

# ESPÉCIES INVASORAS EM PORTUGAL – QUE PROBLEMAS CAUSAM E COMO CIENTISTAS E CIDADÃOS TÊM CONTRIBUÍDO PARA OS RESOLVER



HÉLIA MARCHANTE<sup>1,2</sup>, NUNO CÉSAR DE SÁ<sup>1,4</sup>, MARCO DINIS<sup>1,2</sup>, LILIANA DUARTE<sup>1,2</sup>, FRANCISCO A. LÓPEZ-NÚÑEZ<sup>2</sup>, MARIA CRISTINA MORAIS<sup>3</sup>, Jael PALHAS<sup>2</sup>, OLÍMPIA SOBRAL<sup>1,2</sup>, ELIZABETE MARCHANTE<sup>2</sup>

hmarchante@gmail.com

<sup>1</sup> Escola Superior Agrária de Coimbra, Instituto Politécnico de Coimbra. Bencanta. 3045-601 Coimbra

<sup>2</sup> Centre for Functional Ecology – Science for people and the planet. Departamento de Ciências da Vida, Universidade de Coimbra. Calçada Martim de Freitas. 3000-456 Coimbra

<sup>3</sup> CITAB – Centro de Investigação e Tecnologias Agro-ambientais e Biológicas, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Departamento de Biologia e Ambiente. Quinta de Prados. 5001-801 Vila Real, Portugal

<sup>4</sup> Institute of Environmental Sciences, Leiden University, P.O. Box 9518, 2300 RA Leiden, The Netherlands

## RESUMO

As espécies exóticas invasoras são uma das principais ameaças à biodiversidade e representam atualmente um grande desafio em termos de gestão quer em áreas com interesse para a conservação quer em áreas de produção agrícola e florestal, e mesmo em espaços urbanos. Em Portugal, de entre as espécies invasoras com maior distribuição e que mais impactes negativos causam contam-se plantas (e.g., acácias, háqueas, jacinto-de-água e penachos) e animais (e.g., vespa-asiática, lagostim-vermelho-americano e vespa-das-galhas-do-

castanheiro) de várias regiões do mundo. Os impactes negativos que causam no nosso território têm vindo a ser estudados e incluem a diminuição significativa das áreas ocupadas por outras espécies e da própria diversidade de espécies, alterações ao nível do funcionamento dos ecossistemas e das redes ecológicas, prejuízos elevados em áreas florestais e agrícolas, impactes na saúde pública, entre outros. As espécies de acácia encontram-se entre as mais estudadas (refletido neste artigo), mas os estudos focados noutras espécies têm vindo a aumentar. A gestão das espécies invasoras inclui diversas etapas e implica frequentemente intervenções muito dispendiosas cujo

sucesso é por vezes reduzido. Ainda que o sucesso das intervenções possa ser muito afetado pelas características da espécie a controlar, vê-se também diminuído pela falta de atuação mais estratégica e com maior continuidade a médio-longo prazo. No entanto, pode ser maximizado quer pela seleção de técnicas e estratégias mais adequadas quer como resultado de novas soluções em que se tem vindo a apostar em termos de ciência aplicada. Uma destas soluções passa pela utilização de controlo biológico, que começou recentemente a ser mais considerado em Portugal, e que tem arrastado consigo desenvolvimentos técnicos e científicos a outros níveis. Outra

solução passa pelo envolvimento cada vez maior dos cidadãos, em várias etapas da gestão. De facto, estes podem ter um papel decisivo tanto na disseminação de propágulos (e.g., sementes, frutos, ovos, etc.), agravando o problema, como na prevenção e/ou controlo das espécies invasoras. Estas temáticas são abordadas ao longo do capítulo procurando dar uma visão geral da problemática das invasões biológicas no nosso país.

## PALAVRAS-CHAVE

animais invasores, cidadãos-cientistas, controlo biológico=controlo natural, gestão de espécies invasoras, impactes, plantas invasoras

## ABSTRACT

Invasive alien species are one of the main threats to biodiversity worldwide and represent a major challenge in terms of management both in areas of conservation interest and in agricultural and forestry production areas and even in urban areas. In Portugal, among the most widely distributed species there are plants (e.g., acacias, hakea, water hyacinths and pampas grass) and animals (e.g., Asian wasp, American crayfish, and Chestnut-horned Wasp) from various regions of the world. Their negative impacts have been studied and include a significant reduction of the areas occupied by other species and species diversity itself, changes in ecosystems functioning and ecological networks, high losses in forest and agricultural areas, impacts on public health, among others. Acacia species are among the most studied (reflected in this article) but studies focused on other species have been increasing. The management of invasive species includes several steps and often involves very costly interventions whose success is sometimes reduced. Although the success of the interventions can be

greatly affected by the characteristics of the species to be controlled, it is also diminished by the lack of more strategic action and with more continuity in the medium-long term. However, it can be maximized either by the selection of more appropriate techniques and strategies or as a result of new solutions. One of these solutions involves the use of biological control that has recently begun to be more considered in Portugal, and which has led to technical and scientific developments at other levels. Another solution involves the increasing involvement of citizens in various stages of management. In fact, citizens can play a decisive role both in spreading the species, aggravating the problem, and in the prevention and / or control of invasive species. These issues are addressed throughout this chapter in an attempt to give an overview of the problem of biological invasions in Portugal.

## KEYWORDS

biological control, citizen-science, impacts, invasive animals, invasive plants, invasive species management

# 1 INTRODUÇÃO

A circulação de plantas, animais e outros seres vivos por todo o mundo, mediada pelo Homem, aumentou muito a partir dos Descobrimentos, fomentando a ocorrência de cada vez mais espécies em situação exótica (*i.e.*, “fora de casa”). Como consequência, aumentou também o número de espécies exóticas com comportamento invasor, em especial a partir da segunda metade do século XX (Pyšek & Richardson 2010), como resultado da globalização e da crescente movimentação de pessoas e bens pelo Globo. Mas nem todas as espécies exóticas são invasoras! Apenas são consideradas invasoras as que se conseguem reproduzir sem ajuda do Homem, aumentar muito as suas populações e afastar-se das zonas onde foram introduzidas. Muitos cientistas, políticos e organizações não-governamentais (Parlamento Europeu e Conselho 2014; União Internacional para a Conservação da Natureza 2008; Ministério do Ambiente 1999; Pyšek & Richardson 2010) reconhecem que as espécies exóticas invasoras afetam os serviços dos ecossistemas (por exemplo, alteram a produção de alimentos, serviços de polinização, regimes de fogo, ciclos de nutrientes e recursos genéticos), a economia, perturbam o bem-estar humano e estão entre as principais causas de declínio da biodiversidade (Millennium Ecosystem Assessment 2005; Vilà *et al.* 2010). Acresce que as alterações promovidas por estas espécies num determinado nível trófico (*e.g.*, plantas) têm frequentes repercussões noutros níveis tróficos (*e.g.*, insetos que formam galhas, animais que se alimentam de plantas), ampliando muito os impactes das espécies invasoras (Lopez *et al.* 2017). Os problemas causados pelas espécies invasoras são de tal forma graves que são reconhecidos legalmente quer a nível nacional (Decreto-Lei n.º 565/99) quer a nível europeu (Regulamento EU 1143/2014). São ainda considerados nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), particularmente no ODS 15 - Vida na Terra, cuja Meta 15.8 menciona especificamente: Até 2020, introduzir medidas para impedir a introdução e reduzir significativamente o impacte de espécies exóticas invasoras em ecossistemas terrestres e aquáticos e controlar ou erradicar as espécies consideradas como prioritárias.



Os problemas causados pelas espécies invasoras são de tal forma graves que são reconhecidos legalmente quer a nível nacional (Decreto-Lei n.º 565/99) quer a nível europeu (Regulamento EU 1143/2014).”

# 2 ALGUMAS ESPÉCIES INVASORAS EM PORTUGAL

Mesmo excluindo espécies que são estritamente cultivadas ou domesticadas, o número de espécies exóticas introduzidas em Portugal ascende a mais de 1700, compreendendo animais e plantas terrestres e aquáticos, algas, fungos, bactérias e outros organismos (mais informação em Vicente *et al.* 2018, listagem disponível em <http://www.griis.org>). Entre todas estas espécies exóticas, apenas uma parte relativamente pequena é invasora; essas ocorrem dispersas por áreas mais ou menos extensas do território onde causam impactes negativos. De acordo com o Decreto-Lei n.º 565/99, em Portugal Continental existem 32 espécies legalmente consideradas invasoras (29 espécies de plantas e 3 de animais – Anexo I), cuja utilização é proibida. No entanto, a lista de espécies carece de atualização já que várias espécies exóticas referidas como tendo risco ecológico conhecido (Anexo III) não tinham ainda sido introduzidas ou detetadas e outras apenas revelaram comportamento invasor após 1999, ficando assim excluídas da legislação.

