

**Factores ambientais e ocorrência de espécies de aves
nidificantes num parque florestal urbano:**

O caso da Tapada da Ajuda

Ana Isabel Coelho Miranda Ferreira

Dissertação para a obtenção de Grau de Mestre em:

Gestão e Conservação de Recursos Naturais

Orientador: Professor Doutor José Lima Santos

Júri:

Presidente: Doutora Maria Teresa Marques Ferreira da Cunha Cardoso, Professora Associada do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa.

Vogais: Doutor José Manuel Osório Barros de Lima Santos, Professor Associado do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa;
Doutor Luís Miguel Nunes Valente Afonso Reino.

Lisboa, 2011

Agradecimentos

Após vários meses de trabalho nesta dissertação, gostaria de agradecer a algumas pessoas que tiveram particular presença neste processo.

Em primeiro lugar, agradecer ao meu orientador, Professor José Lima Santos, por ter aceitado prontamente ajudar-me com a minha tese, numa altura do ano já tardia, e por todo o apoio, disponibilidade e optimismo que sempre manifestou durante todo o período de trabalho.

Em segundo lugar, à Professora Maria Teresa Ferreira, que orientou a minha tese em primeiro lugar e que acompanhou todo o processo de procura de novo tema de tese, pela sua paciência e ajuda.

Depois várias outras pessoas ajudaram com a elaboração da mesma.

Ao Doutor Luís Reino que influenciou decisivamente na decisão do local de estudo e ajudou no planeamento de toda a fase de amostragem, nomeadamente através da elaboração da grelha para a metodologia.

À Professora Maria Manuela Figueiredo que ajudou no delineamento da análise estatística e à Professora Ana Novais que auxiliou também no delineamento da análise estatística e com alguns tratamentos específicos, como a análise factorial.

Ao meu irmão Rui que me ajudou a começar a manipular o programa do SPSS e fez o desenho para a capa.

Ao Cristiano Sousa que me ajudou alguns dias no trabalho de campo.

Aos meus pais e ao Miguel que ajudaram com a correcção ortográfica de toda a tese e à Ana Lúcia Ramos que ajudou com a revisão e correcção do abstract.

E a todos os outros que, não de forma tão directa, estiveram lá durante estes meses, com o seu apoio e carinho, nomeadamente os meus colegas de mestrado que começaram este bichinho da ornitologia.

Obrigada a todos.

Índice

Agradecimentos	i
Índice	ii
Índice de figuras	iii
Índice de tabelas	iii
Resumo	v
Abstract	vi
Extended Abstract	vii
Introdução	1
Metodologia.....	10
• Área de estudo	10
• Metodologia de amostragem	10
• Análise estatística.....	12
Resultados	15
• Análise univariada	15
• Análise bivariada	27
• Análise multivariada	46
• Cenários hipotéticos de alteração do uso do solo na Tapada	61
Conclusões	67
• Propostas de gestão da Tapada	71
Bibliografia	74
• Artigos.....	74
• Livros	75
Anexos	76

Índice de figuras

Figura 1: Gráfico das frequências relativas das diversas categorias de coberto arbóreo às duas escalas consideradas (50x50 e 150x150).....	18
Figura 2: Gráfico das frequências relativas das diversas categorias de coberto por culturas arbóreo-arbustivas às duas escalas consideradas (50x50 e 150x150).....	18
Figura 3: Gráfico das frequências relativas das diversas categorias de coberto por culturas anuais às duas escalas consideradas (50x50 e 150x150).....	19
Figura 4: Gráfico de frequências relativas das diversas categorias de impermeabilização às duas escalas consideradas (50x50 e 150x150).....	19
Figura 5: Gráfico de frequências relativas das diversas categorias de coberto por mato às duas escalas consideradas (50x50 e 150x150).....	20
Figura 6: Gráfico de frequências relativas de presença nas quadrículas de várias espécies arbóreas às duas escalas consideradas (50x50 e 150x150)	20
Figura 7: Gráfico de frequências relativas de presença nas quadrículas das várias culturas arbóreo-arbustivas às duas escalas consideradas (50x50 e 150x150).....	21

Índice de tabelas

Tabela 1: Informação sobre as variáveis ambientais usadas nas análises e a sua frequência relativa nas quadrículas amostradas	15
Tabela 2: Informação sobre as espécies de aves amostradas e a sua frequência relativa nas quadrículas amostradas	24
Tabela 3: Comparação das frequências relativas na amostragem com observações de anos anteriores (Santos, dados não publicados).....	26
Tabela 4:Tabela de correlações entre espécies	28
Tabela 5: Tabela de correlações entre as espécies e variáveis ambientais (50x50).....	29
Tabela 6: Tabela de correlações entre as espécies e variáveis ambientais (50x50).....	30
Tabela 7: Tabela de correlações entre as espécies e variáveis ambientais (50x50).....	31

Tabela 8: Tabela de correlações entre as espécies e variáveis ambientais (150x150).....	32
Tabela 9: Tabela de correlações entre as espécies e variáveis ambientais (150x150).....	33
Tabela 10: Tabela de correlações entre as espécies e variáveis ambientais (150x150).....	34
Tabela 11: Caracterização dos clusters ambientais com base na análise das frequências das variáveis ambientais no cluster relativamente à frequência global da mesma variável (escala de 50x50)	47
Tabela 12: Caracterização dos clusters ambientais com base na análise das frequências médias das espécies de aves no cluster relativamente à frequência média global (escala de 50x50)	49
Tabela 13: Caracterização dos clusters ambientais com base na análise das frequências das variáveis ambientais no cluster relativamente à frequência global (escala de 150x150).....	51
Tabela 14: Caracterização dos clusters ambientais com base na análise das frequências das aves no cluster relativamente à frequência global (escala de 150x150)	54
Tabela 15: Análise dos clusters de aves com base nos tipos de habitat definidos na tabela 2	57
Tabela 16: Análise da correspondência entre os clusters ambientais e os clusters de aves com base nas frequências dos clusters aves no cluster ambiental relativamente à frequência global (escala de 50x50)	58
Tabela 17: Análise da correspondência entre os clusters ambientais e os clusters de aves com base nas médias dos clusters aves no cluster ambiental relativamente à média global (escala de 50x50).....	60
Tabela 18: Impacto dos vários cenários hipotéticos na percentagem de quadrículas potencialmente adequado para as várias espécies	63
Tabela 19: Impacto dos vários cenários hipotéticos nalguns índices representativos da riqueza e diversidade da avifauna	65
Tabela 20: Acréscimo dos valores dos diversos índices nos vários cenários hipotéticos face à realidade actual da Tapada	65

Resumo

Os parques urbanos são um refúgio para as aves que não encontram na matriz urbana as condições necessárias. O facto de albergarem uma grande diversidade e a existência de diferentes habitats, faz deles *hot-spots* para a conservação em cidades.

Assim, torna-se importante conhecer os factores que condicionam a distribuição das espécies nestes espaços e de que forma alterações no uso do solo as poderão influenciar. Este estudo pretende criar uma metodologia que preveja o impacto de diferentes cenários de evolução de um parque na avifauna.

Foram feitas amostragens na Tapada da Ajuda, analisando várias características ambientais e de uso de solo. Os resultados permitiram identificar algumas características de escolha de habitat por cada espécie e a construção de tipos de habitat, com um conjunto de aves associado. Através deles, foi possível a construção de uma metodologia que permitiu prever o número de quadrículas com condições para a presença de cada espécie em diferentes cenários.

Concluiu-se que duas medidas de gestão podem ser seguidas, conforme os objectivos pretendidos: florestar para preservar o máximo de diversidade ou algumas espécies que têm o máximo da sua população na Tapada; ou aumentar a área de culturas arbóreo-arbustivas para preservar algumas espécies exclusivas da Tapada.

Palavras-chave: gestão, conservação, parques urbanos, avifauna, clusters e cenários de evolução.

Abstract

The urban woodlands are an important refuge to birds that can't find the essential conditions to their survival. The great diversity of these sites and the different existing habitats make them an hot-spot for conservation in urban spaces.

So, it's important to know which factors influence the species distribution and how the changes in land use can affect them. This study intends to create a methodology that allows predicting the impact in avifauna of different evolutions' scenarios.

The bird's survey was done with a grid, all over the Tapada da Ajuda with analysis of some environmental and land use characteristics. The observed results allow the identification of same habitats' choice characteristics and the formation clusters of habitats associated with a group of bird. From these groups, it was possible to create a methodology that permitted to predict the number of grids with favorable characteristics for each species.

It was conclude that two management guidelines could be followed, depending on the objectives: increase forestry to preserve the maxim of diversity or a few of species that have their population's maxim in Tapada; or increase brush-trees crops to preserve a few species that in Lisbon, only exists in Tapada da Ajuda.

Key-words: management, conservation, urban parks, avifauna, clusters and evolution's scenarios.

Extended Abstract

The effects of urbanization are well known. Many studies have focused on the effects of urbanization on birds. They are a useful model as they are easily found and identified, producing good statistical results. Urbanization leads to a decrease in native species and the specific diversity, increasing the abundance and biomass of similar species better adapted to urban life, like *Passer domesticus* and *Columba livia*, .

The diversity and composition of birds' population in urban centers are associated with habitats structure, quantity and quality of food and the level of disturbance. All the changes in these areas can alter the resources birds need, like vegetal cover, alimentation and breeding. That's why not all species are completely adapted to cities.

For birds that don't find the necessary characteristics, the remnant vegetation, parks and other woodland in the cities, are an important refuge, becoming an important biodiversity place. One reason for that is the bigger heterogeneity that exists in parks in comparison with the resting urban matrix. The existence of many habitats, resulting of the innumerable human activities that take place there, permits the existence of great bird diversity.

So, it's important to know which factors influence the occurrence and distribution of birds in urban parks, for a good management of these places, that considers not only the human activities, but also the increment of birds' diversity. Especially in Tapada da Ajuda, Lisbon, it's really important to understand how the different land uses, resulting of many activities going on there, influence the birds and how changes in these uses can alter the populations.

So, this study aims to create a methodology that could evaluate the impact of change scenarios in land use in bird communities of urban parks. Secondly, it intends to determine to what scale birds respond, on a smaller scale, with greater homogeneity of vegetal cover or on a larger scale, with more heterogeneity. Thirdly, it wants to determine which factors contribute to the distribution and presence of bird species.

For this, the Tapada da Ajuda was divided in a 50x50 meters grid. In this grid, some ground was randomly selected for the birds' survey. Of 400 grids, 117 were sampled, for a period of 10/15 minutes. The bird survey was conducted from 7 to 23 of June. In these 117 grids, some environmental characteristics were measured: percentage of canopy cover, percentage of tree-bushes crops, percentage of grasses crops, percentage of waterproof, presence of gender *Quercus*, presence of pinewoods, presence of eucalyptus or other

exotics, presence of broadleaves and quantity of bush. Beyond the grids of 50x50, the same characteristics were measured in the adjacent grids, performing a total of 9 grids and a square with 150x150 meters.

The study comprised a univariate analysis to understand the typology of Tapada and the incidence of bird species. Later, a bivariate analysis was done, with cross tables between species and the species and the environmental variables. Thirdly, a multivariate analysis was done, with a hierarchical analysis (clusters). Finally, there was an analysis of several hypotheses of changes in land use in Tapada, based on the clusters obtained by the third analysis and the impact on the birds.

The first analysis allows us to understand the large diversity and fragmentation of the Tapada. A total of 24 species were recorded, with a media of 4.75 species for grid. The species with greater distribution were *Turdus merula* and *Passer domesticus*. Some species like *Phoenicurus ochruros*, *Troglodytes troglodytes*, *Regulus ignicapilla*, *Certhia brachydactyla* e *Carduelis chloris* were under-recorded.

The bivariate analysis has allowed the identification of many relations between the species and the habitat characteristics preferred. It has shown the forestry behavior of *Sturnus unicolor*, *Garrulus glandarius*, *Serinus serinus*, *Carduelis chloris* and *Carduelis carduelis*, and the agricultural behavior of *Streptopelia turtur*.

The multivariate analysis creates five types of habitat, forestry, tree-bushes crops, grasses crops, vine and urban. Each one of these types has a specific group of species associated, with a little species varying in each scale. So, in both scales, the forestry habitat is characterized by *Dendrocopos major*, *Troglodytes troglodytes*, *Regulus ignicapilla*, *Parus ater*, *Parus caeruleus* and *Parus major*. The grasses crops are characterized by *Alectoris rufa*, *Motacilla alba* and *Cisticola juncidis*. The tree-bushes crops, at both scales, are only characterized by *Cisticola juncidis*, varying in all of others. The vine habitat is characterized by *Alectoris rufa*, and *Motacilla alba* or *Cisticola juncidis*, depending on the scale. Finally, the urban habitat is characterized by *Columba livia*, *Phoenicurus ochruros*, *Serinus serinus* and *Carduelis chloris*.

The scenarios of changes in Tapada indicate that, if decision-makers want to preserve the maximum of species in Tapada, the best solution is to increase the area of forestry; however, if makers want to preserve only the species exclusive to Tapada, the best solution is to increase the tree-bushes crops, associated with *Alectoris rufa* and *Streptopelia turtur*; but if

they want to preserve the species which are on greater number in Tapada, the best solution is again the increase of forestry, associated with *Dendrocopus major*, *Columba palumbus*, *Certhia brachydactyla*, *Parus ater* and *Parus major*.

In conclusion, it's important to determine the objectives for bird preservation in Tapada; after that decision, this study can help to find the best way to accomplish them.

There are other studies that could improve this methodology, particularly, models spatially-explicit or studies with wintering birds.

Key-words: management, conservation, urban parks, avifauna, clusters and evolution's scenarios.

Introdução

Com o crescimento da população humana e a sua acumulação em grandes centros urbanos, tem crescido o interesse no impacto e nas alterações que estas acarretam, bem como nas possíveis opções em matéria de conservação neste novo contexto (Soulé, 1986, Marzluf & Ewing, 2001- todos em: Morimoto *et al*, 2005).

Os espaços urbanos são constituídos por um amplo espectro de condições ambientais que vão desde ambientes altamente modificados, no centro urbano, até manchas de vegetação nativa, razoavelmente conservadas, em parques ou jardins (White *et al*, 2005) - daí o seu potencial para albergar uma grande diversidade de avifauna, desde espécies nativas mais sensíveis à artificialização do habitat a espécies oportunistas, tanto nativas como introduzidas (White *et al*, 2005).

Os ambientes urbanos diferem em muito dos ambientes mais “naturais”. A urbanização degrada, converte e fragmenta a vegetação nativa (Marzluff, 2001; Marzluff & Ewing, 2001; McKinney, 2002 - todos em: Donnely & Marzluff, 2006). Estas três mudanças levam a consequências diferentes no habitat: a degradação altera a estrutura local do habitat, reduzindo a sua qualidade para espécies nativas e melhorando-a para espécies de estágios evolucionários menos desenvolvidos; a conversão reduz a quantidade de habitat enquanto a fragmentação altera o padrão de distribuição deste (Donnely & Marzluff, 2001). Apesar de estas modificações ocorrerem naturalmente de forma semelhante, nomeadamente através de incêndios, a urbanização acarreta uma perturbação inicial severa, que é depois mantido com recurso a materiais sintéticos (pavimentação do solo) ou outras perturbações menos intensas, como o corte do sub-coberto arbustivo de matas e florestas urbanas (Blair, 1996 em Donnely & Marzluff, 2001).

Verifica-se que, com a urbanização, a área de solo coberto por vegetação diminui, podendo mesmo algumas áreas ficar sem vegetação ou haver substituição de vegetação nativa por espécies exóticas; as áreas florestais tornam-se geralmente muito fragmentadas (Erz, 1966; Gilbert, 1989 - todos em: Jokimäki, 1999). Mas existem ainda outros factores de perturbação associados à actividade humana, que podem ter um impacto adicional na regulação das populações animais, nomeadamente a diminuição do sucesso reprodutivo, as colisões com carros, edifícios, janelas, e linhas de electricidade, as mudanças na abundância de alimento, as mudanças nos predadores existentes, a introdução de competidores, a presença humana, a maior temperatura dos ambientes urbanos (podendo facilitar a sobrevivência de

algumas espécies no Inverno), entre outros que provavelmente ainda não foram estudados (Chace & Walsh, 2006).

Muitos estudos que se debruçaram sobre a temática do efeito da urbanização na biodiversidade, usaram as aves para investigar factores que influenciam a distribuição, a abundância e o estado de conservação da fauna urbana (Catterall *et al*, 1991; Fernández-Juric, 2000; Cooper, 2002, Jokimäki *et al*, 2002 – todos em: White *et al*, 2005). As aves consistem num modelo útil para este tipo de estudos porque são facilmente amostradas e identificadas e produzem resultados estatísticos aceitáveis devido ao grande número de espécies e de indivíduos (White *et al*, 2005).

Estes estudos poderão ser divididos em quatro temas (Cicero, 1989): (1) estudos sobre as mudanças na avifauna associadas a diferentes intensidades de modificação; (2) comparação das comunidades urbanas com as comunidades nativas; (3) avaliação da avifauna em diferentes tipos ou idades de urbanização e (4) avaliação das mudanças temporais associadas à progressiva urbanização. Estes estudos permitiram tirar algumas conclusões sobre a avifauna em espaços urbanos (Cicero, 1989). Primeiro, a sua composição e diversidade está muito fortemente associada à estrutura de habitat, à quantidade e qualidade de alimento e ao grau de modificação. Segundo, as alterações de habitat provocadas pela urbanização reduzem a riqueza e diversidade da avifauna, aumentando no entanto a sua abundância e biomassa. Terceiro, algumas espécies, como o pombo-doméstico (*Columba livia*), o pardal (*Passer domesticus*), entre outras sem representatividade em Lisboa, tipicamente dominam nas zonas de grande urbanização. E por último, a proporção de espécies nativas decresce com a intensidade da urbanização.

Estudos de Jokimäki & Suhonen (1998) indicam que algumas espécies que anteriormente não faziam parte das espécies tipicamente urbanas, como o chapim-real (*Parus major*), o chapim-azul (*Parus caeruleus*) e o verdilhão (*Carduelis chloris*), poderão num futuro próximo vir a colonizar ou aumentar a sua frequência em espaços urbanos à semelhança do pombo-doméstico e o pardal. Este facto dever-se-á à sua relação com espécies arbóreas de folha caduca, que têm vindo a ser privilegiadas no planeamento urbano (Gilbert, 1989 em Jokimäki & Suhonen, 1998).

A colonização dos jardins e parques urbanos pelo pisco-de-peito-ruivo (*Erithacus rubecula*), uma espécie estritamente dependente de florestas mais naturais até ao início do século XX, está bem documentada (Oleoso, 2007). Por outro lado, estas alterações no comportamento de selecção de habitat podem dar-se a ritmos diferentes em diversas regiões – assim, por

exemplo, o tentilhão (*Fringilla coelebs*) nidifica já frequentemente em parques urbanos em muitos países europeus, enquanto em Portugal tende a evitar, como nidificante, os espaços florestais – mesmo de grande dimensão – desde que incluídos na matriz urbana (Catry *et al*, 2010).

As mudanças que ocorrem nos grandes centros podem levar a uma alteração dos recursos dos quais as aves dependem, como a cobertura vegetal para abrigo, a alimentação e os locais de nidificação (Mills *et al*, 1989 em Jokimäki & Suhonen, 1998). Por este motivo é possível que algumas das espécies não estejam ainda completamente adaptadas à matriz urbana, enquanto outras poderão estar já adaptadas e aproveitar nela novos recursos por explorar (Parsons *et al*, 2003). Este facto pode explicar a baixa diversidade de espécies, bem como a grande abundância das mesmas na matriz urbana (Parsons *et al*, 2003). Outra consequência é uma relativa homogeneidade de espécies entre várias cidades europeias, apesar das diferenças geográficas (Huhalo & Jävinen, 1977, Luniak, 1990, Jokimäki *et al*, 1996 - todos em: Jokimäki & Suhonen, 1998).

Segundo Chace e Walsh (2006) os factores que determinam as espécies que podem suportar a urbanização são a presença e o tamanho das manchas de vegetação, nativa ou não; a competição com espécies exóticas já adaptadas à presença humana (Major *et al*, 1996); os predadores introduzidos; a estrutura e características da vegetação existente; a alimentação suplementar fornecida pelo Homem e, por fim, a existência de pesticidas residuais.

A urbanização tem tendência para seleccionar as espécies omnívoras, granívoras e que nidificam em cavidades (Emlen, 1974; Lancaster & Rees, 1979; Beissinger & Osborne, 1982; Rosenberg *et al*, 1987; Mills *et al*, 1989; Allen & O’Conner, 2000; Kluza *et al*, 2000 - todos em: Chace & Walsh, 2006). As espécies migradoras são negativamente afectadas pela baixa quantidade de locais de nidificação, geralmente já ocupados pelas espécies residentes, que beneficiam da alimentação suplementar (Jokimäki & Suhonen, 1998). No geral, a urbanização diminui a diversidade e riqueza de espécies mas aumenta a densidade de aves (Bezzel, 1985; Hohtola, 1978; Jokimäki & Suhonen, 1993; Tilghman, 1987 - todos em: Jokimäki, 1999).

Para muitas aves que não encontram na matriz urbana as condições necessárias à sobrevivência, as manchas de vegetação e os grandes parques que existem nas cidades são um importante refúgio (Wood, 1993; Tomialojc, 1998 – todos em: Parsons *et al*, 2003, White *et al*, 2005). Esta característica levou a que estas áreas fossem muitas vezes

designadas como ilhas de biodiversidade isoladas num mar urbano (Curtis, 1956; MacArthur & Wilson, 1967; Helliwell, 1976; Whitcomb, 1977; Wiens, 1994; Haila, 2002 - todos em: Morimoto *et al*, 2005), contudo esta imagem não é completamente exacta, dado que o meio urbano possui uma certa diversidade de habitat e não representa uma barreira tão difícil de transpor como o mar (Haila, 2002 em Morimoto *et al* 2005).

