

Os contornos da invasão: práticas autárquicas face às espécies exóticas invasoras em Portugal

Sofia Cristina da Silva Oliveira

Mestrado em Ecologia, Ambiente e Território

Departamento de Biologia

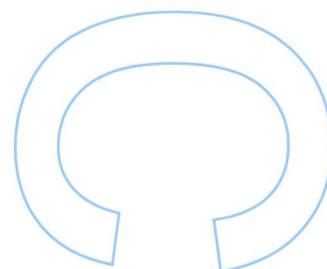
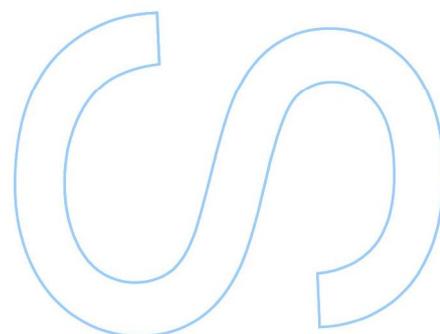
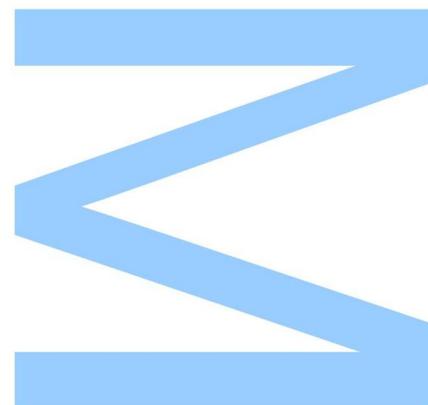
2016

Orientador

Paulo Talhadas dos Santos, Professor Auxiliar, Faculdade de Ciências da
Universidade do Porto

Coorientador

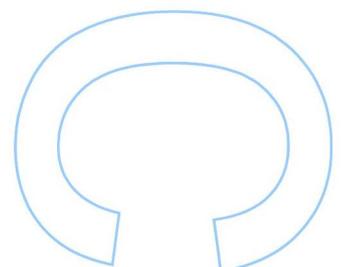
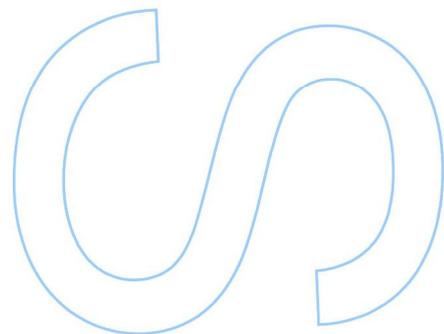
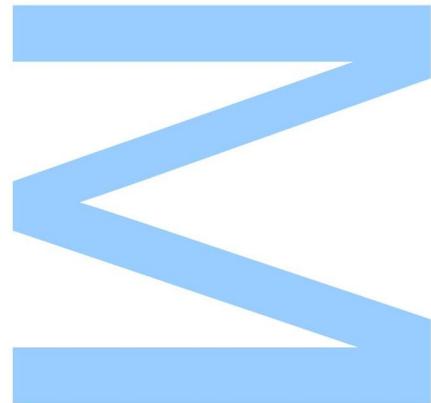
Ruth Maria de Oliveira Pereira, Professora Auxiliar Convidada, Faculdade de
Ciências da Universidade do Porto





Todas as correções determinadas pelo júri, e só essas, foram efetuadas.
O Presidente do Júri,

Porto, ____/____/____



Agradecimentos

Em primeiro lugar, quero agradecer aos meus orientadores – Professor Paulo Santos e Professora Ruth Pereira – por me terem dado a oportunidade de elaborar a minha tese de mestrado sobre duas áreas que tanto me fascinam: as espécies exóticas invasoras e a Educação Ambiental. Agradeço-vos também todos os ensinamentos, toda a disponibilidade e paciência para esclarecer as minhas dúvidas, e, principalmente, agradeço-vos a liberdade e o apoio que me deram para expandir a minha dissertação de formas que não estavam inicialmente previstas.

