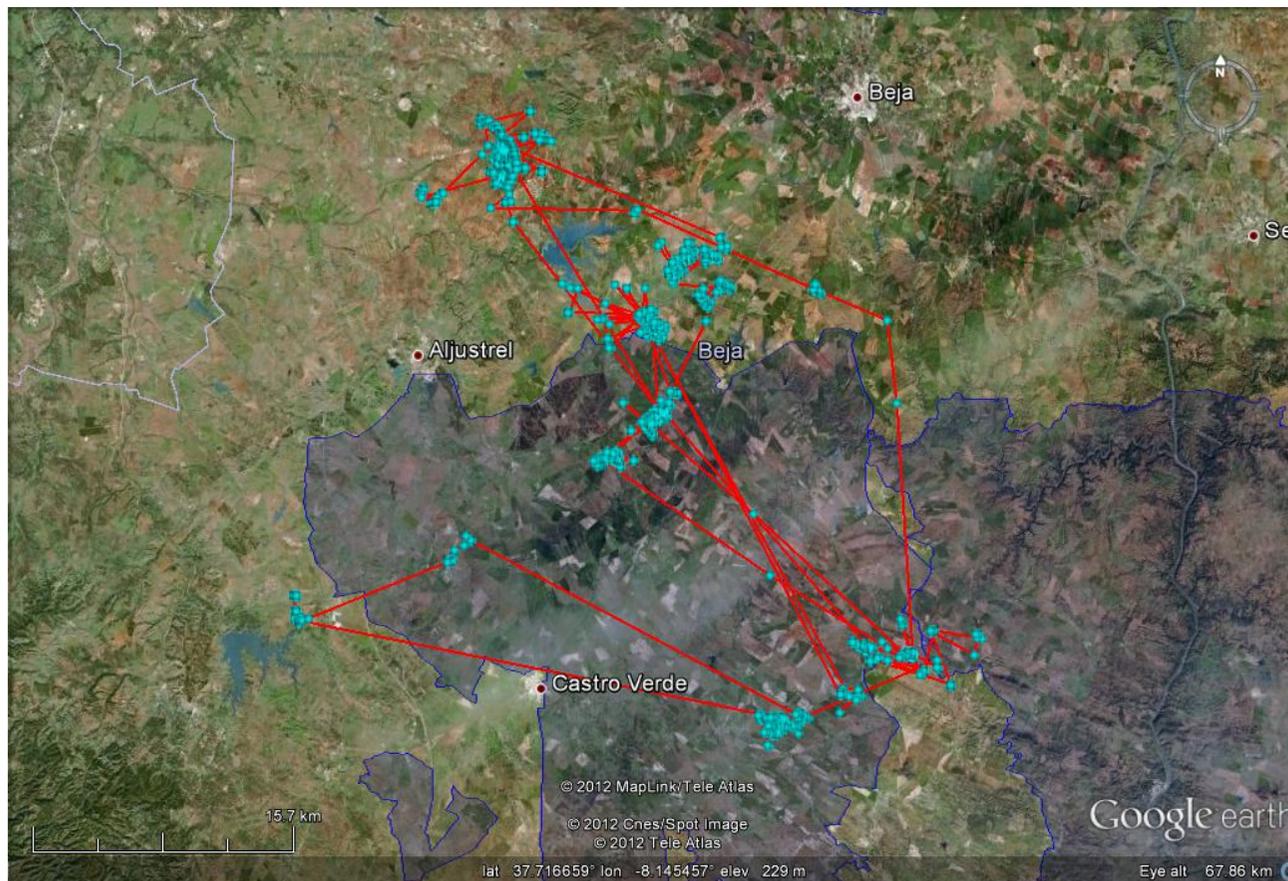
PTT # 91476_3



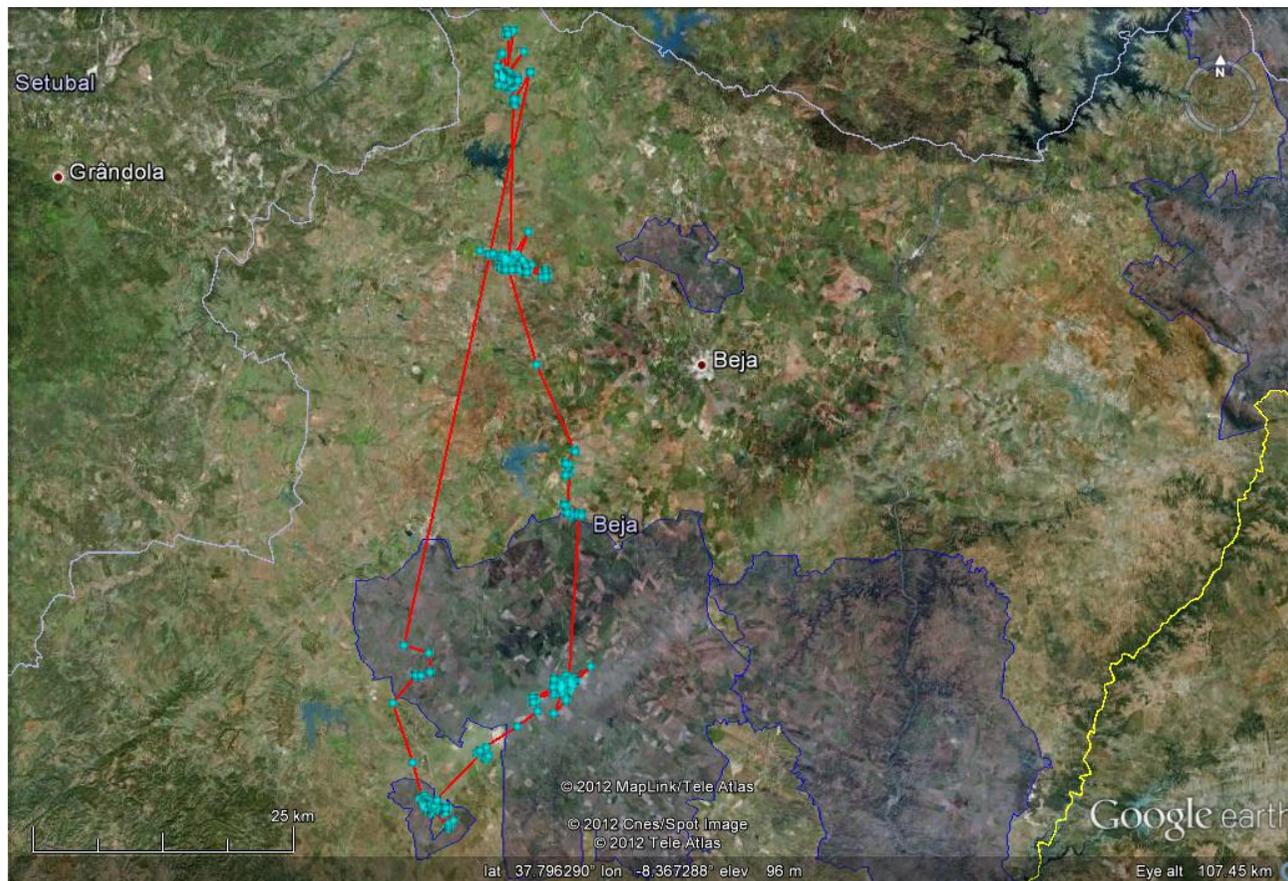
PTT # 91476_4



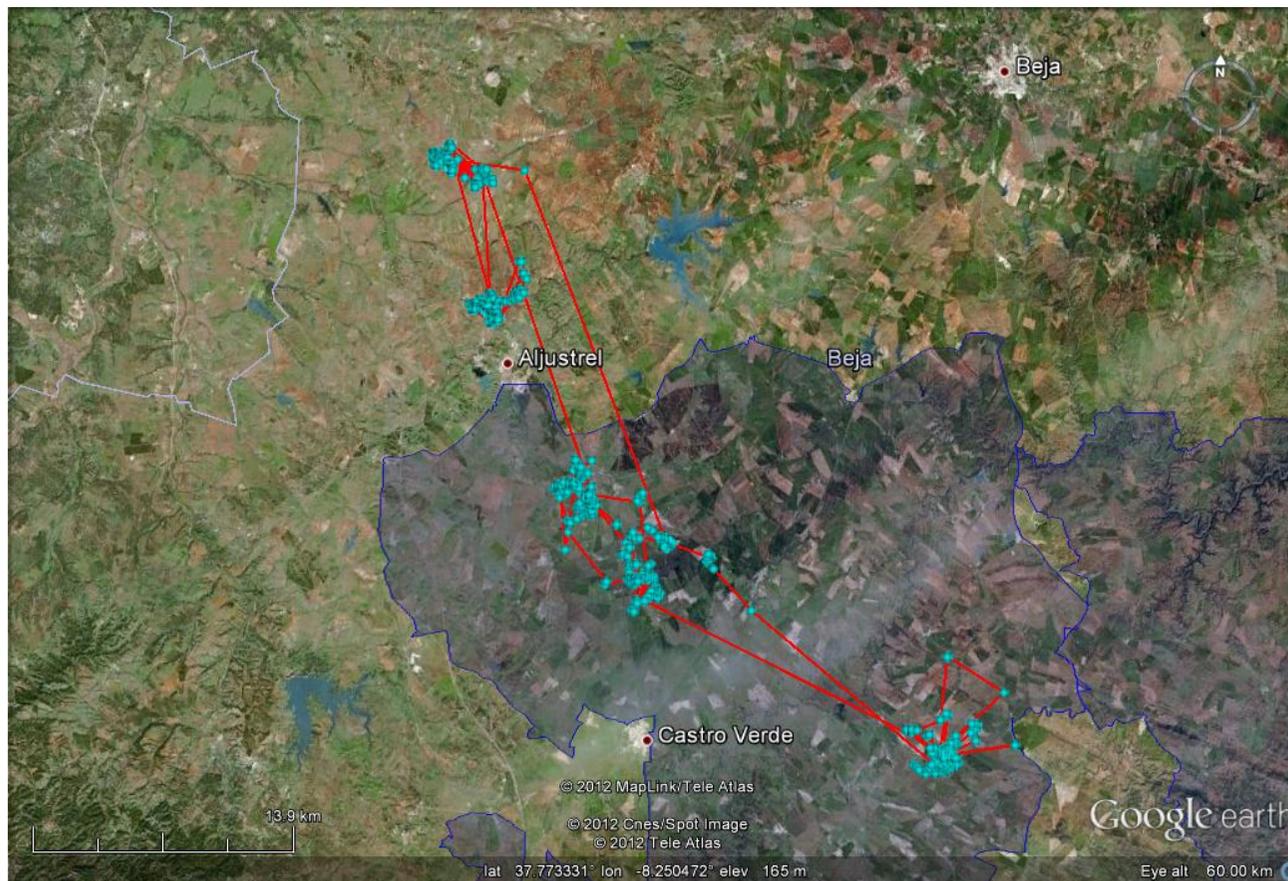
PTT # 91477



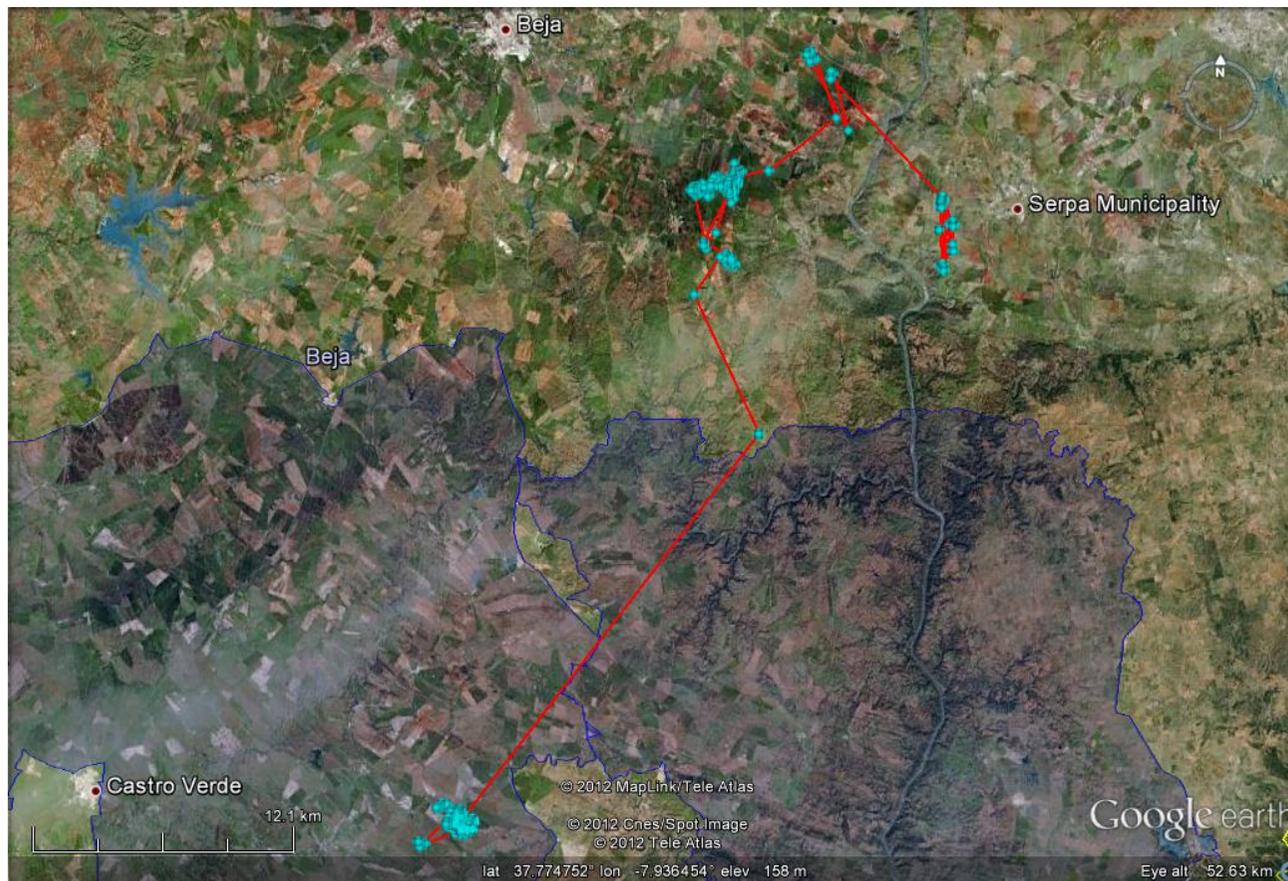
PTT # 91478_2



PTT # 91478_4



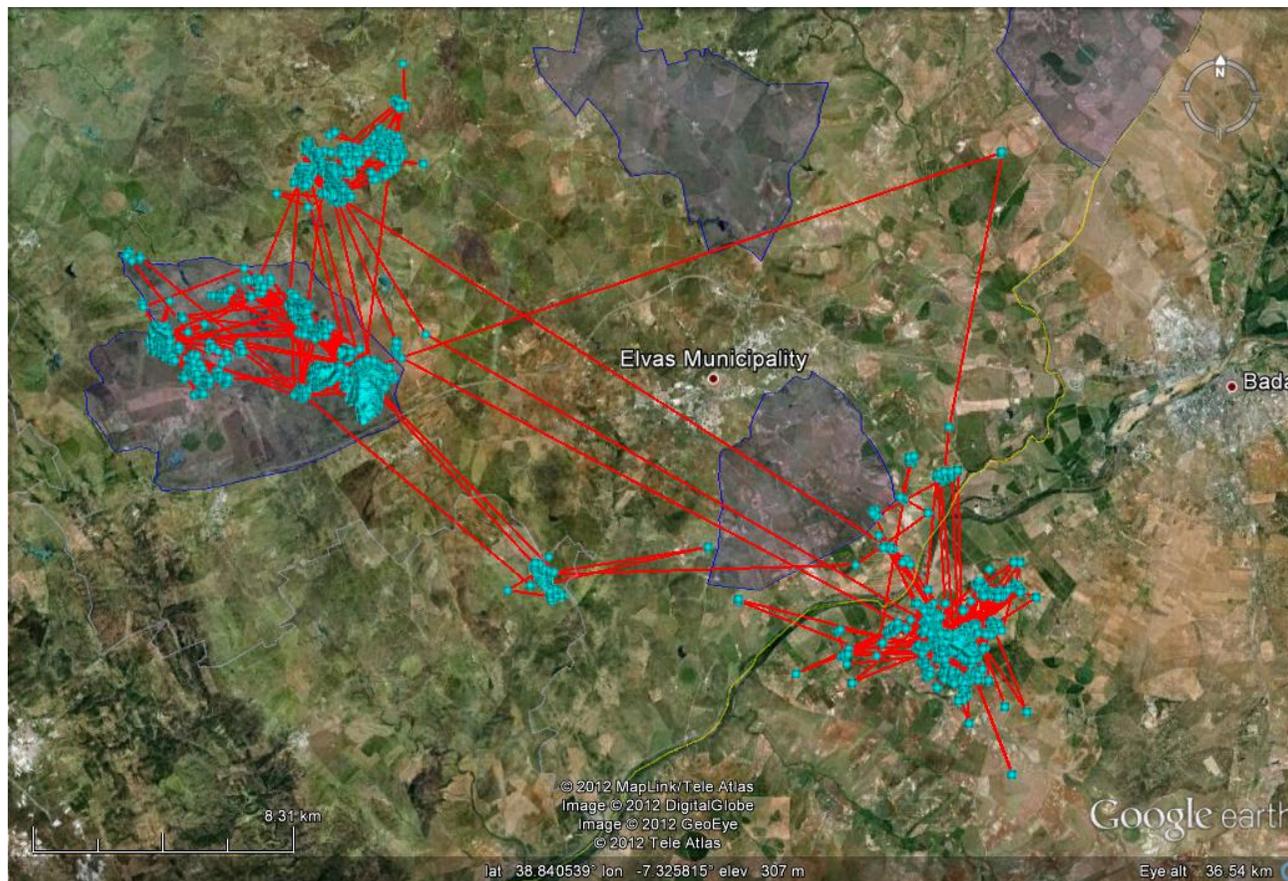
PTT # 91478_5