Na realidade, vários estudos indicam que os parques são mais ricos em espécies que o resto da matriz urbana (Hadidian *et al*, 1997; Jokimäki & Suhonen, 1993; Tilghman, 1987 – todos em: Jokimäki, 1999). Este facto poderá estar relacionado a sua grande heterogeneidade interna relativamente à das restantes zonas urbanas (Gilbert, 1989; Hadidian *et al*, 1997; Rottenborn, 1999 – todos em: Shwartz *et al*, 2007). Sendo compostos por vários tipos de habitats (Solecki & Welch, 1995; Hermy & Cornelis, 2000 – todos em: Shwartz *et al*, 2007) resultantes das várias actividades lá praticadas (Shwartz *et al*, 2007), os parques poderiam suportar uma grande riqueza de espécies e abundância, em comparação com as áreas adjacentes (Fernández-Juricic & Jokimäki, 2001 em Palmer *et al*, 2008; ; White *et al*, 2005). Contudo segundo Parsons (2008), as espécies que se encontram associadas a essas manchas estão muito restritas a estes espaços, enquanto as aves adaptadas à vida urbana, não dependem da presença desses parques.

Apesar de grandes intensidades de urbanização terem um impacto negativo na riqueza e diversidade das espécies, a introdução, em pequena escala, de estradas, edifícios, pastagens, culturas anuais, culturas-arbóreo-arbustivas, entre outras, poderá ter um efeito benéfico ao aumentar a heterogeneidade de habitat (Mellink, 1991; Blair, 1996; Jobin *et al*, 1996, Blair & Launer, 1997; Cam *et al*, 2000; Drapeau *et al*, 2000; Soderstrom & Part, 2000; Glennon & Porter, 2005; Geis, 1974; Sodhi, 1992; Petit *et al*, 1999; Crooks *et al*, 2004 - todos em: Chapman & Reich, 2007). Este padrão é consistente com a tese do nível intermédio de perturbação de Connell (1978), que defendia que pequenos distúrbios poderão originar maior diversidade, ao nível da paisagem, do que a existente em estados de sucessão mais maduros.

Torna-se necessário, portanto, conhecer os factores que restringem a ocorrência e aumentam a diversidade de espécies. Um bom conhecimento e informação ecológica destas áreas é essencial para uma gestão integrada das manchas vegetais urbanas que tenha em conta não só as necessidades humanas mas também o incremento da biodiversidade (Morimoto *et al*, 2005, Jokimäki, 1999).

Já vários estudos trataram a influência da área da mancha de vegetação e do seu perímetro na riqueza de espécies (Ambuel & Temple, 1983; Freemark & Merriam, 1986; Bennett & Ford, 1997; Abensperg-Traun et al, 2000 - todos em: Palmer *et al*, 2008). Manchas com menos de 2 hectares estão sujeitas a um intenso efeito de orla, originando um menor valor de habitat, uma maior susceptibilidade ao ruído e uma maior pressão por aves mais urbanas (Foreman *et al*, 1976 em Palmer *et al*, 2008; Fernández-Juric, 2004). Estudos de Fernández-Juric (2004), com trepadeira (*Certhia brachydactyla*), chapim-real (*Parus major*) e chapim-azul (*Parus caeruleus*), indicaram que, em parques superiores a 20 ou 30 hectares, estas aves tinham uma probabilidade de ocupação bastante próxima de 1.

Palmer *et al* (2008) concluiu que a seguir ao tamanho da mancha, tornam-se também relevantes as características de paisagem e estruturais.

Num outro estudo, Cicero (1989) concluiu que é importante a estrutura do habitat periférico e do habitat local, sendo positivo um isolamento entre o parque e os distúrbios relacionados com a vida citadina.

Todos estes factores estão sobretudo ligados a uma escala paisagística, com uma maior abrangência. Vários estudos indicam que estes factores poderão ter menos influência na distribuição das espécies que as características de habitat à escala local (Bellamy *et al*, 1996; Orth & Kennedy, 2001; Lichstein *et al*, 2002; Cleary *et al*, 2005; Donnely & Marzluff, 2006; Hannah *et al*, 2007; Yamaura *et al*, 2006 – todos em: Kath *et al*, 2009). Nomeadamente Shwartz (2007) sugere que as aves têm uma maior associação e conseqüentemente uma maior resposta a características de habitat a pequena escala, como a composição de vegetação ou a presença de caminhos, do que a atributos à escala da paisagem. Desta forma, a gestão baseada simplesmente numa perspectiva espacial mais ampla, pode não ter o impacto necessário por não ter em conta factores a uma escala mais fina, quando uma intervenção naquela perspectiva mais global representa um maior investimento, em oposição a uma intervenção a uma escala menor que se torna muito mais fácil e barata. Campbell (2009) concluiu que características específicas de habitat são claramente importantes para a presença das aves, mas que os padrões precisos requeridos são diversos para cada espécie.

Estudos anteriores comprovaram uma relação positiva entre o número de sub-habitats num parque e a biodiversidade do mesmo (Hermy & Cornelis, 2000 em Shwartz *et al*, 2007), sendo que a diversidade de espécies de aves está associada à complexidade de habitat (Lancaster & Rees, 1979; Tilghman, 1987; Clergeau *et al*, 1998; Fernandez-Juricic, 2000;

Hermý & Cornelis, 2000; Cornelis & Hermý, 2004 - todos em: Shwartz *et al*, 2007). Por outro lado, os padrões de comunidade ornitológica deveriam ser explicados pelas diferenças de estrutura e riqueza de espécies associada às comunidades de plantas (Clergeau *et al*, 2001; Jokimäki and Kaisanlaghti-Jokimäki, 2003 - todos em: Shwartz *et al*, 2007). Parques com uma boa diversidade de estrutura de vegetação (solo, coberto arbustivo e coberto arbóreo), proporcionam mais oportunidades de alimentação, abrigo e nidificação (White *et al*, 2005).

Estudos realizados em Madrid, Espanha, concluíram que os principais factores que influenciam a distribuição de passeriformes florestais em parques urbanos são o tamanho do parque e a disponibilidade e diversidade estrutural de vegetação, seguidos pela distância entre diversos parques e pelo nível de perturbação humana (Fernández-Juric, 2004).

Outros estudos concluem que o importante é área do coberto arbóreo (Higuchi *et al*, 1982; Opdam *et al*, 1985; Taylor *et al*, 1987; Hinsley *et al*, Askins, 2000 – todos em: Morimoto *et al*, 2005; Blake & Karr, 1987; Lussenhop, 1977 – todos em: Jokimäki, 1999) bem como a sua conectividade (Mörtberg & Wallentinus; 2000; Fernández-Juricie & Jokimäki, 2001 – todos em: Morimoto *et al*, 2005), a altura das árvores dominantes e a densidade das árvores mais pequenas (Freemark & Merriam, 1986, Gavareski, 1976; Tilghman, 1987 – todos em: Jokimäki, 1999).

Analisando a metodologia de alguns destes estudos, verificamos a existência de várias metodologias diferentes e objectivos diferentes.

Cicero (1989) usou uma análise de clusters para comparar a riqueza específica de aves em vários lagos de grandes parques urbanos na Califórnia. Concluiu que as diferenças entre os vários locais se deviam a dois factores, o nível de perturbação humana, que está associada à dimensão e estrutura das zonas envolventes; e a disponibilidade de características específicas de habitat, que dependem do habitat local. Entre estas características específicas, salienta-se a existência de vegetação natural, a cobertura arbustiva e arbórea, a densidade de edifícios adjacentes, a presença de água e a de árvores mortas.

Jokimäki e Suhonen (1998), debruçaram-se especificamente sobre as aves invernantes da Finlândia e os factores que a afectam sua distribuição num espaço urbano. Para tal foi usado um método de quadrículas com a amostragem em zig-zag.

Estudos de Jokimäki (1999), novamente na Finlândia, determinaram o impacto da área do parque, actividade humana, habitat e estrutura paisagística, numa área envolvente de 9 hectares, na comunidade de aves, usando para isso uma metodologia de mapeamento de territórios. Constatou que a riqueza de espécies estava fortemente associada à área florestal, sendo também importante o tamanho das árvores dominantes e a densidade de árvores pequenas. Curiosamente, não encontrou relação entre o mato e a riqueza de espécies, ou alguma espécie em particular. Concluiu, então, que tanto os factores a uma escala paisagística, como os a uma escala específica de habitat, têm importância na composição específica dos parques urbanos.

Park & Lee (2000) estudou as relações de aves-área, analisando esta relação aplicada a diferentes contextos de habitat: nidificação, alimentação e migração. Foram feitos transectos por manchas de vegetação arbórea na cidade de Seoul, na Coreia. Concluíram também que o factor mais importante era a área da mancha.

Parsons *et al* (2003) focou-se no efeito do tamanho e proximidade da mancha de vegetação natural na composição da avifauna em zonas sub-urbanas de Austrália. Usou uma amostragem baseada na presença/ausência de espécies, em que o observador tinha à escolha fazer amostragem numa área de 5 hectares ou em círculo de 500 metros de raio.

Fernández-Juric (2004) estudou a distribuição de passeriformes florestais em parques urbanos com coberto arbóreo de Madrid, considerando o tamanho do parque, isolamento, densidade de corredores potenciais, estrutura da vegetação e caminhos pedestres. Foram feitos transectos de 100x50 metros, com espécies bastante semelhantes às que ocorrem em Lisboa.

White *et al* (2005) analisou a estrutura e composição da avifauna ao longo de um gradiente de modificação, desde os parques com vegetação natural a ruas recentes com árvores muito novas. Usou um método de transectos, e conclui que cada grau de modificação tem uma comunidade diferente.

Morimoto *et al* (2006) analisou o impacto na avifauna do uso e coberto do solo nas áreas adjacentes às manchas de vegetação urbanas e sub-urbanas, no Japão. Usou uma amostragem por transectos, concluindo que diferentes usos ou cobertos do solo beneficiam diferentes espécies de aves.

Donnelly & Marzluff (2006) estudaram a importância da quantidade de habitat, a sua estrutura e padrão, e o seu efeito na diversidade e abundância de aves em Seattle, Washington, investigando se poderia ser feita uma gestão da urbanização que mitigasse os seus efeitos na avifauna. Concluíram que, quando a urbanização é inferior a 52% da área, a densidade arbórea é de pelo menos 9,8 árvores por hectare e há uma conectividade de floresta de 64%, a riqueza específica é alta e estão presentes muitas espécies nativas.

Palmer *et al* (2008), na Austrália, debruçou-se sobre a pergunta: o mais importante é a área da vegetação ou outros factores como a estrutura de vegetação e da área envolvente? Usou uma amostragem por transectos, com um número variável conforme o tamanho do local, usando um esquema de quadrículas (quatro quadrículas de 20x20 metros) para caracterizar as variáveis de habitat. Concluiu que a área da mancha de vegetação era fundamental, e, em menor escala, a proporção de galeria ribeirinha.

Shwartz *et al* (2008) definiram vários níveis de gestão de um parque em Israel, com base na actividade humana e grau de naturalização da vegetação e o seu efeito na comunidade aves. A amostragem foi feita com base em parcelas circulares com 100 metros de raio, tendo várias espécies em comum com as tipicamente encontradas em Lisboa. Conseguiu comprovar a existência de um impacto na biodiversidade dos vários níveis de gestão, sendo que níveis com grande impacto humano tinham os valores mais baixos de biodiversidade e níveis intermédios, os valores mais altos. Identificou ainda alguns outros factores que favorecem as aves nativas ou exóticas como relvados, suplementos alimentares, caminhos, coberto arbóreo e lagos.

Kath *et al* (2009) estudou a questão da escala, que tem um maior impacto nos pequenos passeriformes da Austrália, e o problema da competição. Utilizou uma amostragem em transectos e uma análise baseada numa matriz de correlação de Pearson e em modelação de resposta dos passeriformes. Concluiu que estes passeriformes não respondiam tanto à escala de paisagem como à densidade arbustiva e à competição.

Verifica-se portanto que vários estudos se debruçaram sobre o impacto da urbanização na avifauna, através de diferentes graus de intervenção humana e avaliando algumas características como o tamanho do parque, a estrutura da vegetação e a presença humana. Contudo, poucos estudos avaliaram de que modo o uso do solo e a sua alteração poderão influenciar as diversas espécies presentes.

A Tapada da Ajuda, em Lisboa, sobre a qual se debruça este estudo, tem um conjunto de características único, com vários usos de solo que incluem áreas mais ou menos urbanizadas, agricultura, pomar, olival, vinha, pastos e floresta. Assim sendo, e considerando que se trata de uma área bastante usada pelo Homem e em constante mutação, torna-se importante avaliar como é que alterações a este sistema de múltiplos habitats (e múltiplos usos) poderão afectar a avifauna ali residente.

Desta forma, o objectivo deste estudo baseia-se em desenvolver, aplicar e testar uma metodologia que permita avaliar o impacto de diversos cenários alternativos de evolução futura do uso do solo na comunidade de avifauna de parques urbanos, utilizando a Tapada da Ajuda como caso de estudo. Procurou-se, ainda, determinar se a resposta das aves aos diversos usos do solo é melhor captada a uma escala inferior, com maior homogeneidade de coberto vegetal (e de usos do solo), ou a uma escala superior, de mosaico, mais heterógenea e mais ampla. Para isso, procurou-se determinar as características de vegetação e uso do solo que influenciam a distribuição de aves num parque urbano de grandes dimensões.

Metodologia

- Área de estudo

O estudo foi feito na Tapada da Ajuda, localizada na periferia do parque florestal de Monsanto, em Lisboa. A Tapada de Ajuda, originalmente designada como Tapada Real, funcionava, como o próprio nome diz, como uma reserva de caça para o rei. Actualmente, consiste num parque florestal urbano com uma área aproximada de 100 hectares, com diferentes usos de solo e grande heterogeneidade de habitat. Entre as actividades praticadas destacam-se as culturas arvenses e pastagens, a viticultura e outras culturas arbóreo-arbustivas, as plantações de eucaliptos, as actividades desportivas (com a ocupação de terreno pelos relvados respectivos) e as actividades humanas correspondentes ao funcionamento do Instituto Superior de Agronomia e outras instituições, no mesmo espaço, as quais requerem uma diversidade de estruturas edificadas e restantes infraestruturas.

Salienta-se também a Reserva Botânica Natural D. Xavier Pereira Coutinho, uma área de zambujal denso em regime de protecção integral sem intervenção, recriando o que se poderia considerar o clímax original da área de barros da região lisboeta.

Todas estas características, em conjunto com áreas mais ou menos florestais ou urbanizadas, de incultos, parques e jardins, fazem da Tapada uma mistura única de características vegetais e de habitat, combinadas geralmente a uma escala espacial muito reduzida. Estas características serão analisadas mais pormenorizadamente no capítulo de resultados (Tabela 1).

- Metodologia de amostragem

As metodologias de amostragem de aves podem ser divididas em quatro tipos: mapeamento de territórios, transectos em linha, pontos de escuta e quadrículas.

O mapeamento de territórios é especialmente usado para passeriformes na época de nidificação. Permite-nos perceber a distribuição dos machos e dos seus territórios. Contudo é um método demorado e específico para nidificantes.

O método de transectos em linha foi o mais utilizado na bibliografia. Esta técnica é usada para calcular frequências e densidades. No entanto, como já foi referido, a Tapada é um

espaço com uma grande diversidade de habitats, criando um mosaico a uma escala bastante fina, que dificulta o planeamento de transectos com um habitat homogéneo de forma a poder-se associar as espécies observadas a um conjunto de características ambientais, como se pretende com o estudo. Por outro lado, este estudo não tem por objectivo estimar densidades, mas apenas avaliar a presença/ausência de cada espécie. Esta questão também leva novamente à questão da escala de amostragem, visto a metodologia para estimar a densidade das espécies pressupõe o registo de espécies que se encontram a uma distância mais próxima e o registo de espécies que se encontram já a uma maior distância, correspondendo depois estas espécies a um tipo de habitat que poderá ser bastante diferente daquele em que se realiza o transecto. Ainda para mais, muitas áreas da Tapada são de difícil acesso, impedindo a realização de transectos nas mesmas.

O método de pontos de escuta assenta em ficar num ponto e fazer o inventário de todas as espécies que é possível ver ou ouvir. Este método é especialmente usado para aves canoras. Permite também apurar densidades, que, como foi dito, não constituía um objectivo no presente estudo. Este método requer alguma experiência para conseguir avaliar a distância a que a ave está a cantar, de forma a depois se consiga associar ao habitat.

Por fim, o método das quadrículas é sobretudo usado para a elaboração de Atlas. Consiste na elaboração de uma grelha em que se vai determinar a presença ou não da espécie, podendo-se, por vezes, também fazer-se uma estimativa da abundância ou frequência de uma população. Segundo DeGraaf et al (1991), uma amostragem deste tipo permite reduzir alguns problemas do ruído (em Jokimäki & Suhonen, 1998). O método permite essencialmente representar a distribuição de cada espécie na área estudada e, por isso, correlacionar essa distribuição com determinadas características ambientais que seja possível mapear à escala da mesma quadrícula.

Por este último método apresentar uma grande facilidade de aplicação e responder aceitavelmente aos objectivos prosseguidos (mapear a distribuição das espécies e as características ambientais de que depende), foi feita uma grelha de quadrículas de 50 por 50 metros no mapa da Tapada, gerando aproximadamente 440 quadrículas. Destas, foram seleccionadas aleatoriamente 117, nas quais se procedeu à amostragem, através de pequenos transectos, no interior de cada quadrícula, com uma duração entre 10 e 15 minutos. As amostragens foram feitas entre 7 e 23 de Junho de 2010, entre as 6.15 e as 10.30, e entre as 18:00 e as 20:00 horas. Seguiu-se um registo de presença/ausência, que evita os erros de contagem ou contagem dupla (Campbell, 2009).

Posteriormente foram quantificadas as variáveis ambientais com base nas fotografias aéreas disponíveis em Google Earth e dados recolhidos no campo. As variáveis usadas foram: percentagem de coberto arbóreo, percentagem de ocupação de solo por culturas arbóreo-arbustivas, percentagem de ocupação de solo por culturas anuais (ou outra vegetação herbácea, geralmente anual), percentagem de impermeabilização de solo, presença de espécies do género *Quercus*, presença de eucaliptos e outras exóticas, presença de outras folhosas, presença de coníferas, presença de pomar, presença de olival, presença de vinha, presença de edifícios, e densidade de mato. Estas variáveis foram quantificadas em todas as quadrículas de 50x50 metros usadas na amostragem das aves e também num conjunto de quadrículas adjacentes às mesmas, a fim de tentar obter uma maior escala que poderá reflectir melhor as necessidades de habitat de algumas espécies. Esta maior escala aglomerou um conjunto de 8 quadrículas à volta daquela em que foi feita a amostragem das aves, originando um quadrado de 150 metros de lado, sendo de agora em diante designada por quadrícula 150x150.

- Análise estatística

Foi primeiro realizada uma análise exploratória univariada com base nas variáveis ambientais e presença/ausência das diversas espécies de aves. Esta última permite avaliar a frequência de cada espécie e compará-la com dados de observações anteriores (Santos, não publicado), a fim de detectar algumas falhas na amostragem. Foi usado o Excel 2003.

De seguida procedeu-se a uma análise bivariada com *crosstables* para discriminar algumas relações existentes entre espécies e variáveis ambientais e entre as diversas espécies entre si, através de do teste do Qui-quadrado, usando o indicador de Fisher. Para tal foi usado o programa SPSS versão 17.0. Para facilitar esta análise, as variáveis ambientais categóricas foram divididas para que cada categoria fosse codificada numa nova variável escrita sobre a forma binária (por exemplo uma quadrícula cujo o coberto arbóreo fosse superior a 50% seria codificada com 1 na variável coberto arbóreo 4 e 0 nas variáveis coberto arbóreo 0, 1, 2 e 3). Consideraram-se correlações significativas aquelas cuja probabilidade de erro no teste fosse inferior a 0.1.

Fez-se, ainda, uma análise multivariada, utilizando o método dos clusters com aglomeração hierárquica, critério de distância de Jaccard e *complete linkage* (SPSS 17.0). Este critério de distância é usado para dados nominais, nomeadamente dados binários de presença/ausência, como é o caso das espécies, mas também das variáveis ambientais que

foram transformadas em variáveis binomiais na última análise. Este critério não tem em conta as co-ausências na formação dos clusters, o que evita a associação de quadrículas baseada na ausência semelhante de várias espécies ou características ambientais, formando cluster pouco interpretáveis.

Foram formados clusters de quadrículas com base nas variáveis ambientais (em ambas as escalas, 50x50 e 150x150) e, por outro lado, clusters de quadrículas com base na presença/ausência das diversas espécies de aves. Com o primeiro tipo de clusters, pretendia-se aglomerar as quadrículas nalguns tipos de habitat e, depois, associar-lhes um conjunto de espécies de aves – quer individualmente quer com base no seu cruzamento com os clusters obtidos com a presença-ausência das diversas espécies. O número de clusters foi escolhido com base num critério de facilidade de interpretação.

Os clusters de habitats foram analisados comparando as frequências das variáveis ambientais de cada cluster com as frequências globais das variáveis na totalidade da amostra, de forma a perceber que variáveis ambientais eram caracterizadoras do cluster. O mesmo procedimento foi feito, para os clusters de habitats, para perceber que espécies de aves eram caracterizadoras de cada um dos clusters.

Os clusters obtidos com base na presença/ausência das diversas espécies de aves foram analisados da mesma forma, e também com base na frequência das espécies agrupadas por guildas de habitat. Somaram-se as espécies de cada guilda presentes no cluster e analisou-se a frequência de cada guilda no cluster em comparação com a frequência global da mesma guilda.

Posteriormente foram cruzados os clusters de habitat e os clusters de aves para perceber como se interligavam. Esta relação entre clusters ambientais e clusters de aves foi inferida analisando a distribuição das quadrículas de cada cluster de aves pelos diversos clusters ambientais. A frequência de cada cluster de aves dentro do cluster ambiental foi comparada com a frequência geral desse cluster de aves. Desta forma foi possível identificar que cluster(s) de aves estariam melhor representados em cada cluster ambiental.

