



**CAPTAR**  
ciência e ambiente para todos

volume 1 • número 1 • p 79-88

## **A borboleta monarca (*Danaus plexippus*) em Odemira - Portugal**

A borboleta monarca (*Danaus plexippus*), nativa do Continente Americano, é famosa pelas suas migrações extraordinárias em extensão e número de indivíduos. Até há pouco tempo foi considerada migrante de passagem no nosso país até se descobrir uma colónia residente em Portugal em Vila Nova de Milfontes. Durante um ano monitorizou-se uma população de borboletas monarca e aplicaram-se diferentes métodos de amostragem de populações biológicas: marcação e recaptura, transectos lineares e método dos quadrados. Com base na avaliação efectuada, foi possível constatar que em Portugal estas borboletas não migram e reproduzem-se em diferentes alturas do ano com um pico de intensidade no Outono e na Primavera, ao contrário do que acontece na espécie de origem. O número de machos e fêmeas difere ao longo do ano. No Verão, curiosamente, apenas se conseguem detectar machos apesar de continuarem a nascer borboletas. Uma justificação para esta ocorrência terá que ser obtida em trabalhos futuros. Em paralelo investigou-se a possibilidade de *D. plexippus* ter um comportamento invasor, tendo-se verificado que não existem fenómenos de competição pelo alimento entre as lagartas de *Danaus plexippus* e lagartas de borboletas nativas, ou outros insectos. No entanto é provável que exista competição pelo alimento entre os adultos de *Danaus plexippus* e os adultos de borboletas nativas já que coexistiam no mesmo local, alimentando-se das mesmas espécies de plantas. Uma das espécies que pode competir pelo alimento com *Danaus plexippus* é *Callimorpha quadripunctaria*, uma espécie prioritária da directiva habitats (anexo B-II do Decreto – Lei nº 49/05, de 24 de Fevereiro) que foi observada na área de estudo. Num futuro próximo serão dados passos na tentativa de conhecer melhor a biologia e a fisiologia desta espécie e o seu *habitat* para desvendar as particularidades deste ecossistema em equilíbrio.

### **Palavras-chave**

*Danaus plexippus*  
borboleta-monarca  
espécies exóticas  
espécies invasoras  
monitorização de populações biológicas

Cláudia Viana  
Rúben Campos  
Fábio Viegas  
Francisco Silva  
Ricardo Graça  
Vanessa Reis  
Madalena Guerreiro  
Paula Canha\*

Escola Secundária Dr. Manuel Candeias  
Gonçalves, Odemira.

\*paula.canha@gmail.com

ISSN 1647-323X

## INTRODUÇÃO

A borboleta monarca (*Danaus plexippus*), originária do sul e do norte da América, é famosa pelas suas migrações no que diz respeito à distância e ao número de indivíduos. Na actualidade podem ser encontradas em algumas ilhas do Pacífico, Austrália, Nova Zelândia, alguns locais na Ásia e nos Açores, Madeira, Canárias e no sul de Espanha (disponível em [www.butterfly-conservation.org](http://www.butterfly-conservation.org), acedido em Outubro de 2008). Maravalhas et al. (2003) refere que a borboleta monarca aparece raramente no litoral do continente, nos Açores e na Madeira, sendo considerada uma espécie migrante de passagem em Portugal até há pouco tempo. No entanto, recentemente foi descoberta uma colónia permanente em Vila Nova de Milfontes. A borboleta monarca é uma espécie exótica e depende de outras espécies exóticas (plantas hospedeiras da família Asclepiadaceae). As invasões biológicas são uma questão de importância crescente a nível global, devido ao aumento significativo do transporte internacional e de comércio de espécies. A introdução de espécies exóticas invasoras pode perturbar o equilíbrio dos ecossistemas locais devido à ausência de predadores ou de competição. Como resultado, as espécies nativas podem ser ameaçadas ou mesmo conduzidas à extinção (Urano, 2006). Deste modo, a fixação da borboleta monarca em Portugal foi simultaneamente uma boa notícia e um motivo de preocupação. Ainda que *Danaus plexippus* seja uma espécie muito atractiva, é preocupante o aparecimento de duas espécies exóticas (insecto e planta hospedeira) num Parque Natural Nacional. Com o objectivo de conhecer melhor a distribuição de *Danaus plexippus* em Portugal, assim como a sua biologia e ecologia, foi feita a monitorização de uma colónia, localizada em Foros da Pereira, Vila Nova de Milfontes, quantificando e caracterizando a população ao longo de um ano.