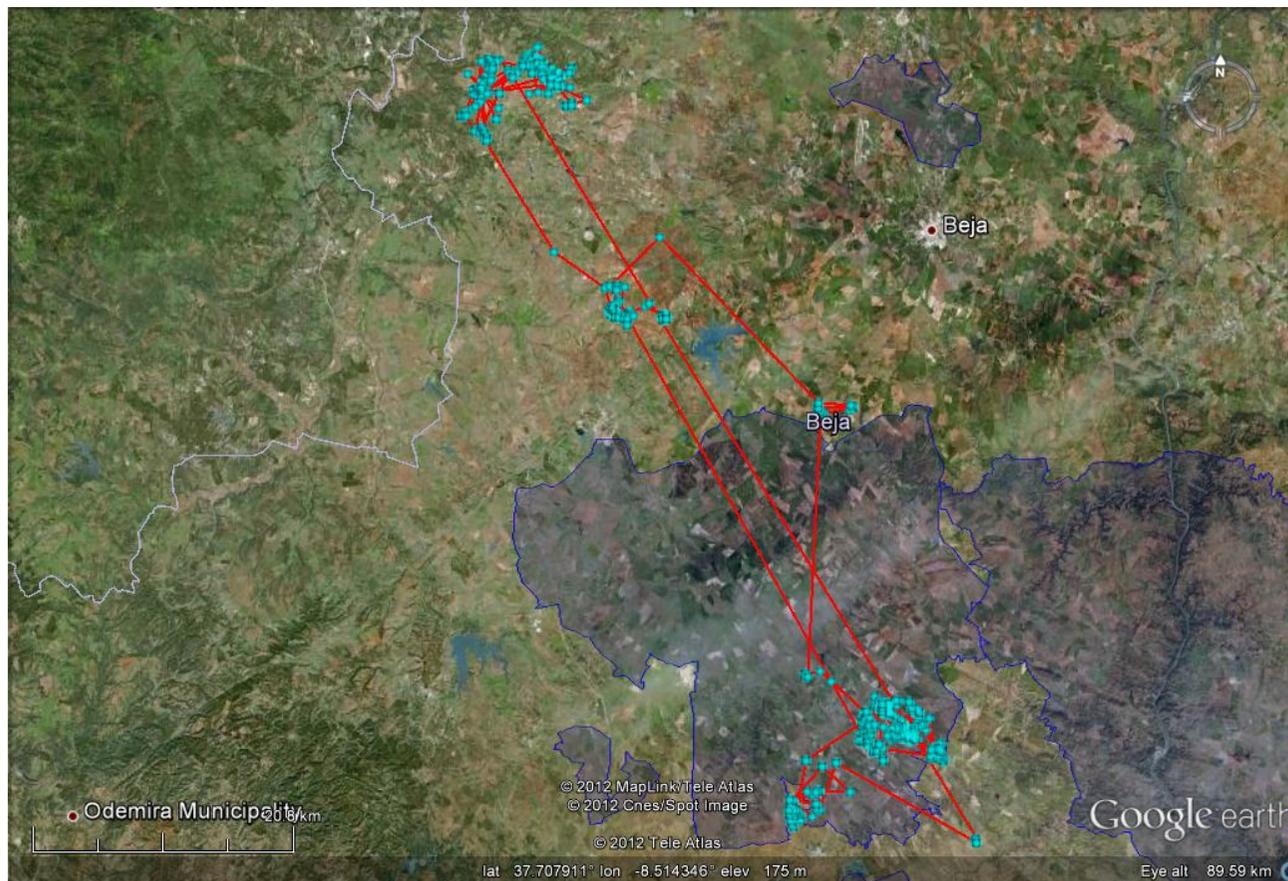
PTT # 91479



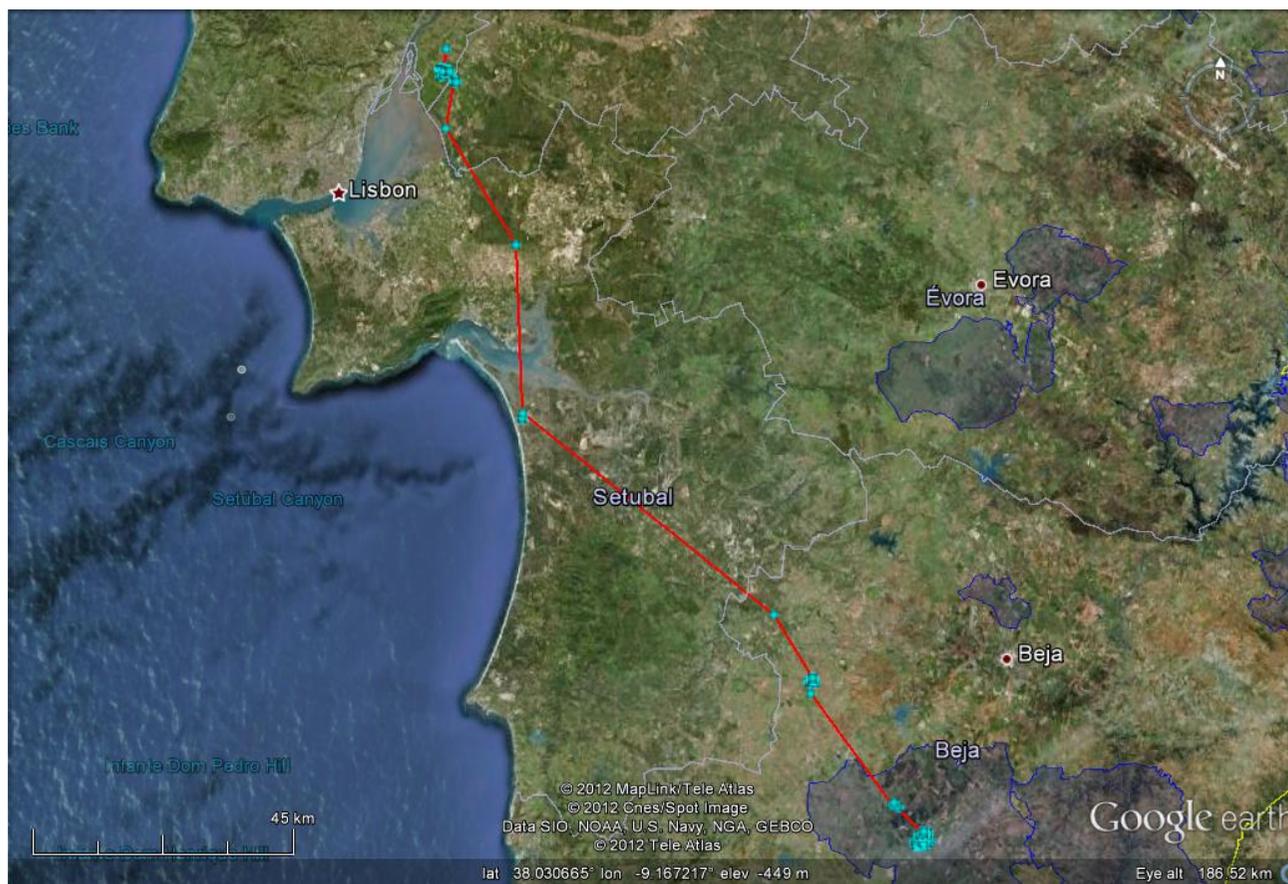
PTT # 91480



PTT # 91481_1



PTT # 91481_2



ANEXO 3

Fotografias

I - Fotos reportando a fases das capturas e marcação



Foto 1 – Treino dos procedimentos de manipulação e colocação de arneses em galinhas.