## 2.1 PLANTAS INVASORAS

As mais de 670 espécies de plantas exóticas (incluindo apenas espécies casuais, naturalizadas e invasoras – tabela 1) introduzidas em Portugal continental estão bem caracterizadas quanto à origem, data e vias de introdução (ver Almeida 1999; Almeida & Freitas 2006). Estas espécies são provenientes de todo o mundo, incluindo à volta de 35% espécies Americanas, 40% da Eurásia e região do Mediterrâneo e 11% Africanas. Apesar de a Austrália ser a origem de apenas cerca de 5% de espécies (Almeida 1999), é de lá que vêm muitas das espécies mais problemáticas e com maior distribuição em Portugal, como as acácias e as háqueas (Marchante *et al.* 2014). A maioria das espécies de plantas exóticas em Portugal foram introduzidas intencionalmente como ornamentais, para embelezar jardins, praças e arruamentos, ou para utilização na agricultura e horticultura. Cerca de 1/6 das espécies foram introduzidas acidentalmente, correspondendo frequentemente a infestantes agrícolas cujas sementes foram introduzidas com sementes de culturas. Os habitats mais perturbados e onde a pressão humana é mais forte, como as áreas do litoral densamente povoadas, têm frequentemente mais espécies exóticas (> 300; Almeida 1999), mas os sistemas dunares (48 espécies) e as zonas ribeirinhas (70 espécies), entre outros, são também fre-

quentemente ocupados por espécies que vieram de fora (Aguiar *et al.* 2007; Marchante *et al.* 2014). Este padrão de distribuição das espécies exóticas repete-se parcialmente quando se consideram apenas as espécies invasoras, sendo as comunidades litorais de areias e as galerias ribeirinhas as que mais vezes se encontram invadidas, pelo menos a sul do país (Duarte 2016).

**TABELA 1** Terminologia associada ao estatuto de uma espécie relativamente à sua origem e distribuição.

**Espécie nativa** (= indígena, espontânea, autóctone) aquela que é natural, própria da região em que vive, ocorrendo dentro dos seus limites de distribuição naturais.

**Espécie exótica** (= alóctone, introduzida) aquela que ocorre fora da sua área de distribuição natural, depois de ser transportada e introduzida pelo Homem, ultrapassando barreiras biogeográficas.

**Espécie casual**, espécie exótica que se reproduz esporadicamente sem manter populações estáveis ou que mantém apenas pequenas populações para além das áreas onde foi introduzida.

**Espécie naturalizada** (= subespontânea), espécie exótica que se reproduz e mantém populações ao longo de vários ciclos de vida, sem intervenção direta do Homem, mantendo-se frequentemente junto aos indivíduos adultos e coexistindo em equilíbrio com as nativas.

**Espécie invasora** espécie naturalizada que produz descendentes férteis frequentemente em grande quantidade e os dispersa muito para além dos indivíduos-mãe, com potencial para ocupar áreas extensas, em habitats naturais ou seminaturais. Produz normalmente alterações significativas ao nível dos ecossistemas.

A maioria das espécies de plantas exóticas não tem comportamento invasor no nosso território, embora (além das já comprovadamente invasoras) outras apresentem risco de se tornar invasoras no futuro (Morais *et al.* 2017). Com base no comportamento das espécies observado no território português, Marchante *et al.* (2014) consideram 47 espécies invasoras e 56 potencialmente invasoras. De entre as espécies mais dispersas e que mais impactos causam incluem-se, por exemplo, a mimosa (*Acacia dealbata* Link, muito frequente em zonas montanhosas e margens de vias de comunicação onde transforma vastas áreas em “desertos biológicos”), a acácia-de-espigas (*Acacia longifolia* (Andrews) Willd., dominante em quase todo o litoral arenoso do centro e norte onde elimina muitas espécies nativas e transforma radicalmente as paisagens dunares), o espanta-lobos (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle, muito frequente a invadir espaços urbanos onde foi inicialmente plantado como ornamental), o chorão-das-praias (*Carpobrotus edulis* (L.) N.E.Br., que forma densos tapetes nas dunas litorais e espaços ajardinados), o jacinto-de-água (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms, cobrindo completamente habitats aquáticos - de águas paradas - um pouco por todo o país, impedindo a vida de plantas e animais e causando problemas graves a nível dos sistemas de rega, navegabilidade e segurança (figura 1b)) ou a háquea-picante (*Hakea sericea* Schrad. & J.C.Wendl., cada vez mais frequente em terrenos xistosos do centro e norte onde impede totalmente o uso da terra)

(tabela 2). As acácias e as háqueas são particularmente preocupantes não só pelas extensas áreas do território que invadem como também por serem espécies associadas ao fogo<sup>2</sup> o que, considerando os fogos que fustigaram o país em 2017, configura um cenário de agravamento da invasão em muitos locais. Algumas espécies ainda não estão listadas como invasoras na legislação, mas estão também muito dispersas como é o caso dos penachos (*Cortaderia selloana* (Schult. & Schult.f.) Asch. & Graebn., com forte proliferação em zonas perturbadas principalmente no litoral norte e centro) e das canas (*Arundo donax* L., que invadem as margens de muitas linhas de água ao longo de todo o país) (Marchante *et al.* 2014).



As acácias e as háqueas são particularmente preocupantes não só pelas extensas áreas do território que invadem como também por serem espécies associadas ao fogo o que, considerando os fogos que fustigaram o país em 2017, configura um cenário de agravamento da invasão em muitos locais.”

## 2.2 ANIMAIS INVASORES

Também muitos animais têm sido transportados pelo Homem para longe da sua área de distribuição nativa, alguns deles acabando por se tornar invasores nos locais de destino. Ao contrário das plantas, a informação em relação aos animais exóticos em Portugal está algo mais dispersa, dividida por grupos taxonómicos e/ou habitats onde ocorrem (Anastácio *et al.* 2018, Silva-Rocha *et al.* 2018). As cabras foram um dos primeiros animais introduzidos pelos navegadores portugueses (e outros) nas ilhas recém-descobertas, para servirem de alimento da tripulação nas viagens seguintes. O resultado foi desastroso, transformando ilhas com vegetação luxuriante em ilhas rochosas, desprovidas de vegetação arbórea ou arbustiva (Campbell & Donlan 2005). Ainda hoje no Arquipélago da Madeira, as cabras são uma ameaça para a vegetação nativa nas ilhas Selvagem Grande e na Deserta Grande.

<sup>2</sup> As sementes das acácias vivem enterradas no solo durante muitos anos e são estimuladas a germinar pelo fogo; os frutos das háqueas são acumulados (fechados) nas árvores durante a vida da planta e são estimulados a abrir pelo fogo libertando as sementes que são “catapultadas” para as áreas vizinhas.

O animal invasor mais mediático nos últimos anos é talvez a vespa-asiática (*Vespa velutina* Lepeletier *nigrithorax*), a qual foi detetada pela primeira vez em Portugal em 2011; é provável que tenha chegado através do Porto de Viana do Castelo escondida em lotes de madeira (Grosso-Silva & Maia 2012; Bessa *et al.* 2016). Além de competir com as vespas nativas, é predadora de outros insetos, sobretudo de outras vespas e de abelhas, tendo um grande impacto negativo sobre as colmeias (Monceau *et al.* 2014). Outra das espécies que tem trazido muita preocupação em termos económicos é a vespa-das-galhas-do-castanheiro (*Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu). Foi detetada em 2014, no Norte do País, mas em poucos anos já dispersou pelo menos até à Região Centro. Este inseto forma galhas<sup>3</sup> nos castanheiros (e outras plantas do género *Castanea*), sendo considerado uma ameaça para os soutos e castinçais. Ao formar galhas nos gomos, reduz o crescimento dos ramos e a frutificação, podendo diminuir drasticamente a produção e a qualidade da castanha e conduzir ao declínio dos castanheiros (DGAV 2017).

Outro animal invasor que tem tido um impacto muito visível é o escaravelho-da-palmeira (*Rhynchophorus ferrugineus* Olivier), uma espécie de gorgulho grande que foi detetado pela primeira vez em Portugal em 2007 em palmeiras-das-canárias no Algarve (EPPO 2008). Em poucos anos espalhou-se por todo o país, provocando a morte de muitas palmeiras de sul a norte.



O lagostim-vermelho-da-Louisiana é uma espécie voraz que se alimenta tanto de plantas como de animais e até detritos, tendo graves impactes sobre diversos grupos de fauna, mas também sobre os arrozais (Anastácio *et al.* 2018).”

<sup>3</sup> Galha (=bugalho) é uma estrutura que resulta da interação muito especializada entre um organismo (geralmente um inseto) e uma planta. Habitualmente o inseto (galhador) morde ou coloca ovos na planta estimulando-a a criar uma estrutura. O exemplo mais conhecido são os bugalhos dos carvalhos, mas dependendo da espécie de planta e de inseto as galhas podem ter diversas formas, cores e texturas.

O lagostim-vermelho-da-Louisiana (*Procambarus clarkii* Girard) é outro dos animais com características invasoras. Foi introduzido no sul de Espanha nos anos 1970 para uso gastronómico e espalhou-se por todas as bacias hidrográficas de Portugal continental, estando também presente na Ilha de S. Miguel (Açores). É uma espécie voraz que se alimenta tanto de plantas como de animais e até detritos, tendo graves impactes sobre diversos grupos de fauna, mas também sobre os arrozais (Anastácio *et al.* 2018). Adicionalmente, escava no fundo, destruindo a vegetação e libertando nutrientes acumulados nos sedimentos, com impactes negativos na qualidade da água.