## METODOLOGIA

A planta hospedeira da espécie *Danaus plexippus* foi identificada com recurso à Flora Ibérica (disponível em [www.floraiberica.es](http://www.floraiberica.es), acedido Setembro de 2008). Toda a área ocupada pela planta hospedeira, localizada na rede hidrográfica da ribeira onde foi localizada a colónia, foi devidamente cartografada tendo-se marcado um transecto de 600 metros nessa área. Ao longo do transecto, foi feita a captura e marcação dos indivíduos para determinação das abundâncias relativas de adultos.

Para este procedimento foi seguida a metodologia *Survey Counts as Population Índices*, sugerida por Williams (2002). As borboletas foram capturadas com uma rede apropriada (Figura 1), em intervalos de 3 semanas, durante um ano (Março de 2008 a Março 2009). As capturas foram realizadas sempre à mesma hora (16.00h às 17.30h), percorrendo a mesma área (área de estudo) e durante o mesmo período de tempo (90 minutos). Com uma caneta de acetato de ponta



FIGURA 1: Captura de borboletas.



FIGURA 2: Borboleta monarca marcada.

fina, marcou-se na asa posterior esquerda, face inferior, o número atribuído a cada borboleta capturada (Figura 2). Verificou-se o sexo da borboleta (Figura 3) e o estado das asas, registando-se essa informação.

Durante o momento da captura foram também registados os dados do clima.

A abundância relativa de estados imaturos foi determinada através da definição de quadrados para análise. Este procedimento foi baseado na metodologia *Complete detectability of individuals on sample units of equal área*, sugerida por Williams (2002). Na área de estudo delimitaram-se aleatoriamente 3 quadrados com 4 m<sup>2</sup> cada. Marcaram-se os quadrados com fita e estacas. Contaram-se e assinalaram-se as plantas existentes em cada quadrado. Contou-se o número de ovos, lagartas e pupas em cada quadrado (Figuras 4 e 5). Repetiu-se o procedimento de três em três semanas durante um ano (Março de 2008 a Março 2009).



FIGURA 3: Pormenor das manchas androconiais presentes apenas nos machos.



FIGURA 4: Lagarta de *Danaus plexippus*.



FIGURA 5: Pupa de *Danaus plexippus*.

O controlo de qualidade da contagem de estádios imaturos foi realizado através da determinação dos erros de contagem devido ao observador. Definiram-se três quadrados de 4 m<sup>2</sup>. Três equipas de dois elementos contaram o número de ovos, lagartas e pupas existentes nos três quadrados. As equipas trocaram de quadrados duas vezes e voltaram a fazer as contagens, sem saberem os resultados dos outros observadores. Os resultados obtidos por cada equipa num mesmo quadrado foram comparados entre si.

A localização da lagarta de *Danaus plexippus* na planta hospedeira ao longo do dia foi avaliada através da contagem de indivíduos ao longo de um dia, às 8, 10, 12, 16, 18, 20 e 22 horas. Registou-se o número de lagartas presentes e o local da planta onde a lagarta se encontrava: caule, página inferior ou página superior da folha. Esta avaliação tinha como objectivo verificar se a hora a que se fazem as observações influencia o resultado das contagens.

A contagem das borboletas para caracterização do tamanho da população foi efectuada através de dois

desenhos experimentais para determinar o tamanho da população, de forma a combinar dois métodos estatísticos e aumentar a confiança das estimativas (Collier, 2008). Assim foi seguido o método do transepto linear (Bibby, 1992), com tratamento estatístico de resultados com o software *Distance 5.0* (Buckland, 2001). O transepto foi percorrido por dois observadores, a uma velocidade tanto quanto possível regular. Apontaram-se as borboletas avistadas e a distância na perpendicular ao transepto a que elas se encontravam no momento do avistamento. Quando as borboletas tinham comportamentos de fuga do observador, o segundo observador seguia-as com o olhar para que não fossem contadas segunda vez. Antes da realização deste trabalho, os observadores fizeram um treino para o cálculo das distâncias. Adicionalmente aplicou-se o método de captura e marcação igualmente sugerido por Bibby (1992), com tratamento estatístico de resultados através do índice de Lincoln. Às onze da manhã foi feita uma amostragem com captura e marcação, durante uma hora. Esperou-se durante cerca de duas horas para que as borboletas marcadas se misturassem com as restantes da população. Pelas duas da tarde repetiu-se a amostragem. Anotaram-se as capturas e recapturas realizadas. Este procedimento foi realizado em dois momentos distintos: Abril de 2009 e Maio de 2009.

