



DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DA VIDA

FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

A utilização de dois habitats de zonas húmidas
pelo Rouxinol-bravo *Cettia cetti* durante períodos
de elevado dispêndio de energia



Pedro Luís Brito Lopes

2013



DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DA VIDA

FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

A utilização de dois habitats de zonas húmidas pelo Rouxinol-bravo *Cettia cetti* durante períodos de elevado dispêndio de energia

Dissertação apresentada à Universidade de
Coimbra para cumprimento dos requisitos
necessários à obtenção do grau de Mestre em
Ecologia, realizada sob a orientação científica do
Professor Doutor Jaime Ramos (Universidade de
Coimbra)

Pedro Luís Brito Lopes

2013

Agradecimentos

Ao Professor Doutor Jaime Ramos, pela excelente orientação, pelo constante acompanhamento, extraordinária disponibilidade, incentivo e pela paciência ao longo deste trabalho.

Ao Miguel Araújo, por estar presente desde o início deste trabalho, por toda ajuda, por todas as oportunidades proporcionadas, mas sobretudo pela amizade e pelo convite para aquela tarde de censos de aves em 2008, pois foi sem dúvida a partir desse dia que compreendi o meu verdadeiro interesse pelas aves.

Ao Paulo Tenreiro, pela oportunidade de poder aprender e conviver com um dos melhores e por tudo o me ensinou durante estes anos (não só sobre aves).

Ao Luís Silva, pelas saídas de campo menos comuns e pela maneira exemplar de encarar o trabalho de campo, é contagiante.

À Doutora Ana Cláudia Norte pelas primeiras saídas de campo no Choupal, porque me fizeram apurar ainda mais o gosto por esta área.

Ao pessoal do IMAR que me ajudou nos primeiros dias de trabalho de laboratório e que o tornaram bem mais agradável, estando sempre, mas sempre disponíveis.

A Coimbra...

Aos meus amigos, aos verdadeiros, por estarem sempre presentes, sempre que realmente preciso, mesmo estando longe e por serem para mim uma família também.

À Andreia, por ter, ao que parece, uma paciência infinita e um sorriso sempre que preciso. Por acreditar em mim quando por vezes já nem eu acredito. Obrigado, por tudo!

E por último, mas o mais importante, aos meus pais, aos meus irmãos e aos meus avós, porque o que sou hoje devo-o a vocês, por me ensinarem a pensar, a acreditar na sinceridade e no trabalho, por confiarem sempre em mim, porque vos devo tudo!

Resumo

As zonas húmidas palustres constituem habitats com grande produtividade, garantem importantes serviços ecológicos e albergam comunidades de aves que incluem espécies com grande valor de conservação e que dependem fortemente destes habitats, nomeadamente para as aves insectívoras. Apesar de todos os benefícios que estes habitats apresentam, no passado sofreram um processo de drenagem com o objectivo de tornar estes locais viáveis para a actividade humana, levando ao aparecimento de habitats com características ripícolas.

O principal objectivo deste trabalho foi avaliar a importância dos caniçais da região Centro de Portugal para as populações de Rouxinol-bravo *Cettia cetti*, assim como avaliar o uso dos dois habitats distintos e compreender a importância da alimentação nos períodos de maior dispêndio de energia numa ave insectívora residente.

Foi avaliada a estrutura das populações de Rouxinol-bravo do habitat de caniçal e do habitat ripícola com base em dados de anilhagem científica de aves ao longo de 10 anos, bem como a produtividade desta espécie em cada habitat e a condição corporal das aves nos diferentes períodos do seu ciclo de vida. Foi também avaliada a dieta desta espécie através da análise de dejectos, bem como a disponibilidade de artrópodes nos dois habitats através de armadilhas de queda e tiras pegajosas. Foram ainda avaliadas as condições térmicas de abrigo através de registos de data loggers.

As diferenças entre as populações de Rouxinol-bravo verificaram-se principalmente nos períodos de muda e Outono, dado que a população do habitat de caniçal sofreu um aumento evidente, apresentando também uma melhor condição corporal neste local. Isto pode dever-se ao facto de o habitat de caniçal oferecer melhores condições térmicas de abrigo e também ao facto de as presas mais seleccionadas por esta espécie (Coleoptera e

Araneae) apresentaram uma maior biomassa no habitat de caniçal no período de muda e Outono. Concluiu-se que ambos os habitats são necessários para a sobrevivência desta ave, nomeadamente o habitat ripícola para a época de reprodução e o habitat de caniçal para a época de muda e o Outono.

Palavras-chave: *Cettia cetti*, habitat palustre, habitat ripícola, condição corporal, disponibilidade alimentar.

Abstract

Marshy wetlands are habitats with high productivity and ensure important ecological services. They support bird communities that include species with high conservation value and that are heavily depends on these habitats particularly insectivorous birds. Despite all the benefits of these habitats, in the past they were considered marginal lands that should be drained for human activities, leading to the appearance of reedbeds with riverine characteristics.

The main objective of this work was to evaluate the importance of the reedbeds in Central Portugal for the populations of Cetti's Warbler *Cettia cetti*, as well as to evaluate the use of two distinct habitats and understand the importance of food quality during periods of high energy outlay for resident insectivorous bird species.

We assessed the population structure of Cetti's Warbler in a reedbed habitat and in a riparian habitat, based on a long-term dataset (10 years) from scientific bird ringing, as well as productivity of this species in each habitat and body condition of the birds in different periods of their annual life cycle. We also assessed the diet selection of this species by analyzing droppings and arthropod availability in the two habitats using pitfall traps and sticky strips. We were also evaluated temperature in the two habitats using data loggers.

The differences between the populations of Cetti's Warbler occurred mainly in the periods of moult and autumn with an obvious increase of the population in reedbeds. Moreover, at this location the birds had a better body condition. This may be due to the fact that this habitat offers better conditions of shelter and also to the fact that prey selected by Cettis's Warbler (Coleoptera and Araneae) had a greater biomass in the reedbed habitat during the moult and Autumn periods . We concluded that both habitats

are necessary for the survival of this bird species, the riparian habitat to breed and reedbed habitat to spend the moult and autumn periods.

Keywords: *Cettia cetti*, marshy wetland, riparian habitat, body condition, food availability.

Índice

Agradecimentos	I
Resumo	II
Abstract	IV
Índice de Figuras	IX
Índice de Tabelas	XIII
Capítulo 1. Introdução	1
1.1 Zonas húmidas	2
1.2 Alteração de habitat em zonas húmidas palustres	3
1.3 Importância da alimentação nos períodos de elevado dispêndio de energia pelas aves de caníçal	5
1.3.1 Condição corporal e utilização da energia	5
1.3.2 Alimentação e acumulação de energia pelas aves	9
1.4 Objectivos	13
Capítulo 2. Materiais e Métodos	15
2.1 Local de Estudo – Pauls do Baixo Mondego	16
2.1.1 Paul do Taipal	16
2.1.2 Paul da Madriz	16
2.2 Objecto de estudo: Rouxinol-bravo (<i>Cettia cetti</i>).....	21
2.3 Caracterização das populações de Rouxinol-bravo nos dois habitats	25
2.4 Avaliação da condição corporal e a relação com os níveis de metabolitos sanguíneos	27
2.5 Caracterização da dieta do Rouxinol-bravo	28
2.6 Avaliação da disponibilidade de alimento no solo e na vegetação	30

2.7 Relação entre a dieta e a disponibilidade de alimento	33
2.8 Comparação da temperatura entre o habitat ripícola e o habitat de caniçal	
.....	33
2.9 Análise estatística	34
Capítulo 3. Resultados	40
3.1 Caracterização das populações de Rouxinol-bravo nos dois habitats	41
3.2 Avaliação da condição corporal e a relação com os níveis de metabolitos	
sanguíneos	46
3.3 Caracterização da dieta do Rouxinol-bravo	51
3.4 Avaliação da disponibilidade de alimento.....	53
3.4.1 Disponibilidade de alimento no solo	53
3.4.2 Disponibilidade de alimento no substrato inferior da vegetação	58
3.4.3 Disponibilidade de alimento nos dois substratos (vegetação e solo).....	61
3.5 Relação entre a dieta e a disponibilidade de alimento	64
3.6 Comparação da temperatura entre o habitat ripícola e o habitat de caniçal	
.....	67
Capítulo 4. Discussão e Conclusão	71
4.1 Comparação da estrutura populacional de Rouxinol-bravo entre o habitat de	
caniçal e o habitat ripícola	72
4.2 Comparação da dieta e a disponibilidade de alimento entre os dois habitats...	
.....	73
4.3 Comparação das condições térmicas de abrigo entre os dois habitats	77
4.4 Comparação da condição corporal e estado de saúde entre os dois habitats....	
.....	78
4.5 Conclusão	81

Capítulo 5. Referências Bibliográficas	83
Anexos	92

Índice de Figuras

- Figura 1** – Locais de Estudo: A – localização do Vale do Baixo Mondego; B – localização do paul da Madriz e do paul do Taipal; C – localização dos pontos de amostragem no paul da Madriz; D – Localização dos pontos de amostragem no paul do Taipal. Os pontos a amarelo representam locais de amostragem de invertebrados (armadilhas de queda e tiras pegajosas) e as linhas a laranja representam os locais onde foram capturadas as aves. 18
- Figura 2** – Paul do Taipal: A – pormenor do local de anilhagem (linha 2) onde se pode observar a vegetação típica deste local; B – vista sobre o habitat de caniçal com zonas de água aberta. 19
- Figura 3** – Paul da Madriz, onde se pode observar a vegetação ripícola característica deste local: A – local de anilhagem (linha 2); B – local de anilhagem (linha 1). 20
- Figura 4** – Rouxinol-bravo (*Cettia cetti*) fotografado durante uma sessão de anilhagem científica de aves. Fotografia cedida por Miguel Araújo. 24
- Figura 5** – Regressão para os valores de comprimento de asa (mm) em função da massa corporal (g) para machos e para fêmeas A – Taipal, B- Madriz. 26
- Figura 6** – Material utilizado na recolha de amostras de sangue para análise de parâmetros bioquímicos. Na fotografia. Fotografia cedida por Miguel Araújo. 28
- Figura 7** – Lupa binocular utilizada para a análise da dieta de Rouxinol-bravo no laboratório do IMAR-CMA. 29
- Figura 8** – Armadilha de queda composta por um copo de plástico com etanol 62% no interior, coberta com um prato de plástico. 32

Figura 9 – Tira pegajosa colocada no meio da vegetação a cerca de 40 cm do solo.	32
Figura 10 – Datta logger utilizado nos registos da temperatura, colocado no suporte de madeira no interior da vegetação a cerca de 40 cm do solo.	34
Figura 11 – Comparação do número médio (e intervalo 95% de confiança) de aves capturadas por unidade de esforço por mês entre o paul da Madriz e o paul do Taipal.	43
Figura 12 – Diagramas de caixa (média, mediana, desvio padrão, valores mínimos, valores máximos e valores atípicos) de aves capturadas por unidade de esforço por mês por sexo e idade (machos adultos, fêmeas adultas, machos juvenis e fêmeas juvenis): A – paul da Madriz; B – paul do Taipal.	44
Figura 13 – Índices de produtividade do Rouxinol-bravo (época de reprodução) por ano. A – paul da Madriz; B- paul do Taipal. A linha representa a tendência da produtividade, a zona a sombreado representa o intervalo 95% de confiança e os pontos representam os valores para a obtenção da curva de tendência da produtividade.....	45
Figura 14 – Diagramas de caixa (média, mediana, desvio padrão, valores mínimos, valores máximos e valores atípicos) do índice de condição corporal das aves capturadas de 2003 a 2013 por período (reprodução, muda, Outono e Inverno), por idade e sexo: A – Machos adultos; B – Fêmeas adultas; C – Machos juvenis; D – Fêmeas Juvenis. ..	47
Figura 15 – Resultado da análise dos componentes principais (PCA) para o estado de saúde dos indivíduos. Os vectores representam a importância de cada variável (triglicéridos, glucose, hemoglobina e índice de condição corporal, é representado a “BC”), as letras “m” e “t” representam as pontuações dos indivíduos capturados respectivamente no paul da Madriz e no paul do Taipal.	50

Figura 16 – Comparação da média (e intervalo 95% de confiança) da biomassa total disponível no solo (peso seco (mg) dos indivíduos <10mm) por quinzena entre o paul da Madriz e o paul do Taipal.	54
Figura 17 – Comparação do número médio de invertebrados de cada categoria de tamanho corporal (<5mm, 5-10 mm e >10mm) em cada quinzena para o alimento disponível no solo: A – paul do Taipal e B – paul da Madriz. N=número de amostras em cada quinzena em cada local.	55
Figura 18 – Comparação da média (e 95% do intervalo de confiança) da biomassa disponível no solo (peso seco (mg) dos indivíduos <10mm) por quinzena entre o paul da Madriz e o paul do Taipal: A-Coleoptera; B- Diptera; C- Hymenoptera; D- Hemiptera; E – Araneae.	56
Figura 19 – Comparação da média (e intervalo 95% de confiança) da biomassa total disponível na vegetação (peso seco (mg) dos indivíduos <10mm) por quinzena entre o paul da Madriz e o paul do Taipal.	59
Figura 20 – Comparação do número médio de invertebrados de cada categoria de tamanho corporal (<5mm, 5-10 mm e >10mm) em cada quinzena para o alimento disponível na vegetação: A – paul do Taipal e B – paul da Madriz. N=número de amostras em cada quinzena em cada local.	59
Figura 21 – Comparação da média (e intervalo 95% de confiança) da biomassa disponível na vegetação (peso seco (mg) dos indivíduos <10mm) por quinzena entre o paul da Madriz e o paul do Taipal: A-Coleoptera; B- Diptera; C- Hymenoptera; D- Hemiptera; E – Araneae.	60

Figura 22 – Comparação da média (e intervalo 95% de confiança) da biomassa total disponível no solo e na vegetação (peso seco (mg) dos indivíduos <10mm) por quinzena entre o paul da Madriz e o paul do Taipal. 62

Figura 23 – Comparação da média (e intervalo 95% de confiança) da biomassa disponível no solo e na vegetação (peso seco (mg) dos indivíduos <10mm) por quinzena entre o paul da Madriz e o paul do Taipal: A-Coleoptera; B- Diptera; C- Hymenoptera; D- Hemiptera; E – Araneae. 63

Figura 24 – Temperaturas (°C) A – temperaturas mínimas no paul do Taipal (habitat de caniçal) e no paul da Madriz (habitat ripícola) de 8 de Agosto a 17 de Outubro; B - temperaturas máximas no paul do Taipal (habitat de caniçal) e no paul da Madriz (habitat ripícola) de 8 de Agosto a 17 de Outubro; C – temperaturas mínimas no paul do Taipal (habitat de caniçal) e no paul da Madriz (habitat ripícola) de 20 de Dezembro a 1 de Janeiro; D - temperaturas máximas no paul do Taipal (habitat de caniçal) e no paul da Madriz (habitat ripícola) de 20 de Dezembro a 1 de Janeiro; E - temperaturas mínimas no paul do Taipal (habitat de caniçal) e no paul da Madriz (habitat de caniçal) de 21 de Setembro a 17 de Outubro; F - temperaturas máximas no paul do Taipal (habitat de caniçal) e no paul da Madriz (habitat de caniçal) de 21 de Setembro a 17 de Outubro; G - temperaturas mínimas no paul do Taipal (habitat de caniçal) e no paul da Madriz (habitat de caniçal) de 4 a 18 de Dezembro; H - temperaturas máximas no paul do Taipal (habitat de caniçal) e no paul da Madriz (habitat de caniçal) de 4 a 18 de Dezembro; I - temperaturas mínimas no paul da Madriz (habitat de caniçal) e no paul da Madriz (habitat ripícola) de 1 a 7 de Dezembro; J - temperaturas máximas no paul da Madriz (habitat de caniçal) e no paul da Madriz (habitat ripícola) de 1 a 7 de Dezembro. 69

Índice de Tabelas

Tabela I – Resultados da análise de variâncias (ANOVA factorial) para o efeito do Local, interacção Local*Sexo, interacção Local*Idade, interacção Local*Mês, interacção Local*Sexo*Idade, interacção Local*Sexo*Mês e interacção Local*Idade*Mês no número de Rouxinol-bravo capturado por metro de rede por hora (Log ((Nº aves/m rede/hora *10000)+1)). Os efeitos significativos estão indicados a negrito.	42
Tabela II – Resultados da análise de variâncias (ANOVA factorial) para o efeito do Sexo, Idade, Mês, interacção Sexo*Idade, interacção Sexo*Mês e interacção Idade*Mês no número de Rouxinol-bravo capturado por metro de rede por hora (Log ((Nº aves/m rede/hora *10000)+1)) em cada habitat: Madriz (ripícola) e Taipal (caniçal). Os efeitos significativos estão indicados a negrito.	43
Tabela III – Médias ± desvio-padrão dos índices de condição corporal para cada categoria de idade e sexo (machos adultos, machos juvenis, fêmeas adultas e fêmeas juvenis), em cada local (Taipal e Madriz) e em cada período (Reprodução, Muda, Outono e Inverno).	48
Tabela IV – Resultados da análise de variâncias (ANOVA factorial) para o efeito do Local, Período e interacção Local*Período na condição corporal de Rouxinol-bravo. Os efeitos significativos estão indicados a negrito.	48
Tabela V – Médias ± desvio-padrão dos níveis de triglicérideos, glucose, hemoglobina e índice de condição corporal para cada local (Taipal e Madriz).	49

Tabela VI – Eigenvalues e variância explicada pelos 2 componentes principais extraídos utilizando os parâmetros morfológicos e bioquímicos que refletem o estado de saúde do Rouxinol-bravo. 49

Tabela VII – Comparação entre a percentagem de ocorrência (%) de invertebrados (Ordens mais representativas a negrito) e sementes na dieta de Rouxinol-bravo entre o paul da Madriz (zona ripícola) e o paul do Taipal (caniçal) em cada período do ciclo anual desta espécie: Reprodução (Março, Abril e Maio), Muda (Julho e Agosto), Outono (Setembro Outubro) e Inverno (Novembro, Dezembro e Janeiro). N = número de dejectos analisados em cada período.52

Tabela VIII – Resultados do Teste de Chi-quadrado para avaliar as diferenças no número de dejectos de Rouxinol-bravo contendo determinada Ordem de invertebrados, entre o paul da Madriz (zona ripícola) e o paul do Taipal (caniçal). Os testes foram efectuados por período do ciclo anual desta espécie: Reprodução (Março, Abril e Maio), Muda (Julho e Agosto) e Outono (Setembro Outubro). Os efeitos significativos estão indicados a negrito. 53

Tabela IX – Resultados da análise de variâncias (ANOVA factorial) para o efeito da Quinzena, Local, e interacção Quinzena*Local na biomassa estimada (peso seco em miligramas) do alimento disponível (invertebrados com comprimento <10mm) para o total das ordens mais representativas, nas armadilhas de queda (solo). Os efeitos significativos estão indicados a negrito. 55

Tabela X – Resultados da análise de variâncias (ANOVA factorial) para o efeito da Quinzena, Local, e interacção Quinzena*Local na biomassa estimada (peso seco em miligramas) do alimento disponível (invertebrados com comprimento <10mm) para as Ordens mais representativas dos invertebrados capturados nas armadilhas de queda

(solo): Coleoptera, Diptera, Hymenoptera, Hemiptera, Araneae. Os efeitos significativos estão indicados a negrito. 57

Tabela XI – Resultados da análise de variâncias (Kruskal Wallis) para o efeito da Quinzena e do Local na abundância (número de indivíduos) das Ordens mais representativas dos invertebrados capturados nas armadilhas de queda (solo): Hymenoptera e Hemiptera. Os efeitos significativos estão indicados a negrito. 57

Tabela XII – Resultados da análise de variâncias (Kruskal Wallis) para o efeito da Quinzena e do Local na biomassa estimada (peso seco em miligramas) do alimento disponível (invertebrados com comprimento <10mm) para o total das ordens mais representativas, nas tiras pegajosas (vegetação). Os efeitos significativos estão indicados a negrito. 59

Tabela XIII – Resultados da análise de variâncias (ANOVA factorial) para o efeito da Quinzena, Local, e interacção Quinzena*Local na biomassa estimada (peso seco em miligramas) do alimento disponível (invertebrados com comprimento <10mm) para as Ordens mais representativas dos invertebrados capturados nas tiras pegajosas (vegetação): Coleoptera, Diptera, Hymenoptera, Hemiptera, Araneae. Os efeitos significativos estão indicados a negrito. 61

Tabela XIV – Resultados da análise de variâncias (ANOVA factorial) para o efeito da Quinzena, Local, e interacção Quinzena*Local na biomassa estimada (peso seco em miligramas) do alimento disponível (invertebrados com comprimento <10mm) para o total das ordens mais representativas. Os efeitos significativos estão indicados a negrito. 62

Tabela XV – Resultados da análise de variâncias (ANOVA factorial) para o efeito da Quinzena, Local, e interacção Quinzena*Local na biomassa estimada (peso seco em

miligramas) do alimento disponível (invertebrados com comprimento <10mm) para as Ordens mais representativas dos invertebrados: Coleoptera, Diptera, Hymenoptera, Hemiptera, Araneae. Os efeitos significativos estão indicados a negrito. 64

Tabela XVI – Valores de selectividade (Índice de Ivlev) para das Ordens mais representativas dos invertebrados capturados nas tiras pegajosas (vegetação): Coleoptera, Diptera, Hymenoptera, Hemiptera, Araneae; em cada habitat: Madriz (ripícola) e Taipal (caniçal); por período do ciclo anual do Rouxinol-bravo: Muda (Julho e Agosto), Outono (Setembro Outubro) e Inverno (Novembro, Dezembro e Janeiro). Valores a negrito correspondem a uma selecção positiva; valores em itálico correspondem a uma selecção negativa. 65

Tabela XVII – Valores de selectividade (Índice de Ivlev) para das Ordens mais representativas dos invertebrados capturados nas armadilhas de queda (solo): Coleoptera, Diptera, Hymenoptera, Hemiptera, Araneae; em cada habitat: Madriz (ripícola) e Taipal (caniçal); por período do ciclo anual do Rouxinol-bravo: Muda (Julho e Agosto), Outono (Setembro Outubro) e Inverno (Novembro, Dezembro e Janeiro). Valores a negrito correspondem a uma selecção positiva; valores em itálico correspondem a uma selecção negativa. 66

Tabela XVIII – Valores de selectividade (Índice de Ivlev) para das Ordens mais representativas dos invertebrados capturados: Coleoptera, Diptera, Hymenoptera, Hemiptera, Araneae; em cada habitat: Madriz (ripícola) e Taipal (caniçal); por período do ciclo anual do Rouxinol-bravo: Muda (Julho e Agosto), Outono (Setembro Outubro) e Inverno (Novembro, Dezembro e Janeiro). Valores a negrito correspondem a uma selecção positiva; valores em itálico correspondem a uma selecção negativa. 66

Tabela XIX – Resultados Teste T a comparação dos valores de temperaturas mínimas e máximas entre o habitat de caniçal do paul do Taipal e o habitat ripícola do paul da Madriz. Os efeitos significativos estão indicados a negrito. 70

Tabela XX – Resultados Teste de Mann-Whitney para a comparação das temperaturas mínimas e máximas entre os habitats de caniçal do paul do Taipal e ripícola do paul da Madriz, entre os habitats de caniçal do paul do Taipal e do paul da Madriz, e entre os habitats de caniçal e ripícola do paul da Madriz. Os efeitos significativos estão indicados a negrito. 70

Capítulo 1

Introdução

1.1 Zonas húmidas

As zonas húmidas estão entre os ambientes com maior produtividade do mundo (Ramsar Convention Secretariat, 2006). As interações dos componentes físicos, químicos e biológicos das zonas húmidas garantem importantes serviços ecológicos como armazenamento de água, protecção contra efeitos de tempestades e mitigação de inundações, controlo da erosão e estabilização da linha costeira, controlo dos níveis de água subterrânea (abastecimento ou descarga), purificação da água, retenção de nutrientes, retenção de sedimentos, retenção de poluentes e estabilização das condições climáticas locais, nomeadamente a precipitação e a temperatura (Ramsar Convention Secretariat, 2006).

