

1120
2400

DM
MOREIRA

INSTITUTO SUPERIOR DE PSICOLOGIA APLICADA

Mestrado em Etologia 96/98


**PADRÃO DE DISTRIBUIÇÃO DAS AVES E EFEITOS DA DENSIDADE DE
MACHOS TERRITORIAIS NA ACTIVIDADE DE CANTO
DO TRIGUEIRÃO (*Miliaria calandra*)**



Maria Inês Vasconcelos de Albergaria Pinheiro Moreira

Dissertação de Mestrado elaborada sob a orientação do Prof. Dr. Paulo Gama Mota

Lisboa, 1999

	ISPA Instituto Superior de Psicologia Aplicada
Centro de Documentação	
Registo:	14533
Data:	20/11/2003
Tel.: 21 881 17 50 • bibispa@ispa.pt	

RESUMO

Procurou-se determinar se a distribuição dos machos de Trigueirão (*Miliaria calandra*) obedece a algum padrão relativamente a vários tipos de biótopos agrícolas (seara, pousio e olival), e se diferentes densidades de machos territoriais têm algum efeito na sua actividade de canto. O trabalho de campo decorreu durante as épocas reprodutivas de 1997 e 1998, na região de Castro Verde (Baixo Alentejo). Verificou-se não existir nenhuma associação significativa entre qualquer dos biótopos considerados e a densidade de machos com território estabelecido. Alterações na utilização do terreno entre os dois anos não foram acompanhadas por alterações na densidade das aves. A taxa de canto (número de cantos/minuto) não apresenta uma variação entre áreas de alta ou baixa densidade, mas varia significativamente entre os dois anos de estudo. A actividade de canto é maior em áreas com maior densidade de machos territoriais, mas apenas quando se considera a percentagem de minutos em que os indivíduos cantaram.

ABSTRACT

We tried to determine if the distribution of Corn Bunting (*Miliaria calandra*) males follows any pattern in relation to several agricultural habitats (cereal, fallow, olive-yard), and if different densities of territorial males have any effect in their singing activity. The field work went on during the reproductive seasons of 1997 and 1998, in the region of Castro Verde (Baixo Alentejo). We found no significative association between any of the habitats considered and the density of males with an established territory. Changes in the use of the land were not accompanied by changes in bird density. Song rate (number of songs/minute) showed no variation between areas of high and low density, but varied significantly between study years. Singing activity is higher in areas with higher densities of territorial males, but only when measured in percentage of minutes in which the birds sang.

Para os meus sobrinhos, Miguel e Mariana

ÍNDICE

Agradecimentos

1 Introdução

1.1 Escolha do habitat	3
1.2 Actividade de canto	6
1.3 Objectivos	11

2 Metodologia

2.1 Espécie estudada	13
2.2 Áreas de estudo	16
2.3 Recolha dos dados	19
2.5 Análise estatística	22

3 Resultados

3.1 Padrão de distribuição das aves	24
3.2 Efeitos da densidade	27

4 Discussão

4.1 Padrão de distribuição das aves	33
4.2 Efeitos da densidade	34
4.3 Considerações finais	38

5 Referências bibliográficas	39
------------------------------	----

Anexos

Anexo I: Áreas de estudo

Anexo II: Ficha de campo

Anexo III: Testes aos pressupostos paramétricos

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Paulo Gama Mota, por me ter sugerido trabalhar com os trigueirões, pela infindável paciência para as minhas dúvidas estatísticas e por toda a orientação ao longo destes dois anos de trabalho.

A todos os professores do mestrado por terem partilhado comigo e com todos os meus colegas os seus conhecimentos etológicos, e por serem tão tolerantes com as entregas dos trabalhos e tão acessíveis ao convívio com os alunos. Em especial gostava de agradecer ao Prof. Dr. Rui Oliveira, pela orientação nos seminários e ao Prof. Dr. Vitor Almada, por se ter sempre preocupado e pela disponibilidade que sempre demonstrou para me ajudar em diversas fases do mestrado.

A todos os colegas de mestrado: Joana Robalo, Ana Isabel Magalhães, Madalena Gião, Beatriz Silva, Inês Melo, Frederico Almada, Edgar Pereira e André Silva, pelo bom ambiente e todo o convívio, que ajudaram a fazer deste mestrado uma “Caixa de Skinner” com direito a recompensas.

Pela ajuda de alguma forma prestada na execução desta tese, gostava de agradecer: ao Dr. Peter McGregor, pelas sugestões sobre o tema da tese e pelos valiosos conselhos, sobretudo no início do trabalho de campo. À Joana Robalo, pela “euforia do conhecimento”, pela digitalização das imagens e por todo o apoio que deu em várias etapas do mestrado. Ao Paulo Marques, pelas críticas construtivas e valiosas opiniões, e por me ter salvo a vida com o Statistica. À Maria Moreira, por ter feito a revisão do texto. E ao Pedro Geraldes pela fotografia da capa.

Por terem contribuído para tornar a minha estadia no Alentejo profundo mais agradável agradeço: à D. Maria José, por nos ter alugado a sua casa, proporcionando-nos excelentes condições que muito contribuíram para os bons tempos passados em Entradas. Ao Sr. Luís Pardal e toda a família, pelo simpático acolhimento e pela disponibilidade. À Maria João um obrigado especial pelas magníficas refeições. Ao Sr. Luís Fernando e toda a família, pela amizade com que nos acolheram, por toda a ajuda, e pelos simpáticos almoços no Monte dos Merendeiros. E a todos os outros habitantes de Entradas, que sempre nos trataram como se fôssemos verdadeiros Entradenses. Nesta fase de trabalho de campo, gostava ainda de agradecer aos “três eminentes ornitólogos”, que partilharam comigo o seu vasto conhecimento: Carlos Pacheco, por me ter ensinado muito do que sei hoje sobre o mundo das aves; Zé Pedro Tavares, por toda a disponibilidade e ajuda, e pela boa disposição; Ricardo Tomé, pelo sentido de humor, pelos mochos e por se ter esforçado tanto para que eu visse cegonhas-negras. Agradeço ainda à Carolina Bloise, também pelas cegonhas-negras, mas principalmente por toda a companhia que

me fez. À Sofia Seabra, pela companhia e pelas indispensáveis boleias para o campo. À Ana Cristina Cardoso, pelos passeios a Mértola (incluindo os “lanchezinhos” no Café Guadiana). Às “Meninas dos mochos”: Maria Ana Dias, Teresa Martins e Joana Cardoso pela alegria que reinava nas suas estadias em Entradas. À Claire, ao Mike e à Helen, também pela companhia. À Joana por me ter ajudado a instalar no início do segundo ano de trabalho. E finalmente à Sandra, António, Filipe, Cristina e Bruno por me terem ido visitar a Entradas.

À Joana “Espírito de Robalo”, por tudo o que já lhe agradei, pelos coelhinhos e póneis, e por uma amizade que vale milhões, e ao Rui Guerreiro por ser um gajo porreiro! À Ana Isabel, porque há coisas que só outro “fóssil vivo” pode entender. Ao Paulo e ao Filipe pelo interesse que demonstraram no meu trabalho e pelas divertidas idas aos congressos. À Ana Margarida, que esteve sempre disponível para ouvir os meus desabafos sobre a tese, e não só, e ao Duda por me ter deixado tomar tanto tempo da Ana. Ao Ricardo, pelos divertidos e-mails e pelo apoio moral em alturas mais difíceis. À Sandra e à Patrícia, porque mesmo de longe souberam estar presentes. À Juju, pela amizade de longa data, por estar quando preciso e por me ter dado força para continuar em frente.

Finalmente a toda a minha família, por estarem sempre presentes, em especial: aos meus pais por todo o apoio indispensável, pelo interesse motivador e por tudo o que fica por dizer. À Vóvó, por me ter acolhido nas minhas muitas idas a Coimbra. Ao Pedro, o mano engenheiro, por ter ajudado na difícil relação que tenho com os computadores. À Meril, a minha irmã preferida (...), com quem partilhei a experiência alucinante de fazer um mestrado, por todos os cinemas, solitaires, zeeks, x-files, allys e afins, partilhados de uma forma que só as irmãs sabem fazer.

1 Introdução

1.1 Escolha do habitat

A distribuição dos indivíduos de uma dada espécie é afectada pela disponibilidade de habitats favoráveis. Por sua vez a qualidade de um habitat depende não só da disponibilidade de recursos que possui, como também da intensidade de competição intra- e inter-específica. Um habitat intrinsecamente menos favorável pode ser bastante tolerável se as densidades populacionais forem mais baixas que nos habitats melhores. Quando o ganho para a aptidão dos indivíduos no habitat de elevada qualidade iguala os ganhos dos indivíduos em habitats de menos qualidade, estes começarão a ser utilizados como locais de reprodução (Cody 1985a; Møller 1989).

A selecção de habitat afecta a aptidão dos indivíduos através da aquisição de recursos e do sucesso reprodutor (Cody 1985a; Møller 1989). Para além de providenciarem comida e protecção contra os predadores e o mau tempo, os habitats de reprodução têm de assegurar as melhores oportunidades de obter um parceiro, nidificar e criar os filhos. Os estímulos próximos para a escolha do habitat serão características estruturais da paisagem, oportunidades de alimentação e nidificação, ou a presença de outras espécies (Cody 1985a). A escolha do habitat pode ser geneticamente determinada e/ou mediada por um processo de aprendizagem (Møller 1989). Muitos estudos demonstraram já que as aves tendem a utilizar experiências anteriores para efectuar esta escolha, podendo nidificar no mesmo local, ou até no mesmo território, em anos sucessivos (Brewer & Harrison 1975; Cody 1985a; Klopfer & Ganzhorn 1985). Por exemplo, na Andorinha-dos-beirais, *Delichion urbica*, e em *Sialia currocoides* os indivíduos tem mais tendência para reutilizar um local em anos subsequentes após sucesso das posturas (Klopfer & Ganzhorn 1985). Esta “fidelidade ao local” tem uma relação positiva com o sucesso reprodutor das aves nesse local e indica que os indivíduos utilizam como pistas para avaliar a qualidade do habitat as características que influenciam a disponibilidade de recursos necessários para as crias (Klopfer & Ganzhorn 1985, Switzer 1997).

A maioria das aves pequenas aparentemente distingue o seu habitat na base de características estruturais (Cody 1985a). Os efeitos da estrutura da vegetação, e também do tipo de plantas presentes, na distribuição das aves estão já demonstrados em estudos que mostram haver uma correlação entre a diversidade na altura da folhagem e a

diversidade específica das aves (Cody 1985a; Steele 1992). No entanto é preciso ter em conta que os vários factores que afectam uma espécie podem actuar a diferentes escalas (Klopfer & Ganzhorn 1985; Morris 1987; Steele 1992). Por exemplo em *Dendroica caerulescens* existe uma forte associação entre a densidade de indivíduos e a densidade de arbustos, quando se considera áreas grandes, mas a densidade de arbustos não varia quando se faz a análise à escala do território (Steele 1992).

A estrutura do habitat traduz-se em diferentes recursos para diferentes espécies. Um dos aspectos importantes a considerar na escolha do habitat será a disponibilidade de alimento (Cody 1985a). A relação entre a diversidade na altura da folhagem e a diversidade específica das aves é muitas vezes atribuída aos efeitos da folhagem na abundância de alimento e na disponibilidade de locais de alimentação (Martin 1988). Outro aspecto muito importante é a escolha de um local apropriado para a nidificação (Cody 1985a; Møller 1989; Götmark *et al.* 1995). A predação de ninhos é a principal causa de insucesso nas aves (Martin 1988; Møller 1989; Götmark *et al.* 1995) e a escolha de um local cuja estrutura da vegetação ofereça maior protecção contra predadores poderá ser uma forma de reduzir o risco da predação. No entanto, esta escolha deverá também ter em conta a necessidade dos indivíduos manterem alguma visibilidade da área em volta do ninho, especialmente em espécies que constroem ninhos em forma de taça. No Tordocomum, *Turdus philomelos*, os indivíduos não constroem os ninhos de modo a maximizar a sua camuflagem, mas parecem fazê-lo como um compromisso entre camuflagem e visibilidade para o exterior (Götmark *et al.* 1995).

1.1.1 *Seleção de habitat e sucesso reprodutor*

A selecção de habitat pode seguir dois mecanismos básicos. Os indivíduos podem ser livres de procurar a melhor opção, considerando a densidade de indivíduos já estabelecidos, ou podem ser impedidos de ter acesso a partes do habitat disponível (Lemel 1989). O primeiro mecanismo é conhecido como *Distribuição ideal e livre* e é um modo dos competidores ajustarem a sua distribuição relativamente à qualidade do habitat, de tal modo que cada individuo goze da mesma taxa de aquisição dos recursos (Krebs & Davies 1993). Uma importante predição deste modelo é que os indivíduos terão sucesso reprodutivo igual em todos os habitats (Lempe 1989). No segundo mecanismo, a *Distribuição despótica*, os competidores mais fortes monopolizam os habitats de melhor qualidade, ricos em recursos, forçando os outros indivíduos a ocupar habitats de baixa

qualidade (Lempe 1989; Krebs & Davies 1993). Deste modo haverá diferenças no sucesso reprodutor dos indivíduos em habitats que diferem na qualidade (Lempe 1989).

Usualmente os machos chegam primeiro à área de reprodução e seleccionam os territórios, escolhendo os melhores habitats. As fêmeas, por sua vez, podem escolher o macho, o habitat, ou ambos (Cody 1985a). Em espécies com defesa de recursos pelos machos e territorialidade, se um macho é escolhido ou não pode depender de uma combinação de factores para além do seu comportamento e morfologia, tais como a disponibilidade de locais de nidificação, comida, ou outros recursos no seu território. A escolha das fêmeas em aves poligínicas com territórios de nidificação pode também ser explicada pela variação da qualidade do território entre os machos. As primeiras fêmeas a chegar à área de nidificação acasalarão monogamicamente com os machos possuidores de melhores territórios. Uma fêmea que chegue mais tarde pode acasalar com um macho num dos territórios restantes, ou tornar-se a segunda fêmea de um macho já acasalado, num território de melhor qualidade. No último caso, a fêmea terá um sucesso mais baixo do que se o macho não estivesse acasalado. Assume-se que as fêmeas escolhem a alternativa que maximiza o seu sucesso reprodutivo, dado o número de fêmeas já presentes nos territórios. Se as diferenças entre os territórios forem muito grandes, alguns machos obterão muitos parceiros e outros machos não obterão nenhum. Por exemplo, em *Calamospiza melanocorys*, os machos que atraem mais do que uma fêmea possuem territórios com mais cobertura para os ninhos que os outros machos, sendo esta característica um recurso importante em para aves que nidificam em pastagens abertas (Andersson 1994).