Adicionalmente foi feito um reconhecimento geral do ecossistema envolvente da borboleta monarca através de observações realizadas nas saídas de campo.

## RESULTADOS

A planta hospedeira da borboleta monarca é *Gomphocarpus fruticosus* (L.) W. T. Aiton (Figura 6); é nativa da África do Sul mas não está registada na lista de plantas com carácter invasor em Portugal – Decreto-Lei n.º 565/99 de 21 de Dezembro. A área de estudo (cartografada na Figura 7) corresponde ao leito de cheia de uma ribeira nos Foros da Pereira, Odemira – coordenadas geográficas: 37º 44' 47.91" N; 8º 42' 58.75" W. Nesta área, a vegetação é composta essencialmente por gramíneas e *Gomphocarpus fruticosus*. Durante o tempo em que decorreu o estudo, houve destruição de parte de *Gomphocarpus* para sementeiras em três momentos; Maio 2008, Setembro 2008 e Maio 2009. Esta destruição de *Gomphocarpus* atingiu no máximo um quarto da área de estudo e nunca a totalidade da mesma.



FIGURA 6: *Gomphocarpus fruticosus*

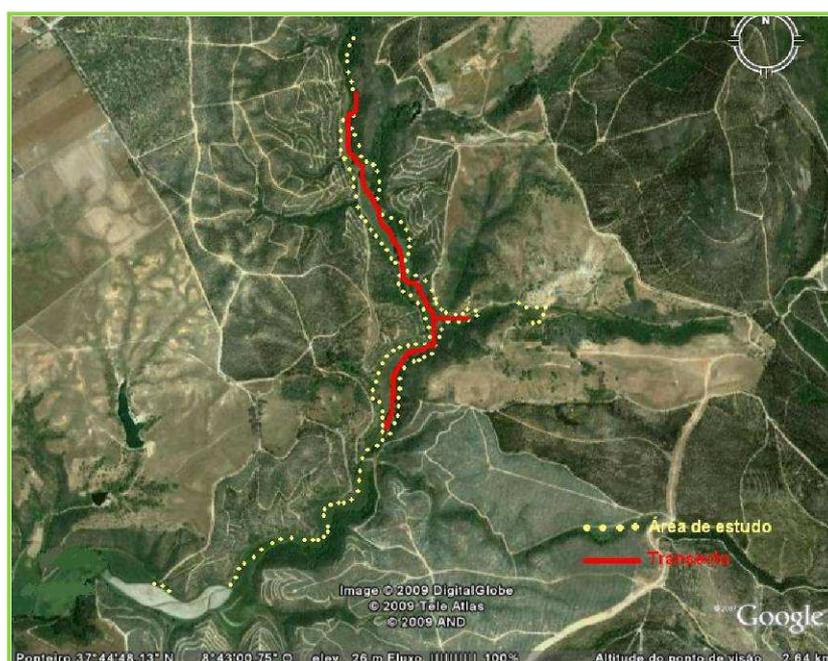


FIGURA 7: Área de estudo

Nas Tabelas I e II encontra-se registrado o número de capturas de indivíduos adultos e de imaturos contados nos quadrados 1, 2, e 3. Os mesmos resultados estão representados graficamente nas Figuras 8 e 9. Foi registrada a presença de borboleta monarca em todos os momentos de amostragem ao longo do ano, embora com flutuações demográficas evidenciadas pelos resultados.