Utilizando os clusters ambientais e a frequência das diversas espécies de aves em cada cluster, procurou-se construir um modelo de simulação da evolução das diversas espécies em diferentes cenários alternativos de evolução do uso do solo na Tapada da Ajuda. Considerando que, em cada cluster, a frequência relativa da espécie corresponde à frequência relativa de quadrículas onde há condições para a espécie ocorrer, quando se

aumenta o número de quadrículas de um cluster e, conseqüentemente, diminui o número de quadrículas em outros clusters, vai aumentar ou diminuir o número de quadrículas com condições para a ocorrência de cada espécie. Desta forma, consegue-se determinar que espécies serão beneficiadas e prejudicadas com um determinado cenário de alteração do uso de solo. A evolução previsível das diversas espécies sob cada um dos cenários de evolução do uso do solo foi depois avaliada com base num conjunto de múltiplos objectivos de conservação.

Estes objectivos contemplam várias escalas de conservação, uma local e uma regional. Para uma conservação nacional, as espécies existentes na Tapada seriam pouco relevantes dado ocorrem em vários locais. A única espécie que poderia ter algum interesse seria a rola-brava, devido à diminuição populacional que tem sofrido desde 1972 (Santos Júnior, in Catry et al, 2010). Assim, considerou-se um objectivo de conservar o máximo de diversidade da Tapada e outro de conservar o máximo de diversidade em Lisboa. Este objectivo ainda se pode dividir noutros dois: conservar as espécies que apenas existem na Tapada ou conservar as espécies que só existem na Tapada e aquelas que têm o seu máximo populacional na Tapada, podendo funcionar desta forma como uma fonte de colonização para outros locais de Lisboa.

Para além destas análises, foi ainda realizada uma análise de componentes principais com o objectivo de determinar se os resultados estatísticos das análises de clusters seriam melhorados correndo a mesma sobre as coordenadas de cada quadrícula em cada um dos principais eixos factoriais em vez de a correr nas variáveis directamente resultantes da amostragem. Desta análise factorial foi feita interpretação dos eixos factoriais e o mesmo tipo de análise de clusters. Concluiu-se que estas análises não melhoravam os resultados, tendo sido por isso excluídas do estudo.

Também se tentou estimar modelos de selecção de habitat por cada espécie, para determinar as características que explicam a sua presença, mas estes modelos resultaram pouco interpretáveis e com uma capacidade explicativa muito baixa, tendo também sido excluídos das secções seguintes.

Resultados

- Análise univariada

A análise exploratória dos resultados ambientais permite tirar algumas conclusões sobre a estrutura de habitat (e uso do solo) da Tapada (Tabela 1).

Tabela 1: Informação sobre as variáveis ambientais usadas nas análises e a sua frequência relativa nas quadrículas amostradas

Variável	Descrição	Abreviatura usada	Frequência relativa (50x50)	Frequência relativa (150x150)
Coberto arbóreo	Percentagem de projecção da copa relativamente à área da quadrícula			
0	Ausência	Cob_arboreo0	10%	0%
1	Entre 0 e 10%	Cob_arboreo1	19%	15%
2	Entre 10 e 25%	Cob_arboreo2	13%	31%
3	Entre 25 e 50%	Cob_arboreo3	20%	26%
4	Superior a 50%	Cob_arboreo4	38%	28%
Culturas arbóreo-arbustivas	Percentagem de ocupação de solo por culturas arbóreo-arbutivas (pomar, vinha ou olival) na quadrícula			
0	Ausência	Cult_arb_arb0	77%	54%
1	Entre 0 e 50%	Cult_arb_arb1	7%	44%
2	Entre 50 e 100%	Cult_arb_arb2	5%	2%
3	100%	Cult_arb_arb3	2%	0%
Culturas anuais	Percentagem de ocupação de solo por culturas anuais, pastos ou outras herbáceas na quadrícula			
0	Ausência	Cult_anuais0	47%	18%
1	Entre 0 e 50%	Cult_anuais1	9%	60%
2	Entre 50 e 100%	Cult_anuais2	21%	19%
3	100%	Cult_anuais3	9%	0%
Impermeabilização	Percentagem de			

	impermeabilização do solo por edifícios, estradas, asfalto ou outras que impeçam a infiltração de água na quadrícula			
0	Ausência	Imperm0	33%	3%
1	Entre 0 e 10%	Imperm1	32%	49%
2	Entre 10 e 25%	Imperm2	17%	33%
3	Entre 25 e 50%	Imperm3	10%	13%
4	Superior a 50%	Imperm4	7%	2%
Quercus	Presença de vegetação do género Quercus (sobreiros, carvalho, azinheiras ou carrasco)	Quercus	48%	83%
Folhosas	Presença de outras folhosas (plátanos, freixos...)	Folhosas	58%	85%
Eucaliptos_et_al	Presença de eucaliptos e outras exóticas (palmeira)	Eucaliptos_et_al	33%	72%
Coníferas	Presença de coníferas	Coníferas	53%	82%
Olival	Presença de olival ou oliveiras	Olival	3%	10%
Pomar	Presença de pomar	Pomar	8%	21%
Vinha	Presença de vinha	Vinha	9%	20%
Edifícios	Presença de edifícios de dimensões razoavelmente grandes (por exemplo: palácio de exposições, DEF, BISA...)	Edifícios	24%	67%
Mato				
0	Ausência de mato	Mato0	31%	4%
1	Presença de arbustos dispersos (arbustos isolados)	Mato1	33%	53%
2	Presença de mato denso numa pequena fracção da quadrícula, ou de mato de densidade intermédia numa maior fracção da quadrícula	Mato2	26%	32%
3	Presença de mato denso numa grande fracção da quadrícula	Mato3	10%	10%

Confirma-se a grande diversidade que tinha sido referida na caracterização do local de estudo. Mais de metade das quadrículas (em ambas as escalas) tem mais de 25% de coberto arbóreo, não existindo, à escala 150x150 m, nenhuma quadrícula com ausência de coberto arbóreo. As árvores dispersas, as pequenas matas e as manchas florestais são,

portanto, uma constante em toda a Tapada, não ocorrendo assim espaços abertos de grandes dimensões.

Já no que se refere à presença de matos, a maioria das quadrículas tem matos dispersos ou de densidade intermédia, sublinhando-se, por outro lado, a quase ausência de quadrículas 150x150 sem matos. As quadrículas com elevadas densidades de matos são também relativamente pouco frequentes a qualquer das escalas.

A maioria das quadrículas é caracterizada pela ausência de culturas (anuais ou arbóreo-arbustivas) ou pela reduzida percentagem de coberto pelas mesmas (no caso da escala de 150x150). Não existem quadrículas de 150x150 totalmente cobertas por culturas arbóreo-arbustivas ou culturas anuais.

A presença frequente de *Quercus*, folhosas, eucaliptos (em menor frequência) e coníferas denota uma floresta mista.

A uma escala de 150x150 mais de metade das quadrículas têm presença de edifícios de dimensões razoáveis.

Ao analisar cada variável de coberto a ambas as escalas, verifica-se que a frequência das categorias extremas (ausência ou dominância dessa forma de coberto) diminui quando passamos para a escala maior, pelo que aumenta a frequência das categorias intermédias (figura 1, 2, 3, 4 e 5). Deste modo, só à escala de 50x50 é possível encontrar muitas quadrículas com coberto relativamente homogéneo, quando se passa para a escala 150x150, a grande maioria das quadrículas apresentam já um mosaico relativamente complexo e diversificado (ausência de categorias extremas de ausência ou dominância). Assim, além da diversidade de tipos de coberto vegetal e uso do solo ao nível da Tapada, como um todo, verifica-se que estes tipos estão combinados em mosaico complexo a uma escala bastante fina. Confirma-se assim que, para ser realizada em unidades de maior homogeneidade quanto a coberto e uso do solo, a amostragem da presença/ausência de aves teria de ser realizada a uma escala tão fina quanto a escala 50x50.

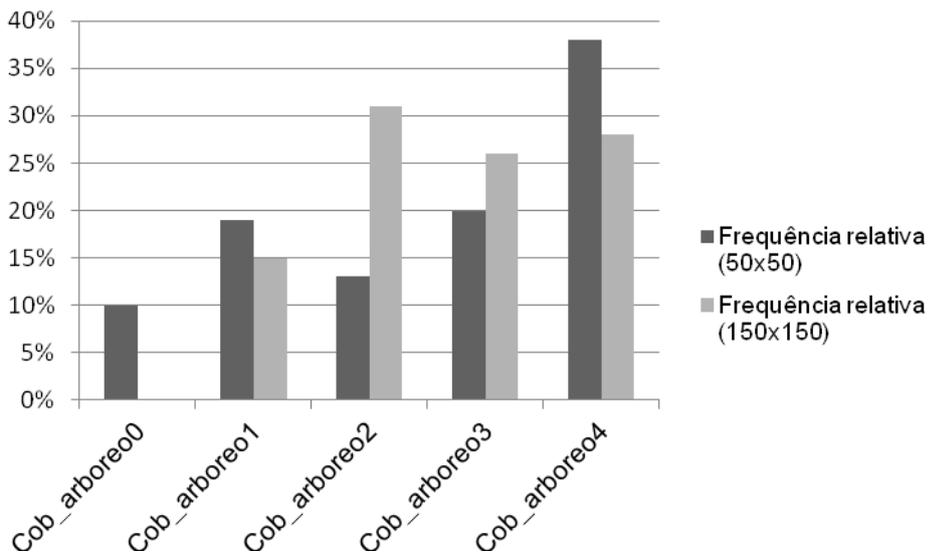


Figura 1: Gráfico das frequências relativas das diversas categorias de coberto arbóreo às duas escalas consideradas (50x50 e 150x150).

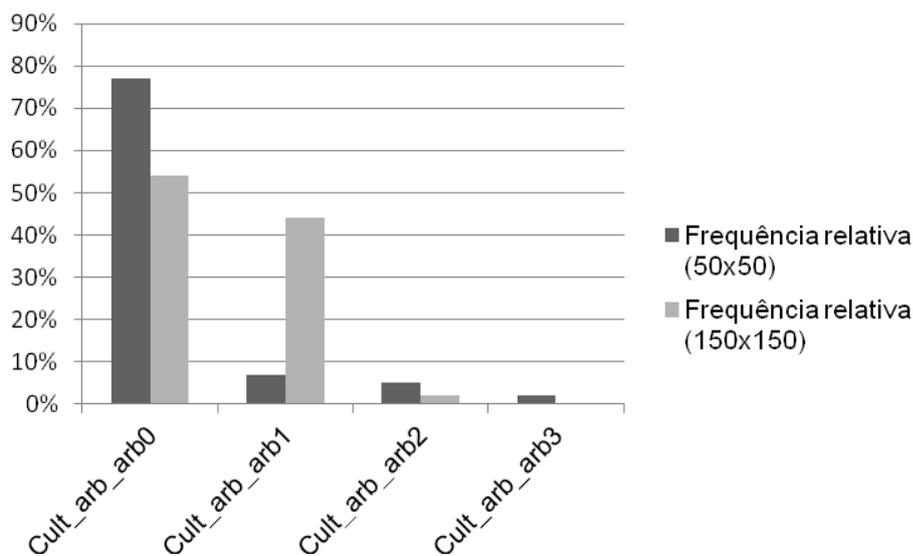


Figura 2: Gráfico das frequências relativas das diversas categorias de coberto por culturas arbóreo-arbustivas às duas escalas consideradas (50x50 e 150x150).

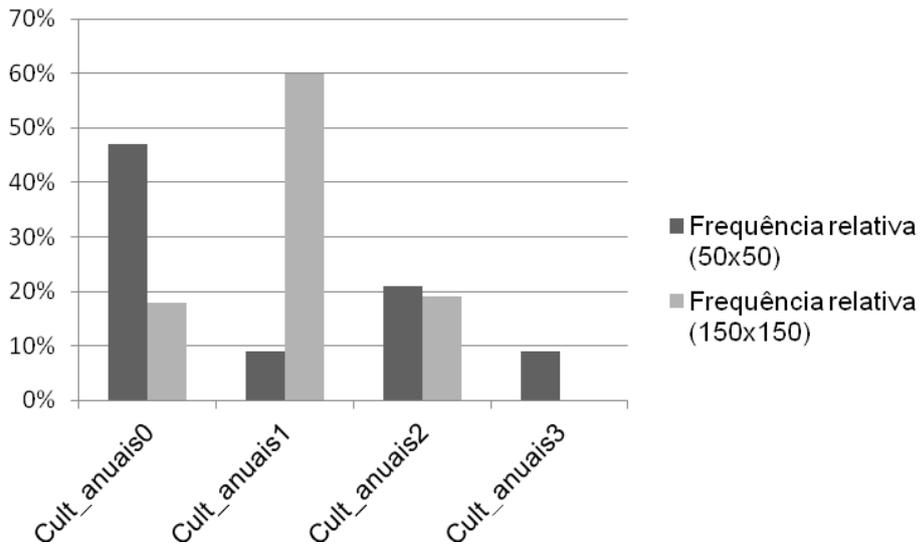


Figura 3: Gráfico das frequências relativas das diversas categorias de coberto por culturas anuais às duas escalas consideradas (50x50 e 150x150).

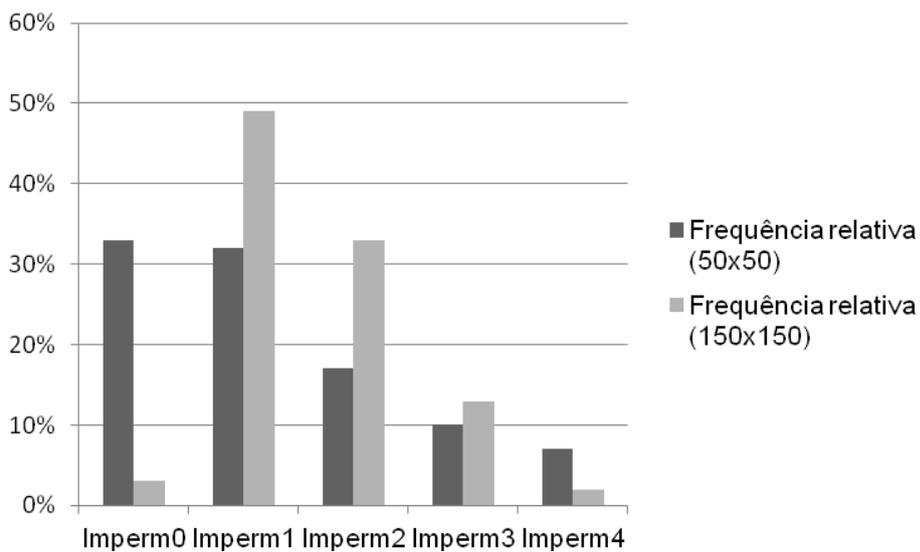


Figura 4: Gráfico de frequências relativas das diversas categorias de impermeabilização às duas escalas consideradas (50x50 e 150x150).

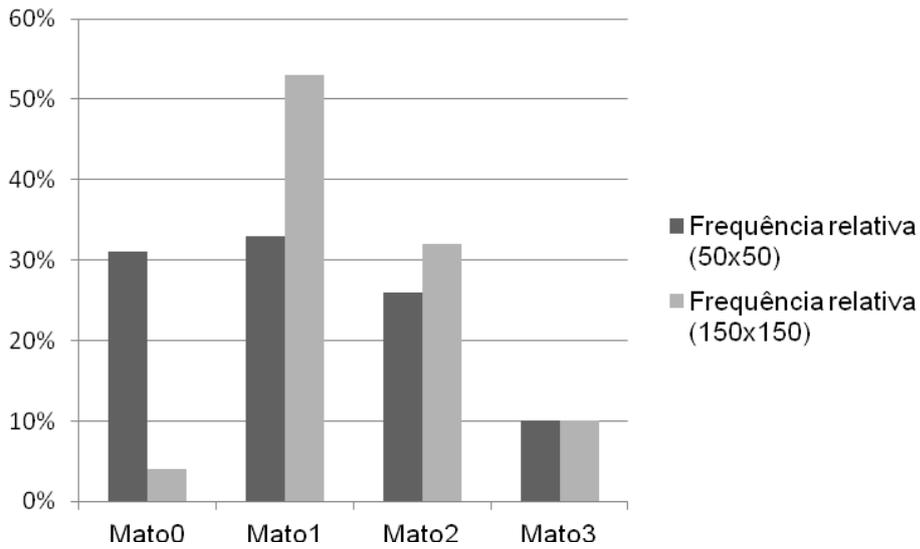


Figura 5: Gráfico de frequências relativas das diversas categorias de coberto por mato às duas escalas consideradas (50x50 e 150x150).

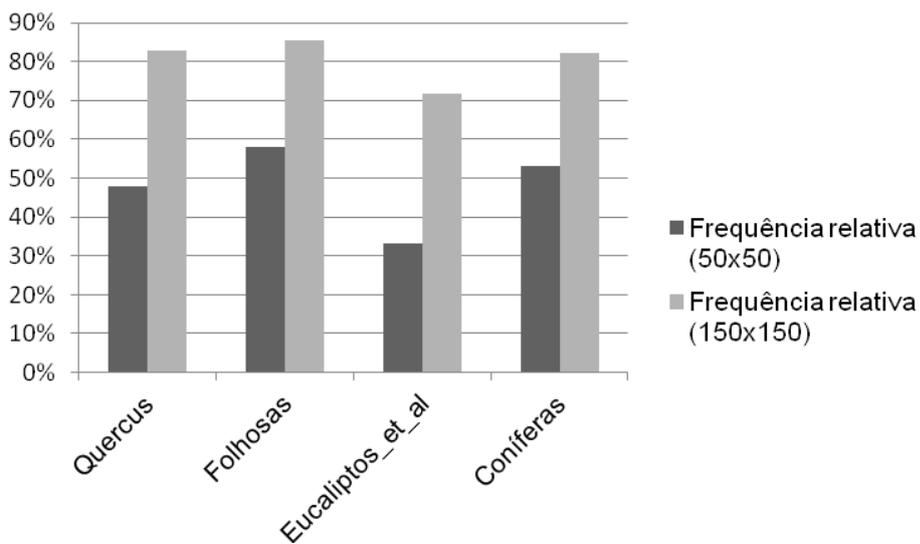


Figura 6: Gráfico de frequências relativas de presença nas quadrículas de várias espécies arbóreas às duas escalas consideradas (50x50 e 150x150)

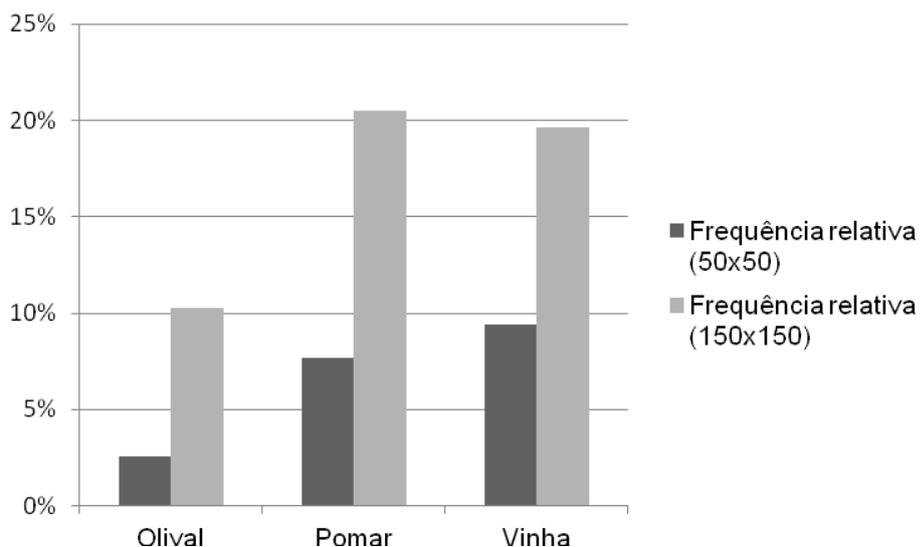


Figura 7: Gráfico de frequências relativas de presença nas quadrículas das várias culturas arbóreo-arbustivas às duas escalas consideradas (50x50 e 150x150)

Através da análise destes gráficos (figura 1, 2, 3, 4 e 5) inferem-se diferentes comportamentos para as diferentes variáveis de coberto. A uma escala de 50x50, a frequência de quadrículas com coberto arbóreo crescente aumenta geralmente ao longo das cinco categorias, tendo o seu valor máximo para a categoria com uma projecção da copa superior a 50% da quadrícula. Deduz-se, portanto, que a maior parte da Tapada tem um coberto arbóreo bastante denso. Contudo, ao analisar a uma escala de 150x150 a categoria com maior frequência relativa é a de coberto arbóreo 2, que corresponde a uma projecção da copa entre 10 e 25%, decrescendo essa frequência ligeiramente para categorias superiores. Torna-se claro que a uma distância de 150 metros é possível passar de uma zona densamente florestal para uma zona já não tão densa, o que indica que as áreas de coberto arbóreo denso, embora frequentes, são bastante fragmentadas/interrompidas por zonas de coberto menos denso. A figura 6 evidencia que nenhuma das categorias de espécies arbóreas manifesta uma predominância marcada em nenhuma das escalas, denotando uma floresta tendencialmente mista, como já tinha sido referido.

Já para as culturas arbóreo-arbustivas existe uma relação inversa entre a frequência relativa e a percentagem de ocupação de solo para ambas as escalas, sendo porém mais nítida, na escala de 50x50, a existência de quadrículas com ausência total de culturas arbóreo-arbustivas, enquanto para a escala de 150x150 os valores decaem bruscamente a partir de valores superiores a 50% de ocupação do solo. Já a figura 7 permite demonstrar que, dentro das culturas arbóreo-arbustivas, a vinha é aquela que tem uma maior representatividade na escala de 50x50, enquanto a 150, é o pomar com maior frequência. Deduz-se então que a

área contínua de vinha é superior, enquanto o pomar se encontra mais disperso pela Tapada em pequenas manchas.