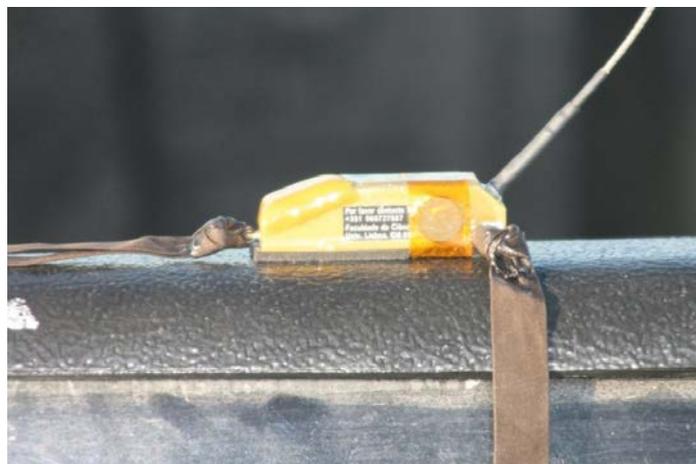


Foto 2 – Pormenor de um PTT preparado com o arnés de Ribon Teflon.



Foto 3 – Equipa que participou nas capturas de sisões em Castro Verde



Foto 4 – Equipa que participou nas capturas de sisões em Castro Verde



Foto 5 – Captura de um sisão.



Fotos 6 e 7 – Montagem do arnês no sisão.



Foto 8 – Libertação de um dos sisões rádio-marcados.

II - Fotos reportando sisões predados



Foto 8 – Vestígios do sisão #91496 predado por uma rapina.



Foto 9 – Vestígios do sisão #91478_1 predado por uma rapina.

III – Fotos do Seminário: Avaliação do risco de colisão de aves com linhas aéreas de distribuição de energia: o caso o sisão



Foto 10 – Sessão de abertura do Seminário, com a presença do Presidente do ICNB, Eng^o Tito Rosa, Presidente da LPN, Dr^a Alexandra Cunha e Representante do EDP, Eng^o Vitor Batista.

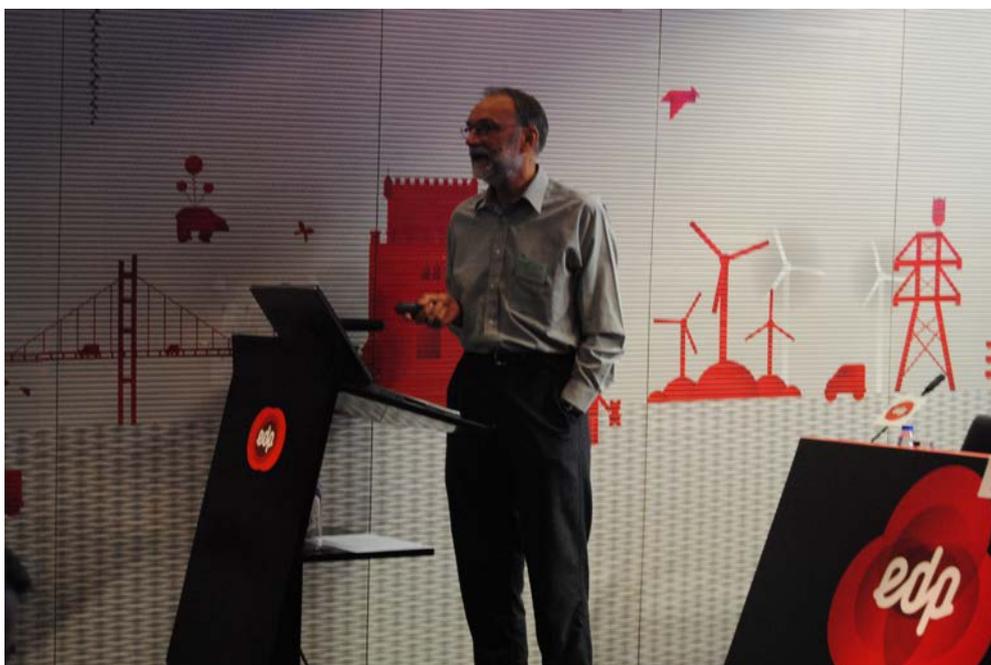


Foto 11 - Apresentação do especialista convidado, Prof. Dr. Graham Martin.

ANEXO 4

Sumário dos gastos do projeto

Sumário dos gastos efetuados

Na Tabela seguinte apresentam-se os gastos realizados pelos parceiros do projeto de acordo com as rubricas inicialmente apresentadas.

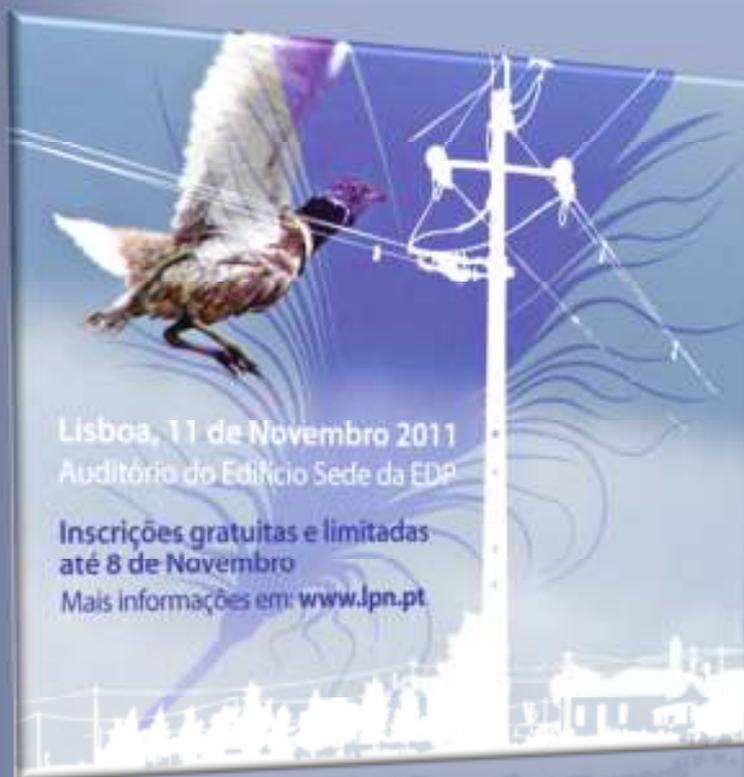
Rubricas	Orçamentado	Gasto	Saldo
ISA – CEABN			
Dados Argos	29,799.00 €	24,489.38 €	5,309.62 €
Aquisição de Serviços	18,410.00 €	7,201.85 €	11,208.15 €
Recursos humanos	19,530.00 €	30,750.00 €	- 11,220.00 €
Deslocações	5,490.00 €	5,633.95 €	- 143.95 €
Material informático	1,000.00 €	849.60 €	150.40 €
Internet móvel	480.00 €	89.90 €	390.10 €
Gastos gerais	18,677.25 €	18,677.25 €	- €
Total ISA	93,386.25 €	87,691.93 €	5,694.32 €
FCUL – CBA			
Aquisição de PTTs	41,317.50 €	41,010.18 €	307.32 €
Desalfandegamento PTTs	7,500.00 €	10,527.23 €	- 3,027.23 €
Material variado	1,500.00 €	2,045.04 €	- 545.04 €
Teflon para arneses	700.00 €	999.43 €	- 299.43 €
Missões	9,336.00 €	14,120.90 €	- 4,784.90 €
Aluguer viaturas	13,349.13 €	6,298.98 €	7,050.15 €
Aquisição serviços	4,602.50 €	200.00 €	4,402.50 €
Gastos gerais	15,682.63 €	15,682.63 €	- €
Total FCUL	93,987.76 €	90,884.39 €	3,103.37 €
LPN			
Recursos Humanos	5,754.00 €	6,254.11 €	- 500.11 €
Deslocações	2,275.00 €	2,346.40 €	- 71.40 €
Organização de <i>workshop</i>	2,600.00 €	2,538.09 €	61.91 €
Edição de actas do <i>workshop</i>	750.00 €	246.00 €	504.00 €
Gastos gerais	1,137.90 €	1,138.46 €	- 0.56 €
Total LPN	12,516.90 €	12,523.06 €	- 6.16 €
Total	199,890.91 €	191,099.38 €	8,791.53 €

Apesar de, para o presente projeto, se terem utilizado os dados dos PTT até 31 de Agosto de 2011, continua a efetuar-se o radio-seguimento dos sisões marcados. O saldo positivo obtido servirá para financiar durante mais alguns meses esta informação obtida via satélite.

ANEXO 5

Atas do Seminário:

Avaliação do risco de colisão de aves com
linhas aéreas de distribuição de energia: o caso
do sistema



SEMINÁRIO: Avaliação do risco de colisão de aves com linhas aéreas de distribuição de energia: o caso do Sisão
SEMINAR: Assessment of bird collision risk with power lines: the Little bustard case study

LIVRO DE ACTAS / PROCEEDINGS OF THE SEMINAR

November 11, 2011 | Lisbon - Portugal

ACTAS DO SEMINÁRIO:

**“Avaliação do risco de colisão de aves com linhas aéreas de distribuição de energia:
o caso do Sisão”**

Local: Auditório do Edifício Sede da EDP – Lisboa

Data: 11 de Novembro, 2011

PROCEEDINGS OF THE SEMINAR:

“Assessment of bird collision risk with power lines: the Little bustard case study”

Meeting venue: Auditorium of EDP Headquarters – Lisbon

Date: November 11, 2011



PUBLICADO PELA LPN, NOVEMBRO DE 2011 / EDITED BY LPN, NOVEMBER 2011

*Imagem na capa – concepção gráfica: Concept_Udesign; imagem do Sisão cedida por Iván Vázquez
Image on the cover – graphic design: Concept_Udesign ; image of Little bustard courtesy of Iván Vázquez*

PROGRAMA DO SEMINÁRIO:

Manhã

9:00 Recepção dos Participantes

9:30 Sessão de abertura

Alexandra Cunha – Presidente da Liga para a Protecção da Natureza (LPN)

António Manuel Neves de Carvalho – Direcção Ambiente e Sustentabilidade da EDP

Tito Rosa – Presidente do Instituto de Conservação da Natureza e da Biodiversidade (ICNB)

Moderação – Jorge Palmeirim

9:45 "Compreender as colisões da avifauna: a perspectiva das aves"

Graham Martin – Especialista convidado

(Professor Emérito – Centro de Ornitologia, Escola de Bio-Ciências, Universidade de Birmingham)

10:30 Abordagem metodológica e principais conclusões do projeto "Movimentos locais e regionais do sisão (*Tetrax tetrax*): aplicação ao desenvolvimento de uma carta de risco de colisão com linhas aéreas de distribuição de energia"

Francisco Moreira – Centro de Ecologia Ambiental "Baeta Neves" / Instituto Superior de Agronomia (ISA) da Universidade Técnica de Lisboa e Coordenador do projecto

Rita Alcazar – Programa Castro Verde Sustentável da Liga para a Protecção da Natureza

Jorge Palmeirim – Centro de Biologia Ambiental / Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa (FCUL)

10:45 Pausa para Café

11:15 "Cartografia do risco de colisão do sisão com a rede de distribuição de energia: implicações para a instalação de novas linhas estruturantes"

João Paulo Silva – Centro de Ecologia Ambiental "Baeta Neves" / ISA e Centro de Biologia Ambiental / FCUL

11:45 Debate

12:15 Pausa para Almoço

Tarde – Sessões Plenárias

Moderação – João Paulo Silva

14:30 "Avaliação de colisão de aves estepárias em vedações e linhas eléctricas na Zona de Protecção Especial (ZPE) de Castro Verde"

Rita Alcazar, Beatriz Estanque e João Guilherme – LPN

14:50 "Avifauna e Linhas Eléctricas: a contribuição dos PPDA para o conhecimento e minimização do impacto"

Julieta Costa e Isabel Fagundes – SPEA; *Samuel Infante* - QUERCUS

15:10 "Mortalidade de abetarda e sisão em linhas de muito alta tensão. O Alentejo e a ZPE de Castro Verde como casos de estudo"

Teresa Marques – FCT/UNL e *António Mira* – CIBIO-Núcleo de Évora/Universidade de Évora