Em 2006 a Convenção de Ramsar definiu as zonas húmidas como “áreas compostas por pântanos, charcos, turfeiras ou água; naturais ou artificiais, permanentes ou temporárias; com água estagnada ou corrente, doce, salobra ou salgada; incluindo áreas marinhas cuja profundidade na maré baixa não exceda seis metros” e “pode incluir zonas ripícolas e costeiras adjacentes às zonas húmidas; pode incluir ilhas ou massas de água marinha com maior profundidade que seis metros na maré baixa, que se situem dentro de zonas húmidas”. De um modo geral, as zonas húmidas naturais são classificadas em cinco grandes categorias: zonas húmidas marinhas, zonas húmidas estuarinas, zonas húmidas lacustres, zonas húmidas ripícolas e zonas húmidas palustres. Existem também as zonas húmidas construídas pelo Homem tais como viveiros de peixes e de marisco, tanques e represas para rega na actividade agrícola, terrenos de cultivo irrigados ou alagados, salinas, reservatórios (barragens), lagos formados em minas a céu aberto, quintas de descarga de esgotos e canais. Muitas espécies de animais e plantas, incluindo espécies carismáticas e em perigo de extinção, dependem das zonas húmidas para sobreviver.

1.2 Alteração de habitat em zonas húmidas palustres

As zonas húmidas de água doce interiores (lagoas, zonas húmidas palustres, e zonas húmidas ripícolas) são zonas muito influenciadas pela actividade antropogénica uma vez que se encontram mais perto das populações humanas e das suas actividades. As zonas húmidas palustres podem ser definidas como habitats de água doce compostos por terrenos alagados e são caracterizados por vegetação emergente pelo menos durante a maior parte do seu período de crescimento. As comunidades que constituem este tipo de habitat são influenciadas por diversos factores como a área de superfície de águas abertas, a área de superfície do substrato de plantas emergentes e também o número e o tamanho dos fragmentos de vegetação emergente (Paracuellos, 2008). Neste tipo de habitat a vegetação dominante é constituída por Caniço (*Phragmites australis*) e Bunho (*Schoenoplectus lacustris*) (Farinha et al., 2001), e por isso as zonas húmidas palustres geralmente são chamadas de zonas de caniçal. Por apresentarem elevados níveis de humidade, os caniçais são favoráveis ao desenvolvimento de insectos, apresentando grande diversidade e abundância desta classe de artrópodes (Batzer e Wissinger, 1996). As zonas húmidas palustres são ecossistemas onde existem, entre outras, comunidades de aves que incluem espécies com grande valor de conservação e que dependem fortemente destes habitats (Tucker e Health, 1994). Estes habitats são utilizados de diferentes formas por diferentes espécies de aves, sendo que para além de constituírem locais que proporcionam alimento disponível, os caniçais podem ser utilizados como zonas de abrigo e locais de reprodução, principalmente para as aves insectívoras (Farinha et al., 2001). Assim, este habitat é muito importante para aves insectívoras residentes e migradoras (Farinha et al., 2001) e a presença de aves insectívoras nestes habitats está positivamente correlacionada com a disponibilidade de alimento como foi

demonstrado num estudo levado a cabo numa zona de caniçal no Sul de França por Poulin et al. (2002).

Por exemplo em Portugal o Paul do Taipal apresenta uma grande diversidade de aves e habitats da maior importância para aves migradoras, quer como área para aves invernantes (por exemplo para o Pato-trombeteiro *Anas clypeata* – esta zona húmida alberga 1% da população Mediterrânica) quer como área de descanso (por exemplo para o Maçarico-de-bico-direito *Limosa limosa*). Este local é também importante como local de nidificação para a Garça Vermelha *Ardea purpurea* e para outras espécies ameaçadas na maior parte da sua região biogeográfica na Europa (por exemplo a Garça-pequena *Ixobrychus minutus*). A um nível nacional, o Paul do Taipal apresenta o maior número de Narceja-comum *Gallinago gallinago*, Tartaranhão-ruivo-dos-pauis *Circus aeruginosus* e Andorinha-das-chaminés *Hirundo rustica* (que utiliza este local como dormitório nos períodos que antecedem a migração para Sul).

Apesar de todos os benefícios que as zonas húmidas palustres apresentam, no passado as zonas húmidas foram consideradas terras marginais que deveriam ser drenadas ou recuperadas para que ficassem disponíveis para as actividades humanas (Farinha et al., 2001). No século passado, em todo o planeta mais de 50% das áreas que constituíam zonas húmidas foram perdidas. Além disso, devido às influências adversas das actividades antropogénicas, as zonas húmidas que restaram foram também degradadas (Finlayson e Spiers, 1999), ocorrendo uma alteração da qualidade do habitat e também das suas funções. Em Portugal as zonas húmidas também sofreram um processo semelhante no passado, levando à redução, fragmentação, ou mesmo à perda total de muitas zonas húmidas de caniçal. A alteração do regime hídrico dos pauis que sofreram drenagem levou a que se desenvolvessem outras espécies vegetais nesses locais. A vegetação que ocupou os espaços dominados pelo Caniço foi sobretudo vegetação típica

de zonas ripícolas como os Salgueiros *Salix alba* e outras espécies de carácter arbustivo como o Sanguinho-de-água *Frangula alnus* e a Silva *Rubus fruticosus*, formando um denso emaranhado de vegetação. O novo tipo de vegetação e regime hídrico levou a que as comunidades de invertebrados sejam diferentes das do habitat de caniçal (Batzer e Wissinger, 1996), alterando a disponibilidade alimentar das aves insectívoras, mas também a qualidade do habitat em termos de abrigo e locais de nidificação.

O estudo realizado por Paracuellos (2008) no sudeste de Espanha demonstrou a relação entre a fragmentação do habitat de caniçal e a diversidade de aves ao longo de vários anos. A evolução da superfície da zona húmida foi avaliada durante 45 anos desde meados do século XX ao início do século XXI. Devido ao facto da área de superfície de vegetação emergente ter vindo a ficar mais fragmentada, isolada e ter vindo a desaparecer progressivamente, as consequências para esta zona húmida foram a perda de algumas espécies de aves ao longo dos anos, principalmente na época de reprodução (Paracuellos, 2008).

1.3 Importância da alimentação nos períodos de elevado dispêndio de energia pelas aves de caniçal

1.3.1 Condição corporal e utilização da energia

Durante o ciclo de vida das aves insectívoras existem períodos com elevado dispêndio de energia, nomeadamente a época de reprodução, a época de muda e a época de migração. Assim, a dieta das aves depende das exigências relacionadas com o período do ciclo de vida que atravessam. Diferentes tipos de alimento proporcionam diferentes

compostos que podem constituir diferentes fontes de energia, sendo um factor limitante para a sobrevivência das aves insectívoras. O resultado da qualidade da alimentação das aves, de acordo com as necessidades energéticas em cada período, reflete-se na sua condição corporal.

A condição corporal é um factor importante para determinar o desempenho individual dos animais. Muitos autores referem-se à condição corporal como o tamanho relativo das reservas energéticas comparando com componentes estruturais do corpo, de forma a constituir uma medição para as reservas de energia e nutrientes (Green, 2001). No entanto esta medida é difícil de ser recolhida e foram desenvolvidas várias metodologias que não envolvem a morte da ave e que se baseiam na relação entre a massa corporal e medições do tamanho do corpo (Green, 2001). A condição corporal está associada a vários atributos dos indivíduos como a sobrevivência, produtividade, utilização do habitat ou comportamento, e têm implicações na dinâmica das populações (Schamber et al., 2009). De um modo geral a constituição corporal dos animais consiste em quatro componentes básicos: proteínas, lípidos, sais minerais e água. Os lípidos não são essenciais para um organismo viver com as condições mínimas fundamentais, com excepção de funções estruturais mínimas. Assim, quase todos os lípidos podem ser catabolizados e convertidos em reservas energéticas (Schamber et al., 2009). O índice de condição corporal pode ser calculado através de uma correcção da massa corporal para uma medição do tamanho do indivíduo como o comprimento do tarso, do bico ou da asa, constituindo um indicador das reservas nutricionais (Brown, 1996).

A época de reprodução é um período que exige grande desgaste energético para as aves. Além das alterações fisiológicas que ocorrem nos progenitores, também ocorrem alterações comportamentais, e dependendo do sistema de reprodução de cada espécie, as exigências energéticas para as aves podem ser diferentes, de acordo com as tarefas

desempenhadas por cada progenitor. Existem diferentes sistemas de reprodução nas aves, podendo estes ser monogâmicos em que cada indivíduo tem apenas um parceiro do sexo oposto, ou poligâmicos em que um indivíduo pode ter vários parceiros do sexo oposto. No caso da poligamia podem ser considerados dois sistemas: poliândrico, no caso de uma fêmea acasalar com vários machos; ou poligínico, no caso de um macho acasalar com várias fêmeas. De acordo com o tipo de sistema, cada elemento poderá ter diferentes tarefas na reprodução como a manutenção de território, construção do ninho, incubação dos ovos, alimentação das crias, etc. Da mesma forma, de acordo com as tarefas e com o desgaste na época de reprodução, as necessidades energéticas para cada sexo poderão ser diferentes.

Outro período de grande importância para as aves, que acarreta grande dispêndio de energia, é a muda. A muda consiste no período em que as aves realizam a renovação das penas, sendo que numa muda completa é substituída cerca de 5-10% da massa corporal. Assim, este processo implica custos energéticos adicionais significativos que incluem a constituição calórica das novas penas, assim como a energia necessária para a síntese das penas e para a produção e manutenção dos tecidos envolvidos na sua produção. Nas aves em muda ocorrem grandes alterações fisiológicas como: o aumento no volume total de sangue; alterações na temperatura corporal e água corporal; alteração do metabolismo dos tecidos ósseos; energia gasta no fornecimento e armazenamento de aminoácidos essenciais durante a noite e o aumento associado do metabolismo de proteínas no corpo; aumento das perdas de energia devido à diminuição do isolamento da plumagem; e aumento do fluxo sanguíneo periférico nas penas crescentes (Jenni e Winkler, 2011). De um modo geral, os custos indirectos da muda como as alterações fisiológicas radicais e as consequências de possuir uma plumagem com eficiência

reduzida principalmente para o voo, podem ser muito relevantes para explicar a separação temporal dos períodos de muda, de reprodução e de migração (Earnst, 1992).

O estudo da dieta das aves insectívoras associado à avaliação da condição corporal da ave permite aferir qual a finalidade do alimento disponível em cada fase do ciclo de vida das aves, bem como compreender o motivo para as aves realizarem os seus movimentos. Os movimentos das aves podem ser classificados de acordo com a finalidade, as distâncias percorridas e a época do ciclo de vida. Newton (2008) propôs classificar os movimentos das aves em seis categorias: movimentos diários de rotina que consistem em movimentos que todas as aves realizam na procura de alimento, geralmente localizados e de curta distância (metros ou quilómetros); movimentos de dispersão (unidireccionais) que são levados a cabo por aves que se tornaram independentes dos seus progenitores, aves que alteram o local de nidificação de ano para ano, ou se deslocam para outros locais fora da época de reprodução, e os movimentos podem ocorrer em qualquer direcção, sendo geralmente também de curtas distâncias (metros ou quilómetros); migração que consiste em movimentos regulares em direcções específicas e que geralmente envolvem grandes distâncias percorridas (dezenas, centenas ou milhares de quilómetros) e estão geralmente associados a alterações sazonais na disponibilidade de alimento, causando grandes movimentos em massa de aves duas vezes por ano entre zonas de reprodução e zonas de invernada; migrações dispersivas que consistem em movimentos pós-reprodução que podem ocorrer em qualquer direcção (como a dispersão), havendo uma viagem de regresso na próxima época de reprodução e envolvendo grandes distâncias percorridas; erupções (migrações invasivas) que são idênticas a outras migrações sazonais excepto pelo facto de que há uma grande variação de ano para ano nas distâncias percorridas e no número de aves que migram, devendo-se sobretudo a flutuações anuais ou sazonais na

disponibilidade de alimento; e o nomadismo que consiste nos movimentos de algumas espécies de aves que habitam locais onde as alterações no clima e na disponibilidade de alimento são imprevisíveis de ano para ano, levando a que estas se movimentem quando é necessário e sem um destino predefinido.

De um modo geral, as aves que utilizam as zonas húmidas têm o mesmo objectivo que consiste em usufruir da disponibilidade de alimento, embora possam ter diferentes finalidades, podendo ser para reabastecer as suas reservas energéticas durante os períodos de migração (disponibilidade alimentar), para se reproduzirem (locais de nidificação e disponibilidade alimentar), para efectuarem a sua muda (disponibilidade alimentar), ou para permanecerem durante o Inverno (abrigo e disponibilidade alimentar). No caso das aves residentes os movimentos de curtas distâncias podem ocorrer por diversos factores, como a procura de territórios para a reprodução, realização da muda, ocupação de espaços deixados pelas aves migradoras (ausência de competição).

1.3.2 Alimentação e acumulação de energia pelas aves

A taxa de armazenamento de energia pode ser influenciada pela qualidade e abundância de alimento que por sua vez são importantes para um reabastecimento eficiente (Bibby e Green, 1981; Bairlein e Gwinner, 1994). No entanto, a acumulação de gordura para as aves residentes é considerada residual quando comparada com qualquer espécie de ave migratória (Balança e Schaub, 2005). A avaliação da taxa de acumulação de gordura pode ser feita através da medição dos metabolitos sanguíneos, uma vez que estes refletem eficazmente a condição corporal dos indivíduos (Brown e Atkinson, 1996). Os

metabolitos sanguíneos mais comumente utilizados para avaliar a condição corporal dos passeriformes em migração e para compreender os movimentos das aves são os triglicerídeos (TRIG), sendo também utilizados os valores de glicose (GLUC), glicerol, ácidos gordos livres, butirato e ácido úrico (Jenni-Eiermann e Jenni, 1994; Landys et al., 2005; McWilliams et al., 2004). Outro composto importante para avaliar a utilização de energia nas aves pode ser através dos níveis de hemoglobina (Hb). Apesar do sistema respiratório das aves ser muito diferente do sistema respiratório dos mamíferos, as hemoglobinas são semelhantes a nível funcional (Manconi et al., 2007).

Os triglicerídeos são sintetizados no fígado e são a forma armazenada de lípidos nos tecidos adiposos (reservas de energia). Estudos prévios mostraram que os triglicerídeos no plasma sanguíneos são o metabolito que fornece mais informações sobre a taxa de acumulação de gordura nas aves selvagens (Jenni-Eiermann e Jenni, 1994; Schaub e Jenni, 2001; Williams et al., 2007). Os triglicerídeos são metabolitos relacionados com o transporte de lípidos e podem fornecer energia adicional aos músculos em actividade (Jenni-Eiermann e Jenni, 1992). Elevados níveis sanguíneos deste metabolito podem indicar que a ave se encontra num processo de acumulação de gordura (Anteau e Afton, 2008; Landys et al., 2005) ou podem indicar uma catabolização da gordura dos tecidos adiposos (Ramenofsky, 1990).

As reservas de energia sob a forma de triglicerídeos têm de ser aerobicamente catabolizadas antes de serem enviadas para as células musculares (Jenni et al., 2006). Consequentemente a capacidade do sangue para o transporte de oxigénio deve ser ajustada de forma a satisfazer os elevados requisitos energéticos dos músculos, o que se pode refletir em níveis mais elevados de hemoglobina durante esses períodos. Ao longo da história evolutiva das espécies, a migração pode ter desempenhado um papel fundamental na formação da capacidade de oxigenação do sangue das aves. De acordo

com esta hipótese, seria de esperar que os tipo de movimentos das aves houvesse uma variação na capacidade de transporte de oxigénio a um nível interespecífico (Minias et al., 2013). Ou seja, seria de esperar que os migradores de longas distâncias apresentassem uma maior capacidade de transporte de oxigénio no sangue quando comparados com espécies residentes e migradores de curtas distâncias. No entanto a capacidade arterial de transporte de oxigénio elevada em aves migradoras pode não ser uma característica constante ao longo do tempo evolutivo, mas pode tratar-se de um ajustamento fisiológico temporário, necessário para a mobilização das reservas energéticas. Desta forma, as alterações na capacidade de transporte de oxigénio no sangue, ou seja, nos níveis de hemoglobina, podem variar a nível individual (intra-específico) de acordo com a fase ou estratégia de migração (Minias et al., 2013).

A glucose constitui uma fonte de energia de acesso mais rápido, sendo por isso o composto que é degradado em primeiro lugar. Os níveis sanguíneos de glucose são a variável fisiológica que é medida com maior frequência em animais famintos. No entanto, nem todos os animais submetidos a fome induzida revelaram diminuição dos níveis de glucose em circulação, e as aves são um bom exemplo disso (García-Rodríguez et al., 1987; Lamsová et al., 2004; McWhorter et al., 2004).

Durante a fase de acumulação de gordura, o aumento da taxa de alimentação das aves leva a um aumento dos níveis sanguíneos de glucose e triglicerídeos (Seaman, 2003). Quando as aves esgotam as reservas energéticas como a glucose, necessitam de mobilizar as reservas de gordura do tecido adiposo, resultando num aumento dos níveis sanguíneos de triglicerídeos no sangue. Os triglicerídeos são hidrolisados em ácidos gordos livres e glicerol, que também resulta num aumento dos níveis sanguíneos destes compostos durante a migração (Bordel e Haase, 1993). O butirato é o resultado da

degradação dos triglicerídeos (Guglielmo e Cerasale, 2005), e o ácido úrico resulta da degradação de proteínas (Schmidt-Nielsen, 1990).

Segundo o estudo de Anteau e Afton (2008), o aumento da massa corporal está positivamente correlacionado com os níveis de triglicerídeos no plasma sanguíneo e correlacionado negativamente com os níveis de β -hidroxi-butilato, em Zarro-americano (*Aythya affinis*), sugerindo que os triglicerídeos plasmáticos indicam acumulação de gordura e o β -hidroxi-butilato indica metabolização das reservas de gordura. No entanto, Mandim e Vezina (2012) mostraram que estes dois metabolitos não estavam relacionados com a alteração da massa corporal, não apresentando correlação em chapim-de-cabeça-preta *Poecile atricapillus*. Jenni-Eiermann e Jenni (1994) mostraram que os triglicerídeos apresentavam uma correlação mais forte com a alteração da massa corporal que o aumento de β -hidroxi-butilato durante o período de aumento de massa, em felosa das figueiras *Sylvia borin*. Neste último estudo, a glucose é o único metabolito sanguíneo que não apresentava correlação com a alteração da massa corporal. Uma vez que os níveis de glucose podem reflectir a capacidade excepcional das aves migratórias para rapidamente mobilizar, distribuir e oxidar lípidos endógenos (Jenni e Jenni-Eiermann, 1998; Jenni-Eiermann et al., 2002; McWilliams et al., 2004), este metabolito pode continuar a ser útil para avaliar a condição corporal das aves.

No estudo de Araújo et al. (submetido), as aves insectívoras migradoras Rouxinol-dos-caniços (*Acrocephalus scirpaceus*) apresentaram níveis mais elevados de triglicerídeos que os Rouxinóis-bravos, aves residentes. No entanto o mesmo estudo revelou que na época de reprodução ambas as espécies apresentaram valores semelhantes de triglicerídeos na corrente sanguínea e que para a espécie residente os níveis de triglicerídeos foram mais elevados durante a Primavera do que no Outono ou na época de reprodução, possivelmente devido à necessidade de acumular reservas energéticas

para o Inverno resultando numa ligeira fase de acumulação de gordura, ou pelo facto de os machos terem necessidade de defender os territórios para garantir o sucesso reprodutor. No entanto no estudo de Araújo et al. (submetido) não foram verificadas diferenças nos níveis de glucose entre as aves migradoras e residentes, nem foram observadas diferenças no número de aves com hipoglicémia entre épocas do ano.

Assim, para compreender a importância para os passeriformes insectívoros residentes de cada tipo de habitat (habitats palustres e os habitats palustres alterados), e para compreender de que forma estas aves utilizam os diferentes habitats durante os períodos de maiores necessidades energéticas, é fundamental compreender como varia a disponibilidade de alimento em cada habitat e o estado de saúde das aves, avaliado através da condição corporal das aves e dos diferentes metabolitos que reflectem acumulação e utilização de reservas energéticas ao longo do ano e quais as implicações nos movimentos, produtividade e estrutura das populações.

1.4 Objectivos

O estudo levado a cabo por Bibby e Thomas (1984) em Lameira e Santo André, em Portugal, mostra as variações na estrutura das populações de uma espécie de ave insectívora residente (Rouxinol-bravo) em dois habitats, um habitat de zona húmida palustre e outro de zona de caniçal alterado (com características de vegetação ripícola). Neste estudo verificou-se que a mesma espécie de ave utiliza de diferente forma os dois habitats ao longo do ano, isto é, o número aves juvenis capturadas em Setembro e Outubro aumentou nos dois habitats, no entanto o aumento foi muito mais expressivo para as fêmeas juvenis no habitat de caniçal.

O principal objectivo desta Tese Mestrado foi avaliar a importância dos caniçais da região Centro de Portugal para as populações de uma ave insectívora residente, o Rouxinol-bravo, assim como avaliar o uso de dois habitats distintos (caniçal e zonas de caniçal alterado, resultado da drenagem dos habitats palustres) e compreender a importância da alimentação nos períodos de maior dispêndio de energia numa ave insectívora residente.

Para atingir este objectivo foram propostas as seguintes metas: 1) avaliação da estrutura das populações e produtividade desta ave insectívora residente através da análise de dados recolhidos em sessões anilhagem científica de aves, ao longo de 10 anos; 2) avaliação da condição corporal e a relação com os níveis de metabolitos sanguíneos, através da análise dos níveis de triglicéridos, glucose e hemoglobina, bem como da condição corporal; 3) avaliação da dieta de Rouxinol-bravo através da análise de excrementos recolhidos durante as sessões de anilhagem científica de aves; 4) avaliação da disponibilidade de alimento em cada habitat através da amostragem dos invertebrados no solo e na vegetação; 5) avaliação das condições térmicas de abrigo através da análise de dados de temperatura recolhidos em cada habitat.

Os resultados obtidos irão aumentar o conhecimento científico sobre a utilização dos caniçais e das zonas de caniçal alterado por esta espécie de ave insectívora residente, fornecendo informação básica para futuros estudos, nomeadamente sobre o papel das aves residentes nestes habitats, a importância ecológica em termos de conservação e de que forma o tipo de alimentação influencia o desempenho das aves residentes na utilização de energia.

Capítulo 2

Material e Métodos

2.1 Local de Estudo – Pauls do Baixo Mondego

2.1.1 Paul do Taipal

O paul do Taipal localiza-se na região centro de Portugal, no distrito de Coimbra, no vale do Baixo Mondego, junto à vila de Montemor-o-Velho. Este paul foi designado como Zona de Protecção Especial (233ha) ao abrigo da Directiva Aves. Foi designado sítio Ramsar em 2001 e as suas coordenadas geográficas são 40 ° 10 'N, 08 ° 41' W.

Na década de 1970 a área correspondente ao actual paul era utilizada para actividades agrícolas, no entanto a construção da estrada nacional neste local levou ao bloqueio das valas de drenagem, que teve como consequência a inundação deste local durante a maior parte do ano, o que conduziu ao abandono das actividades agrícolas e à existência de condições para o desenvolvimento do habitat palustre. No presente, a vegetação é constituída sobretudo por caniço e bunho (Farinha et al., 2001) e o estrato arbóreo é formado por salgueiros e amieiros. O paul do Taipal apresenta várias áreas de águas abertas, no entanto há tendência para o aparecimento de caniço e infestação por espécies herbáceas. Esta é uma área representativa do tipo de zona húmida desta região biogeográfica (Farinha et al., 2001).

Os dados relativos à anilhagem científica de aves que dizem respeito a este local foram recolhidos em zonas de caniçal puro, assim como as amostras de alimento disponível.

2.1.2 Paul da Madriz

O paul da Madriz localiza-se na região centro de Portugal, no distrito de Coimbra, imediatamente a sul da localidade de Casal do Redinho. O paul encontra-se vale do Baixo Mondego, na margem esquerda e junto ao Rio Arunca. Este paul foi designado

como Zona de Protecção Especial (89ha) ao abrigo da Directiva Aves. Foi designado sítio Ramsar em 1996 e as suas coordenadas geográficas são 40 ° 40 'N, 08 ° 38' W.

Esta zona húmida compreende cerca de 38 ha e encontra-se inundada durante a maior parte do ano. A vegetação aquática é composta predominantemente por Caniço e Bunho, ocorrendo também Tabúia (*Typha latifolia* e *Typha angustifolia*) e nas áreas mais abertas Nenúfar-amarelo (*Nuphar lutea*) Golfão-branco (*Nymphaea alba*) (Farinha et al., 2001). A área envolvente é composta por bosque misto de pinhal, algumas vinhas e campos agrícolas abandonados (vegetação densa e arbustiva semelhante a habitat ripícola).

Apesar do pequeno tamanho do paul da Madriz, este apresenta grande valor para as aves aquáticas no Baixo Mondego, e é um refúgio indispensável em tempos de maior pressão em época de caça (Farinha et al., 2001) É um local importante para os passeriformes nas migrações outonais e também na época de reprodução para as aves típicas de caniçal.