A distribuição das culturas anuais já não manifesta uma linearidade tão marcada. Para a escala 50x50, a categoria com maior representatividade é a de ausência de culturas anuais, havendo uma tendência de decréscimo progressivo para as outras categorias. Já para a escala 150x150, a distribuição é tendencialmente unimodal, com a categoria de maior frequência relativa entre os 0 e 50% e uma diminuição acentuada posterior. Isto revela que as culturas anuais, embora geralmente não dominantes, tendem a estar bastante espalhadas

Na figura 4, referente à impermeabilização, existe um grande contraste entre a frequência das quadrículas com valores de impermeabilização nulos entre as duas escalas (50x50 e 150x150). Enquanto para a escala inferior, a frequência de quadrículas sem impermeabilização é a mais alta, para a escala maior, esta frequência passa a ser das mais baixas. Este facto denota uma grande presença humana ao longo de toda a Tapada, em que, numa escala de 150x150 metros se torna difícil a ausência, numa quadrícula, de um qualquer edifício, estrada ou outra construção.

Por fim, para o mato, numa escala de 50x50, a distribuição de frequência pelas várias categorias é bastante homogénea, com excepção do mato muito denso que é mais raro. Já para a escala de 150x150, a distribuição é unimodal, com os valores mais altos para uma categoria de mato esparsos, decrescendo para maiores densidades.

Fica portanto bastante clara a grande diversidade de habitats e de estruturas existentes na Tapada propiciando desta forma uma grande diversidade de avifauna. Fica também clara a mistura dos diversos tipos de cobertos/usos do solo em mosaicos complexos a uma escala relativamente fina, que é responsável pela relativa fragmentação do coberto florestal e pela inexistência de grandes áreas abertas..

Analisando os resultados dos registos, foram contabilizados 556 registos das 25 espécies consideradas para o estudo, com uma média de 4,75 registos por quadrícula, variando entre quadrículas sem nenhum registo e quadrículas com registo de 12 espécies. As espécies com uma maior frequência relativa de observação são o melro e o pardal, com presença em mais de metade das quadrículas. Por outro lado, espécies como a perdiz, o pica-pau, a alvéola-branca, a fuínha-dos-juncos, a estrelinha-de-cabeça-listada e a trepadeira-comum

tiveram frequências inferiores a 5% das quadrículas amostradas. O pisco-de-peito-ruivo não teve nenhuma observação, sendo por isso futuramente retirado das análises.

A maioria das espécies que foram amostradas na Tapada encontram-se distribuídas por vários jardins e parques em Lisboa, com excepção da perdiz, da rola-brava e do pica-pau que necessitam de condições que não se encontram normalmente nestes espaços. Contradiz-se portanto a conclusão de Parsons (2008) que afirmava que as aves que se encontram associadas a estes espaços, ou são urbanas e não necessitam deste tipo de habitat, ou são nativas e encontram-se muito restritas a estas manchas não existindo no resto da matriz urbana. De facto a maioria das espécies existentes na Tapada, apesar de não serem aves urbanas, conseguem tolerar as condições existentes, sendo possível ouvir nas árvores das ruas de Lisboa *toutinegras-de-barrete*, encontrar *chapins-azuis* nos jardins ou *fuínha-dos-juncos* em baldios (Catry *et al*, 2010). Contudo, apesar de a maioria se encontrar distribuída por Lisboa, existem algumas espécies que encontram na Tapada um importante abrigo, acumulando lá grande parte da sua população. É o caso do *chapim-real*, *chapim-preto*, *estrelinha* e *pombo-torcaz*.

Calculado o índice de Shannon, usando o número de quadrículas em que cada espécie está presente como proxy da respectiva abundância, a diversidade total da Tapada pode ser estimada em cerca de 2,74 – um valor médio a elevado que reflecte bem a complexidade do mosaico e a diversidade de tipos de habitat disponíveis.

Tabela 2: Informação sobre as espécies de aves amostradas e a sua frequência relativa nas quadrículas amostradas (o tipo de habitat foi retirado com adaptações do Atlas de Aves Nidificantes em Portugal, p. 79)

Espécie (nome científico)	Abreviatura usada	Nome comum	Tipo de habitat	Frequência relativa
<i>Alectoris rufa</i>	Ale_ruf	Perdiz	Agrícola	3%
<i>Columba livia</i>	Col_liv	Pombo-doméstico	Impermeabilização/ parque	36%
<i>Columba palumbus</i>	Col_pal	Pombo-torcaz	Florestal	8%
<i>Streptopelia decaocto</i>	Str_dec	Rola-turca	Impermeabilização/ parque	23%
<i>Streptopelia turtur</i>	Str_tur	Rola-brava	Agrícola	9%
<i>Dendrocopos major</i>	Den_maj	Pica-pau-malhado	Florestal	2%
<i>Motacilla alba</i>	Mot_alb	Alvéola-branca	Agrícola	3%
<i>Troglodytes troglodytes</i>	Tro_tro	Carriça	Matos	11%
<i>Erithacus rubecula</i>	Eri_rub	Pisco-de-peito-ruivo	Indiferenciado	0%
<i>Phoenicurus ochruros</i>	Pho_och	Rabirruivo	Impermeabilização/ parque	8%
<i>Turdus merula</i>	Tur_mer	Melro	Impermeabilização/ parque	79%
<i>Cisticola juncidis</i>	Cis_jun	Fuíinha-dos-juncos	Agrícola	3%
<i>Sylvia atricapilla</i>	Syl_atr	Toutinegra-de-barrete	Florestal	27%
<i>Sylvia melanacephala</i>	Syl_mel	Toutinegra-dos-valados	Matos	30%
<i>Regulus ignicapilla</i>	Reg_ign	Estrelinha-real	Florestal	3%
<i>Parus ater</i>	Par_ate	Chapim-carvoeiro	Florestal	7%
<i>Parus caeruleus</i>	Par_cae	Chapim-azul	Florestal	19%
<i>Parus major</i>	Par_maj	Chapim-real	Florestal	9%
<i>Certhia brachydactyla</i>	Cer_bra	Trepadeira	Florestal	3%
<i>Garrulus glandarius</i>	Gar_gla	Gaio	Florestal	8%
<i>Sturnus unicolor</i>	Stu_uni	Estorninho-preto	Agrícola	32%
<i>Passer domesticus</i>	Pas_dom	Pardal	Impermeabilização/ parque	62%
<i>Serinus serinus</i>	Ser_ser	Milheirinha	Impermeabilização/ parque	40%
<i>Carduelis chloris</i>	Car_chl	Verdilhão	Impermeabilização/ parque	12%
<i>Carduelis carduelis</i>	Car_car	Pintassilgo	Impermeabilização/ parque	37%

Para a classificação de habitat da tabela 2 foi usada a informação do Atlas de Aves Nidificantes em Portugal (Equipa Atlas, 2008), fazendo-se algumas alterações quanto ao

tipo de habitat de algumas espécies usando conhecimentos anteriores do comportamento das espécies na Tapada. Assim sendo, considerou-se o pombo-doméstico, a rola-turca, o rabirruivo, o melro e o pardal como espécies de zonas de maior impermeabilização, ao invés de zonas de habitat indiferenciado, como estava no atlas. Para além dessa mudança mais de linguagem, ainda se alterou o pombo-torcaz, que se comporta como uma espécie mais florestal que indiferenciada; a carriça, que está associada a matos mais fortemente que a zonas estritamente florestais; e os três fringílídeos não aparentam diferenças de habitat entre si como estava no atlas, sendo consideradas espécies de zonas mas impermeabilizadas ou de parque, ao invés da milheirinha como florestal, o verdilhão como indiferenciado e o pintassilgo como agrícola.

Tabela 3: Comparação das frequências relativas na amostragem com observações de anos anteriores (Santos, dados não publicados)

	Observações de anos anteriores (Santos, não publicado)			Observações para o estudo
	Março/Abril	Abril/Maio	Junho	Junho
<i>Ale_ruf</i>	8%	27%	14%	3%
<i>Col_liv</i>	-	-	-	36%
<i>Col_pal</i>	8%	32%	9%	8%
<i>Str_dec</i>	58%	55%	50%	23%
<i>Str_tur</i>	0%	41%	23%	9%
<i>Den_maj</i>	8%	9%	18%	2%
<i>Mot_alb</i>	13%	9%	9%	3%
<i>Tro_tro</i>	80%	55%	27%	11%
<i>Eri_rub</i>	47%	18%	5%	0%
<i>Pho_och</i>	40%	68%	45%	8%
<i>Tur_mer</i>	73%	77%	68%	79%
<i>Cis_jun</i>	33%	36%	14%	3%
<i>Syl_atr</i>	80%	77%	73%	30%
<i>Syl_mel</i>	67%	50%	27%	27%
<i>Reg_ign</i>	33%	36%	36%	3%
<i>Par_ate</i>	27%	36%	18%	7%
<i>Par_cae</i>	80%	41%	36%	19%
<i>Par_maj</i>	27%	23%	5%	9%
<i>Cer_bra</i>	47%	41%	36%	3%
<i>Gar_gla</i>	33%	32%	14%	8%
<i>Stu_uni</i>	40%	50%	41%	32%
<i>Pas_dom</i>	80%	86%	55%	62%
<i>Ser_ser</i>	80%	82%	59%	40%
<i>Car_chl</i>	93%	82%	59%	12%
<i>Car_car</i>	60%	64%	50%	37%

Através da comparação de dados anteriormente obtidos com os da amostragem (tabela 3) pode-se detectar algumas fragilidades da amostragem. Espécies como o rabirruivo, a carriça, a estrelinha, a trepadeira e o verdilhão aparentam ter sido sub-amostradas. Este facto pode estar relacionado com algumas limitações inerentes ao estudo, como a

amostragem numa época já tardia, a pouca experiência do observador e a pequena escala das quadrículas, tornando assim menos provável a presença da espécie no pequeno espaço amostrado.

Contudo a baixa percentagem de algumas espécies como a fuínha-dos-juncos e o pisco pode ser explicada pela cessação do canto, dificultando a detecção no caso da fuínha-dos-juncos; e, também, no caso do pisco, o claro declínio ao longo dos meses dos indivíduos invernantes, ficando a população reduzida a uns poucos casais residentes, originando uma maior dificuldade de localização.

- Análise bivariada

Esta análise permitiu estabelecer associações entre as espécies amostradas e as variáveis ambientais, bem como entre as espécies entre si.

Foram usados três níveis de significância: entre 0,05 e 0,1, correspondente a uma correlação pouco significativa (codificada no texto com um asterisco- *); entre 0,01 e 0,05, correspondente a uma correlação significativa (codificada no texto com dois asteriscos- **) e inferior a 0,01, correlação muito significativa (representada por três asteriscos- ***).

Para a interpretação dos resultados foi usada a informação sobre os habitats das diversas espécies incluídas no Atlas das Aves Nidificantes em Portugal (Equipa Atlas, 2008) e na obra Aves de Portugal (Catry et al, 2010), os quais reúnem toda a informação sobre estas espécies em Portugal.

Tabela 4: Tabela de correlações entre espécies (■ Correlação muito significativa; ■ Correlação significativa; ■ Correlação pouco significativa; + correlação positiva; - correlação negativa)

	Ale_ruf	Col_pal	Col_liv	Str_dec	Str_tur	Den_maj	Mot_alb	Tro_tro	Pho_och	Tur_mer	Cis_jun	Syl_mel	Syl_atr	Reg_ign	Par_ate	Par_cae	Par_maj	Cer_bra	Gar_gla	Stu_uni	Pas_dom	Ser_ser	Car_chl	Car_car
Ale_ruf	■									-														
Col_pal		■			*	*	*	*								*			*	*	*		*	
Col_liv			■	*																				
Str_dec				■																				
Str_tur					■			*																
Den_maj						■										*	*							
Mot_alb							■									*	*				*			
Tro_tro								■												*				
Pho_och									■					-										*
Tur_mer										■												*		
Cis_jun											■													
Syl_mel												■	*											
Syl_atr													■	*	*	*	*			*				
Reg_ign														■										
Par_ate															■	*	*					*		
Par_cae																■	*	*	*	*	*	*	*	*
Par_maj																	■	*	*	*	*	*	*	*
Cer_bra																		■					*	
Gar_gla																			■				*	
Stu_uni																				■				
Pas_dom																					■			
Ser_ser																						■	*	
Car_chl																							■	*
Car_car																								■

Tabela 5: Tabela de correlações entre as espécies e variáveis ambientais (50x50) (■ Correlação muito significativa; ■ Correlação significativa; ■ Correlação pouco significativa; + correlação positiva; - correlação negativa)

	Coberto arbóreo (50x50)					Mato (50x50)			
	0%	0-10%	10-25%	25-50%	>50%	Nulo	Esparso	Médio	Denso
<i>Ale_ruf</i>						+			
<i>Col_pal</i>						-		+	
<i>Col_liv</i>									
<i>Str_dec</i>			+						
<i>Str_tur</i>	+								
<i>Den_maj</i>								+	
<i>Mot_alb</i>									+
<i>Tro_tro</i>						-			+
<i>Pho_och</i>						+			
<i>Tur_mer</i>	-	-			+	-	+		+
<i>Cis_jun</i>									
<i>Syl_mel</i>							-		
<i>Syl_atr</i>	-				+	-		+	+
<i>Reg_ign</i>									
<i>Par_ate</i>					+			+	
<i>Par_cae</i>					+	-		+	
<i>Par_maj</i>					+	-	-	+	
<i>Cer_bra</i>							+		
<i>Gar_gla</i>				+					+
<i>Stu_uni</i>				+				+	
<i>Pas_dom</i>		+					+	-	
<i>Ser_ser</i>	-				+				
<i>Car_chl</i>		-							
<i>Car_car</i>	-	-	+	+		-		+	

Tabela 6: Tabela de correlações entre as espécies e variáveis ambientais (50x50) (■ Correlação muito significativa; ■ Correlação significativa; ■ Correlação pouco significativa; + correlação positiva; - correlação negativa)

	Culturas arbóreo-arbustivas (50x50)				Culturas anuais (50x50)			
	0%	0-50%	50-100%	100%	0%	0-50%	50-100%	100%
<i>Ale_ruf</i>					-			
<i>Col_pal</i>								
<i>Col_liv</i>					+	-		
<i>Str_dec</i>					+			-
<i>Str_tur</i>								
<i>Den_maj</i>								
<i>Mot_alb</i>								
<i>Tro_tro</i>	+				+			
<i>Pho_och</i>								
<i>Tur_mer</i>					+		-	-
<i>Cis_jun</i>					-			
<i>Syl_mel</i>								
<i>Syl_atr</i>	+				+		-	-
<i>Reg_ign</i>								
<i>Par_ate</i>	+							
<i>Par_cae</i>					+		-	-
<i>Par_maj</i>	+				+		-	
<i>Cer_bra</i>								
<i>Gar_gla</i>					+			
<i>Stu_uni</i>								
<i>Pas_dom</i>								-
<i>Ser_ser</i>	-				+		-	
<i>Car_chl</i>								
<i>Car_car</i>					+		-	

Tabela 7: Tabela de correlações entre as espécies e variáveis ambientais (50x50) (■ Correlação muito significativa; ■ Correlação significativa; ■ Correlação pouco significativa; + correlação positiva; - correlação negativa)

	Impermeabilização (50x50)					Várias (50x50)							
	0%	0-10%	10-25%	25-50%	>50%	Quercus	Folhosas	Eucaliptos_et_al	Coníferas	Olival	Pomar	Vinha	Edifícios
<i>Ale_ruf</i>													
<i>Col_pal</i>	+							+					
<i>Col_liv</i>	-			+			+		+				+
<i>Str_dec</i>													
<i>Str_tur</i>									-				
<i>Den_maj</i>													
<i>Mot_alb</i>	+												
<i>Tro_tro</i>								+					
<i>Pho_och</i>													+
<i>Tur_mer</i>	-			+					+			+	+
<i>Cis_jun</i>									-			+	
<i>Syl_mel</i>					-	+							
<i>Syl_atr</i>		+			-	+	+				-	-	-
<i>Reg_ign</i>													
<i>Par_ate</i>		+						+					
<i>Par_cae</i>								+		+		-	
<i>Par_maj</i>						+							
<i>Cer_bra</i>							+		+				
<i>Gar_gla</i>								+					
<i>Stu_uni</i>			+		-			+	+			-	
<i>Pas_dom</i>	-		+			-							+
<i>Ser_ser</i>	-			+					+			+	+
<i>Car_chl</i>		-	+	+					+				+
<i>Car_car</i>		-	+								-		

Tabela 8: Tabela de correlações entre as espécies e variáveis ambientais (150x150) (■ Correlação muito significativa; ■ Correlação significativa; ■ Correlação pouco significativa; + correlação positiva; - correlação negativa)

	Coberto arbóreo (150x150)					Mato (150x150)			
	0%	0-10%	10-25%	25-50%	>50%	Nulo	Esparso	Médio	Denso
<i>Ale_ruf</i>							+		
<i>Col_pal</i>					+				
<i>Col_liv</i>									
<i>Str_dec</i>									
<i>Str_tur</i>		+						+	
<i>Den_maj</i>					+				
<i>Mot_alb</i>									
<i>Tro_tro</i>		-			+		-	+	
<i>Pho_och</i>						+			
<i>Tur_mer</i>									+
<i>Cis_jun</i>		+							
<i>Syl_mel</i>		-							
<i>Syl_atr</i>	-	-			+		-	+	+
<i>Reg_ign</i>					+				+
<i>Par_ate</i>		-			+				
<i>Par_cae</i>									
<i>Par_maj</i>					+				
<i>Cer_bra</i>									
<i>Gar_gla</i>					+				
<i>Stu_uni</i>	-							+	-
<i>Pas_dom</i>					-		+	-	
<i>Ser_ser</i>						+			-
<i>Car_chl</i>									
<i>Car_car</i>						-			

Tabela 9: Tabela de correlações entre as espécies e variáveis ambientais (150x150) (■ Correlação muito significativa; ■ Correlação significativa; ■ Correlação pouco significativa; + correlação positiva; - correlação negativa)

	Culturas arbóreo-arbustivas (150x150)				Culturas anuais (150x150)			
	0%	0-50%	50-100%	100%	0%	0-50%	50-100%	100%
<i>Ale_ruf</i>				/			+	/
<i>Col_pal</i>				/				/
<i>Col_liv</i>				/		+	-	/
<i>Str_dec</i>				/				/
<i>Str_tur</i>				/				/
<i>Den_maj</i>				/				/
<i>Mot_alb</i>				/				/
<i>Tro_tro</i>	+	-		/	+			/
<i>Pho_och</i>				/				/
<i>Tur_mer</i>				/	+	+	-	/
<i>Cis_jun</i>				/				/
<i>Syl_mel</i>				/			-	/
<i>Syl_atr</i>	+	-		/	+		-	/
<i>Reg_ign</i>				/	+	-		/
<i>Par_ate</i>				/				/
<i>Par_cae</i>				/	+		-	/
<i>Par_maj</i>				/			-	/
<i>Cer_bra</i>				/				/
<i>Gar_gla</i>				/				/
<i>Stu_uni</i>				/				/
<i>Pas_dom</i>	-	+		/		+	-	/
<i>Ser_ser</i>	-	+		/		+	-	/
<i>Car_chl</i>		+		/		+		/
<i>Car_car</i>				/		+	-	/

Tabela 10: Tabela de correlações entre as espécies e variáveis ambientais (150x150) (■ Correlação muito significativa; ■ Correlação significativa; ■ Correlação pouco significativa; + correlação positiva; - correlação negativa)

	Impermeabilização (150x150)					Várias (150x150)							
	0%	0-10%	10-25%	25-50%	>50%	Quercus	Folhosas	Eucaliptos_et_al	Coníferas	Olival	Pomar	Vinha	Edifícios
<i>Ale_ruf</i>							-						
<i>Col_pal</i>		+	-					+					-
<i>Col_liv</i>		-		+			+						+
<i>Str_dec</i>		-		+									
<i>Str_tur</i>													-
<i>Den_maj</i>													
<i>Mot_alb</i>							-						
<i>Tro_tro</i>						+							
<i>Pho_och</i>											+		
<i>Tur_mer</i>		-	+				+				+		+
<i>Cis_jun</i>												+	
<i>Syl_mel</i>											-		
<i>Syl_atr</i>				-		+					-	-	
<i>Reg_ign</i>													
<i>Par_ate</i>			+					+					
<i>Par_cae</i>		+				+				+		-	
<i>Par_maj</i>		+								+		-	
<i>Cer_bra</i>													
<i>Gar_gla</i>								+		+			
<i>Stu_uni</i>				-				+	+			-	
<i>Pas_dom</i>		-					+					+	
<i>Ser_ser</i>		-	+	+		-			+			+	
<i>Car_chl</i>									+				
<i>Car_car</i>				+			+				-		

Verifica-se que a perdiz, numa escala de 50x50 é influenciada positivamente pela ausência de mato (***) e negativamente pela ausência de culturas anuais (*) na quadrícula onde se encontra. Quanto ao mosaico envolvente, a mesma é influenciada positivamente pela presença de culturas anuais com ocupação de solo entre 50 a 100% (**). Para esta espécie, é notório como a escala de habitat da perdiz ultrapassa a escala da amostragem, havendo uma complementaridade entre os dados da quadrícula da amostragem e os dados das quadrículas envolventes.

Segundo o Atlas de Aves Nidificantes em Portugal (AANP) e o livro Aves de Portugal (AP) (Equipa Atlas, 2008 e Catry *et al*, 2010) esta ave prefere zonas de mosaico fragmentado com áreas abertas de culturas de sequeiro, áreas de matos dispersos, bosques, pousios e sebes. A grande diversidade de habitats na Tapada da Ajuda torna-se portanto um local com boas características para esta espécie, apesar da presença humana. Esta informação apoia em parte os resultados obtidos. A possível dificuldade de detecção da perdiz em zonas de matos, pode justificar a sua relação negativa com a presença de mato.

Em relação às outras aves, a perdiz relaciona-se de forma negativa com o melro (**), o que poderá ser justificado por esta última ser uma ave com maior proximidade ao Homem e mais associada a zonas com coberto arbóreo, factores eventualmente menos favoráveis à perdiz, visto que esta se encontra mais associada a zonas abertas ou com algum mato. A bibliografia (Equipa Atlas, 2008; Catry *et al*, 2010) indica uma relação negativa com a presença humana.