15:30 Pausa para Café

Moderação – Francisco Moreira

15:50 "Protecção da avifauna contra a colisão e electrocussão em linhas eléctricas e o manual de análise de projectos de linhas aéreas de distribuição e transporte de energia eléctrica"

Júlia Almeida – ICNB

16:10 "A EDP Distribuição e a avifauna"

Carlos Rochinha e Joana Bernardo – EDP Distribuição

16:30 "Medidas de minimização implementadas em linhas de muito alta tensão para reduzir o impacto por colisão em aves estepárias"

Vanda Costa – REN

17:00 Debate

17:30 Sessão de Encerramento

ÍNDICE DE CONTEÚDOS / TABLE OF CONTENTS

Sessão de Enquadramento / Context Session

"Compreender as colisões da avifauna: a perspectiva das aves"	2
"Understanding avian collisions: a birds' eye view"	4
<i>Graham Martin</i>	

Abordagem metodológica e principais conclusões do projeto "Movimentos locais e regionais do sisão (<i>Tetrax tetrax</i>): aplicação ao desenvolvimento de uma carta de risco de colisão com linhas aéreas de distribuição de energia"	6
Methodology and main conclusions of the project "Regional and local movements of little bustard (<i>Tetrax tetrax</i>): developing a map of the risk of collision with overhead distribution power lines"	8
<i>Francisco Moreira, Rita Alcazar, Jorge Palmeirim</i>	

"Cartografia do risco de colisão do sisão com a rede de distribuição de energia: implicações para a instalação de novas linhas estruturantes e identificação dos casos mais problemáticos"	9
"Little bustard's collision risk maps with overhead distribution power lines: implications for the planning of new power lines and identification of existing power lines at hazardous sites"	11
<i>João Paulo Silva</i>	

Sessões Plenárias / Plenary Sessions

"Avaliação da mortalidade de aves estepárias por colisão com linhas eléctricas e vedações, na ZPE de Castro Verde"	14
"Evaluation of the mortality of steppe birds by collision with power lines and fences, in the Castro Verde SPA"	15
<i>Rita Alcazar, Beatriz Estanque, João Guilherme</i>	

"Avifauna e linhas eléctricas: a contribuição dos PPDA para o conhecimento e minimização do impacte"	16
"Birds and power lines: the PPDA contribution for a better impact understanding and mitigation"	17
<i>Julieta Costa, Samuel Infante, Isabel Fagundes</i>	

"Mortalidade de abetarda e sisão em linhas de muito alta tensão. O Alentejo e a ZPE de Castro Verde como casos de estudo"	18
"Great bustard and little bustard mortality in transmission lines. Alentejo and Castro Verde SPA as case studies"	19
<i>Teresa Marques, António Mira</i>	

"Protecção da avifauna contra a colisão e electrocussão em linhas eléctricas e o manual de análise de projectos de linhas aéreas de distribuição e transporte de energia eléctrica"	20
"Birds protection against collision and electrocution in power lines and the manual to analyze projects of electrical energy transportation and distribution lines"	21
<i>Júlia Almeida</i>	

"A EDP Distribuição e a avifauna"	22
"The EDP Distribuição and birds"	23
<i>Carlos Rochinha e Joana Bernardo</i>	

"Medidas de minimização implementadas em linhas de transporte de energia para reduzir o impacte da mortalidade por colisão em aves estepárias"	24
"Mitigation measures implemented in power transmission lines to reduce the impact of collision mortality in steppe birds"	25
<i>Vanda Costa</i>	

ACTAS DO SEMINÁRIO: “Avaliação do risco de colisão de aves com linhas aéreas de distribuição de energia: o caso do Sisão”

PROCEEDINGS OF THE SEMINAR: “Assessment of bird collision risk with power lines: the Little bustard case study”

**SESSÃO DE ENQUADRAMENTO /
CONTEXT SESSION**

“COMPREENDER AS COLISÕES DA AVIFAUNA: A PERSPECTIVA DAS AVES”

*Graham Martin*¹

Contexto geral. A ecologia sensorial investiga a informação subjacente à interacção dos animais com o ambiente envolvente. Neste artigo realiza-se um enquadramento da ecologia sensorial para avaliar o porquê das aves voadoras colidirem com estruturas proeminentes que invadem o espaço aéreo aberto. Estas estruturas incluem linhas eléctricas, vedações, postes de comunicações, aerogeradores e edifícios. Tais colisões podem ocorrer em determinadas condições, quer de elevada quer de reduzida visibilidade. Argumenta-se que é inútil a perspectiva humana dos problemas que estes obstáculos causam. As aves vivem em mundos visuais diferentes do dos humanos. Os aspectos chave destas diferenças nos mundos visuais, dizem respeito à visão das cores, resolução, campos visuais e a função da visão binocular. Estas diferenças são resumidas e demonstram como difere a forma de ver o mundo pelos olhos humanos e pelos olhos das aves. É dada particular atenção ao papel dos campos visuais e da visão binocular.

Campos visuais e voo. Quando em voo, as aves podem virar a cabeça para olhar para baixo, em ambos os movimentos verticais e laterais, utilizando quer o campo binocular quer a parte lateral do campo visual do olho. Tal comportamento pode não ser invulgar, resultando na cegueira temporal na direcção da viagem, no caso de algumas espécies como as abetardas, grous, abutres e águias, o que as torna particularmente vulneráveis a colisões. Contudo, espécies como as garças, patos e gansos têm uma visão com um amplo campo visual do caminho à frente mesmo quando a cabeça está virada para baixo, o que poderá resultar numa menor vulnerabilidade.

Visão frontal e distância temporal à zona de contacto. Mesmo se as aves estão a olhar para a frente, a visão frontal pode não ser de alta resolução. Em geral, a alta resolução ocorre nos campos laterais da visão. A visão frontal das aves pode estar ajustada para a detecção de movimento e refere-se à extracção de informação a partir do campo de fluxo óptico e não à detecção de grandes detalhes espaciais ou da distância. O campo do fluxo óptico determina directamente, tanto a direcção da viagem quanto o tempo de reacção a um objecto para o qual a ave se dirige. A distância absoluta a um objecto pode não ser importante, é a distância temporal ao objecto que está à frente da ave que é importante para o controlo do voo. Isto porque é esta distância temporal que determina se uma ave em voo tem tempo de manobra para evitar o objecto.

Não ver o caminho à frente? As aves provavelmente utilizam a visão lateral para a detecção de outras aves, oportunidades de alimento e predadores. A sua detecção pode ser mais importante do que simplesmente olhar para a frente durante o voo em espaço aéreo aberto. As aves em voo podem presumir que o ambiente adiante não está obstruído. Mesmo que estejam viradas para a frente, podem

¹ **Centro de Ornitologia, Faculdade de Biociências, Universidade de Birmingham**
Edgbaston, Birmingham, B15 2TT, Reino Unido.
g.r.martin@bham.ac.uk | Perfil Pessoal: www.birmingham.ac.uk/schools/biosciences/staff

deixar de ver um obstáculo, uma vez que não podem prever obstruções; não têm uma “percepção prévia” dos artefactos humanos como edifícios, fios de linhas eléctricas ou turbinas eólicas.

Velocidade do voo e alteração da visibilidade. Cada uma das espécies de aves pode apenas voar dentro de uma gama restricta de velocidades e são por isso incapazes de ajustar o grau de obtenção de informação visual, à medida que aumentam os desafios dos sensores do ambiente (fraca visibilidade devido a reduzidos níveis de luz, chuva, neblinas, etc.). Ao contrário dos humanos as aves não podem simplesmente viajar mais devagar porque a visibilidade diminui.

Soluções para a redução da colisão. Embora seja sempre aconselhável tornar os perigos mais evidentes, tais medidas apenas fornecem uma solução parcial, e podem ser ineficazes para espécies com maior propensão à colisão como as grandes aves de rapina, grous e abetardas. Advoga-se que para reduzir as colisões com perigos conhecidos, como turbinas eólicas ou linhas eléctricas, algo colocado no chão pode ser mais importante do que algo colocado no obstáculo em si mesmo. Uma gestão de habitat que disponibilize zonas adequadas à alimentação das aves, a instalação de silhuetas de aves da mesma espécie ou de sons de alerta, localizados a uma distância adequada do perigo, podem ser formas eficazes de reduzir as colisões, ao promoverem o pouso das aves antes de alcançarem o perigo. Contudo, não existe uma forma eficaz e única para reduzir as colisões para múltiplas espécies em todos os locais. Soluções de aviso ou diversão e distração podem precisar de ser adaptadas para espécies-alvo específicas.

Palavras-chave: ecologia sensorial, visão, informação visual, percepção visual, cor, acuidade, visão binocular, fluxo óptico, linhas eléctricas, turbinas eólicas, lateralidade

Leituras Recomendadas:

Martin GR (2009) What is binocular vision for? A birds' eye view. *J.Vis.* **9**:1-19

Martin GR (2011) Through Birds' Eyes: insights into avian sensory ecology. *J. Ornithol.* DOI 10.1007/s10336-011-0771-5

Martin GR (2011) Understanding bird collisions with man-made objects: a sensory ecology approach. *Ibis* **153**: 239-254

Martin GR, Portugal SJ, Murn CP (2011) Perceptual Basis of Vulture Vulnerability to Collisions. *Ibis* (under review)

Martin GR, Shaw JM (2010) Bird collisions with power lines: Failing to see the way ahead? *Biol. Conserv.* **143**: 2695-2702

“UNDERSTANDING AVIAN COLLISIONS: A BIRDS’ EYE VIEW”

*Graham Martin*²

General background. Sensory ecology investigates the information that underlies an animal’s interactions with its environment. A sensory ecology framework is used here to assess why flying birds collide with prominent structures which intrude into the open airspace. These include power lines, fences, communication masts, wind turbines and buildings. Such collisions can occur under conditions of both high and low visibility. It is argued that a human perspective of the problems posed by these obstacles is unhelpful. Birds live in different visual worlds to that of humans. Key aspects of these differences in visual worlds are found with respect to colour vision, resolution, visual fields and the function of binocular vision. These differences are summarised and demonstrate the general ways in which bird and human eye views of the world differ. More detailed attention is given to the role of visual fields and binocular vision.

Visual fields and flight. When in flight, birds may turn their heads in both pitch and yaw to look down, either with the binocular field or with the lateral part of an eye’s visual field. Such behaviour may not be unusual and results in certain species including Bustards, Cranes, Vultures and Eagles being at least temporarily blind in the direction of travel and this may make them particularly vulnerable to collisions. However, species such as Herons, Ducks and Geese have comprehensive visual coverage of the way ahead even when their heads are pitched forwards and this may result in them being less vulnerable.

Frontal vision and time-to-contact. Even if birds are looking ahead, frontal vision may not be in high resolution. In general, high resolution occurs in the lateral fields of view. Frontal vision in birds may be tuned for the detection of movement and is concerned with the extraction of information from the optical flow field, rather than the detection of high spatial detail or distance. The optic flow field determines directly both the direction of travel and the time-to-contact an object to which a bird is heading. Absolute distance to an object may not be important; it is time-to-contact an object that lies ahead which is important for the control of flight. This is because time-to-contact determines whether a flying bird has time to manoeuvre in order to avoid an object.

Failing to see the way ahead? Birds probably employ lateral vision for the detection of other birds, foraging opportunities and predators. The detection of these may be more important than simply looking ahead during flight in the open airspace. Birds in flight may predict that the environment ahead is not cluttered. Even if they are facing forward, they may fail to see an obstacle since they may not predict obstructions; perceptually they have no “prior” for human artefacts such as buildings, power wires or wind turbines.

² Centre for Ornithology, School of Biosciences, University of Birmingham
Edgbaston, Birmingham, B15 2TT, UK.

g.r.martin@bham.ac.uk | Personal Profile: www.birmingham.ac.uk/schools/biosciences/staff

Flight speed and changing visibility. Each bird species can fly only within a restricted range of speeds and are therefore unable to adjust the rate at which they gain visual information as the sensory challenges of the environment increase (poor visibility due to lower light levels, rains, mist , etc.). Unlike humans birds cannot simply travel more slowly because visibility decreases.

Solutions for collision reduction. While it is always advisable to attempt to make a hazard more conspicuous, such measures provide only a partial solution, and may be ineffective for well known collision prone species such as larger raptors, cranes and bustards. It is argued that to reduce collisions with known hazards, such as wind turbines or power lines, something placed upon the ground may be more important than something placed on the obstacle itself. Foraging patches, conspecific models or alerting sounds placed a suitable distance from the hazard may be an effective way of reducing collisions in certain locations by bringing the bird to ground before reaching the hazard. However, there is unlikely to be a single effective way to reduce collisions for multiple species at any one site. Warning or diversion and distraction solutions may need to be tailored for particular target species.