1.1.2 Importância dos habitats agrícolas

Quer a diversidade quer a densidade de aves são baixas em habitats abertos, quando comparados com outros habitats (Cody 1985b). As comunidades dos habitats abertos são geralmente simples, caracterizadas por um pequeno número de espécies de distribuição alargada ou muito abundante (Cody 1985b; Leitão & Moreira 1996; Moreira & Leitão 1996). Apesar disto alguns sistemas agrícolas possuem um papel para a conservação da diversidade faunística actualmente reconhecido como de extrema importância em toda a Europa (Leitão & Moreira 1996). Estes sistemas, existentes principalmente nas regiões economicamente mais desfavorecidas, são caracterizados pela rotação na utilização dos

solos, que são cultivados durante dois anos com trigo ou aveia, e de seguida deixados em pousio por um período variável de, geralmente, 1 a 3 anos. Deste modo, cria-se uma paisagem extremamente aberta, designada por *estepe cerealífera*, sem estrato arbóreo ou arbustivo e com vegetação herbácea extremamente desenvolvida. (Moreira & Leitão 1996). Um exemplo da importância dos sistemas agrícolas é exactamente a estepe cerealífera da região de Castro Verde, que apresenta espécies de aves com estatutos de conservação desfavoráveis (Leitão & Moreira 1996).

Outra característica de muitos sistemas agrícolas, com importância reconhecida para a avifauna, são os biótopos de vegetação estruturalmente mais complexa, normalmente marginais ao sistema produtivo. Assim, as sebes e outros biótopos marginais, como os montados de azinho (*Quercus rotundifolia*) e as hortas, apresentam uma riqueza específica superior à normalmente encontrada em outros biótopos agrícolas (Ferreira 1996; Leitão & Moreira 1996; Santos 1996).

1.2 Actividade de canto

1.2.1 Funções do canto

O canto pode ser definido como um sinal acústico de longo alcance produzido principalmente durante a época reprodutiva. Especulações sobre a função do canto das aves datam pelo menos até aos tempos clássicos. Gilbert White, em 1789, sugere que o canto era utilizado em competições entre machos, e Darwin, em 1871, afirmou que também é frequentemente utilizado para atrair fêmeas, e que as duas funções parecem ocorrer ao mesmo tempo (Andersson 1994). Como outros sinais utilizados em contextos sexuais, o canto das aves provavelmente evoluiu via selecção intra- e inter-sexual, e por isso assumiu uma função dupla de atracção/estimulação de parceiros e repulsa de machos competindo por recursos limitados (McDonald 1989; Galeotti *et al.* 1997). Apesar dos estudos iniciais apontarem já para esta dupla função do canto, apenas o seu papel na defesa do território foi enfatizado quase exclusivamente até aos anos 70. Desde aí, muitos estudos forneceram suporte para a sua função na atracção das fêmeas (Andersson 1994).

As diferentes funções do canto pressupõem diferentes padrões na sua utilização (Andersson 1994). Assim, a diminuição ou mesmo cessar do canto dos machos após o

acasalamento claramente sugere que, nas espécies em que isto acontece, o canto serve para atrair as fêmeas (Catchpole 1987; Møller 1988; Read & Weary 1990; Hoi-Leitner *et al.* 1993; Langmore 1996; Searcy & Yasukawa 1996). Por exemplo, no Papa-moscas-preto, *Ficedula hypoleuca*, os machos cantam persistentemente, e de um modo conspícuo, desde o primeiro dia da sua chegada à área de reprodução e reduzem drasticamente a sua actividade de canto após arrajarem uma parceira (Gottlander 1987). Também no Tentilhão-comum, *Fringilla coelebs*, os machos cantam mais frequentemente antes da formação do par (Hanski & Laurila 1993).

A produção de canto reduz o tempo que os machos têm para se alimentar, o que se refletirá nas suas reservas energéticas (Reid 1987; Radesäter & Jakobsson 1989; Alvarez 1996; Galeotti *et al.* 1997) para além de aumentar os riscos de predação dos cantores (Andersson 1994; Galeotti *et al.* 1997). Deste modo, se o canto for fenotipicamente plástico e se a sua produção tiver custos diferenciais para diferentes machos, então a sua expressão dependerá da condição física dos machos e poderá servir como indicador para a escolha das fêmeas (Reid 1987; Møller 1991a; Galeotti *et al.* 1997). Existem evidências em várias espécies de que o canto é dependente das reservas energéticas dos machos, como é o caso da Felosa-musical, *Phylloscopus trochilus*, em que os machos com taxas de canto mais elevadas são os que dispenderam menos tempo a comer (Radesäter *et al.* 1987; Radesäter & Jakobsson 1989), ou de *Passerculus sandwichensis princeps* (Reid 1987) e de Papa-moscas-preto, *Ficedula hypoleuca* (Gottlander 1987; Alatalo *et al.* 1990), em que os machos aos quais foi fornecido alimento extra cantaram a taxas mais elevadas que os machos controle. Também a carga de parasitas, que reduz a saúde dos indivíduos, pode afectar a capacidade de produzir canto, como acontece na Andorinha-das-chaminés, *Hirundo rustica* (Møller 1991a; Galeotti *et al.* 1997).

Adicionalmente, em espécies com participação substancial dos machos nos cuidados parentais, as fêmeas podem escolher os machos com base em *displays*¹ que forneçam informação sobre a sua participação futura na alimentação das crias (Trivers 1972; Greig-Smith 1982; Searcy & Yasukawa 1996). A taxa de canto pode reflectir a eficiência e/ou experiência que os indivíduos têm em explorar o seu habitat, e ser assim ser um indicador da qualidade dos machos relativamente às suas capacidades para cuidar dos filhos (Greig-Smith 1982; Searcy & Yasukawa 1996). No Cartaxo-comum, *Saxicola torquata*, existe uma

¹ No decorrer deste trabalho os comportamentos de exibição serão designados pelo termo inglês *display*, dada a a sua utilização corrente na literatura etológica.

correlação positiva entre a taxa de canto dos machos e a sua contribuição nos cuidados parentais (Greig-Smith 1982).

As fêmeas também podem escolher machos com taxas de canto elevadas porque estas constituem um indicador da qualidade do território dos machos (Gottlander 1987; Searcy & Yasukawa 1996; Galeotti *et al.* 1997). Em espécies em que os territórios são um recurso indispensável para a reprodução, espera-se que as fêmeas determinem a qualidade de um território antes de acasalarem (Radesäter *et al.* 1987). O tempo que um macho passa a cantar pode estar relacionado com a quantidade de comida disponível no seu território (Andersson 1994; Searcy & Yasukawa 1996). Como já foi referido, no Papa-moscas-presto, *Ficedula hypoleuca* (Gottlander 1987; Alatalo *et al.* 1990), e na Felosa-musical, *Phylloscopus trochilus* (Radesäter *et al.* 1987), a taxa de canto dos machos está relacionada com as suas reservas energéticas, que deverão reflectir a disponibilidade de alimento, e em ambas as espécies os machos com taxas de canto mais elevadas acasalaram primeiro. A qualidade do território também pode ser reflectida em disponibilidade de locais de nidificação (Hoi-Leitner *et al.* 1995; Searcy & Yasukawa 1996). Na Toutinegra-de-barrete-preto, *Sylvia atricapilla*, a taxa de canto está positivamente relacionada com o sucesso reprodutor, que por sua vez é largamente influenciado pela predação dos ninhos (Hoi-Leitner *et al.* 1993). Diferenças na taxa de canto dos machos refletem diferenças na qualidade do seus territórios relativamente a locais de nidificação que ofereçam maior protecção contra predadores (Hoi-Leitner *et al.* 1995).

Em muitas espécies os machos continuam a cantar durante toda a época reprodutiva, sugerindo funções adicionais para o canto (Møller 1988; Hanski & Laurila 1993; Rodrigues 1996; Titus *et al.* 1997). Uma das hipóteses é o canto servir para estabelecer as fronteiras dos territórios e deter os intrusos. Experiências com *playbacks* demonstraram já ser esta a função do canto em muitas espécies, como por exemplo o Chapim-real, *Parus major* (Krebs 1977), e *Agelaius phoeniceus* (Yasukawa 1981). Se a ameaça de invasão do territórios for constante durante a época, devido a machos sem território ou a tentarem mudar de local, compensará aos machos manterem a actividade de canto mesmo depois de já terem adquirido uma parceira (Møller 1988; Titus *et al.* 1997). Para os intrusos o conhecimento da presença do dono no território provavelmente reduz as tentativas de invasão e os custos inerentes a lutas desnecessárias, uma vez que o possuidor do território é dominante sobre os invasores (Hanski & Laurila 1993). Também nos casos em que o par tem de fazer várias tentativas de nidificação, normalmente devido a elevadas taxas de

predação dos ninhos, os machos terão vantagens em manter o território defendido durante toda a época (Hanski & Laurila 1993; Rodrigues 1996). Na Felosa-comum, *Phylloscopus collybita*, a manutenção do território durante toda a época, e consequente diminuição dos custos de lutar por um novo território após predação do ninho, é apontada como uma das funções do canto dos machos (Rodrigues 1996).

Os machos também podem continuar a cantar para atrair fêmeas de machos vizinhos, obtendo assim cópulas extra-par (Møller 1988, 1991b; Sheldon 1994; Alvarez 1996), ou para atrair mais fêmeas no caso de espécies poligínicas (Lampe & Epsmark 1987; Titus *et al.* 1997). Adicionalmente o canto pode ser uma forma dos machos defenderem as suas fêmeas de tentativas de CEPs (cópulas extra-par) por parte de outros machos, e assim sendo deverá haver um pico na actividade de canto durante o período fértil das fêmeas (Møller 1988, 1991b; Hanski & Laurila 1993; Langmore 1996; Titus *et al.* 1997). Na Escrevedeira-amarela, *Emberiza citrinella*, quer a taxa de canto, quer a taxa de invasões do território, são mais elevadas durante o período fértil das fêmeas, sugerindo que os machos cantam como forma de guarda-do-par (Møller 1988). Também na Ferreirinha-comum, *Prunella modularis*, o canto dos machos aumenta relativamente ao número de fêmeas que ele defende, e cessa completamente quando as fêmeas são experimentalmente removidas do seu território (Langmore 1996).

Em consequência do comportamento de guarda-do-par, os machos estão simultaneamente a dar a conhecer o estado de fertilidade das suas fêmeas, o que pode ser utilizado como pista pelos machos vizinhos, que aumentarão as tentativas de CEPs (Møller 1991b; Rodrigues 1996, Titus *et al.* 1997). Møller (1991b), propôs a “hipótese da publicitação da fertilidade”, segundo a qual apenas os machos de qualidade e/ou de elevado estatuto social se podem dar ao luxo de publicitar o estatuto de fertilidade das suas fêmeas, e assim uma elevada taxa de canto durante o período fértil seria um indicador da qualidade do macho, impedindo tentativas de CEPs por machos vizinhos e, mesmo tempo, maximizando as oportunidades de CEPs desse macho. Estudos recentes com algumas espécies não apoiam esta hipótese, ao demonstrarem não haver aumento da taxa de canto durante o período fértil da fêmea (Felosa-comum, *Phylloscopus collybita*, Rodrigues 1996; *Junco hyemalis*, Titus *et al.* 1997), ou mesmo existir uma diminuição da taxa de canto durante este período (Tentilhão-comum, *Fringilla coelebs*, Hanski 1992; Hanski & Laurila 1993; Sheldon 1994; Rouxinol-do-mato, *Cercotrichas galactotes*, Alvarez 1996).

Outras explicações para a continuação do canto durante toda a época reprodutiva incluem: estimulação da actividade reprodutora da fêmea (Greig-Smith 1982; Møller 1988;

Galleotti *et al.* 1997; Mota, 1999), aprendizagem do canto dos vizinhos para evitar lutas desnecessárias (McGregor & Avery 1986; Møller 1988; Hanski & Laurila 1993; McGregor 1993) e comunicação inter-sexual assegurando o contacto entre parceiros (Møller 1988; Hanski & Laurila 1993; McGregor 1993; Welling *et al.* 1995).

A competição entre machos e a escolha das fêmeas não impõem necessariamente pressões selectivas opostas no canto e existem várias espécies em que as várias funções do canto são complementares (McDonald 1989; Sheldon 1994; Rodrigues 1996; Welling *et al.* 1995; Galeotti *et al.* 1997). Por exemplo, no Tentilhão-comum, *Fringilla coelebs* (Hanski & Laurila 1993), e no Tordo-ruivo-comum, *Turdus iliacus* (Lampe & Epsmark 1987), o canto parece funcionar simultaneamente como forma de atrair as fêmeas e como indicador da ocupação do território e defesa contra intrusos. A dualidade da função do canto pode estar reflectida na evolução de estruturas particulares dos cantos, moldando-os a diferentes contextos. Foi já sugerido que, numa mesma espécie, os cantos contínuos e mais complexos têm mais probabilidade de serem detectado pelas fêmeas e de servirem para a escolha do par, e cantos mais curtos e simples são mais indicados em contextos competitivos, porque permitem ao emissor ouvir a resposta dos seus rivais (Andersson 1994; Galeotti *et al.* 1997).

1.2.2 Efeitos da densidade na actividade de canto

As agregações de aves podem surgir passivamente, como consequência das respostas a determinadas características do meio, ou activamente como consequência dos benefícios da vida em grupo (Gochfeld 1978). Dependendo da função do canto, esperar-se-á que os indivíduos ajustem a sua actividade de canto a diferentes contextos competitivos (Nelson & Croner 1991; Byers 1996; Galeotti *et al.* 1997). Por exemplo na Andorinha-das-chaminés, *Hirundo rustica*, os machos utilizam cantos mais complexos para atrair as fêmeas em contextos pouco competitivos, e na presença dum maior número de competidores utilizam cantos mais curtos e rápidos (Galeotti *et al.* 1997).

Lampe & Epsmark (1987) sugerem que no Tordo-ruivo-comum, *Turdus iliacus*, o facto dos machos ajustarem a sua taxa de canto ao número de vizinhos a cantar ao mesmo tempo indica que o canto serve como meio de defesa de território e não como forma de atracção e/ou estimulação da actividade reprodutiva das fêmeas, já que esta função deverá ser independente do número de outros machos a cantar. Gochfeld (1978) refere que uma

elevada densidade de indivíduos estabelecidos numa determinada área pode ter um efeito de estimulação mútua de canto e exibição de *displays* entre vizinhos territoriais, como parece acontecer em *Stummella defilippii*.