O grupo de vertebrados com mais espécies invasoras em Portugal é o dos peixes (Anastácio *et al.* 2018). Peixes carnívoros como a gambúsia (*Gambusia holdbrooki* Girard), entre outros, contribuem para o declínio dos anfíbios. A gambúsia é o mais pequeno dos peixes invasores em Portugal, mas um dos que causa mais impactes. Foi introduzida na Península Ibérica em 1921 para ajudar a combater os mosquitos vetores de parasitas (por exemplo da Malária), mas acabou por ter um papel contrário: além de se alimentar de larvas de mosquito, alimenta-se também de muitos outros animais aquáticos (Mieiro *et al.* 2001), alguns dos quais predadores de mosquitos (Cabrera-Guzmán *et al.* 2017). Embora a colocação desta espécie em charcos e outras massas de água parada seja proibida desde 1999, muitas pessoas continuam a dispersá-la assim como a outras espécies de peixes invasores.

Entre os mamíferos invasores destaca-se o visão-americano (*Neovison vison* Schreber), uma espécie da família da doninha, mas bastante maior. Chegou a Portugal nos anos 1980 a partir da Galiza, onde havia criações para produção de peles (Silva-Rocha *et al.* 2018). Vivem nas margens de rios e lagoas e caçam tanto em terra como em água, competindo com as lontras e toirões e contribuindo para o declínio destes últimos. A expansão das suas populações, que já chegaram ao Douro, está a ser impulsionada pela invasão do lagostim-vermelho-americano, do qual se alimenta, e o facto de caçar com facilidade aves e micromamíferos agrava os seus impactes negativos (Rodrigues *et al.* 2015).

Muitas outras espécies de plantas e animais invasores encontram-se já dispersas pelo território causando muitos problemas; crescem ainda espécies de outros grupos como algas, briozoários ou bactérias. Mais informação pode ser consultada no “Guia Prático para a Identificação de Plantas Invasoras em Portugal” (Marchante *et al.* 2014), na recente obra “As invasões biológicas em Portugal: história, diversidade e gestão” (Vicente *et al.* 2018), ou em em [www.griis.org](http://www.griis.org), [www.invasoras.pt](http://www.invasoras.pt).

**TABELA 2** Algumas das espécies invasoras mais frequentes em Portugal Continental. Para cada espécie indica-se *Nome científico* – nome vulgar (família taxonómica); origem.



*Acacia dealbata*  
Mimosa (*Fabaceae*)  
Austrália



*Acacia longifolia*  
Acácia-de-espigas  
(*Fabaceae*)  
Austrália



*Carpobrotus edulis*  
Chorão-das-praias  
(*Aizoaceae*)  
África do Sul



*Hakea sericea*  
Háquea-picante  
(*Proteaceae*)  
Austrália



*Ailanthus altissima*  
Espanta-lobos  
(*Simaroubaceae*)  
China



*Eichhornia crassipes*  
Jacinto-de-água  
(*Pontederiaceae*)  
Bacia Amazónica



*Oxalis pes-caprae*  
Azedas (*Oxalidaceae*)  
África do Sul



*Cortaderia selloana*  
Penachos (*Poaceae*)  
Chile e Argentina



*Vespa velutina nigritorax*  
Vespa-asiática (*Vespidae*)  
Ásia (Indonésia até China)



*Dryocosmus kuriphilus*  
Vespa-das-galhas-do-castanheiro (*Cynipidae*)  
China



*Rhynchophorus ferrugineus*  
Escaravelho-da-palmeira  
(*Dryophthoridae*)  
Ásia



*Trachemys scripta*  
Tartaruga-da-Flórida  
(*Emydidae*)  
América (EUA à Colômbia)



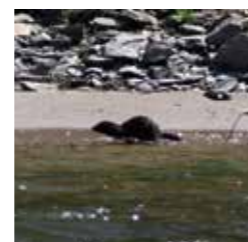
*Gambusia holdbrooki*  
Gambúzia (*Poeciliidae*)  
América Central e do Norte  
Foto: Vasco Cruz



*Procambarus clarkii*  
Lagostim-vermelho-americo  
(*Cambaridae*)  
América do Norte



*Linepithema humile*  
Formiga-argentina  
(*Formicidae*)  
Argentina, Brasil, Paraguai, Uruguai  
Foto: Erika Almeida



*Mustela vison*  
Visão-americano  
(*Mustelidae*)  
América do Norte  
Foto: Nuno Pedroso

## 2.3 NOVAS ESPÉCIES CONTINUAM A CHEGAR...

Além das espécies já estabelecidas e dispersas, há novas espécies que continuam a ser introduzidas, que só mais recentemente foram detetadas. Além das espécies já estabelecidas e muito dispersas, há novas espécies que continuam a ser introduzidas, ou que só mais recentemente foram detetadas, e outras introduzidas há mais tempo mas cuja distribuição aumentou muito nos últimos anos. De facto, ainda que exista legislação para impedir a entrada de espécies que apresentem risco de vir a tornar-se invasoras, a verdade é que novas espécies continuam a entrar no território, e algumas vêm já com um longo registo de invasão noutros locais. É o caso, por exemplo, da elódea-africana (*Lagarosiphon major* (Ridley) Mossi, invasora aquática muito usada em aquários, detetada recentemente na zona de Coimbra, Baixo Mondego), da sanguinária-do-japão (*Reynoutria japonica* Houtt., das piores invasoras no centro e norte da Europa, presente em Portugal há vários anos mas que recentemente tem vindo a alastrar vigorosamente no norte do país) ou da vassoura-de-folhas-estreitas (*Baccharis spicata* (Lam.) Baill. detetada em 2015 na zona metropolitana do Porto, com provável origem no Porto de Leixões, e que revela já muita agressividade na forma como dispersa) (tabela 3). Se as vir, registre-as em [www.invasoras.pt/mapa-de-avistamentos](http://www.invasoras.pt/mapa-de-avistamentos) ou contacte-nos para [invader@uc.pt](mailto:invader@uc.pt).

**TABELA 3** Algumas plantas exóticas de introdução relativamente recente em Portugal Continental cujas características e/ou historial de invasão noutros locais leva a considera-las como “Espécies de Alerta”.



*Lagarosiphon major*  
Elódea-africana  
(*Hydrocharitaceae*)  
África do Sul



*Baccharis spicata*  
Vassoura-de-folhas-estreitas  
(*Asteraceae*)  
América do Sul



*Fallopia japonica*  
Sanguinária-do-japão  
(*Polygonaceae*)  
Japão, Coreia e China



Além das espécies já estabelecidas e muito dispersas, há novas espécies que continuam a ser introduzidas, ou que só mais recentemente foram detetadas, e outras introduzidas há mais tempo mas cuja distribuição aumentou muito nos últimos anos.”

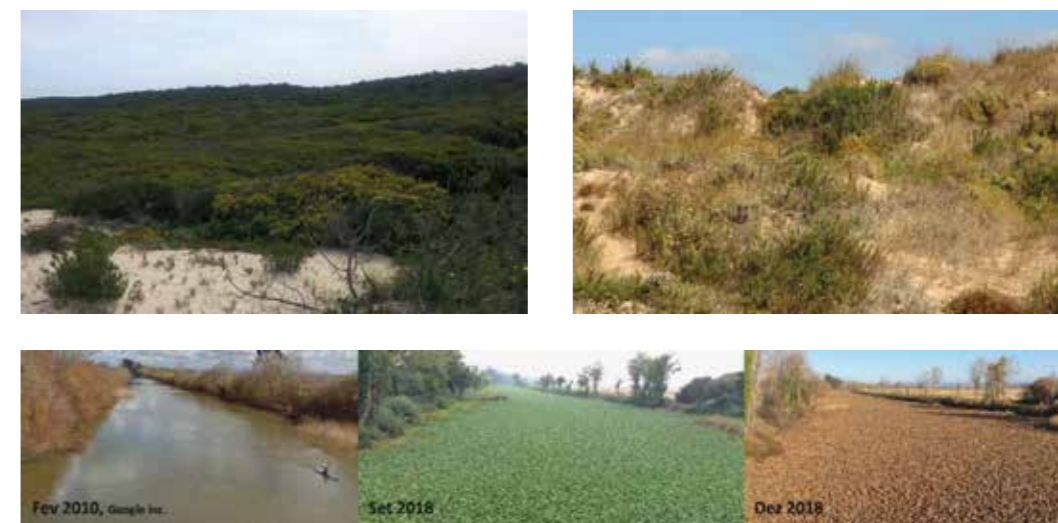
# 3 IMPACTES DAS ESPÉCIES INVASORAS: ACÁCIAS MAS NÃO SÓ ...

Desde finais do século XX tem-se vindo a estudar cada vez mais os efeitos das espécies invasoras em Portugal. Ainda que muitos dos estudos e projetos recaiam sobre um grupo relativamente pequeno de espécies (algumas acácias, a háquea-picante, o lagostim-vermelho-americano, etc.), os impactos têm sido estudados a diversos níveis o que permite uma compreensão abrangente do tipo de impactos que estas espécies causam por cá. Seguem-se alguns exemplos que traduzem, em certa medida, também o que ocorre com espécies com comportamentos semelhantes.