TABELA I: Número de indivíduos adultos capturados

DATA	MACHOS	FÊMEAS
27-Mar	5	5
18-Abr	2	4
09-Mai	20	5
30-Mai	16	4
20-Jun	5	5
11-Jul	7	1
30-Jul	13	0
22-Ago	10	0
12-Set	17	0
24-Set	3	2
08-Out	2	0
29-Out	2	0
23-Nov	0	0
17-Dez	0	1
11-Jan	3	0
28-Jan	0	0
18-Fev	1	0
18-Mar	15	5
6-Abr	4	3

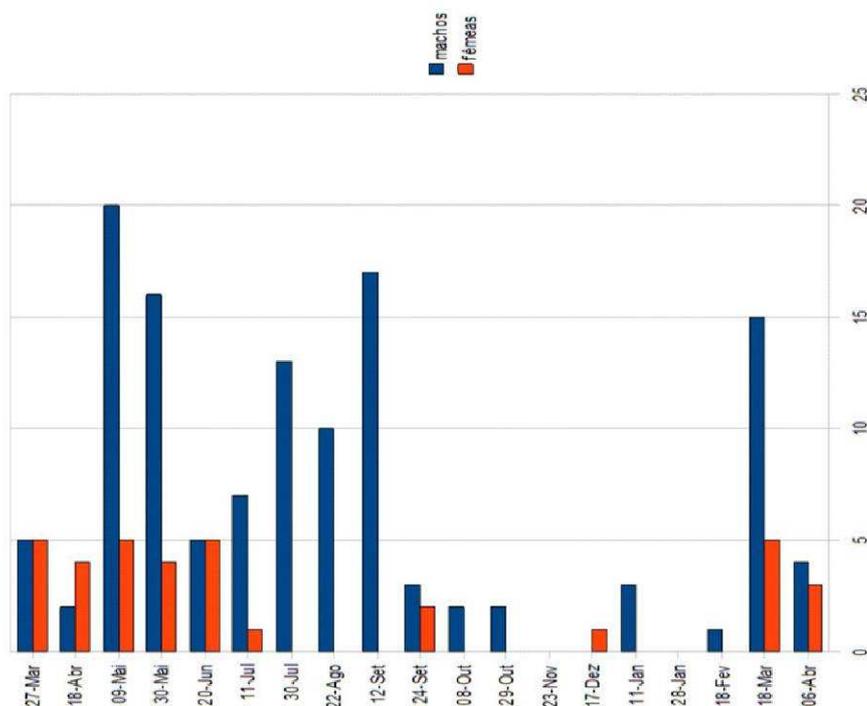


FIGURA 8: Número total de indivíduos adultos capturados nos diferentes dias de amostragem

TABELA II: Número de indivíduos nos estados imaturos

DATA	OVOS	FÊMEAS	PUPAS
27-Mar	32	9	2
18-Abr	16	2	1
09-Mai	22	2	0
30-Mai	8	0	0
20-Jun	14	0	0
11-Jul	0	0	0
30-Jul	1	0	0
22-Ago	0	0	0
12-Set	0	0	0
08-Out	8	3	0
29-Out	3	6	0
23-Nov	7	4	0
17-Dez	3	1	0
11-Jan	6	1	0
28-Jan	5	0	2
18-Fev	1	0	0
18-Mar	18	16	0
6-Abr	23	13	0