Keywords: sensory ecology, vision, visual information, visual perception, colour, acuity, binocular vision, optic flow, power lines, wind turbines, lateralisation.

Further Reading:

Martin GR (2009) What is binocular vision for? A birds' eye view. *J.Vis.* **9**:1-19

Martin GR (2011) Through Birds' Eyes: insights into avian sensory ecology. *J. Ornithol.* DOI 10.1007/s10336-011-0771-5

Martin GR (2011) Understanding bird collisions with man-made objects: a sensory ecology approach. *Ibis* **153**: 239-254

Martin GR, Portugal SJ, Murn CP (2011) Perceptual Basis of Vulture Vulnerability to Collisions. *Ibis* (under review)

Martin GR, Shaw JM (2010) Bird collisions with power lines: Failing to see the way ahead? *Biol. Conserv.* **143**: 2695-2702

ABORDAGEM METODOLÓGICA E PRINCIPAIS CONCLUSÕES DO PROJETO "MOVIMENTOS LOCAIS E REGIONAIS DO SISÃO (*TETRIX TETRIX*): APLICAÇÃO AO DESENVOLVIMENTO DE UMA CARTA DE RISCO DE COLISÃO COM LINHAS AÉREAS DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA"

Francisco Moreira³, Rita Alcazar⁴ e Jorge Palmeirim⁵

Financiado pelo Fundo EDP para a Biodiversidade, o projeto "Movimentos locais e regionais do sisão (*Tetrix tetrix*): aplicação ao desenvolvimento de uma carta de risco de colisão com linhas aéreas de distribuição de energia" foi desenvolvido durante 3 anos (2009-2011) através de uma parceria entre o Centro de Ecologia Aplicada "Prof. Baeta Neves" do Instituto Superior de Agronomia (Universidade Técnica de Lisboa), o Centro de Biologia Ambiental da Fundação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa e Liga para a Protecção da Natureza.

O objectivo geral do projeto foi desenvolver uma cartografia de risco de colisão de uma espécie de ave ameaçada (o sisão) com linhas aéreas de distribuição de energia, tendo por base dados obtidos via telemetria por satélite que permitiram a caracterização da frequência e amplitude de movimentos e identificação dos padrões migratórios desta espécie.

Nesta apresentação será feito um resumo da abordagem metodológica utilizada e dos principais resultados do projeto, quer de um ponto de vista aplicado (para efeitos de previsão ou minimização de impactos de linhas eléctricas), quer de um ponto de vista científico (novas contribuições para a ciência, sobre a biologia da espécie). O risco de colisão de sisões com linhas eléctricas foi modelado para 3 épocas diferentes (reprodução, pós-reprodução e inverno) como uma função da densidade populacional, distância percorrida em voo, altura de voo e existência de corredores migratórios. Os resultados obtidos permitiram concluir que, ao nível dos movimentos locais, o inverno é a época do ano em que há maior risco de colisão, tendo sido possível identificar as principais áreas de risco potencial (prioritárias para a previsão de impacto de novas linhas) e de risco real (prioritárias para a minimização do impacto de linhas existentes). Por outro lado, foram identificados movimentos migratórios, que se caracterizam por serem nocturnos, maioritariamente de curta distância, não se evidenciando o uso de corredores migratórios específicos. Contudo, foi possível identificar áreas com maior frequência de movimentos migratórios em torno de duas áreas prioritárias para a conservação desta espécie. De um

³ **Coordenador do projecto.**

Centro de Ecologia Aplicada "Baeta Neves" - Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa
Tapada da Ajuda, 1349 - 017 Lisboa
Telefone: (+351) 213 653 333 | Fax: (+351) 213 653 290 | ceabn@isa.utl.pt | www.isa.utl.pt/ceabn

⁴ **Programa Castro Verde Sustentável da Liga para a Protecção da Natureza.**

Centro de Educação Ambiental do Vale Gonçalves: Apartado 84, 7780-909 Castro Verde
Telefone: (+351) 286 328 309 | Fax: (+351) 286 328 316 | lpn.cea-castroverde@lpn.pt
www.lpn.pt | www.programacastroverdesustentavel.blogspot.com

⁵ **Centro de Biologia Ambiental** - Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa

Edifício C2, 5º Piso, Sala 2.5.46

Campo Grande, 1749-016 Lisboa

Telefone: (+351) 217 500 577 | Fax: (+351) 217 500 028 | cba@fc.ul.pt | <http://cba.fc.ul.pt>

ponto de vista científico, pela primeira vez são caracterizados (i) o ciclo diário de actividade da espécie, (ii) as rotas migratórias e distâncias percorridas, (iii) os tipos de movimentos efectuados durante as migrações (maioritariamente à noite) e (iv) os padrões de territorialidade dos machos.

Palavras-chave: abordagem metodológica, resultados do projecto, linhas aéreas de distribuição de energia, movimentos, impactos, medidas de minimização, contributos para a ciência

METHODOLOGY AND MAIN CONCLUSIONS OF THE PROJECT “REGIONAL AND LOCAL MOVEMENTS OF LITTLE BUSTARD (*TETRIX TETRIX*): DEVELOPING A MAP OF THE RISK OF COLLISION WITH OVERHEAD DISTRIBUTION POWER LINES”

Francisco Moreira⁶, Rita Alcazar⁷ e Jorge Palmeirim⁸

The project “Local and regional movements of the little bustard (*Tetrax tetrax*): application to the prediction of the risk of collision with power lines” was financed by the EDP Fund for Biodiversity and developed during 3 years (2009-2011) by a partnership of 3 institutions: the Centre for Applied Ecology (Institute of Agronomy, Technical University of Lisbon), The Foundation of the Faculty of Sciences (University of Lisbon) and the Portuguese League for Nature Conservation.

The overall objective of the project was to develop cartography of the risk of collision of the threatened little bustard with power lines, based on data obtained from PTT emitters and satellite monitoring that allows getting data to characterise the frequency and amplitude of flights in the species, as well as the identification of migratory corridors.

We will present a summary of the methodology used and of the main results of this project, both in terms of applications for management (to predict and minimise the impacts of power lines) and as new contributions for science (in terms of new information on the species biology).

We modelled the risk of little bustard collision with power lines for three seasons (breeding, post-breeding and wintering) as a function of population densities, distance travelled during flights, flight height and existence of migratory corridors, We found that collision risk was higher during winter and we have identified the main areas with potential risk (priorities for predicting the impact of new lines) and present risk (priorities for the minimization of the impact of new existing lines). Migratory movements are mostly short-distanced, made during the night, and without the use of specific migratory corridors. From a scientific perspective, our data provide new insights of (i) the daily cycle of the species activity, (ii) migratory routes and distances, (iii) characterization of the movements made during migration (mostly during night), (iv) territoriality patterns in males.

Keywords: methodological approach, project results, impacts, minimization measures, new contributions for science

⁶ **Project Coordinator.**

Centre for Environmental Ecology “Baeta Neves” - Institute of Agronomy, Technical University of Lisbon
Tapada da Ajuda, 1349 - 017 Lisboa
Phone: (+351) 213 653 333 | Fax: (+351) 213 653 290 | ceabn@isa.utl.pt | www.isa.utl.pt/ceabn

⁷ **Castro Verde Sustainable Program of the League for the Protection of Nature**
Environmental Education Centre of Vale Gonçalves: Apartado 84, 7780-909 Castro Verde, Portugal
Phone: (+351) 286 328 309 | Fax: (+351) 286 328 316 | lpn.cea-castroverde@lpn.pt
www.lpn.pt | www.programacastroverdesustentavel.blogspot.com

⁸ **Centre for Environmental Biology** – Faculty of Sciences, University of Lisbon
Edifício C2, 5º Piso, Sala 2.5.46
Campo Grande, 1749-016 Lisboa
Phone: (+351) 217 500 577 | Fax: (+351) 217 500 028 | cba@fc.ul.pt | <http://cba.fc.ul.pt>

**“CARTOGRAFIA DO RISCO DE COLISÃO DO SISÃO COM A REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA:
IMPLICAÇÕES PARA A INSTALAÇÃO DE NOVAS LINHAS ESTRUTURANTES
E IDENTIFICAÇÃO DOS CASOS MAIS PROBLEMÁTICOS”**

João Paulo Silva⁹

Introdução. O sisão (*Tetrax tetrax*) é a ave com estatuto de ameaça que tem registado maior frequência de acidentes por colisão com a rede aérea de distribuição de energia. Trata-se de uma espécie adaptada a meios abertos que tem necessidade de efectuar movimentos diários e sazonais para áreas com adequada disponibilidade de alimento. Durante estes movimentos podem ocorrer colisões com linhas aéreas de distribuição de energia, sendo este um dos principais factores conhecidos de mortalidade não natural da espécie. Neste contexto, foi executado o projecto financiado pela Fundação EDP para a Biodiversidade "Movimentos locais e regionais do sisão (*Tetrax tetrax*): aplicação ao desenvolvimento de uma carta de risco de colisão com linhas aéreas de distribuição de energia" tendo como objectivo a elaboração de uma cartografia de risco de colisão com linhas aéreas de distribuição de energia. Esta cartografia tem duas aplicações fundamentais: i) apoiar o planeamento de novas linhas aéreas de distribuição e ii) identificar as linhas aéreas de distribuição existentes coincidentes com áreas de maior risco de colisão, contribuindo para a definição de prioridades nas acções de minimização de impacto.

Métodos. Foi adoptada uma metodologia baseada no rádio-seguimento de sisões via satélite recorrendo a PTTs equipados com GPS e programados para obter uma localização de duas em duas horas. O estudo dos movimentos do sisão foi complementado com observações focais de indivíduos e bandos ao longo do ciclo anual, com o objectivo de estabelecer um factor de correcção da distância efectivamente percorrida no período das duas horas, assim como de compreender a frequência dos diferentes tipos de voos registados a diferentes alturas.

Complementarmente foram incluídos nas análises resultados de projectos anteriores, nomeadamente do projecto Life Sisão (resultante de uma parceria entre o Instituto da Conservação da Natureza e da Biodiversidade - ICNB e a Sociedade Portuguesa para o Estudo das Aves - SPEA) que contribuiu para a caracterização das populações portuguesas desta espécie e dos Protocolos Avifauna I e II (celebrados entre a EDP e o ICNB, SPEA e Quercus) que caracterizou os impactos da rede de distribuição de energia nas aves.

⁹ **Centro de Ecologia Ambiental “Baeta Neves”** - Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa
Tapada da Ajuda, 1349 - 017 Lisboa
Telefone: (+351) 213 653 333 | Fax: (+351) 213 653 290 | ceabn@isa.utl.pt | www.isa.utl.pt/ceabn
e

Centro de Biologia Ambiental - Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa
Edifício C2, 5º Piso, Sala 2.5.46
Campo Grande, 1749-016 Lisboa
Telefone: (+351) 217 500 577 | Fax: (+351) 217 500 028 | cba@fc.ul.pt | <http://cba.fc.ul.pt>

Com base na informação recolhida foram elaboradas duas cartografias distintas para a região do Alentejo (principal região de ocorrência do sisão em Portugal): i) carta de risco de colisão para 3 épocas (reprodução, pós-reprodução e inverno) tendo por base os movimentos locais, modelando, em função da densidade populacional e a distância diária percorrida em voo em altura de colisão com as linhas de distribuição por Km² e ii) carta de risco de colisão tendo por base os movimentos migratórios, analisando a densidade de movimentos registados numa grelha com uma resolução de 2,5 Km², bem como as variações regionais de densidade populacional entre as diferentes épocas.

Resultados. Foram seguidos, via satélite, 27 sisões que foram capturados em Vila Fernando e Castro Verde, por períodos que variaram entre um mês e dois anos e meio, tendo recolhido mais de 75.000 localizações, correspondendo a uma distância acumulada de 21.500 Km de movimentos.

As cartografias de risco de colisão sazonais, elaboradas com base nos movimentos locais, indicam que o período onde ocorre menor risco de colisão é a época reprodutora, principalmente devido a uma frequência muito reduzida de voos em altura de colisão. O período invernal, por outro lado, corresponde ao período de maior risco de colisão, principalmente por se ter registado uma maior abundância de indivíduos e conseqüentemente maiores distâncias percorridas por Km². Contudo, foi época pós-reprodutora (durante o período do final da Primavera e Verão) que se registou uma maior frequência de voos em altura de colisão. Por fim, foi elaborada uma cartografia do risco médio de colisão anual com base nestas 3 cartas de risco sazonais, e identificadas as linhas de média e alta tensão existentes coincidentes com as áreas de maior perigosidade em termos de risco de acidentes com estas infra-estruturas.

