



2013

Maria D.P. Gonçalves Prevalência de Parasitismo por Carrças e Influência no Estado de Saúde de Passeriformes



DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DA VIDA

FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Prevalência de Parasitismo por Carrças
e Influência no Estado de Saúde de
Passeriformes

Maria das Dores Pereira Gonçalves

2013



DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DA VIDA

FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Prevalência de Parasitismo por Carraças e Influência no Estado de Saúde de Passeriformes

Dissertação apresentada à Universidade de Coimbra para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Biologia, realizada sob a orientação científica do Professor Doutor Jaime Albino Ramos (Universidade de Coimbra) e da Doutora Ana Cláudia Norte (Universidade de Coimbra).

Maria das Dores Pereira Gonçalves

2013

Agradecimentos

Na realização desta dissertação pude contar direta e indiretamente com o apoio e o auxílio de várias pessoas, às quais gostaria de demonstrar o meu agradecimento:

Ao meu orientador, o Professor Doutor Jaime Ramos e à Doutora Ana Cláudia Norte, co-orientadora e responsável por este projeto, não apenas por terem aceitado orientar este trabalho, mas por todo o apoio, paciência e constante disponibilidade, como pelo inestimável contributo para a minha formação académica;

A todas os profissionais e colegas presentes nas sessões de anilhamento, pela partilha de conhecimentos e dinamismo encorajador, em particular à Débora Lobato pelos ensinamentos no trabalho de campo e laboratorial e constante boa disposição.

Aos meus amigos e à minha família pelo incentivo e apoio incondicional.

Resumo

As carraças são hematófagos parasitas de mamíferos, répteis e aves, podendo afetar significativamente a saúde e a condição física dos seus hospedeiros. Estão globalmente distribuídas por diversos tipos de habitat e a sua abundância é determinada por fatores bióticos e abióticos do meio. As aves, para além de hospedeiros, funcionam como dispersores das carraças e reservatório de agentes patogénicos transmitidos por carraças, tais como a *Borrelia burgdorferi* s.l., responsável pela borreliose de Lyme.

Neste estudo pretendeu-se: (1) identificar a fauna de carraças presentes em duas zonas florestais do centro litoral de Portugal, a Mata Nacional do Choupal e a Tapada Nacional de Mafra; (2) determinar o padrão de sazonalidade e a influência da temperatura e da humidade relativa na abundância de carraças; (3) determinar a importância de passeriformes como hospedeiros de carraças; (4) avaliar os custos do parasitismo pelas carraças às aves, através da análise de parâmetros morfológicos e hematológicos.

O estudo decorreu entre Março de 2010 e Março de 2011. As aves foram capturadas mensalmente com recurso a redes verticais e as carraças foram recolhidas das aves infestadas e da vegetação adjacente às redes verticais pelo método de *flagging*. As aves capturadas foram anilhadas e identificadas e foram recolhidas biometrias e amostras de sangue. Os parâmetros avaliados nas aves foram: tamanho da asa, tamanho do tarso, peso, condição corporal, hematócrito, hemoglobina, WBC, índice H/L, índice de músculo e gordura e presença de hemoparasitas.

Foram recolhidas aproximadamente 1670 carraças da vegetação da Tapada Nacional de Mafra e apenas 3 na Mata Nacional do Choupal, sendo o tipo de vegetação e a grande quantidade de mamíferos presentes na Tapada Nacional de Mafra fatores que podem justificar esta diferença.

Também na Tapada Nacional de Mafra (32,7%) se verificou uma prevalência mais elevada de parasitismo por carraças nas aves do que na Mata Nacional do Choupal (16,9%). No total foram recolhidas 7 espécies de carraças (n=1121) das aves: *Haemaphysalis punctata*, *Hyalomma marginatum*, *Hyalomma lusitanicum*, *Ixodes acuminatus*, *Ixodes arboricola*, *Ixodes frontalis* e *Ixodes ricinus*, sendo o primeiro registo de *Ixodes ricinus* e *Ixodes acuminatus* a parasitar aves em Portugal. Foi também registado, pela primeira vez, *Ixodes arboricola* em território nacional. A espécie mais abundante na Tapada Nacional de Mafra foi *Ixodes ricinus* (69,9%) e na Mata Nacional do Choupal foi *Ixodes frontalis* (75,9%). As carraças apresentaram diferentes padrões de sazonalidade e foi *Ixodes ricinus* a espécie de carraça que demonstrou ser mais sensível às alterações de temperatura e humidade relativa. Verificou-se que as espécies de aves com hábito de forrageamento na vegetação densa possuem taxas de infestação e intensidade de parasitismo por carraças mais elevados. As espécies de aves mais infestadas foram *Erithacus rubecula*, *Turdus merula* e *Turdus philomelos*, sendo estas as espécies de aves que mais contribuem para a manutenção dos estados imaturos de *Ixodes ricinus* e *Ixodes frontalis* nas áreas analisadas. Neste estudo não se verificou um impacto negativo na saúde das aves ao nível dos parâmetros morfológicos e hematológicos analisados, tendo-se verificado apenas uma tendência de que a presença de carraças pode aumentar o indicador de *stress* generalista H/L em *Erithacus rubecula*, *Turdus merula* e *Turdus philomelos* e que uma elevada infestação parece estar relacionada com um decréscimo da condição corporal em *Turdus merula*.

Palavras-chave: Carraças; passeriformes florestais; parasitismo; guildas ecológicas; sazonalidade; saúde das aves.

Abstract

Ticks are haematophageous parasites of mammals, reptiles and birds, which can affect the health and fitness of their hosts. They are globally distributed by various habitat types and their abundance depends on abiotic and biotic factors. Birds play an important role, not only as their hosts, but also in their dispersal and act as reservoirs for pathogens, such as *Borrelia burgdorferi* s.l., responsible for Lyme borreliosis.

The aim of this study was to: (1) identify the ticks present in two forest areas of west Portugal, Mata Nacional do Choupal and Tapada Nacional de Mafra; (2) determine the pattern of seasonality and the influence of temperature and relative humidity in the abundance of ticks; (3) determine the importance of passerine birds as hosts for ticks; (4) assess the effect of tick parasitism on birds through the analysis of morphological and hematological parameters.

The study was conducted between March 2010 and March 2011. The birds were caught monthly in mist nets, and the ticks were collected from infested birds and also from the vegetation along the sides of the mist nets by flagging. The captured birds were ringed and identified. Biometrics and blood samples were collected. Parameters evaluated in birds were: wing size, tarsus size, weight, body condition, hematocrit, hemoglobin content, WBC, H/L stress index, muscle and fat indexes and presence of hemoparasites.

Approximally 1670 questing ticks were collected from the vegetation at Tapada Nacional de Mafra and only 3 at Mata Nacional do Choupal. The type of vegetation and the large number of mammals present in Tapada Nacional de Mafra are factors that may explain this difference. Also in Tapada Nacional de Mafra (32,7%), there was a higher prevalence of parasitism by ticks in birds than in Mata Nacional do Choupal (16,9%). In total 7 species (n=1121) were collected from birds: *Haemaphysalis punctata*,

Hyalomma marginatum, *Hyalomma lusitanicum*, *Ixodes acuminatus*, *Ixodes arboricola*, *Ixodes ricinus* and *Ixodes frontalis*, and this was the first record of *Ixodes ricinus* and *Ixodes acuminatus* parasiting wild birds in Portugal. It was also recorded for the first time *Ixodes arboricola* in Portugal. The most abundant tick species in Tapada Nacional de Mafra and Mata Nacional do Choupal were, respectively, *Ixodes ricinus* (69,9%) and *Ixodes frontalis* (75,9%). Ticks exhibited different patterns of seasonality and *Ixodes ricinus* was more sensitive to changes in temperature and humidity than other tick species. Ground-foreger birds species that had a higher prevalence and intensity of infestation by ticks. The most infested bird species were *Erithacus rubecula*, *Turdus merula* and *Turdus philomelos*. These were the bird species that contributed the most to the maintenance of subadult ticks of *Ixodes ricinus* and *Ixodes frontalis* in the studied areas. This study suggested negative impacts on the morphological and hematological parameters analyzed: the presence of ticks tended to increase the general stress indicator H/L in *Erithacus rubecula*, *Turdus merula* and *Turdus philomelos* and decreased the body condition of highly infested *Turdus merula* birds.

Keywords: Ticks; wild passerine birds, parasitism; ecological guild, seasonality, birds fitness.

Índice

1.Introdução	1
1.1.Ixodida	2
1.1.1.Ciclo de vida	4
1.1.2.Presença em Portugal	6
1.2.Aves como hospedeiros de carraças	9
1.3.Parasitismo e estado de saúde das aves.....	11
1.4.Objetivos	13
2.Áreas de Estudo e Métodos.....	14
2.1.Áreas de estudo	15
2.1.1.Localização da zona geográfica e aspeto da Mata Nacional do Choupal	15
2.1.2.Localização da zona geográfica e aspeto da Tapada Nacional de Mafra.....	17
2.2.Captura de aves	18
2.2.1.Recolha de parâmetros morfológicos das aves	20
2.2.2.Recolha de amostras biológicas das aves.....	23
2.2.2.1.Colheita de sangue	23
2.2.2.2.Recolha de carraças das aves	24
2.3.Recolha de carraças da vegetação	25
2.4.Processamento das amostras sanguíneas em laboratório	26
2.4.1.Preparação e análise dos esfregaços sanguíneos	26
2.4.2.Hematócrito.....	28
2.5.Determinação das guildas ecológicas dos passeriformes.....	28
2.6.Análise de dados	28
3.Resultados	31
3.1.Prevalência, densidade e sazonalidade de carraças na vegetação	32
3.2.Captura de aves e parasitismo por carraças em passeriformes	35
3.2.1.Prevalência, intensidade e sazonalidade de carraças nos passeriformes.....	35
3.3.Abundância de carraças e variações de temperatura e humidade	43
3.4.Prevalência de parasitismo por carraças em passeriformes nas diferentes guildas ecológicas.....	44
3.5.Prevalência de parasitismo por carraças em relação ao sexo e idade dos passeriformes	47
3.6.Importância relativa das espécies de passeriformes como hospedeiros de diferentes espécies e estádios de desenvolvimento de carraças.....	47

3.7.Prevalência de hemoparasitas nos passeriformes infestados.....	50
3.8.Parâmetros hematológicos e morfológicos quantitativos dos passeriformes.....	52
3.9.Parâmetros morfológicos qualitativos, músculo peitoral e depósito de gordura, em passeriformes	55
3.10.Relação entre intensidade de carraças e condição corporal e o índice H/L.....	57
4.Discussão	60
4.1.Prevalência e sazonalidade de carraças na vegetação.....	61
4.2.Prevalência de carraças nos passeriformes e importância destes como hospedeiros de carraças.....	65
4.3.Efeito do parasitismo na condição física das aves por avaliação de parâmetros morfológicos e hematológicos	68
5.Conclusão	71
6.Bibliografia.....	75

Índice de Figuras

Figuras 1A, B, C, D e E: Espécies de ixodídeos comuns em Portugal.....	8
Figura 2: Mata Nacional do Choupal.....	15
Figura 3: Tapada Nacional de Mafra.....	17
Figura 4: Redes verticais montadas.....	19
Figura 5: Determinação do comprimento da asa.....	21
Figura 6: Determinação do comprimento do tarso.....	21
Figura 7: Classificação dos depósitos de gordura segundo Kaiser (1993).....	22
Figura 8: Visualização simultânea da condição muscular e índice subcutâneo de gordura.....	23
Figura 9: Recolha de sangue da ave pela veia braquial.....	24
Figura 10: À esquerda, ave com presença de carraças na zona do bico. À direita, recolha de carraças na zona auricular.....	25
Figura 11: <i>Flagging</i>	26
Figura 12: Densidade de ninfas e adultos de <i>Ixodes ricinus</i> , recolhidos da vegetação, ao longo dos treze meses, na Tapada Nacional de Mafra.....	34
Figura 13: Densidade de ninfas e adultos de <i>Haemaphysalis punctata</i> , recolhidos da vegetação, ao longo dos treze meses, na Tapada Nacional de Mafra.....	34
Figura 14: Total de aves capturadas e aves infestadas na Tapada Nacional de Mafra e na Mata Nacional do Choupal.....	36
Figura 15: Abundância de espécies de carraças encontradas nas aves na Tapada Nacional de Mafra e na Mata Nacional do Choupal.....	37
Figura 16: Abundância dos estádios de desenvolvimento de <i>Ixodes ricinus</i> , recolhidos das aves, ao longo dos treze meses, na Tapada Nacional de Mafra.....	39
Figura 17: Abundância dos estádios de desenvolvimento de <i>Haemaphysalis punctata</i> , recolhidos das aves, ao longo dos treze meses, na Tapada Nacional de Mafra.....	39
Figura 18: Abundância dos estádios de desenvolvimento de <i>Ixodes frontalis</i> , recolhidos das aves, ao longo dos treze meses, na Tapada Nacional de Mafra.....	40
Figura 19: Abundância dos estádios de desenvolvimento de <i>Ixodes frontalis</i> , recolhidos das aves, ao longo dos treze meses, na Mata Nacional do Choupal.....	42

Figura 20: Abundância dos estádios de desenvolvimento de <i>Ixodes ricinus</i> , recolhidos das aves, ao longo dos treze meses, na Mata Nacional do Choupal.....	42
Figura 21: À esquerda <i>Plasmodium</i> spp. e à direita <i>Leucocytozoon</i> spp., em esfregaço sanguíneo	51
Figura 22: À esquerda <i>Haemoproteus</i> spp. e à direita <i>Microfilaria</i> , em esfregaço sanguíneo	51
Figura 23: Prevalência dos diferentes géneros de hemoparasitas presentes nas aves infestadas e não infestadas por carraças	52
Figura 24: Categorias de músculo e gordura de <i>Turdus merula</i> infestados e não infestados por carraças.....	56
Figura 25: Categorias de músculo e gordura de <i>Erithacus rubecula</i> infestados e não infestados por carraças.....	56
Figura 26: Categorias de músculo e gordura de <i>Turdus philomelos</i> infestados e não infestados por carraças.....	56
Figura 27: Relação entre o número de carraças e o índice H/L de <i>Erithacus rubecula</i> com a presença de <i>outliers</i>	58
Figura 28: Relação entre o número de carraças e a condição corporal de <i>Turdus merula</i>	59

Índice de Tabelas

Tabela I: Espécies de ninfas e adultos recolhidos da vegetação, na Tapada Nacional de Mafra, ao longo dos trezes meses	33
Tabela II: Espécies e respetivos estádios de desenvolvimento das carraças recolhidas das aves, na Tapada Nacional de Mafra, ao longo dos trezes meses.....	38
Tabela III: Espécies e respetivos estádios de desenvolvimento das carraças recolhidas das aves, na Mata Nacional do Choupal, ao longo dos trezes meses	41
Tabela IV: Temperatura e humidade relativa média mensal medidas na Mata Nacional do Choupal e na Tapada Nacional de Mafra	44
Tabela V: Espécies de aves capturadas, prevalência e infestação para cada espécie de ave e para cada nível de alimentação, na Tapada Nacional de Mafra e na Mata Nacional do Choupal.....	46
Tabela VI: Carraças recolhidas das diferentes espécies de aves capturadas na Tapada Nacional de Mafra	48
Tabela VII: Carraças recolhidas das diferentes espécies de aves capturadas na Mata Nacional do Choupal	49
Tabela VIII: Comparação de parâmetros quantitativos em <i>Turdus merula</i> infestados e não infestados por carraças, usando o teste <i>t</i> Student.....	53
Tabela IX: Comparação de parâmetros quantitativos em <i>Erithacus Rubecula</i> infestados e não infestados por carraças, usando o teste <i>t</i> Student.....	54
Tabela X: Comparação de parâmetros quantitativos em <i>Turdus philomelos</i> infestados e não infestados por carraças, usando o teste <i>t</i> Student.....	55

1. Introdução

1.1. Ixodida

Os membros da ordem Ixodida, também designados por carraças, são artrópodes ectoparasitas, hematófagos obrigatórios (Klompen *et al.*, 1996; Goddard, 2006), dependendo assim da realização de refeições sanguíneas para se perpetuarem na natureza e completarem o seu ciclo de vida (Santos-Silva *et al.*, 2013). As carraças apresentam uma distribuição geográfica bastante abrangente, de acordo com o nicho ecológico dos seus hospedeiros (Wall & Pitts, 2005), sendo encontradas em habitats que comportam um elevado número destes animais (Hill & MacDonald, 2010). Estão largamente distribuídas por todos os continentes, com exceção das zonas circumpolares (Kolonin, 2009). Parasitam um grande número de vertebrados terrestres e os seus hospedeiros incluem mamíferos, aves, répteis e anfíbios (Wall & Pitts, 2005), no entanto têm sido observadas, com alguma frequência, diferentes espécies a parasitar o Homem. E esta situação não é atribuída a uma tendência antropofílica (Silva *et al.*, 2006), mas sim à oportunidade de contato da carraça com o Homem, o qual se torna um hospedeiro acidental (Rehacek, 1991).

O parasitismo por carraças pode causar danos severos nos animais infestados (Neves *et al.*, 2004; Hill & McDonald, 2010), tanto pela ação direta da carraça - injeção de toxinas, dermatoses e espoliação sanguínea, como pela possível transmissão de agentes patogénicos (Hubálek, 2004; Edosomwan & Amadasun, 2008). Fonseca (2000) e Torres (2010) descrevem as carraças como o grupo mais importante de vetores patogénicos, dentro dos artrópodes, sendo comparáveis apenas aos mosquitos. Diversos estudos têm descrito as carraças como vetores e reservatórios de agentes patogénicos responsáveis por várias doenças infecciosas como riquetsioses (Raoult *et al.*, 1997; Santos-Silva *et al.*, 2006a; 2006b), borreliososes (Anderson *et al.*, 1986; Humair *et al.*, 1999; Taragel'ová *et al.*, 2008), erliquioses (Dumler & Bakken, 1995; Katavolos *et al.*,

1998), tularémia (Parker *et al.*, 1926), arboviroses (Formosinho *et al.*, 2006; Gray *et al.*, 2009), babesioses (Kjemtrup & Conrad, 2000; Cable & Leiby, 2003), entre outras patologias (Magnarelli *et al.*, 1995; Shah *et al.*, 2004; Santos-Silva, 2006a; Medlock *et al.*, 2013) em animais silváticos, domésticos e nos humanos. O conhecimento das espécies de carraças, presentes numa determinada área, reveste-se assim de grande importância para a comunidade médica e científica, tal como para a atividade pecuária (Goddard, 2006).

Atualmente são conhecidas 889 espécies de carraças (Santos-Silva *et al.*, 2013) que se subdividem em três famílias, sendo as duas principais a família Ixodidae (ixodídeos) e a família Argasidae (argasídeos). Os ixodídeos apresentam acentuado dimorfismo sexual (Fonseca, 2000; Neves *et al.*, 2004) e são conhecidos como carraças de corpo duro por possuírem um escudo dorsal, duro e esclerotizado, que cobre na totalidade o dorso nos machos e apenas a porção anterior do dorso nas fêmeas e estados imaturos, de modo a permitir um elevado ingurgitamento necessário à produção de ovos nas fêmeas e à mudança de estágio evolutivo nas larvas e ninfas (Spach *et al.*, 1993). Os argasídeos, denominados carraças de corpo mole, não possuem um escudo dorsal, sendo a sua cutícula flexível e mole, apresentando pouco dimorfismo sexual (Sonenshine, 1991). Nestas duas famílias, cerca de 10% das espécies conhecidas são vetores de agentes patogénicos (Silva *et al.*, 2006). No entanto, é a família Ixodidae que apresenta maior relevância médica e epidemiológica, pelo número de espécies implicadas na transmissão de agentes patogénicos (Wall & Pitts, 2005). A terceira família – Nuttallielidae, possui apenas *Nuttalliella namaqua* como único representante, sendo uma espécie rara, apenas conhecida na África do Sul. Possui características intermédias entre os elementos das outras duas famílias e o seu papel na transmissão de agentes patogénicos e ainda desconhecido (Silva *et al.*, 2006).

Dentro da família Ixodidae são conhecidos mundialmente treze gêneros: *Amblyomma*, *Anomalohimalaya*, *Aponomma*, *Boophilus*, *Cosmiomma*, *Dermacentor*, *Haemaphysalis*, *Hyalomma*, *Ixodes*, *Margaropus*, *Nosoma*, *Rhipicentor* e *Rhipicephalus* (Guglielmone *et al.*, 2010). E a família Argasidae representa-se por quatro gêneros: *Antricola*, *Argas*, *Nothoaspis* e *Ornithodoros* (Guglielmone *et al.*, 2010).

1.1.1.Ciclo de vida

O ciclo biológico dos ixodídeos compreende quatro fases evolutivas: uma fase inativa – ovo, e três fases ativas – larva, ninfa e adulto (Figueiredo, 2007). Todas as espécies de ixodídeos necessitam sempre de uma refeição sanguínea, que pode variar entre alguns dias até semanas (Materna *et al.*, 2008), para poderem realizar a muda e passar à fase evolutiva seguinte. Após a refeição sanguínea, o ixodídeo destaca-se do hospedeiro para o solo, onde ocorre uma muda para o estágio de desenvolvimento seguinte, procurando este um novo hospedeiro, geralmente de maior tamanho que o anterior. Os ixodídeos podem vivenciar ciclos de um, dois ou três hospedeiros, mas apresentam maioritariamente um ciclo de vida de três hospedeiros. No ciclo de um hospedeiro, o ixodídeo permanece no mesmo animal durante as fases de larva, ninfa e adulto, abandonando-o apenas para a ovoposição. Durante o ciclo de dois hospedeiros, a carraça muda de larva para ninfa no primeiro hospedeiro, mas abandona-o entre a fase de ninfa e adulto (Hill & MacDonald, 2010). Os adultos geralmente parasitam mamíferos de médio e grande porte, enquanto que as larvas e ninfas se encontram em pequenos e médios vertebrados, inclusivé uma grande variedade de aves (Gregoire *et al.*, 2002; Medlock *et al.*, 2013). Os machos do género *Ixodes* geralmente não fazem refeições sanguíneas enquanto adultos, despendendo o seu tempo na procura de fêmeas (Heylen *et al.*, 2009) e os machos dos restantes gêneros de ixodídeos fazem-no muito

pouco (Neves, 2004; Marsot *et al.*, 2012). O ciclo de vida dos ixodídeos termina com o acasalamento, que ocorre no hospedeiro (Santos-Silva *et al.*, 2013), e a ovoposição de cerca de 1000 a 4000 ovos, mas que pode atingir os 8000 ovos por fêmea no gênero *Amblyomma*, morrendo as fêmeas no final do processo (Neves, 2004).

A duração deste ciclo, nos ixodídeos, varia entre espécies, mas dura geralmente de um a três anos. No entanto, e dependendo das condições bióticas e abióticas do meio, este pode ser bastante flexível e ser concluído de seis meses a seis anos, sendo mais prolongado nos climas mais frios (Gustavson, 1993). Este prolongamento do seu ciclo de vida, assim como os padrões variáveis de atividade sazonal, devem-se a mecanismos de diapausa que ocorrem em situações adversas (Gray, 1998; Silva *et al.*, 2006).