Já o pombo-torcaz é influenciado positivamente pela ausência de impermeabilização (**), pela presença de eucaliptos (**) e pela presença de mato medianamente abundante (**), por outro lado a ausência de mato na quadrícula influencia negativamente a presença da espécie (**).

Quanto ao mosaico envolvente, a mesma é influenciada de forma positiva por um coberto arbóreo superior a 50% (**), pela presença de eucaliptos (**) e por impermeabilização entre 0 e os 10% (***) passando a ser influenciado negativamente se esta for entre os 10 e 25% (**), sugerindo que o aumento da impermeabilização (também indicativo da presença humana) possa influenciar negativamente esta espécie. A presença de edifícios grandes tem um impacto negativo na presença/detecção da espécie (pouco significativo e muito significativo respectivamente, consoante a escala).

Segundo o AANP (Equipa atlas, 2008) e AP (Catry *et al*, 2010), esta espécie tende a preferir zonas de povoamentos de coníferas, eucaliptais com sub-coberto, carvalhais e matas mistas, usando zonas mais abertas para a alimentação, como pastagens,

campos agrícolas e vinhas. Assim sendo, justifica-se a correlação positiva com os eucaliptais e zonas densamente arborizadas, assim como com a presença de mato. A correlação negativa com zonas impermeabilizadas poderá ser explicada pela diminuição de coberto arbóreo e arbustivo que ocorre associada a estas características na Tapada. Conclui-se então que durante a amostragem a espécie se comportou como florestal, apesar de a bibliografia indicar que se trata de uma espécie de mosaico entre povoamentos de eucaliptos ou coníferas e zonas abertas (Equipa Atlas, 1008; Catry *et al*, 2010). Este comportamento já tinha sido notado, tendo sido por isso o pombo-torcaz classificado como uma espécie florestal. Esta tendência poderá estar relacionada com a época de nidificação e uma maior proximidade ao ninho.

O pombo-torcaz apresenta correlações positivas com várias outras espécies nomeadamente a rola-brava (***), pica-pau (***), alvéola-branca (**), chapim-azul (**), gaio (**), estorninho (**), carriça (*) e verdilhão (*), sendo que a maioria destas espécies é predominantemente florestal. Apresenta ainda uma associação negativa com o pardal (*), uma espécie mais próxima de zonas de grande impermeabilização e com menos coberto arbóreo.

O pombo-doméstico, variante doméstica do pombo-das-rochas, é influenciado positivamente pela presença de coníferas, folhosas e edifícios (***). A ausência de culturas anuais também aparenta ser um factor bom para a presença da espécie (**), contudo, a presença, mesmo em pequena percentagem, de culturas anuais, aparenta ter um impacto negativo (*). Em relação à impermeabilização a ausência desta tem uma correlação negativa com a espécie (**), sendo que quando a impermeabilização ronda os 25-50% a relação já é positiva (***).

Para áreas maiores, o pombo mantém a relação positiva com folhosas (*) e edifícios (**), e para além destas relaciona-se também com os eucaliptos (*). As culturas anuais nesta escala indicam que baixos valores (inferiores a 50%) são benéficos (*) mas sendo superiores a isto já apresentam um impacto negativo (**). A impermeabilização apresenta o mesmo padrão que na escala inferior, impermeabilização baixa (entre 0% e 10%) tem impacto negativo (**), enquanto uma impermeabilização mais elevada (entre 25 a 50%) tem um impacto positivo (***).

A variante doméstica desta espécie encontra-se muito associada à presença humana, usando edifícios para nidificar ou por vezes árvores, mas evitando zonas com grandes densidades florestais ou baixa densidade humana (Equipa Atlas, 2008; Catry *et al*, 2010). Desta forma a presença de edifícios e impermeabilização tem naturalmente uma correlação positiva.

Com as restantes espécies o pombo apenas apresenta relação positiva com a rola-turca (*), com a qual partilha características de escolha de habitat, como se pode ver a seguir.

De facto, a rola-turca encontra-se associada a cobertos vegetais entre os 10 e os 25% (**) e a ausência de culturas anuais (**) tendo tendência para ser influenciada negativamente quando estas ocupam uma grande área do terreno (100%) (**). Não é uma espécie que exija grandes cobertos arbóreos, preferindo zonas de jardim, parque ou pinhais com árvores altas, onde nidifica, evitando, por isso, zonas pouco arborizadas (Equipa Atlas, 2008; Catry *et al*, 2010).

A uma maior escala, podemos ver que esta espécie prefere zonas de grande impermeabilização, entre 25 e 50% (**), apresentando uma relação negativa com áreas pouco impermeabilizadas (0 a 10%) (**), esta relação é justificável pela proximidade ao Homem que esta espécie apresenta (Equipa Atlas, 2008; Catry *et al*, 2010), tal como o pombo-doméstico. Para além disso, também é influenciada positivamente pela presença de pomar (*).

Apresenta uma relação positiva com o pombo-doméstico como foi referido acima (*).

A rola-brava apresenta associação positiva com zonas sem coberto arbóreo (*) e negativa com zonas com coníferas (***). Em termos de mosaico é beneficiada por zonas com algum coberto arbóreo, entre 10 e 25%, (*) e zonas com algum mato (*). Também se verifica uma influência negativa com a presença de edifícios (**).

Segundo a bibliografia, esta ave necessita de mosaico com zonas de culturas anuais e arborizadas ou mato, o primeiro para alimentação e o segundo para nidificação. Durante a amostragem a rola brava foi então observada em alimentação (onde a sua detecção é mais fácil), mas olhando para a envolvência também se verifica a existência de coberto arbóreo e mato. Contudo é desmentida a relação negativa com as coníferas, dado que segundo Catry *et al* (2010) na região centro é comum observar a mesma em pinhais.

Com outras espécies, a rola-brava tem uma correlação positiva com o pombo-torcaz - uma espécie também de mosaico, mas com um comportamento mais florestal durante a amostragem - (***) e a alvéola-branca (**) - apesar desta última relação ser provavelmente apenas fortuita, devido à baixa taxa de detecção da mesma.

Na quadrícula onde se encontra, o pica-pau prefere zonas com algum mato (*). Mas a maior escala, esta espécie parece estar associada a zonas de coberto arbóreo superior a 50% (*). De facto esta ave prefere zonas muito arborizadas ou então zonas

de mato com algum extracto arbóreo. Contudo a bibliografia indica uma relação com coníferas, folhosas ou *Quercus* (Equipa Atlas, 2008; Catry *et al*, 2010) que os dados não comprovam.

Está associado ao pombo torcaz (***), chapim-real (***) e chapim-azul (**), que correspondem a espécies preferencialmente florestais.

A álveola-branca prefere, a pequena escala, zonas sem impermeabilização (**) e muito mato (**). Na quadrícula de 150x150 existe uma correlação positiva com zonas de pomar (*) e negativa com zonas com folhosas (*).

Qualquer destas associações não tem grande explicação com base na bibliografia, com excepção para o pomar que está ligado a actividade humana e a zonas de rega. Com efeito a álveola-branca prefere zonas húmidas ou de proximidade a recursos hídricos, como zonas irrigadas (factor não considerado nas análises), zonas agrícolas e zonas urbanas. As correlações obtidas poderão ser apenas fortuitas devido à baixa frequência relativa da alvéola-branca na amostragem, tornando este exercício pouco fiável.

Apresenta ainda relação com o pombo-torcaz (**), pica-pau (**) e chapim-azul (*) e uma relação negativa com o pardal (*), esta última não aparenta lógica pois, tal como o pardal, a alvéola é uma ave bastante ligada ao Homem (Catry *et al*, 2010; Equipa Atlas, 2008). Algumas destas correlações poderão ser justificadas pelo facto de terem sido feitas observações em estradas envolvidas por zonas florestais, associando por isso a alvéola-branca a aves mais florestais.

A carriça apresenta relação positiva com a ausência de culturas arbóreo-arbustivas (**) e culturas anuais (***), eucaliptos (*) e matos muito densos (**). Para escalas maiores (150x150 metros), a carriça demonstra preferência por habitats com grande cobertura arbórea, superior a 50%, (**) sofrendo um impacto negativo para coberturas entre 10 e 25% (***), e tendo preferência com presença de *Quercus* (*). Existe uma relação positiva com a inexistência de culturas arbóreo-arbustivas e anuais (*). Maior preferência por zonas com mato mediano (*) e com impacto negativo para densidades de mato muito baixas (**).

De facto a carriça é uma espécie de zonas de coberto denso, tanto arbóreas como arbustivas, ocupando uma grande diversidade de habitats que respeitem estas características (Equipa Atlas, 2008; Catry *et al*, 2010). A relação negativa com as culturas arbóreo-arbustivas poderá estar relacionada com o coberto arbóreo menos denso associado a estas zonas e a limpeza de mato que normalmente é feita.

Associada positivamente com o pombo-torcaz (*) e o estorninho (*), que correspondem a espécies com um comportamento florestal segundo os dados, e negativamente com o pombo-doméstico (**), espécie mais ligada a zonas impermeabilizadas, que normalmente são zonas sem mato.

O rabirruivo apresenta uma relação positiva com a presença de edifícios grandes (**) e a ausência de mato (*). A uma maior escala, mantém-se apenas a relação positiva com a ausência de mato (**). Confirma-se, desta forma, a presença do rabirruivo como uma espécie rupícola, associada a zonas impermeabilizadas por edifícios e consequente ausência de mato (Equipa Atlas, 2008; Catry *et al*, 2010), esta ausência de mato leva a um solo mais descoberto que permite também uma boa área de alimentação.

Está negativamente associada com a toutinegra-de-barrete-preto (**) e o pintassilgo (*) o que deverá ser apenas ocasional, visto que ambas as espécies existem em zonas de proximidade humana.

O melro prefere zonas de coberto arbóreo mais denso, superior a 50% (***), sendo influenciado negativamente para valores inferiores a 10% (**). A presença de coníferas é também um factor positivo (*). São valorizadas quadrículas sem culturas anuais (***), havendo um impacto negativo quando a densidade passa os 50% (**). Impermeabilização entre os 25 e os 50% tem uma relação positiva com a presença da espécie (*). Relação ainda com a presença de vinha (*) e com a presença de edifícios grandes (**). Relação positiva com o mato (**) com relação negativa com a sua ausência (***).

Quando se considera o mosaico de habitat com uma escala superior (150x150 metros) verifica-se novamente a relação positiva com a ausência (**) ou baixa densidade (*) de culturas anuais e relação negativa quando ultrapassam os 50% (***). Preferem zonas com impermeabilização entre 10 e 25% (**) e para valores inferiores a 10% verifica-se uma relação negativa (***). Apresenta correlação positiva com folhosas (*), olival (*), mato muito denso (*) e edifícios (**).

Verifica-se que, tal como é referido na bibliografia, esta espécie apresenta associação ao Homem, quer através da impermeabilização ou dos edifícios e a cobertos arbóreos mais densos e matos. Evita zonas abertas como nas culturas anuais, mas em maior escala gosta de um mosaico entre arvoredo (nomeadamente folhosas) e campo agrícola, bem como mata com *Quercus* e parques/jardins.

Muito associado ao pardal (***), com o qual partilha habitat, e negativamente com a perdiz (**).

A fuínha-dos-juncos está relacionada negativamente com a ausência de culturas anuais (*) e a presença de coníferas (**), e, positivamente, com a presença de vinha (**). A escalas maiores mantém-se a relação positiva com a vinha (**), surgindo também uma relação positiva com cobertos arbóreos entre 10 e 25% (**).

Segundo a bibliografia, a fuínha-dos-juncos está associada a zonas abertas, como prados, culturas cerealíferas e incultos, evitando zonas mais florestais (Equipa Atlas, 2008; Catry *et al*, 2010). No caso da Tapada, a vinha aparece várias vezes associada a zonas abertas adjacentes, aparecendo por isso esta espécie associada a este tipo de cultura arbustiva. A presença de coníferas funciona muitas vezes como sebe envolvente a estas zonas.

A toutinegra-dos-valados tem uma relação positiva com o género *Quercus* (***) e relação negativa com a ausência de mato (**) e com valores de impermeabilização superiores a 50% (*). Considerando-se as variáveis a uma escala de 150x150 a toutinegra apenas revela relações negativas sendo elas com valores de coberto arbóreo entre 10 e 25% (*), edifícios grandes (*), culturas anuais com percentagem de ocupação de solo superior a 50% (**) e vinha (**).

Segundo a bibliografia, esta toutinegra encontra-se muito associada a matos, nomeadamente mediterrâneos, podendo também estar presente em biótopos florestais com sub-coberto, pomares e olivais abandonados, o que apoia os dados obtidos (Equipa Atlas, 2008; Catry *et al*, 2010).

Encontra-se muito associada à toutinegra-de-barrete, com a qual pode partilhar habitat, desde que as zonas florestais tenham mato (**), e associada negativamente ao rabirruivo (**), o que é apoiado pela relação negativa com valores de impermeabilização mais altos.

A toutinegra-de-barrete é uma espécie aparentemente associada a grandes densidades de coberto arbóreo, superiores a 50% (**), encontrando-se tendencialmente ausente em zonas sem coberto arbóreo (**). As espécies arbóreas com melhor relação as pertencentes ao género *Quercus* (*) e folhosas (*). Existe, também, uma preferência por zonas sem culturas arbóreo-arbustivas ou anuais (**), tendo uma relação negativa com densidades de culturas anuais superiores a 50% (**). Tem uma correlação positiva com impermeabilizações baixas, entre 10 e 0 % (*) passando para negativa com valores superiores a 50% (*) ou quando se verifica a presença de edifícios (*). O mato também aparenta ser uma característica desejável,

apresentando uma influência positiva para valores medianos (***) e altos de mato (***) e negativa para valores nulos (*).

Na escala superior, mantêm-se as relações manifestadas à escala da quadrícula: a preferência por coberto arbóreo mais denso, a ausência de culturas anuais e arbóreo-arbustivas, a presença de *Quercus* e mato denso e a relação negativa com valores de impermeabilização muito altos.

A bibliografia suporta os dados afirmando que a *toutinegra-de-barrete* prefere uma ampla gama de zonas florestais ou arborizadas, nomeadamente folhosas e coníferas, podendo também estar associada a matos densos e a zonas urbanas.

Costuma-se encontrar associada à *toutinegra-dos-valados* (***), ao *chapim-azul* (***), ao *chapim-real* (***) e ao *estorninho* (**), espécies associadas a coberto arbóreo.

A estrelinha apenas apresenta relação com as variáveis a 150x150. Tem uma correlação positiva com cobertos arbóreos superiores a 50% (**), ausência de culturas anuais, convertendo-se em relação negativa mesmo em percentagens baixas (***), e matos muito densos (**).

Estes dados são apoiados pela bibliografia visto que esta espécie é florestal, podendo também ocorrer em matos densos. Porém, não se verifica uma relação específica com nenhum tipo de composição arbórea, apesar da estrelinha ter preferência por florestas folhosas ou de *Quercus*, podendo ocorrer ainda em povoamentos mistos de coníferas (Equipa Atlas, 2008; Catry *et al*, 2010).

O *chapim-preto* encontra-se associado a cobertos arbóreos muito densos, superiores a 50% de projecção de copa (***), ausência de culturas arbóreo-arbustivas (**), impermeabilizações baixas até 10% (*), eucaliptos (**) e matos medianos (**). A uma escala de 150x150 apresenta uma associação negativa com coberto arbóreo entre 10 e 25% (**), mantendo a relação positiva com cobertos superiores a 50% (***) e eucaliptos (*). Tem ainda uma relação positiva com impermeabilizações entre 10 e 25% (*).

Segundo a bibliografia este *chapim* encontra-se muito associado a povoamentos de pinheiro (Equipa Atlas, 2008; Catry *et al*, 2010), contudo essa relação não foi possível detectar talvez por os povoamentos de coníferas não serem tão densos como os de eucalipto, tornando-se assim estes últimos mais atractivos.

Encontra-se associado aos dois restantes *chapins* (**) e à *milheirinha* (*), com os quais partilha características de habitat semelhantes.

O chapim-azul encontra-se associado a cobertos arbóreos muito densos, superiores a 50% (***) , com eucaliptos (***) e ausência de culturas anuais (***) . Apresenta preferência por zonas com algum mato (**), tendo uma relação negativa com zonas sem mato (***) e zonas de vinha (*). Pode-se também encontrar em zonas de olival (*). Em maiores escalas, mantêm-se a relação positiva com a ausência de culturas anuais (**) e o olival (*) e negativa com a vinha (*). Para além disto também apresenta uma relação positiva com *Quercus* (*) e valores de impermeabilização baixos, entre 0 e 10% (**).

Segundo a bibliografia esta espécie é muito eclética quanto à escolha de habitat florestal, existindo numa grande diversidade, desde pomares, olivais, parques, jardins e montados (Equipa Atlas, 2008; Catry *et al*, 2010), explicando assim a relação positiva com os *Quercus*.

Apresenta-se frequentemente associado ao chapim-real e à toutinegra-de-barrete (***) , ao chapim-preto (**), ao pica-pau (**), pombo-torcaz (**), à alvéola-branca (*), ao gaio (*) e verdilhão (*). A maioria destas espécies tem comportamento florestal, com excepção da alvéola que já foi explicada.

O chapim-real aparenta uma relação com cobertos arbóreos superiores a 50% (*), com o género *Quercus* (*), sem culturas anuais ou arbóreo-arbustivas (**) e matos intermédios (***) , com influência negativa ausência de mato (**) ou mato esparsos (*).

Para as variáveis ambientais estimadas à escala 150x150, apenas é requerido um coberto arbóreo muito denso (*) e ausência de culturas arbóreo-arbustivas superiores a 50% (*), impermeabilizações até aos 10% (*) e ausência de vinha (*). Associa-se ainda ao olival (*).

Esta espécie florestal apresenta uma predilecção pelos bosques de folhosas e *Quercus*, podendo no entanto ser encontrada em vários outros tipos de habitats, como jardins, pomares, olivais, parques ou matos densos (Equipa Atlas, 2008; Catry *et al*, 2010). Esta informação apoia os dados obtidos.

Esta espécie encontra-se associada ao pica-pau (***) , toutinegra-de-barrete-preto (***) , chapim azul (***) , chapim-preto (**), pardal (**), estorninho (*) e pintassilgo (*). Esta grande diversidade de espécies também é um bom reflexo da grande diversidade de habitats que o chapim-real ocupa.

A trepadeira encontra-se associada a folhosas (*) e coníferas (*) e a matos esparsos (**). Em maiores escalas não é possível detectar associações. A bibliografia apoia a relação entre a trepadeira e as folhosas e as coníferas, faltando no entanto a associação a um coberto vegetal mais denso (Equipa Atlas, 2008; Catry *et al*, 2010). A

relação com o mato provavelmente provirá de características de bosques de folhosas e *Quercus*. Salienta-se que a trepadeira teve uma baixa taxa de amostragem, sendo por isso mais difícil estabelecer associações.

O gaio aparenta relações com cobertos arbóreos entre os 25 e 50% (*) e com eucaliptos (***). Existe, também, uma relação com a ausência de culturas anuais (*) e com matos muito densos (**). Considerando uma maior área, o gaio prefere densidades arbóreas superiores a 50% (*) com eucaliptos (**), tendo também uma relação positiva com o olival (**).

Segundo os dados bibliográficos esta espécie encontra-se associada a um mosaico agrícola com povoamentos arbóreos, nomeadamente mediterrâneos e resinosos, evitando bosques muito abertos ou povoamentos extensos de eucalipto (Equipa Atlas, 2008; Catry *et al*, 2010). O olival poderá funcionar como zona de alimento.

Esta espécie está associada ao pombo-torcaz (**), ao chapim-azul (*) e ao verdilhão (*), que também apresentam associação a zonas mais arborizadas ou de mosaico.

O estorninho-preto prefere a presença de eucaliptos e coníferas (**) com densidades arbóreas entre os 25 e 50% (*). O nível de impermeabilização preferido é entre 10 e 25% (*), com influência negativa para zonas com valor superior a 50% (**). Apresenta relação com zonas sem vinha (*) e com matos intermédios (**).

Para as variáveis estimadas à escala 150x150, o estorninho apresenta uma aversão a zonas com pouco coberto arbóreo, inferior a 10% (**), mantendo a preferência por zonas de eucaliptos (**) e coníferas (*). Impermeabilizações com valores entre os 25 e 50% já são prejudiciais à presença da espécie (*), bem como a presença de vinha (**). A espécie associa-se a matos não muito densos nem esparsos (***) com relação negativa com matos muito densos (*).

Apesar dos dados indicarem uma relação do estorninho com características florestais, esta espécie é tendencialmente de mosaico entre zonas arborizadas e de terrenos agrícolas ou pastos (Equipa Atlas, 2008; Catry *et al*, 2010). A relação com zonas florestais poderá dever-se a uma maior proximidade ao ninho.

O estorninho encontra-se frequentemente associado ao pombo-torcaz (**), toutinegra-de-barrete (**), carriça (*) e chapim-real (*) que têm um comportamento florestal.

O pardal prefere aparentemente zonas sem espécies do género *Quercus* (*) e com densidades arbóreas até 10% com mato pouco denso (*), manifestando uma relação negativa com densidades arbustivas mais densas (**). A presença de ocupações de solo de 100% de culturas anuais apresenta uma relação negativa com espécie (*),

enquanto os edifícios já apresentam uma relação positiva (*). O valor de impermeabilização ideal situa-se entre os 10 e 25% (*), sofrendo uma relação negativa quando em ausência de qualquer impermeabilização (**).

Para variáveis a uma maior escala, o pardal parece preferir povoamentos arbóreos muito densos, superiores a 50% (*), estando mais associado com zonas de culturas arbóreo-arbustivas com percentagens de ocupação de solo inferiores a 50% (*), sendo “prejudicado” pela ausência destas mesmas (**). As culturas anuais também apresentam uma vantagem de habitat para o pardal, mas apenas em percentagens de ocupação de solo até 50% (**), manifestando uma relação negativa para percentagens superiores (***). Os valores de impermeabilização baixos, até 10%, têm um impacto negativo nesta espécie (*), que, à partida, prefere zonas mais urbanizadas. É favorecido pela presença de folhosas (**) e de vinha (*). Em termos de mato, associa-se matos pouco densos (**), sendo influenciado negativamente para valores mais altos (***).