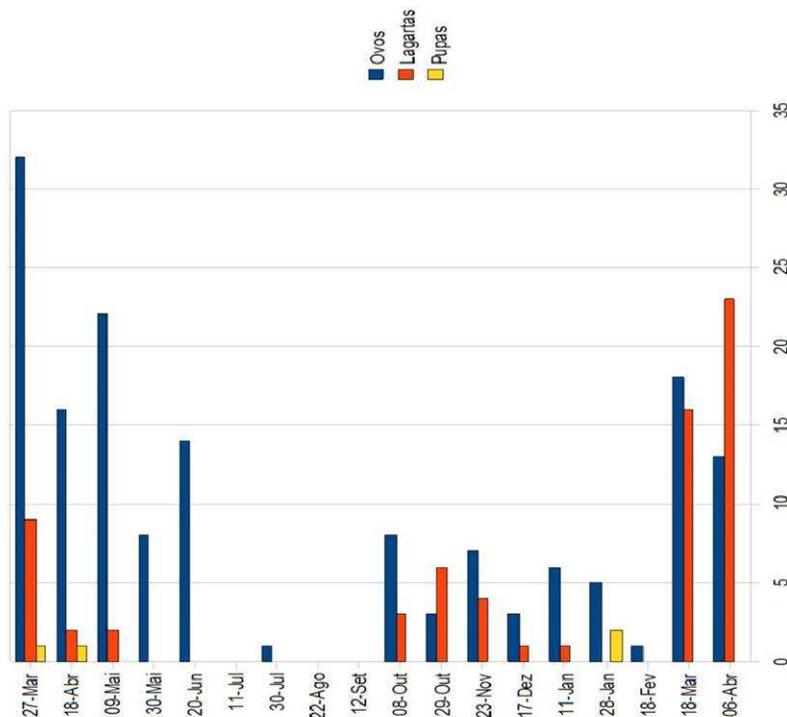


FIGURA 9: Número total de indivíduos nos diferentes estádios imaturos contabilizados em todos os dias de amostragem.

Na Tabela III estão representadas as contagens de estádios imaturos feitas por 3 equipas diferentes nos quadrados 1, 2 e 3. Estes resultados foram o ponto de partida para o estabelecimento de um protocolo de amostragem de modo a minimizar os erros devidos ao observador. Na Tabela IV está registada a posição das lagartas ao longo do dia em diferentes partes das plantas.

TABELA III: Estudo dos erros inter-observador.

Observadores	QUADRADO 1			QUADRADO 2			QUADRADO 3		
	ovos	lagartas	pupas	ovos	lagartas	pupas	ovos	lagartas	pupas
<b>Equipa 1</b>	23	6	0	11	2	1	2	1	0
<b>Equipa 2</b>	16	8	0	6	3	1	1	1	0
<b>Equipa 3</b>	32	6	0	7	2	1	2	1	0

TABELA IV: Posição das lagartas ao longo do dia.

	8:00h	10:00h	12:00h	16:00h	18:00h	20:00h	22:00h
Parte superior da folha	0	2	3	2	0	0	2
Parte inferior da folha	6	5	3	2	8	8	5
Caule	6	6	7	0	5	4	5

A contagem das borboletas para determinação do tamanho da população foi realizada em dois momentos: Abril e Maio de 2009.

(1) Abril de 2009

Os resultados do método de amostragem pelo transepto linear foram os seguintes:

Tamanho da população (N) = 31

Coefficiente de Variação (CV) = 36,4 %

Intervalo de confiança = 15 a 65

Os resultados obtidos pelo método de marcação e recaptura foram os seguintes:

$$N = \frac{a \cdot r}{r} = \frac{7 \times 7}{1} = 49$$

n = número de borboletas capturadas na 2ª amostragem

a = número total de borboletas marcadas

r = número de recapturas com marca

(2) Maio de 2009

Os resultados do método de amostragem pelo transepto linear foram os seguintes:

Tamanho da população (N) = 197

Coefficiente de Variação (CV) = 32,7 %

Intervalo de confiança = 102 a 380

Os resultados obtidos pelo método de marcação e recaptura foram os seguintes:

N= 221 (n = 21, a = 21, r = 2).

Os ovos e as lagartas de *Danaus plexippus* foram sempre encontrados nas plantas de *Gomphocarpus fruticosus*. As pupas foram observadas em *Gomphocarpus fruticosus*, *Rubus ulmifolius* e *Scirpoides holoschoenus*. Os adultos de *Danaus plexippus* foram observados a alimentar-se das mesmas flores que as restantes borboletas nativas. Há poucas flores durante a maior parte do ano. Só a partir do final de Fevereiro e até ao final de Abril é que as flores são abundantes. Durante o período de amostragem foram observados sinais de predação de adultos de *Danaus plexippus*, pelo menos pelo papa-moscas preto (*Ficedula hipoleuca*). No Verão foi possível observar que a borboleta monarca se refugia, nas horas de temperatura mais elevada, num pequeno bosque de amieiros (*Alnus glutinosa*).

## DISCUSSÃO

No presente estudo constatou-se que a planta hospedeira de *Danaus plexippus*, pelo menos na área em causa, foi *Gomphocarpus fruticosus*, a qual apresenta uma seiva branca muito viscosa que a torna mortal para a maioria dos insectos (Malcolm, 1999). *Danaus plexippus* é das poucas espécies que se alimentam de *Gomphocarpus fruticosus*, sendo esta planta hospedeira obrigatória da borboleta (Malcolm, 1999).