Finalmente, segundo a “hipótese da densidade”, em altas densidades populacionais espera-se que aumentem as oportunidades de CEPs, não só porque os machos têm mais facilidade em aceder às fêmeas, devido à sua proximidade e abundância (Dunn *et al.* 1994; Tarof *et al.* 1998), como também as fêmeas terão mais facilidade em encontrar um macho extra-par (Dunn *et al.* 1994). Consequentemente deverá aumentar a frequência de comportamentos de tentativas de CEPs e de guarda-do-par. Como vimos anteriormente, a actividade de canto pode ter estas funções em simultâneo, e por isso é de esperar que em altas densidades os machos cantem a uma taxa mais elevada (Tarof *et al.* 1998).

1.3 Objectivos

Apesar de em Portugal o Trigueirão (*Miliaria calandra*) ser dado como abundante, em especial na região do Alentejo (Bekhuls 1992), esta espécie tem sofrido um rápido e severo declínio desde meados dos anos 70 na Europa do Norte e Central, em particular no Reino Unido (Donald & Forrest 1995). Dada a sua forte associação com os habitats agrícolas (Holland *et al.* 1996), as modificações nas práticas agrícolas têm sido apontadas como a principal razão desse declínio (Donald & Forrest 1995, Holland *et al.* 1996). Por exemplo numa área na região de Sussex, a sul de Inglaterra, a população de trigueirões tornou-se virtualmente extinta num ano, devido à passagem de campos de cereais para pastagens (Holland *et al.* 1996). O facto do Trigueirão ser abundante em Portugal cria condições estudar a para a importância dos habitats agrícolas nesta espécie, procurando compreender melhor os factores que afectam o seu sucesso. A este respeito as referências no nosso país, são escassas e pouco conclusivas (e.g. Leitão & Moreira 1996; Delgado 1998), tornando necessário estudar a associação do Trigueirão os vários tipos de biótopos agrícolas.

Os machos de Trigueirão são regularmente poligínicos, cantando activamente durante toda a época reprodutora, quer para atrair fêmeas, quer para defender o seu território (Cramp & Perrins 1994). Estudos anteriores sugerem que machos poligínicos têm uma actividade de canto mais elevada que machos monogâmicos (Cramp & Perrins 1994), tendo sido sugerido que a qualidade e/ou tamanho do território podem ser

determinantes para a sucesso reprodutor dos machos (Catchpole & McGregor 1985; Hartley & Shepherd 1995). Os machos deverão ajustar a sua actividade de canto ao contexto competitivo em que se encontram, i.e., à densidade de outros machos estabelecidos na mesma área, procurando maximizar o seu sucesso reprodutor.

Assim, os principais objectivos deste trabalho foram:

- Determinar se a distribuição dos machos segue algum padrão relativamente aos vários tipos de biótopos agrícolas.
- Determinar os efeitos da densidade de indivíduos com território estabelecido na actividade de canto dos machos.

2 Metodologia

2.1 Espécie estudada

O Trigueirão (*Miliaria calandra*) é um passeriforme pertencente à família Emberizidae (Bruun *et al.* 1993; Cramp & Perrins 1994) residente na maior parte da sua distribuição, que inclui a Europa, parte do Norte de África e Médio Oriente (Cramp & Perrins 1994). A plumagem é castanha com tom cinzento, fortemente riscada, sendo semelhante nos dois sexos (Bruun *et al.* 1993). Ave corpulenta, é o maior dos Emberizideos, os machos com cerca de 55 gr e as fêmeas com cerca de 45 gr (Hartley & Shepherd 1994a, 1994b). A determinação do sexo dos indivíduos pode ser feita através do comprimento das asas, uma vez que as asas dos machos têm comprimento maior ou igual a 95 mm e as das fêmeas são menores que 95 mm, não havendo sobreposição entre os dois sexos (Prys-Jones 1976). Alimenta-se principalmente de sementes no solo (Bruun *et al.* 1993), mas as crias são muitas vezes alimentadas com insectos e suas larvas (Yom-tom 1992; Bruun *et al.* 1993; Cramp & Perrins 1994; Hartley *et al.* 1995).

Fora da época de reprodução é gregário (Bruun *et al.* 1993; Cramp & Perrins 1994) e os bandos variam bastante, quer no tamanho, quer na composição. Enquanto em bando os machos podem cantar, afastar-se do bando para cantar em territórios próximos e previamente defendidos, ou afastar-se ainda mais para defender territórios, voltando sempre ao bando (Cramp & Perrins 1994).

Durante a época de reprodução são solitários e territoriais, mas muitas vezes agregados. Os machos chegam aos territórios consideravelmente antes das fêmeas, que podem chegar em grupos, entre 2-3 semanas (na Suécia) a 2 meses (na Escócia) depois dos machos. Durante o período territorial os machos atacam intrusos conspecíficos, que são normalmente vizinhos também detentores de um território, uma vez que os machos satélites são raros. A maioria dos ataques têm em vista defesa, quer da fêmea quer do território. Machos e fêmeas raramente andam juntos, dentro ou fora do território, a não ser que sexual ou agressivamente motivados, havendo registos de machos perseguirem fêmeas, ficando depois junto delas a cantar. Ataques a fêmeas são usualmente tentativas de cópulas extra-par, que são bastante frequentes (Cramp & Perrins 1994) mas raramente bem sucedidas, como confirmado pela raridade de paternidade extra-par determinada por análise de DNA (Hartley *et al.* 1993; Cramp & Perrins 1994).

O sistema de acasalamento é complexo e varia tipicamente entre e dentro das diferentes áreas (Cramp & Perrins 1994), podendo os machos estar acasalados com um número de fêmeas variável entre zero e sete (Hartley & Shepeherd 1994b). Esta espécie é regularmente poliginica (Catchpole & McGregor 1985; Hartley & Shepherd 1994a, 1994b; Hartley *et al.* 1995), sendo o passeriforme nidificante na Europa em que este sistema de acasalamento é mais frequente (Hartley & Shepherd 1994b).

As fêmeas constroem os ninhos em 2 a 4 dias, geralmente no chão, em tufo de arbustos ou erva, em depressões no solo de terras aráveis ou de pastos (Cramp & Perrins 1994). A postura é constituída por 3 a 5 ovos (média 3,82 *in* Yom-Tov 1992) e a incubação é exclusivamente feita pela fêmea (Yom-Tov 1992; Hartley & Shepherd 1994a, 1995; Hartley *et al.* 1995), demorando 12-13 dias (Yom-Tov 1992). As crias são alimentadas principalmente pelas fêmeas, até aos 4 dias de idade, após o que a contribuição do macho pode ir, em média, até aos 22% (Hartley & Shepherd 1994b, 1995).

Um trabalho sobre selecção de habitat no Trigueirão sugere que o habitat preferido para reprodução varia bastante em toda a área de distribuição da espécie (Donald & Forrest 1995). Também Rufino (1989) descreve esta espécie como generalista frequentando uma grande variedade de habitats abertos com ou sem árvores, desde estevais e giestais com clareiras a culturas arvenses extensivas. Por outro lado, Hartley *et al.* (1995) efectuaram um estudo na Escócia (North Uist), em que as fêmeas preferiram nidificar em terras não cultivadas. Neste estudo os únicos ninhos construídos em seara são os do final da época de reprodução, altura em que o cereal já cresceu e fornece boa cobertura para os ninhos. A cobertura parece ser um factor muito importante, porque constitui boa protecção contra predadores, vento e chuva (Hartley *et al.* 1995). Em Portugal os trigueirões também parecem responder positivamente ao grau de cobertura no solo, mostrando alguma preferência por pousios recentes que apresentam menor percentagem de solo nu (Delgado 1998). O único habitat que parece ser consistentemente evitado pelos Trigueirões é constituído por pastagens, provavelmente porque o gado reduz o grau de cobertura vegetal do solo, tornando-as desfavoráveis à nidificação (Hartley *et al.* 1995).

A selecção de habitat do Trigueirão, no que diz respeito às searas, é ainda mal compreendida. Um trabalho na Grã-Bretanha demonstrou haver uma correlação positiva entre a densidade de indivíduos reprodutores e a proporção de terra cultivada, mas não

forneceu qualquer tipo de evidência que sugerisse haver uma preferência por um tipo particular de cereal. (Donald & Forrest 1995). Hartley *et al.* (1995) sugerem que os métodos modernos de agricultura intensiva, utilizados nalguns locais da Grã-Bretanha, reduziram os habitats de nidificação preferidos, por introdução de searas maiores e herbicidas, fazendo com que os Trigueirões nidifiquem preferencialmente nas searas. Trabalhos realizados em Portugal, na região de Castro Verde, mostram que esta espécie é abundante nas searas, na altura da reprodução (Leitão & Moreira 1996; Delgado 1998), mas também não apresenta preferência por nenhum tipo de cereal (Delgado 1998).

Outra característica dos habitats agrícolas de importância pouco conhecida para o Trigueirão é a presença de sebes, que está positivamente correlacionada com a densidade de indivíduos reprodutores de Escrevedeira-amarela, *Emberiza citrinella*, uma espécie aparentada. No entanto, as modificações no comprimento das sebes não parecem ser responsáveis pelo declínio do Trigueirão (Donald & Forrest 1995). No estudo efectuado por Hartley *et al.* (1995), as fêmeas preferiam construir os seus ninhos na base de ervas (*Heracleum sphondylium*) e Santos (1996) sugere que os requisitos de habitat do Trigueirão se prendem com a necessidade de um estrato herbáceo acessível e de pontos altos que sirvam de poleiro para cantar, preferindo zonas abertas com arbustos dispersos ou sebes.

O canto tem um som metálico, é monotonamente repetido, áspero e acelerante (Bruun *et al.* 1993). Os machos cantam de poleiros expostos, ou menos frequentemente, durante o voo. Os poleiros de canto variam desde o nível do chão, em tufos de erva, até o cimo das árvores, mas os poleiros mais frequentes são artefactos humanos, como cercas, postes, máquinas abandonadas, paredes, etc (Cramp & Perrins 1994). A utilização comum do canto durante a estação reprodutora (Cramp & Perrins 1994; Seabra 1998) sugere que as suas funções são semelhantes ao canto de outros passeriformes: defesa do território e atracção ou estimulação das fêmeas (Cramp & Perrins 1994). Por um lado, os machos respondem agressivamente a *playbacks* no campo (McGregor 1983), por outro lado, continuam a cantar e a efectuar *displays* a fêmeas estranhas no território, apesar da presença contínua no território da fêmea residente (Cramp & Perrins 1994; Seabra 1998). Os machos de uma mesma população apresentam variação entre si na actividade de canto, mas estas diferenças não parecem estar relacionadas com a idade ou com as dimensões corporais dos machos, nem com os tamanhos dos seus territórios (Seabra 1998).

Uma das características mais interessantes na canto dos trigueirões é a existência de dialectos locais, i.e., distribuição em mosaico do canto, caracterizada por pouca variação dentro de uma população e diferenças consistentes entre populações (McGregor 1980, 1983; McGregor & Thompson 1986). Numa população dialectal os machos cantam todos os mesmos cantos-tipo (McGregor 1986; McGregor & Thompson 1986). Experiências de *playback* mostram que os machos discriminam entre os vários dialectos locais (McGregor 1983). Os juvenis não parecem aprender o dialecto dos pais, mas sim dos vizinhos. Ao contrário da taxa de canto, os dialectos não parecem ter qualquer papel na atracção das fêmeas (McGregor *et al.* 1988).

Estudos anteriores determinaram já a existência de dialectos locais em várias populações do Reino Unido, incluindo Oxfordshire (McGregor 1980; McGregor & Thompson 1986), Cornwall (McGregor 1980) e Sussex (McGregor *et al.* 1988). Em Portugal estudos recentes demonstram a existência de dialectos locais, numa população da região de Castro Verde (Mota & McGregor 1997; Tavares *com. pess.*)

2.2 Áreas de estudo

O trabalho de campo decorreu entre Março e Maio de 1997 e 1998, numa região incluída no Biótopo de Corine de Castro Verde, Baixo Alentejo (Figura 1). No geral, a área é caracterizada pela cultura cerealífera extensiva e pelo pastoreio essencialmente de gado ovino. Esta utilização do solo leva a um desaparecimento progressivo do estrato arbóreo, mas é ainda possível encontrar manchas de montado de azinho (*Quercus rotundifolia*) e sobro (*Quercus suber*), e matos onde domina a esteva (*Cistus ladanifer*) (Leitão & Moreira 1996). O clima é mesomediterrânico temperado com invernos frios e húmidos e verões quentes e secos (Seabra 1998).

Para o mapeamento da distribuição das aves escolheram-se dois percursos principais, que se efectuaram nos dois anos. Para o estudo dos efeitos da densidade escolheram-se seis áreas em 1997 e em 1998 escolheu-se mais uma área com características distintas das outras seis (mapas em anexo).

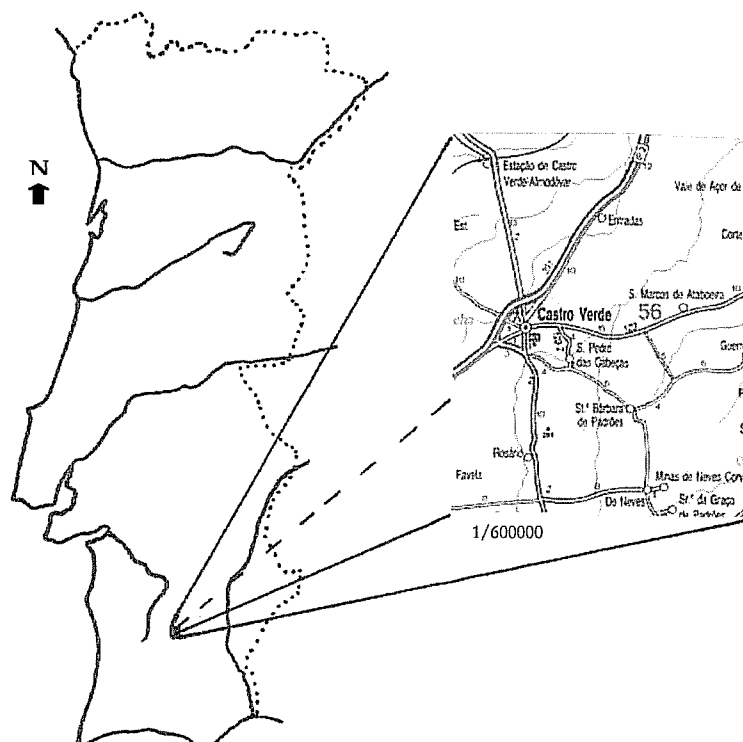


Figura 1 – Localização da região onde decorreu o estudo.

Percurso n°1

Efectuado por estrada, partindo do K73 da Estrada N123 (Calcines), cortando em direcção aos Geraldos pela N123-2, até ao cruzamento com o K4. Seguindo depois por esta estrada até perto do K644 da Estrada N2. da N508.