As carraças possuem um sistema sensorial bem desenvolvido que lhes permite detetar o odor, as vibrações (Hill & MacDonald, 2010) e o gás carbónico emitido pelos animais (Oorebeek *et al.*, 2009). Assim, determinadas espécies – as exofílicas, concentram-se perto dos locais de passagem dos seus hospedeiros subindo do solo, onde se encontram habitualmente, para o topo da vegetação circundante onde esperam pelo seu hospedeiro numa estratégia de emboscada (Gray, 1998; Medlock *et al.*, 2013). As espécies endofílicas utilizam uma estratégia diferente, concentrando-se no habitat dos hospedeiros – ninhos, covas ou tocas, esperando a sua chegada (Parola & Raoult, 2001).

Quando não se encontram no hospedeiro, os ixodídeos encontram-se geralmente na vegetação, onde passam cerca de 94 a 97% do seu tempo de vida (Klompen & Black, 1996), estando portanto muito vulneráveis às condições ambientais (Gray *et al.*, 2008; Torres, 2010). Maetzel *et al.* (2005) associou as zonas com vegetação rasteira e com algumas árvores a condições favoráveis ao aumento da abundância de ixodídeos e Oorebeek & Kleindorfer (2008) estudaram a relação entre os padrões de atividade das carraças e as condições climáticas, concluindo que, em ambientes com pouca humidade,

os ixodídeos exofílicos interrompem o seu comportamento de procura de hospedeiro no topo da vegetação de modo a evitar a desidratação (Perret *et al.*, 2000; Medlock *et al.*, 2013) particularmente o género *Ixodes* (Gray *et al.*, 2009). Assim, para além da disponibilidade de hospedeiros, a temperatura, a humidade, o conteúdo de água no solo e o tipo de vegetação estão fortemente associados à variação temporal e espacial da abundância populacional dos ixodídeos (Perret *et al.*, 2000).

Quanto aos indivíduos da família Argasidae, estes vivenciam um ciclo a que se pode chamar de multi-hospedeiros. Os argasídeos possuem duas ou mais fases de ninfa, que requerem, cada uma delas, uma refeição de sangue do hospedeiro. Ao contrário dos ixodídeos, que permanecem agarrados aos seus hospedeiros durante dias enquanto se alimentam, os argasídeos estão adaptados para se alimentarem rapidamente – em cerca de uma hora, deixando de seguida os seus hospedeiros (Neves *et al.*, 2004). Tanto os machos como as fêmeas fazem refeições sanguíneas e, de três a cinco dias após cada refeição, as fêmeas fazem uma postura de aproximadamente 100 ovos, podendo cada fêmea, durante o seu tempo de vida, totalizar cerca de 800 ovos (Neves *et al.*, 2004).

Apesar de ambas as famílias terem já sido descritas em ambientes urbanos e silvestres, os argasídeos são mais associados a ambientes urbanos, enquanto os ixodídeos, pela sua vulnerabilidade aos fatores ambientais, habitam principalmente meios silvestres (Uspensky, 2008).

1.1.2. Presença em Portugal

Portugal apresenta condições climáticas, ecológicas e ambientais favoráveis ao desenvolvimento de várias espécies ixodológicas (Silva *et al.*, 2006).

A lista atualizada de espécies de carraças presentes em Portugal engloba 24 espécies: *Dermacentor marginatus* Sulzer, 1776; *Dermacentor reticulatus* Fabricius,

1794; *Haemaphysalis hispanica* Gil Collado, 1938; *Haemaphysalis inermis* Birula, 1895; *Haemaphysalis punctata* Canestrini & Fanzago, 1878; *Hyalomma lusitanicum* Koch, 1844; *Hyalomma marginatum* Koch, 1844; *Ixodes acuminatus* Neumann, 1901; *Ixodes bivari* Dias, 1990; *Ixodes canisuga* Johnston, 1849; *Ixodes frontalis* Panzer, 1798; *Ixodes hexagonus* Leach, 1815; *Ixodes ricinus* Linnaeus, 1758; *Ixodes simplex* Neumann, 1906; *Ixodes ventalloi* Gil Collado, 1936; *Ixodes vespertilionis* Koch, 1844; *Rhipicephalus (Boophilus) annulatus* Say, 1821; *Rhipicephalus bursa* Canestrini & Fanzago, 1878; *Rhipicephalus pusillus* Gil Collado, 1938 e *Rhipicephalus sanguineus* Latreille, 1806 pertencentes à família Ixodidae (Santos-Silva *et al.*, 2011) e *Argas reflexus* Fabricius, 1794; *Argas vespertilionis* Latreille, 1802; *Ornithodoros maritimus* Vermeil & Marguet, 1967 e *Ornithodoros erraticus* Lucas, 1849, dentro da família Argasidae (Caeiro, 1999; Rosa *et al.*, 2004).

Na mais recente revisão sobre a fauna ixodídica presente no nosso país, Santos-Silva (2011) considerou como espécies comuns, ou seja, com grande distribuição por todo o território nacional, por ordem decrescente: *Rhipicephalus sanguineus* (Figura 1A), *Dermacentor marginatus* (Figura 1B), *Ixodes ricinus* (Figura 1C), *Hyalomma marginatum* (Figura 1D), *Ixodes hexagonus*, *Rhipicephalus pusillus*, *Rhipicephalus bursa*, *Hyalomma lusitanicum*, *Dermacentor reticulatus*, *Ixodes ventalloi* e *Haemaphysalis punctata* (Figura 1E). E as espécies *Ixodes acuminatus*, *Ixodes frontalis*, *Ixodes canisuga*, *Haemaphysalis inermis* e *Haemaphysalis hispanica* foram consideradas raras ou com restrita distribuição no nosso país.



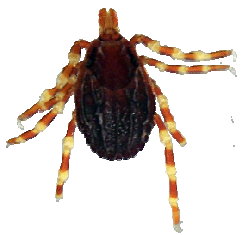
A- Adulto macho de *Rhipicephalus sanguineus*



B- Adulto macho de *Dermacentor marginatus*



C- Adulto fêmea de *Ixodes ricinus*



D- Adulto fêmea de *Hyalomma marginatum*



E- Adulto fêmea de *Haemaphysalis punctata*

Figuras 1 A, B, C, D e E: Espécies de ixodídeos comuns em Portugal. Imagem A adaptada de http://www.tickencounter.org/tick_identification/brown_dog_tick; Imagens B, C e E adaptadas de <http://bristoltickid.blogs.ilrt.org/key-to-genera>; Imagem D adaptada de <http://www.unet.univie.ac.at>

Em Portugal, devido à sua abundância e agentes etiológicos que podem transmitir, as duas espécies de carraças mais importantes em termos de Saúde Pública são *Rhipicephalus sanguineus*, transmissor de *Rickettsia conorii*, responsável pela febre botonosa e *Ixodes ricinus*, reservatório e vetor de *Borrelia burgdorferi* sensu lato, causadora da borreliose de Lyme (Silva *et al.*, 2006).

1.2. Aves como hospedeiros de carraças

As aves, devido à sua elevada mobilidade, apresentam um papel importante na dispersão espacial das carraças que as parasitam, assim como dos agentes patogénicos associados (Gern & Humair, 1998; Kaiser *et al.*, 2002; Reed *et al.*, 2003; Elias *et al.*, 2010). As aves migradoras merecem especial atenção devido ao potencial de dispersão das carraças dentro e entre continentes (Hoogstraal *et al.*, 1963; Poupon *et al.*, 2006), podendo estas fixar-se nos locais de alimentação e descanso das aves, e mais tarde soltar-se durante a rota de migração e/ou nos locais de reprodução/invernada (Movila *et al.*, 2008), podendo deste modo estabelecer novos focos de doenças (Olsén *et al.*, 1995).

Esta importância na saúde pública (Formosinho *et al.*, 2002; Elias *et al.*, 2010) levou a que nos últimos anos tenha sido dada mais atenção à importância das aves como hospedeiros de carraças, tendo já sido descritas espécies de aves como hospedeiros específicos de algumas espécies de ixodídeos (Papadopoulos *et al.*, 2001) e argasídeos. Para além disso, algumas espécies de aves funcionam como reservatório de alguns agentes patogénicos que podem transmitir às carraças, tais como as bactérias *Borrelia burgdorferi* s.l., *Anaplasma phagocytophilum* e *Rickettsia* spp. (Palomar *et al.*, 2012), contribuindo para a manutenção e dispersão destes na natureza. Siuda *et al.* (2006) propôs a divisão das espécies de carraças da fauna polaca, de acordo com a sua especificidade enquanto parasitas de aves, em exclusivamente, geralmente ou

parcialmente carraças ornitófilas, confirmando assim o papel importante das aves como hospedeiros destes parasitas e o seu contributo para a manutenção das populações de carraças. No entanto, Mannelli *et al.* (2005) discordam desta classificação com base em alguns estudos ecológicos, atribuindo uma importância relativa às aves, que devido à sua grande mobilidade frequentam habitats pouco favoráveis às carraças, funcionando estas como principais hospedeiros apenas em áreas onde pequenos e médios mamíferos não estão presentes (Michalik *et al.*, 2008).

Um estudo pioneiro levado a cabo por Eisen *et al.* (2004) com roedores, lagartos e aves capturados simultaneamente no mesmo habitat, indicou que a prevalência de carraças foi semelhante entre as aves com hábito de forrageamento na vegetação rasteira e os outros grupos de vertebrados. Esta descoberta sugere que as carraças, especialmente estados imaturos - larvas e ninfas, infestam mais frequentemente animais cujo contato com substratos contendo carraças é elevado. A infestação nesses locais será tanto mais elevada quanto maior o número de carraças na vegetação em busca de hospedeiro e o possível contato com estes seja maior (Marsot *et al.*, 2012).

Estudos epidemiológicos em roedores mostraram que a infestação por carraças é influenciada por três fatores principais: a densidade de carraças na vegetação (Dorn *et al.*, 1999; Schmidt *et al.*, 1999; Randolph, 2004) e a idade e o sexo dos hospedeiros individuais. A infestação também pode variar entre as espécies (Kurtenbach *et al.*, 1995). Esta variação interespecífica é explicada por diferenças no tamanho corporal (Harrison *et al.*, 2010), a imunocompetência (Hughes & Randolph, 2001) e o alcance e uso vertical do habitat (Boyer *et al.*, 2010). Marsot *et al.* (2012) estendeu estes conhecimentos sobre roedores para as aves e demonstrou que as variações intraespecíficas, sexo e idade, não têm uma influência significativa na infestação das aves. No entanto, as diferenças entre as várias espécies de aves silváticas foram

elevadas, onde as espécies com massa corporal mais elevada e hábito de forrageamento na vegetação rasteira apresentavam maior infestação por carraças. Resultados semelhantes nas variações dentro e entre espécies de aves foram apresentados anteriormente por Gregoire *et al.*, em 2002. O comportamento de forrageamento das aves silváticas é relatado em vários estudos como causa principal para o aumento do risco de infestação por carraças (Eisen *et al.*, 2004; Comstedt *et al.*, 2006; Michalik *et al.*, 2008; Dubska *et al.*, 2009; James *et al.*, 2011), assim como a escolha de alguns habitats em particular, como as florestas com coníferas (Begon *et al.*, 1996; Gregoire *et al.*, 2002).

Apesar dos vários estudos efetuados, ainda poucos foram realizados em populações naturais e não migratórias de aves, sendo o conhecimento da fauna ixodológica nestas populações ainda escasso (Silva *et al.*, 2001; Comstedt *et al.*, 2006; Marsot *et al.*, 2012).

Em Portugal foram encontradas, em aves silváticas, as seguintes espécies de ixodídeos: *Dermacentor marginatus*, *Haemaphysalis punctata*, *Hyalomma lusitanicum*, *Hyalomma marginatum*, *Ixodes canisuga*, *Ixodes frontalis*, *Ixodes ventalli*, *Rhipicephalus pusillus*, *Rhipicephalus sanguineus* e *Rhipicephalus turanicus* (Dias, 1990; Silva, 2001; Santos-Silva *et al.*, 2006a, 2011).

1.3.Parasitismo e estado de saúde das aves

Os custos do parasitismo podem ser medidos em termos energéticos, resposta imunitária ou efeitos na história vital (Råberg *et al.*, 2000). Os ecologistas utilizam diversas ferramentas para análise do estado de saúde das aves, com execução de exames hematológicos e avaliação de parâmetros fisiológicos. Dentro dos hematológicos, a medição do hematócrito, que corresponde à percentagem de glóbulos vermelhos no

volume total sanguíneo, é amplamente utilizado, sendo este um indicador da capacidade de transporte de oxigénio. Este parâmetro é usado como principal indicador do estado de saúde e boa condição física animal (Ots *et al.*, 1998). Os valores baixos indicam anemia, funcionando também como indicador de infeções parasitárias e deficiências nutricionais (Kilgas *et al.*, 2006). A contagem de linfócitos (*white blood cells* – WBC) em esfregaço sanguíneo é uma forma de avaliação indireta da resposta imunitária, onde uma contagem de valores baixos indica um estado de imunossupressão ou ausência de infeção parasitária. A razão entre heterófilos e linfócitos (H/L) é um indicador de *stress* (Maxwell, 1993), uma vez que o número de heterófilos aumenta durante processos inflamatórios, de *stress* e infeções (Coles, 1997). Dentro dos parâmetros morfológicos, Kaiser *et al.* (2002) afirmou que a deposição de gordura é o principal parâmetro que define o seu estado de saúde das aves. Sendo igualmente importantes a condição e massa corporal.

As carraças, como já referido, podem causar danos severos nos seus hospedeiros. E a tentativa de compensação destes danos - decréscimo sanguíneo provocado pela refeição das carraças, reparação das lesões na pele e nos vasos sanguíneos, assim como a resposta imunitária, exigem gastos energéticos elevados que podem levar ao enfraquecimento da condição física dos hospedeiros (Norris & Evans, 1999; Gauthier *et al.*, 2003; Cooper, 2005; Oorebeek *et al.*, 2008) e consequente redução do crescimento ou até mesmo a sua sobrevivência (Lope *et al.*, 1993). No Reino Unido e em França foi documentada uma síndrome (*tick-related syndrome*) associada à infestação por *Ixodes frontalis* responsável pela morte de algumas aves (Monks *et al.*, 2006). Deste modo, o estudo dos custos associados à parasitação por carraças reveste-se de grande importância devido ao seu impacto na dinâmica populacional das aves.

A influência da parasitação por carrças está relativamente bem documentada em aves em cativeiro e no crescimento das ninhadas (Råberg *et al.*, 2000; Szép & Møller, 2000). No entanto pouco ainda se conhece sobre os seus efeitos em aves silvestres após emancipação (Gallizzi *et al.*, 2008; Heylen *et al.*, 2009). Ainda assim, alguns estudos têm encontrado efeitos negativos provocados pela infestação por carrças em aves (Shah *et al.*, 2004), principalmente ao nível do sistema imunitário (Heylen *et al.*, 2010). Estes sugerem um prejuízo em vários parâmetros sanguíneos, em particular a redução dos níveis de hematócrito e hemoglobina. Há evidências encontradas por Heylen (2008) que *Ixodes ricinus* esgota os eritrócitos a uma taxa mais elevada do que a compensação por eritropoiese, estando em linha com Shah (2004) que refere que infestações elevadas por carrças podem levar a perdas sanguíneas elevadas, provocando anemia e eventualmente a morte das aves. No entanto, estas sugestões revelam-se contraditórias por alguns autores que relatam a ausência de custos associados à parasitação exclusiva por carrças (Norris & Evans, 2000).

1.4. Objetivos

O presente trabalho teve como objetivos principais:

Caraterizar e descrever a fauna de carrças presentes em duas áreas florestais suburbanas – Mata Nacional do Choupal e Tapada Nacional de Mafra. Especificamente as espécies de carrças que infestam passeriformes, avaliando a importância destes como hospedeiros de carrças;

Estudar os padrões de variação sazonal das carrças presentes nos passeriformes e na vegetação local e relacioná-los com a variação de temperatura e humidade relativa;

Avaliar o efeito da infestação por carrças no estado de saúde dos passeriformes utilizando parâmetros morfológicos e hematológicos.

2. Áreas de Estudo e Métodos

2.1. Áreas de estudo

O trabalho de campo efetuado neste estudo decorreu em duas zonas florestais do centro-litoral de Portugal, a Mata Nacional do Choupal (figura 2) e a Tapada Nacional de Mafra (figura 3). Segundo Daveau (1985), estas áreas possuem um clima marítimo com fachada atlântica, caracterizado por uma temperatura média anual de 14°C, fracas amplitudes térmicas, humidade média relativa de 85% e precipitação de 800-1000 mm.

Existem diversos estudos que relatam a captura de ixodídeos na Tapada de Mafra (Kurtenbach *et al.*, 2001; Couceiro *et al.*, 2003; Baptista *et al.*, 2004, 2008; Formosinho *et al.*, 2006; Santos *et al.*, 2009), representando este local um ponto de referência para amostragem destes artrópodes, principalmente aqueles que se encontram na vegetação à procura de hospedeiro. No entanto, no que confere à Mata do Choupal, não há dados concretos sobre a sua prevalência e relação com a avifauna, sendo este estudo um dos primeiros a fazer a sua descrição neste local.

2.1.1. Mata Nacional do Choupal



Figura 2: A- Localização geográfica da Mata Nacional do Choupal. B- Aspeto da Mata Nacional do Choupal. Foto cedida por Susana Alves.

de 3,5 km de comprimento, é marginal ao rio Mondego e reparte-se pelas freguesias de Santa Cruz e S. Martinho do Bispo, pertencentes ao concelho e distrito de Coimbra. Possui uma área de 79 ha, 9 dos quais em área aquática, sendo limitada a sul pelo rio Mondego e a norte por um canal de rega, existindo no seu interior vários valeiros com água permanente. Situa-se a uma altitude de 46 metros, sem variações de relevo. Está classificada como zona húmida e é um espaço utilizado preferencialmente para o recreio, lazer e o desporto.

Esta Mata possui uma cobertura vegetal densa e caracteriza-se por uma floresta constituída por um povoamento misto e irregular de maioritariamente folhosas caducifólias. O coberto vegetal que a Mata apresenta na atualidade é o resultado de diversas e continuadas alterações do que originalmente foi plantado, existindo no entanto várias espécies autóctones que compõem e dominam o sub-bosque; é o caso do freixo-de-folhas-estreitas (*Fraxinus angustifolia*), do lodão (*Celtis australis*), do amieiro (*Alnus glutinosa*), do salgueiro-negro (*Salix atrocinerea*), do salgueiro-branco (*Salix alba*) e o do choupo-negro (*Populus nigra*). Destacam-se ainda nesta Mata espécies abundantes como os bordos *Acer negundo* e *Acer pseudoplatanus*, a noqueira-preta (*Juglans nigra*) e o eucalipto (*Eucalyptus* sp). No estrato arbustivo predominam o sabugueiro (*Sambucus nigra*), a silva (*Rubus ulmifolius*) e o loureiro (*Laurus nobilis*), enquanto no estrato herbáceo, a erva-da-fortuna (*Tradescantia fluminensis*) cobre toda a superfície da Mata.

Existe também uma grande diversidade animal, sobretudo de aves, com mais de 65 espécies, de onde se destacam o milhafre-negro (*Milvus migrans*), a garça-vermelha (*Ardea purpurea*) e o pato-real (*Anas platyrhynchos*) e alguns exemplares de mamíferos, tal como o coelho (*Oryctolagus cuniculus*), a raposa (*Vulpes vulpes*) e a o

morcego arborícola (*Myctalus noctula*), entre outros, assim como diversos répteis e anfíbios não identificados (ICNF, s.d.).

2.1.2. Tapada Nacional de Mafra

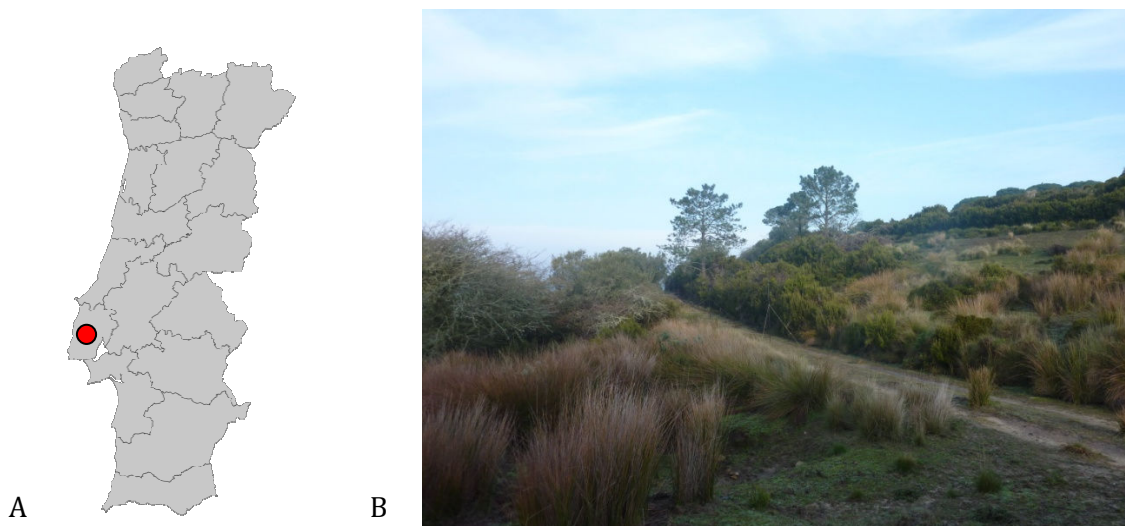


Figura 3: A- Localização geográfica da Tapada Nacional de Mafra. Aspeto da Tapada Nacional de Mafra. Foto cedida por Ana Cláudia Norte.

A Tapada Nacional de Mafra ($38^{\circ}57'N / 9^{\circ}18'W$) possui uma área de 1187 ha, de onde 819 ha estão abertos ao público. É a maior zona natural murada do país, sendo totalmente rodeada por um muro com 3 a 3,5 metros de altura e uma extensão de 18 km (Miguel, 2006). Localiza-se na freguesia de Mafra, concelho de Mafra e distrito de Lisboa. A sua altitude varia entre os 80 e os 360 metros. É uma área de património florestal nacional de elevado interesse paisagístico utilizada para o lazer e recreio, sendo a cinegética uma das suas principais atividades.

A vegetação desta área é principalmente dominada por florestas mistas e matos. Aqui ocorrem algumas das espécies mais representativas da flora nacional, destacando-se o sobreiro (*Quercus suber*), o carvalho-português (*Quercus faginea*) e o pinheiro-manso (*Pinus pinea*). Em abundância também se encontram o pinheiro-bravo (*Pinus*

pinaster), o choupo (*Populus* sp.), o freixo (*Froxinus* sp.) e a oliveira-brava (*Olea europea* var. *sylvestris*). No estrato arbustivo há dominância do pilreiteiro (*Crataegus monogyna*), da urze (*Erica* sp.), do tojo (*Ulex* sp.) e do trovisco (*Daphe gnidium*), enquanto no estrato herbáceo abundam o braquipódio (*Brachypodium phoenicoides*), o feto (*Pteridium aquilinum*) e o junco (*Juncus* sp.). Ao nível do solo pode ainda observar-se uma grande variedade de macrofungos.