Os ovos e as lagartas foram sempre encontrados nesta planta pelo que não deverá existir competição pelo alimento com lagartas de borboletas autóctones ou mesmo com outros insectos herbívoros. Assim, não nos parece que *Danaus plexippus* seja uma ameaça para as espécies nativas devido à competição pelo alimento pelo menos na fase de lagarta.

Nos adultos a competição pelo alimento pode ser um factor de interferência de *Danaus plexippus* nas espécies nativas já que os adultos de *Danaus plexippus* foram observados a alimentar-se das mesmas flores que as restantes borboletas nativas. Há poucas flores durante a maior parte do ano. Só a partir do final de Fevereiro e até final de Abril é que as flores são abundantes. Este poderá ser um factor limitante para a população de adultos de *Danaus plexippus* ou de outras espécies nativas. Este facto merece especial atenção porque foi observada no local de amostragem a espécie *Callimorpha quadripunctaria* (Figura 10), espécie prioritária da directiva habitats (anexo B-II do Decreto – Lei nº 49/05, de 24 de Fevereiro).

Os resultados dos métodos utilizados para determinar o tamanho da população mostraram concordância, no entanto o método de amostragem pelo transecto linear apresentou maior coeficiente de variação entre observações, o que resultou num intervalo de confiança grande.



FIGURA 10: *Callimorpha quadripunctaria*

A amostragem pelo transecto linear assumiu que a distribuição das borboletas era aleatória; então não foi necessário definir aleatoriamente o transecto. É importante que  $g(0) = 1$ , ou seja, a detectabilidade sobre o transecto seja 100%, o que nas borboletas e com o tipo de vegetação existente no local se cumpriu. Já o pressuposto de que todas as borboletas são detectadas na posição inicial não se cumpriu, uma vez que os animais fogem do observador; para minimizar este problema, o observador fixava o ponto de onde a borboleta tinha levantado voo e media a distância, na perpendicular, a esse ponto.

Outro erro que poderá ter sido cometido foi a contagem repetida da mesma borboleta, uma vez que estas se movem muito. Para minimizar este problema, um 2º observador tentava seguir as borboletas que avançavam de modo a evitar a sobre-contagem. O pressuposto que diz respeito à localização das borboletas como fenómenos independentes é cumprido, uma vez que esta espécie não é gregária.

Através do uso do método de captura e recaptura, que considera a população fechada, considera-se que, no tempo de amostragem considerado (início 11.00h, final às 15.00h do mesmo dia) a população não apresenta mortes, nascimentos ou migrações. Adicionalmente considera-se que foram cumpridos os pressupostos de que a probabilidade de captura é igual para todos os animais e que as marcas são permanentes e não afectam a probabilidade de captura. De facto o número escrito na asa com caneta de tinta permanente persiste, como provam as recapturas que fizemos 1 mês após a 1ª captura.

O gráfico dos estádios imaturos demonstra, sobretudo nos primeiros períodos de amostragem, a correspondência com o número de adultos. Quanto mais borboletas se capturaram, mais ovos, lagartas e pupas se encontram nos quadrados de amostragem. Esta situação deixa de ocorrer a 20 de Junho, quando o número de adultos desceu consideravelmente embora o número de ovos tenha registado uma subida. Mas é natural, num quadro de variações bruscas do número de adultos, que estas discrepâncias aconteçam, já que os adultos podem decrescer bruscamente e os estádios imaturos permanecerem.

Um aspecto interessante foi o facto de a borboleta monarca permanecer todo o ano nesta região sul de Portugal, aparentemente sem migrar, ao contrário do que acontece no seu território de origem. Pode colocar-se a hipótese de migração de uma parte da população, o que reduziria os efectivos populacionais, o que estaria também de acordo com os dados obtidos. São necessários mais estudos que esclareçam estas hipóteses. Quando os factores ambientais são menos favoráveis, durante os meses de Inverno, há um decréscimo de adultos e/ou imaturos, mas nunca a ausência total de elementos da população. Os dados obtidos sugeriram ainda que *Danaus plexippus* se reproduz durante todo o ano nesta população portuguesa, uma vez que mesmo quando não se registaram estádios imaturos nos quadros de contagem havia borboletas jovens (com asas muito frescas). Adicionalmente, foram observados ovos em plantas fora dos quadrados, embora em número muito reduzido.