Gostaria de agradecer também ao Professor Nuno Formigo, pelo apoio, por todos os ensinamentos e ainda pela disponibilidade que demonstrou ao longo de todo o meu percurso neste mestrado.

Ao Professor João Honrado agradeço imenso a disponibilidade e todos os conselhos que me transmitiu sobre a monitorização da vegetação.

A todos os funcionários municipais e respetivas autarquias, um muito obrigada! Obrigada por terem dedicado parte do vosso tempo para me encaminharem da melhor forma possível por todos os canais necessários. Obrigada por disponibilizarem parte do vosso dia para responderem ao meu inquérito. Obrigada pela curiosidade e pelas palavras de incentivo. Sem a vossa colaboração este trabalho ficaria muito aquém daquele aqui apresentado!

Agradeço ao NEBUP por ter entusiasticamente abraçado o “*Boundary Breach*” e por ter permitido testar este jogo nos Dias Abertos da FCUP. Obrigada também a todos os incríveis voluntários que contribuíram para o sucesso desta atividade. Sem vocês não tinha sido a mesma coisa! E, como não poderia deixar de ser, queria também aqui deixar um “muito obrigada” à Verónica Belchior por ter sido o elemento de ligação inicial nesta “parceria”.

Muitos foram também os colegas e amigos que contribuíram de alguma forma para o trabalho aqui apresentado. Por isso, agradeço a todos os colegas do laboratório 1.14 – especialmente à Antónia Moutinho, à Ana Rita Almeida e ao Ricardo Sousa – por todos os contributos e, sobretudo, pela vossa “maluquice saudável” que animou o nosso ambiente de trabalho. À Cátia Gonçalves um agradecimento especial por todo apoio, por toda a paciência que teve para rever o meu trabalho e ainda pelo rigor incluído nas

críticas apontadas, que permitiram elevar a qualidade do resultado final. À Isabel Brilhante um enorme obrigada por ter posto a sua perícia em trabalhos manuais ao serviço do “*Boundary Breach*”, para que este ficasse pronto a tempo da data de realização do primeiro teste. Mas, sobretudo, obrigada pelas palavras de incentivo constantes.

Por último, queria também agradecer à minha família, sobretudo à minha mãe e à minha avó, pelas palavras de incentivo e por todo o apoio, que ajudaram a conduzir a minha dissertação a bom porto.

"If you want to go fast, go alone. If you want to go far, go together."

- Provérbio Africano

Produção científica

No âmbito desta dissertação de mestrado foram produzidas duas comunicações orais e uma apresentação de póster:

- Oliveira, S.S., Santos, P. e Pereira, R. (2016a). The actions of Portuguese municipalities to combat invasive alien species. *9ª edição do IJUP – Encontro de Investigação Jovem da Universidade do Porto*. Palácio das Artes – Fundação da Juventude, Porto, Portugal, 17-19 de Fevereiro de 2016.
- Oliveira, S.S., Santos, P. e Pereira, R. (2016b). Gestão autárquica das espécies exóticas invasoras em Portugal. *Livro de resumos do V Congresso da Ordem dos Biólogos/ I Cimeira Ibérica de Biólogos*. Universidade de Évora, Évora, Portugal. Pág. 30.
- Oliveira, S.S., Santos, P. e Pereira, R. (2016c). Boundary breach: viagens, recordações e o mundo das invasões. *Livro de pósteres do Congresso SciCom.Pt 2016 – 4º Congresso de Comunicação de Ciência*. Pavilhão do Conhecimento, Lisboa, Portugal. Pág. 24.

Além disso, encontram-se em fase de preparação dois artigos científicos e uma comunicação oral:

- Oliveira, S.S., Santos, P. e Pereira, R. Control and eradication programs addressing invasive alien species: a global review. Artigo científico a submeter à revista *Biological Conservation*;
- Oliveira, S.S., Santos, P e Pereira, R. Management of biological invasions: the contribution of environmental education and citizen science in Portugal. Comunicação oral e artigo científico a submeter ao II Congresso Internacional “Educação, Ambiente e Desenvolvimento”.