Na Tapada Nacional de Mafra também se encontra uma enorme diversidade faunística, sendo o grupo das aves o mais representativo com mais de 60 espécies de onde se destacam duas espécies de alto valor de conservação, a águia-de-Bonelli (*Hieraaetus fasciatus*) e o bufo-real (*Bubo bubo*). Há também uma grande abundância de mamíferos, principalmente de espécies de elevado valor cinegético como o gamo (*Cervus dama*), o veado (*Cervus elaphus*) e o javali (*Sus scrofa*), assim como outros pequenos mamíferos como a raposa (*Vulpes vulpes*), o coelho-bravo (*Oryctolagus cuniculus*) e o texugo (*Meles meles*), entre muitos outros. Nesta área estão, ainda, referenciadas cerca de 20 espécies de répteis e anfíbios (Tapada de Mafra, s.d.).

2.2.Captura de aves

A realização do trabalho de campo para este estudo efetuou-se durante treze meses, entre Março de 2010 e Março de 2011. Durante este período totalizaram-se 55 sessões de anilhagem; 29 destas sessões ocorreram na Tapada Nacional de Mafra, de 10 de Março de 2010 a 22 de Março de 2011 e 26 sessões na Mata Nacional do Choupal entre 12 de Março de 2010 e 18 de Março de 2011. Foram realizadas 2 ou 3 sessões de anilhagem por mês em cada um dos locais e em dias consecutivos. Na Mata Nacional do Choupal, devido a más condições climáticas, apenas foi realizada uma sessão durante o mês de Dezembro.

As aves foram capturadas com o auxílio de redes verticais (redes japonesas) de 4 bolsos, com malha padrão de 3,8 cm², de 12 ou 18 metros de comprimento e 3 metros de altura, montadas durante a madrugada e antes do nascer do sol, de modo a capturar as aves desde o início da sua atividade. Dependendo do local escolhido em cada sessão, foram usadas 5 ou 7 redes. Estas permaneceram abertas durante 5 horas e foram visitadas de hora a hora de forma a minimizar o distúrbio provocado nas aves. O local de montagem das redes foi sempre escolhido de forma a diminuir a sua visibilidade para garantir a sua máxima eficiência (figura 4).



Figura 4: Redes verticais montadas.
Foto cedida por Ana Cláudia Norte.

Deste modo, todos os locais escolhidos tiveram por base os critérios de pouca exposição ao sol e fundo coberto por vegetação, de forma a tornar as redes praticamente invisíveis. Todas as sessões foram realizadas em dias de pouco ou nenhum vento e sem chuva, uma vez que estes fatores impossibilitam a captura de aves pelo aumento da

visibilidade das redes pelas aves e pela fraca atividade das aves em condições meteorológicas adversas.

A extração das aves das redes foi realizada de acordo com Spencer (1976). Logo após a extração, colocaram-se as aves em sacos de pano individuais com cerca de 25 cm de altura e 15 cm de largura para posterior processamento.

As aves capturadas durante as sessões foram identificadas quanto à sua espécie e, quando possível, foi definido o sexo e idade, de acordo com a plumagem, seguindo os critérios apontados por Svensson (1992) e Svensson *et al.* (1999) assim como a experiência dos anilhadores presentes em cada sessão.

Todas as aves capturadas neste projeto foram anilhadas pela Doutora Ana Cláudia Norte. Após a recolha das biometrias e amostras biológicas (sangue e carraças), as aves foram imediatamente libertadas em espaços abertos e fora do alcance das redes, pela simples abertura da mão.

2.2.1.Recolha de parâmetros morfológicos das aves

Após a captura e identificação das aves, foram recolhidos os seguintes parâmetros morfológicos: comprimento da asa (mm), comprimento do tarso (mm), índice de músculo, índice de gordura e peso (g).

Para determinar o comprimento da asa (distância máxima compreendida entre a junção carpal e a extremidade da pena primária mais longa (Melo, 1984), medida com a asa fechada, utilizou-se o método da corda máxima descrito por Svensson (1975), fazendo coincidir o zero da régua metálica graduada com a junção carpal, pressionado de seguida com o polegar as rémiges primárias contra a régua de modo a ficarem achatadas e alinhadas com a haste da primária mais longa, sendo assim possível a medição do comprimento máximo (figura 5).



Figura 5: Determinação do comprimento da asa. Foto cedida por Ana Cláudia Norte.

O comprimento do tarso foi medido com uma craveira de 100 mm com precisão 0,1 mm (figura 6). Este comprimento equivale à distância entre a parte posterior da articulação tíbio-társica e a extremidade da última escama completa do tarso, situada anteriormente à divergência dos dedos (Melo, 1984).



Figura 6: Determinação do comprimento do tarso. Foto cedida por Ana Cláudia Norte.

Os índices subcutâneos de gordura foram analisados visualmente e classificados com base em Kaiser (1993) sem as subdivisões em 0,25. Para esta análise utilizou-se a técnica introduzida por Helms e Drury (1960), onde a ave se segura de costas com uma mão, enquanto a outra mão aprisiona as patas e se sopra para o abdômen e fúrcula (ou depressão inter-clavicular) da ave, afastando assim as penas de modo a ser possível a observação da acumulação de gordura. Foram atribuídos valores de 0 (sem gordura) a 8

(totalmente coberto por gordura) por comparação com a referência utilizada como mostra a figura 7.

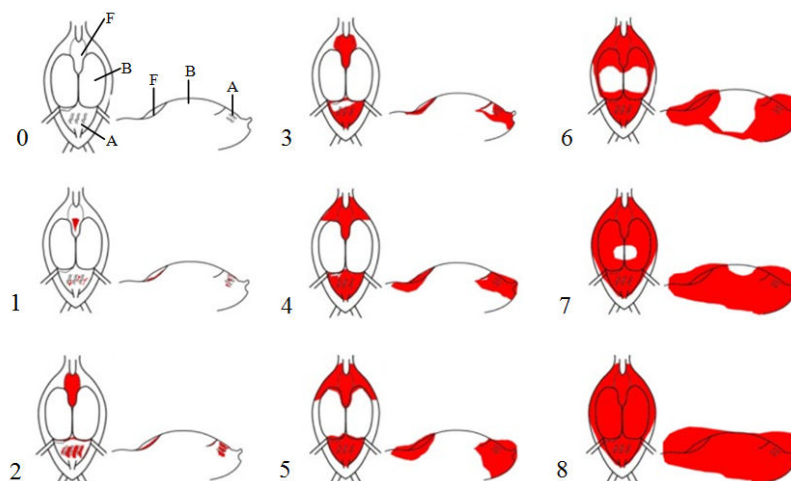


Figura 7: Classificação dos depósitos de gordura segundo Kaiser (1993).
A – Abdômen, B – Músculos peitorais, F – Depressão inter-clavicular.
As manchas a vermelho representam a gordura depositada.

A técnica utilizada para a classificação dos índices de gorduras permite a observação simultânea da condição muscular da ave (figura 8). Para este parâmetro foi atribuído um índice de acordo com uma escala de 0 a 3 (Barlein, 1995). Classificou-se como índice 0 para quilha muito acentuada tornando a musculatura côncava; índice 1 quando a quilha foi distinguível formando um músculo plano; índice 2 para a quilha pouco visível formando um músculo convexo e índice 3 quando a quilha não foi detetável formando uma musculatura muito convexa.



Figura 8: Visualização simultânea da condição muscular e índice subcutâneo de gordura. Foto cedida por Ana Cláudia Norte.

O peso das aves foi obtido com o recurso a dinamômetros (“pesolas”) com capacidade de 50 g e 100 g, com leituras aproximadas às décimas. Cada ave foi colocada individualmente numa bolsa de plástico, previamente concebida para esse efeito, com a cabeça voltada para a abertura do fundo dessa bolsa e de seguida presa ao dinamómetro de capacidade adequada ao tamanho de cada espécie.

2.2.2.Recolha de amostras biológicas das aves

2.2.2.1.Colheita de sangue

Em alguns indivíduos (da mesma espécie, parasitados e não parasitados por carraças), para além do registo das biometrias, efetuou-se também a colheita de uma amostra de sangue (70 a 200 μ l, dependendo do tamanho da ave) a partir da veia braquial (figura 9), para a determinação dos parâmetros hematológicos e prevalência de hemoparasitas. Com o auxílio de um algodão embebido em álcool desinfetou-se a área da veia braquial e afastou-se a penugem, ficando assim a veia visualmente detetável. Utilizou-se uma agulha de 25 G ou 27G para picar a veia e usando um capilar com heparina recolheu-se o sangue necessário. De seguida estancou-se o sangue da veia com um algodão apertando a asa contra o corpo da ave e após a sua estabilização, a ave foi

libertada. A amostra de sangue foi utilizada imediatamente para fazer um esfregaço e utilizado diretamente no aparelho medidor de hemoglobina (Hemocue – Hb 201+). O esfregaço efetuou-se numa lâmina limpa, colocando uma gota de sangue numa das suas extremidades e com a aresta de outra lâmina, colocada num ângulo de 45° sobre a gota, o sangue foi arrastado ao longo da lâmina formando uma película muito fina, para não se observar sobreposição de células na sua posterior análise ao microscópio. Os esfregaços secaram ao ar e foram acondicionados de modo a que não tocassem uns nos outros e transportados em caixas térmicas próprias.

O restante sangue foi mantido nos capilares e acondicionado em caixa térmica até chegada ao laboratório para determinação do hematócrito.



Figura 9: Recolha de sangue pela veia braquial. Foto cedida por Ana Cláudia Norte.

2.2.2.2.Recolha de carraças das aves

Todas as aves capturadas foram inspecionadas para a presença de carraças, tendo em especial atenção a região frontal do crânio, com incidência nas zonas periocular, periauricular, cera e bico (Silva, 2001). As carraças encontradas foram removidas com o auxílio de uma pinça, colocada o mais próximo possível da pele, rodando ligeiramente a carraça até que a peça bucal (hipóstoma) se desprendesse, puxando de seguida com

cuidado até que a carraça se soltasse da ave (figura 10). Após a colheita, as carraças foram imediatamente guardadas em tubos com álcool a 70%, colocando no mesmo tubo as carraças encontradas na mesma ave.

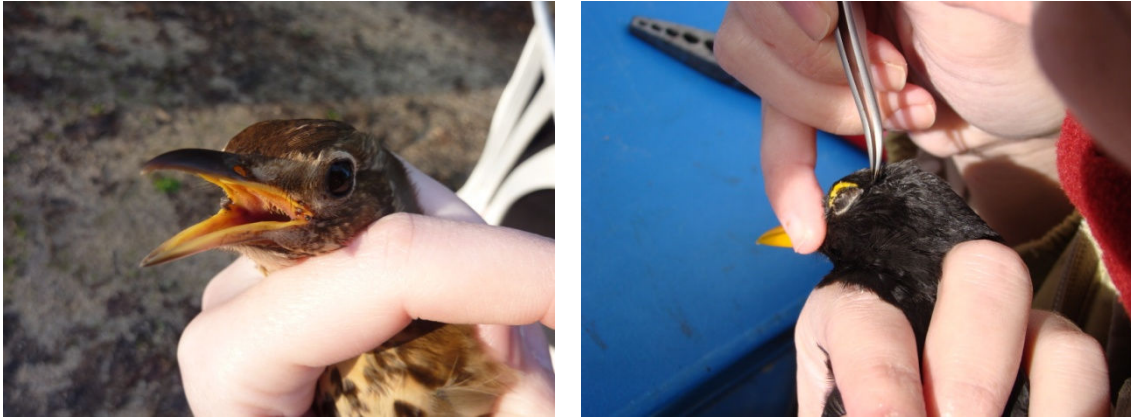


Figura 10: À esquerda, ave com presença de carraças na zona do bico. À direita, recolha de carraça na zona auricular. Fotos cedidas por Ana Cláudia Norte.

2.3.Recolha de carraças da vegetação

Em cada sessão de anilhagem, após a captura e processamento das aves, e imediatamente antes da desmontagem das redes verticais, foi feita a recolha de carraças da vegetação adjacente às redes. Estas foram recolhidas da vegetação recorrendo ao método de arrastamento de bandeira, também conhecido como “*flagging*”, ao longo de 180 ou 204 m² (180mx1m ou 204mx1m) da vegetação que ladeia as redes. Neste método foi utilizado um pano turco branco (para haver contraste, de modo a ser possível a visualização das carraças), com cerca de 1 metro de altura e 1 metro de largura, preso a uma vara que foi sendo arrastado, em linha reta e a uma velocidade constante, ao longo da vegetação (figura 11). A cada 5 metros foi efetuada uma paragem para observação do pano e recolha das carraças capturadas, com auxílio de uma pinça. As carraças recolhidas foram guardadas em tubos com álcool a 70%.



Figura 11: *Flagging*. Foto cedida por Ana Cláudia Norte.

As carraças recolhidas das aves e as carraças recolhidas da vegetação foram posteriormente levadas para o laboratório e analisadas com o auxílio de um estereomicroscópio para a determinação da sua espécie e estágio de desenvolvimento, com base em características externas, usando como guia as chaves dicotômicas presentes em Pérez-Eid (2007).

Em cada um dos locais em estudo foi também realizada a monitorização climática com o auxílio de um termohigrómetro, onde os valores de temperatura e humidade relativa foram medidos a cada meia hora durante o tempo do estudo compreendido entre Abril de 2010 e Março de 2011, com exceção dos meses de Maio e Junho na Tapada Nacional de Mafra por avaria do aparelho.

2.4.Processamento das amostras sanguíneas em laboratório

2.4.1.Preparação e análise dos esfregaços sanguíneos

Em laboratório, procedeu-se à fixação e coloração de todos os esfregaços realizados no dia da recolha ou no dia seguinte. É importante que os esfregaços sejam fixados pouco tempo após serem preparados, de modo a preservar a qualidade das

células (Valkiūnas, 2005). As preparações foram fixadas com May-Grunwalds, cobrindo-as por completo com esta solução durante 3 minutos. De seguida foi deitada água destilada sobre cada lâmina, fazendo uma reação entre a água e o May-Grunwalds durante 1 minuto. Após este tempo o líquido foi escorrido das lâminas e estas foram cobertas com o corante Giemsa durante 15 minutos. Utilizou-se uma solução *stock* de Giemsa que foi diluída numa proporção de 1,5 ml de solução *stock* para 10 ml de água destilada. Este volume é suficiente para 3 a 4 lâminas. A solução de Giemsa foi sempre preparada no momento da sua utilização e em quantidade variável, consoante o número de esfregaços, com a diluição indicada. Passados os 15 minutos, as lâminas foram lavadas em água corrente para retirar restos de coloração e colocadas a secar ao ar durante 24 horas e de seguida armazenadas.

As lâminas foram examinadas ao microscópio numa ampliação inicial de 400x para detetar parasitas de grande dimensões e de seguida numa ampliação de 1000x, utilizando a objetiva de imersão. A contagem do número de leucócitos permitiu determinar o WBC que corresponde ao número total de leucócitos observados por aproximadamente 10000 eritrócitos. Foi considerado que em cada campo do microscópio a uma ampliação de 1000x se encontram cerca de 600 células sanguíneas, portanto para o cálculo dos 10000 eritrócitos foram observados 17 campos do microscópio, descartando os campos com sobreposição de células e com lacunas entre elas. Para o cálculo do índice H/L (heterófilos/linfócitos) foi necessário percorrer mais campos do microscópio, em zig-zag, até serem contabilizadas 100 glóbulos brancos. Em simultâneo, e apenas durante os primeiros 15 minutos de observação, foi procurada a presença de hemoparasitas, cujo género foi classificado segundo Campbell (1994). Depois de finalizada a observação de cada preparação, a lâmina foi limpa e armazenada.

2.4.2.Hematócrito

Os capilares contendo a amostra sanguínea foram centrifugados (a 4 °C, durante 10 minutos, a 1032g) de modo a promover a separação, em camadas, do plasma sanguíneo e dos eritrócitos. O hematócrito foi obtido através da medição da proporção do volume do capilar ocupado pelos glóbulos vermelhos em relação ao volume total ocupado pela amostra de sangue.

2.5.Determinação das guildas ecológicas dos passeriformes

Devido às elevadas taxas de infestação por carrças em passeriformes (Kaiser *et al.*, 2002), foram analisadas e consideradas neste estudo todas as aves capturadas pertencentes a esta ordem.

Tendo por base, Olsén *et al.* (1995) e Edosomwan & Amadasun (2008), de que é nos locais de alimentação e descanso que as carrças podem infestar as aves, e a prévia sugestão que as guildas ecológicas determinam a infestação por carrças, os passeriformes de ambos os locais em estudo foram divididos em grupos, consoante o substrato de alimentação preferencial de cada espécie de ave. Foram estabelecidos empiricamente três níveis distintos: o nível I para as aves que se alimentam preferencialmente em chão aberto, o nível II para as aves que se alimentam em arbustos e chão com vegetação densa e o nível III para as aves que se alimentam maioritariamente em ramos finos e folhas (copa) de árvores.

2.6.Análise de dados

No tratamento e apresentação dos dados foi usada a aplicação Microsoft Office Excel 2007 e na análise estatística utilizou-se o programa IBM SPSS Statistics versão 21.

Na análise da abundância de carraças na vegetação e nas aves, foram utilizadas percentagens e médias com a variabilidade de \pm desvio padrão (Lunet *et al.*, 2006). Na análise da densidade de carraças na vegetação (quantidade de carraças em cada 100m²), foram apresentados os valores absolutos para melhor interpretação dos dados.

Os dados avaliados estatisticamente foram previamente submetidos ao teste de Kolmogorov-Smirnov, que permitiu determinar se os dados apresentavam uma distribuição normal, e ao teste de Levene para testar a homogeneidade de variâncias. Após a utilização destes testes, e mediante o seu resultado, optaram-se por testes paramétricos (teste *t* Student e correlação de Pearson) ou não paramétricos (teste Mann-Whitney U, teste Kruskal-Wallis e correlação de Spearman), para quando os dados não apresentaram normalidade e nem homogeneidade de variâncias. Todos os testes estatísticos foram validados considerando um nível de significância de 95% ($\alpha=0,05$).

Para comparar a prevalência de parasitismo entre as áreas em estudo foi utilizado o teste de Chi-Quadrado (χ^2) e para testar a intensidade de infestação de carraças nos passeriformes, em ambos os locais, efetuou-se o teste de Mann-Whitney U.

A análise da existência de relação entre a humidade relativa e a temperatura com a intensidade de carraças foi determinada pela correlação de Spearman.

As diferenças na prevalência de parasitismo, inter e intra espécies, e a intensidade de infestação de carraças nas aves, entre as diferentes guildas ecológicas, foram analisadas pelo teste de Chi-Quadrado e pelo teste de Kruskal-Wallis, respetivamente.

Para comparar os parâmetros morfológicos e hematológicos (comprimento da asa, peso, comprimento do tarso, condição corporal, hematócrito, hemoglobina, WBC e índice H/L entre os indivíduos infestados e não infestados por carraças recorreu-se ao teste *t* Student. A condição corporal das aves foi calculada a partir dos valores do peso e do tarso, sendo os valores da condição corporal os “*standard residual*” da regressão

linear entre os parâmetros indicados. Os valores das condições corporais de cada ave foram transformados por $\log(x+3)$ de forma a tornar todos os valores positivos.

As diferenças entre o músculo peitoral, o índice de gordura e diferença de prevalência de hemoparasitas entre as aves infestadas e não infestadas foram determinadas por um teste Chi-Quadrado.

Por último, para determinar se o número de carraças encontrado em cada ave possui uma relação linear com a condição corporal da ave e o índice H/L foi realizada uma regressão linear.

3. Resultados

3.1. Prevalência, densidade e sazonalidade de carrças na vegetação

Ao longo de treze meses, entre Março de 2010 e Março de 2011, foram recolhidas, em ambos os locais em estudo e ao longo de 10116 m² de vegetação adjacente à captura das aves, 848 carrças nos estádios de ninfa e adulto. Todas as carrças recolhidas pertenciam à família Ixodidae. 845 destes exemplares foram recolhidos na Tapada Nacional de Mafra ao longo de 5160 m² e apenas 3 foram recolhidos na Mata Nacional do Choupal em 4956m² de terreno.

Dos exemplares de ninfas e adultos capturados na Tapada Nacional de Mafra, verificou-se que a espécie mais abundante foi a *Ixodes ricinus* com 662 (78,3%) indivíduos, seguida de *Haemaphysalis punctata* com 97 (11,5%), *Haemaphysalis inermis* com 44 (5,2%), *Dermacentor marginatus* com 31 (3,7%), *Hyalomma lusitanicum* com 6 (0,7%), *Hyalomma marginatum* com 4 (0,5%) e finalmente *Rhipicephalus sanguineus* com apenas 1 (0,1%) exemplar capturado, como indica a tabela I. Verificou-se, também, que esta relação de prevalência se manteve ao longo dos meses em estudo, onde *Ixodes ricinus* foi a espécie mais capturada em cada um deles, com exceções verificadas nos meses de Agosto, Setembro e Outubro, onde a espécie com maior expressão foi a *Haemaphysalis punctata*. É de notar que o mês com menor número total de carrças recolhidas foi Setembro (n=3) em contraste com o mês de Fevereiro (n=167) onde se verificou o maior número de ninfas e adultos retirados da vegetação. As larvas, apenas amostradas na Tapada Nacional de Mafra foram estimadas visualmente no local em cerca de 824 exemplares, dos quais 24% (n=193) foram recolhidas e analisadas tendo-se encontrado 165 exemplares de *Ixodes ricinus* e 31 de *Haemaphysalis punctata*.

Tabela I: Espécies de ninfas e adultos recolhidos da vegetação, na Tapada Nacional de Mafra, ao longo de treze meses.

Meses	<i>Ixodes ricinus</i>		<i>Haemaphysalis punctata</i>			<i>Haemaphysalis inermis</i>			<i>Dermacentor marginatus</i>		<i>Hyalomma lusitanicum</i>		<i>Hyalomma marginatum</i>		<i>Rhipicephalus sanguineus</i>			Total			
	N	A	N	A	N	A	N	A	N	A	N	A	N	A	N	A					
	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F					
Março/2010	66	6	7	1	2	1	0	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	91
Abril	69	5	1	0	1	2	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	81
Maió	74	2	1	21	1	3	0	0	4	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	108
Junho	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	6
Julho	6	1	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	1	0	0	16
Agosto	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	16
Setembro	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3
Outubro	1	0	2	4	0	3	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	12
Novembro	13	11	9	0	4	1	0	2	3	0	8	2	0	0	0	0	0	0	0	0	53
Dezembro	22	14	8	0	3	2	0	4	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60
Janeiro	83	4	3	1	4	1	0	3	7	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	109
Fevereiro	143	6	1	4	4	3	0	0	1	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	167
Março/2011	90	6	3	4	5	2	0	1	1	0	5	5	0	1	0	0	0	0	0	0	123
Total	571	56	35	55	24	18	0	17	27	0	18	13	3	1	2	2	2	0	1	0	845

Legenda: N-Ninfas; A-Adultos; M-Machos; F-Fêmeas

A variação sazonal dos diferentes estádios de desenvolvimento das espécies *Ixodes ricinus* e *Haemaphysalis punctata*, as mais abundantes na vegetação na Tapada de Mafra, apresentam-se nas figuras 12 e 13, respetivamente.