Os dados relativos à anilhagem científica de aves, assim como as amostragens da disponibilidade de alimento que dizem respeito a este local foram recolhidos em habitats de caniçal alterado, numa zona adjacente que no passado foi drenada e que apresenta vegetação arbustiva densa, semelhante a habitats ripícolas.

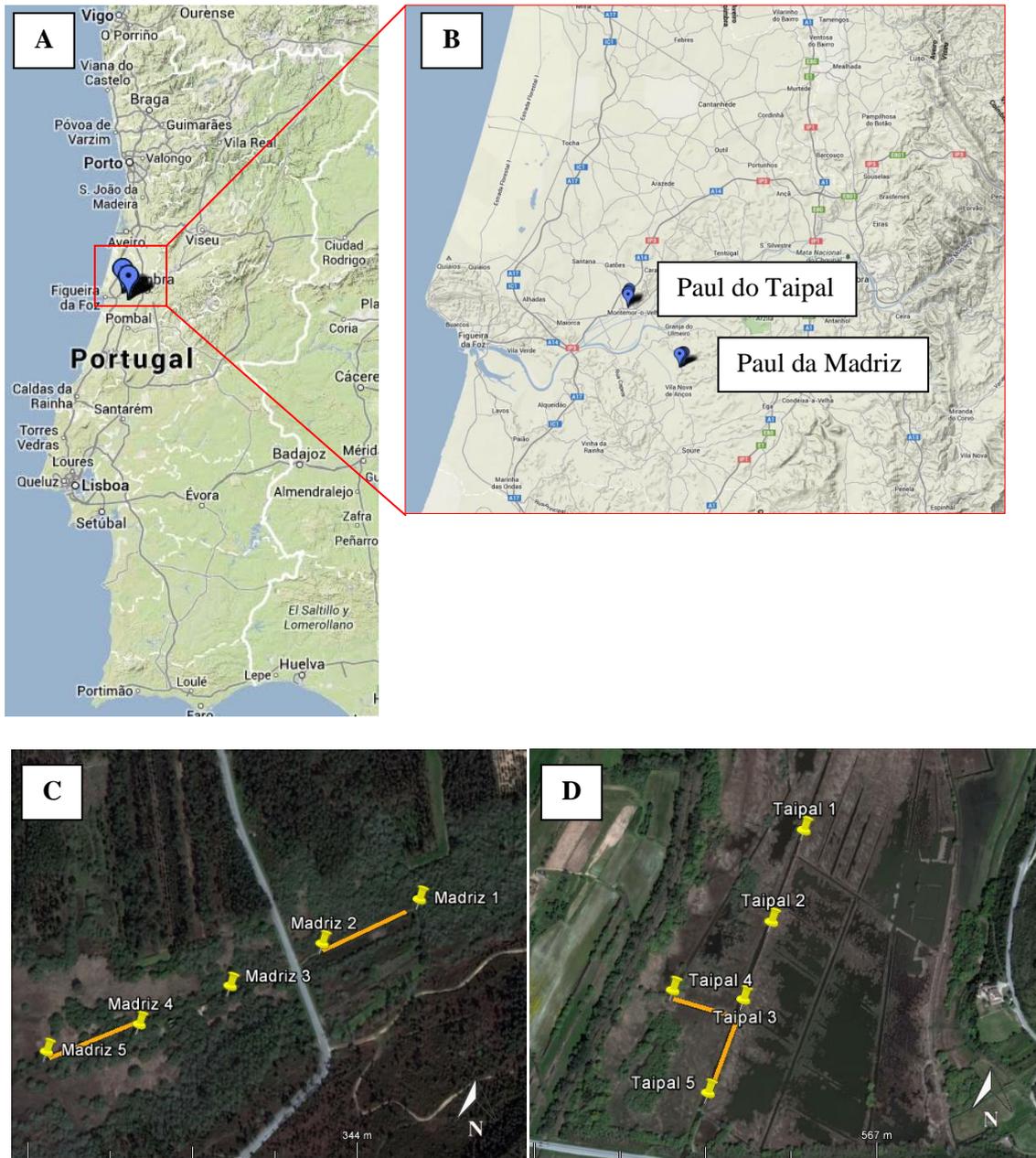


Figura 1 – Locais de Estudo: A – localização do Vale do Baixo Mondego; B – localização do paul da Madriz e do paul do Taipal; C – localização dos pontos de amostragem no paul da Madriz; D – Localização dos pontos de amostragem no paul do Taipal. Os pontos a amarelo representam locais de amostragem de invertebrados (armadilhas de queda e tiras pegajosas) e as linhas a laranja representam os locais onde foram capturadas as aves.

A



B



Figura 2 – Paul do Taipal: A – pormenor do local de anilhagem (linha 2) onde se pode observar a vegetação típica deste local; B – vista sobre o habitat de caniçal com zonas de água aberta.



Figura 3 – Paul da Madriz, onde se pode observar a vegetação ripícola característica deste local: A – local de anilhagem (linha 2); B – local de anilhagem (linha 1).

2.2 Objecto de estudo: Rouxinol-bravo (*Cettia cetti*)

O Rouxinol-bravo *Cettia cetti* (Temminck, 1820) é um passeriforme da família Sylviidae de porte médio e um pouco robusto. Esta ave apresenta asas curtas e arredondadas, cabeça abobadada, com pescoço curto e com um bico fino e pontiagudo. Apresenta uma cauda longa e larga, com apenas dez penas caudais. A plumagem desta espécie é bastante escura e sem brilho: as partes superiores são ruivo-acastanhadas; as zonas inferiores do corpo são branco-acinzentado; por baixo das coberturas caudais as penas são castanhas com manchas brancas; o supracilo é claro; as zonas laterais do peito bem como os flancos são ruivo-acastanhados (Cramp, 1992; Svensson, 1992; Svensson et al., 2010). O habitat do Rouxinol-bravo consiste em zonas junto de água com vegetação densa e arbustiva, como zonas ripícolas e pântanos (Cramp, 1992; Svensson et al., 2010).

A distribuição desta ave inclui países banhados pelo Mar Mediterrâneo e ainda algumas áreas da Grã-Bretanha, Bélgica e Holanda (Cramp, 1992). Recapturas de Rouxinol-bravo capturados ou recuperados na França indicam que a espécie é quase completamente sedentária (Balança e Schaub, 2005). Tal como a maioria das espécies de aves da família Sylviidae, as fêmeas de Rouxinol-bravo dispersam mais que os machos, e os jovens em busca de um território de reprodução dispersam mais do que as aves adultas (Paradis et al., 1998). De acordo com Bibby e Thomas (1984), as aves que se encontravam em dispersão tinham origem em zonas muito próximas do local de destino. Bonham e Robertson (1975) resumiram o modo de expansão desta espécie principalmente durante as décadas de 1960 e 1970, sendo que esta ave aumentou a sua distribuição para Nor-Nordeste das costas do Mediterrâneo através do Oeste da França, e ao longo de muitos países do Centro e do Norte da Itália.

O Rouxinol-bravo, apresenta dimorfismo sexual em termos de tamanho mais evidente que em outras espécies da família Sylvidae, ou mesmo que outras espécies de passeriformes da Europa. Este dimorfismo está associado ao sistema de reprodução poligínico, havendo uma reduzida participação masculina nos cuidados com as crias e um excesso de fêmeas relativamente ao número de machos na época de reprodução (Bibby, 1982). No entanto, o dimorfismo sexual não é só em tamanho, mas também em períodos muda e no comportamento. O facto de apenas as aves mais pequenas apresentarem pelada de incubação, foi a primeira evidência do dimorfismo sexual em tamanho, tendo em conta que para esta espécie apenas as fêmeas podem ter pelada de incubação (Bibby, 1982). De acordo com Bibby e Thomas (1984) os machos de Rouxinol-bravo são significativamente maiores do que as fêmeas em cerca de 12%, tendo em conta o comprimento da asa. No caso do peso, os machos são significativamente maiores do que as fêmeas em cerca de 29%. O mesmo estudo revela que esta espécie tem diferenças em tamanho de acordo com a localização. Assim, em Portugal as aves desta espécie são um pouco menores do que as aves com a mesma idade e sexo das regiões mais frias do norte como Inglaterra e França (Bibby e Thomas, 1984).

A época de reprodução do Rouxinol-bravo começa entre o mês de Março e meados de Abril. Os ninhos são construídos no meio da vegetação seca e morta, até mesmo na segunda metade da época de reprodução, quando novos rebentos verdes estão disponíveis (Ferguson-Lees, 1964; Le Sueur, 1980). Para as aves que começam a construir ninhos cedo é suposto apresentarem uma maior produtividade que as aves que constroem ninho mais tardiamente, uma vez que podem ter uma prole maior e repetir as posturas. Os machos desta espécie normalmente acasalam com uma a três fêmeas, que efectuam uma ou duas posturas por ano (Bibby, 1982; Bibby e Thomas, 1984). O

habitat composto por vegetação densa com arbustos no interior pode contribuir para aumentar o sucesso reprodutor (Bibby e Thomas, 1984). Os machos são mais propensos a ser capturados com redes de neblina na época de reprodução devido às diferenças no comportamento entre sexos (Bibby, 1982).

O período de muda tem a duração de até 59.5 dias para ambos os sexos (Bibby e Thomas, 1984). No entanto, o início da muda varia consoante o sexo e a localização da ave, porque as fêmeas iniciam a muda depois dos machos e as aves de regiões mais a Norte iniciam a muda cerca de cinco dias mais tarde que as aves em Portugal (Bibby e Thomas, 1984). Os adultos efectuam uma muda completa de verão, mas as aves juvenis efectuam apenas uma muda parcial. O Rouxinol-bravo apresenta ainda uma muda parcial de inverno para ambas as idades. A muda das penas primárias dos adultos termina em finais de Agosto ou inícios de Setembro (Svensson, 1992).

De acordo com Bibby e Thomas (1984), um grande aumento na população de fêmeas juvenis ocorre em meados de Agosto e atinge o seu máximo em finais de Setembro até inícios de Outubro. Este aumento do número de aves coincide com o fim do período de muda. Tendo em conta a natureza relativamente sedentária desta espécie, não se verificaram alterações significativas no peso durante este período (Bibby e Thomas, 1984). Bibby e Thomas (1984) assumiram que as aves em dispersão eram provenientes de locais muito próximos.

O Rouxinol-bravo é uma ave insectívora e alimenta-se sobretudo de insectos mas também de outros pequenos artrópodes terrestres, tal como aracnídeos (Bibby, 1982; Bibby e Green, 1983; Cramp, 1992) e sementes (Ferguson-Lees, 1964; Molina et al., 1998). Segundo Bibby e Green (1983), esta espécie alimenta-se principalmente no solo ou perto do solo, usando técnicas activas para apanhar as presas. Relativamente ao tempo que passa em alimentação, esta espécie passa cerca de 90% do tempo a procurar

presas no solo e cerca de 10% do tempo na vegetação até 40 cm junto ao solo (Bibby e Green, 1983).

De acordo com Molina et al. (1998), a composição de presas na dieta foi bastante constante ao longo do tempo, sem diferenças significativas entre período de reprodução, período pós-reprodução e inverno. Além disso, não foram observadas diferenças no tamanho das presas, que é em média cerca de 3 a 6 milímetros de comprimento (Cramp, 1992; Molina et al., 1998). O estudo sobre o Rouxinol-bravo no Sul de Espanha levado a cabo por Molina et al. (1998), mostra que esta ave se alimenta de uma grande variedade de invertebrados, como Aranea, Opilionida, Amphipoda, Ephemeroptera, Homoptera, Heteroptera, Diptera, larvas de Lepidoptera, Neuroptera, Coleoptera e Hymenoptera. Além disso, Molina et al. (1998) verificaram a presença de gastrópodes e sementes na composição da dieta desta espécie de ave.



Figura 4 – Rouxinol-bravo (*Cettia cetti*) fotografado durante uma sessão de anilhagem científica de aves. Fotografia cedida por Miguel Araújo.

2.3 Caracterização das populações de Rouxinol-bravo nos dois habitats

Para proceder à caracterização da estrutura das populações de Rouxinol-bravo, procedeu-se à análise de um conjunto de dados de anilhagem científica de aves de um longo período de tempo. Ambos os locais onde se procedeu à anilhagem científica de aves, isto é, o paul do Taipal e o paul da Madriz, são estações de anilhagem de acordo com o programa de Estações de Esforço Constante, sendo que os dados foram recolhidos de forma uniforme e constante ao longo de 10 anos (desde Março de 2003 a Março de 2013) com a periodicidade regular de 10 dias.

Em cada local foram montadas redes-de-neblina antes do nascer do sol e foram realizadas visitas às redes a cada período de uma hora durante as cinco horas após o nascer do Sol. No paul da Madriz foi utilizada uma extensão de 120 metros de rede entre os anos de 2003 e 2008, e uma extensão de 225 metros de rede entre os anos de 2008 a 2013. No paul do Taipal foi utilizada uma extensão de 120 metros de rede entre os anos de 2003 e 2008, e uma extensão de 240 metros de rede entre os anos de 2008 a 2013.

Todas as aves foram anilhadas, foram recolhidas medidas morfológicas (comprimento do tarso, comprimento da asa, comprimento do bico, comprimento da cauda e peso) e identificadas as idades através da avaliação da plumagem. Para a avaliação da idade foram consideradas aves juvenis as aves que tivessem nascido no próprio ano da captura, ou aves que tivessem sido capturadas nos meses de Janeiro, Fevereiro ou Março e tivessem nascido no ano anterior. Para a identificação do sexo das Rouxinol-bravo, foram consideradas fêmeas as aves que tinham um comprimento de asa inferior ou igual a 57,5 mm e peso inferior a 12 g. Foram considerados machos os indivíduos que apresentaram um comprimento de asa superior a 58,5 mm e peso superior a 12,6 g. (Figura 2).

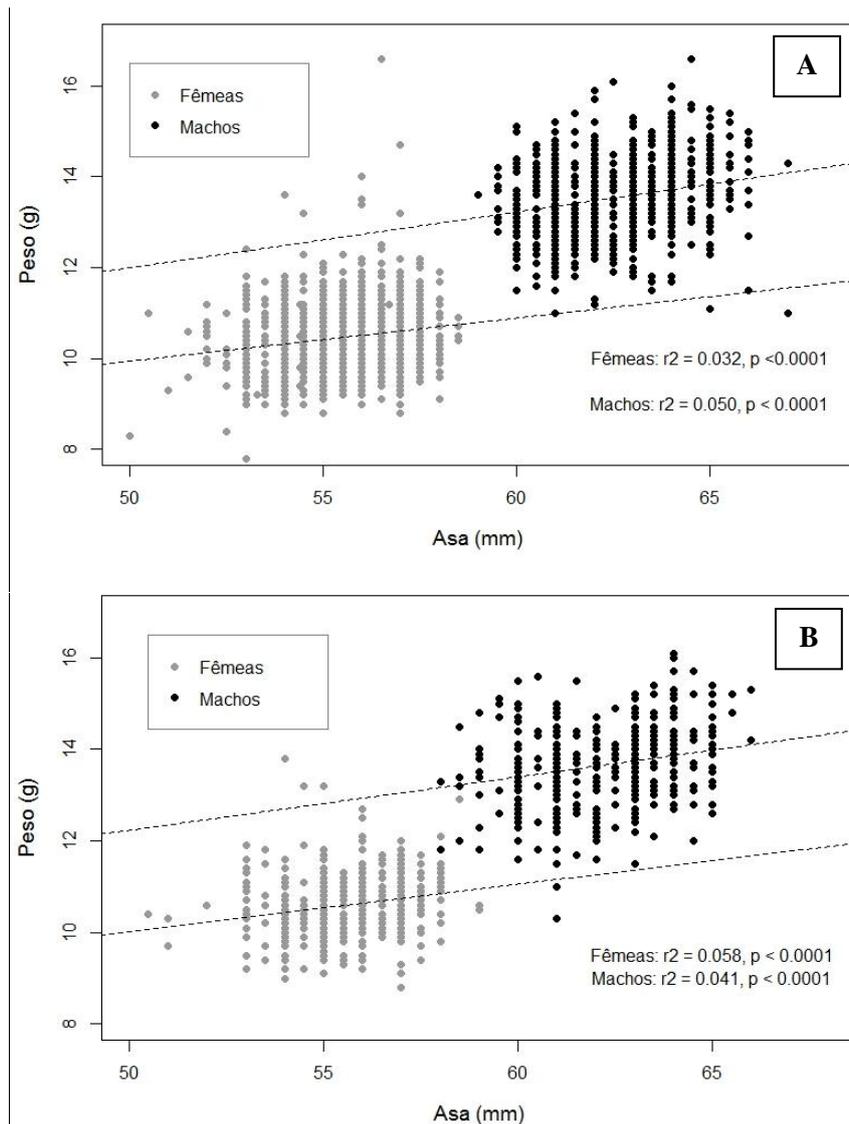


Figura 5 – Regressão para os valores de comprimento de asa (mm) em função da massa corporal (g) para machos e para fêmeas A – Taipal, B- Madriz.

Todas as aves foram classificadas em termos de idade e sexo e posteriormente foi contado o número de aves capturadas em cada mês para cada categoria de idade e sexo (juvenis, adultos, machos e fêmeas). Cada indivíduo, identificado pelo código da respectiva anilha, foi apenas contabilizado uma vez por mês, mesmo que tivesse sido recapturado mais vezes no mesmo mês. Todos os dados de ambos os locais de estudo foram corrigidos para o número de horas de anilhagem e para os metros de rede em cada local e em cada mês (número de aves por metro de rede por hora, para cada mês) e de

seguida multiplicados por 10000, dado que os valores obtidos foram da casa das décimas de milésimas.

Foi também calculada a produtividade desta espécie de ave para cada local, em cada ano em que decorreram capturas de aves.

2.4 Avaliação da condição corporal e a relação com os níveis de metabolitos sanguíneos

Durante as sessões de anilhagem científica de aves, entre os períodos de Jan 2011 e de Dez 2012, foram recolhidas amostras de sangue (cerca de 75µl de sangue), das primeiras duas aves capturadas em cada sessão, a partir da veia braquial para tubos capilares micro-hematócrito heparinizados. As amostras de sangue foram analisadas de imediato para se proceder à medição das concentrações sanguíneas de triglicérideos e de glucose, com a utilização de instrumentos portáteis para a medição destes metabolitos sanguíneos (triglicérideos: Roche Accutrend GCT – precisão 50- 500 mg/dL (0.80-6.86 mg/dL); glucose: Roche Accu-Check Advantage – precisão 30 – 345mg/dL (+/- 5 mg/dL); e hemoglobina: Sistema HemoCue 201+)

A condição corporal do Rouxinol-bravo foi calculada tendo em conta a massa de cada ave e o comprimento de asa correspondente. A medida da asa foi utilizada porque foi a medida registada com maior frequência ao longo dos vários anos de anilhagem científica de aves.

Para obter um outro índice de condição para cada individuo utilizando todas as variáveis, morfológicas (condição corporal) e bioquímicas (triglicérideos, glucose e hemoglobina), foram utilizados dados de 23 aves do paul da Madriz e 29 aves do paul do Taipal, sendo também a amostragem entre idades e sexos semelhante (15 machos

adultos, 14 fêmeas adultas, 16 fêmeas juvenis e 7 machos juvenis). Foram apenas utilizados valores de condição corporal (dados morfológicos) dos indivíduos dos quais foram recolhidos parâmetros bioquímicos (triglicérides, glucose e hemoglobina).



Figura 6 – Material utilizado na recolha de amostras de sangue para análise de parâmetros bioquímicos. Na fotografia. Fotografia cedida por Miguel Araújo.

2.5 Caracterização da dieta do Rouxinol-bravo

Para a análise da dieta do Rouxinol-bravo procedeu-se à recolha de excrementos durante as sessões de anilhagem desde Julho de 2011 a Março de 2013. As amostras foram recolhidas a partir de sacos de pano (cada saco de pano foi utilizado apenas para um indivíduo por sessão de anilhagem e posteriormente lavado para poder ser utilizado na sessão seguinte) onde as aves foram colocadas após a visita às redes até serem

processadas. Os excrementos foram recolhidos para tubos Eppendorf e conservados à temperatura ambiente em etanol 62%, identificando cada tubo com o código da anilha da ave correspondente, assim como o local e a data.

Posteriormente, as amostras de excrementos foram analisadas no laboratório do IMAR-CMA com o auxílio de uma lupa binocular. As amostras foram triadas e os organismos presentes foram identificados até ao nível taxonómico Ordem, quando possível, com o auxílio de chaves de identificação (Abelló, P. (et al.); Barrientos, J. A., 2004). Foi contabilizado o número mínimo de indivíduos de cada ordem de invertebrados de acordo com o número de estruturas presentes. Para as amostras que apresentaram partes de invertebrados que não foi possível identificar foi contabilizado um indivíduo na categoria não identificado.



Figura 7 – Lupa binocular utilizada para a análise da dieta de Rouxinol-bravo no laboratório do IMAR-CMA.

2.6 Avaliação da disponibilidade de alimento no solo e na vegetação

A amostragem de alimento disponível (invertebrados) foi realizada nos mesmos locais e com os mesmos períodos de recolha para o alimento no solo e para o alimento na vegetação. Foram realizadas amostragens (no solo e na vegetação) em 5 locais em cada habitat, sendo que cada local se encontrava no mínimo a uma distância de 100 metros do local mais próximo (Figura 1.C e 1.D). As amostras foram recolhidas e as armadilhas substituídas duas vezes por mês desde Agosto de 2012 a Fevereiro de 2013, tendo sido escolhido este período de amostragem por coincidir com o maior aumento do número de indivíduos desta espécie insectívora, no habitat de caniçal.

Para avaliar a disponibilidade de alimento no solo foram utilizadas armadilhas de queda, constituídas por copos de plástico de 0,20 litros, enterrados até a abertura ficar ao nível da superfície do solo, com etanol 62% no interior do copo até 2/3 do volume. Foi colocado um prato de plástico acima do copo a cerca de 3 cm para evitar a entrada de fragmentos da vegetação e evitar a rápida evaporação do etanol.

Para avaliar a disponibilidade de alimento no substrato inferior da vegetação foram utilizadas tiras pegajosas, constituídas por tiras amarelas com cola nas duas faces e com as dimensões 0,40 metros de comprimento e 0,10 metros de largura (Fitas para apanhar insectos autocolantes e ecológicas maxi amarelas – Productos Fitossanitários Viarma). Cada tira pegajosa foi pendurada na vegetação a cerca de 50 centímetros da superfície do solo.

Posteriormente, as amostras foram triadas, os indivíduos identificados no laboratório do IMAR-CMA com o auxílio de uma lupa binocular e os organismos presentes foram identificados até ao nível taxonómico Ordem, quando possível, com o auxílio de chaves de identificação (Abelló, P. (et al.); Barrientos, J. A., 2004). Foram contabilizados o

número de indivíduos de cada Ordem, em cada amostra, de acordo com o tamanho do indivíduo, em três categorias: comprimento menor que 5 milímetros, comprimento entre 5 a 10 milímetros e comprimento maior que 10 milímetros. Para cada amostra foi calculada a abundância de invertebrados (nº de indivíduos de cada categoria de tamanho) e foi feita uma estimativa da biomassa (peso seco em mg) para cada grupo taxonômico em cada amostra e uma estimativa da biomassa total (peso seco em mg) de cada amostra.

A estimativa da biomassa foi calculada aplicando a fórmula $W = 0,0305 L^{3,62}$ ($R^2 = 0,94$) (W é o peso seco em miligramas; L é o comprimento do invertebrado em milímetros), que abrange uma gama de comprimentos entre os 0,5 e os 36 milímetros e pode ser aplicada para todas as ordens de insectos (Rogers et al., 1976). No cálculo da estimativa de biomassa decidimos incluir a ordem Araneae, apesar de não pertencer à classe Insecta, dada a sua importância na dieta do Rouxinol-bravo. Para a aplicação da fórmula da estimativa da biomassa foi utilizada uma medida média para categoria de tamanho: para indivíduos com comprimento menor que 10 mm foi atribuído o valor de 12,5 mm; para indivíduos com comprimento entre 5 mm e 10 mm foi atribuído o valor de 7,5 mm; e para indivíduos com comprimento inferior a 5 mm foi atribuído o valor de 2,5 mm. Para os cálculos da estimativa de biomassa disponível no solo e na vegetação, apenas foram consideradas as Ordens mais representativas (Coleoptera, Diptera, Hymenoptera, Hemiptera e Araneae) e os indivíduos com tamanho inferior ou igual a 10 milímetros por ser o tamanho máximo possível de uma presa de Rouxinol-bravo.



Figura 8 – Armadilha de queda composta por um copo de plástico com etanol 62% no interior, coberta com um prato de plástico.



Figura 9 – Tira pegajosa colocada no meio da vegetação a cerca de 40 cm do solo.