A análise dos movimentos migratórios não evidenciou a utilização de corredores geográficos específicos pelo sisão. Contudo, permitiu identificar os sectores em torno de duas áreas prioritárias para a conservação desta espécie, Castro Verde e Vila Fernando. A maioria dos movimentos identificados caracterizaram-se por ser de curta distância (dezenas de quilómetros). Destaca-se que a larga maioria dos movimentos migratórios foram registados à noite, facto que poderá conferir a este tipo de movimentos um risco acrescido em termos de colisão com linhas aéreas, dado estarem a ocorrer em condições de pouca visibilidade.

Palavras chave: sisão, linhas aéreas de distribuição de energia, seguimento por satélite, movimentos locais, movimentos migratórios, observações focais, factor de correcção, voos em altura de colisão, densidade populacional, cartografia de risco de colisão.

“LITTLE BUSTARD’S COLLISION RISK MAPS WITH OVERHEAD DISTRIBUTION POWER LINES: IMPLICATIONS FOR THE PLANNING OF NEW POWER LINES AND IDENTIFICATION OF EXISTING POWER LINES AT HAZARDOUS SITES”

João Paulo Silva¹⁰

Introduction. The little bustard (*Tetrax tetrax*) is a threatened grassland bird, considered to be one of the most susceptible species to collision with overhead distribution power lines. These collisions tend to occur within the daily and seasonal movements towards areas with greater food availability and constitute one of the main known factors of non-natural mortality of the species. In this context a project was carried out funded by “Fundação EDP para a Biodiversidade” aiming to map the collision risk with these utility infra-structures, which will be particularly useful for: i) planning new power lines and ii) identify the existing power lines that coincide with areas of greater collision risk to help prioritize mitigation efforts.

Methods. Our methodology was based on the tracking of the little bustard’s movements using satellite telemetry (PTTs assisted with GPS), programmed to obtain a GPS fix every 2 hours. The study of this specie’s movements was complemented with field work, performing focal observations of individuals and flocks throughout the yearly cycle, in order to establish a correction factor to assess the full distance of the movements carried out during the 2 hour period. Field work was also used to understand the frequency of different types of flights that were recorded at different heights.

The analyses of the data included previously collected information by a Life project, regarding the distribution and abundance of the Portuguese’s little bustard population (Life Sisão - ICNB and SPEA) and mortality data as result of a study of the impacts of overhead distribution power lines on birds (“Protocolos Avifauna I e II” - protocols that were celebrated between EDP, ICNB, SPEA and Quercus).

Based on the collected information two sorts of risk maps were made for the region of Alentejo (main region of occurrence of the little bustard in Portugal): i) collision risk maps for 3 seasons (breeding, post-breeding and wintering) based on local movements, where each season was modeled as a function of population density and daily distance traveled at collision height with distribution power lines by Km² and ii) collision risk map based on migratory movements, analyzing the density of movements using a 2,5 Km² grid, as well as regional density variation of the little bustard population along the yearly cycle.

¹⁰ **Centro de Ecologia Ambiental “Baeta Neves”** - Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa
Tapada da Ajuda, 1349 - 017 Lisboa
Telephone: (+351) 213 653 333 | Fax: (+351) 213 653 290 | ceabn@isa.utl.pt | www.isa.utl.pt/ceabne

Centro de Biologia Ambiental - Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa
Edifício C2, 5º Piso, Sala 2.5.46
Campo Grande, 1749-016 Lisboa
Telephone: (+351) 217 500 577 | Fax: (+351) 217 500 028 | cba@fc.ul.pt | <http://cba.fc.ul.pt>

Results. We tracked 27 birds that were captured in Castro Verde and Vila Fernando for a period of time that ranged between one month and two and a half years, collecting over 75,000 locations, corresponding approximately to 21,500 Km of movements.

The seasonal collision risk maps, based on daily movements, indicate that the season with the lowest collision risk is the breeding season due to a very low frequency of flights at collision height. The highest collision risk was recorded during winter, mainly due to greater distances carried out by Km². During the post-breeding season (during the end of spring and summer), however, was when a higher frequency of flights were recorded at collision height with distribution power lines. Finally, an annual collision risk map was made from these three seasonal collision maps and identified the overlapping existent distribution power lines at the hazardous sites.

The collision risk map based on the migratory movements did not show the use of specific migration corridors by the little bustard. However it was possible to identify sectors next to two priority conservation areas for the species, Castro Verde and Vila Fernando, since most migratory movements were found to be of short distance (dozens of kilometers) and nearby these areas. It is however noteworthy that the vast majority of the migratory movements occurred during the night and therefore possibly representing a higher risk with overhead power lines due to poorer visibility.

Keywords: little bustard, overhead distribution power lines, satellite tracking, local movements, migratory movements, focal observations, correction factor, flights at collision height, population density, collision risk map.

ACTAS DO SEMINÁRIO: “Avaliação do risco de colisão de aves com linhas aéreas de distribuição de energia: o caso do Sisão”

PROCEEDINGS OF THE SEMINAR: “Assessment of bird collision risk with power lines: the Little bustard case study”

SESSÕES PLENÁRIAS / PLENARY SESSIONS

“AVALIAÇÃO DA MORTALIDADE DE AVES ESTEPÁRIAS POR COLISÃO COM LINHAS ELÉCTRICAS E VEDAÇÕES, NA ZPE DE CASTRO VERDE”

Rita Alcazar¹¹, Beatriz Estanque¹¹ e João Guilherme¹¹

A ZPE de Castro Verde é a mais importante área para a conservação da Abetarda (*Otis tarda*), Sisão (*Tetrax tetrax*) e Peneireiro-das-torres (*Falco naumanni*) em Portugal. A Abetarda e o Sisão são particularmente vulneráveis a acidentes de colisão com linhas eléctricas e com vedações.

Nesta ZPE existem cerca de 300km de linhas eléctricas, dos quais 67km estão sinalizados com diversos tipos de sinalizadores anti-colisão. No âmbito do projecto LIFE Estepárias foram sinalizados mais 41km de linhas eléctricas com novas tecnologias de sinalização anti-colisão, de forma a testar a sua eficácia para as aves estepárias. Durante o ciclo anual de Março de 2010 a Março de 2011 registaram-se 95 colisões em troços sinalizados com BFB (*Bird Flight Diverter*) tipo Espirais Simples Cinzentas (n=3; 4.5km) e Coloridas (n=3; 4.5km), FBF (*Firefly Bird Flappers*) tipo Fitas (n=3; 4.5km) e troços de controlo (n=7; 10.5km). A Garça-boieira (*Bubulcus ibis*) foi a espécie com maior mortalidade (17 registos), seguida da Abetarda (10) e Sisão (9). Nos troços de controlo registou-se uma mortalidade média de 4.48 aves/km/ano. Nos troços com Espirais Simples Cinzentas e FBF-Fitas registaram-se 3.78 aves/km/ano. Nos troços com Espirais Simples Coloridas o valor de mortalidade foi de 3.11 aves/km/ano. Relativamente à mortalidade de Abetarda e Sisão, nos troços com Espirais Simples Cinzentas detectaram-se 2 Abetardas e 2 Sisões, e nos troços com Espirais Simples Coloridas 1 Abetarda e 2 Sisões. Nos troços com FBF-Fitas registou-se apenas a mortalidade de um Sisão, não havendo registos de Abetarda. Os dados deste ciclo anual sugerem que as Espirais Simples Cinzentas e as Espirais Simples Coloridas não são eficazes na diminuição da mortalidade por colisão das aves estepárias. As FBF-Fitas parecem atingir estes objectivos de forma mais eficaz. Estes resultados são ainda preliminares. No final do projecto, tendo em conta os períodos pré e pós-sinalização, será possível avaliar a eficácia dos diferentes sinalizadores, incluindo as Espirais Duplas e os FBF-Rotativos recentemente instalados.

O impacte das vedações nas aves estepárias é muito pouco conhecido. Estas estruturas estão em expansão, sendo que em apenas 10% da ZPE de Castro Verde foram referenciados perto de 300km de vedações. Desde 2009, o projecto LIFE Estepárias reuniu registos de 14 Abetardas e 8 Sisões mortos por colisão em vedações. Cerca de 21km destas vedações foram já sinalizadas com placas de PVC bi-colores. Para determinar a mortalidade de aves por colisão iniciou-se um esquema de monitorização de 20km de vedações não sinalizadas. De Abril a Setembro de 2011 registaram-se 12 ocorrências, incluindo 1 Abetarda e 4 Sisões. Em 2012, 10km destas vedações serão sinalizados para determinar a eficácia da sinalização implementada.

Palavras-chave: Aves estepárias, colisão, linhas eléctricas, espirais simples, FBF-fitas, vedações

¹¹ **Projecto LIFE Estepárias** - Programa Castro Verde Sustentável da Liga para a Protecção da Natureza
Centro de Educação Ambiental do Vale Gonçalinho: Apartado 84, 7780-909 Castro Verde
Telefone: (+351) 286 328 309 | Fax: (+351) 286 328 316 | lpn.cea-castroverde@lpn.pt | www.lifeesteparias.lpn.pt

**“EVALUATION OF THE MORTALITY OF STEPPE BIRDS BY COLLISION WITH POWER LINES AND FENCES,
IN CASTRO VERDE SPA”**

Rita Alcazar¹², Beatriz Estanque¹² and João Guilherme¹²

The Castro Verde SPA is the most important area in Portugal for the conservation of Great bustard (*Otis tarda*), Little bustard (*Tetrax tetrax*) and Lesser Kestrel (*Falco naumanni*). Great bustard and Little bustard are especially vulnerable to collision with both power lines and fences.

About 300km of power lines cross this SPA, of which approximately 67km are marked with different anti-collision markers. Under the LIFE *Estepárias* project further 41km of power lines were marked with new anti-collision signaling technologies, and the efficiency of the markers was evaluated. During the annual cycle of March 2010 to March 2011, 95 collision casualties were detected in line sections marked with BFB (Bird Flight Diverter) Simple Gray Spirals (n=3; 4.5km) and Simple Colored Spiral (n=3; 4.5km), FBF (Firefly Bird Flappers) Tapes (n=3; 4.5km) and control sections (n=7; 10.5km). Cattle egret (*Bubulcus ibis*) was the species with higher mortality (17 records), followed by Great bustard (10) and Little bustard (9). In control sections bird mortality was 4.48 birds/km/year. In sections marked with Simple Gray Spirals and FBF-Tapes this value was 3.78 birds/km/year. In sections with Simple Colored Spiral was 3.11 birds/km/year. Relatively to Great bustard and Little bustard mortality, in sections with Simple Gray Spirals 2 Great bustards and 2 Little bustards were found, and 1 Great bustard and 2 Little bustards in sections with Simple Colored Spirals. In the sections marked with FBF-Tapes only 1 Little bustard was found dead by collision and no collision casualties of Great bustard were registered. The data presented for this annual cycle suggest that Simple Gray and Simple Colored Spirals are not effective in reducing mortality from collision of steppe birds. The FBF-Tapes seem to achieve these objectives more effectively. These results are preliminary. By the end of the project, taking into account the pre and post-marking situations, a more robust evaluation of the markers' efficiency will be possible, including the new FBF-flags and Double Spirals recently installed.

The impact of fences on steppe birds is poorly understood. These structures are expanding and in only 10% of the Castro Verde SPA around 300km of fences was found. Since the beginning of 2009 the LIFE *Estepárias* project gathered the registers of 14 Great bustards and 8 Little bustards dead by collision casualty. About 21km of fences were already marked with bi-colored PVC plates to prevent bird collision. To evaluate the mortality rate from collision with fences a monitoring scheme was undertaken, with 20km of fencings surveyed once a month. From April to September 2011, we found 12 evidences of bird collision, of which 1 Great bustard and 4 Little bustards. In 2012, 10km of these fences will be marked to determine the effectiveness of the PVC plates.

Keywords: Steppe birds, collision, power lines, simple spirals, FBF – tapes, fences

¹² **Project LIFE Estepárias** - Castro Verde Sustainable Program of the League for the Protection of Nature Environmental Education Centre of Vale Gonçalves: Apartado 84, 7780-909 Castro Verde
Phone: (+351) 286 328 309 | Fax: (+351) 286 328 316 | lpn.cea-castroverde@lpn.pt | www.lifeesteparias.lpn.pt

"AVIFAUNA E LINHAS ELÉCTRICAS: A CONTRIBUIÇÃO DOS PPDA PARA O CONHECIMENTO E MINIMIZAÇÃO DO IMPACTE"

Julieta Costa¹³, Samuel Infante¹⁴ e Isabel Fagundes¹¹

A SPEA e a Quercus tem desenvolvido estudos de prospecção e monitorização sobre mortalidade de avifauna por electrocussão e por colisão em linhas eléctricas aéreas de média e alta tensão, em colaboração com a EDP Distribuição e o ICNB e com o apoio da ERSE, através dos PPDA's.