Os sistemas dunares litorais, onde naturalmente ocorrem várias comunidades de ervas e arbustos diferentes, estão hoje transformados em grande parte da sua extensão. A invasão por acácias (principalmente acácia-de-espigas) e chorão-das-praias levou a mudanças radicais tanto nas espécies presentes como nas paisagens em geral (Marchante *et al.* 2015) (figura 1a). Além de diminuir o número e cobertura das outras espécies de plantas, mudam a estrutura das comunidades vegetais e a sua dinâmica sazonal (Hellmann *et al.* 2011; Marchante *et al.* 2015), alteram os parâmetros químicos e biológicos do solo (Marchante *et al.* 2008a, b, Rodríguez-Echeverría *et al.* 2009) e mudam a frequência do fogo (Le Maitre *et al.* 2011). Estes impactos traduzem-se em alterações no funcionamento dos ecossistemas (Marchante *et al.* 2008a; Rascher *et al.* 2012) e maior dificuldade na recuperação das comunidades originais, tanto a nível do solo (Marchante *et al.* 2009) como da vegetação (Marchante *et al.* 2011b). Algumas mudanças são rápidas enquanto outras levam décadas até se tornarem evidentes, podendo passar incógnitas em estudos de curto prazo (Marchante *et al.* 2015). As modificações das comunidades vegetais invadidas podem alterar-se e intensificar-se ao longo do tempo até alcançarem um ponto em que as condições tendem a estabilizar.

A análise e quantificação de espécies e suas interações (diretas e indiretas) com outras espécies, através de redes ecológicas (Heleno *et al.* 2014), revelam impactos das espécies invasoras a nível das comunidades e ecossistemas. Ao longo do litoral português, López-Núñez *et al.* (2017) construíram a primeira rede complexa de interações envolvendo quatro níveis tróficos: plantas, galhas, parasitóides e inquilinos de galhas. Esta rede avaliou os impactos da invasão por acácia-de-espigas ao nível destas comunidades e detetou mudanças na presença, abundância e nos padrões de interação de todas as espécies. Revelou ainda que à medida que aumenta a invasão por

acácia-de-espigas diminui a riqueza específica, a abundância e a biomassa de plantas e galhas nativas, assim como na abundância e biomassa das espécies de parasitóides e inquilinos. Adicionalmente, a invasão por esta espécie promove uma homogeneização das comunidades, ao facilitar a extinção local das galhas nativas. Estes impactos, ainda que mais bem estudados para a acácia-de-espigas, são provavelmente semelhantes aos promovidos pela invasão por outras espécies de acácias, um pouco por todo o território (Lorenzo *et al.* 2010).



**FIGURA 1** Exemplos de impactos das espécies invasoras: a) dunas invadidas por acácia-de-espigas vs. dunas com vegetação natural; b) (da esq. para a dir.) vista de um troço do Rio Mondego vs. mesmo troço do rio invadido por jacinto-de-água ainda verde e depois de seco.

As espécies invasoras em Portugal têm ainda muitos impactos negativos a nível económico, nomeadamente quando invadem áreas de produção agrícola, florestal ou piscícola, causando prejuízos avultados a nível da produção e devido a custos elevados na aplicação de medidas de controlo. Exemplos concretos são dados pela invasão de sistemas aquáticos pelo jacinto-de-água (com prejuízos ao nível dos sistemas de irrigação, da navegabilidade (figura 1 b), da pesca e turismo e, também, na diminuição da diversidade de outras plantas e animais) ou pelo lagostim-vermelho-americano (com graves consequências na produção de arroz) (Anastácio *et al.* 2018). Outros exemplos são dados por algumas das pragas florestais (e.g., nematoda-madeira-do-pinheiro, vespa-das-galhas-do-castanheiro), infestantes agrícolas (e.g., azedas em muitas culturas agrícolas) ou espécies que ameaçam a produção de mel (e.g., vespa-asiática) (tabela 2) (Marchante *et al.* 2018).

Algumas espécies invasoras são também responsáveis por um elevado consumo de água dos lençóis freáticos, não tanto pela sua morfologia e fisiolo-

gia, mas principalmente pelas densidades muito elevadas que atingem. Em Portugal desconhecem-se quantificações dos impactes a este nível, mas são muito frequentes invasões por espécies de acácia às quais foram já atribuídas reduções da disponibilidade de água dos lençóis freáticos e cursos de água na África do Sul (Rejmánek *et al.* 2005). Os impactes das espécies invasoras podem também repercutir-se na saúde pública já que muitas espécies provocam, por exemplo, alergias (e.g., acácias), são cortantes (e.g., penachos), ou funcionam como reservatórios de doenças (e.g., visão-americano) (Marchante *et al.* 2014, Silva-Rocha *et al.* 2018).

Muitos outros impactes negativos ficam por referir. No entanto, há que considerar que algumas das espécies invasoras podem também ter impactes positivos, por exemplo, em termos de paisagem e utilizações várias pelo Homem, que vão desde as espécies que são utilizadas como lenha ou na alimentação humana, ou as que entram nas cadeias tróficas e acabam por beneficiar algumas espécies nativas (Queiroz e Macedo 2018).

## 4 COMO LIDAR COM AS ESPÉCIES INVASORAS?

### 4.1 PREVENIR, PLANEAR E CONSIDERAR VÁRIAS ETAPAS PERMITE GERIR O PROBLEMA COM MAIS SUCESSO

O planeamento e implementação de planos de gestão de áreas invadidas revelam-se quase sempre processos morosos e muito dispendiosos. Adiar a sua execução conduz frequentemente ao agravamento dos impactes negativos e, por vezes, a perdas irreversíveis, com consequente aumento dos custos envolvidos, quer na implementação, quer na mitigação dos prejuízos causados. Assim, ainda que seja importante avaliar os prós e os contras de cada intervenção de gestão (há de facto situações em que não faz sentido intervir e a melhor solução pode passar por “viver com as invasoras”), quanto mais rápido se avançar, menores serão os custos implicados e maiores os benefícios em termos dos impactes evitados.



A estratégia mais vantajosa e sustentável é a **prevenção**. Esta inclui tanto a implementação de medidas que impeçam a introdução de novas espécies com potencial invasor, como a restrição da utilização de espécies invasoras (ou com risco ecológico) já introduzidas. Muitas dessas espécies estão listadas no Decreto-Lei n.º 565/99 (anexos I e III), mas como referido este não está atualizado pelo que para as plantas aconselhamos a consulta de [www.invasoras.pt](http://www.invasoras.pt), onde vão sendo atualizadas as espécies com regularidade. A prevenção considera: 1) a criação (e aplicação) de legislação que regulamente a entrada de novas espécies e controle a utilização das espécies invasoras já existentes; 2) a criação e manutenção de sistemas de vigilância (em desenvolvimento em Portugal de acordo com o Regulamento 1143/2014 em vigor) que permitam a exclusão de espécies potencialmente invasoras. Isto implica, por exemplo, inspecionar as vias de entrada e dispersão de espécies no país (e.g., portos, comércio de espécies de animais de estimação e viveiros); 3) ações de educação ambiental, sensibilização e (in)formação dos cidadãos, de forma a que não contribuam para introduzir novas espécies ou dispersar espécies já invasoras. Por outro lado, um cidadão (in)formado pode contribuir para controlar as espécies invasoras e.g., na horta, no pinhal ou no Parque Público pelo qual é responsável.

Tão importante como a prevenção, é a capacidade de **deteção precoce à qual** tem de estar associada a capacidade de **resposta rápida**. É essencial monitorizar o território, especialmente (mas não só) nas áreas com interesse para a conservação da natureza, de forma a detetar espécies com potencial invasor pouco tempo após a sua introdução. A deteção destas espécies quando apresentam distribuições ainda limitadas pode permitir a sua **erradicação** (i.e., a eliminação completa da espécie considerando não só os indivíduos vivos, mas também propágulos (e.g., ovos, sementes, fragmentos) que possam originar novos indivíduos) com custos mais reduzidos e de forma mais fácil. Apesar de nesta fase não ser fácil convencer os decisores (não informados) a agir, uma vez que o problema não é ainda evidente, é sem dúvida a opção mais prudente e económica. Quando as espécies dispersam para vários locais falar de erradicação passa a ser improvável e os custos das ações de controlo aumentam muito. Passam então a considerar-se medidas de **controlo** que visam, por um lado, reduzir o problema e, por outro, mitigar os impactes. Nesta fase (como nas outras), é essencial a identificação correta da espécie de forma a selecionar a metodologia mais adequada. O controlo inclui metodologias físicas (arranque, corte, descasque, armadilhas, pesca, etc.), químicas (uso de fitofármacos por injeção, pincelagem, pulverização, venenos, etc., cujo uso indiscriminado é completamente desaconselhado), biológicas (com utilização de inimigos naturais, originários da região nativa da espécie invasora), fogo controlado, etc., que variam com as espécies e situações de invasão. Para reforçar e/ou melhorar os resultados opta-se, por vezes, pela combinação de várias metodologias. A persistência na aplicação das metodologias e a formação de operacionais que garantam a correta apli-

cação das metodologias são fundamentais e frequentemente só assim se pode atingir sucesso! Qualquer que seja a espécie e metodologia, o controlo deve sempre incluir: 1) **controlo inicial**, que visa a redução significativa das populações da espécie invasora sendo, frequentemente, a fase mais dispendiosa; 2) **controlo de seguimento** ou continuidade, após o controlo inicial e que visa o acompanhamento frequente das áreas intervencionadas, para deteção e controlo, se necessário, da regeneração por rebentamento de touça ou raiz, germinação de sementes, eclosão de ovos, etc. e 3) **controlo de manutenção**, que consiste no controlo eficaz de focos esporádicos da espécie invasora, a mais longo prazo. O nível de sucesso das várias metodologias de controlo pode ser comprometido pela existência de bancos de sementes, ovos e outros propágulos numerosos e com grande longevidade, pela dispersão eficiente de propágulos de áreas vizinhas, ou pela recuperação da espécie invasora nas áreas intervencionadas devido à ausência de controlo de seguimento e/ou de manutenção. Num plano de gestão é, por isso, fundamental contemplar as três etapas de controlo referidas. Sem esta garantia, o investimento inicial, frequentemente elevado, pode resultar apenas num agravamento da situação (Marchante *et al.* 2018).