2.7 Relação entre a dieta e a disponibilidade de alimento

Após a avaliação da dieta de Rouxinol-bravo e da avaliação da disponibilidade de alimento foi calculado um índice de selecção de alimento (índice de Ivlev) para avaliar a forma como esta ave se alimenta de acordo com a disponibilidade de alimento no solo, na vegetação e em ambos, em cada período do seu ciclo anual (Muda, Outono e Inverno).

2.8 Comparação da temperatura entre o habitat ripícola e o habitat de caniçal

Para a recolha de informações ambientais de cada local foram utilizados data loggers que registaram os valores de temperatura a cada 30 minutos. Foram utilizados 4 data loggers, 2 no paul do Taipal e 2 no paul da Madriz. Em cada paul foi colocado um data logger numa zona de caniçal e um data logger numa zona de caniçal alterado adjacente, de forma a ter um controlo para cada localização. Os data loggers foram colocados no meio da vegetação a cerca de 0,40 metros do solo e os dados recolhidos foram descarregados uma vez por mês.

Dado que por vezes os aparelhos de medição não gravaram durante todo o tempo devido à grande acumulação de humidade junto à bateria, foi necessário agrupar os dados em períodos coincidentes para posteriormente se proceder à sua análise.



Figura 10 – Datta logger utilizado nos registos da temperatura, colocado no suporte de madeira no interior da vegetação a cerca de 40 cm do solo.

2.9 Análise estatística

Caracterização das populações de Rouxinol-bravo nos dois habitats:

Foram utilizadas análises de variância para avaliar se existiam diferenças significativas no número de aves capturadas entre meses, idades, locais e respectivas interações. Após transformação logarítmica ($\text{Log}(\text{número de aves/metro de rede/hora} \cdot 10000) + 1$) as variâncias foram homogêneas (Teste de Bartlett) para cada um destes grupos, embora, sobretudo para os dados do paul do Taipal, tenham existido alguns desvios moderados à homogeneidade de variâncias. No entanto a ANOVA é robusta a tais desvios moderados de homogeneidade de variâncias.

Para verificar diferenças entre as populações de Rouxinol-bravo dos dois locais, paul do Taipal e paul da Madriz, foi realizada uma análise de variâncias (ANOVA Factorial) para testar as hipóteses nulas de que não existiam diferenças significativas no número

de aves ($\text{Log}(\text{n}^\circ \text{aves}/\text{m rede}/\text{hora} + 1) * 10000$) entre locais e as interacções “local*mês”, “local*idade”, “local*sexo”, “local*sexo*idade”, “local*mês*sexo” e “local*mês*idade”. De seguida foi efectuada uma análise de variâncias (ANOVA Factorial) para cada local, para testar as hipóteses nulas de que não existiam diferenças significativas no número de aves ($\text{Log}(\text{n}^\circ \text{aves}/\text{m rede}/\text{hora} + 1) * 10000$) entre meses, entre idades, entre sexos e as interacções “mês*idade”, “mês*sexo” e “idade*sexo”. Para verificar em que grupos residiam as diferenças significativas, foram realizados testes de Newman-Keuls após a análise dos resultados da ANOVA.

Produtividade de Rouxinol-bravo:

Para a análise da produtividade foram contabilizados o número de indivíduos juvenis e o número de indivíduos adultos na época de reprodução em cada ano. A produtividade consiste na relação entre o número de juvenis e o número de adultos numa população. Foi calculado um modelo de regressão quasi-poisson, devido à distribuição dos dados e foi avaliada a tendência da produtividade ao longo dos anos.

Avaliação da condição corporal e a relação com os níveis de metabolitos sanguíneos:

Para calcular os valores de condição corporal foi feita uma regressão da massa corporal em função do comprimento da asa de cada indivíduo. O valor de condição corporal consiste no valor de cada resíduo, isto é, consiste na diferença entre o valor obtido e o valor esperado (recta de regressão), podendo este ser positivo ou negativo, indicando uma melhor ou pior condição corporal respectivamente.

Foram utilizadas análises de variância para cada categoria de idade e sexo (machos adultos, machos juvenis, fêmeas adultas e fêmeas juvenis), para avaliar se existiam diferenças significativas na condição corporal entre locais, períodos (reprodução, muda, Outono e Inverno) e na interação “local*período”. Foi realizada uma análise de variâncias (ANOVA Factorial) para cada categoria de idade e sexo, para testar as hipóteses nulas de que não existiam diferenças significativas na condição corporal entre locais, entre períodos e na interação “local*período”. Para verificar em que grupos residiam as diferenças significativas, foram realizados testes de Newman-Keuls após a análise dos resultados da ANOVA.

De modo a obter um índice de estado de saúde para cada indivíduo utilizando todas as variáveis, morfológicas (condição corporal) e bioquímicas (triglicerídeos, glicose e hemoglobina), foi efectuada uma análise de componentes principais (PCA).

Foram utilizadas análises de variância para avaliar se existiam diferenças significativas, nas pontuações de cada um dos componentes principais entre locais.

Caracterização da dieta do Rouxinol-bravo:

Para avaliar as diferenças entre locais e entre períodos de tempo para a presença de cada grupo taxonómico de invertebrados na dieta do Rouxinol-bravo, foi calculada a percentagem de ocorrência de cada grupo taxonómico por mês. Isto é, foi calculada a proporção de amostras de excrementos que tinha presente cada grupo taxonómico por período (número de amostras com presença de “táxon” dividido pelo número total de amostras). De seguida foi aplicado o mesmo procedimento, no entanto os valores de presença e ausência foram agrupados nos seguintes períodos: época de reprodução (Março, Abril e Maio), período de muda (Julho e Agosto), Outono (Setembro e

Outubro) e Inverno (Novembro, Dezembro e Janeiro). Foram escolhidos estes períodos porque se tratam de períodos distintos em termos de desgaste energético para as aves, sendo que os meses selecionados correspondem aos referidos períodos para o Rouxinol-bravo.

Foram também realizados vários testes de Chi-quadrado para testar as hipóteses nulas de que não existiam diferenças significativas na abundância dos grupos taxonómicos mais representativos (Coleoptera, Diptera, Hymenoptera, Hemiptera e Araneae) entre períodos do ciclo anual das aves e entre locais. Para realizar estes testes foi contabilizado, para cada período e para cada local, o número de amostras com presença de indivíduos do respectivo táxon e foi contabilizado o número de amostras sem presença de indivíduos do respectivo táxon. Os testes de Chi-quadrado que apresentaram mais do que um valor esperado menor que 5 não foram considerados, uma vez que estaria posta em causa a validade do teste.

Avaliação da disponibilidade de alimento no solo e na vegetação:

Foram utilizadas análises de variância para cada um dos grupos taxonómicos mais representativos (Coleoptera, Diptera, Hymenoptera, Hemiptera e Araneae), para avaliar se existiam diferenças significativas na biomassa entre locais, quinzenas e na interacção “local*quinzena”. Após transformação logarítmica ($\text{Log}(\text{biomassa} + 1)$) as variâncias foram homogéneas (Teste de Bartlett) para todas as variáveis (local, quinzena e quinzena*local) nas amostras de alimento disponível no solo, alimento disponível na vegetação e alimento disponível total, excepto para as Ordens Hymenoptera e Hemiptera nas amostras de alimento disponível no solo. Assim, para as Ordens

Hymenoptera e Hemiptera, que não apresentaram homogeneidade de variâncias (Teste Barlett), foi realizado o teste não paramétrico Kruskal-Wallis.

Para verificar diferenças entre os valores de biomassa nos dois locais, paul do Taipal e paul da Madriz, foi realizada uma análise de variâncias (ANOVA Fatorial) para testar as hipóteses nulas de que não existiam diferenças significativas na biomassa ($\text{Log}(\text{biomassa} + 1)$) entre locais, entre quinzenas e na interação “local*quinzena”. Esta análise foi realizada para os dados de biomassa do solo, para os dados de biomassa da vegetação e para os dados da biomassa do solo e da vegetação.

Foi, depois, realizada uma análise de variâncias (ANOVA Fatorial) para cada Ordem (Coleoptera, Diptera, Hymenoptera e Hemiptera), para testar as hipóteses nulas de que não existiam diferenças significativas na biomassa ($\text{Log}(\text{Biomassa} + 1)$) entre locais, entre quinzenas e na interação “local*quinzena”. Esta análise foi realizada para os dados de biomassa do solo, para os dados de biomassa da vegetação e para os dados da biomassa do solo e da vegetação.

Para verificar em que grupos residiam as diferenças significativas, foram realizados testes de Newman-Keuls após a análise dos resultados da ANOVA.

Relação entre a dieta e a disponibilidade de alimento:

Para avaliar qual a preferência na escolha de alimento pelo Rouxinol-bravo foi calculado um índice de selectividade que tem em conta a abundância relativa de presas na dieta da ave e das presas no habitat. Como tal foi utilizado o índice de Ivlev:

$$E = \frac{ri - pi}{ri + pi}$$

sendo que ri é abundância relativa das presas na dieta da ave, pi é a abundância relativa das presas no ambiente e E é o valor do índice de Ivlev (Strauss, 1979). O valor do

índice pode variar entre -1 e 1, correspondendo os valores superiores a 0,5 a uma selecção positiva pelo alimento, os valores entre -0,5 a 0,5 a uma selecção aleatória e os valores inferiores a -0,5 a uma selecção negativa. Foram calculados índices de selectividade para as Ordens mais representativas (Coleoptera, Diptera, Hymenoptera, Hemiptera e Araneae), para cada período do ciclo anual do Rouxinol-bravo (Muda, Outono e Inverno) em cada local.

Não foram calculados índices de Ivlev para a época de reprodução porque para este período não foi possível obter dados da dieta e os dados da disponibilidade alimentar simultaneamente.

Comparação da temperatura entre o habitat ripícola e o habitat de caniçal:

Foram feitos teste T para os períodos com mais de 30 amostragens e testes não paramétricos de Wilcoxon–Mann–Whitney para os períodos com menos de 30 amostragens, para testar a hipótese nula de que não existiam diferenças significativas entre as temperaturas mínimas entre locais e habitats e a hipótese nula de que não existiam diferenças significativas entre as temperaturas máximas entre locais e habitats. Foram comparadas as temperaturas mínimas e as temperaturas máximas do habitat de caniçal do paul do Taipal com o habitat ripícola do paul da Madriz; do habitat de caniçal do paul da Madriz com o habitat de caniçal do Paul da Madriz; e do habitat de caniçal do paul do Taipal com o habitat ripícola do paul da Madriz.

A análise dos dados foi efectuada com o programa STATISTICA (Zar, 1984) e com o programa R (Chang, 2013; Crawley, 2007).

Capítulo 3.

Resultados

3.1 Caracterização das populações de Rouxinol-bravo nos dois habitats

O resultado da análise de variância (ANOVA Factorial) seguida de testes Newman-Keuls à posteriori para a população de Rouxinol-bravo permitiu verificar que existem diferenças significativas no número de aves ($\text{Log}(n^\circ \text{ aves}/\text{m rede/hora} + 1) * 10000$) entre locais (as capturas no paul do Taipal foram superiores às capturas no paul da Madriz (Figura 11), na interacção “Local*Idade” (as capturas de adultos no paul do Taipal foram superiores e as capturas de juvenis no paul da Madriz foram inferiores) e na interacção “Local*Mês” (nos meses de Julho a Novembro as capturas no paul do Taipal foram superiores às capturas no paul da Madriz) e não se verificaram diferenças significativas nas interacções “Local*Sexo”, “Local*Sexo*Idade”, “Local*Sexo*Mês” e “Local*Idade*Mês” (Tabela I).

Foi realizada a mesma análise para a população de Rouxinol-bravo do paul da Madriz (Figura 12.A) e do paul do Taipal (Figura 121.B) (Tabela II), que permitiu verificar que existem diferenças estatisticamente significativas no número de aves ($\text{Log}(n^\circ \text{ aves}/\text{m rede/hora} + 1) * 10000$) entre sexos (em ambos os locais verificou-se a captura de mais fêmeas que machos), entre idades (em ambos os locais verificou-se a captura de mais aves adultas que aves juvenis), entre meses (no paul da Madriz as capturas nos meses de Setembro e Novembro foram superiores às capturas nos meses de Janeiro, Abril, Maio, Julho, Agosto e Dezembro; no paul do Taipal as capturas nos meses de Abril a Junho foram inferiores às capturas nos restantes meses e as capturas nos meses de Setembro a Novembro foram superiores às capturas dos restantes meses), na interacção “Sexo*Mês” (no paul da Madriz em Novembro as capturas de fêmeas foram superiores à captura de machos e foram superiores às capturas de fêmeas nos meses de Janeiro, Fevereiro, Abril, Agosto e Dezembro; no paul do Taipal em Maio a captura de machos

foi superior à captura de fêmeas e nos meses de Setembro a Novembro as capturas de fêmeas foram superiores às capturas de machos e fêmeas no resto do ano), na interacção “Idade*Mês” (no paul da Madriz nos meses de Fevereiro, Abril e Maio as capturas de adultos foram superiores às capturas de juvenis; no paul do Taipal nos meses de Julho e Agosto as capturas de juvenis foram superiores às capturas de adultos, nos meses de Julho a Novembro as capturas de juvenis foram superiores às capturas de juvenis nos meses de Janeiro a Junho e nos meses de Setembro a Dezembro as capturas de adultos foram superiores às capturas de adultos nos meses de Janeiro a Junho) não se verificaram diferenças significativas na interacção “Sexo*Idade” nos dois locais (Tabela II).

Tabela I – Resultados da análise de variâncias (ANOVA factorial) para o efeito do Local, interacção Local*Sexo, interacção Local*Idade, interacção Local*Mês, interacção Local*Sexo*Idade, interacção Local*Sexo*Mês e interacção Local*Idade*Mês no número de Rouxinol-bravo capturado por metro de rede por hora (Log ((Nº aves/m rede/hora *10000)+1)). Os efeitos significativos estão indicados a negrito.

	F	P
Local	F_{1,847}=81,12	<0,001
Local*Sexo	F _{1,847} =2,55	0,111
Local*Idade	F_{1,847}=17,93	<0,001
Local*Mês	F_{11,847}=11,20	<0,001
Local*Sexo*Idade	F _{1,847} =0,16	0,694
Local*Sexo*Mês	F _{11,847} =0,74	0,697
Local*Idade*Mês	F _{11,847} =1,35	0,194

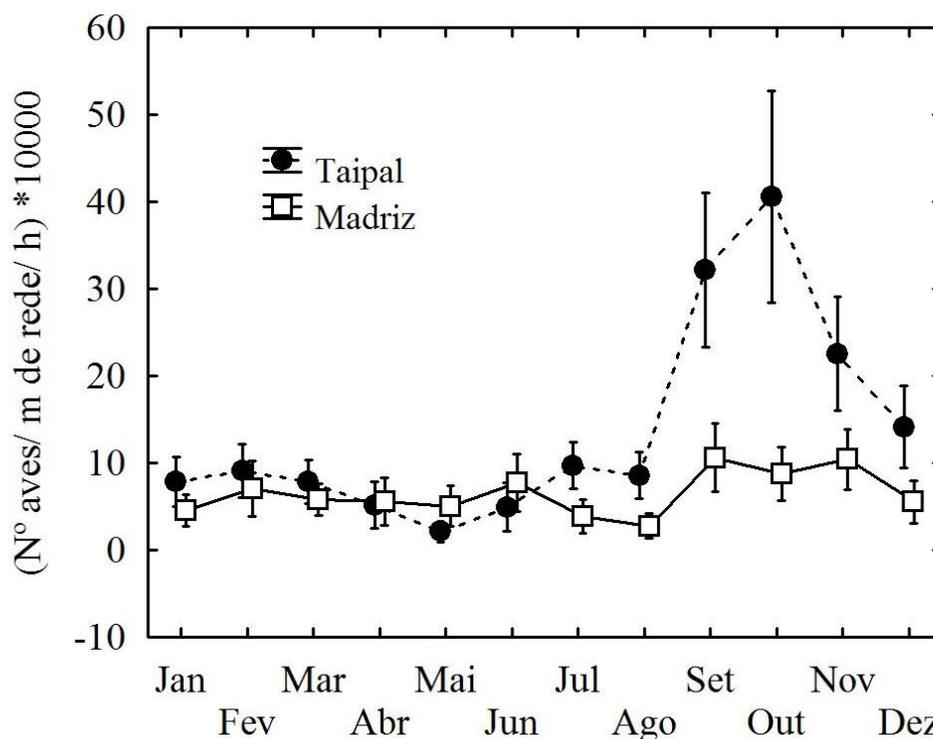


Figura 11 – Comparação do número médio (e intervalo 95% de confiança) de aves capturadas por unidade de esforço por mês entre o paul da Madriz e o paul do Taipal.

Tabela II – Resultados da análise de variâncias (ANOVA factorial) para o efeito do Sexo, Idade, Mês, interação Sexo*Idade, interação Sexo*Mês e interação Idade*Mês no número de Rouxinol-bravo capturado por metro de rede por hora ($\text{Log}((\text{N}^\circ \text{ aves/m rede/hora} * 10000) + 1)$) em cada habitat: Madriz (ripícola) e Taipal (caniçal). Os efeitos significativos estão indicados a negrito.

	Madriz		Taipal	
	F	P	F	P
Sexo	F_{1,412}=11,24	0,001	F_{1,424}=39,27	<0,001
Idade	F_{1,412}=73,20	<0,001	F_{1,424}=11,42	0,001
Mês	F_{11,412}=5,06	<0,001	F_{11,424}=37,78	<0,001
Sexo*Idade	F _{1,412} =2,52	0,113	F _{1,424} =1,47	0,226
Sexo*Mês	F_{11,412}=2,84	0,001	F_{11,424}=3,81	<0,001
Idade*Mês	F_{11,412}=5,20	<0,001	F_{11,424}=1,32	<0,001

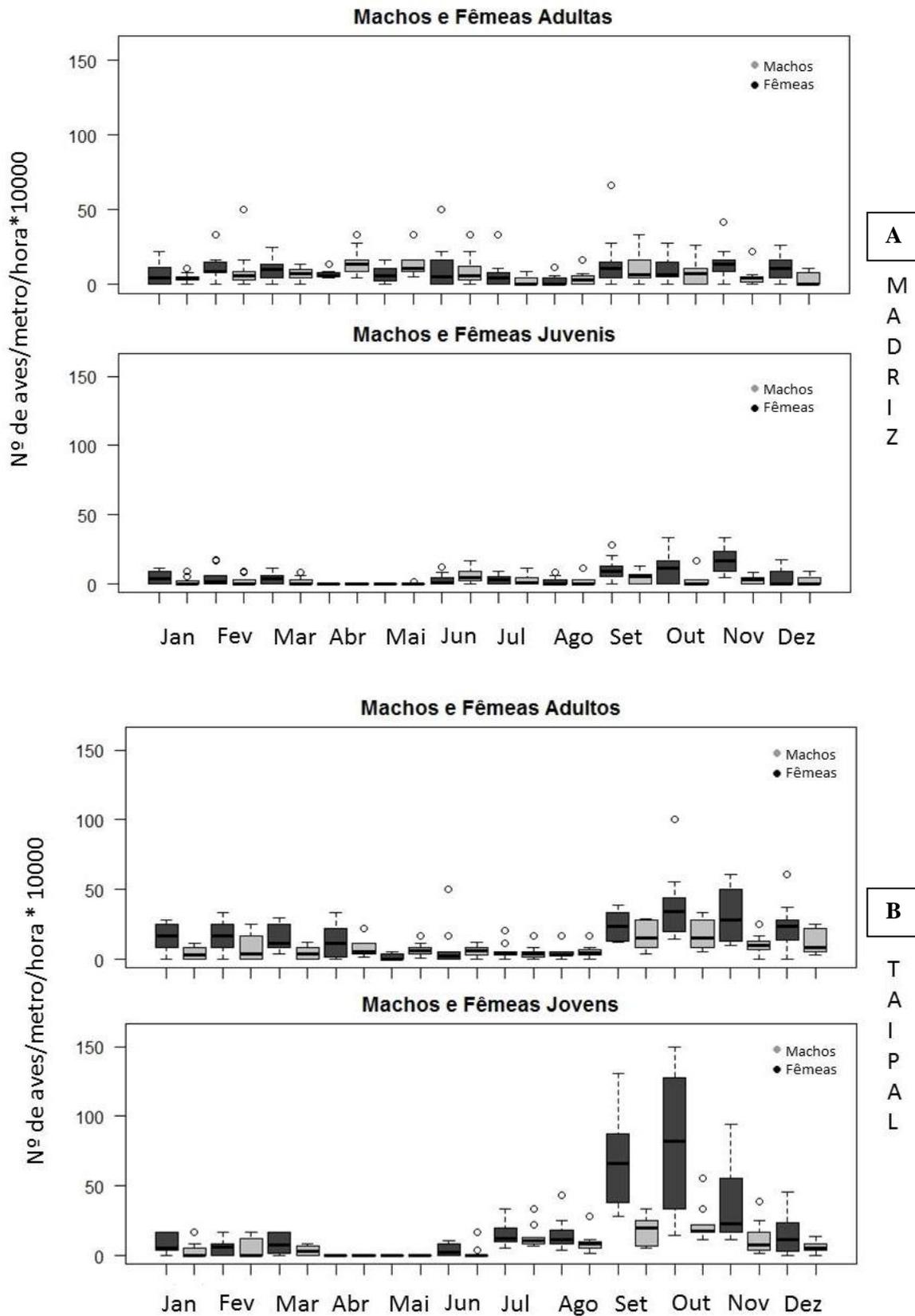


Figura 12 – Diagramas de caixa (média, mediana, desvio padrão, valores mínimos, valores máximos e valores atípicos) de aves capturadas por unidade de esforço por mês por sexo e idade (machos adultos, fêmeas adultas, machos juvenis e fêmeas juvenis): A – paul da Madríz; B – paul do Taipal.

Pela análise do modelo para a produtividade desta espécie ao longo dos anos no paul da Madriz (Figura 13.A) e no paul do Taipal (Figura 13.B) verificou-se que no paul da Madriz a produtividade tem tendência em aumentar, tendo-se registado valores superiores aos do paul do Taipal desde o ano de 2010. No caso do paul do Taipal, a produtividade apresentou valores de produtividade mais constantes, mas inferiores aos registados no paul da Madriz.

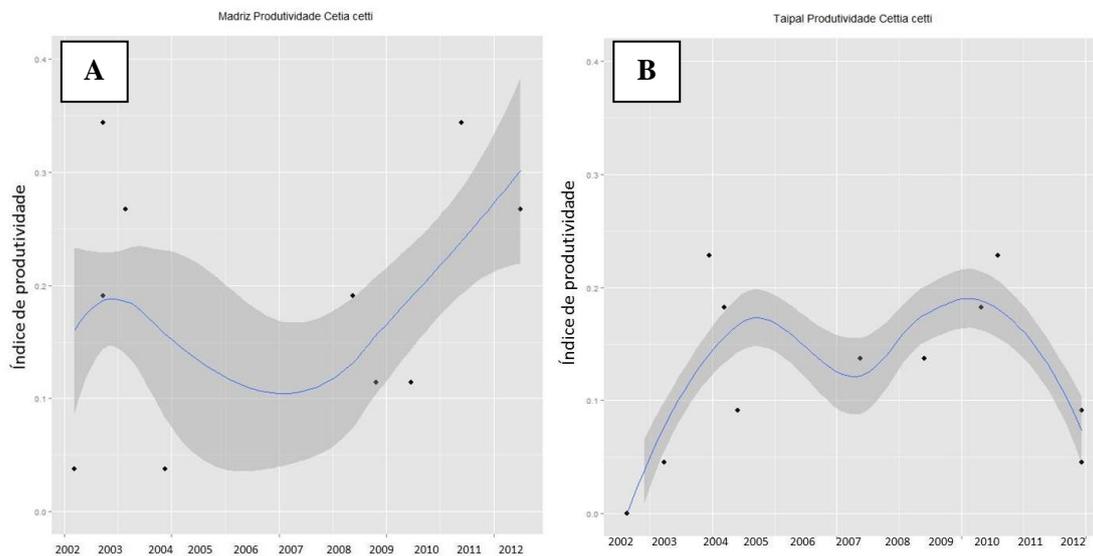


Figura 13 – Índices de produtividade do Rouxinol-bravo (época de reprodução) por ano. A – paul da Madriz; B- paul do Taipal. A linha representa a tendência da produtividade, a zona a sombreado representa o intervalo 95% de confiança e os pontos representam os valores para a obtenção da curva de tendência da produtividade.