Os resultados do ensaio para determinar os erros de contagem inter-observador foram úteis para estabelecer as regras de leitura de dados nos quadrados (contagem independente feita por duas pessoas e recontagem no caso de existirem discrepâncias). Também o ensaio sobre a posição das lagartas de *Danaus plexippus* ao longo do dia permitiu perceber que a hora de leitura não influenciaria os resultados. A principal dificuldade na interpretação das flutuações demográficas resulta do facto de haver variação simultânea de mais do que um factor, nomeadamente: disponibilidade de alimento, clima, factores antropogénicos e disponibilidade de plantas hospedeiras.

A contagem de borboletas para determinação do tamanho da população, efectuada ao longo do ano, demonstrou que ocorreu um decréscimo da população de adultos e também de ovos e lagartas de Março para Abril de 2008. Este facto pode ter estado associado à instabilidade do clima que se fez sentir de 1 a 20 de Abril: chuvas fortes, trovoadas, vento forte e por vezes granizo. No final de Abril o clima ficou mais ameno, situação que se prolongou até 3 de Maio. Talvez por essa razão o número de capturas tenha subido bastante no início de Maio. Também a disponibilidade de alimento é maior nesta altura do ano. A

continuação do decréscimo da população de adultos em Junho e Julho, com situação meteorológica mais favorável, no que diz respeito a chuvas e ventos, pode ter sido devido ao facto de as temperaturas se terem elevado acima das ideais para esta espécie (8 a 18°C). Com temperaturas muito altas, o metabolismo das borboletas é acelerado, logo as necessidades de energia são maiores. Esta situação não é compensada pela alimentação, uma vez que há um forte decréscimo de flores disponíveis no Verão (apenas *Gomphocarpus fruticosus* e algumas plantas do género *Lytrum*, junto à ribeira, se encontravam em floração).

Como exemplo singular da intervenção do Homem como um factor de alteração dos ecossistemas e de potenciais estudos em curso sobre os mesmos, refere-se um episódio ocorrido na amostragem de 30 de Maio. Parte das plantas hospedeiras da borboleta monarca, - *Gomphocarpus fruticosus* - foram cortadas por um pastor que usava a zona como local de pastagem do seu rebanho de ovelhas. Para além deste problema os quadrados foram também destruídos, tendo sido necessário marcar novos quadrados, dentro da área de estudo.

O estudo do ecossistema da borboleta demonstrou sinais de predação de adultos de *Danaus plexippus*, pelo menos pela espécie *Ficedula hipoleuca*, papa-moscas-preto. Uma espécie exótica pode tornar-se invasora na ausência de predadores naturais que controlem a população (Koike, 2006). Este não parece vir a ser o caso de *Danaus plexippus* no nosso país.

A comparação dos resultados referentes ao número total de machos e fêmeas capturados, revelou um novo aspecto curioso, que deve ser alvo de estudos adicionais no futuro. Durante o mês de Maio houve um decréscimo acentuado do número de fêmeas, o que parece não ter estado relacionado com o corte das plantas, uma vez que se iniciou antes dessa perturbação no habitat e se prolongou depois das plantas terem crescido até ao seu porte normal, o que aconteceu durante o mês de Junho. A partir de Junho o número de borboletas capturadas permanece constante, mas no entanto só se capturam machos. Mais espantoso é o facto de aparecerem machos com as asas novas, o que significa que há borboletas a nascer (coexistem com borboletas com as asas muito estragadas, gastas e descoradas, que em princípio serão mais velhas).

As buscas realizadas para encontrar colónias de borboleta monarca na área foram infrutíferas. A colónia mais próxima localizava-se a mais de 20 Km em linha recta, num viveiro de plantas da família de Asclepidiaceae para comercialização. Não é de todo impossível que esta espécie tenha movimentos de dispersão desta amplitude, mas ainda assim pareceu pouco plausível que apenas os machos efectuassem esse movimento. Na busca de locais abrigados e mais frescos dentro da área de estudo, encontrámos um pequeno bosque de amieiros onde se encontravam dezenas de borboletas poisadas nas árvores. No entanto todas as borboletas aí capturadas eram machos.