O Estudo desenrolou-se em quase todas as áreas classificadas de Portugal continental, atingindo-se uma cobertura de 20% das linhas, na maior parte. A metodologia de campo, à semelhança de outros trabalhos anteriores, foi uniformizada e utilizou a prospecção a pé, como dois observadores, cobrindo uma faixa de terreno de cerca de 20m ao longo da linha, sendo cada transepto visitado trimestralmente, de modo a cobrir um ciclo anual completo. Os factores de correcção foram estimados para cada tipo de biótopo e em função do tamanho da ave.

Os resultados sugerem uma mortalidade média real por colisão de 3,27 aves /km/ano.

Para uma classificação da perigosidade de cada linha foram estabelecidos uma série de critérios, que dão ênfase à afectação e espécies consideradas prioritárias para a conservação e que foram aplicados conjuntamente com os resultados de mortalidade no terreno. Conseguiu-se assim a classificação da perigosidade da totalidade das linhas prospectadas, que foram ordenadas por prioridade de correcção decrescente. Desde o Protocolo Avifauna I até ao Protocolo Avifauna III, que termina no fim de 2011, tem sido corrigidas monitorizadas e comparadas diferentes tipos de correcções anti-colisão: espirais simples cinzentas, espirais simples vermelhas e brancas, espirais duplas brancas e vermelhas, fire-flies do tipo rotativo e fire-flies do tipo fitas, tendo sido obtidos diferentes valores de eficácia na redução de mortalidade.

O PPDA nas regiões autónomas tem contribuído também para o melhor conhecimento do impacte das linhas eléctricas na avifauna. Na Madeira em especial, foi estudada a mortalidade em três espécies sensíveis e ameaçadas, a galinhola, *Scolopax rusticola*, roque-de-castro, *Oceanodroma castro* e alma-negra, *Bulweria bulweri*.

¹³ **Sociedade Portuguesa para o Estudo das Aves**

Sede: Avenida João Crisóstomo, n.º 18 - 4.º Dto, 1000-179 Lisboa

Telefone: (+351) 21 322 04 30 | Fax: (+351) 21 322 04 39 | spea@spea.pt

www.spea.pt

¹⁴ **QUERCUS – Associação Nacional de Conservação da Natureza**

Sede: Centro Associativo do Calhau, Bairro do Calhau - Parque Florestal de Monsanto, 1500-045 Lisboa

Telefone: 21 778 8474 | Fax: 21 778 7749 | quercus@quercus.pt

www.quercus.pt

**"BIRDS AND POWER LINES: THE PPDA CONTRIBUTION FOR A BETTER IMPACT
UNDERSTANDING AND MITIGATION"**

Julieta Costa¹⁵, Samuel Infante¹⁶ e Isabel Fagundes¹³

SPEA and Quercus have been doing bird mortality studies in high- and medium-tension power lines either by collision and electrocution and monitoring some mitigation measures. These studies are supported by ERSE, through the PPDA (Environmental Performance Promotion Plan), with the cooperation of EDP Distribuição and ICNB.

Impact studies have been developed within almost every classified important bird area in mainland Portugal, having covered about 20% of the total power line length.

Field methods have been standardized all through the 9-year study: two people walking side by side along the power line, looking for bird features within a corridor about 20 m wide. Each transect was visited four times in the year: wintering, nesting, dispersal and migration, to cover one annual cycle. Correction factors were computed for each habitat type and according to bird size.

Results suggest that average real mortality due to collision is 3.27 birds/km per year. Each power line was given a level of “danger” according to several criteria which put emphasis on conservation priority of species affected, both potential and real.

We managed to obtain a danger classification for all power line transects, which were then ordered from the maximum danger to the least dangerous.

Correction measures have been applied to the most dangerous power lines, from 2004 up to 2011, and have been monitored afterwards. Different types of anti-collision devices have been compared: grey and red&white pig-tail (simple spirals), red&white double-spirals, rotating fire-flies, ribbon fire-flies with different efficiency results.

PPDA has also been contributing for a better understanding of power line impact in birds in autonomous regions. In Madeira, especially, power line collision of three sensitive and threatened species – Eurasian Woodcock, *Scolopax rusticola*, Madeira’s Storm-Petrel, *Oceanodroma castro* and Bulwer’s Petrel, *Bulweria bulweri* - have been studied.

¹⁵ **Sociedade Portuguesa para o Estudo das Aves**

Headquarters: Avenida João Crisóstomo, n.º 18 - 4.º Dto, 1000-179 Lisboa
Telephone: (+351) 21 322 04 30 | Fax: (+351) 21 322 04 39 | spea@spea.pt
www.spea.pt

¹⁶ **QUERCUS – Associação Nacional de Conservação da Natureza**

Headquarters: Centro Associativo do Calhau, Bairro do Calhau - Parque Florestal de Monsanto, 1500-045 Lisboa
Telephone: 21 778 8474 | Fax: 21 778 7749 | quercus@quercus.pt
www.quercus.pt

**“MORTALIDADE DE ABETARDA E SISÃO EM LINHAS DE MUITO ALTA TENSÃO.
O ALENTEJO E A ZPE DE CASTRO VERDE COMO CASOS DE ESTUDO”**

Ana Teresa Marques¹⁷ e António Mira¹⁸

Analisou-se a mortalidade de abetarda e sisão por colisão em linhas de muito alta tensão (LMAT) ao nível regional (distritos de Évora, Beja e Setúbal) e ao nível local (ZPE de Castro Verde).

Para o nível regional compilaram-se todos os trabalhos de monitorização de mortalidade de aves efectuados até 2007, existindo informação para 202km de 9 das linhas presentes, cerca de 22% da extensão de LMAT na área estudada. Em todas as linhas observaram-se episódios de mortalidade para pelo menos, uma das espécies em estudo embora as taxas de mortalidade variassem entre linhas. Por outro lado, verificou-se que a proporção de troços com mortalidade fora de áreas classificadas como ZPE/IBA foi superior que nas áreas com estes estatutos, o que parece estar relacionado com o comportamento pós-reprodutor dispersivo destas espécies. A proporção de troços com mortalidade foi significativamente superior nas linhas em esteira vertical, quando comparado com a esteira horizontal. Utilizou-se o algoritmo *Maximum Entropy Method* e o programa Maxent para construção de um mapa de probabilidade de mortalidade por colisão para a abetarda e para o sisão na área de estudo.

A análise à escala local foi baseada nos dados recolhidos na monitorização da mortalidade da linha Ferreira do Alentejo – Ourique, na zona da ZPE de Castro Verde, tendo-se modelado a mortalidade das espécies para três conjuntos de variáveis: características da linha, factores ambientais/ paisagem e abundância das espécies, utilizando Modelos Lineares Generalizados (GLM). A análise da partição da variância das variáveis incluídas nos três grupos de factores explicam 52,3% do valor de mortalidade de abetarda e 34% no caso do sisão. Em ambas as espécies foram os factores ambientais os que contribuíram para explicar a maior proporção de variância do valor de mortalidade.

Palavras-chave: mortalidade, linhas de muito alta tensão, abetarda, sisão, modelação

¹⁷ Faculdade de Ciências e Tecnologias, Universidade Nova de Lisboa
ateresamarques@gmail.com

¹⁸ Centro de Investigação em Biodiversidade e Recursos Genéticos – Núcleo de Évora; Departamento de Biologia, Universidade de Évora
Casa Cordovil 2^a Andar - Rua Dr. Joaquim Henrique da Fonseca, 7000-890 Évora
Telefone: (+351) 266 759 350

**“GREAT BUSTARD AND LITTLE BUSTARD MORTALITY IN TRANSMISSION LINES.
ALENTEJO AND CASTRO VERDE SPA AS CASES STUDIES”**

Ana Teresa Marques¹⁹ e António Mira²⁰

We analysed the mortality of great bustard and little bustard from collision in high voltage lines at a regional level (Évora, Beja and Setúbal districts) and locally (Castro Verde SPA).

Data from monitoring programs conducted until 2007 were collected, from 202km of 9 transmission lines, about 22% of the length of transmission lines in the area. All transmission lines had mortality records for at least one species, although mortality rates vary between lines. On the other hand, it was found that the proportion of sections with mortality outside areas classified as SPA / IBA was higher than in areas with these classification, which seems to be related to the post-breeding dispersive behaviour of both species. The proportion of sections with mortality was significantly higher in lines with vertical treadmills when compared with the horizontal treadmills. For each species we used the Maximum Entropy Method algorithm and the program Maxent to build a map of probability of mortality due to collision.

The local scale analysis was based on data collected on the monitoring program of Ferreira do Alentejo - Ourique transmission line, in Castro Verde SPA. Mortality was modelled using generalized linear models (GLM) for three sets of variables: line characteristics, environmental / landscape factors and abundance of species. Variance partition analysis of the variables included in the three groups of factors explained 52.3% of the mortality of great bustard and 34% in the case of the little bustard. In both species the environmental factors contributed to explain the higher proportion of variance.

Keywords: mortality, transmission lines, great bustard, little bustard, modelling

¹⁹ Faculty of Sciences and Technology, New University of Lisbon
ateresamarques@gmail.com

²⁰ Research Center in Biodiversity and Genetic Resources – Évora Centre; Biology Department, University of Évora
Casa Cordovil 2^a Andar - Rua Dr. Joaquim Henrique da Fonseca, 7000-890 Évora
Phone: (+351) 266 759 350

“PROTECÇÃO DA AVIFAUNA CONTRA A COLISÃO E ELECTROCUSSÃO EM LINHAS ELÉCTRICAS E O MANUAL DE ANÁLISE DE PROJECTOS DE LINHAS AÉREAS DE DISTRIBUIÇÃO E TRANSPORTE DE ENERGIA ELÉCTRICA”

*Júlia Almeida*²¹

As infra-estruturas de distribuição eléctrica apresentam uma presença crescente no nosso território. Por outro lado, a colisão e a electrocussão são reconhecidas como importantes causas de mortalidade e factores de redução populacional de várias espécies de aves, constituindo ameaças identificadas em planos de acção europeus de diversas espécies aves do Anexo I da Directiva Aves, como por exemplo a abetarda, águia de Bonelli, águia-imperial, britango, francelho, milhafre-real e sisão.

Tendo em conta a relevância e magnitude da problemática associada a estas infra-estruturas, o ICNB desenvolveu uma actuação que passa por três vertentes estratégicas:

- Estabelecimento de protocolos com empresas de electricidade, como forma de trabalhar conjuntamente o desenvolvimento de soluções;
- Elaboração de um manual de análise de projectos de linhas aéreas de distribuição e transporte de energia eléctrica;
- Intervenção dirigida para situações identificadas no terreno, envolvendo linhas já construídas, preparada conjuntamente com as empresas.

O documento normativo do ICNB pretende dar apoio à análise de projectos de instalação de linhas aéreas de distribuição e transporte de energia eléctrica, constituindo ainda um instrumento orientador para o seu planeamento, com o objectivo de minimizar os riscos de colisão/electrocussão em áreas com maior sensibilidade para as aves.

Estas linhas orientadoras assentam na: identificação das espécies mais sensíveis, em termos de risco de electrocussão e de risco de colisão; definição de áreas de maior sensibilidade para as aves, dando particular atenção às espécies com estatuto de ameaça: Áreas Muito Críticas, Áreas Críticas e Áreas Sensíveis; obtenção da expressão territorial dessas áreas (shape files), por cruzamento com locais de reprodução, concentração ou dispersão conhecidos; definição das medidas de minimização de risco de colisão e electrocussão a implementar em linhas de MT, AT e MAT: gradiente de medidas a aplicar por zona, em cada tipo de linha aérea.

Como perspectiva futura, identificam-se as seguintes frentes prioritárias para incidência dos esforços conjuntos de mitigação desta ameaça à conservação da avifauna: avaliação da eficácia das soluções implementadas; desenvolvimento de novas tecnologias com maior eficácia na minimização do risco de colisão; correcção de linhas dirigida a espécies/grupos - chave, num contexto de prioridade de conservação.