3.2 Avaliação da condição corporal e a relação com os níveis de metabolitos sanguíneos

Os resultados da análise estatística (ANOVA Factorial) seguida de testes de Newman-Keuls à posteriori relativamente à condição corporal (Figura 14) revelaram diferenças significativas entre locais (a condição corporal foi mais elevada no paul do Taipal para os machos adultos, para as fêmeas adultas e para os machos juvenis), entre períodos (nos machos adultos a condição corporal no período reprodução foi superior à dos restantes períodos e nos períodos Outono e Inverno foi inferior à dos restantes períodos; nas fêmeas adultas a condição corporal nos períodos reprodução e muda foi superior à dos períodos Outono e Inverno; nos machos juvenis a condição corporal no período Outono foi superior à dos restantes períodos; nas fêmeas juvenis a condição corporal nos períodos reprodução e muda foi inferior à dos períodos Outono e Inverno), na interacção “Local*Período” (nos machos adultos no período reprodução a condição corporal no paul do Taipal foi superior à do paul da Madriz e em cada local a condição corporal no período reprodução foi superior à dos período Outono e Inverno; nas fêmeas adultas em cada local a condição corporal nos períodos reprodução e muda foi superior à dos períodos Outono e Inverno; nos machos e fêmeas juvenis no período muda a condição corporal no paul do Taipal foi superior à do paul da Madriz e a condição corporal no paul do Taipal no período muda foi superior à dos períodos Outono e Inverno) e não se verificaram diferenças significativas entre locais nas fêmeas juvenis, nem na interacção “Local*Período” nos machos adultos e fêmeas adultas. (Tabelas III e IV)

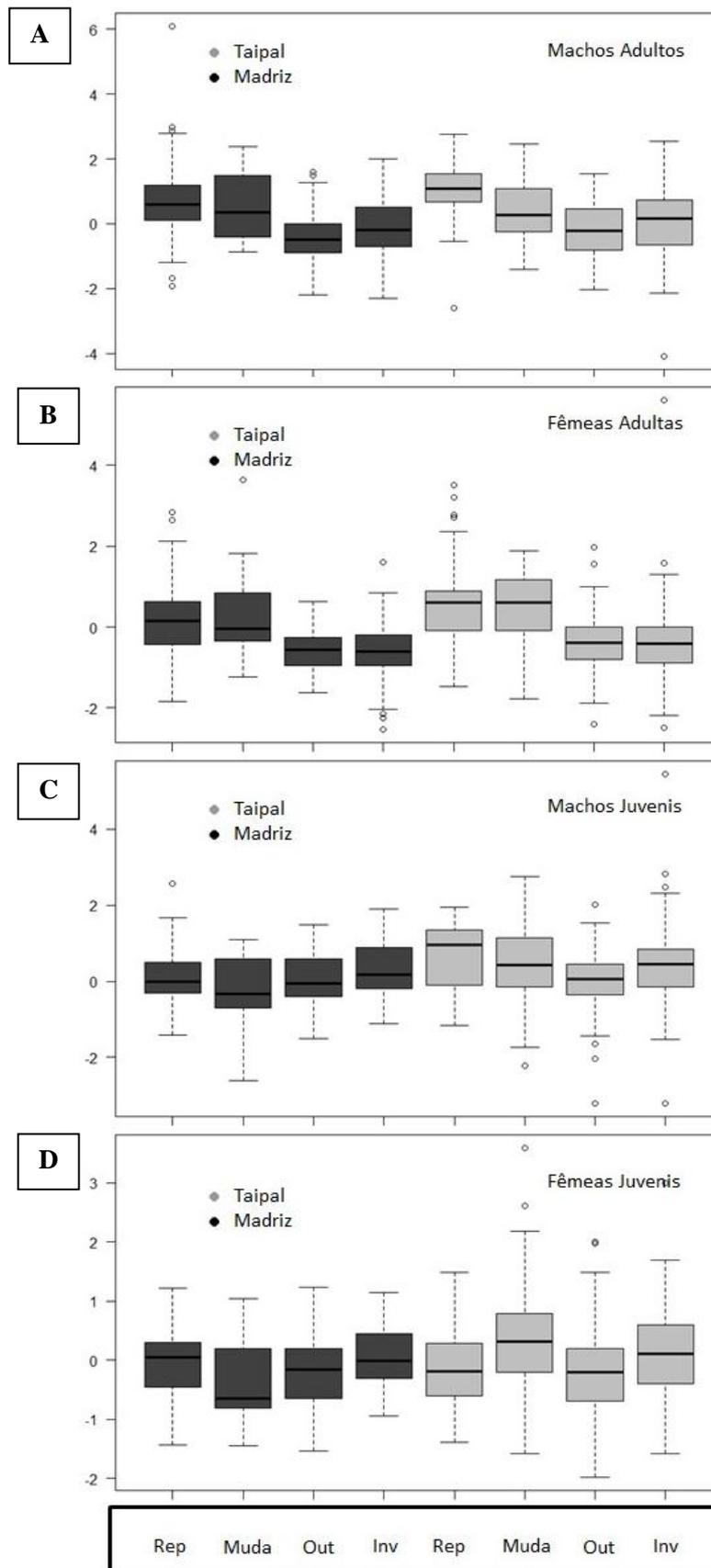


Figura 14 – Diagramas de caixa (média, mediana, desvio padrão, valores mínimos, valores máximos e valores atípicos) do índice de condição corporal das aves capturadas de 2003 a 2013 por período (reprodução, muda, Outono e Inverno), por idade e sexo: A – Machos adultos; B – Fêmeas adultas; C – Machos juvenis; D – Fêmeas Juvenis.

Tabela III – Médias \pm desvio-padrão dos índices de condição corporal para cada categoria de idade e sexo (machos adultos, machos juvenis, fêmeas adultas e fêmeas juvenis), em cada local (Taipal e Madriz) e em cada período (Reprodução, Muda, Outono e Inverno).

Taipal	Reprodução	Muda	Outono	Inverno
Machos Adultos	1,06 \pm 0,75 (N=103)	0,36 \pm 0,90 (N=45)	-0,22 \pm 0,82 (N=133)	0,01 \pm 1,04 (N=91)
Machos Juvenis	0,68 \pm 0,92 (N=24)	0,50 \pm 1,02 (N=115)	0,04 \pm 0,69 (N=190)	0,84 \pm 1,08 (N=83)
Fêmeas Adultas	0,50 \pm 0,88 (N=129)	0,55 \pm 0,86 (N=46)	-0,39 \pm 0,64 (N=233)	-0,40 \pm 0,79 (N=257)
Fêmeas Juvenis	0,15 \pm 0,85 (N=43)	0,34 \pm 0,76 (N=163)	-0,22 \pm 0,63 (N=618)	-0,17 \pm 0,61 (N=208)
Madriz				
Machos Adultos	0,69 \pm 1,00 (N=157)	0,50 \pm 0,98 (N=18)	-0,38 \pm 0,82 (N=59)	0,14 \pm 0,90 (N=50)
Machos Juvenis	0,08 \pm 0,89 (N=30)	-0,26 \pm 1,00 (N=18)	0,04 \pm 0,73 (N=33)	0,30 \pm 0,77 (N=24)
Fêmeas Adultas	0,21 \pm 0,88 (N=98)	0,29 \pm 1,10 (N=25)	-0,59 \pm 0,55 (N=59)	-0,63 \pm 0,72 (N=88)
Fêmeas Juvenis	0,06 \pm 0,57 (N=24)	-0,40 \pm 0,70 (N=16)	-0,19 \pm 0,58 (N=100)	-0,09 \pm 0,61 (N=87)

Tabela IV – Resultados da análise de variâncias (ANOVA factorial) para o efeito do Local, Período e interação Local*Período na condição corporal de Rouxinol-bravo. Os efeitos significativos estão indicados a negrito.

	Local		Período		Local*Período	
	F	P	F	P	F	P
Machos Adultos	F_{1,647}=6,39	0,012	F_{3,647}=49,07	<0,001	F _{3,647} =1,75	0,155
Machos Juvenis	F_{1,514}=8,38	0,004	F_{3,514}=6,88	<0,001	F_{3,514}=3,38	0,018
Fêmeas Adultas	F_{1,927}=18,31	<0,001	F_{3,927}=80,49	<0,001	F _{3,927} =0,16	0,923
Fêmeas Juvenis	F _{1,1251} =0,28	0,598	F_{3,1251}=30,59	<0,001	F_{3,1251}=6,72	<0,001

Os valores médios de triglicérides, glucose, hemoglobina e índice de condição corporal mostraram ser mais elevados para as aves capturas no paul da Madriz (Tabela V). Estes dados foram utilizados para a realizar a análise de componentes principais (PCA) tendo em conta a condição corporal e os metabolitos sanguíneos (Figura 15), permitindo extrair 2 componentes que, em conjunto, explicam 75% da variância (Tabela VI). Verificou-se que a condição corporal (BC) está associada positivamente com o

componente 1, os níveis de glucose estão associados também ao componente 1 mas negativamente e os níveis de triglicerídeos estão associados ao componente 2. Os resultados da análise de variâncias das pontuações de cada componente revelaram diferenças significativas entre locais apenas para o primeiro componente principal ($F_{1,50}=6,45$, $P=0,014$) onde o paul da Madriz apresenta valores mais positivos, mas não para o segundo componente principal ($F_{1,50}=1,57$, $P=0,217$).

Tabela V – Médias \pm desvio-padrão dos níveis de triglicerídeos, glucose, hemoglobina e índice de condição corporal para cada local (Taipal e Madriz).

	Taipal (N=29)	Madriz (N=23)
Triglicerídeos	97,2 \pm 42,2 (N=)	112,5 \pm 73,5
Glucose	246,1 \pm 88,4	294 \pm 87,4
Hemoglobina	15,0 \pm 1,5	16,3 \pm 1,8
Condição corporal	-0,37 \pm 1,03	0,49 \pm 1,31

Tabela VI – Eigenvalues e variância explicada pelos 2 componentes principais extraídos utilizando os parâmetros morfológicos e bioquímicos que refletem o estado de saúde do Rouxinol-bravo.

	Comp. 1	Comp. 2
Eigenvalue	1,383	1,049
Proporção da variância explicada por cada eixo	0,48	0,27
Proporção cumulativa da variância explicada	0,47	0,75

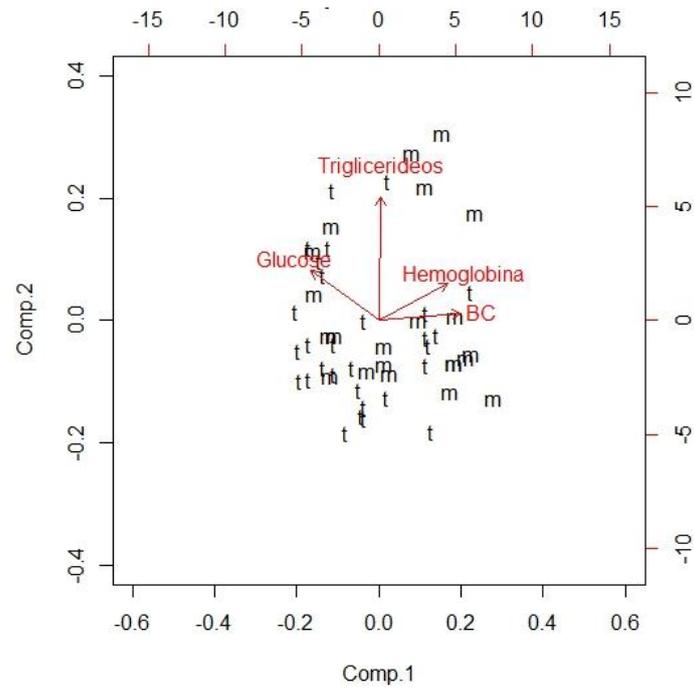


Figura 15 – Resultado da análise dos componentes principais (PCA) para o estado de saúde dos indivíduos. Os vectores representam a importância de cada variável (triglicéridos, glucose, hemoglobina e índice de condição corporal, é representado a “BC”), as letras “m” e “t” representam as pontuações dos indivíduos capturados respectivamente no paul da Madriz e no paul do Taipal.

3.3 Caracterização da dieta do Rouxinol-bravo

A análise da dieta de Rouxinol-bravo (excrementos) permitiu verificar que esta ave se alimenta de vários grupos de invertebrados, no entanto verificou-se uma maior percentagem de ocorrência para as Ordens Coleoptera, Diptera, Hymenoptera, Hemiptera e Araneae (Tabela VI). Verificou-se também a presença de Gastropoda no período de Inverno de 2012 no paul da Madriz e no período de Outono e Inverno de 2011 no paul do Taipal (Tabela VII).

De um modo geral, no paul da Madriz a Ordem Coleoptera aparece com maior frequência em todos os períodos, à excepção do Inverno de 2011, em que todas as amostras continham Hemiptera, e do Inverno de 2012, em que a percentagem de amostras com presença de Diptera foi igual à de Coleoptera. No paul do Taipal a Ordem Coleoptera também apresentou uma maior percentagem de ocorrência para quase todos os períodos, com excepção dos períodos de Outono e Inverno de 2012 onde a Ordem Diptera apresentou maior percentagem de ocorrência e do período de Reprodução de 2012 onde a ordem Araneae também apresenta uma percentagem de ocorrência elevada. Os resultados do teste de Chi-quadrado revelaram diferenças significativas na frequência de ocorrência das Ordens Coleoptera e Hymenoptera entre o paul do Taipal e o paul da Madriz no Outono (Tabela VIII).

Tabela VII – Comparação entre a percentagem de ocorrência (%) de invertebrados (Ordens mais representativas a negrito) e sementes na dieta de Rouxinol-bravo entre o paul da Madriz (zona ripícola) e o paul do Taipal (caniçal) em cada período do ciclo anual desta espécie: Reprodução (Março, Abril e Maio), Muda (Julho e Agosto), Outono (Setembro Outubro) e Inverno (Novembro, Dezembro e Janeiro). N = número de dejectos analisados em cada período.

	2011		2012		2013			
	Muda	Outono	Inverno	Reprodução	Muda	Outono	Inverno	Reprodução
	Jul-Ago	Set-Out	Nov-Dez-Jan	Mar-Abr-Mai	Jul-Ago	Set-Out	Nov-Dez-Jan	Mar-Abr-Mai
Madriz			N=4	N=16	N=9	N=11	N=7	N=4
Coleoptera	-	-	75,00	50,00	33,33	63,64	71,43	50,00
Diptera	-	-	25,00	25,00	22,22	18,18	71,43	0,00
Hymenoptera	-	-	25,00	25,00	11,11	45,45	28,57	0,00
Hemiptera	-	-	100,00	18,75	22,22	36,36	14,29	25,00
Araneae	-	-	25,00	0,00	11,11	27,27	28,57	0,00
Odonata	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Classe: Chilopoda	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	14,29	0,00
Classe: Gastropoda	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	28,57	0,00
Não Identif.	-	-	100,00	100,00	88,89	100,00	100,00	100,00
Sementes	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2011		2012		2013			
	Muda	Outono	Inverno	Reprodução	Muda	Outono	Inverno	Reprodução
	Jul-Ago	Set-Out	Nov-Dez-Jan	Mar-Abr-Mai	Jul-Ago	Set-Out	Nov-Dez-Jan	Mar-Abr-Mai
Taipal	N=4	N=6	N=18	N=19	N=14	N=39	N=4	
Coleoptera	50,00	66,67	50,00	31,58	71,43	28,21	50,00	-
Diptera	25,00	50,00	38,89	36,84	57,14	43,59	75,00	-
Hymenoptera	25,00	33,33	22,22	21,05	14,29	10,26	0,00	-
Hemiptera	0,00	16,67	0,00	0,00	14,29	12,82	0,00	-
Araneae	25,00	16,67	16,67	36,84	42,86	35,90	0,00	-
Odonata	25,00	0,00	0,00	0,00	21,43	2,56	0,00	-
Classe: Chilopoda	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-
Classe: Gastropoda	0,00	16,67	22,22	0,00	0,00	0,00	0,00	-
Não Identif.	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	94,87	100,00	-
Semente	0,00	0,00	5,56	0,00	0,00	0,00	0,00	-

Tabela VIII – Resultados do Teste de Chi-quadrado para avaliar as diferenças no número de dejectos de Rouxinol-bravo contendo determinada Ordem de invertebrados, entre o paul da Madriz (zona ripícola) e o paul do Taipal (caniçal). Os testes foram efectuados por período do ciclo anual desta espécie: Reprodução (Março, Abril e Maio), Muda (Julho e Agosto) e Outono (Setembro Outubro). Os efeitos significativos estão indicados a negrito.

Reprodução (Mar-Abr-Mai)	GL	X ²	p
Coleoptera	1	1,228	0,268
Diptera	1	0,565	0,452
Hymenoptera	-	-	-
Hemiptera	-	-	-
Araneae	-	-	-
Muda (Jul-Ago)	GL	X ²	P
Coleoptera	1	3,235	0,072
Diptera	1	2,718	0,099
Hymenoptera	-	-	-
Hemiptera	-	-	-
Araneae	-	-	-
Outono (Set-Out)	GL	X ²	p
Coleoptera	1	4,675	0,031
Diptera	1	2,351	0,125
Hymenoptera	1	7,202	0,007
Hemiptera	-	-	-
Araneae	-	-	-

3.4 Avaliação da Disponibilidade de Alimento

3.4.1 Disponibilidade de Alimento no solo

O resultado da análise de variâncias (ANOVA Factorial) seguida de testes Newman-Keuls à posteriori para a disponibilidade de alimento no solo através de armadilhas de queda (Figura 16), mostrou diferenças significativas na biomassa (Log(Biomassa +1)) entre quinzenas (na quinzena Novembro II a biomassa foi inferior à biomassa nas

quinzenas Agosto II, Outubro I e II) e não se verificaram diferenças significativas na biomassa entre locais nem na interação “Local*Quinzena” (Tabela IX). Verificou-se também que no paul da Madriz existe maior abundância de invertebrados que no paul do Taipal, sobretudo indivíduos com tamanho inferior a 5 milímetros (Figura 17).

O resultado da análise de variâncias (ANOVA Factorial e Kruskal Wallis) seguida de testes Newman-Keuls à posteriori para a disponibilidade de alimento no solo para cada Ordem (Figura 18), permitiu verificar diferenças estatisticamente significativas na biomassa ($\text{Log}(\text{Biomassa} + 1)$) entre locais (em Coleoptera biomassa foi superior no paul do Taipal e em Hymenoptera e Araneae a biomassa de foi superior no paul da Madriz), entre quinzenas (em Coleoptera nas quinzenas Agosto II, Outubro I e II a biomassa foi superior à biomassa nas quinzenas Setembro I e II e Novembro II; em Diptera nas quinzenas Setembro I a biomassa inferior à biomassa nas quinzenas Agosto II e Setembro II; em Hymenoptera verificaram-se diferenças na biomassa entre as quinzenas) e não se verificaram diferenças entre quinzenas em Hemiptera e Araneae, nem entre locais em Diptera e Hemiptera, nem na interação “Quinzena*Local” em todas as Ordens (Tabelas X e XI)

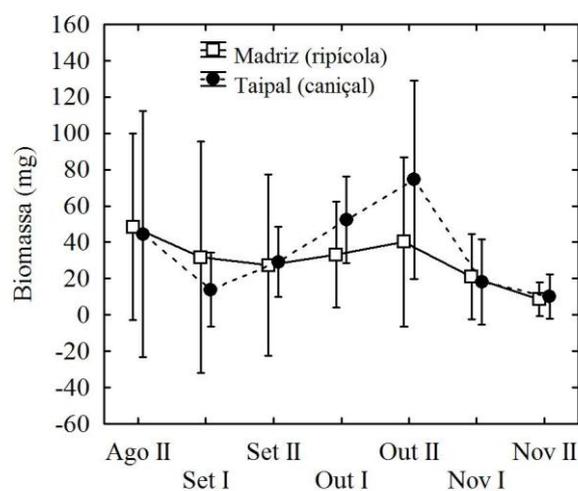


Figura 16 – Comparação da média (e intervalo 95% de confiança) da biomassa total disponível no solo (peso seco (mg) dos indivíduos <10mm) por quinzena entre o paul da Madriz e o paul do Taipal.

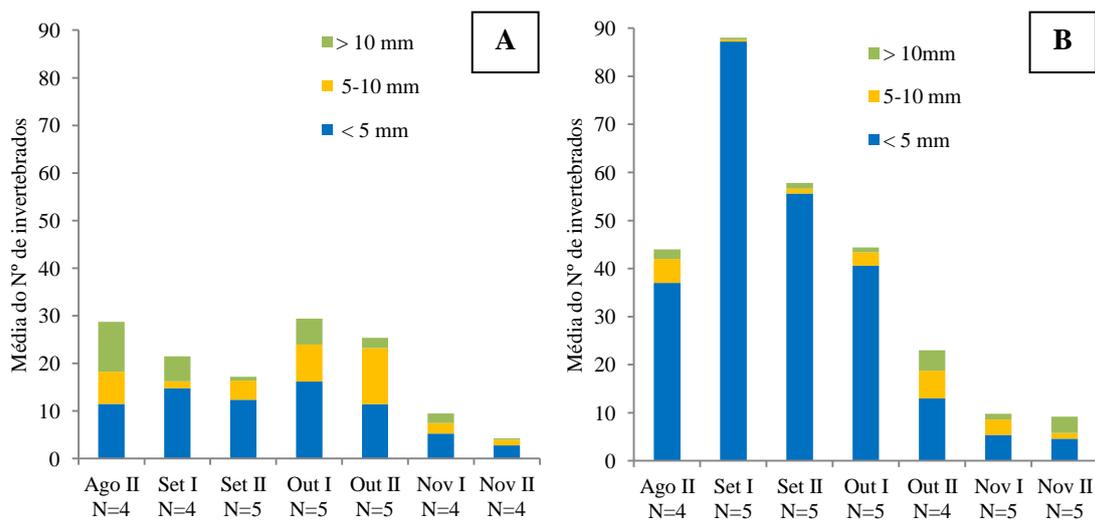


Figura 17 – Comparação do número médio de invertebrados de cada categoria de tamanho corporal (<5mm, 5-10 mm e >10mm) em cada quinzena para o alimento disponível no solo: A – paul do Taipal e B – paul da Madriz. N=número de amostras em cada quinzena em cada local.

Tabela IX – Resultados da análise de variâncias (ANOVA factorial) para o efeito da Quinzena, Local, e interação Quinzena*Local na biomassa estimada (peso seco em miligramas) do alimento disponível (invertebrados com comprimento <10mm) para o total das ordens mais representativas, nas armadilhas de queda (solo). Os efeitos significativos estão indicados a negrito.

	F	P
Local	$F_{1,50}=0,68$	0,413
Quinzena	$F_{6,50}=3,72$	0,004
Local*Quinzena	$F_{6,50}=0,47$	0,830

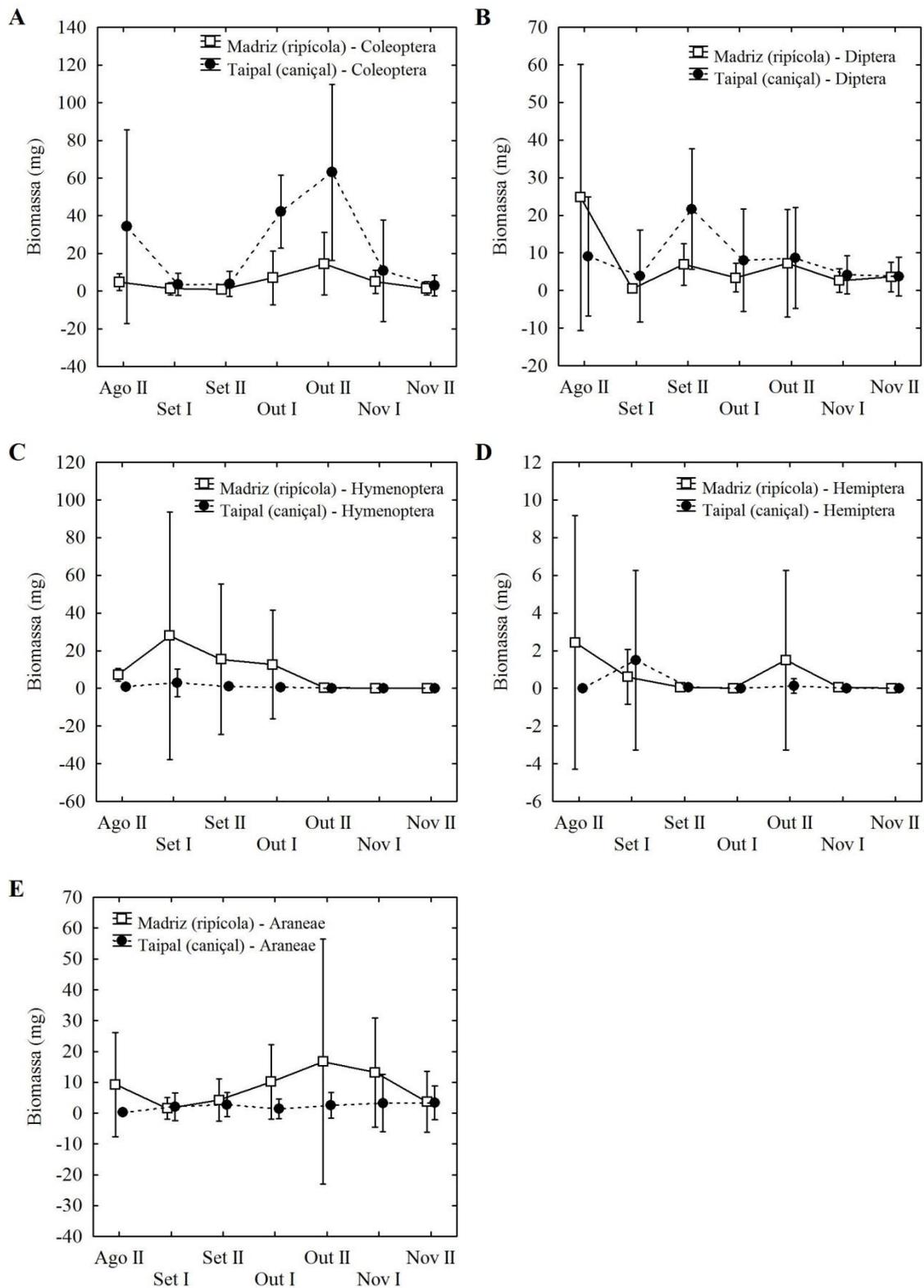


Figura 18 – Comparação da média (e 95% do intervalo de confiança) da biomassa disponível no solo (peso seco (mg) dos indivíduos <10mm) por quinzena entre o paul da Madriz e o paul do Taipal: A-Coleoptera; B- Diptera; C- Hymenoptera; D- Hemiptera; E – Araneae.