Verificou-se que as ninfas de *Ixodes ricinus* foram mais abundantes no final do Inverno e início da Primavera, com um máximo em Fevereiro (35/100m²). Os adultos

foram mais abundantes no Inverno com uma densidade máxima no mês de Dezembro (6/100 m²).

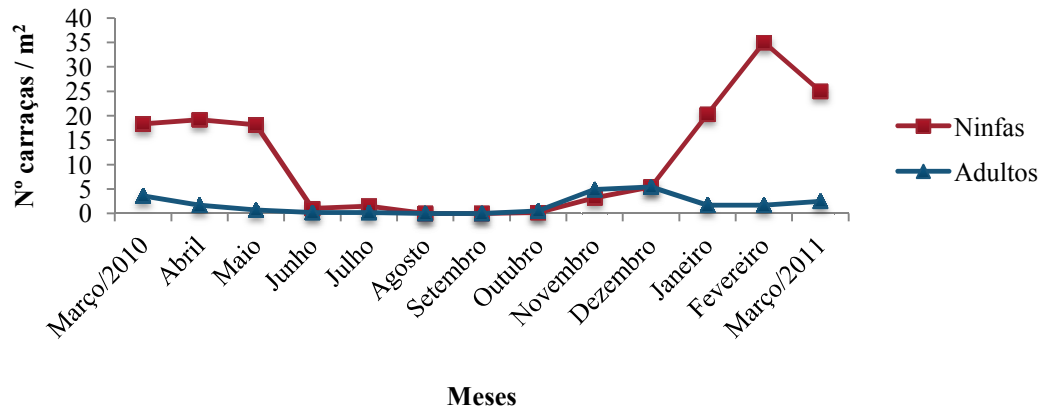


Figura 12: Densidade de ninfas e adultos de *Ixodes ricinus*, recolhidos da vegetação, ao longo dos treze meses, na Tapada Nacional de Mafra.

Quanto a *Haemaphysalis punctata* verificou-se a existência de dois picos nas ninfas, um na Primavera e outro no Verão, nos meses de Maio (5/100m²) e Agosto (3/100 m²). Nos adultos assistiu-se a uma abundância crescente que se iniciou no Outono e se prolongou por todo o Inverno e início da Primavera, atingindo o seu máximo em Março de 2011 (2/100 m²).

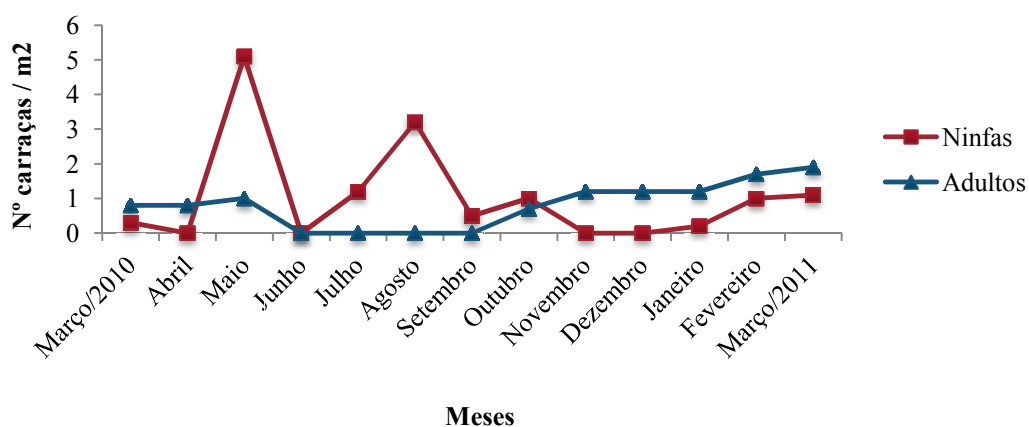


Figura 13: Densidade de ninfas e adultos de *Haemaphysalis punctata*, recolhidos da vegetação, ao longo dos treze meses, na Tapada Nacional de Mafra.

As larvas recolhidas da vegetação verificaram-se nos meses de Maio (n=1), Junho (n≈650), Julho (n≈170) e Agosto (n=3). Havendo um claro pico de larvas em Junho com uma abundância estimada visualmente em cerca de 135 larvas por 100 m².

Quanto à Mata Nacional do Choupal apenas foram capturados 2 adultos no mês de Março, um macho de *Ixode ricinus* e uma fêmea de *Haemaphysalis punctata*, e 1 adulto macho de *Ixodes ricinus* em Novembro.

3.2.Captura de aves e parasitismo por carraças em passeriformes

Durante as sessões de anilhagem efetuadas em ambos os locais, foram capturadas 947 aves pertencentes a 37 espécies diferentes. Foram capturados 2 exemplares de *Alcedo atthis*, 1 exemplar de *Accipiter nisus* e 10 exemplares de *Dendrocopus major*, que não pertencendo à ordem passeriformes, não foram considerados neste estudo. Foram ainda contabilizadas 168 recapturas, de onde 11 se verificaram no mesmo mês de captura, não sendo estas consideradas neste estudo, totalizando assim 923 aves em análise. Na Tapada Nacional de Mafra foram capturadas 263 aves de 24 espécies., enquanto na Mata Nacional do Choupal se capturaram 660 aves pertencentes a 27 espécies.

3.2.1.Prevalência, intensidade e sazonalidade de carraças nos passeriformes

Foram recolhidas, na totalidade, 1121 carraças das aves capturadas em ambos os locais de estudo. Na Tapada de Mafra foram recolhidas 817 carraças de cinco espécies diferentes e nos três estádios de desenvolvimento, enquanto na Mata do Choupal totalizou-se uma recolha de 304 carraças pertencentes a quatro espécies diferentes e também nos três estádios de desenvolvimento.

Comparando a prevalência de carraças recolhidas das aves nos dois locais em estudo (figura 14), observou-se que, na Tapada Nacional de Mafra, 86 aves das 263 capturadas estavam infestadas com carraças, representando uma percentagem de infestação de 32,7%. Na Mata Nacional do Choupal, 112 das 660 aves estavam infestadas, representando cerca de 16,9% das aves capturadas. Verificou-se estatisticamente uma prevalência significativamente mais elevada de parasitismo por carraças nas aves recolhidas na Tapada Nacional de Mafra ($\chi^2=28,514$; $p<0,001$).

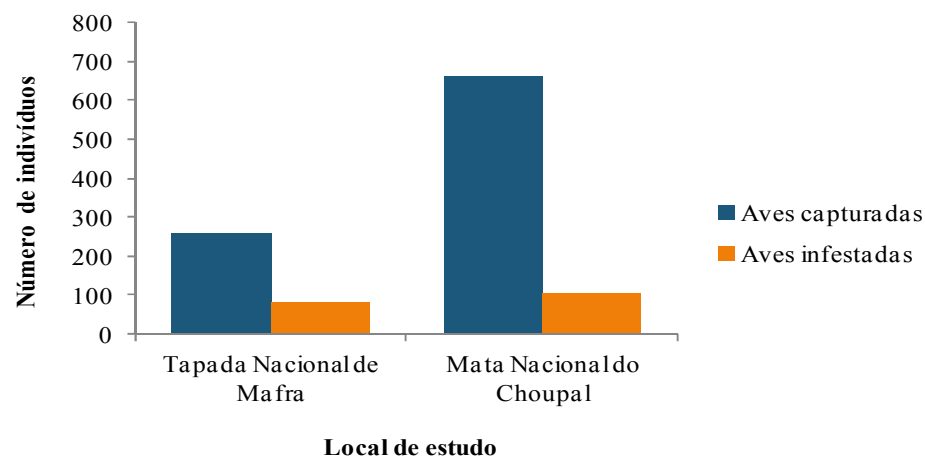


Figura 14: Total de aves capturadas e aves infestadas na Tapada Nacional de Mafra e na Mata Nacional do Choupal.

A intensidade de infestação, ou seja o número de carraças recolhidas em cada ave infestada foi também significativamente maior ($Z=4,191$; $p<0,001$) na Tapada Nacional de Mafra ($\bar{x}=9,50 \pm 16,02$) em comparação com a Mata Nacional do Choupal ($\bar{x}=2,72 \pm 5,28$).

Tal como as carraças recolhidas da vegetação, as que se encontravam a parasitar as aves também pertenciam à família Ixodidae. Contudo, neste local, não foi possível a identificação da espécie de dois indivíduos, sendo apenas aqui referida a sua família.

Do total de espécies de carraças recolhidas das aves em ambos os locais, apenas duas são comuns às duas localizações: *Ixodes ricinus* e *Ixodes frontalis* (figura 15).

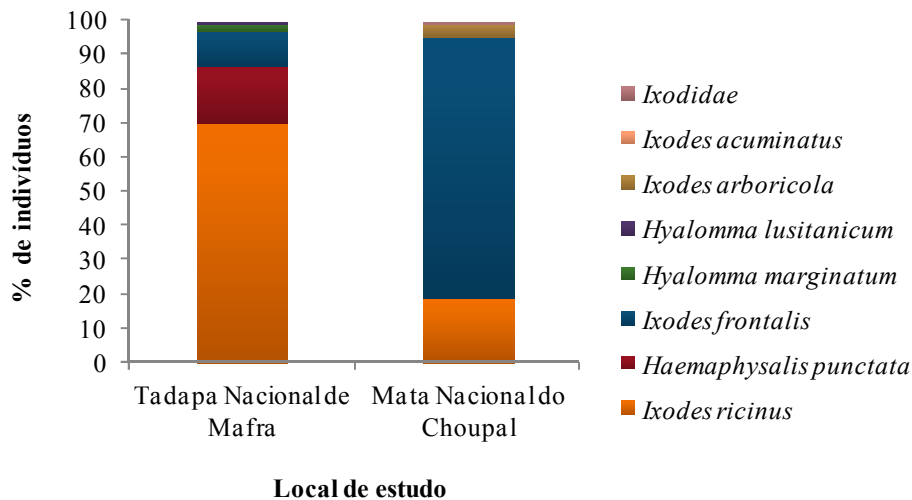


Figura 15: Abundância de espécies de carraças encontradas nas aves na Tapada Nacional de Mafra e na Mata Nacional do Choupal.

Na Tapada de Mafra (tabela II), a espécie de carraça recolhida das aves com maior prevalência foi a *Ixodes ricinus* (69,9%) com 571 carraças recolhidas, seguindo-se *Haemaphysalis punctata* (16,9%) com 138, *Ixodes frontalis* (10,0%) com 82, *Hyalomma marginatum* (2,7%) com 22, e por último *Hyalomma lusitanicum* (0,5%) com apenas 4 carraças recolhidas. Esta relação de prevalência foi relativamente constante em todos os meses estudados, com exceções verificadas em Julho e Setembro, onde *Hyalomma marginatum* foi a segunda espécie mais recolhida no mês de Julho, e em Setembro onde o único indivíduo recolhido foi da espécie *Haemaphysalis punctata*. Os meses com maior número de carraças recolhidas das aves foram Junho (n=456) e Julho (n=99) e em menor número foram os meses de Agosto (n=3), Setembro (n=1) e Outubro (n=4).

Tabela II: Espécies e respetivos estádios de desenvolvimento das carraças recolhidas das aves, na Tapada Nacional de Mafra, ao longo dos treze meses.

Meses	<i>Ixodes ricinus</i>			<i>Haemaphysalis punctata</i>			<i>Ixodes frontalis</i>			<i>Hyalomma marginatum</i>			<i>Hyalomma lusitanicum</i>			Total
	L	N	A	L	N	A	L	N	A	L	N	A	L	N	A	
Março/2010	1	10	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	12
Abril	2	18	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22
Maio	29	23	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	53
Junho	318	2	0	132	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	0	456
Julho	76	0	0	2	0	0	0	0	0	21	0	0	0	0	0	99
Agosto	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Setembro	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Outubro	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	4
Novembro	1	2	0	0	0	0	53	2	0	0	0	0	0	0	0	58
Dezembro	0	0	0	0	0	0	14	6	0	0	0	0	0	0	0	20
Janeiro	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Fevereiro	1	31	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	37
Março/2011	4	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49
Total	435	135	1	135	3	0	71	11	0	21	1	0	1	3	0	817

Legenda: L-Larvas; N-Ninfas; A-Adultos

A análise da sazonalidade das espécies mais abundantes de carraças recolhidas nas aves neste local, mostrou que *Ixodes ricinus* (figura 16) seguiu um padrão de prevalência semelhante ao encontrado na vegetação, onde as larvas foram mais abundantes no Verão, com um máximo a acontecer em Junho (n=318) e as ninfas abundaram no final de Inverno e Primavera, com um máximo mais tardio registado em Março (n=45). Quanto aos adultos apenas foi recolhido 1 exemplar em Outubro.

A espécie *Haemaphysalis punctata* (figura 17) também seguiu o padrão sazonal verificado nas recolhas da vegetação, mas apenas em relação às larvas, com o máximo a acontecer no mesmo mês, Junho (n=132). As ninfas apenas foram recolhidas em Abril (n=2) e Maio (n=1) e não foram recolhidos adultos. Em relação à espécie *Ixodes frontalis* (figura 18), onde não houve exemplares recolhidos da vegetação, verificou-se que tanto as larvas como as ninfas foram mais abundantes no Inverno, com um máximo em Novembro (n=53) e Dezembro (n=6), respetivamente. Quanto a indivíduos adultos, não foi recolhido qualquer um nas aves capturadas.

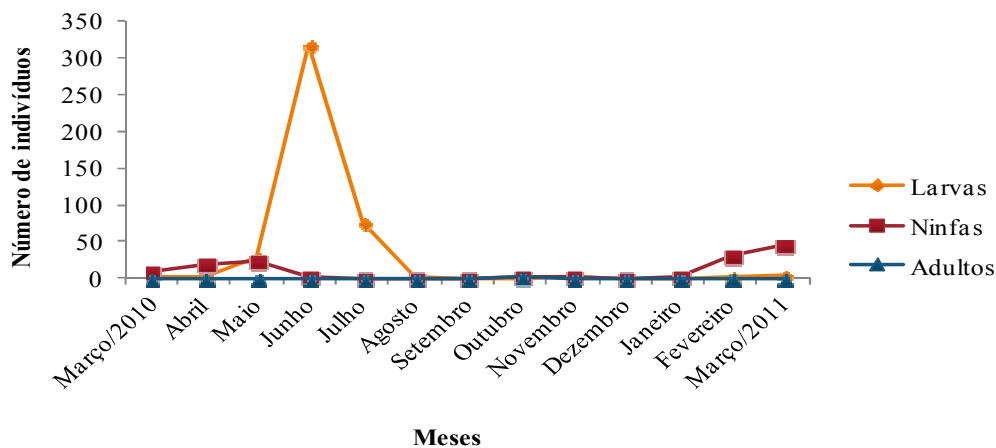


Figura 16: Abundância dos estádios de desenvolvimento de *Ixodes ricinus*, recolhidos das aves, ao longo dos treze meses, na Tapada Nacional de Mafra.

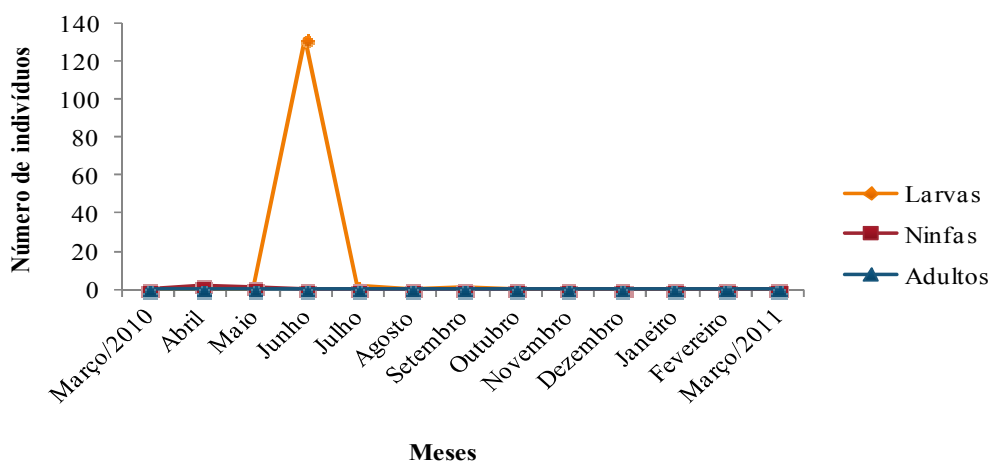


Figura 17: Abundância dos estádios de desenvolvimento de *Haemaphysalis punctata*, recolhidos das aves, ao longo dos treze meses, na Tapada Nacional de Mafra.

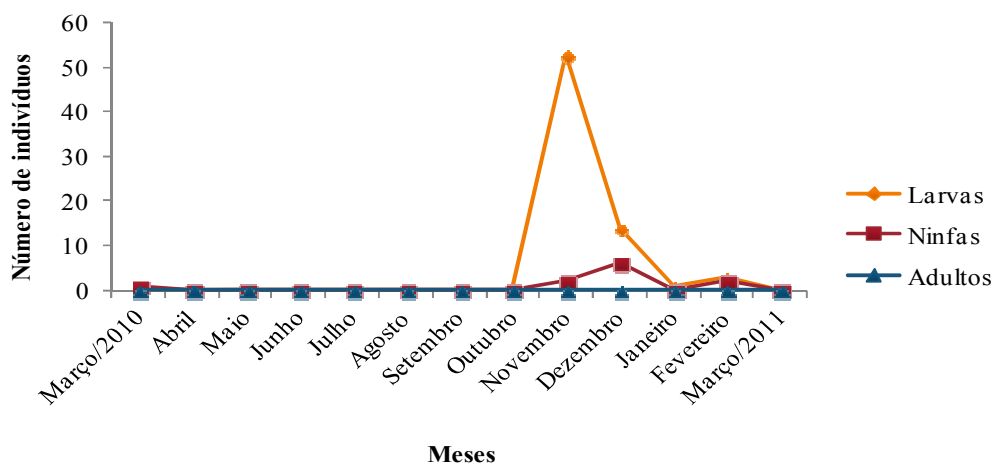


Figura 18: Abundância dos estádios de desenvolvimento de *Ixodes frontalis*, recolhidos das aves, ao longo dos treze meses, na Tapada Nacional de Mafra.

Na Mata Nacional do Choupal (tabela III), a espécie de carraça mais abundante foi a *Ixodes frontalis* (75,9%) com 231 indivíduos recolhidos, seguindo-se *Ixodes ricinus* (18,8%) com 57, *Ixodes arboricola* (4,3%) com 13, e por último *Ixodes acuminatus* (0,3%) com apenas 1. Os 2 indivíduos não identificados representam uma percentagem de 0,7% das carraças recolhidas. Pela tabela III, verifica-se que apesar da elevada prevalência de *Ixodes frontalis* não se registou qualquer captura de carraças desta espécie de Março a Agosto de 2010, sendo *Ixodes ricinus* e *Ixodes arboricola* as espécies mais abundantes neste período. Os meses com maior captura de carraças foram Novembro (n=88) e Fevereiro (n=56) e com menor número em Setembro (n=1) e Abril (n=4) e nula nos meses de Junho, Julho e Agosto, onde não foi recolhida qualquer carraça.

Tabela III: Espécies e respetivos estádios de desenvolvimento das carraças recolhidas das aves, na Mata Nacional do Choupal, ao longo dos treze meses.

Meses	<i>Ixodes frontalis</i>			<i>Ixodes ricinus</i>			<i>Ixodes arboricola</i>			<i>Ixodes acuminatus</i>			Ixodidae			Total	
	L	N	A	L	N	A	L	N	A	L	N	A	L	N	A		
Março/2010	0	0	0	27	15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43
Abril	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
Maió	0	0	0	2	3	0	11	1	0	0	0	0	0	0	0	0	17
Junho	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Julho	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Agosto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Setembro	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Outubro	12	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
Novembro	85	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	88
Dezembro	30	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	43
Janeiro	8	10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	20
Fevereiro	25	24	3	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	55
Março/2011	11	4	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	18
Total	171	56	4	31	25	1	11	2	0	0	0	1	1	0	1	0	304

Legenda: L-Larvas; N-Ninfas; A-Adultos

A sazonalidade verificada na recolha de larvas da espécie *Ixodes frontalis* (figura 19) na Mata do Choupal coincide com a encontrada na Tapada de Mafra, onde também se verificam dois picos de abundância, em Novembro (n=85) e Fevereiro (n=25). Quanto às ninfas, estas foram igualmente abundantes no Inverno em ambas as áreas, mas na Mata Nacional do Choupal o seu máximo aconteceu em Fevereiro (n=24). Nos

adultos registaram-se recolhas neste local, mas apenas nos meses de Janeiro (n=1) e Fevereiro (n=3).

A espécie *Ixodes ricinus* (figura 20) seguiu um padrão de recolha de larvas diferente do encontrado na Tapada Nacional de Mafra, onde na Mata Nacional do Choupal o máximo se verificou em Março (n=27). As ninfas apresentaram o mesmo padrão da Tapada Nacional de Mafra, com um pico também em Março (n=15). Na Mata Nacional do Choupal também se verificou apenas a recolha de um indivíduo adulto, mas esta aconteceu em Março.

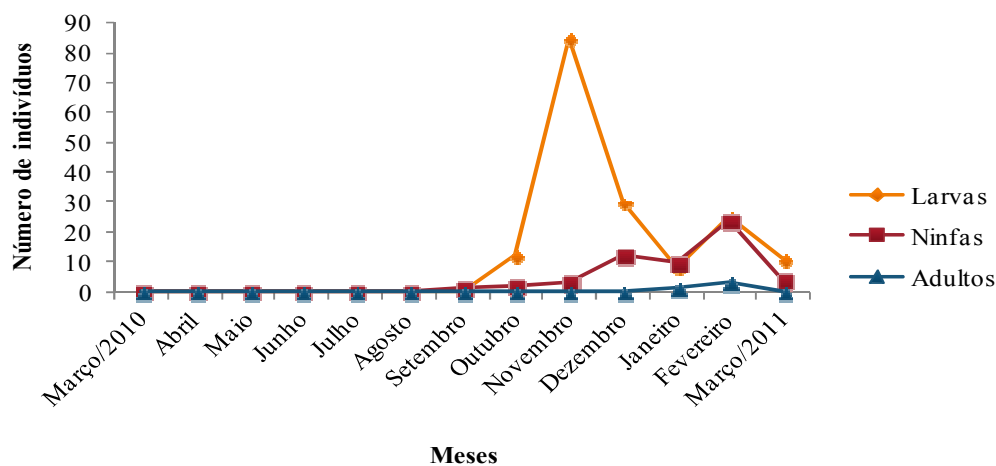


Figura 19: Abundância dos estádios de desenvolvimento de *Ixodes frontalis*, recolhidos das aves, ao longo dos treze meses, na Mata Nacional do Choupal.