Percurso n° 2

Efectuado ao longo da Ribeira da Maria Delgada, desde a ponte entre o K76 e o K77 da Estrada N123, até à ponte entre o K643 o K644 da Estrada N2.

Área n°1 (37°42'N, 8°04'W)

Caminho entre a Estrada N123 (K74) e o Monte da Achada. Caracterizada por relevos entre os 205 e os 212 metros de altitude, onde passa uma pequena linha de água que se encontra seca a maior parte da época. Durante o primeiro ano um dos lados do caminho foi utilizado para pastoreio de gado bovino. O outro lado do caminho tinha áreas de seara de trigo e também algumas áreas de pousio. Durante o segundo ano toda a área esteve em pousio e não foi utilizada para pastoreio.

Área nº2 (37°41'N, 8°04'W)

Ao longo de um troço da Ribeira da Maria Delgada que inclui a Horta da Parreira. Com altitudes variáveis entre os 171 e os 181 metros, é uma área caracterizada pela presença de matos de esteva (*Cistus ladanifer*), oliveiras (*Olea europea*) e algumas azinheiras (*Quercus rotundifolia*). Junto à ribeira podem encontrara-se loendros (*Nerium oleander*), freixos (*Fraxinus* sp.) e alguns choupos (*Populus* sp.). Para além da ribeira, esta área possui ainda um pequeno açude. Durante o primeiro ano tinha extensas áreas de seara de trigo e de aveia, alternada com algumas áreas de pousio e de pasto. Durante o segundo ano toda a área esteve em pousio. Nos dois anos várias zonas da área foram utilizadas para pastoreio, sobretudo de gado ovino.

Área nº3 (37°42'N, 8°06'W)

Junto ao K640 da Estrada N2, perto de Castro Verde, seguindo o caminho para o Monte Freire, do lado esquerdo, e para Navarra do lado direito. Relevos variando entre os 216 e os 223 metros de altitude. Coberta principalmente por áreas de pousio e de pasto, utilizadas por gado bovino, com algumas zonas cultivadas (essencialmente trigo).

Área nº4 (37°42'N, 8°04'W)

Entre a Horta do Pinheiro e Calcines, de ambos os lados da Estrada N123 (K73). Caracterizada por altitudes entre os 215 e os 222 metros, possui um pequeno olival, sendo o resto da área coberta, durante o primeiro ano, por zonas dedicadas ao cultivo de trigo alternadas com pousios e pastos. Durante o segundo predominaram os pousios e pastos, tendo a área sido consecutivamente utilizada, quase na totalidade, para pastoreio de gado ovino. Por este motivo, poucas foram as observações efectuadas neste local no decorrer do segundo ano do estudo.

Área nº5 (37°41'N, 8°03'W)

Ao longo da Ribeira da Maria Delgada, perto de S. Pedro das Cabeças e dos Geraldos, de ambos os lados da ponte na Estrada N123-2. Tem altitudes variáveis entre 174 e 200 metros, e é bastante semelhante à área nº 2, quanto à cobertura vegetal. Assim, podem encontrar-se matos de esteva (*Cistus ladanifer*), algumas oliveiras (*Olea europea*) e azinheiras (*Quercus rotundifolia*) dispersas, e ao longo da ribeira principalmente loendros (*Nerium oleander*) e freixos (*Fraxinus* sp.). Durante o primeiro ano algumas zonas foram utilizadas para cultivo trigo e no ano seguinte a zona cultivada foi bastante reduzida, ficando a área

essencialmente coberta por pousios e pastos. Nos dois anos várias zonas da área foram utilizadas para pastoreio, sobretudo de gado ovino.

Área nº6 (37°46'N, 8°01'W)

Entre a Ribeira de Terges e Entradas, com relevo variando os 172 e os 184 metros de altitude. Zona essencialmente dedicada ao cultivo de cereal (trigo e aveia), sendo a área de pousio maior durante o segundo ano. Foi também observado pastoreio de pequenos rebanhos de gado ovino e caprino.

Área nº7 (37°40'N, 8°04'W)

Ao longo de um pequeno troço do Barranco do Monte das Oliveiras, entre o Monte das Oliveiras e o Monte do Serro. Área de montado de azinho (*Quercus rotundifolia*), com altitudes entre os 179 e os 202 metros. Ao longo do barranco encontram-se principalmente loendros (*Nerium oleander*). Parte da área encontrava-se em pousio e era utilizada para pastoreio de gado bovino e ocasionalmente de suínos. Outra parte da área era caracterizada essencialmente pela presença de matos de esteva (*Cistus ladanifer*). Só foram efectuadas observações durante o segundo ano de estudo.

2.2 Recolha de dados

2.2.1 *Distribuição das aves* – Em cada ano efectuou-se uma vez cada percurso, a uma velocidade aproximadamente igual a 2 Km/hora. Todas as contagens decorreram entre as 7:30 e as 11:00 da manhã, num total de 13 horas de recolha de dados. Em cada contagem procedeu-se ao mapeamento de todos os machos de trigueirão observados a cantar e dos principais tipos de biótopo agrícolas (seara, pousio e olival). Para calcular a densidade de aves em cada tipo de biótopo utilizou-se como base o método das duas bandas considerando um modelo linear de detecção das aves (ver Bibby *et al.* 1992, para descrição do método) com algumas adaptações. O comprimento dos transectos foi calculado individualmente para cada transecto, sendo que um novo transecto apenas era iniciado quando mudava o tipo de biótopo. O valor considerado para as bandas de cada lado dos transectos foram 50 metros para a banda interna e 100 metros para a banda externa. Por um lado, porque nem sempre os dois lados de cada transecto correspondiam ao mesmo tipo de biótopo, por outro lado porque o percurso efectuado na margem da

ribeira nem sempre permitiu visibilidade da outra margem, a densidade foi calculada apenas para um dos lados do transecto. A fórmula original $D=10Nk/L$ (D =densidade, expressa em Km^2 , N =número total de aves no transecto, k =probabilidade de detecção, L =comprimento do transecto expresso em Km) tem de se ajustar para calcular a densidade de um só lado em vez de dois, ficando $D=20Nk/L$.

2.2.2 Efeitos da densidade - No início de cada época procedeu-se ao mapeamento dos machos com territórios estabelecidos nas várias áreas de estudo, fazendo observações *ad libitum* durante a manhã, num total de 52 horas de observação. De seguida fizeram-se observações focais ao maior número de indivíduos possível, durante 30 minutos e fazendo o registo em intervalos de amostragem de um minuto (Martin & Bateson 1993). As observações eram interrompidas sempre que o indivíduo focal se ausentava por mais de 5 minutos e só foram consideradas para a análise final observações que duraram, no mínimo, 10 minutos. O período de amostragem decorreu entre 16 de Março e 30 de Abril de 1997 e entre 2 de Março e 26 de Maio de 1998, tendo todas as observações decorrido entre as 6:45 e as 11:00 da manhã (hora de início), num total de 37,6 horas de observação. Em cada observação registava-se a actividade de canto do macho focal e as interacções em que estava envolvido (ficha de campo em anexo). Posteriormente obtiveram-se os dados da temperatura do ar registada às 9 horas da manhã na estação de Neves Corvo (informação do Instituto Português de Meteorologia).

Medidas de densidade

Para cada macho focal foram determinadas três medidas, cada uma delas fornecendo um tipo de informação diferente sobre a forma como a densidade pode afectar a actividade de canto dos indivíduos.

Densidade da área - Números de indivíduos presentes num quadrado de 250 metros de lado, colocado ao acaso em cada área de estudo. Com os resultados obtidos dividiram-se as áreas em baixa (1 a 4 indivíduos) ou alta (5 ou mais indivíduos) densidade. Esta medida é a mesma para todos os indivíduos estabelecidos na mesma área.

Nº de vizinhos - Número de indivíduos cujos territórios caíam, total ou parcialmente, num círculo de 250 metros de diâmetro, marcado a partir do centro do território determinado para o macho focal.

Outros machos a cantar - Nº de outros machos, para além do focal, que foram ouvidos a cantar durante cada observação.

Variáveis de actividade de canto

Determinaram-se quatro variáveis com informações relativas à actividade de canto de cada macho focal.

Taxa de canto (nº/min) – Número médio de cantos por minuto, calculado a partir do número total de cantos que o macho cantou, dividido pelo tempo total de observação.

Minutos de canto (%) – Percentagem de minutos durante a observação em que o macho cantou pelo menos um canto.

Número máximo de cantos – Número máximo de cantos que o macho focal cantou num minuto, durante toda a observação.

Taxa de cantos incompletos (nº/min) – Número médio de cantos incompletos por minuto, calculado a partir do número total de cantos incompletos que o macho cantou, dividido pelo tempo total de observação.

Interacções

As interacções consideradas têm como base as descritas por Cramp & Perrins (1994), tendo sido adaptadas à população estudada após observações preliminares no início do primeiro ano de estudo.

Perseguições entre o macho focal e outro macho – Um dos machos inicia a perseguição a outro, voando atrás dele com vôos rápidos e acrobáticos. De seguida volta para o seu território e frequentemente começa a cantar. Esta categoria foi dividida em perseguições iniciadas pelo macho focal (Pmfm) e perseguições iniciadas por outros machos (Pmmf)

Perseguições do macho focal a fêmeas – Semelhante à anterior no tipo de vôos, mas termina com o macho a pousar ao lado da fêmea (Pmff).

Perseguições entre três aves – Três aves envolvidas numa perseguição típica, i.e., com vôos rápidos e acrobáticos. É normalmente difícil distinguir se os indivíduos envolvidos, para além do macho focal, são machos, fêmeas ou ambos (P3aves).

Lutas – Dois machos voam verticalmente, de frente um para o outro, agarrando-se com as patas e bicando-se mutuamente. Podem cair no chão, onde continuam a lutar.

Displays – O macho focal, ao voar de um poleiro de canto para outro, pode efectuar um vôo característico, com as patas penduradas e as pernas ligeiramente apontadas para fora, efectuando batimentos de asas curtos e rápidos.

2.3 Análise estatística

Testes aos pressupostos da análise paramétrica – Utilizou-se o teste de Kolmogorov-Smirnov para testar a normalidade da distribuição das variáveis e o teste de Levene para testar o pressuposto da homogeneidade das variâncias (resultados em anexo).

2.3.1 Padrão de distribuição das aves

Para testar a influência simultânea do tipo de biótopo e do percurso na distribuição das aves utilizou-se uma *ANOVA bi-factorial*. Considerou-se importante distinguir entre os dois percursos, uma vez que o P1 é efectuado por estrada e o P2 na margem de uma ribeira, podendo a presença/ausência de água ter influência nos resultados.

Utilizou-se o *teste t* para verificar se as alterações na utilização dos terrenos, de um ano para o outro, foram acompanhadas por alterações na densidade das aves, e também para testar as diferenças entre os dois anos nos casos em que a utilização do terreno não se alterou. Para esta análise foi necessário re-calcular valores das densidades nos seguintes casos:

Seara 97 vs Pousio 98 – Praticamente todos os transectos efectuados em seara no primeiro ano de estudo passaram a ser utilizados para pousio no ano seguinte. Assim, calcularam-se as densidades para distâncias nos pousios, em 1998, correspondentes ao comprimento dos transectos em seara efectuados em 1997. Esta foi a única alteração na utilização do biótopo.

Pousio 97 vs Pousio 98 – Devida à referida alteração na utilização do terreno, o comprimento dos transectos efectuados em pousio em 1998 é maior que em 1997. Assim, calcularam-se as densidades para distâncias nos pousios em 1998, correspondentes ao comprimento dos transectos em pousio efectuados em 1997.

2.3.2 Efeitos da densidade

Pretendeu-se testar simultaneamente os possíveis efeitos da densidade da área e do ano na actividade de canto. Para tal utilizou-se também uma *ANOVA bi-factorial*. Foi

necessário transformar a taxa de canto, porque esta variável não obedece ao pressuposto da homogeneidade. Optou-se pela transformação logarítmica, e uma vez que alguns valores menores que zero, utilizou-se a fórmula: $taxa\ de\ canto = \log_{10}(1 + taxa\ de\ canto)$ (Lehner 1996).

Utilizou-se o teste não-paramétrico de *Mann-Whitney* para testar o efeito da densidade da área nas outras medidas da densidade e nas interacções em que os machos estiveram envolvidos.

Foi também analisada a possível existência de relações significativas entre estas duas medidas de densidade, entre as variáveis de actividade de canto, entre a actividade de canto e as interacções, através do cálculo do *Coefficiente de correlação de Spearman*. Quando se testam várias correlações entre inúmeras variáveis, numa tabela de correlações, é necessário corrigir os níveis de significância para o número de comparações realizadas. Tal é necessário porque o número de falsas rejeições de H_0 aumenta com o número de comparações. Utilizou-se uma técnica não-paramétrica para esta correcção, designada por *teste sequencial de Bonferroni* (Rice 1989)

Exceptuando o *teste sequencial de Bonferroni*, todos os testes foram efectuados no Statistica 5.0 para Windows (StatSoft 1995) considerando hipóteses bicaudais e níveis de significância $\alpha=0,05$.

3 – Resultados

Verifica-se não existir nenhuma associação significativa entre qualquer dos biótopos considerados e a densidade de machos com território estabelecido. Alterações na utilização do terreno entre os dois anos não foram acompanhadas por alterações na densidade das aves. A taxa de canto (número de cantos/minuto) não apresenta uma variação entre áreas de alta ou baixa densidade, mas varia significativamente entre os dois anos de estudo. A actividade de canto é maior em áreas com maior densidade de machos territoriais, mas apenas quando se considera a percentagem de minutos em que os indivíduos cantaram.

Por se ter verificado um efeito do ano de registo na taxa de canto, os resultados relativos a esta variável são apresentados considerando os anos em separado. Os restantes resultados são apresentados para os dois anos em conjunto, ou controlando o efeito do ano estatisticamente.

3.1 Padrão de distribuição das aves

Não há um efeito significativo nem da presença de água (*ANOVA*: 1997: $F=1,61$; $gl=22$; $p=0,21$; 1998: $F=1,86$; $gl=10$; $p=0,20$), nem no tipo de biótopo (*ANOVA*: 1997: $F=1,79$; $gl=22$; $p=0,19$; 1998: $F=0,49$; $gl=10$; $p=0,62$) na densidade de machos de trigueirão (Figura 2). A interacção entre as duas variáveis também não tem um efeito significativo (*ANOVA*: 1997: $F=0,61$; $gl=22$; $p=0,55$; 1998: $F=0,29$; $gl=10$; $p=0,75$).

Grande parte do terreno ocupado por searas em 1997 passou a ser ocupado por pousios no ano seguinte, em ambos os percursos. Mas esta alteração não foi acompanhada por nenhuma alteração significativa na densidade das aves (Figura 3: *Teste t*: $t=0,51$; $gl=20$; $p=0,61$).