Tabela X – Resultados da análise de variâncias (ANOVA factorial) para o efeito da Quinzena, Local, e interacção Quinzena*Local na biomassa estimada (peso seco em miligramas) do alimento disponível (invertebrados com comprimento <10mm) para as Ordens mais representativas dos invertebrados capturados nas armadilhas de queda (solo): Coleoptera, Diptera, Hymenoptera, Hemiptera, Araneae. Os efeitos significativos estão indicados a negrito.

	Quinzena		Local		Quinzena*Local	
	F	P	F	P	F	P
Coleoptera	F_{6,50}=8,49	<0,001	F_{1,50}=17,07	<0,001	F _{6,50} =1,37	0,244
Diptera	F_{6,50}=3,34	0,008	F _{1,50} =0,25	0,621	F _{6,50} =0,81	0,570
Hymenoptera	-	-	-	-	-	-
Hemiptera	-	-	-	-	-	-
Araneae	F _{6,50} =0,58	0,741	F_{1,50}=6,50	0,014	F _{6,50} =1,30	0,275

Tabela XI – Resultados da análise de variâncias (Kruskal Wallis) para o efeito da Quinzena e do Local na abundância (número de indivíduos) das Ordens mais representativas dos invertebrados capturados nas armadilhas de queda (solo): Hymenoptera e Hemiptera. Os efeitos significativos estão indicados a negrito.

	Quinzena		Local	
	H	P	H	P
Hymenoptera	H_(6, N=64)=31,17	<0,001	H_(1, N=64)=5,73	0,017
Hemiptera	H _(6, N=64) =7,03	0,318	H _(1, N=64) =1,60	0,206

3.4.2 Disponibilidade de alimento no substrato inferior da vegetação

O resultado da análise de variâncias (Kruskal Wallis) para a disponibilidade de alimento na vegetação (Figura 19), mostrou diferenças significativas na biomassa ($\text{Log}(\text{Biomassa} + 1)$) entre quinzenas e não se verificaram diferenças significativas entre locais (Tabela XII). Verificou-se também que no paul da Madriz existe abundância de invertebrados com tamanho inferior a 10 milímetros ligeiramente superior ao paul do Taipal (Figura 20).

O resultado da análise de variâncias (ANOVA Factorial) seguida de testes Newman-Keuls à posteriori para a disponibilidade de alimento na vegetação para cada Ordem (Figura 21), permitiu verificar diferenças significativas na biomassa ($\text{Log}(\text{Biomassa} + 1)$) entre locais (em Hemiptera e Araneae a biomassa foi superior no paul do Taipal), entre quinzenas (em Coleoptera a biomassa nas quinzenas Setembro I e II e Outubro I foi superior à biomassa das quinzenas de Outubro II a Dezembro I e Fevereiro I; em Diptera a biomassa na quinzena Setembro I foi inferior à biomassa nas restantes quinzenas e na quinzena Fevereiro I a biomassa foi superior à biomassa nas restantes quinzenas; em Hymenoptera a biomassa nas quinzenas de Agosto I a Setembro II foi superior à biomassa nas quinzenas de Novembro I a Fevereiro I; em Hemiptera a biomassa nas quinzenas de Agosto I a Setembro II foi superior à biomassa nas quinzenas Novembro I, Janeiro II e Fevereiro I), na interacção Quinzena*Local (em Diptera a biomassa na quinzena Fevereiro I a biomassa no paul do Taipal foi superior à do paul da Madriz) e não se verificaram diferenças significativas entre quinzenas em Araneae, nem entre locais em Coleoptera, Diptera e Hymenoptera, nem na interacção “Quinzena*Local” em Coleoptera, Hymenoptera e Araneae (Tabela XIII).

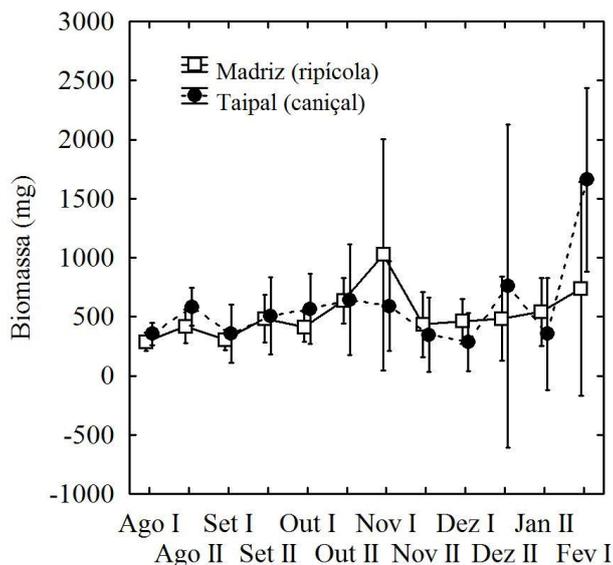


Figura 19 – Comparação da média (e intervalo 95% de confiança) da biomassa total disponível na vegetação (peso seco (mg) dos indivíduos <10mm) por quinzena entre o paul da Madriz e o paul do Taipal.

Tabela XII – Resultados da análise de variâncias (Kruskal Wallis) para o efeito da Quinzena e do Local na biomassa estimada (peso seco em miligramas) do alimento disponível (invertebrados com comprimento <10mm) para o total das ordens mais representativas, nas tiras pegajosas (vegetação). Os efeitos significativos estão indicados a negrito.

	H	P
Quinzena	H_(11, N=113)=26,55	0,005
Local	H _(1, N=113) =0,52	0,469

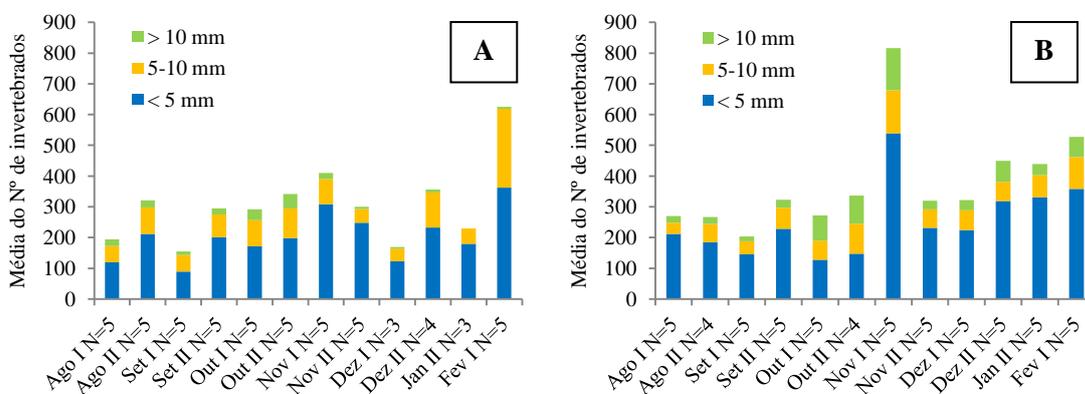


Figura 20 – Comparação do número médio de invertebrados de cada categoria de tamanho corporal (<5mm, 5-10 mm e >10mm) em cada quinzena para o alimento disponível na vegetação: A – paul do Taipal e B – paul da Madriz. N=número de amostras em cada quinzena em cada local.

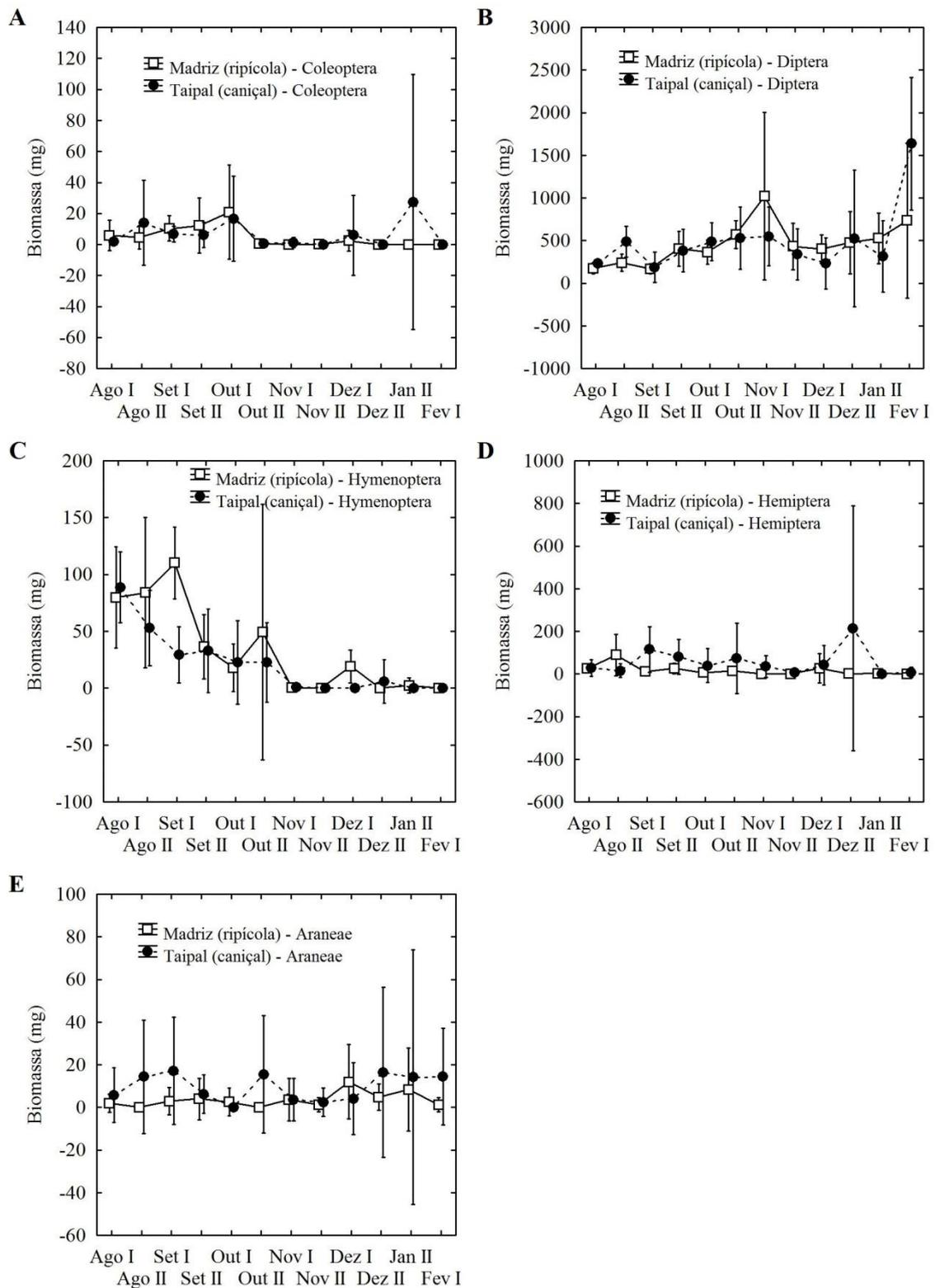


Figura 21 – Comparação da média (e intervalo 95% de confiança) da biomassa disponível na vegetação (peso seco (mg) dos indivíduos <10mm) por quinzena entre o paul da Madriz e o paul do Taipal: A-Coleoptera; B- Diptera; C- Hymenoptera; D- Hemiptera; E – Araneae.

Tabela XIII – Resultados da análise de variâncias (ANOVA factorial) para o efeito da Quinzena, Local, e interação Quinzena*Local na biomassa estimada (peso seco em miligramas) do alimento disponível (invertebrados com comprimento <10mm) para as Ordens mais representativas dos invertebrados capturados nas tiras pegajosas (vegetação): Coleoptera, Diptera, Hymenoptera, Hemiptera, Araneae. Os efeitos significativos estão indicados a negrito.

	Quinzena		Local		Quinzena*Local	
	F	P	F	P	F	P
Coleoptera	F_{11,89}=5,61	<0,001	F _{1,89} =0,59	0,446	F _{11,89} =1,08	0,388
Diptera	F_{11,89}=7,03	<0,001	F _{1,89} =0,07	0,791	F_{11,89}=1,95	0,043
Hymenoptera	F_{11,89}=25,06	<0,001	F _{1,89} =3,38	0,069	F _{11,89} =1,77	0,071
Hemiptera	F_{11,89}=5,78	<0,001	F_{1,89}=8,35	0,005	F_{11,89}=2,70	0,005
Araneae	F _{11,89} =0,90	0,541	F_{1,89}=4,14	0,045	F _{11,89} =0,71	0,728

3.4.3 Disponibilidade de alimento nos dois substratos (vegetação e solo)

O resultado da análise de variâncias (ANOVA Factorial) seguida de testes Newman-Keuls à posteriori para a disponibilidade de alimento no solo e na vegetação (Figura 22), mostrou diferenças significativas na biomassa (Log(Biomassa +1) entre quinzenas (na quinzena Setembro I a biomassa foi inferior à biomassa das quinzenas Outubro II e Novembro I) e não se verificaram diferenças entre locais, nem na interação “Local*Quinzena” (Tabela XIV).

Foi realizada a mesma análise para a disponibilidade de alimento no solo e na vegetação para cada Ordem (Figura 23), que permitiu verificar diferenças significativas na biomassa (Log(Biomassa + 1) entre locais (em Coleoptera e Hemiptera a biomassa foi superior no paul do Taipal), entre quinzenas (em Coleoptera a biomassa nas quinzenas Agosto II, Outubro I e II foi superior à biomassa nas quinzenas Setembro I e II, Novembro I e II; em Diptera a biomassa na quinzena Setembro I foi inferior à biomassa nas restantes quinzenas; em Hymenoptera a biomassa nas quinzenas Agosto II e Setembro I foi superior à biomassa nas quinzenas de Outubro I a Novembro II; em Hemiptera a biomassa nas quinzenas Setembro I e II foi superior à biomassa nas

quinzenas Outubro I, Novembro I e II), na interação Quinzena*Local (em Hemiptera a biomassa no paul da Madriz na quinzena Agosto II foi superior à biomassa no paul da Madriz nas quinzenas Novembro I e II) e não se verificaram diferenças significativas entre quinzenas em Araneae, nem entre locais em Diptera, Hymenoptera e Araneae, nem na interação “Quinzena*Local” em Coleoptera, Diptera, Hymenoptera e Araneae (Tabela XV).

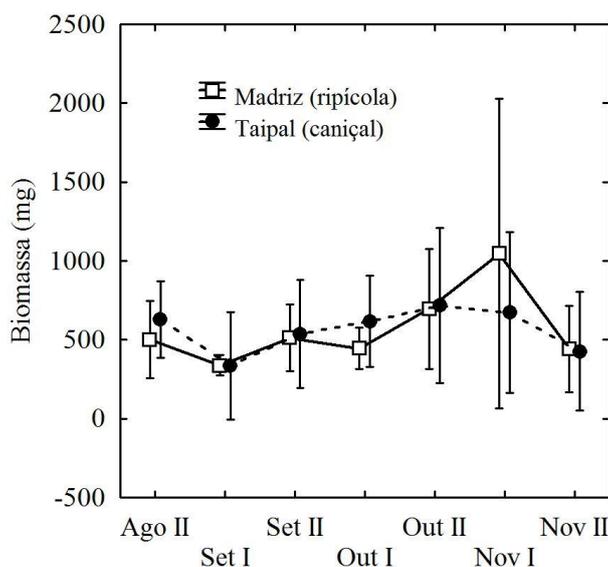


Figura 22 – Comparação da média (e intervalo 95% de confiança) da biomassa total disponível no solo e na vegetação (peso seco (mg) dos indivíduos <10mm) por quinzena entre o paul da Madriz e o paul do Taipal.

Tabela XIV – Resultados da análise de variâncias (ANOVA factorial) para o efeito da Quinzena, Local, e interação Quinzena*Local na biomassa estimada (peso seco em miligramas) do alimento disponível (invertebrados com comprimento <10mm) para o total das ordens mais representativas. Os efeitos significativos estão indicados a negrito.

	F	P
Local	$F_{1,48}=0,09$	0,767
Quinzena	$F_{6,48}=3,14$	0,011
Local*Quinzena	$F_{6,48}=0,42$	0,861

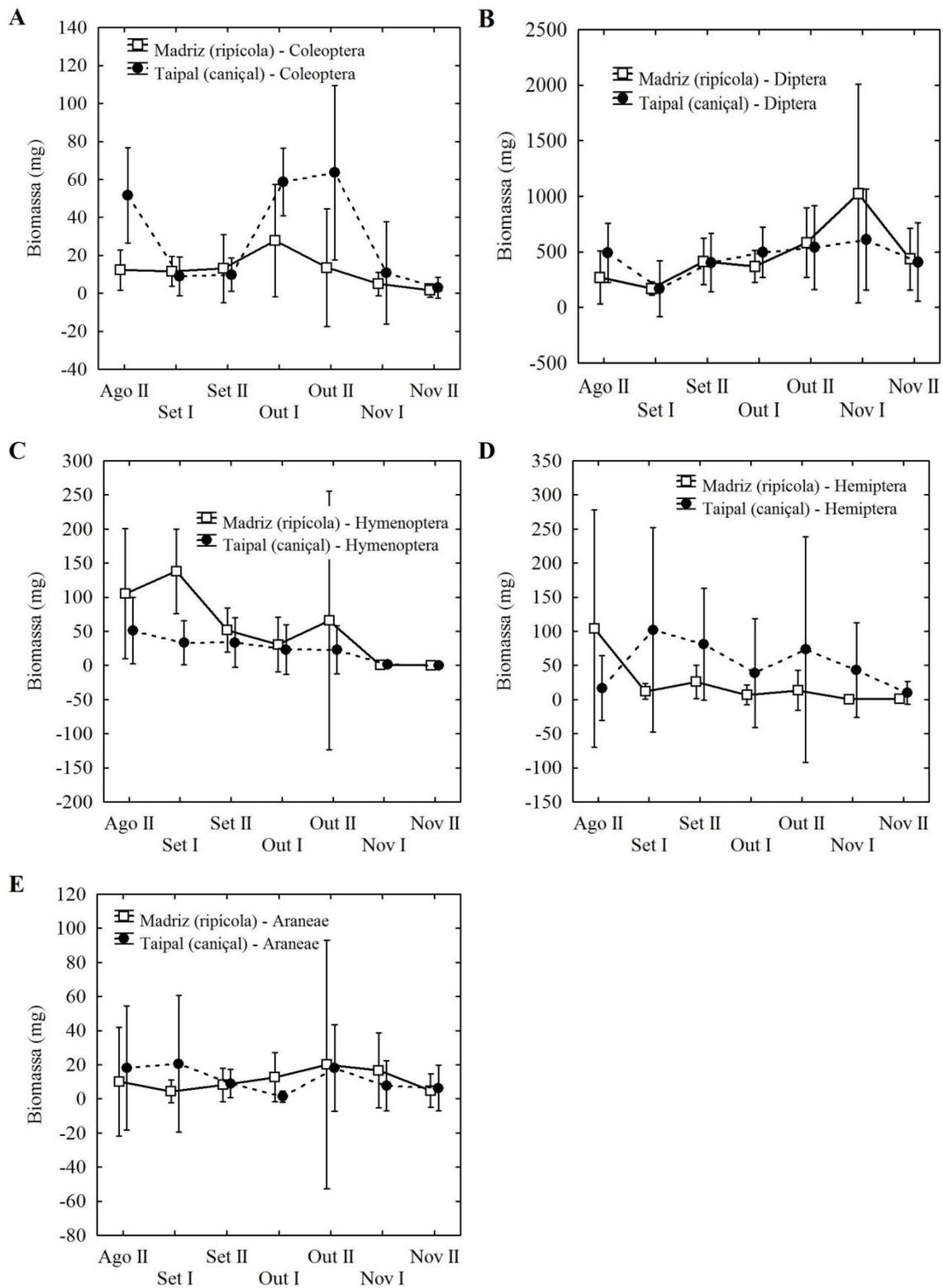


Figura 23 – Comparação da média (e intervalo 95% de confiança) da biomassa disponível no solo e na vegetação (peso seco (mg) dos indivíduos <10mm) por quinzena entre o paul da Madriz e o paul do Taipal: A- Coleoptera; B- Diptera; C- Hymenoptera; D- Hemiptera; E – Araneae.

Tabela XV – Resultados da análise de variâncias (ANOVA factorial) para o efeito da Quinzena, Local, e interacção Quinzena*Local na biomassa estimada (peso seco em miligramas) do alimento disponível (invertebrados com comprimento <10mm) para as Ordens mais representativas dos invertebrados: Coleoptera, Diptera, Hymenoptera, Hemiptera, Araneae. Os efeitos significativos estão indicados a negrito.

	Quinzena		Local		Quinzena*Local	
	F	P	F	P	F	P
Coleoptera	F_{6,48}=8,44	<0,001	F_{1,48}=6,98	0,011	F _{6,48} =1,21	0,317
Diptera	F_{6,48}=6,70	<0,001	F _{1,48} =0,09	0,771	F _{6,48} =0,79	0,579
Hymenoptera	F_{6,48}=17,68	<0,001	F _{1,48} =3,42	0,071	F _{6,48} =0,49	0,813
Hemiptera	F_{6,48}=4,33	0,001	F_{1,48}=4,29	0,044	F_{6,48}=2,56	0,031
Araneae	F _{6,48} =0,49	0,816	F _{1,48} =0,02	0,885	F _{6,48} =0,81	0,569

3.5 Relação entre a dieta e a disponibilidade de alimento

Os resultados do índice de Ivlev para o alimento disponível no solo (Tabela XVI), revelaram uma selecção positiva por parte do Rouxinol-bravo pelas Ordens Coleoptera e Araneae nos períodos de Muda e Outono em ambos os habitats; no período de Inverno no paul da Madriz verificou-se uma selecção positiva por Coleoptera, Hymenoptera e Araneae e uma selecção positiva por Coleoptera no paul do Taipal. Verificou-se também uma selecção negativa de Diptera em todos os períodos nos dois habitats. No paul do Taipal foi verificada uma selecção negativa de Hymenoptera, Hemiptera e Araneae no período de Inverno.

No caso do alimento disponível na vegetação (Tabela XVII), os resultados do índice de Ivlev, no paul da Madriz, revelaram uma selecção positiva pela Ordem Coleoptera no período de Muda, pelas Ordens Coleoptera e Hemiptera no Outono e pelas Ordens Coleoptera, Hemiptera e Hymenoptera no Inverno. No paul do Taipal, houve apenas selecção positiva pelas Ordens Hemiptera e Araneae nos períodos de Muda e Outono. Verificou-se também uma selecção negativa de Hymenoptera no paul da Madriz no

período de Muda e no Outono, enquanto que no paul do Taipal se verificou selecção negativa de Hemiptera e Araneae no Inverno.

Os resultados do índice de Ivlev para o alimento total disponível (no solo e na vegetação) (Tabela XVIII), no paul da Madriz, revelaram selecção positiva para as Ordens Coleoptera e Araneae nos períodos de Muda e Outono e de Coleoptera, Hymenoptera, Hemiptera e Araneae no período de Inverno. No paul do Taipal verificou-se selecção positiva por Coleoptera e Araneae no período de Muda, Araneae no Outono e Coleoptera no Inverno. Verificou-se também selecção negativa por Diptera em todos os períodos de ambos os locais, por Hymenoptera no período de Muda no paul da Madriz e por Hymenoptera, Hemiptera e Araneae no Inverno no paul do Taipal.