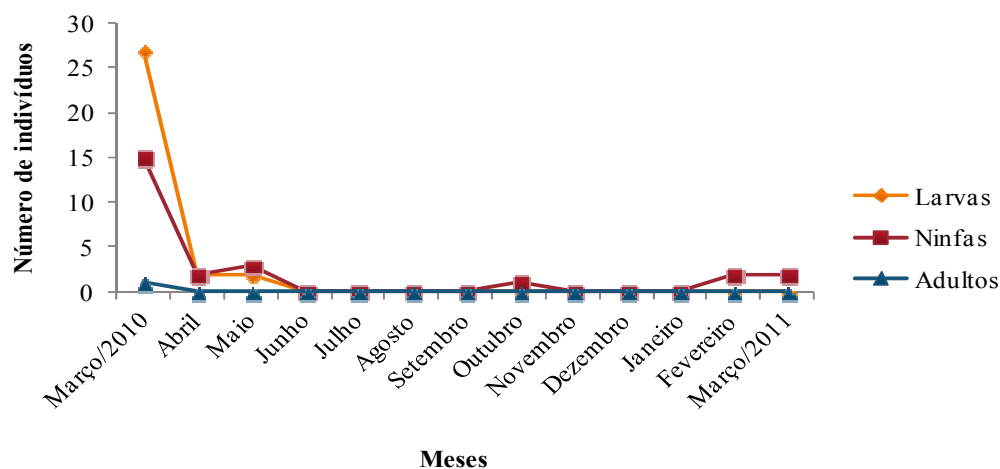


Figura 20: Abundância dos estádios de desenvolvimento de *Ixodes ricinus*, recolhida das aves, ao longo dos treze meses, na Mata Nacional do Choupal.

3.3. Abundância de carraças e variações de temperatura e humidade

As médias de temperatura e humidade relativa medidas ao longo de cada mês, em ambos os locais, estão expressas na tabela IV. A correlação destes parâmetros com a ocorrência de carraças foi efetuada para as espécies mais abundantes na vegetação e apenas para a Tapada Nacional de Mafra, uma vez que o número de carraças ($n=3$) recolhidas da vegetação da Mata Nacional do Choupal foi muito reduzido para permitir uma análise.

Verificou-se que as ninfas ($r = -0,874$; $n=9$; $p=0,002$) e os adultos ($r = -0,700$; $n=9$; $p=0,036$) de *Ixodes ricinus* apresentaram uma correlação negativa com a temperatura, ou seja, houve um decréscimo significativo do número de ninfas e adultos com o aumento deste parâmetro. A humidade relativa correlacionou-se positivamente com a quantidade de ninfas ($r=0,393$; $n=9$; $p=0,029$) e adultos ($r=0,731$; $n=9$; $p=0,025$) desta espécie.

Em *Haemaphysalis punctata*, apenas se verificou uma correlação negativa entre a temperatura e a quantidade de adultos ($r = -0,857$; $n=9$; $p=0,003$), não havendo uma relação entre a temperatura e a quantidade mensal de ninfas ($r=0,573$; $n=9$; $p=0,107$). Também nesta espécie, apenas as ninfas ($r=-0,809$; $n=9$; $p=0,008$) são afetadas pela humidade relativa, havendo uma correlação negativa entre ambas. E os adultos ($r=0,520$; $n=9$; $p=0,151$) não se correlacionam significativamente com a humidade relativa.

Tabela IV: Temperatura e humidade relativa média mensal medidas na Mata Nacional do Choupal e na Tapada Nacional de Mafra.

Meses	Mata Nacional do Choupal		Tapada Nacional de Mafra	
	Temperatura (°C)	Humidade relativa (%)	Temperatura (°C)	Humidade relativa (%)
Abril	16,9	84,3	14,6	91,4
Mai	18,9	80,3	-	-
Junho	19,0	89,4	-	-
Julho	22,6	80,5	21,2	73,0
Agosto	22,8	82,7	21,9	71,1
Setembro	19,9	82,5	20,3	75,7
Outubro	16,5	89,7	16,0	82,2
Novembro	11,5	86,5	12,9	84,2
Dezembro	9,9	85,9	11,8	84,1
Janeiro	9,8	85,3	11,7	80,7
Fevereiro	10,5	82,7	11,7	82,5
Março	12,6	74,9	12,2	75,3

3.4. Prevalência de parasitismo por carraças em passeriformes nas diferentes guildas ecológicas

As aves agrupadas em níveis, consoante o local preferencial de alimentação, juntamente com a prevalência e intensidade de infestação para cada espécie de ave e para cada nível apresentam-se na tabela V.

Comparando a infestação por carraças em aves pertencentes às três guildas ecológicas, verificou-se que a prevalência de infestação foi mais elevada no nível II ($\chi^2=35,427$; $p<0,001$) com 184 aves parasitadas por 709 capturadas, representando uma percentagem de infestação de 25,9%. Seguindo-se o nível I com 7,4% (8 aves parasitadas por 108 capturadas) e por último o nível III com 5,7% (6 aves parasitadas por 105 capturadas) de aves infestadas com carraças.

Verificou-se, também, que a intensidade média de infestação por carraças nas aves foi significativamente mais elevada no nível II ($H(2)=6,01$, $p=0,049$) com uma média de 5,97 ($\pm 12,12$) carraças por ave infestada, seguindo-se o nível III com 2,12 ($\pm 0,75$) e o nível I com 1,25 ($\pm 0,46$).

Quanto à prevalência de carraças nas diferentes espécies de aves capturadas, registou-se uma prevalência mais elevada em *Turdus philomelos* (64,3%), *Turdus merula* (55,8%) e *Sturnus unicolor* (50%). É de notar que as espécies *Garrulus glandarius* e *Phylloscopus ibericus* tiveram uma prevalência de 100% de infestação, mas que apenas foi capturado 1 indivíduo de cada uma destas espécies.

As espécies que apresentaram maior intensidade de infestação por carraças foram *Turdus merula* ($\bar{x}=11,08\pm 19,01$), *Sylvia melanocephala* ($\bar{x}=6,33\pm 6,65$) e *Erithacus rubecula* ($\bar{x}=5,02\pm 9,56$).

Tabela V: Espécies de aves capturadas, prevalência e infestação para cada espécie de ave e para cada nível de alimentação, na Tapada Nacional de Mafra e Mata Nacional do Choupal.

Espécies de aves	Aves capturadas	Aves parasitadas (%)	Carrças recolhidas	Média carrças/Ave	Nível	Prevalência parasitismo (%)	Média carrças /Ave
<i>Carduelis carduelis</i>	1	0	0	0			
<i>Carduelis chloris</i>	35	2 (5,7)	2	1			
<i>Emberiza cirius</i>	1	0	0	0			
<i>Estrilda astrild</i>	1	0	0	0			
<i>Fringilla coelebs</i>	25	3 (12)	4	1,33			
<i>Motacilla cinerea</i>	5	0	0	0	I	7,4	1,25
<i>Passer domesticus</i>	1	0	0	0			
<i>Passer montanus</i>	7	0	0	0			
<i>Prunella modularis</i>	1	0	0	0			
<i>Serinus serinus</i>	29	2 (6,9)	2	1			
<i>Sturnus unicolor</i>	2	1 (50)	2	2			
<i>Acrocephalus scirpaceus</i>	5	0	0	0			
<i>Certhia brachidactyla</i>	62	10 (16,1)	27	2,70			
<i>Cettia cetti</i>	18	2 (11,1)	2	1			
<i>Erithacus rubecula</i>	164	65 (39,6)	326	5,02			
<i>Ficedula hypoleuca</i>	5	0	0	0			
<i>Garrulus glandarius</i>	1	1 (100)	37	37			
<i>Muscicapa striata</i>	1	0	0	0			
<i>Parus major</i>	66	14 (21,2)	20	1,43			
<i>Sylvia atricapilla</i>	182	5 (2,7)	19	3,80	II	25,9	5,97
<i>Sylvia borin</i>	1	0	0	0			
<i>Sylvia communis</i>	1	0	0	0			
<i>Sylvia melanocephala</i>	20	3 (15)	19	6,33			
<i>Sitta europaea</i>	7	1 (14,3)	1	1			
<i>Troglodytes troglodytes</i>	76	26 (34,2)	83	3,19			
<i>Turdus merula</i>	86	48 (55,8)	532	11,08			
<i>Turdus philomelos</i>	14	9 (64,3)	33	3,67			
<i>Aegithalos caudatus</i>	17	0	0	0			
<i>Cyanistes caeruleus</i>	30	4 (13,3)	10	2,50			
<i>Parus ater</i>	7	0	0	0			
<i>Phylloscopus collybita</i>	36	0	0	0	III	5,7	2,12
<i>Phylloscopus ibericus</i>	1	1 (100)	2	2			
<i>Phylloscopus trochilus</i>	5	0	0	0			
<i>Regulus ignicapillus</i>	9	1 (11,1)	1	1			

3.5.Prevalência de parasitismo por carrças em relação ao sexo e idade dos passeriformes

Para avaliar a influência de fatores inerentes às aves, como o sexo e a idade, no risco de parasitismo por carrças, foi comparada a prevalência de infestação de carrças entre os passeriformes juvenis e adultos das espécies *Turdus merula* e *Erithacus rubecula*. A escolha destas duas espécies deveu-se ao grande número de indivíduos capturados com sexo e idade determinados e elevada infestação por carrças.

Foi também analisada a diferença de infestação entre machos e fêmeas, particularizando neste caso apenas na espécie *Turdus merula*, uma vez a falta de dimorfismo sexual em *Erithacus rubecula* não permitiu a definição do sexo nesta espécie.

Verificou-se que não houve diferenças na infestação entre machos e fêmeas ($\chi^2=0,498$; $p=0,480$) de *Turdus merula*, assim como entre adultos e juvenis ($\chi^2=3,363$; $p=0,067$) desta espécie. Igual resultado estatístico foi registado entre os adultos e juvenis ($\chi^2=0,010$; $p=0,922$) de *Erithacus rubecula*.

3.6.Importância relativa das espécies de passeriformes como hospedeiros de diferentes espécies e estádios de desenvolvimento de carrças

Foi analisada a distribuição de cada uma das espécies e estádios de desenvolvimento das carrças encontradas nas aves em cada um dos locais de estudo (tabelas VI e VII), de modo a determinar a importância relativa de cada espécie de ave como hospedeiros de carrças.

Tabela VI: Carraças recolhidas das diferentes espécies de aves capturadas na Tapada Nacional de Mafra.

Espécies	Aves capturadas (Aves infestadas)	<i>Ixodes ricinus</i>			<i>Haemaphysalis punctata</i>		<i>Ixodes frontalis</i>		<i>Hyalomma marginatum</i>		<i>Hyalomma lusitanicum</i>	
		L	N	A	L	N	L	N	L	N	L	N
<i>Carduelis chloris</i>	22 (2)	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Certhya brachydactyla</i>	29 (4)	15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Erithacus rubecula</i>	72 (37)	129	13	0	0	0	46	4	0	0	0	0
<i>Fringilla coelebs</i>	9 (1)	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Garrulus glandarius</i>	1 (1)	28	0	0	8	0	0	0	0	1	0	0
<i>Parus major</i>	8 (3)	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Phylloscopus ibericus</i>	1 (1)	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Serinus serinus</i>	11 (1)	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sylvia atricapilla</i>	23 (3)	16	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Sylvia melanocephala</i>	17 (3)	17	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
<i>Troglodytes troglodytes</i>	14 (8)	42	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Turdus merula</i>	23 (20)	180	101	1	127	3	20	4	21	0	1	3
<i>Turdus philomelos</i>	2 (2)	0	16	0	0	0	1	2	0	0	0	0

Legenda: L-Larvas; N-Ninfas; A-Adultos

Na Tapada Nacional de Mafra verificou-se que *Ixodes ricinus* foi a espécie de carraça mais distribuída pelas espécies de aves e também a mais abundante, sendo encontrada em 13 espécies. *Ixodes frontalis* foi recolhida em 6 espécies de aves. As espécies *Hyalomma marginatum* e *Haemaphysalis punctata* apenas se recolheram em 2 espécies de aves, *Turdus merula* e *Garrulus glandarius*. E *Hyalomma lusitanicum* apenas se recolheu de *Turdus merula*.

As larvas de *Ixodes ricinus* foram encontradas em maior número em *Turdus merula* e *Erithacus rubecula* com 41,4% e 29,7%, respetivamente. E 74,3% das ninfas desta espécie foram encontradas também em *Turdus merula*.

As larvas de *Ixodes frontalis* foram maioritariamente encontradas em *Erithacus rubecula* (64,8%) e as ninfas foram igualmente encontradas em *Erithacus rubecula* e *Turdus merula*, podendo assim afirmar-se que estas duas espécies de aves são importantes hospedeiros destas duas espécies de carraças, *Ixodes ricinus* e *Ixodes frontalis* e *Turdus merula* hospedeiro preferencial das restantes espécies de carraças.

Tabela VII: Ccarraças recolhidas das diferentes espécies de aves capturadas na Mata Nacional do Choupal.

Espécies	Aves capturadas (Aves infestadas)	<i>Ixodes frontalis</i>			<i>Ixodes ricinus</i>			<i>Ixodes arboricola</i>		<i>Ixodes acuminatus</i>
		L	N	A	L	N	A	L	N	A
<i>Certhya brachydactyla</i>	33 (6)	1	1	1	0	0	0	8	0	0
<i>Cetia cetti</i>	18 (2)	0	0	0	1	1	0	0	0	0
<i>Cyanistes caeruleus</i>	24 (4)	8	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Erithacus rubecula</i>	93 (28)	125	1	0	8	1	0	0	0	0
<i>Fringilla coelebs</i>	16 (2)	0	1	0	0	1	0	0	0	0
<i>Parus major</i>	57 (11)	4	6	2	0	1	0	0	1	0
<i>Regulus ignicapillus</i>	6 (1)	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Serinus serinus</i>	18 (1)	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sitta europaea</i>	7 (1)	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Sturnus unicolor</i>	2 (1)	0	0	0	0	0	0	2	0	0
<i>Sylvia atricapilla</i>	159 (2)	0	0	0	0	2	0	0	0	0
<i>Troglodytes troglodytes</i>	62 (18)	22	2	0	9	6	0	0	0	0
<i>Turdus merula</i>	63 (28)	7	35	1	12	12	1	1	0	1
<i>Turdus philomelos</i>	12 (7)	4	8	0	0	1	0	0	0	0

Legenda: L- Larvas; N-Ninfas; A-Adultos

Na Mata Nacional do Choupal *Ixodes frontalis* e *Ixodes ricinus* foram as espécies mais abundantes, sendo encontradas em 10 e 9 espécies, respetivamente. O único exemplar de *Ixodes acuminatus* recolhido foi encontrado em *Turdus merula*.

Neste local, observou-se que tal como na Tapada de Mafra, as larvas de *Ixodes frontalis* foram mais abundantes em *Erithacus rubecula* (73,1%), sendo também encontradas em grande quantidade em *Troglodytes troglodytes* (12,9%), e as ninfas encontraram-se mais em *Turdus merula* (62,5%), tal como na outra zona em estudo.

As larvas e ninfas de *Ixodes ricinus* foram encontradas mais abundantemente em *Turdus merula* (38,7% e 50,0%, respetivamente) e *Troglodytes troglodytes* (29,1% e 25,0%, respetivamente). Deste modo, *Turdus merula* e *Erithacus rubecula* são também neste local as espécies mais importantes como hospedeiros de *Ixodes ricinus* e *Ixodes frontalis*. No entanto, neste local *Troglodytes troglodytes* revela-se também um importante hospedeiro.

A espécie *Ixodes arboricola* foi maioritariamente encontrada em aves que nidificam ou descansam/pernoitam em cavidades das árvores, como *Certhya brachidactyla* e *Sturnus unicolor*, consistente com os hábitos endofíticos desta espécie de carraça.

3.7.Prevalência de hemoparasitas nos passeriformes infestados

Foram analisados um total de 184 esfregaços de sangue pertencentes a *Erithacus rubecula* (n=89), *Turdus merula* (n=83) e *Turdus philomelos* (n=12) para verificação da presença de hemoparasitas. As aves pertencentes a estas espécies foram as selecionadas para análise devido à sua abundância de indivíduos capturados e elevada infestação por carraças, permitindo assim a comparação entre aves infestadas e não infestadas. Durante a análise dos esfregaços sanguíneos foram encontrados 3 géneros de hemoparasitas:

Plasmodium spp., *Leucocytozoon* spp., *Haemoproteus* spp. e *Microfilaria* (figuras 21 e 22).

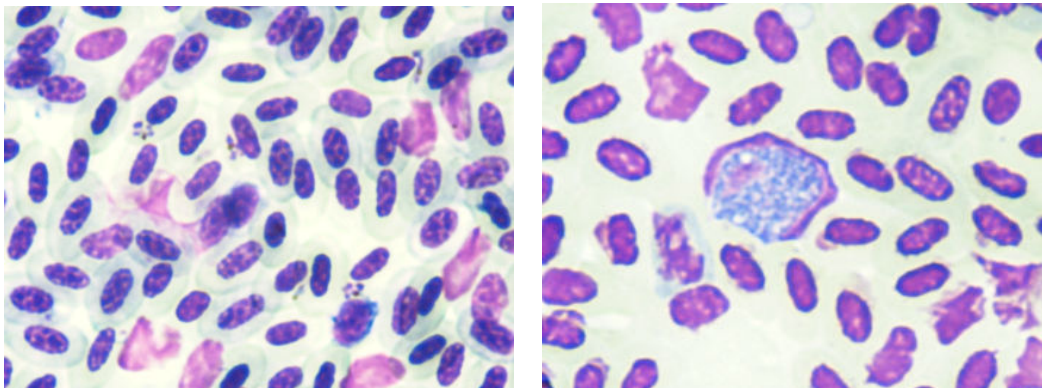


Figura 21: À esquerda *Plasmodium* spp. e à direita *Leucocytozoon* spp., em esfregaço sanguíneo. Fotos da autora. (Software ACT-2U, ampliação 0,7X).

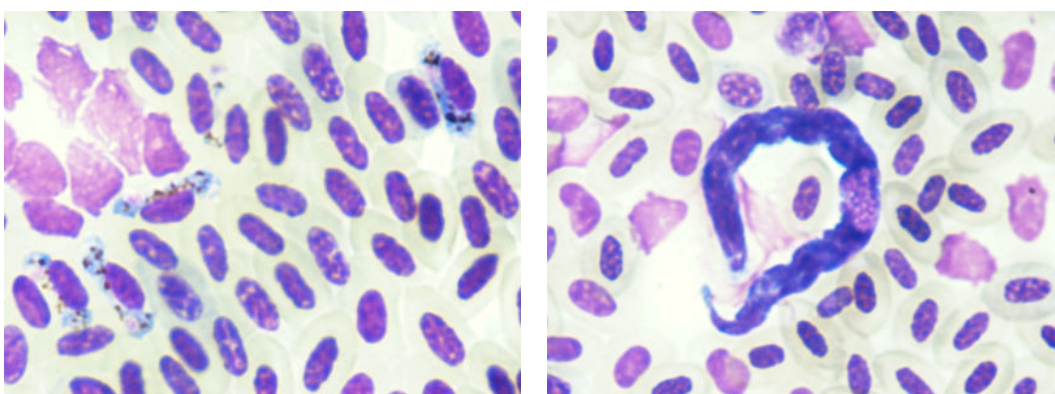


Figura 22: À esquerda *Haemoproteus* spp. e à direita *Microfilaria*, em esfregaço sanguíneo. Fotos da autora (Software ACT-2U, ampliação 0,7X).

Cento e sete dos esfregaços analisados pertenciam a aves infestadas e 77 a aves não infestadas por carrças. Notou-se que das aves infestadas com carrças 22,4% apresentavam parasitas e das aves não infestadas por carrças 36,4% apresentavam parasitas sanguíneos, verificando-se assim uma prevalência mais elevada de hemoparasitas nas aves não infestadas por carrças ($\chi^2=4,288$; $p=0,038$).

Apesar desta diferença na prevalência de hemoparasitas, a abundância relativa dos diferentes géneros de hemoparasitas nos dois grupos de aves foi semelhante, como se

verifica na figura 23. Assim, das aves infestadas com carraças e que apresentavam hemoparasitas verificou-se que *Plasmodium* spp. estava presente em 10 (47,1%), *Leucocytozoon* spp. em 7 (34,8%), *Haemoproteus* spp. em 2 (13,9%) e *Microfilaria* em 1. Verificou-se ainda que 4 indivíduos apresentaram dois géneros de hemoparasitas, 2 com *Plasmodium* spp. e *Haemoproteus* spp., 1 com *Plasmodium* spp. e *Leucocytozoon* spp. e 1 com *Haemoproteus* spp. e *Leucocytozoon* spp..

De forma similar, as aves de onde não foram recolhidas carraças apresentaram *Plasmodium* spp. em 12 (46,4%) indivíduos, *Leucocytozoon* spp. em 8 (32,2%), *Haemoproteus* spp. em 4 (14,3%) e *Microfilaria* em 1 (7,1%). Verificou-se que 3 indivíduos apresentaram infeção múltipla, 1 com *Plasmodium* sp. e *Microfilaria*, 1 com *Plasmodium* spp. e *Leucocytozoon* spp. e 1 com *Microfilaria* e *Leucocytozoon* spp..

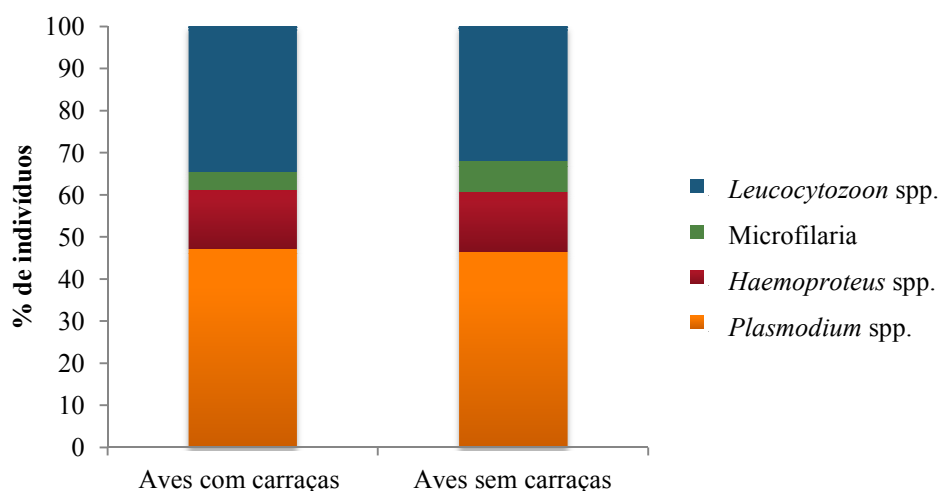


Figura 23: Prevalência dos diferentes géneros de hemoparasitas presentes nas aves infestadas e não infestadas por carraças.