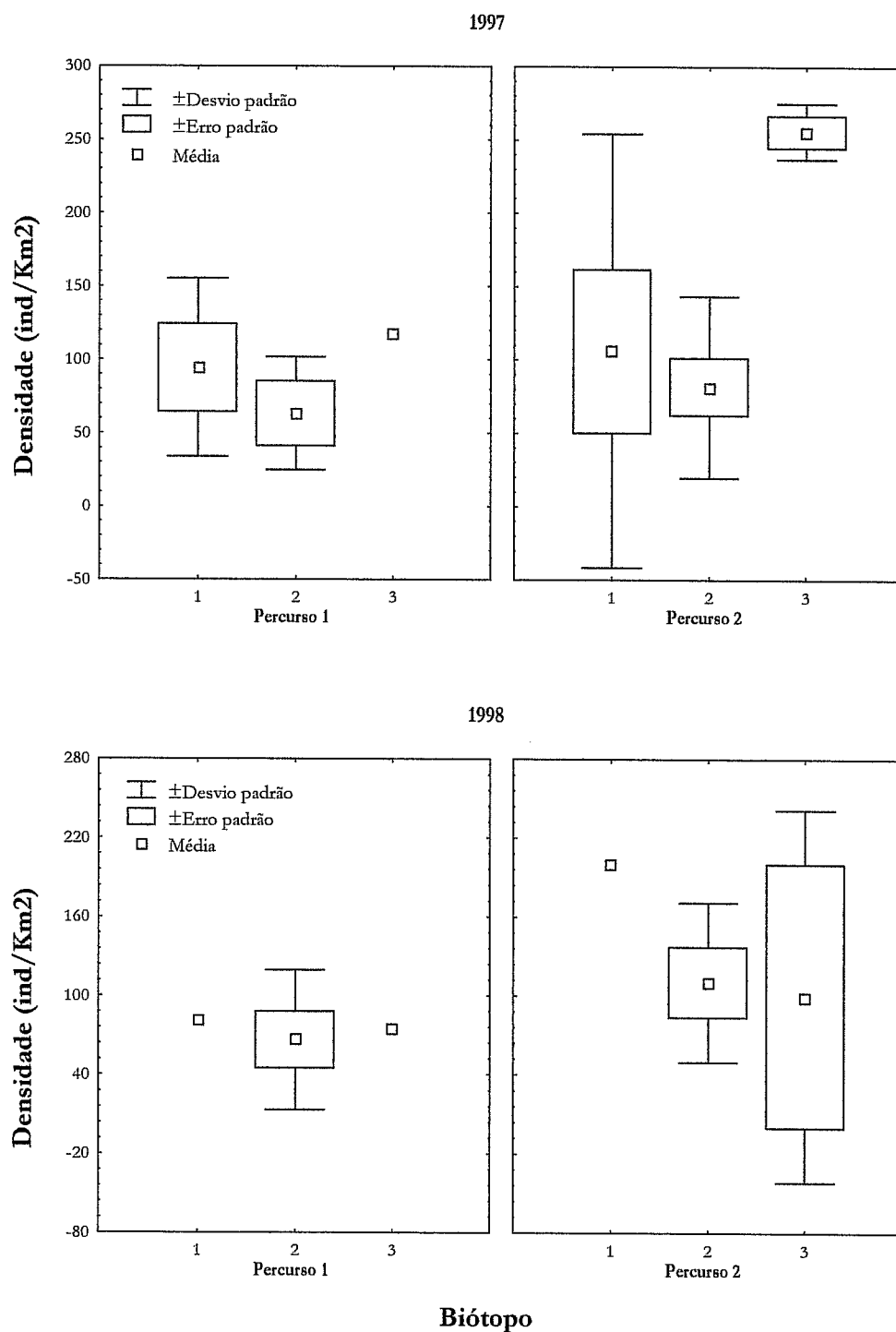


Figura 2 – Densidade de machos de Trigueirão em cada tipo de biótopo (1: seara, 2: pousio, 3: olival), nos dois percursos efectuados. Não se encontraram diferenças significativas em nenhum dos anos (*ANOVA* bi-factorial).

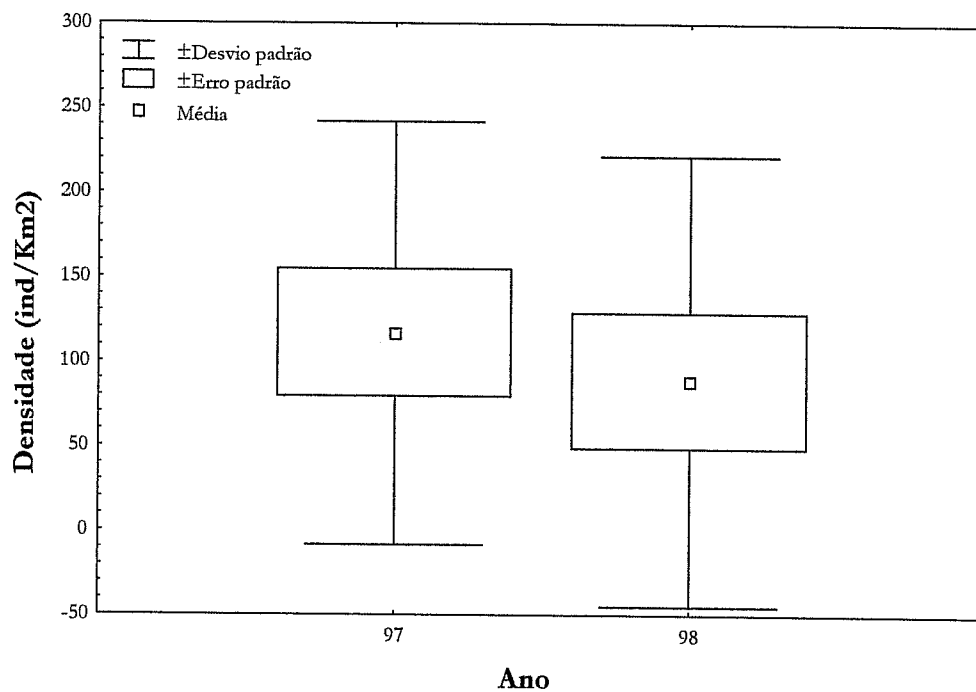


Figura 3 – Alteração na densidade de machos de Trigueirão motivada pela alteração da utilização de biótopos de seara (em 97) para pousio(em 98). A alteração na densidade não é significativa (*Teste t*).

Também não houve qualquer alteração significativa na densidade nos restantes tipos de biótopo entre 1997 e 1998 (Tabela I).

Tabela I – Resultados dos *testes t* efectuados para analisar as alterações na densidade de machos de Trigueirão, em pousio e em olival, ente 1997 e 1998.

Biótopo	N	t	p
Pousio	22	-1,72	0,10
Olival	6	1,55	0,19

3.2 Efeitos da densidade

3.2.1 Relação entre as medidas de densidade

A densidade de área está relacionada com o número de vizinhos de cada macho focal, como seria de esperar, e também com o número de outros machos a cantar (Tabela II).

Tabela II – Associação entre as medidas de densidade, de acordo com os resultados dos *testes de Mann-Whitney* efectuados.

Densidade da área	
Nº de vizinhos	Outros machos a cantar
N=83	N=82
U=35,5	U=527,5
p=0,0000	p=0,046

Apesar de a correlação entre o número de vizinhos e o número de outros machos a cantar ter um valor com probabilidade inferior a 0.05 ($r_s=0,44$; N=82; p=0,0013), a correcção de Bonferroni mostra que estas duas medidas de densidade não estão relacionadas.

3.2.2 Relação entre as medidas de actividade de canto

Existe uma correlação positiva significativa entre a taxa de canto e as restantes variáveis utilizadas para medir a actividade de canto. No entanto, só se verificou uma relação significativa entre a taxa de canto e o número de cantos incompletos em 1997. A taxa de canto e os minutos de canto estão bastante correlacionados entre si, e os valores de r_s indicam que a relação entre estas duas variáveis é mais forte que entre a taxa de canto e as outras variáveis (Tabela III).

Tabela III – *Correlações de Spearman* entre a taxa de canto e as restantes variáveis de actividade de canto, para os dois anos de registo em separado.

	Taxa de canto		
	Minutos de canto	Nº máximo de cantos	Cantos incompletos
	N=37	N=37	N=37
1997	$r_s=0,7774$	$r_s=0,6482$	$r_s=0,4716$
	$p=0,0000$	$p=0,0000$	$p=0,0032$
	N=46	N=46	N=46
1998	$r_s=0,8173$	$r_s=0,4502$	$r_s=0,0241$
	$p=0,0000$	$p=0,0017$	$p=0,8738$

Verifica-se que a percentagem de minutos em que os indivíduos cantam pelo menos uma canção, i.e. minutos de canto, após efectuar a correcção de Bonferroni, não está relacionada com o número de cantos incompletos ($r_s=0,28$; $N=83$; $p=0,01$) nem com o número máximo de cantos em ($r_s=0,22$; $N=83$; $p=0,044$), embora a correlação tenha um valor com probabilidade inferior a 0.05.

3.2.3 Efeito da densidade na actividade de canto

A taxa de canto não varia significativamente em áreas de alta e baixa densidade (*ANOVA*: $F=2,1799$; $gl=80$; $p=0,1437$), mas é significativamente mais elevada em 1998 (*ANOVA*: $F=8,3695$; $gl=80$; $p=0,0049$), sendo este efeito determinado apenas pelas diferenças entre os anos, e não por uma interacção entre o ano e a densidade (*ANOVA*: $F=0,2451$; $gl=80$; $p=0,6219$) (Figura 4).

As diferenças entre anos na taxa de canto dos machos não parece ter sido devida à temperatura do ar, porque não existe nenhuma relação significativa entre estas duas variáveis (1997: $r_s=0,1476$; $N=37$; $p=0,3837$; 1998: $r_s=0,2658$; $N=46$; $p=0,0742$).

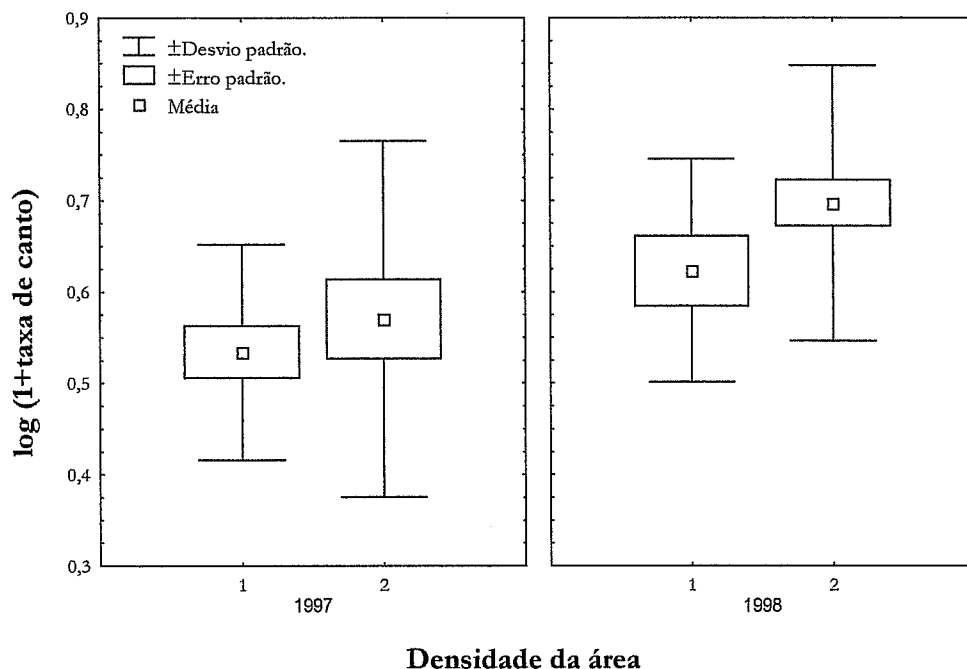


Figura 4 – Variação da taxa de canto dos machos de Trigueirão entre 1997 e 1998, em áreas de baixa (1) e alta (2) densidade. Existe uma diferença significativa entre os dois anos. Os valores da taxa de canto representados são os da variável transformada.

Os minutos de canto são significativamente mais elevados em áreas de alta densidade (*ANOVA*: $F=6,8268$; $gl=80$; $p=0,0107$), não havendo um efeito significativo dos anos (*ANOVA*: $F=1,8383$; $gl=80$; $p=0,1789$), nem da interacção entre os dois factores (*ANOVA*: $F=0,5993$; $gl=80$; $p=0,4411$) (Figura 5).

Não se encontrou nenhum efeito significativo da densidade da área ou do ano sobre as outras variáveis de actividade de canto (*ANOVA*: *número máximo de cantos*: densidade: $F=0,6693$; $gl=80$; $p=0,4157$; ano: $F=0,9375$; $gl=80$; $p=0,3358$; interacção: $F=1,7649$; $gl=80$; $p=0,1878$; *números de cantos incompletos*: densidade: $F=0,6840$; $gl=79$; $p=0,4107$; ano: $F=2,2096$; $gl=79$; $p=0,1411$; interacção: $F=0,1707$; $gl=79$; $p=0,6806$).

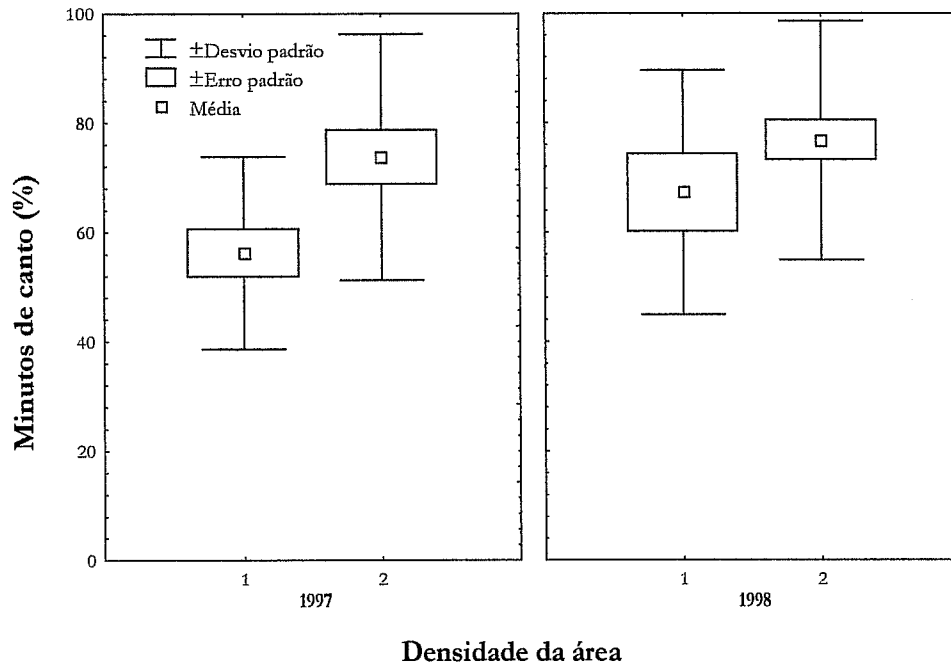


Figura 5 –Variação dos minutos de canto dos machos de Trigueirão entre 1997 e 1998, em áreas de baixa (1) e alta (2) densidade. Existe uma diferença significativa entre os dois tipos de área.