Sendo o pardal uma espécie muito ligada ao Homem, tende a aparecer em zonas em que a influência humana é mais presente, nomeadamente zonas impermeabilizadas, com edifícios, zonas de culturas arbóreo-arbustivas e anuais (Equipa Atlas, 2008; Catry *et al*, 2010). Por isso os resultados obtidos são expectáveis, atendendo às características das zonas mais humanizadas da Tapada.

Encontra-se associado a algumas espécies como o melro (***) e o chapim-real (**) de forma positiva, espécies que se encontram em zonas mais urbanizadas, e de forma negativa com a álveola-branca (*) e o pombo-torcaz (*), sendo esta última uma espécie com comportamento florestal.

A milheirinha prefere zonas arbóreas muito densas, superiores a 50% (*), tendo uma relação negativa com a ausência de árvores (*). Prefere zonas com coníferas (***), sem culturas anuais (*) e sem ausência de culturas arbóreo-arbustivas (*). A inexistência de impermeabilização também é uma característica negativa (**), sendo preferível com valores entre os 25 e 50% (**). Relação positiva com a presença de vinha (***) e edifícios (**).

A uma maior escala, aparenta relação com culturas arbóreo-arbustivas e anuais, mas apenas até 50% da quadrícula (***). Quanto à impermeabilização, são favoráveis valores altos, superiores a 25% (** e ***), existindo uma relação negativa com valores entre os 0 e 10% (***). As espécies coníferas apresentam uma relação positiva com a ave (*) enquanto os *Quercus* apresentam uma relação negativa (**). Encontra-se ainda associação à vinha (***) a à ausência de mato (*).

Apesar das associações reveladas pelos dados, a milheirinha não é uma espécie que exija cobertos arbóreos muito densos, apesar de ser indispensável a presença de árvores, estando ligado a uma grande diversidade de habitats.

Esta ave, apresenta uma relação positiva com o verdilhão (**) e negativa com o chapim-preto (*).

O verdilhão é influenciado negativamente por cobertos arbóreos inferiores a 10% (**), sugerindo que esta espécie necessita de meios florestais mais densos. Este fringílideo encontra-se, ainda, associado a coníferas (**) e é influenciado negativamente pela presença de edifícios (*), preferindo zonas de impermeabilização alta, entre 10 e 50% (**).

Em maiores escalas a única correlação que se verifica é com culturas arbóreo-arbustivas (*) e anuais (**) entre 0 e 50%, sendo uma correlação positiva.

De acordo com a bibliografia, esta ave está ligada a zonas florestais de orla muito variadas ou regimes de mosaico associado a actividades humanas como culturas arbóreo arbustivas ou anuais. Também existe alguma ligação ao homem, daí estar associada a zonas de impermeabilização alta. A bibliografia confirma também a preferência por coníferas. (Equipa Atlas, 2008; Catry *et al*, 2010).

O verdilhão encontra-se associado à milheirinha (**), pombo-torcaz (*), chapim-azul (*) e gaio (*).

O pintassilgo é influenciado negativamente por densidades arbóreas inferiores a 10% (**), passando a influência positiva entre 10 e 50% (*). Existe uma associação muito forte à ausência de culturas anuais (***). O valor ideal de impermeabilização é entre 10 e 25% (**), sofrendo uma associação negativa com valores inferiores (**). Quanto ao mato, prefere zonas com densidades intermédias (**), sendo preteridas zonas sem mato (**). Identifica-se um efeito negativo do pomar sobre esta espécie (*).

Para uma área superior, mantém-se a relação negativa com o pomar (**) e com a ausência de mato (*). Os valores de impermeabilização preferidos passam a ser mais altos, entre os 25 e 50% (**). Valores de culturas anuais superiores a 50% são indesejáveis (***), mas entre 0 e 50% apresentam uma boa relação com a espécie (***).

A bibliografia confirma a preferência do pintassilgo por zonas de mosaico agrícola com áreas mais arborizadas ou com mato alto (Equipa Atlas, 2008; Catry *et al*, 2010).

Esta espécie encontra-se associada ao chapim-real de forma positiva (*) e de forma negativa com o rabirruivo (*).

Verifica-se que várias espécies, bastante florestais, se encontram associadas a eucaliptos. Este facto poderá estar relacionado com os eucaliptos na Tapada serem um dos povoamentos arbóreos mais densos e estes tipo de povoamentos estarem localizados na zona mais a Norte que também apresenta um maior afastamento da presença e impacto do Homem. Como esta característica não foi medida, as aves que apresentam uma relação negativa com a presença humana, direccionam a variância associada desta variável, para outra relacionada de forma indirecta com o impacto humano, como a presença de eucaliptos. É também de salientar que os povoamentos de eucalipto da Tapada não se encontram sobre exploração, fornecendo uma maior qualidade de habitat do que normalmente os povoamentos de exploração, quer pela presença de sub-coberto, tanto como herbáceo como arbustivo, quer pela maior maturidade dos povoamentos. Contudo esta relação não será válida provavelmente noutros locais que apresentem outra distribuição.

- Análise multivariada

A análise dos clusters permitiu diferenciar alguns conjuntos-tipos de habitat e associá-los a espécies, bem como avaliar qual a escala privilegiada para estudar esta ligação das espécies ao habitat. Uma escala mais fina privilegia o estudo da ligação das espécies a cobertos vegetais e usos do solo específicos, enquanto uma escala mais abrangente permite captar melhor as preferências de habitat quando estas se exercem sobre mosaicos mais do que cobertos e usos específicos do solo.

Foram determinados cinco clusters ambientais, tanto na escala de 50x50 como na de 150x150, num esforço selecção de igual número de clusters para ambas as escalas a fim de facilitar a sua posterior comparação.

Tabela 11: Caracterização dos clusters ambientais com base na análise das frequências das variáveis ambientais no cluster relativamente à frequência global da mesma variável (escala de 50x50) (+ +: frequência no cluster mais de duas vezes superior à frequência global; +: frequência no cluster entre 1.5 e 2 vezes superior à frequência global; -: frequência menor que metade da frequência global; - -: frequência no cluster igual a zero)

Variáveis	Categorias da variável	Clusters				
		1	2	3	4	5
Número de quadrículas incluídas no cluster		56	30	6	10	15
Coberto arbóreo	0	--	++	--	--	--
	0-10%	-		+	--	++
	10-25%		-	++	+	+
	25-50%			--	--	
	>50%		-	--	++	-
Culturas arbóreo-arbustivas	0				--	
	0-50%		-	--		+
	50-100%	--	--	++	++	
	100%	--	--	--	++	--
Culturas anuais	0	+	-	--	-	-
	0-50%		-	--	--	++
	50-100%	-	+	++	+	-
	100%	--	++	--	++	--
Impermeabilização	0	-	++	--	++	--
	0-10%			++	-	--
	10-25%		-	--	--	++
	25-50%		-	+		++
	>50%		--	--	--	++
Quercus					-	-
Folhosas						
Eucaliptos_et_al		+	-	+	-	
Coníferas			-	-		
Olival		++	--	--	--	--
Pomar		-	-	++	--	++
Vinha		--	--	+	++	++
Edifícios			--	--		++
Mato	Nenhum	-	+	--	++	++
	Esparso			++	--	
	Intermédio	+	--	--	--	
	Denso		++	--	--	--

Analisando a tabela 11, que corresponde ao habitat avaliado à escala de quadrículas de 50x50, verifica-se que o cluster 1 poderá corresponder a um cluster mais florestal, com ausência de culturas anuais, presença de eucaliptos, algum mato e olival. Este tipo de cultura poderá estar associado a estas quadrículas por se tratar de zonas de coberto arbóreo mais denso, devido a uma plantação mais cerrada, comportando-se assim como florestais.

O cluster 2 aparenta ser um cluster de culturas anuais com ausência de coberto arbóreo e impermeabilização. Os matos muito densos associam-se também a este cluster, o que terá, provavelmente, origem na ausência de coberto arbóreo e impermeabilização. Esta característica, partilhada pelas quadrículas com culturas anuais, provavelmente aproximou os dois tipos de habitat, juntando-os no mesmo cluster. Salienta-se no entanto que os matos muito densos tiveram uma pequena representabilidade no estudo, apenas 10% (tabela 1). O cluster apresenta por isso uma relação com a ausência de mato (o caso de quadrículas de culturas anuais) e com mato muito denso (quadrículas de matos).

O cluster 3 indica uma presença relevante de culturas arbóreo-arbustivas, nomeadamente pomar e também vinha, com densidades arbóreas intermédias, presença de herbáceas e algum mato esparso no sub-coberto. A impermeabilização neste cluster é baixa (entre 0 e 10%) e aparecem eucaliptos, provavelmente na orla, áreas adjacentes ou em sebes.

O cluster 4 é um grupo exclusivo de vinha, com percentagens de ocupação de solo superiores a 50% e podendo mesmo ocupar a totalidade da quadrícula. Ao contrário do cluster anterior, este não tem qualquer percentagem de impermeabilização nem presença de mato, apesar de manter herbáceas no sub-coberto.

Por fim, o cluster 5 é um grupo caracterizado por valores elevados de impermeabilização com presença forte de edifícios, tornando-se um misto de características típicas destas zonas, como cobertos arbóreos intermédios, um pouco de culturas arbóreo-arbustivas (pomar e vinha), de culturas anuais e ausência de mato.

A cada cluster é possível ligar ainda um conjunto de aves com maior ou menor frequência nas quadrículas desse cluster do que a respectiva frequência média na totalidade das quadrículas amostradas (tabela 12).

Tabela 12: Caracterização dos clusters ambientais com base na análise das frequências médias das espécies de aves no cluster relativamente à frequência média global (escala de 50x50) (+ +: média no cluster mais de duas vezes superior à média global; +: média no cluster entre 1.5 e 2 vezes superior à média global; -: média menor que metade da média global; - -: média no cluster igual a zero)

	Clusters (50x50)				
	1	2	3	4	5
	Florestal	Culturas anuais	Culturas arbóreo-arbustivas	Vinha	Urbano
n.º de quadrículas >>	56	30	6	10	15
<i>Ale_ruf</i>	--	+	--	++	--
<i>Col_pal</i>			++	--	--
<i>Col_liv</i>		-			+
<i>Str_dec</i>				-	+
<i>Str_tur</i>		++	++	--	--
<i>Den_maj</i>	++	--	--	--	--
<i>Mot_alb</i>	--	++	--	--	--
<i>Tro_tro</i>	+		--	--	--
<i>Pho_och</i>	-	-	++		++
<i>Tur_mer</i>					
<i>Cis_jun</i>	--	+	++	++	--
<i>Syl_mel</i>					-
<i>Syl_atr</i>				-	--
<i>Reg_ign</i>	++	--	--	--	--
<i>Par_ate</i>	++	--	--	--	--
<i>Par_cae</i>	+		--		--
<i>Par_maj</i>	+	-	--	--	
<i>Cer_bra</i>	++	--	--	--	--
<i>Gar_gla</i>			++	--	--
<i>Stu_uni</i>				-	
<i>Pas_dom</i>					
<i>Ser_ser</i>		-			+
<i>Car_chl</i>			--		+
<i>Car_car</i>					

Desta forma confirma-se que o cluster 1, tipicamente florestal, apresenta uma maior frequência de aves consistentes com esta tipologia, o pica-pau, a carriça, a estrelinha, as três espécies de chapins e a trepadeira.

Já o cluster 2 apresenta uma maior frequência de espécies típicas de espaços abertos como a perdiz e a fuínha-dos-juncos. Para além destas, aparece também a rola-brava, que, já na análise bivariada, tinha indiciado uma maior detecção em áreas abertas onde esta se alimentaria; bem como a alvéola-branca, que, na análise bivariada, não tinha demonstrado esta relação, apesar de, como indicado na tabela 2, a espécie ter sido geralmente considerada como típica destas zonas.

No cluster 3 (de pomar e vinha) verificamos uma predominância de pombo-torcaz, rola-brava, rabirruivo, fuínha-dos-juncos (associada às áreas abertas adjacentes à vinha) e gaio, que provavelmente aproveitam estas zonas para alimentação.

O cluster 4, exclusivo de vinha, encontra-se associado à perdiz e à fuínha-dos-juncos.

Por fim, o cluster 5, com as zonas mais impermeabilizadas, apresenta relação com o pombo-doméstico, a rola-turca, o rabirruivo, a milheirinha e o verdilhão, aves mais associadas ao Homem ou a regimes de parque.

Comparando-se o número médio de espécies por quadrícula no cluster também se pode tirar algumas conclusões sobre a riqueza em espécies dos diversos clusters ambientais. O cluster com uma maior riqueza de espécies é o florestal, com 5.5 espécies por quadrícula, estando próximo deste os clusters impermeabilizados e arbóreo-arbustivos (4.9 e 4.5). Os clusters de culturas anuais e de vinha têm um valor inferior, apenas com 3.7 e 3.8 espécies por quadrícula.

Procedendo à análise de clusters com leitura das variáveis caracterizadoras do habitat à escala das quadrículas de 150x150, a solução com cinco clusters aponta para uma tipologia semelhante à obtida à escala 50x50.

Tabela 13: Caracterização dos clusters ambientais com base na análise das frequências das variáveis ambientais no cluster relativamente à frequência global (escala de 150x150) (+ +: frequência no cluster mais de duas vezes superior à frequência global; +: frequência no cluster entre 1.5 e 2 vezes superior à frequência global; -: frequência menor que metade da frequência global; - -: frequência no cluster igual a zero)

Variáveis (150x150)	Categorias da variável	Clusters				
		1	2	3	4	5
Número de quadrículas do cluster		33	36	17	10	21
Coberto arbóreo	0					
	0-10%	--		--	++	
	10-25%	-		+	--	++
	25-50%		+		--	
	>50%	++			--	--
Culturas arbóreo-arbustivas	0	+	-	+		-
	0-50%	-	++	--	--	+
	50-100%	--	--	--	++	--
	100%					
Culturas anuais	0	++	--		+	--
	0-50%			-	-	+
	50-100%	-		++	++	--
	100%					
Impermeabilização	0	--		++	--	--
	0-10%					-
	10-25%			-		
	25-50%	-	--	--		++
	>50%	--	--	--	--	++
Quercus						
Folhosas						
Eucaliptos_et_al				-		
Coníferas				-		
Olival		-	+	--		
Pomar		--	++	--	-	+
Vinha		-	+	--		++
Edifícios				-		+
Mato	Nenhum	--	--	--	--	++
	Esparso	-				
	Intermédio	++			--	--
	Denso	+	--	+	++	--

O primeiro cluster é florestal com coberto arbóreo muito denso e mato entre médio a denso, sem culturas arbóreo-arbustivas nem anuais e ausência de impermeabilizações

mais altas. Ao contrário da escala mais baixa, não se mistura o olival neste cluster. Este carácter mais puramente florestal pode estar associado à redução de 56 para 33 quadrículas.

O cluster 2 corresponde ao cluster 3 na escala de 50x50, sendo um grupo de culturas arbóreo-arbustivas, com mais incidência para pomar mas também com vinha e olival. Não ocorrem, neste grupo, impermeabilizações mais altas nem mato muito denso.

Por sua vez o cluster 3 já está mais ligado a culturas anuais, como o cluster 2 da escala 50x50, com ausência de culturas arbóreo-arbustivas, coberto arbóreo pouco denso e sem impermeabilizações mais altas.

O cluster 4 já não apresenta uma relação tão marcada com a vinha, se bem que mantém a relação com as culturas arbóreo-arbustivas e destas não poderá ser o pomar, sendo por isso o olival ou a vinha. Existe presença de herbáceas no subcoberto e ausência de impermeabilização. Este cluster apresenta por isso uma maior clareza na escala de 50x50. Contudo a análise com base nas aves predominantes de cada cluster feita mais adiante, indica fortemente que este será um cluster com predominância de vinha.

O cluster 5 mantém-se como um grupo de zonas mais impermeabilizadas e com edifícios, com um coberto arbóreo médio, culturas arbóreo-arbustivas (nomeadamente pomar e vinha) e anuais em baixa densidade e ausência de mato.

No entanto, apesar de as características serem bastante semelhantes, o número de quadrículas que fazem parte de cada cluster varia um pouco, com excepção do cluster de vinha. De facto existe uma diminuição do tamanho do cluster florestal da escala de 50x50 para a escala de 150x150. Isto pode indicar que na escala de 150x150 o cluster 150x150 é constituído por quadrículas mais estritamente florestais, em vez de quadrículas isoladas com um grande coberto arbóreo. O cluster de culturas anuais tem um comportamento semelhante, sofrendo uma diminuição em número de quadrículas da escala de 50x50 para 150x150, provavelmente porque também há uma saída de quadrículas isoladas de culturas anuais ou herbáceas, que, depois numa escala maior, perdem a significância. Mais uma vez se confirma aqui a ausência na Tapada de grandes áreas abertas.

Já o cluster de culturas arbóreo-arbustivas aumenta significativamente o número de quadrículas. Como já foi referido na caracterização do local de estudo, através das

variáveis ambientais, existe uma grande quantidade de pequenas manchas de pomar isoladas distribuídas por toda a Tapada. Este facto pode levar a um aumento do número de quadrículas que se enquadram no cluster de culturas arbóreo-arbustivas a uma maior escala.

Também o cluster mais urbano tem um ligeiro aumento do número de quadrículas na escala de 150x150. Este aumento é uma prova da grande fragmentação dos habitat mais naturais da Tapada por zonas de maior presença humana. Assim, quadrículas que numa escala de 50x50 não são quadrículas impermeabilizadas, numa escala de 150x150 apanham zonas de impermeabilizações altas, passando a pertencer a este cluster.

Tabela 14: Caracterização dos clusters ambientais com base na análise das frequências das aves no cluster relativamente à frequência global (escala de 150x150) (+ +: frequência no cluster mais de duas vezes superior à frequência global; +: frequência no cluster entre 1.5 e 2 vezes superior à frequência global; -: frequência menor que metade da frequência global; - -: frequência no cluster igual a zero)

	Clusters (150x150)				
	1	2	3	4	5
	Florestal	Culturas arbóreo-arbustivas	Culturas anuais	Vinha	Urbano
<i>Aves</i>	33	36	17	10	21
<i>Ale_ruf</i>	--	+	+	++	--
<i>Col_pal</i>	+			--	--
<i>Col_liv</i>			-		+
<i>Str_dec</i>					
<i>Str_tur</i>				--	
<i>Den_maj</i>	+	+	--	--	--
<i>Mot_alb</i>	--	++	--	++	--
<i>Tro_tro</i>	+				-
<i>Pho_och</i>	-		+	--	++
<i>Tur_mer</i>					
<i>Cis_jun</i>	--	+	+	--	
<i>Syl_mel</i>					-
<i>Syl_atr</i>	++				--
<i>Reg_ign</i>	++	--	--	--	--
<i>Par_ate</i>	++			--	--
<i>Par_cae</i>	+			--	-
<i>Par_maj</i>	+			--	--
<i>Cer_bra</i>			+	--	
<i>Gar_gla</i>	+			--	--
<i>Stu_uni</i>				-	-
<i>Pas_dom</i>					
<i>Ser_ser</i>			-		+
<i>Car_chl</i>			-	--	+
<i>Car_car</i>			-		+

Relativamente à relação dos clusters ambientais com as diversas espécies de aves (tabela 14), o cluster 1 apresenta associação com espécies mais florestais como o pombo-torcaz, o pica-pau, a carriça, a toutinegra-de-barrete, a estrelinha, os três chapins e o gaio.

O cluster 2 faz uma mistura de espécies mais florestais como o pica-pau e outras de espaços abertos como a fuínha-dos-juncos, a perdiz e a alvéola-branca, visto que se mistura no mesmo cluster todos os tipos de culturas arbóreo-arbustivas, e enquanto a vinha tem um conjunto de espécies mais semelhantes a espaços abertos, no olival já é possível identificar outras mais florestais, como o pica-pau.

O cluster 3 (de culturas anuais) apresenta associação com a perdiz, o rabirruivo, a fuínha-dos-juncos e a trepadeira. A relação com esta última é apenas devida à baixa taxa de detecção, visto que apenas uma quadrícula tinha observação da mesma, não correspondendo a uma quadrícula de culturas anuais.

O cluster 4 que demonstra associação com perdiz e alvéola-branca, o que parece indicar que este cluster estará mais relacionado com a vinha que com o olival.

Por fim o cluster 5, mais urbanizado, apresenta novamente relação com o pombo-doméstico e rabirruivo, bem como os três fringílídeos.

Comparando-se o número de espécies por quadrícula médio nos diversos clusters confirma-se os dados obtidos para a escala de 50x50, sendo o cluster com um maior número médio de espécies o florestal com 5.7 espécies por quadrícula, estando próximo deste os cluster impermeabilizados e arbóreo-arbustivos com 4.95 e 4.9. Por outro lado os clusters de vinha e culturas anuais apresentam um valor médio mais baixo com apenas 3.3 espécies por quadrícula.

Comparando o conjunto de espécies que distingue cada cluster na escala de 50x50 e 150x150 é possível estabelecer algumas diferenças entre ambos. Comparando os clusters florestais pode-se considerar a lista de espécies da escala de 150x150 mais completa que a da escala de 50x50. Verifica-se que é acrescentado o pombo-torcaz, a toutinegra-de-barrete e o gaio à lista de espécies que ambas as escalas partilham (o pica-pau, a carriça, a estrelinha e os três chapins). Contudo a escala de 50x50 acrescenta a trepadeira, que não consta da escala de 150x150.

Já no cluster das culturas anuais, ambas as escalas são caracterizadas pela presença de perdiz e fuinha-dos-juncos, tendo a escala de 50x50, ainda a rola-brava e a alvéola-branca, que correspondem a espécies típicas deste habitat. Por outro lado a escala de 150x150, tem ainda o rabirruivo, que também utiliza este tipo de estrutura de habitat para a sua alimentação, e também a trepadeira, que foi provavelmente foi uma adição fortuita, baseada na reduzida frequência de observação da espécie. Constata-se, portanto, que a escala de 50x50 apresenta mais espécies adequadas a zonas de culturas anuais, apesar de muito semelhante à escala de 150x150.