3.8. Parâmetros hematológicos e morfológicos quantitativos dos passeriformes

Para as mesmas espécies de aves, *Turdus merula*, *Erithacus rubecula* e *Turdus philomelos*, foram comparadas, entre as aves infestadas e não infestadas por carraças, o

tamanho da asa, do tarso, o peso e a condição corporal da ave, assim como o hematócrito (Htc), hemoglobina (Hb), WBC e o índice H/L, como mostram as tabelas VIII, IX e X, respectivamente.

Tabela VIII: Comparação de parâmetros quantitativos em *Turdus merula* infestados e não infestados por carraças, usando o teste *t* Student.

Parâmetros	Infestadas Média ± Desvio padrão (n)	Não infestadas Média ± Desvio padrão (n)	t	g.l.	p
Asa (mm)	124 ± 8,99 (47)	123,59 ± 3,57 (38)	0,572	83	0,569
Peso (g)	85,05 ± 5,80 (45)	86,21 ± 5,50 (37)	0,926	80	0,357
Tarso (mm)	33,95 ± 1,04 (42)	34,14 ± 0,98 (36)	0,808	76	0,422
Condição corporal	0,42 ± 0,22 (39)	0,48 ± 0,12 (35)	1,338	72	0,056
Htc (%)	52,77 ± 5,83 (48)	51,79 ± 8,28 (36)	0,634	82	0,634
Hg (g/dl)	14,85 ± 1,54 (45)	13,78 ± 2,61 (36)	2,299	79	1,070
WBC	34,66 ± 10,61 (47)	36,53 ± 12,30 (36)	0,742	81	0,460
Índice H/L	0,24 ± 0,14 (47)	0,15 ± 0,06 (36)	3,557	81	0,088

Os resultados mostraram que nenhum dos parâmetros analisados mostra diferenças estatisticamente significativas entre as aves de *Turdus merula* infestadas e não infestadas por carraças. No entanto há que salientar que o índice H/L ($p=0,088$), assim como a condição corporal da ave ($p=0,056$) apresentam valores muito próximos da significância ($p \leq 0,05$).

Tabela IX: Comparação de parâmetros quantitativos em *Erithacus rubecula* infestados e não infestados por carraças, usando o teste *t* Student.

Parâmetros	Infestadas	Não infestadas	<i>t</i>	g.l.	p
	Média ± Desvio padrão (n)	Média ± Desvio padrão (n)			
Asa (mm)	72,06 ± 2,41 (63)	71,56 ± 2,34 (94)	1,294	155	0,197
Peso (g)	15,71 ± 1,06 (65)	15,81 ± 1,15 (96)	0,560	159	0,576
Tarso (mm)	24,99 ± 1,53 (50)	25,24 ± 0,73 (73)	1,164	121	0,247
Condição corporal	0,45 ± 0,17 (50)	0,46 ± 0,14 (70)	0,229	120	0,819
Htc (%)	53,45 ± 4,99 (47)	53,45 ± 5,42 (34)	0,080	79	0,994
Hg (g/dl)	15,46 ± 1,05 (46)	15,32 ± 1,21 (36)	0,558	80	0,139
WBC	12,57 ± 8,97 (53)	11,14 ± 6,34 (36)	0,824	87	0,412
Índice H/L	0,17 ± 0,12 (53)	0,12 ± 0,08 (36)	1,878	86	0,064

Em relação à espécie *Erithacus rubecula*, também não foram verificadas diferenças significativas nos parâmetros analisados entre as aves infestadas e não infestadas por carraças. De notar que também nesta espécie, o índice H/L apresenta uma diferença ($p=0,064$) quase significativa.

Em *Turdus philomelos* (tabela X) também não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre os parâmetros em análise, no entanto o tamanho da asa possui um valor ($p=0,063$) próximo da significância e, tal como as duas espécies de aves anteriores, o índice H/L também apresentou uma diferença ($p=0,092$) quase significativa entre as aves infestadas e não infestadas por carraças.

Tabela X: Comparação de parâmetros quantitativos em *Turdus philomelos* infestados e não infestados por carraças, usando o teste *t* Student.

Parâmetros	Infestadas	Não infestadas	<i>t</i>	g.l.	p
	Média ± Desvio padrão (n)	Média ± Desvio padrão (n)			
Asa (mm)	117,11 ± 1,05 (9)	115,20 ± 3,57 (5)	2,045	12	0,063
Peso (g)	69,11 ± 2,93 (9)	70,40 ± 4,51 (5)	0,653	12	0,526
Tarso (mm)	31,63 ± 3,89 (42)	32,82 ± 0,92 (5)	0,661	12	0,521
Condição corporal	0,43 ± 0,18 (9)	0,48 ± 0,17 (5)	0,522	12	0,611
Htc (%)	56,06 ± 6,54 (7)	60,42 ± 6,53 (5)	1,139	10	0,281
Hg (g/dl)	16,10 ± 1,61 (6)	17,36 ± 1,12 (5)	1,466	9	0,177
WBC	22,71 ± 6,02 (7)	25,20 ± 6,65 (5)	0,664	8,19	0,525
Índice H/L	0,18 ± 0,13 (7)	0,09 ± 0,03 (5)	1,536	10	0,092

3.9. Parâmetros morfológicos qualitativos, músculo peitoral e depósito de gordura, em passeriformes

Para as mesmas três espécies de aves, *Turdus merula*, *Erithacus rubecula* e *Turdus philomelos*, foram analisados os parâmetros morfológicos qualitativos músculo peitoral e depósito de gordura em aves infestadas e não infestadas por carraças, apresentando-se os resultados nas figuras 24, 25 e 26, respectivamente.

Turdus merula não apresentou diferenças estatisticamente significativas no índice de músculo ($\chi^2=3,618$; $p=0,164$), tal como *Erithacus rubecula* ($\chi^2=1,159$; $p=0,560$) e *Turdus philomelos* ($\chi^2=0,311$; $p=0,577$). Para o índice de gordura, também não se detetaram diferenças, no entanto verificou-se a existência de duas ou mais células com valores inferiores a 5, o que inviabilizou o teste Chi-Quadrado, perdendo a sua significância.

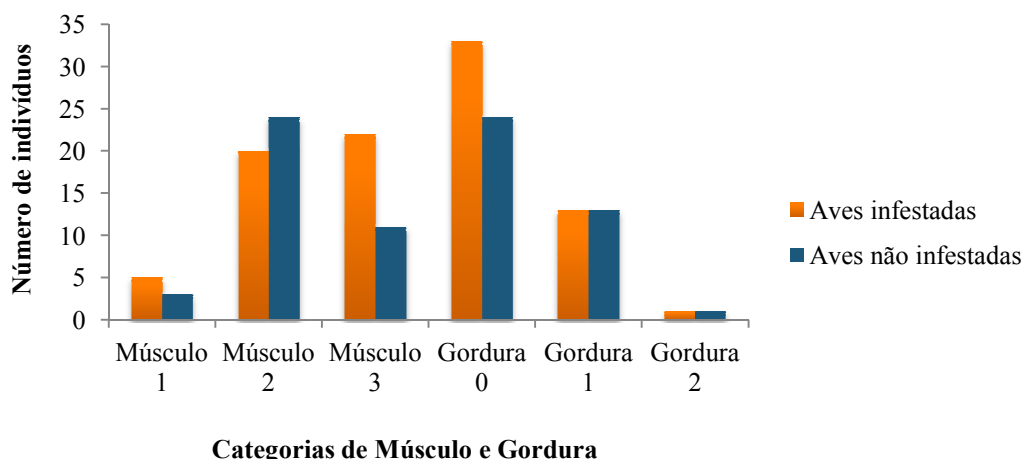


Figura 24: Categorias de músculo e gordura de *Turdus merula* infestados e não infestados por carraças.

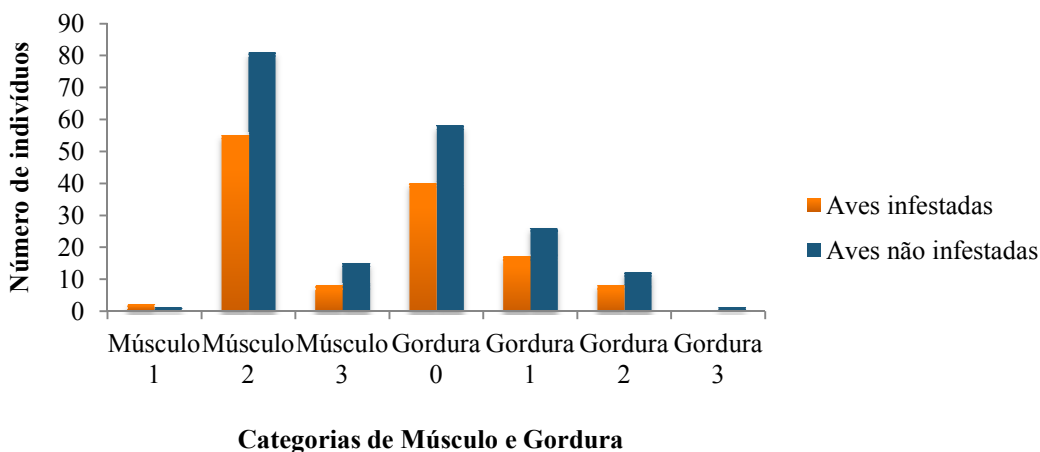


Figura 25: Categorias de músculo e gordura de *Erithacus rubecula* infestados e não infestados por carraças.

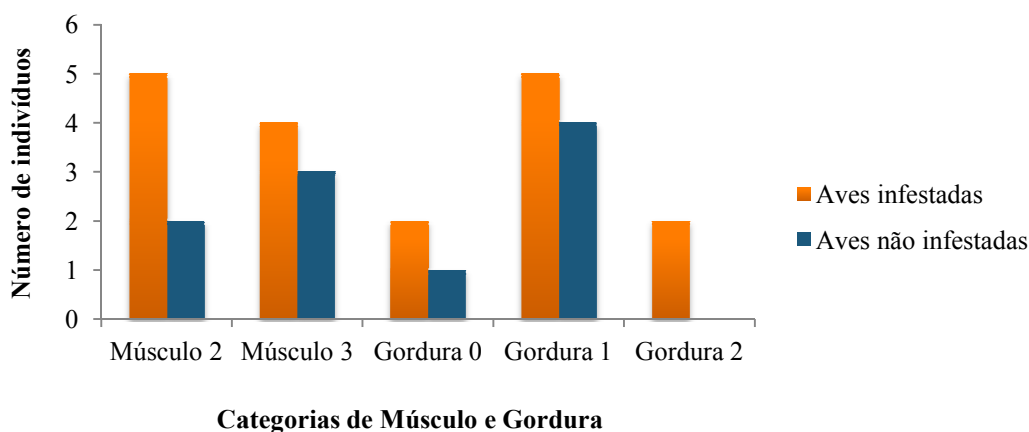


Figura 26: Categorias de músculo e gordura de *Turdus philomelos* infestados e não infestados por carraças.

3.10. Relação entre intensidade de carraças e condição corporal e o índice H/L

Para as espécies com elevado número de indivíduos capturados e com elevada prevalência e intensidade de carraças, *Turdus merula* e *Erithacus rubecula*, foi estudada a relação existente entre o número de carraças encontradas em cada uma das espécies de aves e a sua condição corporal. Também foi analisada a relação entre o número de carraças e o índice H/L, uma vez que estes foram os parâmetros que apresentaram diferenças muito perto da significância entre as aves infestadas e não infestadas por carraças.

Em *Erithacus rubecula*, o índice H/L apresentou uma relação estatisticamente significativa ($R^2=0,113$; $F=6,491$; $n=53$; $p=0,014$) com a infestação por carraças presentes na ave, ou seja, o aumento do índice H/L deve-se ao aumento do número de carraças parasitas (figura 27). No entanto, verificou-se que esta relação apenas tinha significado estatístico devido à presença de dois *outliers* (assinalados a vermelho) que, por possuírem valores extremos e muito afastados dos restantes, afetaram a análise nesse sentido. Com a retirada destes valores, verificou-se que a relação entre as variáveis perdeu a significância ($R^2=0,041$; $F=2,120$; $n=51$; $p=0,152$).

A relação entre a condição corporal desta espécie e o número de carraças não se revelou significativa ($R^2=0,024$; $F=1,168$; $n=50$; $p=0,285$).

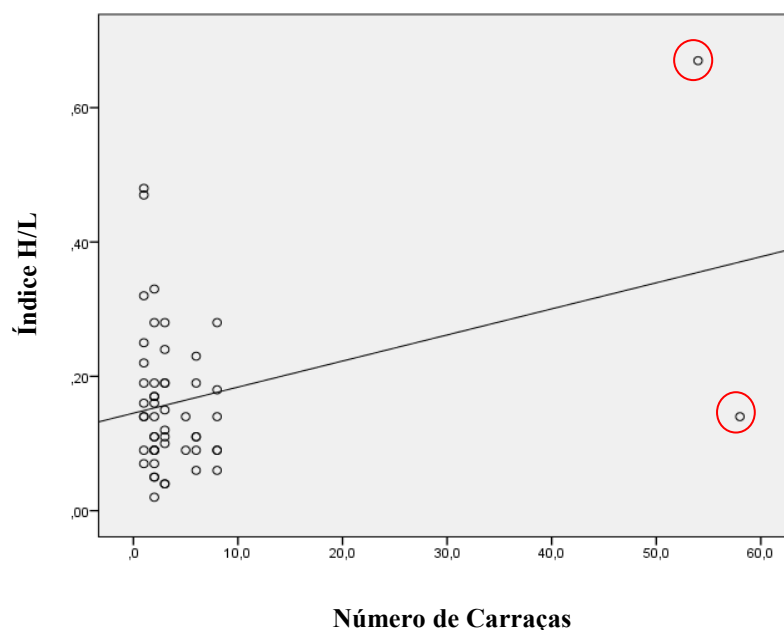
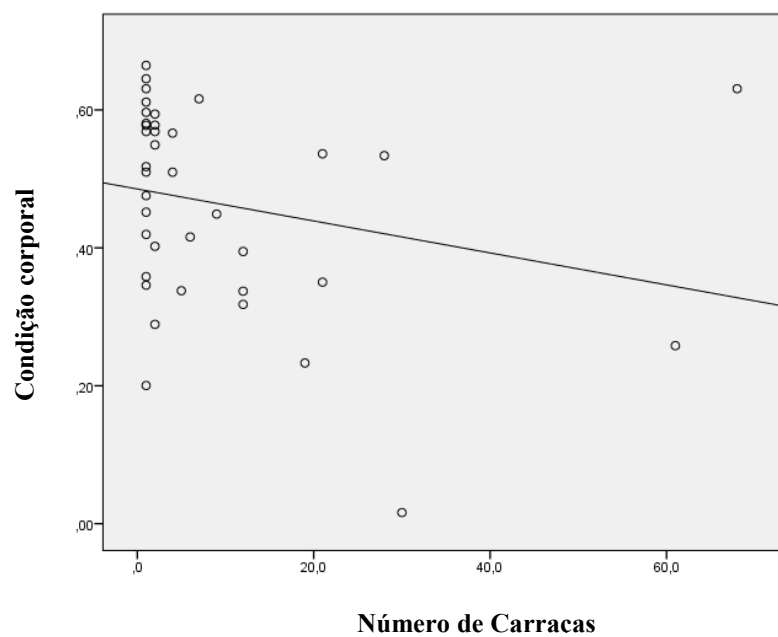


Figura 27: Relação entre o número de carraças e o índice H/L de *Erithacus rubecula* com presença de *outliers*.

Na espécie *Turdus merula*, verificou-se uma relação significativa ($R^2=0,112$; $F=4,681$; $n=39$; $p=0,037$) entre um elevado número de carraças e a baixa condição corporal das aves (figura 28). O índice H/L não se relacionou de forma estatisticamente significativa com o número de carraças presentes em cada ave ($R^2=0,074$; $F= 3,572$; $n=47$; $p=0,065$), no entanto é de notar que o seu valor está muito próximo da significância estatística.



4. Discussão

4.1. Prevalência e sazonalidade de carraças na vegetação

Os estádios de desenvolvimento que se registaram em maior número na vegetação foram larvas, seguido de ninfas e por último adultos. Este fato foi expetável devido à elevada mortalidade entre estádios (Reye *et al.*, 2013), que levou a que a diferença na quantidade de indivíduos tenha sido elevada. A abundância, assim como as espécies de carraças encontradas na vegetação da Tapada Nacional de Mafra foram concordantes com as encontradas por anteriores estudos realizados na vegetação desta área (Baptista *et al.*, 2004). Este estudo reforça assim que *Ixodes ricinus* é a espécie mais abundante na vegetação da Tapada Nacional de Mafra e que as restantes espécies de carraças recolhidas da vegetação seguem uma prevalência semelhante à encontrada por Formosinho (2006) entre 1999 e 2002. De salientar ainda que *Ixodes ricinus* é a espécie mais abundante das zonas florestais do Paleártico Ocidental, perfazendo 48% do total de recolhas de carraças nos últimos 40 anos (Estrada-Peña *et al.*, 2013).

A abundância das outras espécies de carraças encontradas na Tapada Nacional de Mafra está também em concordância com a associação de Uspensky (2002) entre as carraças e o habitat, pois apesar da espécie *Rhipicephalus sanguineus* ser a mais abundante em Portugal continental (Santos-Silva *et al.*, 2011), neste estudo a sua recolha reduziu-se apenas a um exemplar, pois esta espécie está habitualmente associada a campos abertos com pouca vegetação, tal como os géneros *Hyalomma* e *Dermacentor*, onde também se verificaram poucas recolhas neste estudo. Pelo contrário, os géneros *Ixodes* e *Haemaphysalis*, os mais abundantes na vegetação da Tapada Nacional de Mafra, são considerados ixodídeos florestais. Na Mata Nacional do Choupal também se confirmou esta associação, onde os indivíduos recolhidos também pertenciam a estes géneros - *Ixodes* e *Haemaphysalis*, apesar de terem sido apenas três as carraças recolhidas. Esta associação com zonas florestais é devido à sensibilidade à

dissecação, principalmente de *Ixodes ricinus*, sendo esta espécie encontrada em áreas com cobertura vegetal capaz de manter a humidade necessária ao seu desenvolvimento e atividade de procura de hospedeiro (Gray *et al.*, 2009). Este facto foi corroborado neste estudo, onde *Ixodes ricinus* foi a espécie que se mostrou mais sensível a alterações de temperatura e humidade relativa, encontrando-se uma correlação com a abundância de atividade de ninfas e adultos. Estes resultados também estão de acordo com os encontrados por Barandika *et al.* (2006) num estudo comparativo de prevalência de carraças entre zonas florestais e de pastagem em Espanha.

A comparação do número de carraças recolhidas da vegetação em ambos os locais em estudo permitiu detetar uma diferença contrastante na sua abundância, apesar das duas áreas possuírem o mesmo tipo de clima. Maetzel *et al.* (2005) refere que as diferenças na abundância de carraças em locais com condições climáticas semelhantes devem-se à divergência de vegetação e disponibilidade de hospedeiros presentes em cada um dos locais. As espécies herbáceas na Tapada Nacional de Mafra e na Mata Nacional do Choupal diferem substancialmente, tornando o microclima do solo também diferente, podendo a vegetação na Tapada de Mafra ser mais propícia para as carraças do que a presente na Mata Nacional do Choupal. Estrada-Peña e Santos-Silva (2005) referem que *Ixodes ricinus* tem uma distribuição associada principalmente com vegetação de *Quercus* spp., *Eucalyptus* spp. e *Pinus* spp., a vegetação predominante na Tapada Nacional de Mafra. Lauterbach *et al.* (2012) também encontrou uma abundância reduzida de carraças na vegetação herbácea densa, como a encontrada na Mata Nacional do Choupal, sem no entanto encontrar explicação para o facto, atribuiu esta tendência a preferências climáticas específicas das carraças. Assim, outro fator determinante para os valores encontrados na abundância de carraças recolhidas foi a sua associação com a temperatura e humidade relativa. *Ixodes ricinus* foi a espécie que se mostrou mais

sensível a alterações nestes parâmetros, em concordância com o relatado por diversos autores (Oorebeek & Kleindorfer, 2008; Gray *et al.*, 2009; Hancock *et al.*, 2011; Medlock *et al.*, 2013). Verificou-se que a abundância dos diferentes estádios de *Ixodes ricinus* seguiu um padrão semelhante ao encontrado por Baptista *et al.* (2004), com as ninfas a apresentarem um pico de abundância na Primavera, mas a manterem atividade praticamente durante todo o ano, com exceções verificadas no Verão, com a abundância de carraças a diminuir com o aumento da temperatura e consequente diminuição da humidade relativa, também como verificou Perret *et al.* (2000) numa área florestal na Suíça. As larvas apresentaram também um único pico anual, no final da Primavera e início do Verão (Junho), tal como verificado por Baptista *et al.* (2004). No entanto, sem concordância com estes autores, que verificaram um pico de adultos na Primavera, neste estudo os adultos apresentaram uma abundância mais elevada no Inverno.

A distribuição sazonal de *Haemaphysalis punctata* também foi concordante com a encontrada com Barandika *et al.* (2006) na vegetação de Espanha e Hornok (2009) na Hungria e igualmente afetada pelas condições climáticas.

Salienta-se, no entanto, que as temperaturas variam de ano para ano e sendo o ciclo de vida das carraças fortemente afetado pelas condições climáticas, deve assumir-se um dinamismo no seu padrão de atividade e desenvolvimento como justificam diversos estudos: Materna *et al.* (2008) relatou que larvas e ninfas aceleraram a passagem para o estágio seguinte num Outono com temperaturas mais elevadas, Barandika *et al.* (2006) verificou que as carraças apresentaram uma atividade elevada no Inverno de 2002/2003 devido ao aumento de temperatura ter diminuído o tempo de diapausa, e Hancock *et al.* (2011) refere que temperaturas mais baixas do que a média verificada no ano anterior provocaram um atraso no desenvolvimento das carraças para o estágio seguinte, aumentando a duração do seu ciclo de vida.

Contudo, as condições climáticas podem não justificar por completo as diferenças de sazonalidade encontradas entre as espécies de carraças. Hornock (2009) associou as diferenças de sazonalidade encontradas entre *Dermacentor* spp., *Ixodes* spp. e *Haemaphysalis* spp. a mecanismos na especiação que levaram à tentativa de exclusividade de parasitismo, evitando a coincidência de parasitismo com outras espécies e também à especificidade das carraças a hospedeiros. A explicação nas diferenças de sazonalidade encontradas entre *Ixodes ricinus* e *Haemaphysalis punctata* com *Ixodes frontalis* pode residir nestes fatos, uma vez que Monks & Forbes (2006) sugerem que a abundância de *Ixodes frontalis* não se relaciona significativamente com a temperatura e a humidade relativa. E o padrão de sazonalidade encontrado neste estudo foi semelhante ao descrito pelos mesmos autores, com uma abundância mais elevada de carraças desta espécie a acontecer no Outono.