Também não há nenhum efeito significativo na taxa de canto do número de vizinhos (1997: N=37; $r_s=0,007$; $p=0,97$; 1998: N=46; $r_s=0,05$; $p=0,75$) ou dos outros machos a cantar (1997: N=36; $r_s=0,02$; $p=0,92$; 1998: N=46; $r_s=0,03$; $p=0,83$) em qualquer dos anos. Nem se verifica qualquer efeito destas medidas da densidade nas restantes medidas de actividade de canto dos machos (Tabela IV).

Tabela IV – Correlações de Spearman entre o número de vizinhos ou outros machos a cantar medidas da actividade de canto de cada macho (excepto taxa de canto).

	Minutos de canto	N ^a máx. cantos	Cantos incompletos
	N=82	N=82	N=82
Outros machos	$r_s=0,13$ $p=0,25$	$r_s=-0,01$ $p=0,91$	$r_s=-0,11$ $p=0,33$
	N=83	N=83	N=83
Nº Vizinhos	$r_s=0,14$ $p=0,19$	$r_s=-0,09$ $p=0,43$	$r_s=-0,11$ $p=0,31$

3.2.4 Efeito da densidade nas interacções

A densidade da área não tem nenhum efeito significativo em qualquer das interacções em que os machos estiveram envolvidos (Tabela V)

Tabela V – Resultados dos *testes de Mann-Whitney* efectuados para testar o efeito da densidade da área nas interacções em que cada macho esteve envolvido, para os dois anos.

Densidade da área					
Pmfm	Pmmf	Pmff	P3aves	Lutas	Displays
N=83	N=83	N=83	N=83	N=83	N=73
U=683	U=727,5	U=635,5	U=744,5	U=695	U=380
p=0,48	p=0,78	p=0,24	p=0,91	p=0,55	p=0,21

Do mesmo modo, também não se encontrou uma correlação positiva entre as outras medidas da densidade e as interacções (Tabela V).

Tabela V – *Correlações de Spearman* entre o número de vizinhos ou outros machos a cantar e as interacções em que cada macho esteve envolvido

	Pmfm	Pmmf	Pmff	P3aves	Lutas	Displays
	N=82	N=82	N=82	N=82	N=82	N=73
Outros machos	$r_s=0,13$	$r_s=-0,02$	$r_s=-0,01$	$r_s=0,09$	$r_s=0,11$	$r_s=0,14$
	p=0,24	p=0,83	p=0,90	p=0,39	p=0,29	p=0,23
	N=83	N=83	N=83	N=83	N=83	N=73
Nºvizinhos	$r_s=0,01$	$r_s=0,01$	$r_s=-0,18$	$r_s=0,07$	$r_s=0,01$	$r_s=-0,14$
	p=0,92	p=0,93	p=0,11	p=0,54	p=0,89	p=0,23

3.2.5 Actividade de canto e interacções

Averiguou-se a existência de relações entre a actividade de canto dos machos, e as interacções em que eles estiveram envolvidos. Para tal utilizaram-se apenas duas das variáveis de actividade de canto: a taxa de canto e os minutos de canto. Embora se tenham obtido correlações entre a taxa de canto e algumas interacções com um valor de

probabilidade inferior a 0.05, essas correlações revelaram-se não significativas após a correcção de Bonferroni (Tabela VII).

Tabela VII – *Correlações de Spearman* entre a taxa de canto e as interacções em que cada macho esteve envolvido, para os dois anos de registo em separado.

		Taxa de canto					
		Pmfim	Pmmf	Pmff	P3aves	Lutas	<i>Displays.</i>
		N=37	N=37	N=37	N=37	N=37	N=27
1997	$r_s=0,0842$	$r_s=0,1097$	$r_s=-0,2645$	$r_s=-0,2079$	$r_s=-0,0144$	$r_s=0,4535$	
	$p=0,6204$	$p=0,5179$	$p=0,1137$	$p=0,2168$	$p=0,9325$	$p=0,0175^*$	
		N=46	N=46	N=46	N=46	N=46	N=46
1998	$r_s=0,3537$	$r_s=-0,0436$	$r_s=-0,2798$	$r_s=0,1260$	$r_s=-0,1098$	$r_s=0,1907$	
	$p=0,0159^*$	$p=0,7736$	$p=0,0596$	$p=0,4039$	$p=0,4677$	$p=0,2042$	

* Correlações não significativas após correcção de Bonferroni

Verifica-se a existência de uma correlação bastante significativa entre os minutos de canto e os *displays* efectuados pelo macho. Nenhuma das outras interacções está significativamente correlacionada com os minutos de canto (Tabela VIII).

Tabela VIII - *Correlações de Spearman* entre os minutos de canto e as interacções em que cada macho esteve envolvido.

		Minutos de canto					
		Pmfim	Pmmf	Pmff	P3aves	Lutas	<i>Displays.</i>
		N=83	N=83	N=83	N=83	N=83	N=73
	$r_s=0,24$	$r_s=-0,004$	$r_s=-0,21$	$r_s=-0,08$	$r_s=-0,03$	$r_s=0,41$	
	$p=0,03^*$	$p=0,97$	$p=0,06$	$p=0,43$	$p=0,78$	$p=0,0003$	

* Correlações não significativas após correcção de Bonferroni

4 Discussão

4.1 Distribuição das aves

A distribuição de machos de Trigueirão não obedeceu a nenhum padrão específico, relativamente ao tipo de biótopo ou à presença de água. Num estudo no North Uist (Escócia), a proporção de área ocupada por territórios dos machos desta espécie, em pousio e em seara, não apresentou diferenças significativas (Hartley *et al.* 1995). Os autores sugerem que os machos de Trigueirão estabelecem os seus territórios de modo a possuírem habitats com disponibilidade de locais de nidificação, que parece ser a característica mais importante para a escolha da fêmea. As fêmeas de Trigueirão preferem nidificar em terras não cultivadas, nas base de arbustos, que fornecem maior protecção contra predadores (Hartley & Shepherd 1995; Hartley *et al.* 1995), sendo este o tipo de biótopo que apresenta uma maior percentagem de área ocupada pelos territórios dos machos (Hartley *et al.* 1995). Este estudo não incluiu mapeamento das áreas não cultivadas com coberto arbustivo desenvolvido (i.e. biótopos de mato), porque os percursos efectuados para a contagem das aves não possuíam uma percentagem significativa deste biótopo. No entanto, foi já referida a importância deste tipo de habitat não só no Trigueirão, mas também em outras espécies de passeriformes associadas aos habitats agrícolas da zona de Castro Verde (Leitão & Moreira 1996; Santos 1996).

A área dedicada ao cultivo de cereal diminuiu de um ano para outro, com consequente aumento da área em pousio. Estas alterações não foram acompanhadas por alterações significativas na distribuição dos machos de Trigueirão. Hartley *et al.* (1995) também não verificaram alteração da área ocupada pelos machos ou das fronteiras dos seus territórios, com a alteração das áreas de cereal e de pousio. Os resultados são consistentes com o facto dos trigueirões não parecerem apresentar preferência por estes dois tipos de biótopos. Para além disso, os autores referem que alguns machos desta espécie mantêm o mesmo território de ano para ano (Hartley *et al.* 1995). A fidelidade ao local, ocorre em várias espécies de animais, como por exemplo a Andorinha-dos-beirais, *Delichion urbica* (Klopfer & Ganzhorn 1985), e está positivamente relacionada com o sucesso reprodutor do indivíduo nesse local (Switzer 1997). Este factor pode ter também tido alguma influência nos resultados.

Na Grã-Bretanha estudos anteriores verificaram uma relação positiva entre a proporção de terra cultivada e a densidade populacional de trigueirões. Nomeadamente, a diminuição da área dedicada ao cultivo da cevada tem sido apontada como uma das causas do declínio desta espécie no Reino Unido (Donald & Forrest 1995). Mas outras evidências sugerem que a área de cevada não está directamente relacionada com a densidade de trigueirões (Hartley *et al.* 1995). Trabalhos realizados em Portugal, na região de Castro Verde, mostram que esta espécie é abundante nas searas, na altura da reprodução (Leitão & Moreira 1996; Delgado 1998), mas não apresenta preferência por nenhum tipo de cereal (Delgado. 1998). No North Uist as searas são utilizadas como locais de alimentação, e não de nidificação, e não está claro se os cereais fornecem mais alimento ou simplesmente maior protecção contra os predadores (Hartley *et al.* 1995).

Relativamente à presença de água, os dados foram recolhidos na Primavera, numa altura em que a água era ainda abundante, e em anos em que o Inverno foi bastante chuvoso. Nestas condições é natural que os indivíduos não se agreguem tendencialmente perto da água. O estudo com a população do North Uist revelou não existir uma diferença significativa nas distâncias médias dos ninhos de Trigueirão à linha de maré-alta e, deste modo, também não deverão existir diferenças entre a localização dos territórios dos machos relativamente à água. Mas este estudo realizou-se junto à costa, e os dados referem-se a distâncias relativas ao mar (Hartley *et al.* 1995). O tipo de influência possivelmente exercido pela água das ribeiras, numa zona interior do Baixo Alentejo, será com certeza diferente, e o seu estudo passa por outro tipo de abordagem.

4.2 Efeitos da densidade

A taxa de canto não variou com qualquer das medidas de densidade consideradas neste estudo. Estes resultados diferem dos obtidos para *Sturnella defilippi* (Gochfeld 1978) e para *Turdus iliacus* (Lampe & Espmark 1987), espécies nas quais a taxa de canto está significativamente correlacionada com o número de outros machos a cantar ao mesmo tempo. Uma das hipóteses explicativas para a relação entre a taxa de canto e a densidade de indivíduos reprodutores refere que em áreas de maior densidade há um maior risco de ocorrência de CEPs, i.e. cópulas extra-par (Dunn *et al.* 1994; Tarof *et al.* 1998). O aumento da taxa de canto nesta situação serviria não só para os machos defenderem as

suas fêmeas de tentativas de CEPs por outros machos, como também atrair fêmeas extra-par (Møller 1991; Hanski & Laurila 1993; Tarof *et al.* 1998). No Trigueirão análises de DNA revelaram que, pelo menos na população do North Uist, o sucesso reprodutor dos machos reflecte o seu sucesso genético, i.e., não há casos significativos de paternidade extra-par (Hartley *et al.* 1993). Deste modo, a não-variação da taxa de canto com a densidade pode ser um reflexo do baixo risco, para os machos, de paternidade extra-par, mesmo a elevadas densidades. Também em *Wilsonia citrina* não existe um aumento de CEPs, ou tentativas de CEPs, nem da taxa de canto dos machos em áreas de elevada densidade de indivíduos reprodutores (Tarof *et al.* 1998).

Se uma das funções do canto for estimular a actividade reprodutiva da fêmea (Greig-Smith 1982; Møller 1988; Galleotti *et al.* 1997, Mota 1999), então os machos deverão cantar a uma taxa independente do número de vizinhos a cantar (Lampe & Epsmark 1987). Esta pode ser uma explicação alternativa para os resultados deste estudo. Esta hipótese tem como predição que haja uma pico na taxa de canto nos períodos pré-fértil e fértil da fêmea (Møller 1988), o que não parece ser o caso do Trigueirão onde a taxa de canto não varia significativamente ao longo da época reprodutiva (Seabra 1998). No entanto, a existência de poligínia nesta espécie, e também de outras funções para o canto, pode explicar a continuidade do canto durante toda a época a taxas constantes.

Se se considerarem os minutos de canto em que cada macho cantou, então pode-se dizer que a actividade de canto é maior em áreas de maior densidade. Isto apenas se verificou para a densidade geral da área, e não para o número de vizinhos ou para o número de outros machos a cantar. Apesar das duas primeiras medidas de densidade estarem fortemente correlacionadas entre si, como seria de esperar, o facto de apenas a medida mais geral ter influência na actividade de canto sugere que os indivíduos ajustam a sua actividade de canto de acordo com uma informação mais geral da área, e não apenas baseados na informação dos indivíduos mais próximos. Verifica-se uma correlação muito significativa entre esta medida e o número de vizinhos, mas só antes de efectuar a correcção de Bonferroni. Esta ausência de relação entre estas duas variáveis pode ser devido a haver um número máximo de machos diferentes a cantar ao mesmo tempo que possa ser perceptível ao observador. Assim, esta informação sobre o número de outros machos a cantar pode estar enviesada e não traduzir uma situação real.

Em contextos altamente competitivos, como uma elevada densidade de indivíduos territoriais, os minutos de canto podem ser mais importantes para indicar a presença de

um macho no seu território. Uma vez que na maior parte dos casos o possuidor do território é dominante sobre os intrusos, o conhecimento da presença do dono do território provavelmente reduz a ocorrência de lutas desnecessárias (Hanski & Laurila 1993). Neste caso seria de esperar uma correlação negativa entre os minutos de canto e as lutas e/ou as perseguições entre os machos, o que não aconteceu, como aliás já havia sido determinado para esta espécie (Seabra 1998).

Por outro lado, indicar a presença através do canto pode também ter uma função associada à atracção das fêmeas. Os machos podem cantar para chamar a atenção da fêmea, atraindo-a para o seu território. A existência de muitos machos num determinado local levará cada um deles a tentar cantar mais tempo do que os outros, competindo pelas fêmeas. Na população de Trigueirões de Castro Verde os machos monogâmicos cantam uma maior percentagem de minutos que os poligínicos, o que pode indicar que estes machos estão a tentar atrair mais fêmeas (Seabra 1998).

A única correlação existente entre a actividade de canto e as interacções em que os machos estiveram envolvidos, verificou-se entre os minutos de canto e os *displays* efectuados pelos machos. Isto sugere que estes comportamentos podem ter funções complementares na atracção das fêmeas e defesa dos territórios, ambos servindo como forma de assinalar a presença no território.