É também fundamental que cada vez mais se aposte numa colaboração mais forte entre os vários intervenientes na gestão destas espécies, desde técnicos, operacionais, cientistas, gestores e outras partes interessadas, para que juntos possam gerir melhor e de forma adaptativa as espécies invasoras.

## 4.2 E SE AS PLANTAS NATIVAS DEREM UMA AJUDA?

Para controlar/conter as plantas invasoras há que explorar melhor a ajuda que as plantas nativas podem dar. As plantas nativas associam-se em comunidades com base em interações bióticas e abióticas, e os fatores ambientais que definem essas comunidades também condicionam a distribuição das plantas exóticas (Rouget *et al.* 2015). Neste contexto, o conhecimento integrado da dinâmica das comunidades de plantas nativas (série de vegetação) e da ecologia das plantas invasoras permite intervir precocemente, de modo a impedir que uma dada planta invasora se instale em novos locais; adicionalmente, permite identificar as espécies de plantas nativas que podem ser utilizadas para acelerar a recuperação ecológica de uma área invadida (Duarte 2016). A conservação/recuperação das comunidades nativas para condições próximas das do coberto vegetal original pode servir de barreira natural, limitando a expansão da(s) planta(s) invasora(s). Para tal, podem identificar-se as comunidades vegetais com base nas plantas nativas (bioindicadoras) que subsistem na área invadida, e a partir daí

determinar que plantas nativas são mais adequadas para eventuais ações de revegetação. A escolha de plantas nativas adequadas, assim como tomar em conta as exigências ecológicas da(s) planta(s) a controlar, pode constituir a diferença chave na obtenção do sucesso no controlo da invasão (Kettenring & Adams 2011). A título de exemplo, no controlo de plantas invasoras que beneficiam com luz direta, nomeadamente as acácias, o espanta-lobos, a cana e os penachos, pode favorecer-se o ensombramento, recorrendo à dinâmica vegetal progressiva através de sementeiras e/ou plantações com espécies arbustivas e arbóreas, evitando mobilizações do solo. No caso das plantas invasoras que ocupam áreas potencialmente ocupadas por sobreirais de solos arenosos, como é o caso da mimosa e da acácia-de-espigas, poderá optar-se pela sementeira/plantação de sobreiro, medronheiro, folhado e aroeira ou até mesmo tentar cobrir o solo com espécies herbáceas perenes (Duarte 2016). Numa lógica idêntica, poderá acelerar-se a recuperação das galerias ripícolas se após a remoção das espécies invasoras se plantarem amieiros, salgueiros e freixos. A aposta neste tipo de vegetação contribui para a consolidação das margens e a sombra gerada criará condições desfavoráveis ao desenvolvimento das plantas invasoras.

## 5 É PRECISO INOVAR E PROCURAR SOLUÇÕES MAIS SUSTENTÁVEIS: O EXEMPLO DA ACÁCIA-DE-ESPIGAS

### 5.1 CONTROLO BIOLÓGICO – O MÉTODO (QUASE) “IGNORADO” NA EUROPA

Embora frequentemente considerada uma metodologia sustentável e ambientalmente desejável em muitos países do mundo e comumente usada para o controlo de pragas, a introdução intencional de inimigos naturais para o controlo de plantas invasoras só recentemente começou a ser usada na Europa: duas vezes no Reino Unido, com largadas de um inseto e de um

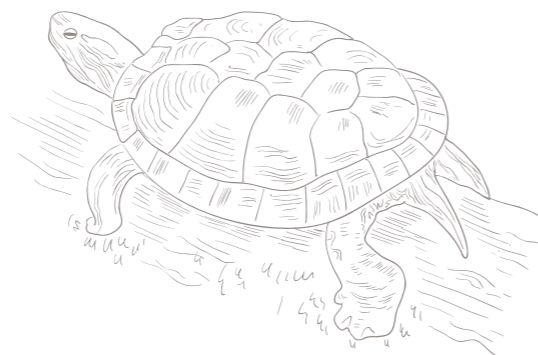


fungo, em 2010 e 2014, respetivamente, e uma terceira em Portugal, para controlar acácia-de-espigas, com as primeiras largadas em 2015 (Shaw *et al.* 2017). O agente de controlo biológico *Trichilogaster acaciaelongifoliae* Froggatt (um pequeno inseto australiano formador de galhas – figura 2a) está a ajudar a controlar a expansão da acácia-de-espigas, reduzindo significativamente a produção de flores através da formação de galhas nos jovens botões/gemas (onde coloca os seus ovos) e consequentemente inibindo a produção e dispersão de sementes e diminuindo o vigor vegetativo (Marchante *et al.* 2017). A médio prazo, este agente reduzirá a acumulação de sementes no solo (onde podem permanecer vivas dezenas de anos), reduzindo a capacidade invasora da espécie. Este inseto foi introduzido depois de mais de 12 anos de estudos e análises de risco que concluíram ser muito provável a sua segurança e eficácia (Marchante *et al.* 2017).

De 2015 a 2018 foram feitas largadas anuais de adultos de *T. acaciaelongifoliae* em diversos lugares ao longo da costa portuguesa e o agente começa a proliferar em Portugal. Embora os incêndios de 2017 tenham afetado vários locais, a monitorização de 2018 confirma o estabelecimento do inseto em cinco locais onde foi libertado em 2015 (São Pedro de Moel, Quiaios, Tocha, São Jacinto e Coimbra), tendo-se verificado um crescimento exponencial do número de galhas (figura 2b e c). Os vários locais têm sido seguidos rigorosamente para monitorizar os efeitos na espécie invasora alvo e nas comunidades envolventes assim como a expansão e estabelecimento do agente (Marchante *et al.* 2017). No entanto, a monitorização em campo é demorada, dispendiosa, e cada jornada de trabalho de campo cobre áreas relativamente pequenas. Assim, tem-se procurado desenvolver metodologias efetivas e de mais baixo custo que permitam monitorizar áreas maiores em menos tempo.



O agente de controlo biológico *Trichilogaster acaciaelongifoliae* reduzirá a acumulação de sementes no solo (onde podem permanecer vivas dezenas de anos), reduzindo a capacidade invasora da acácia-de-espigas.”



## 5.2 DETEÇÃO REMOTA – A TECNOLOGIA AUXILIA A DETEÇÃO DE ESPÉCIES INVASORAS E AGENTES DE CONTROLO BIOLÓGICO

Conhecer a distribuição das espécies invasoras é essencial para a sua gestão e, por outro lado, espera-se que o agente *T. acaciaelongifoliae* diminua a floração da acácia-de-espigas. Neste contexto, estão a desenvolver-se técnicas de deteção remota para monitorizar a planta-alvo (também) durante a época de floração. Espera-se que isso possa ser usado indiretamente para monitorizar o estabelecimento temporal e espacial de *T. acaciaelongifoliae* e fornecer simultaneamente um protocolo para ser usado noutras situações onde ocorram mudanças na morfologia das plantas. A deteção remota inclui um conjunto de sistemas e técnicas utilizados para obter informação sobre objetos na superfície terrestre através da sua interação com a radiação eletromagnética (Pettorelli *et al.* 2018). Como as plantas invasoras são difíceis de monitorizar devido à sua rápida expansão, a deteção remota torna-se uma ferramenta crucial para compreender especialmente os processos de invasão (Rocchini *et al.* 2015). Através da utilização de imagens de satélite (LandSat) mapeou-se a distribuição de acácia-de-espigas e identificou-se que na Costa de Prata, entre 2000 e 2015, um dos principais processos que facilitou a invasão foi a remoção do coberto vegetal, nomeadamente o próprio controlo de plantas invasoras, sem intervenção continuada para impedir a reinvasão (César de Sá *et al.* 2017a). Este trabalho criou também informação de base que tem apoiado a decisão de onde introduzir o agente de controlo biológico.