Tal como referiu Maetzel *et al.* (2005), a par das condições ambientais, a disponibilidade de hospedeiros também tem uma influência decisiva na abundância de carraças. Na Tapada de Mafra existe uma maior quantidade e diversidade de vertebrados conhecidos como hospedeiros de carraças, principalmente hospedeiros de reprodução - vertebrados de grande porte, podendo estes ser os responsáveis pela manutenção de uma maior abundância de carraças nesta zona em comparação com a Mata Nacional do Choupal, pois áreas onde a existência de mamíferos é baixa apresentam menor abundância de carraças. Elias *et al.* (2010) relatou que em áreas com ausência de mamíferos de grande porte, algumas espécies de carraças não conseguem completar o seu ciclo de vida. As carraças recolhidas da vegetação na Mata Nacional do Choupal foram muito poucas, apenas 3, quando comparadas com as carraças recolhidas das aves capturadas neste local. Uma vez que *Ixodes ricinus*, recolhida em grande número das aves na Mata Nacional do Choupal é uma espécie exofílica (Sobrinho *et al.*,

2012), seria expectável encontrar um maior número desta espécie na vegetação, onde estas aguardam o hospedeiro. Uma explicação para este resultado pode surgir pelo facto da vegetação na Mata Nacional do Choupal, dominada no estrato herbáceo por *Trandescantia fluminebsis*, apresentar uma elevada retenção de humidade, sendo visíveis gotículas de água mesmo em alturas mais secas, podendo ter influenciado o facto das carraças não se encontrarem à superfície da vegetação, diminuindo assim a eficiência do *flagging* na recolha das carraças. Por outro lado, as zonas escolhidas para a recolha – vegetação junto aos caminhos de passagem, podem também ter influenciado o número de carraças recolhidas da vegetação, uma vez que os hospedeiros preferenciais das carraças podem não os utilizar e portanto as carraças não se encontrarem nestes locais.

Tanto na Tapada Nacional de Mafra como na Mata Nacional do Choupal verificou-se um grande número de indivíduos de *Ixodes frontalis* nas aves capturadas, sem no entanto ser recolhido qualquer indivíduo da vegetação. Este acontecimento justifica-se devido aos hábitos endofilicos desta espécie, que raramente se encontra na vegetação em busca de hospedeiros, encontrando-se junto a cavidades ocupadas pelas aves (Sobrinho *et al.*, 2012).

4.2. Prevalência de carraças nos passeriformes e importância destes como hospedeiros de carraças

Neste estudo foi detetada, pela primeira vez, a presença de *Ixodes ricinus* e *Ixodes acuminatus* a parasitar aves silváticas em Portugal. Até à data estas espécies apenas tinham sido recolhidas, no nosso país, em mamíferos (Santos-Silva *et al.*, 2011). No entanto, a um nível global estas espécies de carraças já foram relatadas como parasitas de aves (Jaenson *et al.*, 1994), principalmente estados imaturos de *Ixodes ricinus*

(Klompen & Black. 1996; Papadoulos *et al.*, 2002; Mannelli *et al.*, 2005; Movila *et al.*, 2008) mostrando que em Portugal o conhecimento de carraças parasitas de aves é ainda escasso. Foi também detetada pela primeira vez a presença de *Ixodes arboricola* em Portugal, na Mata Nacional do Choupal, aumentando assim a fauna ixodológica nacional para 25 espécies. *Ixodes arboricola* já foi detetada a parasitar aves, sendo considerada ornitófila (Heylen *et al.*, 2012).

Neste estudo verificou-se uma grande diferença na infestação das aves entre os dois locais em estudo. Na Tapada Nacional de Mafra a frequência de infestação das aves por carraças foi mais elevada, assim como a abundância de carraças recolhidas das aves deste local foi maior, cerca de 10 carraças por ave contra as 3 carraças por ave infestada na Mata Nacional do Choupal. Apesar de neste local se ter verificado uma menor abundância de carraças do que na Tapada Nacional de Mafra, as aves contribuíram para a manutenção da densidade populacional de carraças (Heylen *et al.*, 2013) como acontece em locais com pouca abundância de mamíferos. A importância das aves como hospedeiros de carraças na Mata Nacional do Choupal está também patente no facto de que a espécie de carraça com maior prevalência neste local ser *Ixodes frontalis*, uma espécie reconhecida como exclusivamente ornitófila (Siuda *et al.*, 2006; Schorn *et al.*, 2011), assim como *Ixodes arboricola* também encontrada apenas neste local. Os estádios de desenvolvimento das carraças recolhidas das aves foram predominantemente larvas e ninfas, confirmando também que as aves são parasitadas predominantemente por estados imaturos de carraças, não funcionando como hospedeiros preferenciais de indivíduos adultos, preferindo estes vertebrados de maior porte.

Tal como relatado por diversos autores, neste estudo também se verificou uma diferença significativa na prevalência e abundância de carraças nas aves em diferentes

guildas ecológicas, sendo mais elevado nas aves com hábito de forrageamento em arbustos e chão com vegetação densa, tal como Olsén *et al.* (1995), Michalik *et al.* (2008) e Dubska *et al.* (2009; 2011) também verificaram. Este fato foi expectável, pois as zonas com vegetação densa coincidem com o habitat preferencial das carraças florestais, estando neste local as aves mais suscetíveis às carraças que procuram hospedeiro.

Entre as diferentes espécies de aves com o mesmo hábito de forrageamento verificou-se uma clara diferença na prevalência e abundância de carraças, sendo mais elevada em *Turdus merula*, *Erithacus rubecula* e *Turdus philomelos*. Resultados semelhantes foram encontrados em Espanha (Estrada-Peña *et al.*, 2005), França (Socolovschi *et al.*, 2012), Escócia (James *et al.*, 2011), Itália (Manelli *et al.*, 2005), Alemanha (Kaiser *et al.*, 2002), Suíça (Poupon *et al.*, 2006), Polónia (Michalik *et al.*, 2008), Eslováquia (Hanincová *et al.*, 2003), Croácia (Krcmar, 2012), República Checa (Taragel'ová *et al.*, 2008; Dubska *et al.*, 2009), Moldávia (Movila *et al.*, 2008), Dinamarca e Suécia (Olsén *et al.*, 1995). A família Turdidae, à qual pertencem estas três espécies, é associada, pelos autores, a elevadas taxas de prevalência e infestação por carraças devido ao uso alargado que fazem do habitat, aliado à elevada massa corporal, no caso de *Turdus merula* e *Turdus philomelos*, assim como o elevado tempo que passam na vegetação em busca de alimento, tornando-se num alvo fácil para as carraças, em comparação com as restantes espécies da mesma guilda ecológica.

Tal como Gregoire *et al.* (2002) e Marsot *et al.* (2012), neste estudo também não foram encontradas diferenças intraespecíficas na prevalência de infestação por carraças em *Erithacus rubecula* e *Turdus merula*. Este fato sugere que os juvenis quando abandonam o ninho são rapidamente parasitados por carraças, podendo também ser parasitados previamente no ninho. Entre machos e fêmeas também não se encontraram

diferenças sugerindo que o padrão de atividade seguido pelos diferentes sexos não é dispar de modo a que se verifiquem diferenças na infestação por carraças.

Verificou-se, também, neste estudo que diferentes espécies de aves contribuíram de forma distinta para a manutenção dos diferentes estádios da população de carraças. Tal como Marsot *et al.* (2012) verificou, também neste estudo *Erithacus rubecula* e *Troglodytes troglodytes* revelaram-se importantes na manutenção de larvas e *Turdus merula* na manutenção de ninfas. Convém ressaltar que *Sylvia melanocephala* apresentou, neste estudo, uma elevada intensidade ($\bar{x}=6,33\pm 6,65$) de carraças, no entanto o seu contributo (1,7%) para a manutenção de carraças foi muito reduzido, quando comparado pelo oferecido por *Erithacus rubecula* (29,6%) e *Turdus merula* (48,4%).

4.3.Efeito do parasitismo na condição física das aves por avaliação de parâmetros morfológicos e hematológicos

Os parasitas, por definição, causam efeitos negativos nos seus hospedeiros (Price, 1980; Gallizzi *et al.*, 2008). No entanto, estes efeitos podem variar entre os indivíduos e ser compensados pelo acesso dos hospedeiros a recursos essenciais, minimizando ou até mesmo eliminando os seus efeitos (Lope *et al.*, 1993). Este fato pode contribuir em parte explicar os resultados deste estudo que mostraram que em nenhuma das espécies analisadas, *Erithacus rubecula*, *Turdus merula* e *Turdus philomelos*, se verificaram diferenças estatisticamente significativas entre as aves infestadas e não infestadas por carraças ao nível dos parâmetros hematológicos e morfológicos analisados.

Contudo, o resultado obtido para o índice H/L, muito perto da significância, e consistente entre as espécies analisadas, sugere que os indivíduos infestados, que possuem este índice mais elevado, estão em *stress*. O índice H/L é conhecido por

responder a vários tipos de *stress*, como falta de alimento e água, doenças infecciosas, temperaturas extremas (Ots *et al.*, 1998), mudança de habitat (Kilgas *et al.*, 2006), assim como alterações sociais das aves (Krams *et al.*, 2012). Deste modo, este estudo sugere que o parasitismo por carraças leva também ao aumento dos heterófilos nas aves, tal como Hõrak *et al.*, (1998) verificou entre as aves infestadas e não infestadas, por carraças, em nidificação.

Em contraste com as conclusões de Heylen & Matthysen (2008), neste estudo não foram encontradas diferenças significativas nos valores de hematócrito e hemoglobina entre as aves infestadas e não infestadas por carraças. Este fato sugere que o decréscimo de sangue provocado pelas refeições sanguíneas das carraças nas aves, pode ter estimulado a eritropoiese, compensando desta forma o sangue consumido pelas carraças.

A condição corporal das aves não diferiu entre indivíduos infestados e não infestados, de acordo com Heylen *et al.* (2010). No entanto, este estudo mostrou que uma elevada intensidade de infestação por carraças está relacionada com uma diminuição da condição corporal nos indivíduos de *Turdus merula*. Assim, tal como relata Gauthier-Clerc *et al.* (2002) num estudo com pinguins, os efeitos negativos do parasitismo por carraças apenas são evidentes quando as aves são parasitadas por um elevado número de carraças. Heylen *et al.* (2010) também associou os resultados contraditórios entre o seu estudo realizado em 2010 e o seu estudo de 2008, na condição corporal e hemoglobina das aves infestadas e não infestadas por carraças, à abundância de carraças presentes em cada ave. Portanto, o reduzido número de aves parasitadas com elevado número de carraças pode ter levado a que não se tivesse encontrado um efeito negativo do parasitismo neste estudo.

Heylen *et al.* (2009) também sugere que o parasitismo pode reduzir a condição física das aves apenas em situações em que outras atividades como a reprodução, incubação, tratamento das crias ou estados de infecção, competem pelos recursos energéticos da ave, levando a um enfraquecimento da resposta imunitária. Oorebeek & Kleinfield (2008) mostraram uma significativa redução da condição corporal e hemoglobina das aves, mas apenas durante a época de reprodução. Também, como já referido, Hõrak *et al.*, (1998) apenas encontrou diferenças no índice H/L nas aves infestadas com carraças quando conjugado com outros fatores de *stress*. Outro possível factor explicativo para a falta de diferenças encontradas na condição física entre as aves infestadas e não infestadas por carraças foi o método de captura utilizado neste estudo. As aves fracas, com uma baixa condição física devido ao parasitismo, são alvo de predação mais elevado e possuem níveis de atividade mais restrito, o que leva a que não sejam habitualmente capturadas por uso de redes verticais. Assim, a sugestão dada por este estudo, de que não existe um custo significativo do parasitismo por carraças nas aves tem que ser interpretada com cuidado, sendo necessária uma análise mais detalhada de cada parâmetro, nomeadamente do efeito das diferentes fases do ciclo de vida das aves nestes parâmetros, bem como a sua interação com o parasitismo.

5. Conclusão

Com a presente dissertação pretendeu-se contribuir para o conhecimento da fauna ixodológica nacional por avaliação de duas zonas suburbanas, a Mata Nacional do Choupal e a Tapada Nacional de Mafra, assim como conhecer os padrões de sazonalidade das carraças encontradas e a relação com condições climáticas. Pretendeu-se também avaliar o potencial das aves como hospedeiros de carraças e determinar o custo deste parasitismo à ave. Estes objetivos foram globalmente cumpridos, sendo possível obter diversas conclusões:

- a) A cobertura vegetal e a elevada abundância de vertebrados presentes na Tapada Nacional de Mafra, são os principais fatores que justificam uma maior abundância de carraças neste local, em comparação com a Mata Nacional do Choupal;
- b) *Ixodes ricinus* e *Haemaphysalis punctata* são as espécies mais abundantes na Tapada Nacional de Mafra e *Ixodes frontalis* e *Ixodes ricinus* as espécies prevalentes na Mata Nacional do Choupal;
- c) Sendo *Ixodes ricinus* reconhecido como vetor de *Borrelia* sp. responsável pela doença de Lyme, tanto a Tapada Nacional de Mafra como a Mata Nacional do Choupal podem representar perigo de infeção para os humanos;
- d) *Ixodes ricinus* e *Haemaphysalis punctata* são mais abundantes na Primavera e *Ixodes frontalis* no Outono;
- e) *Ixodes ricinus* foi a espécie de carraça que demonstrou mais sensibilidade às condições climáticas, diminuindo a sua abundância com a subida de temperatura e consequente diminuição da humidade relativa;
- f) As aves são importantes hospedeiros de carraças, contribuindo, tal como os mamíferos, para a manutenção da população de ixodídeos;

- g) As aves que forrageiam na vegetação densa mostraram maior prevalência e infestação de carrças do que as aves que procuram alimentam no chão aberto e no topo das árvores;
- h) *Turdus merula*, *Turdus philomelos* e *Erithacus rubecula* foram as espécies com maior prevalência e infestação de carrças devido ao uso do seu habitat coincidir com o habitat das carrças, ficando estas espécies de aves vulneráveis ao parasitismo;
- i) Neste estudo não foram encontradas diferenças significativas nos parâmetros morfológicos (comprimento da asa, comprimento do tarso, peso, condição corporal e índice de gordura e músculo) e hematológicos (hemoglobina, hematócrito, WBC) analisados entre as aves infestadas e não infestadas das espécies *Turdus merula*, *Turdus philomelos* e *Erithacus rubecula*. No entanto, a infestação por carrças parece ser responsável pelo aumento do índice H/L nestas espécies de aves;
- j) A elevada infestação de carrças está relacionada a uma condição corporal mais baixa em *Turdus merula*.

Com este estudo comprovou-se a importância das aves como hospedeiros de carrças, sendo agora conhecidas mais duas espécies parasitas de aves, *Ixodes ricinus* e *Ixodes acuminatus*, assim como se contribuiu para o aumento da fauna ixodológica nacional pelo registo pioneiro de *Ixodes arboricola* em Portugal. No entanto, mais estudos são necessários em território nacional de forma a colmatar o pouco conhecimento existente sobre o parasitismo de aves por carrças, em contraste com outros países europeus. Também, para mais conclusões acerca da influência do parasitismo na saúde das aves são necessários estudos contínuos, com alguns anos,

permitindo avaliar o estado de populações das aves residentes e migratórias. Devem também ser incluídos na análise os mamíferos e répteis presentes em casa zona de forma a avaliar o papel que cada hospedeiro representa na manutenção das espécies de carraças. A análise de novas variáveis, capazes de demonstrar a influência das carraças na sobrevivência das aves deverá também ser incluída em estudo futuros, tal como o efeito nas crias e no sucesso reprodutor que são bons indicadores de *fitness* da ave. Devem também ser incluídos procedimentos de análise microbiana de modo a determinar os possíveis agentes patogénicos transmitidos pelas carraças de forma a avaliar o seu risco na Saúde Pública.

6. Bibliografia

- Anderson, J.F., R.C. Johnson, L.A. Magnarelli & F.W. Hyde (1986) Involvement of birds in the epidemiology of the Lyme Disease agente *Borrelia burgdorferi*. *Infection and Immunity*. 51: 394-396
- Baptista, S., A. Quaresma, T. Aires, K. Kurtenbach, M. Santos-Reis, M. Nicholson & M. Collares-Pereira (2004) Lyme borreliosis spirochetes in questing ticks from mainland Portugal. *Internacional Journal of Medical Microbiology*. 37: 109-116
- Baptista, S., M.L. Vieira & M.C. Pereira (2008) Situation in Portugal: state of the art. Meeting on Lyme neuroborreliosis and multiple sclerosis. Porto.
- Barandika, J.F., E. Berriatua, M. Barral, R.A. Juste, P. Anda & L. Garcia-Pérez (2006) Risk factors associated with ixodid ticks species distributions in the Basque region in Spain. *Medical and Veterinary Entomology*. 20: 177-188
- Barlein, F. (1995) European-African songbird migration network manual of field methods. Vogelwarte Helgoland, Wilhelmshaven.
- Begon, M., J.L. Harper & C.R. Townsend (1996) Ecology. 3rd edition. Oxford: Blackwell Science.
- Boyer, N., D. Réale, J. Marmet, B. Pisanu & J.L. Chapuis (2010) Personality, space use and tick load in na introduced population of Siberian chipmunks *Tamias sibiricus*. *Journal Animal of Ecology*. 79: 538-547
- Cable, R.G. & A.D. Leiby (2003) Risk and prevention of transfusion-transmitted babesiosis and other tick-born diseases. *Current Opinion in Haematology*. 10(6): 405-411
- Caeiro, V. (1999) General review of tick species present in Portugal. *Parassitologia*. 41(1): 11-15
- Campbell, T.W. (1994) Hematology. Avian Medicine: principles and applications. Wingers Publishing, Lake Worth.
- Coles, B.H. (1997) Avian Medicine and Surgery. Blackwell Science, Oxford.
- Comstedt, P. S. Bergström, B. Olsén, U. Garpmo, L. Marjavaara, H. Mejlön, A.G. Barbour & J. Bunikis (2006) Migratory passerine birds as reservoirs of Lyme borreliosis in Europe. *Emerging Infectious Diseases*. 12(7)
- Cooper, R.G. (2005) Bacterial, fungal and parasitic infections in the ostrich (*Struthio camelus* var. *domesticus*). *Animal Science Journal*. 6(2): 97-106
- Couceiro, S., S. Baptista, I. Franca, L. Gonçalves, M.L. Vieira & M. Collares-Pereira (2003) Cultura vs PCR: que apioi ao diagnóstico de borreliose de Lyme? *Acta Reumatológica Portuguesa*. 28:75-82

- Daveau, S. (1985) Mapas climáticos de Portugal: nevoeiro e nebulosidade, contrastes térmicos. Centro de estudos geográficos. Lisboa.
- Dias, J.A.T.S. (1990) Mais dois novos ixodídeos (Acarina: Ixodoidea) para a fauna de Portugal. *Boletim da Sociedade Portuguesa de Entomologia*. 117:153-170
- Dorn, W., S. Messutat, S. Kipp, U. Sunder, A. Feldman & C. Flugel (1999) Seasonal variation in the infestation of rodents with *Ixodes ricinus* (Acari: Ixodidae) and prevalence of infection with *Borrelia burgdorferi* in a recreation area. Proceedings of the Third International Conference on Urban Pests. Czech Republic. P. 463-469
- Dubska, L., I. Literak, E. Kocianova, V. Taragelova & O. Sychra (2009) Differential role of passerine birds in distribution of *Borrelia* spirochetes, based on data from ticks collected from birds during the postbreeding migration period in central Europe. *Applied and Environmental Microbiology*. p. 596-602
- Dumler, J.S. & J.S. Bakken (1995) Ehrlichial diseases of humans: emerging tick-borne infections. *Journals of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*. 20(5): 1102-1110
- Edsomwan, E.U. & E. Amadasun (2008) Ectoparasites of some birds species in Ogbia Zoo in Benin city, south western Nigeria. *Bioscience Research Communications*. 20(5)
- Eisen, L., R.J. Eisen & R.S. Lane (2004) The roles of birds, lizards, and rodents as hosts for the western black-legged tick *Ixodes pacificus*. *Journal of Vector Ecology*.
- Elias, S. P., R.P. Smith Jr., S. R. Morris, P.W. Randi, C. Lubelczyk & E. Lacombe (2010) Density of *Ixodes scapularis* on Monhegan Island after complete deer removal: a question of avian importance? *Journal of Vector Ecology*. 36(1)
- Estrada-Peña, A., J. Quílez, & C. Sánchez Acedo (2004) Species composition, distribution, and ecological preferences of the ticks of grazing sheep in north-central Spain. *Medical and Veterinary Entomology*. 18: 123-133
- Estrada-Peña, A., J.J. Osácar, B. Pichon & J.S. Gray (2005) Hosts and pathogen detection for immature stages of *Ixodes ricinus* (Acari: Ixodidae) in north-central Spain. *Experimental and Applied Acarology*. 37:257-268
- Estrada-Peña, A. & M.M. Santos-Silva (2005) The distribution of ticks (Acari: Ixodidae) of domestic livestock in Portugal. *Experimental and Applied Acarology*. 36: 233-246
- Estrada-Peña, A., R. Farkas, T.G.T. Jaenson, F. Koenen, M. Madder, I. Pascucci, M. Salman, J. Tarrés-Call & F. Jongejan (2013) Association of environmental traits with the geographic ranges of ticks (Acari: Ixodidae) of medical and veterinary importance in the western Palearctic. *Experimental and Applied Acarology*. 59: 351-366