A taxa de canto e os minutos de canto estão fortemente correlacionados e é possível que tenham funções complementares. A manutenção de níveis semelhantes da actividade de canto durante toda a época reprodutiva (Seabra 1998) bem como evidências de outros trabalhos com Trigueirões sugerem que o canto pode ter funções de defesa de território, uma vez que os machos respondem agressivamente a *playbacks* (McGregor 1983, 1986), e de atracção das fêmeas, uma vez que os machos continuam a cantar a fêmeas estranhas no seu território, apesar da presença constante da fêmea residente (Cramp & Perrins 1994). Existem boas evidências para a retenção de uma dualidade na função do canto em outras espécies (e.g. *Hirundo rustica*, Galeotti *et al.* 1997), e é sugerido que os indivíduos adaptem a estrutura do canto a diferentes funções, utilizando cantos maiores e com mais complexas para atrair fêmeas, e cantos mais pequenos e simples para deter outros machos (Andersson 1994; Galeotti *et al.* 1997).

Assim, a utilização de diferentes formas de actividade de canto para funções complementares pode acontecer no Trigueirão. Os machos podem utilizar os minutos de canto para indicar a sua presença a machos rivais ou a fêmeas, ajustando-os ao contexto

de maior ou menor competição em que se encontram, e utilizar a taxa de canto para indicar a sua qualidade ou a qualidade do território. O facto da taxa de canto variar de ano para ano e os minutos de canto não sugere que a taxa de canto pode estar mais dependente de factores ambientais, sendo mais difícil ajustá-la ao contexto competitivo.

A temperatura não afectou taxa de canto nos machos, estando este resultado em concordância com o determinado por Seabra (1998), na mesma população de Trigueirões. Em *Passerculus sandwichensis princeps* verificou-se que a temperatura só afectava a produção de canto em situações climatéricas extremas (muito frio ou muito quente), não o fazendo em climas mais amenos (Reid 1987). Por outro lado, Gottlander (1987) sugere que a influência da temperatura na taxa de canto de *Ficedula hypoleuca* é devida ao efeito da temperatura na mobilidade dos insectos, afectando as oportunidades de alimentação das aves. Sendo o Trigueirão uma ave granívora as suas oportunidades de alimentação não estarão dependentes da temperatura.

No entanto a taxa de canto pode estar relacionada com a quantidade de alimento disponível (Gottlander 1987). Uma vez que a actividade de canto e a alimentação são mutuamente exclusivas a disponibilidade de alimento afectará a taxa de canto que os machos conseguem manter (Reid 1987; Radestäser & Jakobsson 1989; Alvarez 1996). Isto porque havendo mais alimento os machos conseguem produzir mais canto, como acontece em *Ficedula hypoleuca* (Gottlander 1987), e estando em melhores condições energéticas não precisam de dedicar tanto tempo a alimentação, podendo passar mais tempo a cantar, como acontece em várias espécies (*Passerculus sandwichensis princeps*, Reid 1987; *Phylloscopus trochilus*; Radestäser & Jakobsson 1989; *Cercotrichas galactotes*, Alvarez 1996). Deste modo é possível que em 1997 a disponibilidade de alimento na área de estudo tenha sido menor que em 1998, explicando assim a diferença entre os dois anos na taxa de canto dos machos de Trigueirão.

4.3 Considerações finais

A determinação da importância dos vários tipos de biótopos agrícolas como habitat para o Trigueirão necessita de uma abordagem diferente da que foi feita neste estudo. Em primeiro lugar seria vantajoso fazer o mapeamento dos territórios dos machos, e não apenas da sua presença/ausência num determinado biótopo. Deste modo seria possível saber a percentagem de cada biótopo ocupada pelos machos desta espécie, e também as diferentes proporções de cada biótopo incluída nos territórios dos machos. É importante considerar a escala espacial em estudos de associações com o habitat, porque os vários factores que afectam uma espécie podem actuar a diferentes escalas, como acontece em *Dendroica caerulescens* (Steele 1992).

Este estudo permitiu fazer uma análise preliminar da utilização dos principais biótopos agrícolas pelo Trigueirão, na zona de Castro Verde. Os resultados indicam não haver uma preferência desta espécie por pousios ou searas e parecem estar de acordo com alguns estudos realizados em outras populações. Estes resultados não explicam o estabelecimento diferencial dos machos pela zona de estudo, criando zonas de diferentes densidades. Seria necessário comparar as áreas de elevada e baixa densidade relativamente a vários parâmetros para determinar as causas do padrão de distribuição das aves.

A existência de locais com diferentes densidades de machos coloca os indivíduos em diferentes contextos competitivos, o que se parece reflectir na percentagem de tempo que os machos despendem a cantar. Apesar da variação da actividade de canto em diferentes contextos estar estudada para muitas espécies, a maioria dos estudos apenas considera a taxa de canto. Este estudo permitiu uma abordagem mais alargada, ao considerar também os minutos de canto, sugerindo que os machos de Trigueirão utilizem este meio para ajustar a sua actividade de canto ao contexto em que se encontram, contornando assim, de certa forma, os constrangimentos energéticos associados à produção de canto. Experiências com suplemento alimentar poderiam fornecer informação sobre a importância do valor energético do território na produção do canto.

5 Referências bibliográficas

- Alatalo, R. V.; Glynn, C. & Lundeberg, A. (1990). Singing rate and female attraction in the Pied Flycatcher: an experiment. *Animal Behaviour*, 39: 601-602.
- Alvarez, F. (1996). Variation in the song rate during the breeding cycle of the Rufous Bush Chat, *Cercotrichas galactotes*. *Ardeola*, 43: 49-56.
- Andersson, M. (1994). Sexual selection, in J.R. Krebs & T. Clutton-Brock (Eds.), *Monographs in Behaviour and Ecology*. Princeton University Press, New Jersey.
- Bekhuls, J. (1992). *Breeding Bird Atlas of Europe*, working report, part II: Passeriformes. EOAC, The Netherlands.
- Bibby, C.J.; Burgess, N.D. & Hill, D.A. (1992). *Bird census techniques*. British Trust for Ornithology and Royal Society for the Protection of Birds (Eds.), Academic Press, London.
- Brewer, R. & Harrison, K.G. (1975). The time of habitat selection in birds. *Ibis*, 117: 521-522.
- Bruun, B.; Delin, H. & Svensson, L. (1993). *Aves de Portugal e da Europa*. Fundo para a protecção dos Animais Selvagens (Ed.), Câmara Municipal do Porto.
- Byers, B.E. (1996). Messages encoded in the songs of chestnut-sided warblers. *Animal Behaviour*, 52: 691-705.
- Catchpole, C.K. (1987). Bird song, sexual selection and female choice. *Trends in Ecology and Evolution*, 4: 94-97.
- Catchpole, C.K. & McGregor, P.K. (1985). Sexual selection, Song complexity and Plumage dimorphism in European buntigs of the genus *Emberiza*. *Animal Behaviour*, 33: 1387-1388.
- Cody, M.L. (1985a). An introduction to habitat selection in birds, in M.L. Cody (Ed.), *Habitat selection in birds*, pp: 3-56. Academic Press, Florida.
- Cody, M.L. (1985b). Habitat selection in open-country birds, in M.L. Cody (Ed.), *Habitat selection in birds*, pp: 191-226. Academic Press, Florida.

- Cramp, S. & Perrins, C.M. (1994). *Handbook of the birds of Europe, the Middle East and North Africa – The birds of Western Palearctic, Volume IX: Buntings and New World Warblers*. Oxford University Press, Oxford.
- Delgado, A.M.S. (1997). *Variação anual da utilização da estepe cerealífera de Castro Verde pela avifauna*. Relatório de estágio profissionalizante da Licenciatura em Biologia Aplicada aos Recursos Animais – Variante terrestres, Departamento de Zoologia e Antropologia, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.
- Donald, P.F. & Forrest, C. (1995). The effects of agricultural change on population size of Corn Buntings *Miliaria calandra* on individual farms. *Bird Study*, 42: 205-215.
- Dunn, P.O.; Whittingham, L.A.; Lifjeld, J.T.; Robertson, R.J. & Boag, P.T. (1994). Effects of breeding density, synchrony, and experience on extrapair paternity in tree swallows. *Behavioural Ecology*, 5: 123-129.
- Ferreira, L.F.F. (1996). Importância das sebes para a avifauna de um agro-ecossistema. *Ciência e Natureza*, 2: 89-94.
- Gottlander, K. (1987). Variation in the song rate of the male pied flycatcher *Ficedula hypoleuca*: causes and consequences. *Animal Behaviour*, 35: 1037-1043.
- Götmark, F.; Blomqvist, D.; Johansson, O.C. & Bergkvist, J. (1995). Nest site selection: a trade-off between concealment and view of the surroundings. *Journal of Avian Biology*, 26: 305-312.
- Greg-Smith, P.W. (1982). Song rates and parental care by individual male stonechats (*Saxicola torquata*). *Animal Behaviour*, 30: 245-252.
- Hanski, I.K. (1992). Territorial behaviour and mixed reproductive strategy in the Chaffinch. *Ornis Scandinavica*, 23:475-482.
- Hanski, I.K. & Laurila, A. (1993). Variation in song rate during the breeding cycle of the Chaffinch, *Fringilla coelebs*. *Ethology*, 93: 161-169.

- Hartley, I.R.; Shepherd, M.; Robson, T. & Burke, T. (1993). Reproductive success of polygynous male corn buntings (*Miliaria calandra*) as confirmed by DNA fingerprinting. *Behavioral Ecology*, 4: 310-317.
- Hartley, I.R. & Shepherd, M. (1994a). Nesting success in relation to timing of breeding in the corn bunting on North Uist. *Ardea*, 82: 137-184.
- Hartley, I.R. & Shepherd, M. (1994b). Female reproductive success, provisioning of nestlings and polygyny in corn buntings. *Animal Behaviour*, 48: 717-725.
- Hartley, I.R. & Shepherd, M. (1995). A random female settlement model can explain polygyny in the corn bunting. *Animal Behaviour*, 49: 1111-1118.
- Hartley, I.R.; Shepherd, M. & Thompson, D.B.A. (1995). Habitat selection and polygyny in breeding Corn Buntings *Miliaria calandra*. *Ibis*, 137: 508-514.
- Holland, J.; McGregor, P.K. & Rowe, C.R. (1996). Changes in microgeographic song variation of the Corn Bunting *Miliaria calandra*. *Journal of Avian Biology*, 27: 47-55.
- Hoi-Leitner, M.; Nechtelberger, H. & Dittami, J. (1993). The relationship between individual differences in male song frequency and parental care in Blackcaps. *Behaviour*, 126: 1-12.
- Hoi-Leitner, M.; Nechtelberger, H. & Hoi, H. (1995). Song rate as a signal for nest site quality in blackcaps (*Sylvia atricapilla*). *Behavioural Ecology and Sociobiology*, 37: 399-405.
- Klopfer, P.H. & Ganzhorn, J.U. (1985). Habitat selection: behavioural aspects, in M.T. Cody (Ed.), *Habitat selection in birds*, pp: 435-453. Academic Press, Florida.
- Krebs, J.R. (1977). Song and territory in the Great tit *Parus major*, in B. Stonehouse & C. Perrins (Eds.), *Evolutionary Ecology*, pp: 47-62. MacMillan, Londres.
- Krebs, J.R. & Davies, N.B. (1993). *An introduction to behavioural ecology* (3ª Edição). Blackwell Scientific Publications, Londres.
- Lampe, H.M. & Espmark, Y.O. (1987). Singing activity and song pattern of the Redwing *Turdus iliacus* during the breeding season. *Ornis scandinavica*, 18: 179-185.

- Langmore, N. E. (1996). Territoriality and song as flexible paternity guards in dunnocks and alpine accentors. *Behavioural Ecology*, 7: 183-188.
- Lemel, J. (1989). Habitat distribution in the Great Tit *Parus major* in relation to reproductive success, dominance, and biometry. *Omnis scandinavica*, 20: 226-233.
- Lehner, P.N. (1996). *Handbook of Ethological Methods* (2ª Edição). Cambridge University Press, Cambridge.
- Leitão, D. & Moreira, F. (1996). Estrutura e composição das comunidades de aves nidificantes na região de Castro Verde. *Ciência e Natureza*, 2: 103-107.
- Martin, T.E. (1988). Habitat and area effects on forest bird assemblages: is nest predation an influence? *Ecology*, 69: 74-84.
- Martin, P. & Bateson, P. (1993). *Measuring Behaviour: An introductory guide* (2ª Edição). Cambridge University Press, Cambridge.
- McDonald, M.V. (1989). Function of song in Scott's seaside sparrow, *Ammodramus maritimus peninsulae*. *Animal Behaviour*, 38: 468-485.
- McGregor, P.K. (1980). Song dialects in the Corn Bunting (*Emberiza calandra*). *Zeitschrift für Tierpsychologie*, 54: 285-297.
- McGregor, P.K. (1983). The response of Corn Buntings to playback of dialects. *Zeitschrift für Tierpsychologie*, 62: 256-260.
- McGregor, P.K. (1986). Song types in the Corn Bunting *Miliaria calandra*: Matching and discrimination. *Journal für Ornithologie*, 127: 37-42.
- McGregor, P.K. (1993). Signalling in territorial systems: a context for individual identification, ranging and eavesdropping. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B.*, 340: 237-244.
- McGregor, P.K. & Avery, M.I. (1986). The unsung songs of great tits (*Parus major*): learning neighbours discrimination. *Behavioural Ecology and Sociobiology*, 18: 311-316.

- McGregor, P.K. & Thompson, D.B.A. (1988). Constancy and change in local dialects of the Corn Bunting. *Ornis Scandinavica*, 19: 153-159.
- McGregor, P.K.; Walford, V.R. & Harper, D.G.C. (1988). Song inheritance and mating in a song bird with local dialects. *Bioacoustics*, 1: 1-23.
- Moreira, F. & Leitão, D. (1996). A comunidades de aves nidificantes nos pousios da região de Castro Verde. *Ciência e Natureza*, 2: 109-113.
- Morris, D.W. (1987). Ecological scale and habitat use. *Ecology*, 68: 362-369.
- Mota, P.G. (1999). The functions of song in the serin. *Ethology*, 105:137-148.
- Mota, P.G. & McGregor, P.K. (1997). Boundaries between local dialects in bird song: influence on the pattern of song use, Relatório JNICT/British Council.
- Møller, A.P. (1988). Spatial and temporal distribution of song in the Yellowhammer *Emberiza citrinella*. *Ethology*, 78: 321-331.
- Møller, A.P. (1989). Nest site selection across field-woodland ecotones: the effect of nest predation. *Oikos*, 56: 240-246.
- Møller, A.P. (1991a). Parasite load reduces song output in passerine birds. *Animal Behaviour*, 41: 723-730.
- Møller, A.P. (1991b). Why mated song birds sing so much: mate guarding and male announcement of mate fertility status. *American Naturalist*, 138: 994-1014.
- Nelson, D.A. & Croner, L.J. (1991). Song categories and their functions in the field sparrow (*Spizella pusilla*). *Auk*, 108: 42-52.
- Prys-Jones, R. (1976). Wing-length in the Corn Bunting. *Bird Study*, 23: 294.
- Radesäter, T. & Jakobsson, S. (1989). Song rate correlations of replacement territorial Willow Warblers *Phylloscopus trochilus*. *Ornis Scandinavica*, 20: 71-73.