Palavras-chave: conservação de aves, linhas eléctricas, colisão, electrocussão

²¹ Instituto da Conservação da Natureza e da Biodiversidade

Tel.: (351) 213 507 900 | Fax: (351) 213 507 984 | icnb@icnb.pt | <http://portal.icnb.pt>

“BIRDS PROTECTION AGAINST COLLISION AND ELECTROCUTION IN POWER LINES AND THE MANUAL TO ANALYZE PROJECTS OF ELECTRICAL ENERGY TRANSPORTATION AND DISTRIBUTION LINES”

*Júlia Almeida*²²

The presence of electrical energy distribution infra-structures is increasing in the Portuguese territory. On the other hand, collision and electrocution are acknowledged as important mortality causes and factors of population reduction for several bird species, being identified as threats in European action plans for several bird species of Annex I of the Birds Directive, for instance, Great bustard, Bonelli's eagle, Iberian imperial eagle, Egyptian vulture, Lesser kestrel, Red kite and Little bustard.

Considering the relevance and magnitude of the problem associated with these infra-structures, ICNB has developed a procedure that encompasses three strategic aspects:

- Establishment of protocols with electricity companies, as a way to work jointly for the development of solutions;
- Elaboration of a manual to analyze projects of electrical energy transportation and distribution lines;
- Intervention in situations identified in the field, concerning lines already built, and prepared jointly with companies.

Normative document of ICNB intends to support the analysis of projects for installing energy transportation and distribution lines, being also a guiding tool for its planning, with the aim of mitigate the collision/electrocution risks in most sensitive areas for birds.

These guidelines are based on: identification of most sensitive species, in what concerns electrocution risk and collision risk; definition of the most sensitive areas for birds, with particular attention to species with endangered conservation status: very critical areas, critical areas and sensitive areas; obtainment of the territorial expression of these areas (shape files), by crossing with known sites of breeding, concentration or dispersion; definition of mitigation measures for collision and electrocution risk to implement in medium-tension, high-tension and high-medium tension power lines: gradient measures to apply by zone, on each type of power line.

In future terms, the main priorities for the incidence of joint efforts to mitigate threats to the conservation of birds are identified: assess effectiveness of the implemented solutions; development of new and more efficient technologies to mitigate collision risk; correction of lines aimed at key-species/groups, in a context of conservation priority.

Keywords: conservation of birds, power lines, collision, electrocution

²² Instituto da Conservação da Natureza e da Biodiversidade (ICNB)

Sede: Rua de Santa Marta 55, 1169 - 230 Lisboa

Tel.: (351) 213 507 900 | Fax: (351) 213 507 984 | icnb@icnb.pt | <http://portal.icnb.pt>

“A EDP DISTRIBUIÇÃO E A AVIFAUNA”

Carlos Rochinha²³ e Joana Bernardo²³

No seminário *Avaliação do risco de colisão de aves com linhas eléctricas aéreas de distribuição energia: o caso sisão*, a comunicação da empresa passará por uma breve apresentação da EDP Distribuição, com especial ênfase para as linhas de alta e média tensão inseridas em áreas classificadas.

De seguida será dado a conhecer o percurso da EDP Distribuição na temática da interacção das linhas aéreas com a avifauna, com o destaque dos principais marcos, salientando-se desde já o carácter inovador da criação de equipas de trabalho multidisciplinares, constituídas por elementos de várias entidades (SPEA, Quercus, ICNB e EDP Distribuição) e os Protocolos Avifauna..

Será feita uma abordagem global dos projectos de correcção de linhas eléctricas aéreas, com vista à protecção de avifauna, que têm vindo a ser desenvolvidos desde 2003, dando assim a conhecer o número de quilómetros corrigidos e os custos envolvidos.

Tendo em linha de conta o tema do seminário, focar-se-á com maior detalhe a intervenção da Empresa no Projecto Life Estepárias – preservação do sisão, abetarda e peneireiro das torres. Adicionalmente abordar-se-á o caso da Operação Cegonha branca e da remoção pontual de ninhos de Cegonha branca, pelo seu carácter de protecção dirigida a uma espécie - a Cegonha branca, com base na implementação de medidas que passam pela remoção ou transferência de ninhos e a colocação de dispositivos dissuasores de nidificação (DDNs).

Será feita uma síntese do número de quilómetros corrigidos pela EDP Distribuição, desde 2003 até Outubro de 2011, distribuídos com base no tipo de tecnologia/medidas aplicadas: tecnologias anti-colisão convencionais, novas tecnologias anti-colisão, tecnologias anti-colisão inovadoras, medidas anti-electrocussão e outras medidas de protecção da avifauna como o desvio do traçado de linhas, bem como uma súmula da eficiência preliminar (tamanho da amostra não permite tirar conclusões efectivas) das tecnologias implementadas.

A comunicação da EDP Distribuição terminará com a apresentação de potenciais medidas ou equipamentos com vista à protecção da avifauna, através do aproveitamento das sinergias internas e externas.

²³ **EDP Distribuição**

Rua Camilo Castelo Branco 43, 1050-044 Lisboa
Telefone: (+351) 210 021 400 | Fax.: (+351) 210 021 610

“THE EDP DISTRIBUIÇÃO AND BIRDS”

Carlos Rochinha²⁴ e Joana Bernardo²⁴

EDP Distribuição presentation in the Seminar “Assessment of Bird Collision Risk with Power Lines: the Little Bustard case-study” will focus mainly the interventions carried out in high and medium voltage overhead power lines located in classified areas for nature.

The course along the last years undertaken by EDP Distribuição in the thematic of the interaction of power lines and birds will be presented, with highlight for the main milestones already accomplished. Some features show an innovative approach, like the establishment of multidisciplinary teams, with professionals from several organizations (SPEA, Quercus, ICNB e EDP Distribuição), or the several Bird Protocol made.

A global approach of the projects carried out by the company since 2003 and the main results achieved will be presented.

The presentation will focus also the intervention in the LIFE Estepárias project, which aims the conservation of Great Bustard, Little Bustard and Lesser Kestrel. The case study carried out targeting With Storks, will also be presented explaining measures such as nest removal or transfer and the collocation of nest discouragement structures (DDNs).

A summary of the number of quilometers corrected by EDP Distribuição, from 2003 to October 2011, considering different type of technologies will be presented: conventional collision technologies, new collision technologies, innovative collision technologies, anti-electrocussion measures and other measures such as power line construction deviation. Preliminary efficiency of the technologies applied will be also presented.

New measures and equipments for bird protection now available will be shown as future options, to complement and enhance existent internal and external synergies.

²⁴ **EDP Distribuição**

Rua Camilo Castelo Branco 43, 1050-044 Lisboa
Telefone: (+351) 210 021 400 | Fax.: (+351) 210 021 610

“MEDIDAS DE MINIMIZAÇÃO IMPLEMENTADAS EM LINHAS DE TRANSPORTE DE ENERGIA PARA REDUZIR O IMPACTE DA MORTALIDADE POR COLISÃO EM AVES ESTEPÁRIAS”

*Vanda Costa*²⁵

A Rede Eléctrica Nacional, S.A. – REN, S.A. é a concessionária da Rede Nacional de Transporte de Energia Eléctrica, que integra as Linhas de Muito Alta Tensão (tensão superior a 110 kV). O nível de tensão associado ao transporte de energia eléctrica implica que as distâncias de isolamento entre elementos em tensão e entre estes e a terra sejam suficientemente grandes para que o risco de electrocussão seja negligenciável.

A mortalidade de aves por colisão com os cabos das Linhas é minimizada pelo evitamento das áreas relevantes para as aves aquando da definição dos traçados, em fase de projecto. Adicionalmente, a REN, S.A. tem vindo a instalar BFD- Bird Flight Diverter, espirais de fixação dupla, com 30 cm de diâmetro e 1 metro de comprimento, de cor branca e laranja internacional, nos cabos de guarda de linhas impactantes ou potencialmente impactantes. No âmbito do Protocolo REN/ICN, foram definidos 3 tipos de sinalização: Excepcional (3 em 3 metros), Intensiva (10 em 10 metros) e Preventiva (20 em 20 m).

A Quercus propôs à REN, S.A. a realização de um estudo com o objectivo principal de avaliar a eficácia dos dispositivos anti-colisão na redução da colisão de aves selvagens com os cabos de LMAT em Portugal (BFD's e FBF's – Firefly Bird Flapper). Os FBF's ainda não haviam sido utilizados em linhas de transporte de energia em Portugal e indiciavam ter uma maior taxa de redução de colisão comparativamente com as espirais usadas habitualmente pela REN S.A. Assim, este estudo foi aprovado pela ERSE no âmbito do Plano de Promoção do Desempenho Ambiental, tendo sido iniciado em 2009. Foram realizadas prospecções de mortalidade, determinados factores de correcção e frequências de passagem das aves. Adicionalmente foi avaliado o impacte destes dispositivos no ambiente sonoro e na paisagem.

Palavras-chave: BFD's, FBF's, colisão, linhas de transporte de energia eléctrica

²⁵ **Rede Eléctrica Nacional - REN, S.A.**
Avenida dos Estados Unidos da América 55, 1749-061 Lisboa
Telefone: 210013500 | Fax: 210013310

“MITIGATION MEASURES IMPLEMENTED IN POWER TRANSMISSION LINES TO REDUCE THE IMPACT OF COLLISION MORTALITY IN STEPPE BIRDS”

*Vanda Costa*²⁶

Rede Eléctrica Nacional - REN, S.A. is the Portuguese Transmission System Operator that runs the national transmission grid, which includes very high voltage overhead lines and substations (voltage exceeding 110 kV). The level of tension associated with the transmission of electrical energy requires that the isolation distances between elements in tension and between these and the ground are large enough so that the risk of electrocution is negligible.

The mortality of birds colliding with the lines is minimized by the avoidance of important areas for birds during the planning of the routes. In addition, REN, S.A. has been installing double spiral Bird Flight Diverters (BFDs), 30 cm in width and 1 meter long (white and international orange colours), on the ground (shield) wires of impacting or potentially impacting lines. Under the REN / ICN Protocol, three types of signalling were defined: Exceptional (every 3 meters), Intensive (every 10 meters) and Preventive (every 20 m).

Quercus propositioned to REN, S.A. to conduct a study with the main objective of evaluating the effectiveness of anti-collision devices (BFD's and FBF's - Firefly Bird Flapper) in reducing collision of wild birds with very high voltage overhead lines in Portugal. The FBF's had not yet been used in transmission lines in Portugal, and appeared to have a higher reduction of collision rates compared to the spirals usually used by REN S.A. This study was approved by ERSE in the Environmental Performance Promotion Plan and was initiated in 2009. Mortality surveys were conducted, as well as determination of correction factors and the frequency of bird passages. Additionally, the impacts of these devices on the acoustic environment and the landscape were evaluated.

Keywords: BFD's, FBF's, collision, power transmission lines

²⁶ **Rede Eléctrica Nacional - REN, S.A.**
Avenida dos Estados Unidos da América 55, 1749-061 Lisboa
Phone: 210013500 | Fax: 210013310



**Liga para a Protecção da Natureza (LPN) /
League for the Protection of Nature**

Sede/Headquarters:
Estrada do Calhariz de Benfica 187, 1500-124 Lisboa
Telefone/Phone: (+351) 217 780 097 | Fax: (+351) 217 783 208
www.lpn.pt



**Centro de Educação Ambiental de Vale Gonçalves / Environmental
Education Centre of Vale Gonçalves**

Herdade de Vale Gonçalves, Apartado 84, 7780- 909 Castro Verde
Telefone/Phone: (+351) 217 780 097 | Fax: (+351) 217 783 208
www.programacastroverdesustentavel.blogspot.com



**Centro de Ecologia Aplicada “Baeta Neves” (CEABN) /
Centre for Environmental Ecology “Baeta Neves”**

Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa /
Institute of Agronomy, Technical University of Lisbon

Tapada da Ajuda, 1349 - 017 Lisboa
Telefone/Phone: (+351) 213 653 333 | Fax: (+351) 213 653 290
www.isa.utl.pt/ceabn



**Centro de Biologia Ambiental (CBA) /
Centre for Environmental Biology**

Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa /
Faculty of Sciences, University of Lisbon

Edifício C2, 5º Piso, Sala 2.5.46
Campo Grande, 1749-016 Lisboa
Telefone/Phone: (+351) 217 500 577 | Fax: (+351) 217 500 028
<http://cba.fc.ul.pt>



Fundação EDP

Av. de Brasília, Central Tejo 1300-598 Lisboa
Telefone: (+ 351) 210 028 101 | Fax: +351 210 028 104
Praça Marquês de Pombal 12, 1250-162 Lisboa
Telefone/Phone: (+351) 210 012 500 | Fax: (+351) 210 021 403



EDP

Praça Marquês de Pombal 12, 1250-162 Lisboa
Telefone/Phone: (+351) 210 012 500 | Fax: (+351) 210 021 403

Organização/Organization:



**Financiamento/
Funding:**



**Apoio/
Support:**



ANEXO 6

Cartografia digital