Tabela XVI – Valores de selectividade (Índice de Ivlev) para das Ordens mais representativas dos invertebrados capturados nas tiras pegajosas (vegetação): Coleoptera, Diptera, Hymenoptera, Hemiptera, Araneae; em cada habitat: Madriz (ripícola) e Taipal (caniçal); por período do ciclo anual do Rouxinol-bravo: Muda (Julho e Agosto), Outono (Setembro Outubro) e Inverno (Novembro, Dezembro e Janeiro). Valores a negrito correspondem a uma selecção positiva; valores em itálico correspondem a uma selecção negativa.

Madriz	Muda	Outono	Inverno
Coleoptera	0,63	0,71	1,00
Diptera	<i>-0,73</i>	<i>-0,90</i>	<i>-0,76</i>
Hymenoptera	<i>-0,28</i>	0,28	0,93
Hemiptera	<i>-0,23</i>	<i>-0,22</i>	0,37
Araneae	0,90	0,86	0,91
Taipal	Muda	Outono	Inverno
Coleoptera	0,80	0,80	0,97
Diptera	<i>-0,65</i>	<i>-0,63</i>	<i>-0,55</i>
Hymenoptera	<i>-0,44</i>	0,14	<i>-1,00</i>
Hemiptera	<i>-0,31</i>	<i>-0,36</i>	<i>-1,00</i>
Araneae	0,83	0,90	<i>-1,00</i>

Tabela XVII – Valores de selectividade (Índice de Ivlev) para das Ordens mais representativas dos invertebrados capturados nas armadilhas de queda (solo): Coleoptera, Diptera, Hymenoptera, Hemiptera, Araneae; em cada habitat: Madriz (ripícola) e Taipal (caniçal); por período do ciclo anual do Rouxinol-bravo: Muda (Julho e Agosto), Outono (Setembro Outubro) e Inverno (Novembro, Dezembro e Janeiro). Valores a negrito correspondem a uma selecção positiva; valores em itálico correspondem a uma selecção negativa.

Madriz	Muda	Outono	Inverno
Coleoptera	0,70	0,81	0,65
Diptera	<i>-0,37</i>	<i>-0,40</i>	<i>-0,45</i>
Hymenoptera	<i>-0,80</i>	<i>-0,74</i>	0,52
Hemiptera	<i>-0,14</i>	0,80	0,52
Araneae	<i>0,37</i>	<i>0,24</i>	<i>-0,40</i>
Taipal	Muda	Outono	Inverno
Coleoptera	<i>-0,16</i>	<i>-0,46</i>	<i>0,35</i>
Diptera	<i>-0,18</i>	<i>-0,09</i>	<i>-0,14</i>
Hymenoptera	<i>-0,41</i>	<i>-0,41</i>	<i>-</i>
Hemiptera	0,62	0,68	<i>-1,00</i>
Araneae	0,66	0,57	<i>-1,00</i>

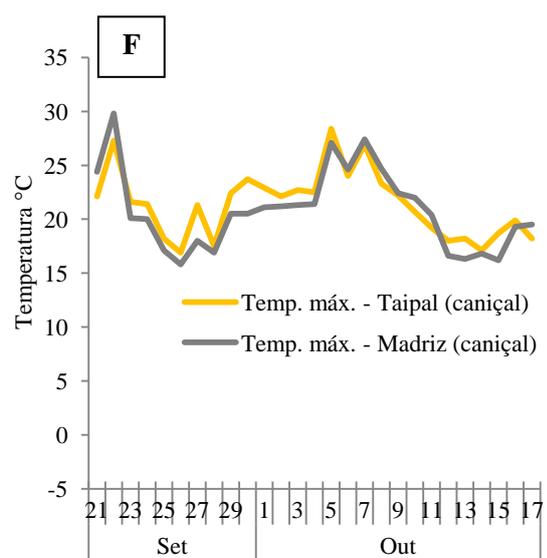
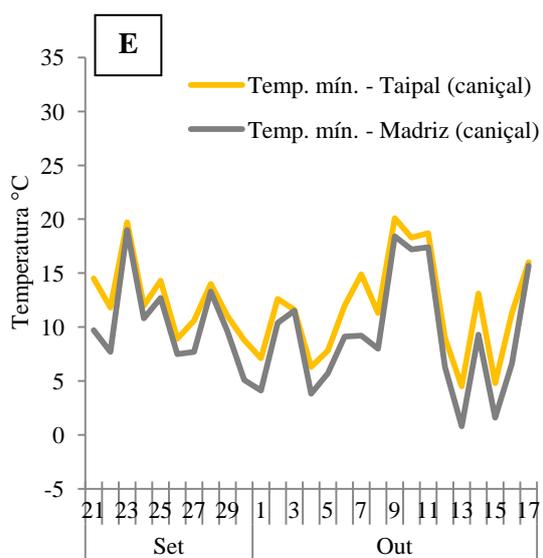
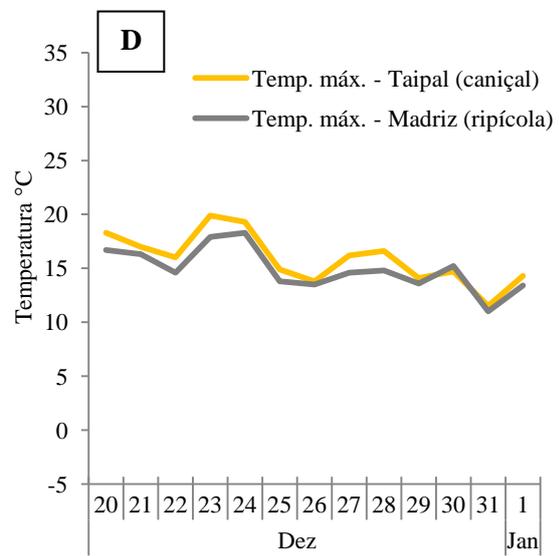
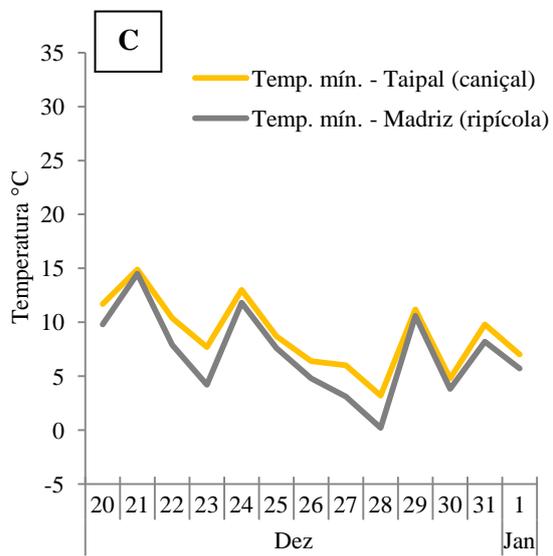
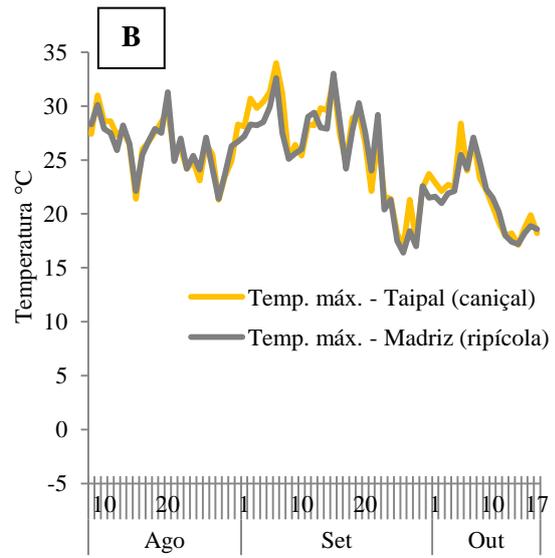
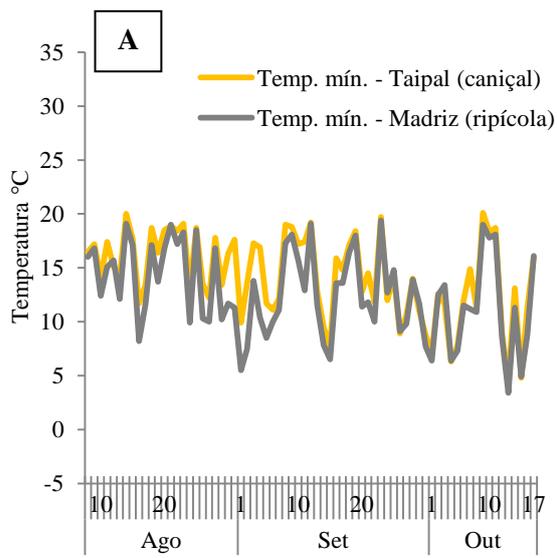
Tabela XVIII – Valores de selectividade (Índice de Ivlev) para das Ordens mais representativas dos invertebrados capturados: Coleoptera, Diptera, Hymenoptera, Hemiptera, Araneae; em cada habitat: Madriz (ripícola) e Taipal (caniçal); por período do ciclo anual do Rouxinol-bravo: Muda (Julho e Agosto), Outono (Setembro Outubro) e Inverno (Novembro, Dezembro e Janeiro). Valores a negrito correspondem a uma selecção positiva; valores em itálico correspondem a uma selecção negativa.

Madriz	Muda	Outono	Inverno
Coleoptera	0,55	0,72	0,99
Diptera	<i>-0,68</i>	<i>-0,88</i>	<i>-0,76</i>
Hymenoptera	<i>-0,66</i>	<i>-0,37</i>	0,90
Hemiptera	<i>-0,34</i>	<i>-0,09</i>	0,82
Araneae	0,87	0,69	0,86
Taipal	Muda	Outono	Inverno
Coleoptera	0,64	<i>0,46</i>	0,97
Diptera	<i>-0,66</i>	<i>-0,60</i>	<i>-0,56</i>
Hymenoptera	<i>-0,07</i>	<i>-0,35</i>	<i>-1,00</i>
Hemiptera	<i>0,02</i>	<i>-0,30</i>	<i>-1,00</i>
Araneae	0,85	0,86	<i>-1,00</i>

3.6 Comparação da temperatura entre o habitat ripícola e o habitat de caniçal

Os dados de temperaturas permitiram observar que, durante todos os períodos considerados, as temperaturas do habitat de caniçal do Paul do Taipal foram, de um modo geral, superiores às temperaturas registadas em ambos os habitats do paul da Madriz (Figuras 24.A; 24.B; 24.C; 24.D; 24.E; 24.F; 24.G; e 24.H). Foi também possível observar que no paul da Madriz, as temperaturas mínimas e máximas no habitat ripícola foram superiores às do habitat de caniçal (Figuras 24.I; e 24.J).

Os resultados do teste T permitiram detectar diferenças significativas entre as temperaturas mínimas no habitat de caniçal do paul do Taipal e no habitat ripícola do paul da Madriz no período de 8 de Agosto a 17 de Outubro, bem como diferenças entre as temperaturas mínimas no habitat de caniçal do paul do Taipal e o habitat de caniçal do paul da Madriz no período de 21 de Setembro a 17 de Outubro (Tabelas XIX e XX).



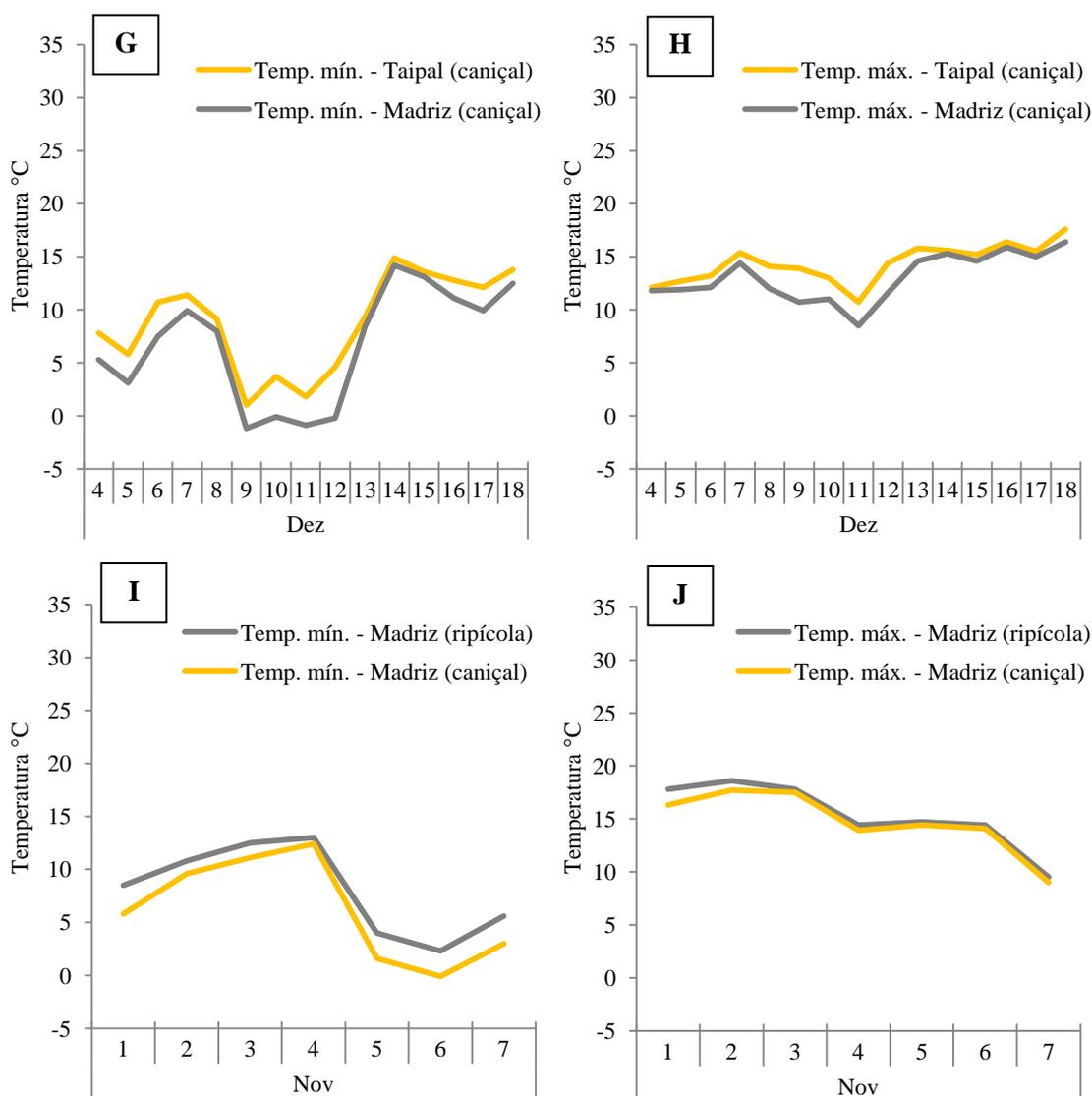


Figura 24 – Temperaturas (°C) A – temperaturas mínimas no paul do Taipal (habitat de caniçal) e no paul da Madriz (habitat ripícola) de 8 de Agosto a 17 de Outubro; B - temperaturas máximas no paul do Taipal (habitat de caniçal) e no paul da Madriz (habitat ripícola) de 8 de Agosto a 17 de Outubro; C – temperaturas mínimas no paul do Taipal (habitat de caniçal) e no paul da Madriz (habitat ripícola) de 20 de Dezembro a 1 de Janeiro; D - temperaturas máximas no paul do Taipal (habitat de caniçal) e no paul da Madriz (habitat ripícola) de 20 de Dezembro a 1 de Janeiro; E - temperaturas mínimas no paul do Taipal (habitat de caniçal) e no paul da Madriz (habitat de caniçal) de 21 de Setembro a 17 de Outubro; F - temperaturas máximas no paul do Taipal (habitat de caniçal) e no paul da Madriz (habitat de caniçal) de 21 de Setembro a 17 de Outubro; G - temperaturas mínimas no paul do Taipal (habitat de caniçal) e no paul da Madriz (habitat de caniçal) de 4 a 18 de Dezembro; H - temperaturas máximas no paul do Taipal (habitat de caniçal) e no paul da Madriz (habitat de caniçal) de 4 a 18 de Dezembro; I - temperaturas mínimas no paul da Madriz (habitat de caniçal) e no paul da Madriz (habitat ripícola) de 1 a 7 de Dezembro; J - temperaturas máximas no paul da Madriz (habitat de caniçal) e no paul da Madriz (habitat ripícola) de 1 a 7 de Dezembro.

Tabela XIX – Resultados Teste T a comparação dos valores de temperaturas mínimas e máximas entre o habitat de caniçal do paul do Taipal e o habitat ripícola do paul da Madriz. Os efeitos significativos estão indicados a negrito.

PT caniçal - PM ripícola	Temp. Mín.			Temp. Máx.		
	GL	T	P	GL	T	P
8/Ago-17/Out	140	2,221	0,028	140	0,447	0,656

Tabela XX – Resultados Teste de Mann-Whitney para a comparação das temperaturas mínimas e máximas entre os habitats de caniçal do paul do Taipal e ripícola do paul da Madriz, entre os habitats de caniçal do paul do Taipal e do paul da Madriz, e entre os habitats de caniçal e ripícola do paul da Madriz. Os efeitos significativos estão indicados a negrito.

PT caniçal - PM ripícola	Temp. Mín.			Temp. Máx.		
	U	Z	P	U	Z	P
20/Dez-1/Jan (N=13)	62,0	1,154	0,248	61,0	1,205	0,228
PT caniçal - PM caniçal						
21/Set-17/Out (N=27)	247,5	2,024	0,043	301,0	1,099	0,272
4/Dez-18/Dez (N=15)	85	1,141	0,254	74,0	1,597	0,110
PM caniçal - PM ripícola						
1/Nov-7/Nov (N=7)	18,0	0,831	0,406	16,0	1,086	0,277

Capítulo 4.

Discussão e Conclusão

4.1 Comparação da estrutura populacional de Rouxinol-bravo entre o habitat de caniçal e o habitat ripícola

Neste estudo, a avaliação da estrutura das populações de Rouxinol-bravo nos habitats de caniçal (paul do Taipal) e habitats de caniçal alterado (paul da Madriz) permitiu verificar diferenças significativas no número de aves capturadas entre os habitats, tendo-se registado maior captura de aves no habitat de caniçal. Essas diferenças verificaram-se sobretudo nos meses de Julho e Agosto, correspondentes ao período de muda, e nos meses de Setembro a Novembro, que correspondem ao período de Outono e início de Inverno. Em termos de proporção de sexos, verificou-se que em ambos os locais foram capturadas mais fêmeas, o que pode ser explicado pelo facto de esta espécie apresentar um sistema reprodutor poligínico, estimando-se que cada macho se reproduza com 2 a 3 fêmeas no máximo (Bibby, 1982). Os meses de Abril e Maio correspondem ao período reprodutor, o que pode explicar o facto de terem sido capturadas menos aves durante estes períodos, uma vez que os juvenis só começam a aparecer em princípios de Junho. As fêmeas adultas, por outro lado, poderiam estar a incubar os ovos nos ninhos ou resumidas a um território mais reduzido para alimentar as crias, sendo menos capturadas (Bibby, 1982).

As diferenças mais evidentes entre as populações dos dois locais verificaram-se nos meses de Setembro, Outubro e Novembro, observando-se um aumento do número de aves capturadas, sobretudo fêmeas juvenis. Este aumento de aves capturadas foi muito maior no paul do Taipal onde as capturas aumentaram cerca de 5 vezes em comparação com os restantes meses do ano. O estudo de Bibby e Thomas (1984), em Lameira, no Baixo Mondego e Santo André, no Sul de Portugal, revelou resultados semelhantes para a proporção de sexos nas aves juvenis. Esta variação pode ter várias explicações, como

a procura de novos territórios, disponibilidade de alimento diferente nos dois habitats, ausência de competição por parte das aves migradoras ou diferentes condições de abrigo.

Verificou-se também que, no período de reprodução, no paul da Madriz a produtividade foi mais elevada e com tendência a aumentar ao longo dos anos, enquanto no paul do Taipal a produtividade apresentou valores inferiores, mas mais constantes. Estes resultados sugerem que o paul da Madriz é um habitat mais favorável para a reprodução desta espécie, e estão de acordo com a literatura, uma vez que o habitat de características ripícolas como o paul da Madriz é mais favorável à construção de ninhos porque esta espécie constrói os ninhos no meio da vegetação densa, preferencialmente silvados (Ferguson-Lees, 1964; Le Sueur, 1980).

4.2 Comparação da dieta e a disponibilidade de alimento entre os dois habitats

Os resultados da análise da dieta de Rouxinol-bravo mostraram que estas aves se alimentaram de várias classes de invertebrados, sobretudo das Ordens Coleoptera, Diptera, Hymenoptera, Hemiptera e Araneae. Apesar de apenas se terem registado diferenças significativas entre locais para o número de dejectos de Rouxinol-bravo contendo as Ordens Coleoptera e Hymenoptera no período de Outono, verificou-se que de um modo geral, em ambos os locais a Ordem Coleoptera aparece com maior frequência em quase todos os períodos. Outro aspecto a salientar foi a presença de gastrópodes com a concha intacta em algumas amostras nos períodos de Outono e Inverno de 2011 no paul do Taipal e no Inverno de 2012 no paul da Madriz.

A recolha de amostras de excrementos para a análise da dieta de Rouxinol-bravo foi feita desde Julho de 2011 a Março de 2013 (21 meses), abrangendo os períodos de

reprodução, muda, Outono e Inverno. Apesar do período de recolha ter sido de quase dois anos, o número de amostras recolhidas foi reduzido, uma vez que estava dependente do número de aves capturadas e dependente da deposição de excrementos. O facto de a maior parte das capturas desta espécie ter ocorrido nas primeiras horas também pode ter influenciado a frequência de deposição de excrementos e a qualidade dos excrementos em termos de presença de fragmentos de invertebrados, uma vez que as aves ou não se tinham alimentado ainda, ou tinham iniciado a alimentação há muito pouco tempo. Este trabalho apresenta a limitação de a dieta ter sido descrita apenas com base nas partes duras dos invertebrados, pois só estas permitem identificar o tipo de invertebrados nos dejectos. Para obter uma resolução mais fina da dieta, seria necessário utilizar métodos moleculares de identificação de presas.

Os resultados obtidos foram semelhantes aos resultados do estudo de Bibby e Green (1983), no qual foi avaliada a dieta de Rouxinol-bravo em habitats com características semelhantes aos do presente estudo, no Oeste de França, desde finais de Julho a inícios de Setembro. Por outro lado, o estudo de Molina et al. (1998) no Sul de Espanha, num habitat de caniçal muito próximo da costa, mostrou resultados diferentes, com a dieta a ser dominada por Coleoptera em todos os períodos, mas com a presença de partículas de origem vegetal, principalmente no período de Outono e Inverno. Neste estudo apenas foi identificada uma semente numa amostra do período de Inverno de 2011 no paul da Madriz. A razão de não terem sido identificados mais compostos vegetais na dieta de Rouxinol-bravo no presente estudo pode ser devido à grande dificuldade que existe na identificação de materiais digeridos, ou pode também estar relacionado com a disponibilidade de alimento nos habitats estudados, que foram diferentes do habitat estudado por Molina et al. (1998).

Os resultados da avaliação do alimento disponível permitiram verificar diferenças na biomassa de alimento disponível nos diferentes substratos, sendo que as tiras pegajosas capturaram muito mais indivíduos que as armadilhas de queda (cerca de 10 vezes mais indivíduos). É de salientar a proporção da Ordem Diptera, que foi muito superior à das restantes Ordens capturadas nas tiras pegajosas, e também uma biomassa superior de Araneae no paul do Taipal. No substrato do solo as diferenças foram sobretudo nos meses de Setembro e Outubro em que a biomassa de Coleoptera foi superior no paul do Taipal, apesar das diferenças na interação “Local*Quinzena” não serem significativas. Além disso a biomassa de Coleoptera durante estes meses foi superior à das restantes Ordens. O facto de cada armadilha de queda ter sido colocada no mesmo local que cada tira pegajosa permitiu comparar a biomassa disponível total, considerando a biomassa disponível do solo e da vegetação. Assim, verificaram-se diferenças significativas na biomassa de Coleoptera e Hemiptera que foi superior no paul do Taipal. Apesar de não se verificarem diferenças significativas, a biomassa de Araneae também foi superior no paul do Taipal nos meses de Agosto e Setembro, enquanto que a biomassa de Hymenoptera foi superior no paul do Taipal.