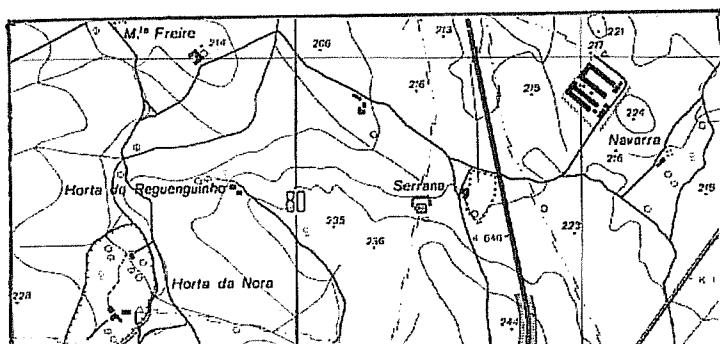
- Radesäter, T.; Jakobsson, S.; Andbjer, N; Bylin, A. & Nyström, K. (1987). Song rate and pair formation in the willow warbler *Phylloscopus trochilus*. *Animal Behaviour*, 35: 1645-1651.
- Read, A.F. & Weary, D.M. (1990). Sexual selection and the evolution of bird song: A test of the Hamilton-Zuk hypothesis. *Behavioural Ecology and Sociobiology*, 26: 47-56.
- Reid, M.L. (1987). Costliness and reliability in the singing vigor of Ipswich sparrows. *Animal Behaviour*, 35: 1735-1743.
- Rice, W.R. (1989). Analyzing tables of statistical tests. *Evolution*, 43: 223-225.
- Rodrigues, M. (1996). Song activity in the chiffchaff: territorial defence or mate guarding? *Animal Behaviour*, 51: 709-716.
- Rufino, R. (1989). *Atlas das aves que nidificam em Portugal Continental*. CEMPA, Lisboa.
- Santos, C.P.D. (1996). O abandono dos campos agrícolas e suas implicações nas comunidades de aves nidificantes. *Ciência e Natureza*, 2: 95-102.
- Seabra, S.G. (1998). *Actividade de canto, condição e sucesso reprodutivo no Trigueirão (Miliaria calandra)*. Relatório de estágio para a Licenciatura em Biologia Aplicada aos Recursos Animais (Ramo Terrestres), Departamento de Zoologia e Antropologia, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.
- Searcy, W.A. & Yasukawa, K. (1996). Song and female choice, in D.E. Kroodsma & E.H. Miller (Eds.), *Ecology and evolution of acoustic communication in birds*, pp:454-473. Cornell University Press, EUA.
- Sheldon, B.C. (1994). Song rate and fertility in the chaffinch. *Animal Behaviour*, 47: 986-987.
- StatSoft, Inc. (1995). *STATISTICA 5.0 for Windows (Computer program manual)*. Tulsa, Oklahoma.
- Steele, B.B. (1992). Habitat selection by breeding Black-throated Blue Warblers at two spatial scales. *Ornis Scandinavica*, 23: 33-42.
- Switzer, P.V. (1997). Past reproductive success affects future habitat selection. *Behavioural Ecology and Sociobiology*, 40: 307-312.

- Tarof, S.A.; Stucsbury, B.J.M.; Piper, W.H. & Fleischer, R.C. (1998). Does breeding density covary with extra-pair fertilizations in Hooded Warblers. *Journal of Avian Biology*, 29:145-154.
- Titus, R.C.; Chandler, C.R.; Ketterson, E.D. & Nolan Jr, V. (1997). Song rates in dark-eyed juncos do not increase when females are fertile. *Behavioural Ecology and Sociobiology*, 41: 165-169.
- Trivers, R.L. (1972). Parental investment and sexual selection, in B.Campbell, (Ed.) *Sexual selection and the descent of man*, pp:136-179. Aldine, Chicago.
- Welling, P.; Koivula, K. & Lahti, K. (1995). The dawn chorus is linked with female fertility in the Willow Tit *Parus montanus*. *Journal of Avian Biology*, 26: 241-246.
- Yasukawa, K. (1981). Song and territory defense in the Red-winged Blackbird. *Auk*, 98: 185-187.
- Yom-Tom, Y. (1992). Clutch size and laying dates of three species of buntings *Emberiza* in England. *Bird Study*, 39: 111-114.

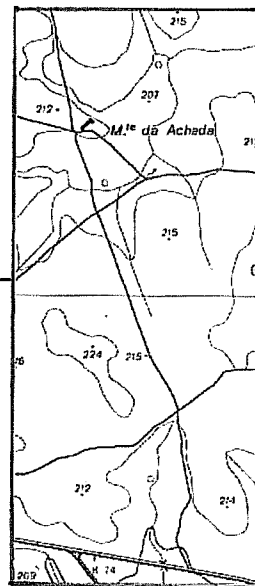
ANEXOS

Anexo I: Áreas de estudo

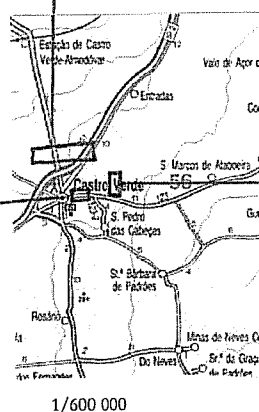
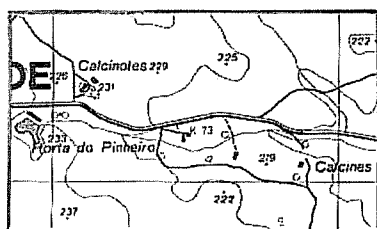
Área nº 3



Área nº 1



Área nº 4



1/25 000



Figura 1A – Localização das áreas de estudo de baixa densidade e vista parcial de uma dessas áreas.

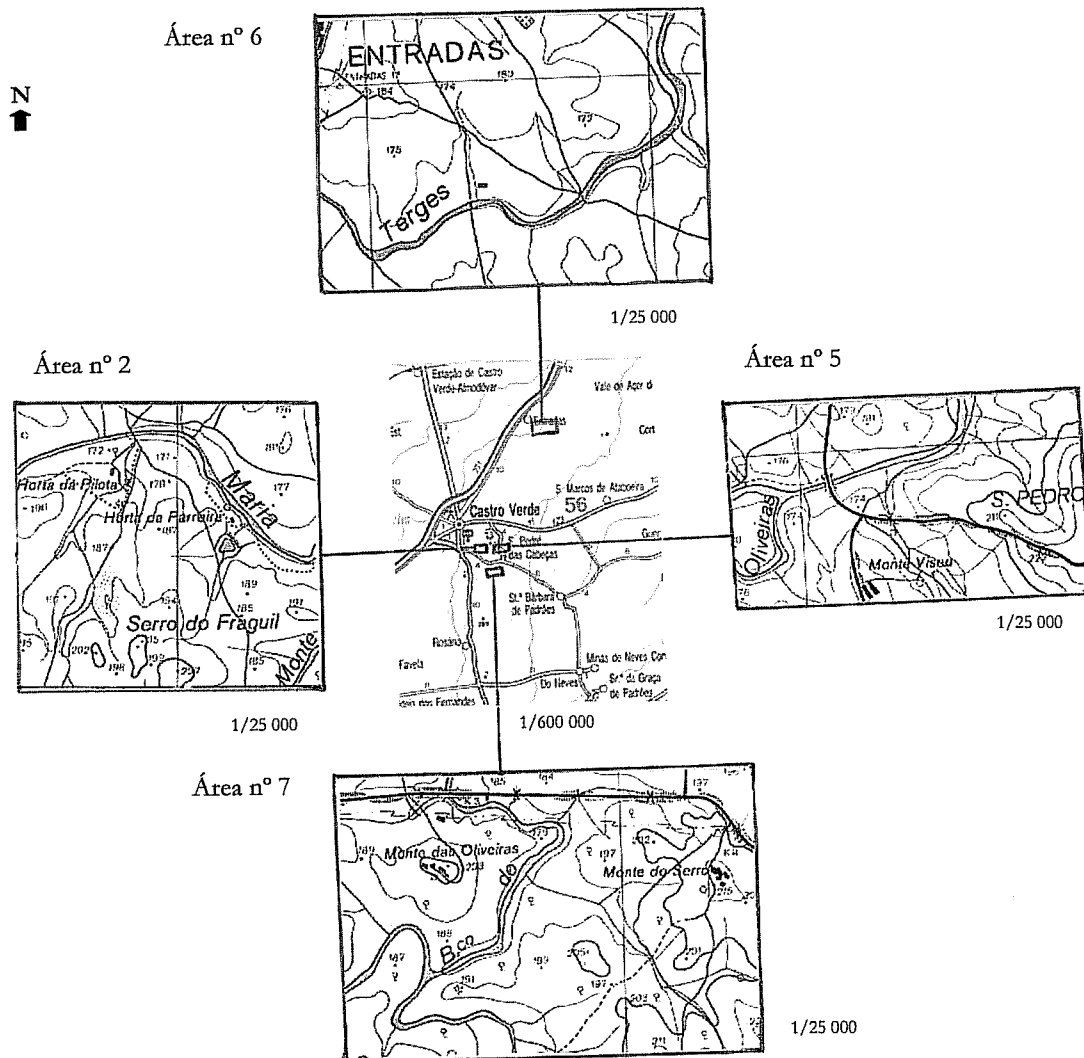


Figura 2A – Localização das áreas de estudo de alta densidade e vista parcial de uma dessas áreas.

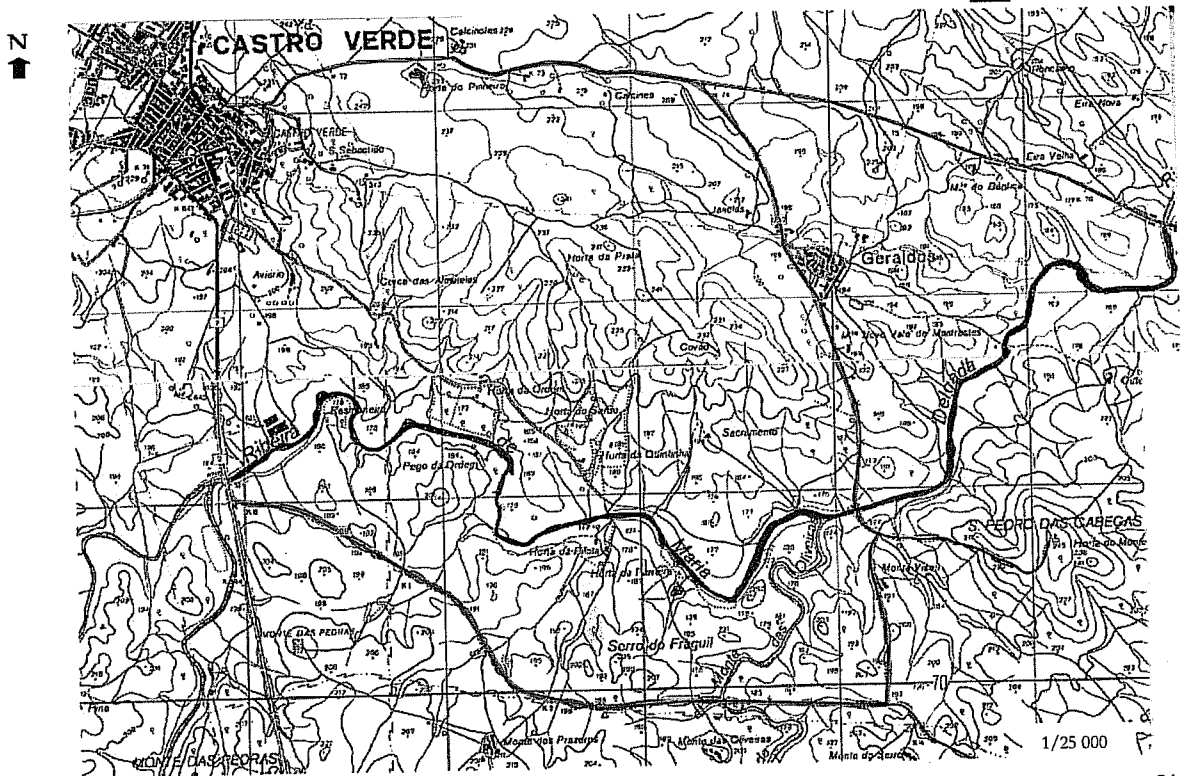


Figura 3A – Localização dos percursos efectuados para contagem das aves (— Percurso n°1, - - - Percurso n° 2)

Anexo III: Resultados testes aos pressupostos paramétricos

Tabela IA– Resultados dos *testes de Kolmogorov-Smirnov* para testar a normalidade da distribuição das variáveis

	d	p
Densidade 97	0,14	>0,20
Densidade 98	0,14	>0,20
Seara	0,21	>0,20
Pousio	0,09	>0,20
Olival	0,19	>0,20
Taxa de canto	0,09	>0,20
Minutos de canto	0,09	>0,20
Nº máximo de cantos	0,21	<0,01*
Cantos incompletos	0,14	<0,1
Temperatura	0,12	<0,20
Nº de vizinhos	0,14	<0,1
Outros machos a cantar	0,18	<0,01*
Pmfm	0,44	<0,01*
Pmmf	0,51	<0,01*
Pmff	0,34	<0,01*
P3aves	0,53	<0,01*
Lutas	0,44	<0,01*
<i>Displays</i>	0,27	<0,01*

*Significativo para $\alpha=0,05$

Tabela IIA– Resultados dos *testes de Levene* para testar a homogeneidade das variâncias.

	F	p
Densidade 97	1,87	0,16
Densidade 98	2,10	0,15
Seara	1,13	0,85
Pousio	2,14	0,25
Olival	1,64	0,75
Taxa de canto	6,87	0,00001*
Minutos de canto	0,26	0,61
Nº máximo de cantos	4,15	0,05
Cantos incompletos	1,45	0,23
Temperatura	26,1	0,00001*
Nº de vizinhos	1,80	0,19
Outros machos a cantar	1,94	0,17
Pmfm	6,30	0,017*
Pmmf	2,98	0,09
Pmff	4,49	0,04
P3aves	3,38	0,07
Lutas	4,99	0,03
<i>Displays</i>	18,29	0,0002*
Taxa de canto transformada	2,82	0,10

*Significativo para $\alpha=0,05$