No cluster de culturas arbóreo-arbustivas, o conjunto de espécies que caracterizam o cluster é bastante diferente de uma escala para a outra, só mantendo a fuinha-dos-juncos. De facto, na escala de 50x50 consta o pombo-torcaz, a rola-turca, o rabirruivo e o gaio, enquanto na escala de 150x150 tem a perdiz, o pica-pau, a alvéola-branca e a estrelinha. Apesar de ambas as escalas apresentarem aves que podem ser associadas a estas zonas, as espécies da escala de 50x50 parecem-me mais de acordo com este tipo de habitat, que as da escala de 150x150, na qual espécies como o pica-pau e a estrelinha deveriam ser mais estritamente florestais. Contudo é de salientar que enquanto na escala de 50x50 o olival está integrado no cluster florestal, na escala de 150x150, o olival pertence ao cluster de culturas arbóreo-arbustivas, podendo por isso trazer para o cluster algumas aves mais florestais.

No cluster exclusivo de vinha, ambas as escalas são caracterizadas por uma forte presença de perdiz, variando depois a escala de 50x50 com a fuinha-dos-juncos e a escala de 150x150 com a alvéola-branca.

Por fim no cluster mais urbanizado, ambas as escalas parecem estar bastante semelhantes em termos de espécies caracterizadoras. De facto a única diferença entre elas é a rola-turca na escala de 50x50 e o pintassilgo na escala de 150x150.

No que se refere à análise de clusters realizada com base na presença/ausência em cada quadrícula de cada espécie, decidiu adoptar-se a solução com 6 clusters com base na sua maior facilidade de interpretação. A tabela 15 apresenta a interpretação da solução de seis clusters. Esta análise foi feita com base em contagens de espécies aglomeradas pelas várias tipologias de habitat (guildas de habitat) criadas na tabela 2, e comparando o valor médio das contagens de todas as quadrículas dentro do cluster

com o valor médio das contagens da amostragem total, afim de inferir que grupo(s) de espécies estariam melhor representadas em cada cluster. O anexo 1 fornece informações sobre as espécies individuais que discriminam cada cluster, com base nas frequências de cada espécie no cluster comparativamente à frequência geral da espécie.

Tabela 15: Análise dos clusters de aves com base nos tipos de habitat definidos na tabela 2

Clusters	Tamanho do cluster	Tipos de espécies presentes no cluster			
		Agrícola	Florestal	Matos	Impermeabilização
1	39			++	
2	25		++		
3	18	-	-	-	
4	4	--		--	-
5	27	-	-	-	
6	4	++		--	

Com esta forma simplificada consegue-se classificar o cluster 1 como tendencialmente de espécies de matos, o cluster 2 como de espécies florestais e o cluster 6 como de espécies agrícolas. No cluster 3 e 5 apesar de não haver nenhuma associação muito óbvia, a média das aves de zonas impermeabilizadas encontra-se levemente superior à média, estando os restantes grupos bastante abaixo da média. Provavelmente algumas espécies mais comuns como o melro e o pardal não puderam contribuir para estes clusters serem mais marcadamente urbanos, porque estas espécies já aparecem em quase todas as quadrículas, sendo difícil ultrapassar esta média global. Quanto ao cluster 4, também apresenta uma média de espécies florestais levemente superior à média global, apesar de não ser muito representativo, salientando-se também que é o único cluster com as espécies de zonas impermeabilizadas inferiores à média, podendo por isso representar um cluster florestal com menor impacto humano.

Cruzaram-se, depois, os clusters de aves com os ambientais, para descobrir relações entre eles. Estas relações foram inferidas analisando a que cluster de aves correspondia cada quadrícula pertencente a um cluster ambiental. As frequências de cada cluster de aves dentro do ambiental, foram comparadas com a frequência geral de cada cluster de aves. Desta forma foi possível identificar que cluster(s) de aves

estaria(m) melhor representado(s) em cada cluster ambiental. Os resultados foram apresentados na tabela 16.

Tabela 16: Análise da correspondência entre os clusters ambientais e os clusters de aves com base nas frequências dos clusters aves no cluster ambiental relativamente à frequência global (escala de 50x50) (+ +: frequência no cluster mais de duas vezes superior à frequência global; +: frequência no cluster entre 1.5 e 2 vezes superior à frequência global; -: frequência menor que metade da frequência global; - -: frequência no cluster igual a zero)

Clusters de aves		Clusters ambientais (50x50)				
		1	2	3	4	5
		Florestal	Culturas anuais	Culturas arbóreo-arbustivas	Vinha	Urbano
4	Florestal sem impermeabilização	+		--	--	--
1	Matos		+	-		-
6	Agrícola		+	++	--	--
2	Florestal			+	--	-
3	Urbano		-		+	+
5	Urbano				+	++

Desta forma, verificamos que o cluster ambiental 1, caracterizado por um habitat florestal, está associado ao cluster de aves 4, caracterizado por algumas espécies florestais, mas com uma ausência marcada de espécies de zonas mais impermeabilizadas. É de salientar que o cluster de aves 2, associado a aves florestais não se encontra muito representado no cluster ambiental florestal. Este cluster de aves é marcado pela presença de pombo-torcaz, pica-pau, toutinegra-de-barrete, estrelinha, os três chapins, estorninho e pintassilgo, tendo ficado mais associado ao cluster de culturas arbóreo-arbustivas.

O cluster ambiental 2, associado a culturas anuais, está relacionado com os clusters de aves 1 e 6. O cluster de aves 6 é caracterizado por uma predominância de aves agrícolas, o que encaixa perfeitamente na caracterização ambiental. Contudo, o cluster 1 é caracterizado sobretudo por espécies de mato, sendo que as zonas agrícolas não costumam ter presença de mato. Analisando-se as espécies predominantes deste cluster, verifica-se que é caracterizado por perdiz, alvéola-branca, carriça e toutinegra-dos-valados. Tendo em conta a presença da perdiz poder-

se-á dizer que este cluster se encontra associado a culturas anuais ou a zonas de vinhas (onde se realizaram as observações de perdiz), tendo em conta que a alvéola-branca também é uma espécie associada a estes habitats, apesar de não ser muito fidedigna devido à sua baixa taxa de amostragem. As espécies de matos associadas a este cluster poderão surgir associadas a sebes, podendo-se por isso considerá-lo como um grupo de zonas de culturas anuais mais de orla, enquanto o cluster 6, poderão ser zonas de culturas anuais mais de interior.

O cluster ambiental 3, caracterizado pela presença de culturas arbóreo-arbustivas, encontra-se associado, sobretudo, ao cluster de aves 6 e também um pouco, ao 2. O cluster 6 é caracterizado pela presença de aves sobretudo agrícolas, enquanto o 2 já é caracterizado mais por espécies florestais. Esta dicotomia torna-se bastante interessante, pois as culturas arbóreo-arbustivas presentes neste cluster (pomar e vinha) podem perfeitamente englobar os dois tipos de espécies. O pomar consiste numa zona com maior coberto arbóreo e características mais florestais (apesar de estar longe de poder ser considerado florestal), enquanto que a vinha, tendo em conta o estrato herbáceo muito presente e o solo descoberto entre as várias fileiras de videiras, poderá estar muito associado a aves mais agrícolas.

Ambos os clusters ambientais 4 e 5, partilham associação com os clusters de aves 3 e 5. O cluster ambiental 4, corresponde a zonas de vinha (especificamente), enquanto o cluster ambiental 5, corresponde a zonas mais urbanizadas. Encontram-se ambos associados a clusters de aves caracterizados por uma especial incidência de espécies mais urbanas. Esta associação é bastante lógica tendo em conta a proximidade da vinha com zonas mais urbanizadas.

A análise de cruzamento dos clusters ambientais e de aves foi repetida para os clusters ambientais à escala de 150x150.

Tabela 17: Análise da correspondência entre os clusters ambientais e os clusters de aves com base nas médias dos clusters aves no cluster ambiental relativamente à média global (escala de 50x50) (+ +: média no cluster mais de duas vezes superior à média global; +: média no cluster entre 1.5 e 2 vezes superior à média global; -: média menor que metade da média global; - -: média no cluster igual a zero)

Clusters de aves		Clusters ambientais (150x150)				
		1	2	3	4	5
		Florestal	Culturas arbóreo-arbustivas	Culturas anuais	Vinha	Urbano
2	Florestal	+				-
4	Florestal sem impermeabilização	+		+	--	--
6	Agrícola			++	--	--
1	Matos				++	-
3	Urbano	-			--	++
5	Urbano	-		-		+

Na escala de 150x150, mantêm-se algumas das associações entre clusters ambientais e clusters de aves.

Logo à partida, uma grande diferença é o cluster ambiental de culturas arbóreo-arbustivas não se encontrar associado especificamente a nenhum cluster de aves. Este facto pode ser justificado por este cluster constituir um tipo com grande variedade de aves, não se restringindo a nenhuma guilda de habitat.

Outra diferença, é a associação dos clusters de aves 2 (florestal) e 4 (caracterizado por aves florestais com ausência marcada de aves de zonas mais impermeabilizadas) ao cluster ambiental 1. Por isso, era de esperar esta associação já na escala de 50x50, não tendo no entanto sido verificada. Esta conclusão tende a afirmar o carácter mais estritamente florestal do cluster florestal à escala 150x150.

No cluster ambiental associado às culturas anuais mantêm-se a associação ao cluster de aves de zonas agrícolas (6), mas é também introduzida outra alteração, o cluster de aves associadas a matos (1) passa a estar mais associado à vinha, enquanto se associa às culturas anuais um pouco do cluster de aves florestais sem impermeabilização (4). Esta associação seria pouco espectável. Contudo o cluster ambiental de culturas anuais é caracterizado pela ausência de impermeabilização, tal como o cluster de aves 4, é caracterizado por uma ausência de aves de zonas impermeabilizadas. Pode, por isso, ter sido esse facto que os tenha associado.

O cluster ambiental de vinha (4) passa a estar associado ao cluster de aves 1 (relacionado com a matos). Apesar da vinha ser considerada uma cultura arbustiva e portanto poder ser associada a espécies de matos, a associação com as aves de zonas impermeabilizadas que se verificou na escala de 50x50, fazia mais sentido.

O cluster ambiental 5, associado a zonas com edifícios e maiores impermeabilizações, mantém as associações a clusters de aves 3 e 5, caracterizados por aves de zonas mais impermeabilizadas.

- Cenários hipotéticos de alteração do uso do solo na Tapada

Na construção dos vários cenários de alteração do uso do solo na Tapada foram consideradas várias hipóteses relacionadas com o aumento da área de cada um dos clusters formados com base nas variáveis ambientais 50x50. Cada um destes cenários representa uma hipótese possível de ocorrência, tendo em conta o uso da Tapada e as suas características.

Foram usados os clusters de 50x50 por estes traduzirem efectivamente a presença da espécie à escala sobre a qual se mediram as variáveis ambientais, enquanto na quadrícula de 150x150, a amostragem foi feita na quadrícula de 50x50, sendo depois as variáveis ambientais medidas na envolverência da quadrícula amostrada.

Desta forma considerou-se um primeiro cenário de florestação de quase toda a Tapada, passando de 48 para 74% das quadrículas por plantação de espécies arbóreas nas zonas de culturas anuais.

Um segundo cenário, também possível, traduz uma maior necessidade de infra-estruturas por parte da universidade ou de moradores que levasse a um aumento da urbanização, com aumento das quadrículas do cluster “impermeabilização” de 13 para 43%, à custa da diminuição das zonas adjacentes com floresta, culturas-anuais, culturas arbóreo-arbustivas e vinha.

No caso de se pretender valorizar a produção agrícola dentro da Tapada, seria possível ocorrer um aumento do cluster “culturas arbóreo-arbustivas” de 5 para 44% do número total de quadrículas, com diminuição da representação dos clusters

“culturas anuais” e “floresta” e um pequeno aumento de impermeabilização, resultante da necessidade de infra-estruturas ligadas a esta produção (estradas, edifícios...).

O quarto cenário seria um aumento do cluster “culturas anuais” de 26 para 51%, que poderia ser levado a cabo para o fomento de espécies associadas a estes meios, como a perdiz e a rola-brava. Para esta expansão, haveria um decréscimo dos clusters “florestal” e “vinha”. Não se considerou uma diminuição das outras culturas arbóreo-arbustivas, no geral, por estas representarem um maior investimento em termos de corte do que a vinha, que seria mais simples de arrancar, ou do que a floresta, que poderia originar rendimento através da venda da madeira.

E por último, um quinto cenário de aumento do cluster “viticultura” na Tapada, com um aumento da valorização do vinho produzido, passando de 9 para 34% de ocupação, com um leve aumento de impermeabilização, pelas mesmas razões que foram acima referidas para as culturas arbóreo-arbustivas (nomeadamente construção de adegas ou aumento das existentes). Este aumento levaria a uma diminuição das zonas de culturas anuais e de floresta.

É de salientar que as percentagens especificadas acima tanto poderão ser aplicadas a toda a Tapada, como apenas a uma parte. Estas partem do pressuposto que, como a amostragem foi feita aleatoriamente, caracteriza de forma adequada o todo da Tapada ou qualquer parte que seja representativa da mesma.

A tabela 9, partindo da percentagem de quadrículas em que se verifica a ocorrência da espécie durante a amostragem, calcula as alterações que esta percentagem sofreria nos vários cenários. Portanto, esta tabela não pretende inferir a frequência a que a espécie ocorreria em determinado cenário, apenas a alteração no número de quadrículas que ela teria disponíveis. A posterior colonização das quadrículas adequadas por parte das espécies estaria depois relacionada com factores espaciais e com questões de continuidade da mancha ou dimensão adequada de habitat, que não foram consideradas neste modelo simplificado. Também é importante salientar que este modelo trabalha com base em clusters e não com usos de solo, portanto quando aumentamos o cluster “florestal”, não estamos só a aumentar a área florestal mas também todas as quadrículas que estão associadas a este cluster.

Tabela 18: Impacto dos vários cenários hipotéticos na percentagem de quadrículas potencialmente adequado para as várias espécies

	Cenários					
	Actual	Florestação	Urbanização	Arbóreo-arbustivas	Culturas anuais	Vinha
<i>Aves</i>		Aumento para 74%	Aumento para 43%	Aumento para 44%	Aumento para 51%	Aumento para 34%
<i>Ale_ruf</i>	0,7%	0,3%	0,3%	0,4%	0,9%	1,6%
<i>Col_pal</i>	1,6%	1,4%	1,1%	2,1%	1,9%	1,1%
<i>Col_liv</i>	7,6%	8,1%	9,8%	8,3%	7,0%	7,8%
<i>Str_dec</i>	4,9%	4,8%	6,0%	4,7%	5,0%	4,6%
<i>Str_tur</i>	2,0%	1,1%	1,2%	3,4%	3,1%	1,2%
<i>Den_maj</i>	0,4%	0,5%	0,3%	0,2%	0,2%	0,3%
<i>Mot_alb</i>	0,5%	0,0%	0,3%	0,0%	1,2%	0,2%
<i>Tro_tro</i>	2,3%	2,5%	1,6%	1,1%	2,3%	1,5%
<i>Pho_och</i>	1,6%	1,5%	2,9%	2,9%	1,7%	2,2%
<i>Tur_mer</i>	16,7%	16,3%	17,5%	17,7%	17,0%	17,9%
<i>Cis_jun</i>	0,7%	0,3%	0,4%	1,7%	1,0%	1,1%
<i>Syl_mel</i>	6,3%	6,0%	5,0%	6,2%	6,7%	5,6%
<i>Syl_atr</i>	5,8%	5,8%	3,8%	4,2%	5,8%	4,4%
<i>Reg_ign</i>	0,5%	0,8%	0,4%	0,3%	0,3%	0,4%
<i>Par_ate</i>	1,4%	2,0%	1,0%	0,9%	0,9%	1,1%
<i>Par_cae</i>	4,0%	4,4%	2,7%	2,1%	3,5%	3,3%
<i>Par_maj</i>	2,0%	2,4%	1,9%	1,3%	1,6%	1,5%
<i>Cer_bra</i>	0,7%	1,0%	0,5%	0,5%	0,4%	0,5%
<i>Gar_gla</i>	1,6%	1,4%	1,1%	2,1%	1,9%	1,1%
<i>Stu_uni</i>	6,8%	6,6%	6,9%	6,8%	7,3%	5,8%
<i>Pas_dom</i>	13,1%	12,9%	14,6%	12,9%	13,1%	14,7%
<i>Ser_ser</i>	8,5%	9,0%	10,3%	9,2%	7,4%	10,9%
<i>Car_chl</i>	2,5%	2,4%	3,0%	1,7%	2,6%	2,6%
<i>Car_car</i>	7,7%	8,3%	7,5%	9,3%	7,0%	8,5%

Verifica-se que o aumento de culturas arbóreo-arbustivas ou de florestação à custa das culturas anuais leva a um desaparecimento de condições para a alvéola-branca. Apesar de este ser o único caso que leva ao desaparecimento de uma espécie, vários cenários levam a uma diminuição tão grande de quadrículas que poderiam ter presença de espécie que possivelmente esta deixará de manter populações no espaço considerado. É o caso da fuínha-dos-juncos e da perdiz em casos de florestação ou urbanização à custa das culturas anuais, que representam uma parte significativa do seu habitat. Num cenário inverso, em que diminui a área florestal para aumento da área de culturas anuais ou arbóreo-arbustivas, o pica-pau, a estrelinha e a trepadeira também vêm o seu habitat reduzido para valores muito baixos.

Verifica-se que as alterações percentuais nas quadrículas com condições para a ocorrência das espécies para os vários cenários foram mais baixas do que seria de esperar, tendo em conta as grandes alterações que são consideradas. Este facto poderá ser indicador que o modelo não está a ter a capacidade de prever completamente as alterações nas quadrículas. Um dos motivos prováveis para este facto é a baixa taxa de amostragem de algumas espécies. Assim, mesmo com aumentos para o dobro, as percentagens mantêm-se baixas, não denotando grande variação.

Considerando os objectivos de conservação que já tinham sido referidos na metodologia, poderá haver uma preocupação em conservar o máximo de espécies possíveis, ou aquelas que têm um maior interesse para a diversidade de Lisboa. Destas espécies, podem se considerar as que existem apenas na Tapada da Ajuda ou também as que encontram na Tapada da Ajuda grande parte da sua população. Como espécies exclusivas da Tapada temos a perdiz, a rola-brava e o pica-pau. Analisando a tabela 18, verificamos que o cenário em que a perdiz tem mais quadrículas com possibilidade de ocorrência é o de aumento do cluster “culturas anuais”. Por sua vez a rola-brava tem maior número de quadrículas para o aumento do cluster “culturas arbóreo-arbustivas”. Por fim, o pica-pau tem maior percentagem de quadrículas para um aumento do cluster “florestal”.

Um objectivo de conservar as espécies que têm grande parte da sua densidade populacional na Tapada deverá ter em conta, para além da perdiz, da rola-brava e do pica-pau, a estrelinha, o chapim-preto, o chapim-real e o pombo-torcaz. Destas últimas quatro, três são favorecidas por um aumento do cluster “florestal”, enquanto o pombo-torcaz seria mais beneficiado pelo aumento do cluster “culturas arbóreo-arbustivas”.

Verificamos desta forma, que para o mesmo objectivo, se obtêm várias hipóteses de cenários que poderiam melhorar a quantidade de quadrículas disponíveis para algumas espécies que seria interessante conservar. Torna-se portanto difícil interpretar e tomar decisões com base nas frequências de quadrículas com possibilidade de ocorrência de cada espécie a menos que se queira conservar apenas uma. Desta forma usaram-se alguns índices que ajudam a visualizar melhor o impacto destes cenários nos vários objectivos.

Assim, para um objectivo de conservação à escala da Tapada foram considerados dois índices: riqueza local e diversidade total (índice de Shannon). Estes permitem avaliar a quantidade de espécies que poderia ser possível ver num pequeno espaço e a relação entre o número de espécies e o número de quadrículas em que poderiam ocorrer. Para um objectivo de conservação à escala de Lisboa foram considerados outros dois índices: um que dá a possível frequência das espécies que apenas ocorrem na Tapada (perdiz, rola-brava e pica-pau) e outro que dá a possível frequência de espécies que têm grande parte da sua população na Tapada (perdiz, rola-brava, pica-pau, estrelinha, chapim-preto, chapim-real e o pombo-torcaz). Convém lembrar que este modelo apenas dá o número de quadrículas em que a espécie poderá ocorrer, não se podendo por isso estimar a frequência das espécies.

Nas tabelas 19 e 20 temos o impacto dos vários cenários nestes índices e a diferença percentual desse impacto.

Tabela 19: Impacto dos vários cenários hipotéticos nalguns índices representativos da riqueza e diversidade da avifauna

Índices	Cenários					
	Actual	Florestação	Urbanização	Arbóreo-arbustivas	Culturas anuais	Vinha
Riqueza local	4,752137	5,115385	4,778692	4,866088	4,301513	2,347588
Diversidade total	2,744	2,717	2,635	2,676	2,755	2,659
Espécies únicas	0,145299	0,098291	0,086538	0,195121	0,181	0,071531
Espécies importantes	0,444444	0,487179	0,319436	0,44159	0,404718	0,180219

Tabela 20: Acréscimo dos valores dos diversos índices nos vários cenários hipotéticos face à realidade actual da Tapada

Índices	Cenários				
	Florestação	Urbanização	Arbóreo-arbustivas	Culturas anuais	Vinha
Riqueza local	8%	1%	2%	-9%	-51%
Diversidade total	-1%	-4%	-3%	0%	-3%
Espécies únicas	-32%	-40%	34%	25%	-51%
Espécies importantes	10%	-28%	-1%	-9%	-59%

Analisando estes quadros verificamos, que tal como os clusters já tinham indicado, um cenário de florestação propicia uma maior riqueza de espécies por quadrícula, com apenas um leve decréscimo de diversidade total.