Também a utilização de Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT) para mapear a floração de acácia-de-espigas foi testada com sucesso (César de Sá *et al.* 2018) e estão a decorrer estudos para tentar quantificar a floração e melhorar a avaliação dos efeitos de *T. acaciaelongifoliae*. Este método permitirá acompanhar a expansão espacial do agente de controlo biológico à medida que este for reduzindo a floração da espécie invasora. Os passos seguintes são, por um lado, aliar a utilização de visão computacional e inteligência artificial para automatizar a classificação e identificação das plantas invasoras através de VANT e do agente de controlo biológico; e, por outro, combinar satélites europeus (missão Copernicus) e norte-americanos (Landsat) para monitorizar a fenologia da planta invasora com especial foco na previsão do pico da floração (César de Sá *et al.* 2017b).

## 5.3 MODELAÇÃO ECOLÓGICA: PREVER A DISTRIBUIÇÃO DE ESPÉCIES INVASORAS E AGENTES DE CONTROLO BIOLÓGICO

Modelos de nicho ecológico utilizam informação geográfica sobre a distribuição de espécies-alvo para caracterizar o seu nicho ecológico, ou seja, o conjunto de condições ambientais que são adequadas para que a espécie estabeleça populações viáveis. Com base nesta informação é possível prever quais os locais onde uma espécie tem maior probabilidade de se estabelecer (Peterson 2006). Este tipo de modelação é frequentemente utilizado para prever onde espécies invasoras se podem vir a estabelecer (Vicente *et al.* 2013) e para testar a capacidade de agentes de controlo biológico conseguirem ocupar as áreas invadidas pela espécie alvo de controlo nos novos territórios (Sun *et al.* 2017). Em Portugal, estão a ser desenvolvidos modelos de nicho ecológico para a acácia-de-espigas e para *T. acaciaelongifoliae* de forma a prever a distribuição potencial destas espécies ao longo de toda a bacia do Mediterrâneo. Para isto são utilizados dados de distribuição tanto das regiões nativas na Austrália como das áreas invadidas em Portugal e na África do Sul. Resultados preliminares indicam que as duas espécies apresentam nichos ecológicos semelhantes, prevendo-se que *T. acaciaelongifoliae* consiga estabelecer-se em praticamente todas as zonas onde a acácia-de-espigas tem capacidade para invadir (Dinis *et al.* In prep).



**FIGURA 2** a) O agente de controlo biológico de acácia-de-espigas, *Trichilogaster acaciaelongifoliae* (ampliado), num ramo da planta-invasora-alvo. b) evolução da quantidade de galhas de *T. acaciaelongifoliae* em Portugal no período que se seguiu à sua libertação em 2015. c) ramo de acácia-de-espigas com numerosas galhas.

## 5.4 NOVOS DESAFIOS: CONTROLO BIOLÓGICO PARA OUTRAS ESPÉCIES DE ACÁCIAS INVASORAS EM PORTUGAL

Na Austrália, de onde são nativas quase todas as acácias invasoras em Portugal, existem pequenos gorgulhos (género *Melanterius*) que estabelecem relações quase exclusivas com as acácias, isto é, cada espécie de *Melanterius* apenas se relaciona com uma (ou poucas) espécie(s) de acácia. Estes gorgulhos dependem inteiramente das acácias para se reproduzirem e alimentarem (nas suas vagens) durante a fase larvar e diminuem a viabilidade das suas sementes, pelo que podem ser utilizados como agentes de controlo biológico. Várias espécies de *Melanterius* têm sido usadas para controlar acácias na África do Sul; os resultados variam entre espécies de *Melanterius* e ao longo dos anos, verificando-se que em algumas situações onde o agente já se estabeleceu há mais tempo os danos nas sementes atingem níveis de cerca de 85% (Impson *et al.* 2009).

A introdução de um agente de controlo biológico é demorada, implicando estudos que garantam com elevado grau de certeza que o agente não afeta outras espécies. Em Portugal estão numa fase inicial estudos (em condições confinadas) com duas espécies (*M. maculatus* Lea e *M. acaciae* Lea – figura 3) que têm como espécies-alvo a mimosa, a acácia-negra (*A. mearnsii*) e a austrália. Acácias de pequeno porte, mas já no estágio reprodutor (com floração e produção de vagens), estão a ser mantidas em vasos recorrendo a enxertias, alporques e outras técnicas de propagação vegetal, para poderem ser mantidas em ambiente confinado. Estão planeados ensaios com espécies de plantas nativas para determinar se estas são potenciais espécies-alvo, ou seja, se *Melanterius* as escolhe para depositar os ovos e se ocorre desenvolvimento larvar.



**FIGURA 3** a) Cultura do gorgulho australiano *Melanterius acaciae* em ambiente confinado. b) Pormenor dos gorgulhos *Melanterius acaciae* e *Melanterius maculatus* (à lupa) predadores das sementes de espécies de acácia.

# 6 É PRECISO QUE TODOS SE ENVOLVAM NA RESOLUÇÃO DO PROBLEMA: TRÊS EXEMPLOS DE CONTRIBUTOS DE CIDADÃOS

Cada cidadão pode ter um papel nos processos de invasão, seja como facilitador se dispersar as espécies ou como oponente se contribuir para geri-las. Como tal, estar alerta para o problema é essencial. Considerando o número de espécies invasoras e os seus impactes, os cidadãos precisam estar conscientes de que a sua ação pode fazer a diferença, seja como profissionais de áreas que lidam com espécies exóticas e invasoras, seja como cidadãos no dia-a-dia.

## 6.1 CIDADÃOS QUE AJUDAM A MAPEAR PLANTAS INVASORAS

Uma das formas de contribuir para a gestão das espécies de plantas invasoras é ajudar no seu mapeamento através da aplicação “Plantas Invasoras” disponível para dispositivos Android (desenvolvimento para outras plataformas em curso) e online (figura 4). Esta aplicação constitui uma plataforma de ciência-cidadã, é de uso gratuito, e permite que qualquer cidadão em território nacional (Continente e Ilhas) localize as espécies de plantas invasoras incluídas. A aplicação está disponível na Play Store ou em [invasoras.pt](http://invasoras.pt) e o utilizador precisa registar-se no site e iniciar sessão no dispositivo móvel ou site. Depois, quando localizar uma espécie invasora, basta tirar uma fotografia e com apenas alguns cliques submeter o avistamento. Os avistamentos são verificados semanalmente e, quando validados, ficam disponíveis para visualização no mapa de avistamentos do site. Desde o lançamento da aplicação (em 2013), foram validados mais de 15000 avistamentos submetidos por mais de 500 cidadãos. As espécies mais avistadas são a mimosa, a cana, a austrália, os penachos e as azedas que representam cerca de metade dos avistamentos validados. A informação disponibilizada pelos cidadãos está acessível a todos e espera-se que funcione como um sistema de deteção permitindo que se desenvolvam estratégias de controlo para as espécies de plantas invasoras ajudando, desta forma, a minimizar os seus impactes negativos nos ecossistemas.

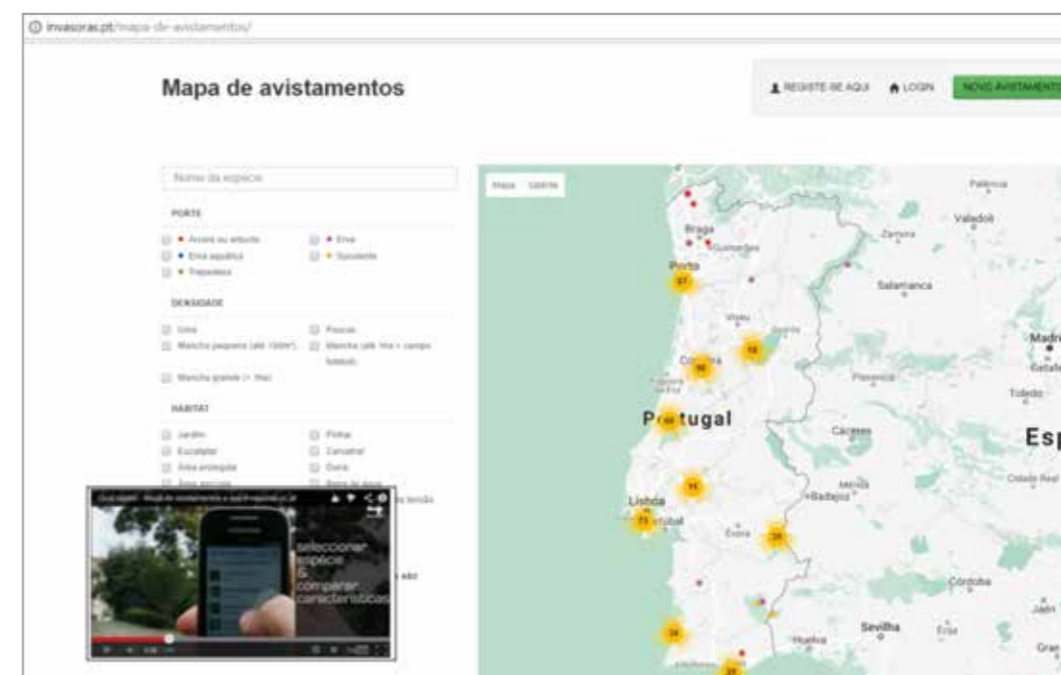


FIGURA 4 Aplicação “Plantas Invasoras”, disponível para dispositivos Android (canto inferior esquerdo) e online, que constitui o elemento central de uma plataforma de ciência-cidadã cujo objetivo é o mapeamento das plantas invasoras em Portugal.