## APLICAÇÕES E PERSPECTIVAS FUTURAS

Os dados demográficos recolhidos não parecem indicar perigo de explosão demográfica de *Danaus plexippus*. Uma característica típica de uma espécie exótica e invasora é a capacidade de aumentar muito a população e ocupar novos *habitats*. De facto, isto não está a acontecer com esta espécie, embora seja importante continuar a monitorizar as populações portuguesas. *Danaus plexippus* tem predadores em Portugal (Odemira) o que poderá contribuir para o controlo do desenvolvimento das populações.

Adicionalmente, não parece que estejam a ocorrer fenómenos de competição pelo alimento entre as lagartas de *Danaus plexippus* e lagartas de borboletas nativas ou outros insectos herbívoros. É possível que exista competição pelo alimento entre as borboletas nativas e *Danaus plexippus* no estado adulto.

Com base no presente estudo, colocaram-se novas questões, a analisar em estudos futuros, nomeadamente:

- Porque razão a área de estudo está povoada apenas por machos nas épocas do ano aparentemente favoráveis à espécie?
- Onde se localizam as fêmeas, uma vez que continuam a aparecer borboletas novas?

Para estas questões sugerem-se algumas hipóteses, nomeadamente:

- Os machos são mais resistentes às condições adversas, persistindo apenas um número residual de fêmeas que dá continuidade à população da espécie no local,
- O núcleo da colónia mudou-se para outro local fora da área de estudo e apenas os machos se aventuram para fora desse núcleo central. As fêmeas têm um comportamento diferente do dos machos nesta altura do ano e permanecem em locais restritos e mais protegidos (micro-habitat).

---

**agradecimentos** • Agradecemos à Cláudia Matos, à Câmara Municipal de Odemira e à TAGIS: sem o seu apoio seria difícil concretizar o nosso projecto. Os autores agradecem também à Fundação Calouste Gulbenkian o financiamento do projecto no âmbito do programa Agir-Ambiente.

---

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alpizar-Jara R (2000). Muestreo de poblaciones animales basado en modelos probabilísticos. *In*: O Hernandez (ed.), Memoria de la VII Jornada de Analisis Estadístico de Datos (JAED), Escuela de Estadística, Universidad de Costa Rica, pp. 9-25.
- Bibby CJ, Burgess ND, Hill DA (2000). Bird census techniques, 2<sup>nd</sup> ed. British Trust for Ornithology, RSPB, Academic Press and BirdLife, London, 302pp.
- Borchers DL, Buckland ST, Zucchini W (2002). Estimating Animal Abundance: Closed Populations. – (Statistics for Biology and Health). Springer Verlag, London, 314 pp.
- Buckland ST, Anderson DR, Burnham KP, Laake JL, Borchers DL, Thomas L (2001). Introduction to Distance Sampling: Estimating Abundance of Biological Populations. Oxford University Press, Oxford, 432 pp.
- Collier N, Mackay DA, Benkendorff K (2008). Is relative abundance a good indicator of population size? Evidence from fragmented populations of a specialist butterfly. *Population Ecology* 50: 17-23.
- Koike F (2006). Assessment and control of biological invasion risks. *In*: F Koike, MN Clout, M Kawamichi, M De Poorter, K Iwatsuki (eds), Assessment and Control of Biological Invasion Risks. Shoukadoh Book Sellers, Japan and the World Conservation Union (IUCN), Switzerland, pp 4-12.
- Maravalhas E (Ed.) (2003). As borboletas de Portugal – The butterflies of Portugal. Vento Norte, Vila Nova de Famalicão, 464 pp.
- Malcolm S, Zalucki M, Cockrell B, Mwakamela B (1999). The lethal plant defense paradox and the influence of milkweed latex on larval feeding behavior of the monarch butterfly. *In*: Jürgen Hoth *et al.* (eds.), 1997 North American Conference on the Monarch Butterfly, Commission for Environmental Cooperation, Québec, pp 139-149.
- Urano K (2006). Various ecological problems and biological invasion risks. *In*: F Koike, MN Clout, M Kawamichi, M De Poorter, K Iwatsuki (eds), Assessment and Control of Biological Invasion Risks. Shoukadoh Book Sellers, Japan and the World Conservation Union (IUCN), Switzerland, p 1.
- Williams BK, Nichols JD, Conroy MJ (2002). Analysis and Management of Animal Populations. Academic Press, New York, 817 pp.