Já a diversidade total é beneficiada pelo sistema de gestão actual da Tapada ou por um aumento de culturas anuais. Campbell (2009) apoia a importância de uma diversidade de usos do solo, afirmando que pode ser tão importante como aumentar a área de floresta.

Se o interesse for a conservação de apenas algumas espécies que existem unicamente na Tapada o cenário mais interessante seria o de aumento de culturas arbóreo-arbustivas que permitem o aumento da perdiz e da rola-turca.

Já se se quiser conservar um maior número de espécies que têm um grande efectivo populacional residente neste espaço (face à população dispersa ou muito escassa nos restantes espaços urbanos) o ideal seria optar pela florestação que permitiria o aumento de populações de pica-pau, pombo-torcaz, chapim-preto, chapim-real e trepadeira.

A análise destes índices é de extrema importância para as decisões de gestão, mas, para a escolha de uma destas opções é importante a definição dos objectivos conservacionistas por parte dos decisores. Este estudo não pretende tomar essa decisão, apenas fornecer ferramentas para que, consoante os objectivos, se possa determinar qual a melhor estratégia a seguir.

Este modelo tem, ainda, algumas fragilidades. Uma, como já foi referido, é a fraca resposta do modelo às variações de cenários. Outra é o não ter em conta o efeito da fragmentação. Certas espécies são influenciadas pelo efeito de orla e uma mancha florestal dispersa e fragmentada como a que a Tapada tem presentemente, pode levar a que algumas espécies de floresta interior não se estabeleçam. Este efeito tanto é válido para as manchas florestais como para as manchas de culturas anuais. Um aumento destas áreas provavelmente levaria a uma diminuição desta fragmentação e consequente aumento da qualidade de habitat. Este aumento de qualidade poderia levar ao estabelecimento de populações de trigueirão, cotovia-de-poupa e laverca invernante (espécies de grandes espaços abertos) bem como e algumas espécies florestais nativas como o chapim-de-poupa, a trepadeira-azul e o tentilhão nidificante.

Conclusões

A metodologia seguida, permitiu obter um método de determinação do impacto de vários cenários de evolução do uso do solo na Tapada da Ajuda sobre a avifauna nidificante, a fim de determinar a melhor gestão consoante o objectivo de conservação pretendido. Desta forma concluiu-se que duas políticas podem ser tomadas: (1) preservar o máximo de riqueza específica local na Tapada, tornando-a assim um espaço mais interessante para observação de aves, permitindo que num local razoavelmente pequeno se possa observar o máximo possível de espécies, através de um aumento da área florestal; ou (2) fomentar as espécies da Tapada que contribuem mais significativamente para a diversidade ornitológica da região urbana de Lisboa, através de um aumento de área florestal ou de área de culturas arbóreo-arbustivas, conforme as espécies que se privilegiarem.

A decisão entre estas duas vertentes de conservação é fundamental. Segundo Morimoto (2006), uma boa gestão da matriz urbana depende de que espécies se quer conservar e se estas conseguem encontrar habitat e condições necessárias. Uma vez tomada essa decisão, este estudo poderá ajudar na escolha da melhor gestão a fim de se alcançar os objectivos pretendidos.

Fernández-Juric (2004) valoriza e incentiva a conservação de passeriformes florestais nestes espaços urbanos, baseado na sua importância para a valorização estética dos parques urbanos e a sensibilização da população para a conservação da vida selvagem (Savard *et al*, 2000 in Fernández-Juric, 2004), bem como na diminuição do risco de extinção a um nível regional, caso as populações se estabeleçam nas zonas urbanas. Contudo, um aumento da área florestal poderá levar a uma diminuição do habitat da perdiz e rola-brava, podendo levar ao desaparecimento desta de Lisboa. É portanto importante ponderar os prós e contras de cada uma das opções.

Para auxiliar esta decisão, posteriores estudos poderão ser feitos a fim de inferir preferências na população de observadores de aves, nomeadamente o que valorizam mais, a facilidade de observação de uma espécie em particular, ou a distância que têm que percorrer para observar um determinado elenco de espécies. Possivelmente esta questão estará relacionada também com o grau de experiência do observador. Um observador iniciante provavelmente terá interesse em ir a um sítio e ver o maior número de espécies possível, enquanto um observador experiente provavelmente se

dirigirá a um sítio para ver uma espécie em particular que não lhe seja tão comum observar.

Outras medidas, mais ligadas à fomentação da actividade de *birdwatching*, poderiam e deveriam ser tomadas, nomeadamente a divulgação da Tapada da Ajuda como um sítio por excelência em Lisboa para observação de aves, iniciativas que promovessem e incentivassem a prática da actividade, nomeadamente junto aos alunos que habitualmente frequentam este espaço, criação de materiais informativos, uma base de registo de observação, entre muitos outros.

Esta metodologia, no entanto, tem algumas limitações. Como já foi referido nos resultados, alguns cenários levam a uma diminuição das quadrículas de tal ordem que o habitat pode ficar tão fragmentado que deixe de ser útil para a espécie. Por outro lado, o grande aumento de áreas ou o seu aumento em mancha, poderá levar a uma diminuição da fragmentação, também com uma melhoria de habitat para algumas espécies. Outra questão é a espacial. Os cenários construídos foram apenas hipotéticos, partindo de alguns pressupostos, como a expansão urbanística seria feita por expansão das manchas já existentes e não de forma fragmentada. Torna-se importante analisar como seria feita qualquer alteração no uso do solo, tendo em conta que uma expansão em bloco, seja de que cenário for, terá sempre um impacto diferente de pequenas expansões pontuais aqui e ali.

O facto de a metodologia assentar em clusters e não em usos de solo, torna mais difícil, na prática, aumentar um ou outro cluster, visto que não se trata só de aumentar a área florestal mas de todas as áreas que aparecem associadas à área florestal no cluster. Este problema poderia ter sido resolvido pela análise por uso de solo em vez de clusters, com associação de cada uso de solo às espécies mais frequentes nesse uso. Porém, este tipo de análise teria levado à formação de muito mais grupos, tornando cada grupo mais pequeno e restrito, diminuindo ainda mais o número de observações em cada grupo. Este facto iria limitar ainda mais esta metodologia, que, como já foi referido, teve uma fraca resposta devido às baixas taxas de amostragem de algumas espécies.

Torna-se importante também referir que, não se sabe ao certo, se o aumento de zonas florestais levará mesmo ao aumento de espécies especialistas deste habitat ou se aumentarão as espécies generalistas (Campbell, 2009). Estudos de Campbell (2009) indicam que o aumento de espécies especialistas florestais terá de ser acompanhado

não só pelo aumento da área florestal mas por uma envolvência florestal da cidade (o designado *greenbelt*) bem conservada, que funcionará como fonte de indivíduos para a recolonização da nova área florestal. Apesar deste conceito de *greenbelt* não estar aplicado em Portugal, a Tapada é envolvida por um espaço verde de considerável dimensão, o parque florestal de Monsanto, apesar de este ser um povoamento florestal ainda relativamente recente e pouco maduro. Com a sucessão ecológica de Monsanto para estágios mais maduros poderá reforçar-se esta função de Monsanto enquanto fonte populacional para diversas espécies incluídas na avifauna da Tapada.

Uma outra metodologia de amostragem poderia fortalecer esta ferramenta. Algumas espécies tiveram taxas de amostragem muito baixas, nomeadamente o pica-pau e a perdiz, que correspondem a espécies particularmente interessantes para conservação. Uma metodologia de múltiplas visitas a cada local permitiria uma maior confiança na real ausência da espécie naquela quadrícula, reduzindo provavelmente as ausências que resultam apenas de uma baixa intensidade (temporal) de amostragem. Desta forma seria possível dar uma maior robustez à própria metodologia. Outra forma de lidar com esta questão seria aumentar a área das quadrículas, tendo sempre em atenção que o tamanho não leve a uma mistura de habitats que torne as análises de difícil interpretação, misturando, por exemplo, zonas abertas com zonas florestais de orla, ou vice-versa.

Outros estudos tornam-se necessários para tornar melhor esta ferramenta de trabalho. A amostragem do estudo limitou-se ao mês de Junho, apanhando apenas as aves residentes e estivais. Torna-se importante uma continuação do estudo que abranja as outras estações do ciclo anual na Tapada, de forma a incluir na análise as aves invernantes e mesmo as migradoras de passagem, que poderão ter algum interesse conservacionista ou recreativo. Outro desenvolvimento possível passaria pela construção de modelos espacialmente explícitos, que permitissem acrescentar informação a esta metodologia e à própria distribuição das espécies, nomeadamente os aspectos ligados à conectividade e fragmentação, bem como a dimensão espacial dos vários cenários de evolução futura.

Era também importante testar esta metodologia noutra local, para verificar se para diferentes condições ela mantém a sua aplicabilidade e fiabilidade.

Este trabalho fornece também indicadores úteis sobre as associações de cada espécie a características específicas de habitat, que poderão dar algumas directrizes para a gestão de habitat para uma ou outra espécie, caso se queira apostar na sua conservação, ou ainda para a elaboração de materiais de apoio com informação sobre a localização das espécies e as suas características de habitat.

Houve, no entanto, algumas características que não foram consideradas pela sua dificuldade em medir através de fotografia aérea, e que poderão ter impacto na distribuição das espécies. Uma delas é a proximidade de pontos de água, que vários estudos indicaram como sendo bastante significativa para a diversidade existente (Cicero, 1989; Shwartz, 2008). Outra, como já foi referida nos resultados, é a proximidade e impacto humano. Alguns estudos relacionaram negativamente a presença de trilhos e a quantidade de visitantes que passam por eles, com a presença de algumas espécies (Jokimäki, 1999, Fernández-Juric, 2004).

Em relação à questão das dimensões do parque, referidas em vários estudos como o factor mais importante (Foreman *et al*, 1976 in Palmer *et al*, 2008; Fernández-Juric, 2004), esta questão foi deixada de parte do estudo, dado que a Tapada tem uma área que ronda os 100 hectares, área que em todos os estudos não pareceu ser restritiva para as espécies consideradas. Outra questão, já diferente e que poderá ter um impacto é a área de cada tipo de habitat, nomeadamente florestal. Os vários tipos de habitat encontram-se muito fragmentados pela Tapada, podendo não criar áreas contínuas suficientemente grandes para algumas espécies, nomeadamente as florestais mais do centro de áreas florestais, influenciadas negativamente pelo efeito de orla. Contudo, é preciso considerar que algumas áreas florestais significativas, em especial zonas localizadas mais a Norte da Tapada, têm comunicação com a área florestal de Monsanto, podendo desta forma ser minimizado o efeito espacial.

Quanto à escala a que torna mais fácil determinar as relações entre as aves e o habitat, apesar de terem sido encontradas diferenças entre a escala de 50x50 e 150x150, estas não foram determinantes a ponto de se identificar um ou outra como significativamente melhor. Se o estudo fosse repetido, usando também uma escala de 250x250 metros talvez já fosse possível determinar diferenças significativas entre as escalas. Contudo, 250x250 metros já corresponderia a uma grande mistura de usos do solo, tornando-se mais difícil fazer associações da espécie às variáveis ambientais.

Para finalizar, salienta-se o facto de os cenários indicarem que, no caso de se querer conservar o máximo de diversidade total, segundo o índice de Shannon, a melhor gestão é: ou aumentar a área de culturas anuais ou manter a gestão actual da Tapada. Este facto demonstra perfeitamente o valor em termos de diversidade de avifauna que a Tapada possui. Como foi várias vezes referido, a existência de inúmeros tipos de habitat, permite a existência de várias espécies num mesmo espaço. Isto apoia os resultados de vários estudos (Mellink, 1991; Blair, 1996; Jobin *et al*, 1996, Blair & Launer, 1997; Cam *et al*, 2000; Drapeau *et al*, 2000; Soderstrom & Part, 2000; Glennon & Porter, 2005; Geis, 1974; Sodhi, 1992; Petit *et al*, 1999; Crooks *et al*, 2004 - todos em: Chapman & Reich, 2007) que indicam que um estado de humanização intermédio permite um aumento de diversidade até um certo ponto, segundo a teoria de perturbação intermédia de Connell (1978). Portanto, o que se pretende na Tapada, não é retirar o Homem de lá e tentar uma naturalização do ecossistema, mas antes uma valorização desta grande biodiversidade, tendo em conta o papel que esta pode ter na sensibilização e educação da população.

- Propostas de gestão da Tapada

Vários outros trabalhos fornecem algumas dicas de gestão de parques urbanos. Uma das indicações é a conservação e restauro da vegetação ribeirinha, muitas vezes ameaçada por várias outras actividades e com potencial de albergar muitas espécies (Palmer, 2008). Na Tapada, as linhas de água não são muitas, e normalmente temporárias, sendo a sua vegetação ribeirinha sido grandemente restringida pelos usos do solo circundantes e bastante fragmentada.

Campbell (2009) sugere a criação no parque de uma área florestal contínua, isolada da presença humana através de uma densidade arbórea muito densa ou vedações; e uma outra área mais aberta em que se encorajasse a presença humana com zonas de piquenique, para encorajar espécies mais tolerantes à urbanização. Contudo esta área florestal, ao ser isolada da presença humana, retiraria o seu interesse para a prática da observação de aves, que representa um pressuposto para este estudo. Salienta-se também a importância do tamanho desta mancha, que vários estudos já indicaram que deveria ter pelo menos vinte hectares para diminuir o efeito de orla e não ser impeditória para a maioria das aves (Palmer *et al*, 2008; Fernández-Juric, 2004).

Cicero (1989) salienta a importância da construção de lagos (preferencialmente superiores a 1 hectare) isolados da perturbação humana, preferencialmente com ilhas, e vegetação que sirva de poleiro ou poleiros artificiais. Estes lagos devem rodeados por um mosaico complexo de vegetação, de forma irregular, a fim de aumentar a zona de orla. Este mosaico deve ser composto por uma boa vegetação arbustiva, zonas de solo descoberto e vegetação arbórea, nomeadamente algumas árvores mortas (também imersa no lago). Na Tapada esta medida provavelmente não será muito aplicável, tendo em conta as condições de relevo que dificultam a implementação de lagos, sobretudo de grandes dimensões. Contudo, os pequenos lagos artificiais existentes proporcionam a existência de alguns patos, que, mesmo não tendo entrado no estudo, aumentam a diversidade de espécies. Contudo, as indicações para o mosaico, contém aspectos importantes para a conservação.

Morimoto *et al* (2006), aconselha a expansão, se possível, das manchas florestais, a fim de criar manchas maiores, que se tornam mais atractivas para as espécies florestais, bem como o aumento da conectividade entre as várias manchas. Por fim, salienta a importância de um coberto arbóreo denso, para a conservação de espécies de sub-coberto. Estas medidas são particularmente importantes no caso de se pretender valorizar as espécies mais florestais.

Shwartz (2008) dá algumas indicações baseadas no objectivo de impedir um grande aumento populacional de espécies exóticas e tipicamente urbanas. Assim, aconselha a que o lixo não esteja tão disponível para alimentação das aves, através de colocação de tampas nos caixotes de lixo; e a substituição de zonas relvadas por zonas com espécies arbóreas indígenas, visto que os relvados têm impacto nas espécies nativas, atraindo exóticas, enquanto um coberto arbóreo nativo, tem um impacto positivo nas espécies nativas. Aconselha também que haja um gradiente de urbanização e gestão do parque, sendo as zonas exteriores mais urbanizadas e com maior influência humana, e no centro áreas naturalizadas, tentando-se limitar a difusão de espécies urbanas e exóticas para a zona central. O planeamento dos trilhos e caminhos deve ser cuidadoso e ter em atenção o seu impacto negativo nalgumas espécies mais sensíveis, tentando-se minimizar as interacções entre o Homem e estas espécies. Também aconselha a existência de lagos, como fomentadora da biodiversidade e fonte de água para muitas espécies. Uma gestão deste género poder-se-ia fazer na Tapada, contudo, em vez de um gradiente de urbanização diminuindo da periferia para o centro, poderia ser uma diminuição de sul para norte, em que a

zona sul da Tapada já corresponde à mais urbanizada, e se tentaria isolar mais a zona norte permitindo a criação de uma zona mais florestal.

Por outro lado, Park & Lee (2000), consideram importante proceder-se ao restauro de forragem e arbustos, para aumentar a diversidade estrutural da vegetação, bem como a preservação de árvores com cavidades para a nidificação ou através da instalação de ninhos artificiais. Estes ninhos poderiam favorecer o aumento da população de chapins e de pica-paus, que foram consideradas espécies que convinha conservar na Tapada (e Monsanto), dado que, como já foi referido, aí se encontra uma grande parte da sua população de Lisboa. Por outro lado, o restauro de um bom sub-coberto arbustivo poderia beneficiar algumas espécies como a carriça, toutinegra-de-barrete e toutinegra-dos-valados, chapim-azul e chapim-real, estrelinha e gaio, que apresentaram uma relação forte com matos densos na análise bivariada.

Bibliografía

- Artigos

Campbell, M. (2009) The impact of habitat characteristics on bird presence and the implications for wildlife management in the environs of Ottawa, Canada. *Urban Forestry & Urban Greening* 8, 87-95.

Chace, J. & Walsh, J. (2006) Urban effects on native avifauna: a review. *Landscape and Urban Planning* 74, 46-69.

Chapman, K. & Reich, P. (2007) Land use and habitat gradients determine bird community diversity and abundance in suburban, rural and reserve landscapes of Minnesota, USA. *Biological Conservation* 135, 527- 541.

Cicero, C. (1989) Avian community structure in a large urban park: Controls of local richness and diversity. *Landscape and Urban Planning* 17, 221-240.

Connell, J. H. (1978) Diversity in tropical rain forests and coral reefs. *Science* 199, 1302-1319.

Donnelly, R. & Marzluff J. (2006) Relative importance of habitat quantity, structure and spatial pattern to birds in urbanizing environments. *Urban Ecosystem* 9, 99-117.

Fernández-Juric, E. (2004) Spatial and temporal analysis of the distribution of forest specialists in a urban-fragmented landscape (Madrid, Spain) Implications for local and regional bird conservation. *Landscape and Urban Planning* 69, 17-32.

Jokimäki, J. & Suhonen, J. (1998) Distribution and habitat selection of wintering birds in urban environments. *Landscape and Urban Planning* 39, 253-263.

Jokimäki, J. (1999) Occurrence of breeding bird species in urban parks: Effects of park structure and broad-scale variables. *Urban ecosystems* 3, 21-34.

Kath, J., Maron, M. & Dunn, P. (2009) Interspecific competition and small bird diversity in an urbanizing landscape. *Landscape and Urban Planning* 92, 72-79.

Morimoto, T., Katoh, K., Yamaura, Y. & Watanabe, S. (2006) Can surrounding land cover influence the avifauna in urban/suburban woodlands in Japan? *Landscape e Urban Planning* 75, 143-154.

Palmer, G., Fitzsimons, J., Antos, M. & White, J. (2008) Determinants of native avian richness in suburban remnant vegetation: Implications for conservation planning. *Biological Conservation* 141, 2329-2341.

Park, C. & Lee, W. (2000) Relationship between species composition and area in breeding birds of urban woods in Seoul, Korea. *Landscape and Urban Planning* 51, 29-36.

Parsons, H., French, K. & Major, R. (2003) The influence of remnant bushland on the composition of suburban bird assemblages in Australia. *Landscape and Urban Planning* 66, 43-56.

Shwartz, A., Shirley, S. & Kark, S. (2008) How do variability and management regime shape the spatial heterogeneity of birds within a large Mediterranean urban park? *Landscape e Urban Planning* 84, 219, 229.

White, J., Antos, M., Fitzsimons, J., Palmer, G. (2005) Non-uniform bird assemblages in urban environments: the influence of streetscape vegetation. *Landscape and Urban Planning* 71, 123-135.

- Livros

Bibby, C., Burgess, N., Hill, D. & Mustoe, S. *Bird Census Techniques*. 2ª edição. Academic Press, London, 2000.

Catry, P., Costa, H., Elias, G. & Matias, R. *Aves de Portugal, Ornitologia do território continental*. Assírio & Alvim, Lisboa, 2010.

Equipa Atlas. *Atlas das Aves nidificantes em Portugal (1999-2005)*. Assírio & Alvim, Lisboa, 2008.

Oleoso, G. *Le rougegorge: description, répartition, habitat, moeurs, observation*. Delachaux & Niestle, Paris, 2007.

Anexos

Anexo 6: Caracterização dos clusters ambientais com base na análise das médias das aves no cluster relativamente à média global (escala de 150x150) (+ +: média no cluster mais de duas vezes superior à média global; +: média no cluster entre 1.5 e 2 vezes superior à média global; -: média menor que metade da média global; - -: média no cluster igual a zero)

		Cluster					
		1	2	3	4	5	6
Tamanho do cluster		15	12	9	18	4	13
Espécies	<i>Ale_ruf</i>	++	--	-	--	--	--
	<i>Col_pal</i>		+	-	--	--	++
	<i>Col_liv</i>			-	++		++
	<i>Str_dec</i>			-	--		++
	<i>Str_tur</i>			-	--	-	++
	<i>Den_maj</i>	--	++	-	--	--	--
	<i>Mot_alb</i>	++	--	-	--	--	+
	<i>Tro_tro</i>	++		-	--	--	--
	<i>Pho_och</i>	-	--	-	--	++	--
	<i>Tur_mer</i>				-		
	<i>Cis_jun</i>		--	-	--	++	--
	<i>Syl_mel</i>	++		-	--	-	--
	<i>Syl_atr</i>		++	-	--	-	--
	<i>Reg_ign</i>	--	++	-	++	--	--
	<i>Par_ate</i>		++	-	++		--
	<i>Par_cae</i>		++	-	--	-	
	<i>Par_maj</i>	--	++	-	++	-	--
	<i>Cer_bra</i>			-	--	--	--
	<i>Gar_gla</i>			-	++		--
	<i>Stu_uni</i>		+	-	--	-	+
<i>Pas_dom</i>				--	+	--	
<i>Ser_ser</i>		-	-			--	
<i>Car_chl</i>			-	--		--	
<i>Car_car</i>		+	-	--	-		