## 6.2 DESAFIOS INVASORAS.PT – CIDADÃOS-CIENTISTAS DÃO O SEU CONTRIBUTO

Com o objetivo de envolver os cidadãos no estudo das espécies invasoras em Portugal, foram lançados, em 2017, quatro desafios nos quais qualquer pessoa ou grupo se pode inscrever. Os desafios incluem diferentes formas para se tornar cidadão-cientista e dar um contributo para o estudo e divulgação do tema das plantas invasoras. O primeiro desafio consiste em participar no **Mapeamento** das plantas invasoras que encontrarem (ver 6.1.). O desafio 2 é o da **Fenologia**, sendo pedido que acompanhem o ciclo biológico de uma planta invasora, fotografando-a todos os meses ao longo do ano. O desafio 3 é o da **Deteção Precoce**, em que os participantes devem procurar as espécies invasoras que foram detetadas recentemente em Portugal, assinaladas como Espécies de Alerta, para que se consigam detetar a tempo de tentar a erradicação. Finalmente o desafio 4 é o da **Divulgação**, que pretende envolver os cidadãos na divulgação deste tema. Nestes desafios participam já 57 grupos de todo o país, incluindo Açores e Madeira. Quase metade dos inscritos participa apenas num dos desafios (44%) e cerca de um terço (30%) participa em dois desafios. Os desafios mais concorridos são os dois primeiros, o do Mapeamento (35 inscritos) e o da Fenologia (36). Aceite o desafio e faça aumentar estes números inscrevendo-se em <http://invasoras.pt/desafios2019> – as inscrições estão sempre abertas.

## 6.3 CAMPOS DE TRABALHO CIENTÍFICO PARA CONTROLO DE INVASORAS (CTC)

Com a filosofia de envolver fortemente os participantes na temática das invasoras, os CTC decorrem desde 2003. Incluem sessões de aprendizagem, atividades práticas para controlar plantas invasoras e experiências científicas num ambiente saudável e divertido que inclui tempos de lazer. Em 2003, este tipo de projeto era inovador em Portugal e o público-alvo revelou-se excecionalmente recetivo e entusiasta. Os CTC são desenvolvidos no verão, durante uma semana, com grupos de 20 voluntários. Desde 2003, foram organizados 16 CTC em nove locais em Portugal, incluindo Áreas Protegidas e outras áreas invadidas e envolvendo mais de 360 voluntários, que contribuíram para o controlo de oito espécies de plantas invasoras. Os CTC têm-se revelado muito envolventes: depois de participar, vários voluntários envolveram-se em projetos com espécies invasoras, e alguns trabalham atualmente nesta área.

## 7 EM TOM DE CONCLUSÃO

Atravessam-se tempos desafiantes para a biodiversidade em todo o mundo e Portugal não é exceção. Por um lado, assistimos a um preocupante afastamento da Natureza (e é difícil cuidar e proteger o que não se conhece) e, por outro, o número de novas espécies introduzidas e as pressões e impactes das espécies invasoras já presentes continuam a aumentar. Será que podemos contribuir para ajudar a manter (ou a recuperar) a biodiversidade das paisagens que nos rodeiam? E os serviços que os ecossistemas nos prestam de formas tão variadas? Não é possível eliminar todas as espécies invasoras dispersas no território, mas todos podemos dar o nosso contributo para prevenir a entrada de novas espécies, para ajudar a conter a dispersão das espécies invasoras presentes e para controlar aquelas que constituem uma ameaça aos objetivos de conservação/produção ou outros. Espera-se que a informação e exemplos referidos ao longo do artigo possam ser úteis nesse sentido.

### Contribuição dos autores

Todos os autores contribuíram para a escrita de partes do texto e para a revisão da versão que reuniu todos os contributos.

### Informação dos autores

E.M. é investigadora no Centro de Ecologia Funcional da Universidade de Coimbra. Dedicar-se ao estudo de plantas invasoras, em especial com redes ecológicas e controlo biológico. Investe também em comunicação de ciência sobre plantas invasoras e na gestão destas espécies. Colabora na página [invasoras.pt](http://invasoras.pt), que inclui uma plataforma de ciência-cidadã para mapeamento de plantas invasoras.

F.A.L.-N. é doutorando em Ecologia no Centro de Ecologia Funcional da Universidade de Coimbra. O seu trabalho de investigação é dedicado às áreas de Ecologia das Invasões Biológicas e das Redes de Interações Biológicas. Membro fundador da página de divulgação “Galhas de Portugal” ([www.facebook.com/galhas.pt](http://www.facebook.com/galhas.pt)), tenta divulgar o fascinante mundo dos bugalhos.

H.M. é docente na Escola Superior Agrária de Coimbra e investigadora no Centro de Ecologia Funcional. Foca a sua investigação nas plantas invasoras, em especial na recuperação de áreas invadidas e controlo biológico. Dedicar-se também a comunicação de ciência e projetos de ciência-cidadã. É cofundadora do [invasoras.pt](http://invasoras.pt).

J.P. é mestre em Ecologia Aplicada pela Universidade de Coimbra e investigador no Centro de Ecologia Funcional (UC) onde desenvolve investigação com plantas invasoras (modelação ecológica de espécies invasoras e controlo biológico). Dedicar-se também à educação ambiental sobre invasões biológicas e dá apoio em projetos de gestão/ controlo de plantas invasoras e conservação de zonas húmidas.

L.D. é investigadora na Escola Superior Agrária de Coimbra e no Centro de Ecologia Funcional, mestre em Biologia da Conservação pela Universidade de Évora. O seu trabalho foca-se no estudo da ecologia das plantas invasoras aliado à dinâmica das séries de vegetação.

M.D. é investigador na Escola Superior Agrária de Coimbra e no Centro de Ecologia Funcional, mestre em Biodiversidade, Genética e Evolução pela Universidade do Porto. A sua investigação é focada em modelação de nicho ecológico e na utilização de deteção remota para monitorização de vegetação.

N.C.S. foi colaborador nos projetos INVADER-B/IV até iniciar o seu doutoramento no Instituto de Ciências do Ambiente da Universidade de Leiden. Embora mantenha um grande interesse no tópico da deteção remota de invasões biológicas, o seu projeto de doutoramento foca-se na integração de múltiplas fontes de dados para desenvolver novos modelos dos padrões espaço-temporais dos ecossistemas.

O.S. é investigadora no Centro de Ecologia Funcional, doutorada em Bio-ciências na especialidade de Ecologia, pela Universidade de Coimbra. A sua pesquisa incide sobre a perda de biodiversidade molecular e padrões de variabilidade genética sob stress ambiental.

Tem-se também dedicado a várias áreas relacionadas com o controlo biológico de plantas invasoras.

## Agradecimentos

Projetos Invader-B (PTDC/AAG-REC/4607/2012) e Invader-IV (PTDC/AAG-REC/4896/2014); F.A.L.-N. é financiado pela Bolsa de Doutoramento da Fundação para a Ciência e a Tecnologia (SFRH/BD/130942/2017).

## BIBLIOGRAFIA

Aguiar, F.C. *et al.* (2007). Alien and endemic flora on reference and non-reference sites from Mediterranean type-streams of Portugal. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 17, 335-347.

Almeida, J. (1999). Flora exótica subespontânea de Portugal continental (plantas vasculares). Catálogo das plantas vasculares exóticas que ocorrem subespontâneas em Portugal continental e compilação de informações sobre estas plantas. Dissertação de Mestrado, Universidade de Coimbra, Coimbra.

Almeida, J. & Freitas, H. (2006). Exotic naturalized flora of continental Portugal - a reassessment. *Botanica Complutensis* 30, 117-130.

Anastácio, P.M. *et al.* (2018). Fauna invasora dulçaquícola: caracterização geral, impactes e estudos de caso. Em: *As Invasões Biológicas em Portugal: História, Diversidade e Gestão*. Vicente, J.R. *et al.* (Eds.). Museu de História Natural e da Ciência, Universidade do Porto, Porto. Pp. 170-197.

Bessa, A.S. *et al.* (2016). Climate and land-use drivers of invasion: predicting the expansion of *Vespa velutina nigrithorax* into the Iberian Peninsula. *Insect Conservation and Diversity*, 9, 27-37.

Cabrera-Guzmán, E. *et al.* (2017). Competitive and predatory interactions between invasive mosquitofish and native larval newts. *Biological Invasions*, 19, 1449-1460.

Campbell, K. & Donlan, C.J. (2005). Feral goat eradications on islands. *Conservation Biology*, 19, 1362-1374.

César de Sá, N. *et al.* (2017a) Using Landsat time series to understand how management and disturbances influence the expansion of an invasive tree. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 10, 3243-3253.

César de Sá, N. *et al.* (2017b). Monitoring the flowering of Invasive Alien Plants with Sentinel 2A/B and Citizen Science data. *Earth Observation Open Science 2017 Conference*. ESRIN, Frascati, Italy 25-28 setembro. Disponível em: <http://eooopenscience.esa.int/files/presentation155.pdf>. Consultado a 7 de maio de 2018.