- Figueiredo, T.C.D. (2007) Estudo da prevalência de doenças associadas a vectores em canídeos domésticos do distrito de Bragança. Dissertação de mestrado em Microbiologia Clínica. Faculdade de Medicina da Universidade de Lisboa.
- Fonseca, A.H. (2000) Patogenia dos carrapatos nos animais e nos seres humanos. *CFMV*. 19: 34-38
- Formosinho, P., M. Santos-Silva, A. Santos, P. Melo, N. Santos & M.S. Nuncio (2002) A importância das aves na eco-epidemiologia dos agentes transmitidos por artrópodes vectores.
- Formosinho, P., M.M. Santos-Silva, A. Santos, P. Melo, V. Encarnação, N. Santos, T. Nunes, R. Agrícola & M. Portas (2006) O vírus West Nile em Portugal – estudos de vigilância epidemiológica. *Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias*. 101:61-68
- Gallizi, K., O. Alloitteau, E. Harrang & H. Richner (2008) Fleas, parental care, and transgenerational effects on tick load in the great tit. *Behavioral Ecology*. 19: 1225-1243
- Gauthier-Clerc, M., S. Manguin, C. Bohec, J.P. Gender & Y. Maho (2003) Comparison of behaviour, body mass, haematocrit level, site fidelity and survival between infested and non-infested king penguin *Aptenodytes patagonicus* by ticks *Ixodes uriae*. *Polar Biology*. 26:379-382
- Gern, L. & P.F. Humair (1998) Natural history of *Borrelia burgdorferi* sensu lato. *Wien Klin Wochenschr*. 110: 856-858
- Ginsberg, H.S. & C.P. Ewing (1989) Comparison of flagging walking, trapping, and collecting from hosts as sampling methods for northern deer ticks, *Ixodes dammini*, and lone-star ticks, *Amblyomma americanum* (Acari: Ixodidae). *Experimental and Applied Acarology*. 7: 313-322
- Ginsberg, H.S., P.A. Buckley, M.G. Balmforth, E. Zhioua, S. Mitra & F.G. Buckley (2005) Reservoir competence of native north american birds for the Lyme Disease spirochete, *Borrelia burgdorferi*. *Journal of Medical Entomology*. 42(3): 445-449
- Goddard, J. (2006) An annotated list of the ticks (Ixodidae and Argasidae) of Mississippi. *Journal of Vector Ecology*. 31(1)
- Gray, J.S. (1998) The ecology of ticks transmitting Lyme borreliosis. *Experimental and Applied Acarology*. 249-258
- Gray, J.S., H. Dautel, A. Estrada-Peña, O. Kahl & E. Lindgren (2008) Effects of climate change on ticks and tick-borne diseases in Europe. *Interdisciplinary Perspectives on Infectious Diseases*

- Gregoire, A., B. Faivre, P. Heeb & F. Cezilly (2002) A comparison of infestation patterns by *Ixodes* ticks in urban and rural populations of the common blackbird *Turdus merula*. *Ibis*. 144: 640-645
- Guglielmone, A.A., R.G. Robbins, D.A. Apanaskevich, T.N. Petney, A. Estrada-Peña, I.G. Hõrak, R. Shao & S.C. Barker (2010) The Aragasidae, Ixodidae and Nuttalliellidae (Acari:Ixodida) of the world: a list of valid species names. *Zootaxa*. 2528:1-28
- Gustavson, R. (2003) Epidemiological studies on Lyme borreliosis and tick-borne encephalitis. Scandinavian University Press, Stockholm.
- Hancock, P.A., R. Bracley & S.C.F. Palmer (2011) Modelling the effect of temperature variation on the seasonal dynamics of *Ixodes ricinus* tick populations. *International Journal for Parasitology*. 41: 513-522
- Hanincová, K., V. Taragelova, J. Koci, S.M. Schafer, R. Hails, A.J. Piesman, M. Labuda & K. Kurtenbach (2003) Association of *Borrelia garinii* and *B. valaisiana* with songbirds in Slovakia. *Applied and Environmental Microbiology*. 69: 2825-2830
- Harrison, A., M. Scantlebury & W.M. Montgomery (2010) Body mass and sex-biased parasitism in wood mice *Apodemus sylvaticus*. *Oikos*. 119: 1099-1104
- Helms, C.W. & W.H. Drury (1960) Winter and migratory weight and fat field studies on some North American Buntings. *Bird-Banding*. 31: 1-40
- Heylen, D. & E. Matthysen (2008) Effect of tick parasitism on the health status of a passerine bird. *Functional Ecology*. 22: 1099-1107
- Heylen, D., F. Adriaensen, T. Dauwe, M. Eens & E. Matthysen (2009) Offspring quality and tick infestation load in brood rearing great tits *Parus major*. *Oikos*. 118: 1499-1506
- Heylen, D., M. Madder & Erik Matthysen (2010) Lack of resistance against the tick *Ixodes ricinus* in two related passerine bird species. *International Journal for Parasitology*. 183-191
- Heylen, D. & E. Matthysen (2011) Experimental evidence for host preference in a tick parasitizing songbird nestlings. *Oikos*. 120: 1209-1216
- Heylen, D., F. Adriaensen, S. Van Dongen, H. Sprong & E. Matthysen (2013) Ecological factors that determine *Ixodes ricinus* tick burdens in the great tit (*Parus major*), an avian reservoir of *Borrelia burgdorferi* s.l. *International Journal for Parasitology*. 43: 603-611
- Hill, C.A., & J.F. MacDonald (2010) The Biology and medical importance of ticks in Indiana. Purdue University

- Hoogstraal, H., M.N. Kaiser, M.A. Traylor, E. Guindy & S. Gaber (1963) Ticks (Ixodidae) on birds migrating from Europe and Asia to Africa. *Bulletin of the World Health Organization*. 28: 235-262
- Hornok, S. (2009) Allochronic seasonal peak activities of *Dermacentor* and *Haemaphysalis* spp. under continental climate in Hungary. *Veterinary Parasitology*. 163: 366-369
- Hubálek, Z. (2004) An annotated checklist of pathogenic microorganisms associated with migratory birds. *Journal of Wildlife Disease*. 40(4): 639-659
- Hughes, V.L. & S.E. Randolph (2001) Testosterone depresses innate and acquired resistance to ticks in natural rodent hosts: a force for aggregated distributions of parasites. *Journal of Parasitology*. 87: 49-54
- Humair, P.F., O. Rais & L. Gern (1999) Transmission of *Borrelia afzelii* from *Apodemis* mice and *Clethrionomys* voles to *Ixodes ricinus* tick: differential transmission pattern and overwintering maintenance. *Parasitology*. 118(1): 33-42
- ICNF. Plano de gestão florestal e orientação da utilização pública da Mata Nacional do Choupal. Departamento de gestão de áreas classificadas zonas húmidas.
- James, M.C., R. W. Furness, A.S. Bowman, K.J. Forbes & L. Gilbert (2011) The importance of passerine birds as tick hosts and in the transmission of *Borrelia burgdorferi*, the agent of Lyme Disease: a case study from Scotland. *Ibis*. 153: 293-302
- Kaiser, A. (1993) A new multi-category classification of subcutaneous fat deposits of songbirds. *Journal Field Ornithology*. 64(2): 246-255
- Kaiser, A., A. Seitz & O. Strub (2002) Prevalence of *Borrelia burgdorferi* sensu lato on the Nightingale (*Luscinia megarhynchos*) and other passerine birds. *Internacional Journal of Medical Microbiology*. 33: 75-79
- Katavolos, P., P.M. Armstrong, J.E. Dawson & S.R. Telford (1998) Duration of tick attachment required for transmission of granulocytic ehrlichiosis. *The Journal of Infectious Diseases*. 177(5): 1422-1425
- Kilgas, P., R. Mand, M. Magi & V. Tilgar (2006) Haematological parameters in brood-rearing great tits in relation to habitat, multiple breeding and sex. *Comparative Biochemistry and Physiology, Part A*. 144: 224-231
- Kjemtrup, A.M. & P.A. Conrad (2000) Human babesiosis: an emerging tick-borne disease. *International Journal for Parasitology*. 30: 1323-1337
- Klompen, J.S.H., W.C. Black, J.E. Keirans & J.H. Olivier (1996) Evolution of ticks. *Annual Review of Entomology*. 41: 141-161

- Kolonin, G.V. (2009) Fauna of Ixodid ticks of the world (Acari, Ixodidae). Moscow. 2009
- Krams, I., J. Vrublevska, D. Cirule, I. Kivleniece, T. Krama, M.J. Rantala, E. Sild & P. Hõrak (2012) Heterophil/lymphocyte ratios predict the magnitude of humoral immune response to a novel antigen in great tits (*Parus major*). *Comparative Biochemistry and Physiology, Part A*. 161: 422-428
- Krcmar, S. (2012) Hard ticks (Acari, Ixodidae) of Croatia. *ZooKeys*. 234: 19-57
- Kurtenbach, K., S. Michelis, H.S. Sewell, S. Etti, S. M. Schafer, R. Hails, M. Collares-Pereira, M. Santos-Reis, K. Haninçová, M. Labuda, A. Bormane & M. Donaghy (2001) Distinct combinations of *Borrelia burgdorferi* sensu lato genospecies found in individual questing ticks from Europe. *Applied and Environmental Microbiology*. P. 4926-4929
- Kurtenbach, K., H. Kampen, A. Dizij, S. Arndt, H.M. Seitz, U.E. Schaible & M.M. Simon (1995) Infestation of rodents with larval *Ixodes ricinus* (Acari: Ixodidae) is an important factor in the transmission cycle of *Borrelia burgdorferi* sl in german woodlands. *Journal of Medical Entomology*. 32: 807-817
- Lauterbach, R., K. Wells, R.B. O'Hara, E.K.V. Kalko & S.C. Renner (2012) Variable strength of forest stand attributes and weather conditions on the questing activity of *Ixodes ricinus* ticks over years in managed forests. *Plos One*. Vol. 8
- Lope, F., G. González, J.J. Pérez & A.P. Moller (1993) Increased detrimental effects of ectoparasites on their bird hosts during adverse environmental conditions. *Oecologia*. 95: 234-240
- Lunet, N., M. Severo & H. Barros (2006) Desvio padrão ou Erro padrão. Arquivos de Medicina. Universidade do Porto.
- Maetzel, D., W.A. Maier & H. Kampen (2005) *Borrelia burgdorferi* infection prevalences in questing *Ixodes ricinus* ticks (Acari: Ixodidae) in urban and suburban Bonn, western Germany. *Parasitology*. 95: 5-12
- Magnarelli, L.A., J.S. Dumler, J.F. Anderson, R.C. Johnson & E. Fikrig (1995) Coexistence of antibodies to tick-borne pathogens of babesiosis, ehrlichiosis and Lyme borreliosis in human sera. *Journal of Clinical Microbiology*. 33(11): 3054-3057
- Mannelli, A., P. Nebbia, C. Tramuta, E. Grego, L. Tomassone, R. Ainaridi, L. Venturini, D. Meneghi & P. G. Meneguz (2005) *Borrelia burgdorferi* sensu lato infection in larval *Ixodes ricinus* (Acari: Ixodidae) feeding on blackbirds in northwestern Italy. *Journal of Medical Entomology*. 42(2): 168-175
- Marsot, M., P.Y. Henry, G. Vourc'h, P. Gasqui, E. Ferquel, J. Laignel, M. Grysan & J.L. Chapuis (2012) Which forest bird species are the main hosts of the tick,

- Ixodes ricinus*, the vector of *Borrelia burgdorferi* sensu lato, during the breeding season? *International Journal for Parasitology*. 42: 781-788
- Materna, J., M. Daniel, L. Metelka & J. Harcarik (2008) The vertical distribution, density and the development of the tick *Ixodes ricinus* in mountain areas influenced by climate changes (The Krkonose Mts., Czech Republic). *International Journal of Medical Microbiology*. 298: 25-37
- Maxwell, M.H. (1993) Avian blood leucocyte responses to stress. *World Poultry Science Journal*. 49: 34-43
- Medlock, J.M., K.M. Hansford, A. Bormane, M. Derdakova, A. Estrada-Peña, J.C. George, I. Golovljova, T.G.T. Jaenson, J.K. Jensen, P.M. Jensen, M. Kazimirova, J.A. Oteo, A. Papa, K. Pfister, O. Plantard, S.E. Randolph, A. Rizzoli, M.M. Santos-Silva, H. Sprong, L. Vial, G. Hendrix, H. Zeller & W.V. Bortel (2013) Driving forces for changes in geographical distribution of *Ixodes ricinus* ticks in Europe. *Parasites & Vectors*. 6:1
- Melo, F.G. (1984) Estudos biométricos em *Sylvia atricapilla* e *Erithacus rubecula* nos Açores. Universidade dos Açores
- Michalik, J., B. Wodecka, M. Skoracki, B. Sikora & J. Stanczak (2008) Prevalence of avian-associated *Borrelia burgdorferi* s.l. genospecies in *Ixodes ricinus* ticks collected from blackbirds (*Turdus merula*) and song thrushes (*T. philomelos*). *Internacional Journal of Medical Microbiology*. 298: 129-138
- Miguel, F. (2006) Guia de Educação Ambiental: conhecer e preservar florestas. Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas.
- Mihalca, A.D., C.M. Gherman, C. Magdas, M.O. Dumitrache, A. Györke, A.D. Sándor, C. Domsa, M. Oltean, V. Mircean, D.I. Marcutan, G.D'Amico, A. O. Paduraru & V. Cozma (2012) *Ixodes ricinus* is the dominant questing tick in forest habitats in Romania: the results from a countrywide dragging campaign. *Experimental and Applied Acarology*. 58: 175-182
- Monks, D., M. Fisher & N.A. Forbes (2006) *Ixodes frontalis* and avian tick-related syndrome in the United Kingdom. *Journal of Small Animal Practice*. 47: 451-455
- Movila, A., A. Gatewood, I. Toderas, M. Duca, M. Papero, I. Uspenkaia, J. Conovalov & D. Fish (2008) Prevalence of *Borrelia burgdorferi* sensu lato in *Ixodes ricinus* and *I. lividus* ticks collected from wild birds in the Republic of Moldova. *International Journal of Medical Microbiology*. p. 149-153
- Neves, D.P., A. L. Melo, P. M. Linardi & R. W.A. Vitor (2004) Parasitologia Humana. 11ª edição. Atheneu.
- Norris, K. & R. Evans (2000) Ecological immunology. Life history trade-offs and immune defense in birds. *Behavioral Ecology*. 11(1): 19-26

- Olsén, B., T.G.T. Jaenson & S. Bergström (1995) Prevalence of *Borrelia burgdorferi* sensu lato infected ticks on migrating birds. *Applied and Environmental Microbiology*. p. 3082-3087
- Oorebeek, M. & S. Kleindorfer (2008) Climate or host availability: what determines the seasonal abundance of ticks? *Parasitology Research*. 103: 871-875
- Oorebeek, M., R. Sharrad & S. Kleindorfer (2009) What attracts larval *Ixodes hirsti* (Acari: Ixodidae) to their host? *Parasitology Research*. 104: 623-628
- Ots, I. & P. Hõrak (1998a) Health impact of blood parasites in breeding great tits. *Oecologia*. 116: 441-448
- Ots, I., A. Murumagi & P. Hõrak (1998b) Haematological health state indices of reproducing Great Tits: methodology and sources of natural variation. *Functional Ecology*. 12: 700-707
- Palomar, A.M., P. Santibáñez, D. Mazuelas, L. Roncero, S. Santibáñez, A. Portillo & J. Oteo (2012) Role of birds in dispersal of etiologic agents of tick-borne zoonoses, Spain. *Emerging Infectious Diseases*. 18(7)
- Papadopoulos, B., P.F. Humair, A. Aeschlimann, C. Vaucher & W. Buttiker (2002) Ticks on birds in Switzerland. *Acarologia*. 1: 3-19
- Parola, P. & D. Raoult (2001) Ticks and tickborne bacterial diseases in humans: an emerging infectious threat. *Clinical Infectious Diseases*. 32: 897-928
- Pérez-Eid, C. (2007) *Les tiques: identification, biologie, importance médicale et vétérinaires*. Lavoisier. France.
- Perret, J.L., E. Guigoz, O. Rais, L. Gern (2000) Influence of saturation deficit and temperature on *Ixodes ricinus* tick questing activity in Lyme borreliosis-endemic area (Switzerland). *Parasitology Research*. 86: 554-557
- Poupon, M.A., E. Lommano, P.F. Humair, V. Douet, O. Rais, M. Schaad, L. Jenni & L. Gern (2006) Prevalence of *Borrelia burgdorferi* sensu lato in ticks collected from migratory birds in Switzerland. *Applied and Environmental Microbiology*. p. 976-979
- Price, P.W. (1980) *Evolutionary biology of parasites*. Princeton University Press, Princeton.
- Randolph, S.E. (2004) Tick ecology: processes and patterns behind the epidemiological risk posed by Ixodid ticks as vectors. *Parasitology*. 129: S37-S66
- Råberg, L., J.A. Nilsson, P. Ilmonen, M. Stjernman & D. Haselquist (2000) The cost of an immune response: vaccination reduces parental effort. *Ecology Letters*. 3: 382-386

- Raoult, D., P. Berbis, V. Roux, W. Xu & M. Maurin (1997) A new tick-transmitted disease due to *Rickettsia slovaca*. *The Lancet*. 350(9071): 112-113
- Reed, K.D., J.K. Meece, J.S.Henkel & S.K. Shukla (2003) Birds, migration and emerging zoonoses: west nile vírus, Lyme Disease, influenza A and enteropathogenes. *Clinical Medicine & Research*. 1: 5-12
- Rehacek, J. (1991) The role of ticks in dissemination of rickettsiae in nature. *Zoologie*. 35: 127-130
- Reye, A.L., V. Stegny, N. P. Mishaeva, S. Velhin, J. M. Hubschen, G. Ignatyev & C.P. Muller (2013) Prevalence of tick-borne pathogens in *Ixodes ricinus* and *Dermacentor reticulatus* ticks from diferente geographical locations in Belarus. *Plos One*. 8(1)
- Rosa, F., M.V. Crespo, L. Esteves & L. Mendes (2004) Distribuição de *Argas (Argas) reflexus reflexus* (Fabricius, 1794) no norte e centro de Portugal. *Acta Parasitológica Portuguesa*. 11: 33-35
- Santos, A.S., M.M Santos-Silva, R. Sousa, F. Bacelar & J.S. Dumler (2009) PCR-based survey of *Anaplasma phagocytophilum* in Portuguese ticks (Acari: Ixodidae). *Vector-Borne and Zoonotic Diseases*.
- Santos-Silva, M.M., R. Sousa, A.S. Santos, P.Melo, V. Encarnação & F. Bacellar (2006a) Ticks parasitizing wild birds in Portugal: detection of *Rickettsia aeschlimannii*, *R. helvetica* and *R. massiliae*. *Experimental and Applied Acarology*. 39: 331-338
- Santos-Silva, M.M., R. Sousa, A.S. Santos, D. Lopes, E. Queijo, A. Doreta, L. Vitorino & F. Bacellar (2006b) Ticks and tick-borne rickettsiae surveillance in Montesinho natural park, Portugal. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 1078: 137-142
- Santos-Silva, M.M., L. Beati, A.S. Santos, R. Sousa, M.S. Nuncio, P. Melo, M. Santos-Reis, C. Fonseca, P. Formosinho, C. Vilela e F. Bacellar (2011) The hard-tick fauna of mainland Portugal (Acari: Ixodidae): na update on geographical distribution and known associations with hosts and pathogens. *Experimental and Applied Acarology*. 121: 55-85
- Santos-Silva, M.M., A.S. Santos, I.L. Carvalho, R. Sousa, M.J. Alves & S. Nuncio (2013) Relatório revive 2012 – Ixodídeos. Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge
- Schmidt, K.A., R.S. Ostfeld & E.M. Schaubert (1999) Infestation of *Peromyscus leucucopus* and *Tamias striatus* by *Ixodes scapularis* (Acari: Ixodidae) in relation to the abundance of hosts and parasites. *Journal of Medical Entomology*. 36: 749-757

- Schorn, S., H. Schöl, K. Pfister & C. Silaghi (2011) First record of *Ixodes frontalis* collected by flagging in Germany. *Ticks and Tick-borne Diseases*. 2: 228-230
- Schwarz, A., W. A. Maier, T. Kistemann & H. Kampen (2009) Analysis of the distribution of the tick *Ixodes ricinus* L. (Acari: Ixodidae) in a nature reserve of western Germany using geographic information systems. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*. 212: 87-96
- Shah, A. H., M. N. Khan, Z. Iqbal & M.S. Sajid (2004) Tick infestation in Poultry. *International Journal of Agriculture and Biology*. 6: 1162-1165
- Silva, M.M., P. Formosinho, P. Melo, A. Santos & A.R. Filipe (2001) Ixodídeos (Acari: Ixodidae) parasitas de aves silváticas em Portugal. *Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias*. 96(540): 197-199
- Silva, M.M., A.S. Santos, P. Formosinho & F. Bacellar (2006) Carraças associadas a patologias infecciosas em Portugal. *Acta Médica Portuguesa*. 19: 39-48
- Siuda, K., A. Majszyk & M. Nowak (2006) Ticks (Acari: Ixodida) parasitizing birds (Aves) in Poland. *Biology Letters*. 43(2): 147-151
- Sobrino, R., J. Millán, A. Oleaga, C. Gortázar, J. Fuente & F. Ruiz-Fons (2012) Ecological preferences of exophilic and endophilic ticks (Acari: Ixodidae) parasitizing wild carnivores in the Iberian Peninsula. *Veterinary Parasitology*. 184: 248-257
- Socolovschi, C., P. Reynaud, T. Kernif, D. Raoult & P. Parola (2012) Rickettsiae of spotted fever group, *Borrelia valaisiana*, and *Coxiella burnetii* in ticks on passerine birds and mammals from the camargue in the south of France. *Ticks and Tick-borne Diseases*. 3: 354-359
- Sonenshine, D.R. (1991) *Biology of ticks*. Oxford University Press, New York.
- Spach, D.H., C. Liles, G. L. Campbell, R. E. Quick, D.E. Anderson & R. Thomas (1993) Tick-borne diseases in the United States. *The New England Journal of Medicine*. 329: 936-947
- Spencer, R. (1976) *The ringer's manual*. British Trust of Ornithology.
- Svensson, L. (1975) *Identification Guide to European Passerines*. Naturhistoriska Riksmuseet. Stockholm.
- Svensson, L. (1992) *Identification Guide to European Passerines*. British Trust of Ornithology.
- Svensson, L. (1999) *Collins Bird Guide*. 2nd edition. Collins. London.
- Szép, T. & A.P. Møller (2000) Exposure to ectoparasites increases within-brood variability in size and body mass in the sand martin. *Oecologia*. 125: 201-207

- Tapada Nacional de Mafra (s.d.) “*Conheça a Tapada*”. Consultado em 8 de Abril de 2013, disponível em <http://www.tapadademafra.pt/conheca-a-tapada/fauna.html>
- Taragel'ová, V., J. Koci, K. Hanincová, K. Kurtenbach, M. Derdáková, N.H. Ogden, I. Literák, E. Kocianová & M. Labuda (2008) Blackbirds and song thrushes constitute a key reservoir of *Borrelia garinii*, the causative agente of borreliosis in central Europe. *Applied and Environmental Microbiology*. pp. 1289-1293
- Torres, F.D. (2010) Biology and ecology of the Brown dog tick, *Rhipicephalus sanguineus*. *Parasites & Vectors*. 3: 26
- Uspensky, I. (2002) Preliminary observations on specific adaptations of exophilic ixodid ticks to forests or open country. *Experimental and Applied Acarology*. 28: 147-154
- Uspensky, I. (2008) Ticks (Acari: Ixodidae) as urban pests and vectors with special emphasis on ticks outsider their geographical range. Proceedings of the Sixth International Conference on Urban Pests.
- Valkiūnas, G. (2005) Avian malaria parasites and other haemosporida. CRC Press.
- Walberg, J. (2001) White blood cell counting techniques in birds. *Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine*. 10(2): 72-76
- Wall, R. & K. Pitts (2005) Arthropod vectors of infectious Disease: biology and control. Mason Publishing. London