Os estudos de Bibby e Green (1983) mostraram que o Rouxinol-bravo é uma ave que se alimenta sobretudo no solo e na vegetação próxima do nível do solo. Assim, a disponibilidade de alimento foi avaliada no solo através de armadilhas de queda e foi avaliada na vegetação através de tiras pegajosas. No entanto as técnicas utilizadas apresentam diferentes formas de captura, pelo que as armadilhas de queda capturaram sobretudo invertebrados que caminhavam no solo enquanto as tiras pegajosas capturaram sobretudo invertebrados voadores. Apesar de cada técnica permitir uma boa amostragem dos invertebrados presentes no solo e na vegetação, ambas as técnicas apresentam lacunas. No caso das armadilhas de queda, as principais falhas verificaram-

se nos períodos em o que ocorreu elevada precipitação o que levou à entrada de água para as armadilhas, tornando-as inviáveis. Outro aspecto negativo na utilização deste tipo de armadilhas em habitats de zonas húmidas foi o facto de nos meses de Inverno em que houve subida dos níveis de água ser impossível efectuar amostragens em alguns casos. No caso das tiras pegajosas o principal constrangimento foi o facto de não ser possível recuperar os invertebrados que ficaram colados nas tiras.

O Rouxinol-bravo alimenta-se sobretudo de invertebrados com tamanho médio de 3 a 6 milímetros, podendo alimentar-se de presas maiores até um máximo de 10 milímetros (Bibby e Green, 1983; Cramp, 1992). Assim, foi considerado alimento disponível apenas os invertebrados com tamanho inferior a 10 milímetros. A biomassa (peso seco) de alimento disponível foi estimada através do modelo de regressão proposto por Rogers et al. (1976) tendo sido utilizados valores médios de comprimento para cada classe de tamanho. Apesar de esta abordagem permitir ter uma boa estimativa da biomassa, a precisão não é muito elevada. Para obter uma precisão mais elevada na estimativa da biomassa o ideal seria efectuar medições do comprimento do corpo de todos os invertebrados capturados em ambas as técnicas e medir o seu peso seco.

Os resultados da selecção de alimento revelaram que houve uma preferência mais evidente por Coleoptera e Araneae nos períodos de muda e Outono, e revelaram também uma selecção negativa por Diptera em todos os períodos. Para comparar a selecção de alimento pelo Rouxinol-bravo com o alimento disponível (no solo, na vegetação e em ambos) foram calculados índices de selectividade para as Ordens mais representativas. Estes resultados podem explicar o aumento da população de Rouxinol-bravo no habitat de caniçal do paul do Taipal uma vez que pela comparação do índice de selectividade com os resultados da biomassa disponível nos períodos de muda e Outono verificou-se que estas aves têm preferência pela Ordem Coleoptera que

apresentou maior biomassa no substrato do solo do paul do Taipal e pela ordem Araneae que apresentou maior biomassa no substrato da vegetação, também no paul do Taipal. Além disso, os indivíduos destas duas Ordens de invertebrados deverão ser mais nutritivos do que os indivíduos da ordem Diptera, por exemplo, pela qual houve uma selecção negativa, ou pode dever-se ao facto de as Ordens Coleoptera e Araneae constituírem um alimento mais fácil de capturar no habitat de caniçal.

4.3 Comparação das condições térmicas de abrigo entre os dois habitats

A análise dos dados da temperatura revelou diferenças significativas entre as temperaturas mínimas do habitat de caniçal do paul do Taipal e o habitat ripícola do paul da Madriz nos meses de Agosto, Setembro e Outubro e entre as temperaturas mínimas do habitat de caniçal do paul do Taipal e o habitat de caniçal do paul da Madriz nos meses de Setembro e Outubro. Além disso, e apesar de apresentarem diferenças significativas, observou-se que as temperaturas do paul do Taipal foram superiores às temperaturas dos dois habitats do paul da Madriz em todos os períodos avaliados. Estes resultados podem ser explicados pela posição geográfica de cada local, sendo as temperaturas na zona do paul da Madriz mais baixas que as temperaturas na zona do paul do Taipal, ou podem ser explicados pelo tamanho da massa de água de cada local, uma vez que o paul do Taipal apresenta uma maior área de habitat palustre que o paul da Madriz. Também se verificou que as temperaturas do habitat de caniçal no paul da Madriz foram inferiores às do habitat ripícola do paul da Madriz. Estes resultados contrariam o que é dito no manual da Convenção de Ramsar (2006), mas podem ser explicados pelo reduzido período de amostragem (apenas 7 dias), ou podem dever-se a características do habitat, nomeadamente o tipo de vegetação (a vegetação na

zona ripícola pode ser mais densa e fechada, permitindo uma menor perda de calor) e a exposição (a zona de caniçal é mais aberta e exposta, podendo haver uma maior perda de calor). Neste estudo, a proximidade dos diferentes habitats em cada local pode levar a que as diferenças de temperaturas entre os habitats se devam apenas a factores como o tipo de vegetação ou a exposição dos habitats a ventos ou perdas de calor. De um modo geral o paul do Taipal apresentou temperaturas mais elevadas que o paul da Madriz, o que pode ajudar a compreender o grande aumento da população de Rouxinol-bravo no paul do Taipal por constituir melhores condições de abrigo e melhores condições para a presença de alimento disponível.

4.4 Comparação da condição corporal e estado de saúde entre os dois habitats

Para compreender as razões que podem justificar as diferenças na utilização destes dois habitats nos vários períodos do ciclo anual do Rouxinol-bravo e para compreender de que forma é que a dieta pode influenciar o estado de saúde das aves, foi analisada a condição corporal do Rouxinol-bravo com base na medida da asa e do peso de cada indivíduo. Os resultados desta análise mostraram que, de um modo geral, a condição corporal das aves do paul do Taipal foi superior à das aves do paul da Madriz. Verificou-se também que, para as aves adultas, a condição corporal nos períodos de reprodução e muda é superior aos períodos de outono e inverno, ao contrário das aves juvenis, que apresentaram condições corporais mais baixas nos períodos de reprodução e muda. Estas diferenças entre adultos e juvenis podem estar relacionadas com o facto de os adultos terem um maior dispêndio energético devido ao esforço exigido pela reprodução, acumulado com o desgaste provocado pela época de muda, enquanto que os juvenis não sofreram esse dispêndio energético. Outra razão que pode explicar estas

diferenças é o facto de as aves efectuarem movimentos de dispersão, sendo que, nos períodos que antecedem estes movimentos, é esperada uma condição corporal superior, mesmo sendo a acumulação de gordura considerada residual para aves residentes se comparadas com as aves migradoras (Balança e Schaub, 2005). As diferenças entre locais verificaram-se sobretudo nos machos adultos na época de reprodução e nas aves juvenis no período de muda, em que as aves do paul do Taipal apresentaram melhor condição corporal. O facto de os machos na época de reprodução apresentarem melhor condição corporal no paul do Taipal pode estar relacionado com o facto de alguns machos não constituírem indivíduos reprodutores ou pode estar relacionado com um menor desgaste na defesa do território, uma vez que o habitat de caniçal é um habitat de nidificação para Rouxinol-bravo com menos qualidade que o habitat ripícola, levando a uma menor disputa de territórios. No caso das aves juvenis que apresentam melhor condição corporal no período de muda no paul do Taipal, este facto pode estar relacionado com a maior disponibilidade ou melhor qualidade do alimento (sobretudo nas Ordens Coleoptera e Araneae que foram as presas mais seleccionadas) neste período no habitat de caniçal, uma vez que estes resultados coincidem com o aumento de aves juvenis, sobretudo fêmeas, no habitat de caniçal, tal como foi demonstrado neste trabalho.

Os resultados da análise do estado de saúde do Rouxinol-bravo através dos parâmetros bioquímicos (triglicéridos, glucose e hemoglobina) e da condição corporal permitiram verificar que em todas as variáveis os níveis para as aves do paul do Taipal foram inferiores aos níveis das aves do paul da Madriz. Este resultado contraria os resultados da análise da condição corporal, mas pode ser explicado pelo número reduzido de amostras recolhido.

Os resultados da análise de componentes principais permitiram extrair dois componentes, sendo o componente principal explicado principalmente pela condição corporal, verificando-se diferenças significativas entre as aves do paul do Taipal e aves do paul da Madriz. Verificou-se também que a condição corporal das aves analisadas não estava claramente relacionada com as restantes variáveis.

Elevados níveis sanguíneos de triglicérides podem indicar que a ave se encontra num processo de acumulação de gordura (Anteau e Afton, 2008; Landys et al., 2005) ou podem indicar uma catabolização da gordura dos tecidos adiposos (Ramenofsky, 1990). No entanto as reservas de gordura são residuais em aves residentes e desta forma os níveis de triglicérides nunca deverão atingir valores muito elevados, podendo o aumento da taxa de alimentação das aves levar a um aumento dos níveis sanguíneos de glucose e triglicérides (Seaman, 2003). Além disso, pelo facto de esta espécie não acumular grandes reservas de gordura, não há necessidade de aumentar os níveis de hemoglobina. No entanto, os níveis de hemoglobina podem reflectir o estado de saúde das aves, pois no caso de uma ave ter uma condição corporal muito negativa isso pode conduzir a um estado de anemia. Assim, o facto de uma ave se alimentar com maior frequência no período em que foi capturada, o que se pode verificar pelos níveis de glucose, não implica que esta apresente uma boa condição corporal.

O principal constrangimento para a realização desta análise foi o reduzido número de amostras, o que impossibilitou a realização de uma análise para cada período do ciclo anual de Rouxinol-bravo. Assim estes resultados permitem observar que não existe uma relação clara entre os diferentes parâmetros, mas visto que os dados utilizados englobam registos nos diferentes períodos, podem mascarar algumas variações entre os períodos.

4.5 Conclusão

Com este estudo foi possível assinalar que o habitat de caniçal parece apresentar melhores condições para o Rouxinol-bravo na época de muda e Outono, tanto na disponibilidade de alimento como nas condições de abrigo, parecendo ocorrer movimentos de dispersão, sobretudo das aves juvenis, para este habitat nesta época de elevado dispêndio de energia. No entanto podem existir outros factores que podem contribuir para uma melhor compreensão deste fenómeno, como a diminuição da competição por parte de aves migradoras que partem após a reprodução.

No futuro, seria interessante proceder-se à utilização de técnicas moleculares para análise da dieta desta espécie, pois iria fornecer dados mais concretos e fiáveis, bem como análises isotópicas para tentar compreender qual a origem das aves que chegam ao habitat de caniçal nos meses de muda e Outono.

Em suma, este estudo permitiu verificar as diferenças entre as populações de Rouxinol-bravo do habitat de caniçal do paul do Taipal e do habitat de caniçal alterado, com características de habitat ripícola do paul da Madriz, principalmente nos meses correspondentes aos períodos de muda e Outono em que a população do paul do Taipal aumentou de forma evidente. Verificou-se também que o paul do Taipal oferece melhores condições térmicas de abrigo que o paul da Madriz. Também se concluiu que as presas mais seleccionadas por esta espécie, ou seja, as Ordens Coleoptera e Araneae, apresentaram uma maior biomassa no paul do Taipal no período de muda e Outono, podendo ser mais nutritivas que os restantes invertebrados. Além disso as aves do paul

do Taipal apresentaram melhor condição corporal que as aves do paul da Madriz, inclusive nos períodos de maior dispêndio de energia.

Foi ainda possível compreender que ambos os habitats são necessários para a sobrevivência desta ave, nomeadamente o habitat ripícola para a época de reprodução e o habitat de caniçal para a época de muda e Outono.

Capítulo 5.

Referências Bibliográficas

Abelló, P. (et al.); Barrientos, J. A. (2004) Curso práctico de entomología. Universidade Autònoma de Barcelona Servei de Publicacions. ISBN: 84-490-2383-1

Anteau, M. J. and Afton, A. D. (2008) Using plasma-lipid metabolites to index changes in lipid reserves of free-living Lesser scaup (*Aythya affinis*). *The Auk* 125: 354-357

Araújo, P. M., Tenreiro, P. Q., Silva, L. P., Lopes, P. B., Ramos, J. A. (submetido) Using triglycerides to evaluate migratory strategies in passerines.

Bairlein, F. and Gwinner, E. (1994) Nutritional mechanisms and temporal control of migratory energy accumulation in birds. *Annual review of nutrition*. 14: 187-215

Balança, G. and Schaub, M. (2005) Post-breeding migration ecology of Reed *Acrocephalus scirpaceus*, Moustached A. *melanopogon* and Cetti's Warblers *Cettia cetti* at a mediterranean stopover site. *Ardea* 93 (2): 245-257

Batzer, D. P. and Wissinger, S. A. (1996) Ecology of insect communities in nontidal wetlands. *Annual Review of Entomology*. 41: 75-100

Bibby, C. and Green, R. (1981) Autumn migration strategies of Reed and Sedge Warblers. *Ornis Scandinavica*. 12: 1-12

Bibby, C. J. (1982) Polygyny and breeding ecology of the Cetti's Warbler *Cettia cetti*. *Ibis*. 124: 288-301

Bibby, C. J. and Green, R. E. (1983) Food and fattening of migrating Warblers in some French Marshlands. *Ringing and Migration*. 4 (3): 175-184

Bibby, C. J. and Thomas, D. K. (1984) Sexual dimorphism in size, moult and movements of Cetti's Warbler *Cettia cetti*. *Bird Study*. 31 (1): 28-34

Bonham, P. F. and Robertson, J. C. M. (1975) The spread of Cetti's Warbler in north-west Europe. *British Birds*. 68 (10): 393- 408

Bordel, R. and Haase, E. (1993) Effects of flight on blood parameters in homing pigeons. *Journal of Comparative Physiology B*. 163: 219-224

Brown, A. F. and Atkinson, P. W. (1996) Habitat associations of coastal wintering passerines. *Bird Study*. 43: 188-200

Brown, M. E. (1996) Assessing body condition in birds. *Current Ornithology*. 13: 67–135

Chang, W. (2013) *R Graphics Cookbook*. O'Reilly Media, Inc. ISBN: 978-1-449-31695-2

Cramp, S. (1992) *Handbook of the Birds of Europe, the Middle East, and North Africa: The Birds of the Western Palearctic, Vol. 9 Warblers*. Oxford University Press. ISBN: 0-19-857509-2

Crawley, M. J. (2007) *The R Book*. Imperial College London at Silwood Park, UK. ISBN-13: 978-0-470-51024-7

Earnst, S. L. (1992) The timing of wing molt in Tundra Swans: energetic and non-energetic constraints. *The Condor*. 94: 847-856

Farinha, J. C., Costa, L., Trindade, A., Araújo, P. R. and Silva, E. P. (2001) Zonas húmidas portuguesas de importância internacional: sítios inscritos na Convenção de Ramsar. Instituto da Conservação da Natureza. ISBN: 972-775-048-6

Ferguson-Lees, I. J. (1964) Studies of less familiar birds. 129. Cetti's Warbler. *British Birds*. 57: 357-359.

Finlayson, C. M. and Spiers, A. G. (1999) Global review of wetland resources and priorities for wetland inventory. Supervising scientist report 144. Wetlands International publication 53. Supervising Scientist, Canberra. ISBN: 0-642-24347-6

García-Rodríguez, T., Ferrer, M., Carrillo, J. C. and Castroviejo, J. (1987) Metabolic responses of *Buteo buteo* to long-term fasting and refeeding. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology*. 87 (2): 381–386

Green, A. J. (2001) Mass/length residuals: measures of body condition or generators of spurious results?. *Ecology*. 82 (5): 1473-1483

Guglielmo, C. G. and Cerasale, D. J. (2005) A field validation of plasma metabolite profiling to assess refueling performance of migratory birds. *Physiological and Biochemical Zoology*. 78: 116-125

Jenni, L. and Jenni-Eiermann, S. (1998) Fuel supply and metabolic constraints in migrating birds. *Journal of Avian Biology*. 29: 521-528

Jenni, L. and Winkler, R. (2011) *Moult and ageing of European passerines*. London, UK: Academic Press. ISBN: 978-1-40-81-554-7

Jenni, L., Müller, S., Spina, F., Kvist, A. and Lindström, Å. (2006) Effect of endurance flight on haematocrit in migrating birds. *Journal of Ornithology*. 147 (4): 531-542

Jenni-Eiermann, S., Jenni, L., Kvist, A., Lindström, A., Piersma, T. and Visser, G. H. (2002) Fuel use and metabolic response to endurance exercise: a wind tunnel study of a long-distance migrant shorebird. *Journal of Experimental Biology* 205: 2453-2460.

Jenni-Eiermann, S. and Jenni, L. (1992) High plasma triglyceride levels in small birds during migratory flight: A new pathway for fuel supply during endurance locomotion at very high mass-specific metabolic rates?. *Physiological Zoology*. 65: 112-123

Jenni-Eiermann, S. and Jenni, L. (1994) Plasma metabolite levels predict individual body-mass changes in a small long-distance migrant, the garden warbler. *The Auk*. 111: 888-899

Lamsová, D., Mácajová, M. and Zeman, M. (2004) Effects of short-term fasting on selected physiological functions in adult male and female Japanese quail. *Acta Veterinaria*. 73: 9-16

Landys, M. M., Piersma, T., Guglielmo, C. G., Jukema, J., Ramenofsky, M. and Wingfield, J. C. (2005) Metabolic profile of long-distance migratory flight and stopover in a shorebird. *Proceedings of the Royal Society B-Biological*. 272: 295-302

Le Sueur, F. (1980) Some Cetti's Warbler breeding observations. *Bird Study*. 27: 249-253

Manconi, B., Olianas, A., Sanna, M. T., Messana, I., Demurtas, L., Castagnola, M., Giardina, B. and Pellegrini, M. (2007) Functional characterization of the single hemoglobin of the migratory bird *Ciconia ciconia*. *Comparative Biochemistry and Physiology, Part B*. 147: 242-249

McWhorter, T. J., Martínez del Rio, C., Pinshow, B. and Roxburgh, L. (2004) Renal function in Palestine sunbirds: elimination of excess water does not constrain energy intake. *The Journal of experimental biology*. 207: 3391-3398

McWilliams, S. R., Guglielmo, C., Pierce, B., Klaassen, M. (2004) Flying, fasting, and feeding in birds during migration: a nutritional and physiological ecology perspective. *Journal of Avian Biology* 35: 377-393

Minias, P., Kaczmarek, K., Włodarczyk, R. and Janiszewski, T. (2013) Hemoglobin concentrations in waders vary with their strategies of migration: A comparative analysis. *Comparative Biochemistry and Physiology, Part A*. 165: 7-12

Molina, J., Hódar, J.A. and Camacho, I. (1998) Diet of Cetti's warblers *Cettia cetti* (Temminck, 1820) in a locality of southern Spain. *Ardeola*. 45 (2): 217-220

Newton, I. (2008) *The migration ecology of birds*. Academic Press, Elsevier. ISBN: 978-0-12-517367-4

Paracuellos, M. (2008) Effects of long-term habitat fragmentation on a wetland bird community. *Revue d'Écologie la Terre et la Vie*. 63 (3) 227-238

Paradis, E., Baillie, S., Sutherland, W. J. and Gregory, R. D. (1998) Patterns of natal and breeding dispersal in birds. *Journal of animal Ecology*. 67: 518-536

Poulin, B., Lefebvre, G. and Mauchamp, A. (2002) Habitat requirements of passerines and reedbed management in southern France. *Biological Conservation*. 107 (3): 315-325

Ramenofsky, M. (1990) Fat storage and fat metabolism in relation to migration. *Bird migration*. 214-231

Ramsar Convention Secretariat (2006) *The Ramsar Convention Manual: a guide to the Convention on Wetlands (Ramsar, Iran, 1971)*, 4th ed. Ramsar Convention Secretariat, Gland, Switzerland

Rogers, L. E., Hinds, W. T. and Buchbom, R. L. (1976) A general weight vs. length relationship for insects. *Annals of the Entomological Society of America*. 69 (2): 387-389

Schamber, J. L., Esler, D. and Flint, P. L. (2009) Evaluating the validity of using unverified indices of body condition. *Journal of Avian Biology*. 40: 49-56

Schaub, M. and Jenni, L. (2001) Variation of fuelling rates among sites, days and individuals in migrating passerine birds. *Functional Ecology* 15: 584-594

Schmidt-Nielsen, K. (1990) *Animal physiology: adaptation and environment*. 4th ed. Cambridge University Press.

Seaman, D. A. (2003) *Landscape physiology : plasma metabolites, fattening rates and habitat quality in migratory Western Sandpipers*. Master of Science Thesis. Department of Biological Sciences, Simon Fraser University

Strauss, R. E. (1979) Reliability estimates for Ivlev's electivity index, the forage ratio, and a proposed linear index of food selection. *Transactions of the American Fisheries Society*. 108: 344-352

Svensson, L. (1992) *Identification Guide to European Passerines*. Svensson: Stockholm. ISBN: 91-630-1118-2

Svensson, L., Mullarney, K., Zetterström, D. and Grant, P. J. (2010) Collins Bird Guide. Collins. ISBN: 978-0-00-726814-6

Tucker, G. M. and Heath, M. F. (1994) Birds in Europe: Their conservation status. BirdLife International, Cambridge. ISBN: 978-1560985273

Williams, T. D., Warnock, N., Takekawa, J. Y., Bishop, M. A. (2007) Flyway-scale variation in plasma triglyceride levels as an index of refueling rate in spring-migrating western sandpipers (*Calidris mauri*). *The Auk*. 124: 886-897

Zar, J. (1984) *Biostatistical Analysis*. Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey.

Anexos

Anexo 1: Número mínimo de invertebrados presentes na dieta de Rouxinol-bravo, por mês, no paul da Madriz. N = número de dejectos analisados

Madriz	Classe:							Total		
	Coleoptera	Diptera	Hymenoptera	Hemiptera	Araneae	Odonata	Chilopoda		Gastropoda	Não Identif.
2011	Jul (N=0)	-	-	-	-	-	-	-	-	0
	Ago (N=0)	-	-	-	-	-	-	-	-	0
	Set (N=0)	-	-	-	-	-	-	-	-	0
	Out (N=0)	-	-	-	-	-	-	-	-	0
	Nov (N=2)	1	1	0	2	1	0	0	0	2
	Dez (N=2)	3	0	1	2	0	0	0	0	2
2012	Jan (N=0)	-	-	-	-	-	-	-	-	0
	Fev (N=1)	1	0	0	0	0	0	0	0	1
	Mar (N=5)	3	1	2	1	0	0	0	0	5
	Abr (N=7)	4	2	2	1	0	0	0	0	7
	Mai (N=4)	4	1	1	1	0	0	0	0	4
	Jun (N=3)	4	1	3	1	0	0	0	0	3
	Jul (N=2)	2	1	0	1	2	0	0	0	2
	Ago (N=7)	2	1	1	1	0	0	0	0	6
	Set (N=6)	9	1	4	1	1	0	0	0	6
	Out (N=5)	17	1	2	3	3	0	0	0	5
	Nov (N=2)	2	2	1	0	0	0	0	1	2
	Dez (N=2)	2	1	0	0	0	0	0	0	2
2013	Jan (N=3)	14	2	1	1	2	0	1	1	3
	Fev (N=0)	-	-	-	-	-	-	-	-	0
	Mar (N=4)	4	0	0	1	0	0	0	0	4

Anexo 2: Número mínimo de invertebrados presentes na dieta de Rouxinol-bravo, por mês, no paul do Taipal. N = número de dejectos analisados

Taipal	Coleoptera	Diptera	Hymenoptera	Hemiptera	Araneae	Odonata	Chilopoda	Classe: Gastropoda	Não Identif.	Total
2011	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Jul (N=1)										
Ago (N=3)	3	2	1	0	2	1	0	0	3	12
Set (N=6)	5	3	2	1	1	0	0	1	6	19
Out (N=0)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Nov (N=3)	3	2	1	0	1	0	0	0	3	10
Dez (N=15)	9	12	3	0	3	0	0	26	15	68
2012	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Jan (N=0)										
Fev (N=1)	1	1	0	0	0	0	0	0	1	3
Mar (N=12)	5	6	4	0	4	0	0	0	12	31
Abr (N=7)	1	1	1	0	3	0	0	0	7	13
Mai (N=0)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Jun (N=2)	1	1	1	0	0	0	0	0	2	5
Jul (N=9)	11	4	2	1	4	2	0	0	9	33
Ago (N=5)	2	4	0	1	3	1	0	0	5	16
Set (N=28)	9	12	5	1	13	1	0	0	26	67
Out (N=11)	4	6	0	4	3	0	0	0	11	28
Nov (N=0)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Dez (N=3)	2	2	0	0	0	0	0	0	3	7
2013	2	1	0	0	0	0	0	0	1	4
Jan (N=1)										
Fev (N=0)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Mar (N=0)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0