César de Sá, N. *et al.* (2018) Mapping the flowering of an invasive plant using unmanned aerial vehicles: is there potential for biocontrol monitoring? *Frontiers of Plant Science*, 9, 293.

DGAV (Coord.) (2017). Plano de Ação Nacional para Controlo do inseto *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu (Vespa-das-galhas-do-castanheiro). Disponível em: <http://www2.icnf.pt/portal/florestas/prag-doe/plan-rel/resourc/doc/plan/Plano-Acao-D-kuriphilus-out2017.pdf>. Consultado a 7 de maio de 2018.

Duarte, L. (2016). Plantas Invasoras no Sul de Portugal – uma abordagem biogeográfica. Dissertação de Mestrado em Biologia da Conservação. Universidade de Évora. Disponível em: <https://dspace.uevora.pt/rdpc/handle/10174/20705>. Consultado a 7 de maio de 2018.

EPP0 (2008). *Rhynchophorus ferrugineus* | EPP0 Global Database. Disponível em: <https://gd.eppo.int/reporting/article-513>. Consultado a 7 de maio de 2018.

Grosso-Silva, J.M. & Maia, M. (2012). *Vespa velutina* Lepeletier, 1836 (Hymenoptera, Vespidae), new species for Portugal. *Arquivos Entomoloxicos*, 6, 53-54.

Helena, R. *et al.* (2014). Ecological networks: delving into the architecture of biodiversity. *Biology Letters* 10, 20131000.

Hellmann, C. *et al.* (2011) Impact of an exotic N<sub>2</sub>-fixing Acacia on composition and N status of a native Mediterranean community. *Acta Oecologica*, 37, 43-50.

Impson, F., Hoffmann, J.H. & Kleinjan, C. (2009). Australian Acacia species (Mimosaceae) in South Africa. *Biol. Control Trop. Weeds Using Arthropods*, 38-62.

Kettenring, K.M. & Adams, C.R. (2011). Lessons learned from invasive plant control experiments: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Applied Ecology*, 48, 970-979.

Le Maitre, D.C. *et al.* (2011) Impacts of invasive Australian acacias: implications for management and restoration. *Diversity and Distributions*, 17, 1015-1029.

López-Núñez, F.A. *et al.* (2017). Four-trophic level food webs reveal the cascading impacts of an invasive plant targeted for biocontrol. *Ecology*, 98, 782-793.

Lorenzo, P., González, L. & Reigosa, M.J. (2010). The genus Acacia as invader: the characteristic case of *Acacia dealbata* Link in Europe. *Annals of Forest Science*, 67, 101.

Marchante, E. *et al.* (2008a) Invasive *Acacia longifolia* induce changes in the microbial catabolic diversity of sand dunes. *Soil Biology Biochemistry*, 40, 2563-2568.

Marchante, E. *et al.* (2008b) Short and long-term impacts of *Acacia longifolia* invasion on the belowground processes of a Mediterranean coastal dune ecosystem. *Applied Soil Ecology*, 40, 210-217.

Marchante, E. *et al.* (2009) Soil recovery after removal of the N<sub>2</sub>-fixing invasive *Acacia longifolia*: consequences for ecosystem restoration. *Biological Invasions*, 11, 813-823.

Marchante, H., Freitas, H. & Hoffmann, J. H. (2011b). Post-clearing recovery of coastal dunes invaded by *Acacia longifolia*: is duration of invasion relevant for management success? *Journal of Applied Ecology*, 48, 1295-1304.

Marchante, H. *et al.* (2014). Guia Prático para a Identificação de Plantas Invasoras em Portugal. Imprensa da Universidade de Coimbra. Coimbra.

Marchante, H. *et al.* (2015). Time matters: impacts of an invasive tree change over time. *Plant Ecology*, 216, 1481-1498.

Marchante, H. *et al.* (2017). First report of the establishment of the biocontrol agent *Trichilogaster acaciaelongifoliae* for control of invasive *Acacia longifolia* in Portugal. *EPPPO Bulletin*, 47, 274-278.

Marchante, H. *et al.* (2018). Erradicação, contenção e controlo de espécies invasoras. Em: *As Invasões Biológicas em Portugal: História, Diversidade e Gestão*. Vicente, J.R. *et al.* (Eds.). Museu de História Natural e da Ciência, Universidade do Porto, Porto. Pp. 291-321.

Mieiro, C.L., Cabral, J.A. & Marques, J.C. (2001). Predation pressure of introduced mosquitofish (*Gambusia holbrooki* Girard), on the native zooplankton community. A case-study from representative habitats in the lower Mondego river Valley (Portugal). *Limnetica*, 20, 279-292.

Millennium Ecosystem Assessment (2005). *Ecosystems and Human Wellbeing: Biodiversity Synthesis*. World Resources Institute, Washington, DC.

Ministério do Ambiente (1999). Decreto-Lei no. 565/99, de 21 de dezembro. *Diário Da República* — I Série-A, 9100-9115.

Monceau, K., Bonnard, O. & Thiéry, D. (2014). *Vespa velutina*: A new invasive predator of honeybees in Europe. *Journal of Pest Science*, 87, 1-16.

Morais, M.C., Marchante, E. & Marchante, H. (2017). Big troubles are already here: risk assessment protocol shows high risk of many alien plants present in Portugal. *Journal for Nature Conservation*, 35, 1-12.

Parlamento Europeu e Conselho (2014). Regulamento (UE) nº 1143/2014 do Parlamento Europeu e do Conselho de 22 de outubro de 2014 relativo à prevenção e gestão da introdução e propagação de espécie exóticas invasoras.

Peterson, A.T. (2006). Uses and requirements of ecological niche models and related distributional models. *Biodiversity Informatics*, 3, 59-72.

Pettorelli, N. *et al.* (2018). Satellite remote sensing of ecosystem functions: opportunities, challenges and way forward. *Remote Sensing in Ecology and Conservation*, 4, 71-93.

Pyšek, P. & Richardson, D.M. (2010). Invasive Species, Environmental Change and Management, and Health. *Annual Review of Environment and Resources*, 35, 25-55.

Queiroz, A.I. & Macedo, A.M. (2018). Bem-me-quer, muito, pouco, nada. Dimensão culturas das espécies exóticas invasoras. Em: *As Invasões Biológicas em Portugal: História, Diversidade e Gestão*. Vicente, J.R. *et al.* (Eds.). Museu de História Natural e da Ciência, Universidade do Porto, Porto. Pp. 31-61.

Rascher, K.G. *et al.* (2012). Community scale 15N isoscapes: tracing the spatial impact of an exotic N<sub>2</sub>-fixing invader. *Ecology Letters*, 15, 484-491.

Rejmánek, M., Richardson, D.M. & Pyšek, P. (2005). Plant invasions and invasibility of plant communities. Em: van der Maarel, E. (Ed.). *Vegetation ecology*. Blackwell Science, Oxford. Pp. 332-355.

Rocchini, D. *et al.* (2015). Potential of remote sensing to predict species invasions: A modelling perspective. *Progress in Physical Geography*, 39, 283-309.

Rodrigues, D.C. *et al.* (2015). Tracking the expansion of the American mink (*Neovison vison*) range in NW Portugal. *Biological Invasions*, 17, 13-22.

Rodríguez-Echeverría, S. *et al.* (2009). Belowground mutualists and the invasive ability of *Acacia longifolia* in coastal dunes of Portugal. *Biological Invasions*, 11, 651-666.

Rouget, M. *et al.* (2015). Plant invasions as a biogeographical assay: Vegetation biomes constrain the distribution of invasive alien species assemblages. *South African Journal of Botany*, 101, 24-31.

Shaw, R. H. *et al.* (2018). Weed biocontrol in the EU: from serendipity to strategy. *BioControl*, 63, 333-347.

Silva-Rocha, I. *et al.* (2018). Animais exóticos e invasores em ecossistemas terrestres. Em: *As Invasões Biológicas em Portugal: História, Diversidade e Gestão*. Vicente, J.R. *et al.* (Eds.). Museu de História Natural e da Ciência, Universidade do Porto, Porto. Pp: 142-197.

Sun, Y. *et al.* (2017). Climatic suitability ranking of biological control candidates: a biogeographic approach for ragweed management in Europe. *Ecosphere*, 8, e01731.

União Internacional para a Conservação da Natureza (2008). *Invasive Species Specialist Group, Species Survival Commission of the IUCN*. Disponível em: <http://www.issg.org/> Consultado a 7 de maio de 2018.

Vicente, J. R. *et al.* (2013). Will climate change drive alien invasive plants into areas of high protection value? An improved model-based regional assessment to prioritise the management of invasions. *Journal of Environmental Management*, 131, 185-195.

Vicente, J. *et al.* (2018). *As Invasões Biológicas em Portugal: História, Diversidade e Gestão*. Museu de História Natural e da Ciência, Universidade do Porto, Porto.

Vilà, M. *et al.* (2010). How well do we understand the impacts of alien species on ecosystem services? A pan-European, cross-taxa assessment. *Frontiers in Ecology and Environment*, 8, 135-144.