Resumo

A globalização está intimamente relacionada com vários impactes ambientais adversos, entre os quais se encontram as invasões biológicas, que são uma das principais causas da perda de biodiversidade. Além disso, as espécies exóticas invasoras têm também impactes marcadamente negativos na economia e no bem-estar da sociedade. Assim, existe a necessidade de gerir estas espécies de forma a minimizar os prejuízos provocados por estas.

Neste contexto, o presente trabalho de investigação teve como objetivo caracterizar o contributo dos municípios portugueses para a gestão desta ameaça no panorama nacional. Para isso, preparou-se um questionário que aborda cinco áreas fundamentais:

1. A identificação e monitorização das espécies exóticas invasoras;
2. O controlo;
3. A erradicação;
4. A prevenção de novas introduções;
5. A Educação Ambiental.

Este questionário foi aplicado a todas as 308 autarquias portuguesas. Após a realização dos inquéritos, preferencialmente por via telefónica, procedeu-se à análise estatística das respostas obtidas e foram também aplicados critérios de forma a comparar a gestão efetuada pelos municípios com aquela que seria a ideal.

No total, obtiveram-se 178 questionários preenchidos, o que corresponde a uma taxa de resposta de 57,8%. Após a aplicação dos critérios de classificação, verificou-se que 86,0% das autarquias respondentes já implementaram, no mínimo, uma medida no sentido de combater as espécies exóticas invasoras, o que sugere que a maioria dos municípios portugueses já possui algum grau de consciência acerca desta problemática. No entanto, 73,6% das autoridades locais inquiridas efetuavam uma gestão não satisfatória e 14,0% não fazia quaisquer esforços de gestão direcionados para as invasões biológicas. Portanto, em Portugal, é ainda necessário um maior esforço municipal para que seja possível dar uma resposta adequada a este problema.

Com este trabalho pretendeu-se também contribuir para o combate à ameaça que as espécies exóticas invasoras representam, alertando para o problema em questão e produzindo materiais para auxiliar as autoridades locais a lidar com as invasões biológicas de forma mais eficiente.

Palavras-chave

Espécies exóticas invasoras, invasões biológicas, autarquias, municípios, Educação Ambiental, gestão ambiental

Abstract

Globalization is the origin of many environmental issues, such as biological invasions, which are among the major factors leading to biodiversity loss worldwide. Besides, invasive alien species also cause damages to the economy and well-being of human societies. Therefore, adoption of measures in order to manage this threat is crucial.

The current investigation project aimed to characterize the contribution of Portuguese municipalities to the management of invasive alien species in the national context. Thus, a questionnaire was prepared in order to assess the performance of the national authorities in terms of:

1. Identification and monitoring of invasive alien species;
2. Control of invasive alien species;
3. Eradication of invasive alien species;
4. Prevention of new introductions;
5. Environmental Education.

The abovementioned questionnaire was applied, preferably through phone calls, to all Portuguese municipalities (n=308). The responses were submitted to a statistical analysis and criterions were applied in order to compare the management practices adopted by the local authorities to the ones that would be most efficient, according to current scientific knowledge.

Overall, 178 questionnaires were filled, which corresponds to a response rate of 57.8%. The application of the abovementioned criterions allowed to verify that 86.0% of inquired municipalities had implemented, at least, one measure to address this issue. This suggest most local authorities questioned already possess some degree of awareness of the problem invasive alien species represent. Nevertheless, 73.6% of answering municipalities practiced an unsatisfactory management and 14.0% has made no efforts in order to manage biological invasions. Thus, in Portugal, it is still necessary a bigger effort so this threat can be efficiently addressed.

This project also aimed to contribute to the current fight against invasive alien species by rising awareness about this issue and by producing materials to support local authorities in the management of this threat.

Keywords

Invasive alien species, biological invasions, municipalities, Environmental Education, environmental management

Índice

Lista de quadros.....	1
Lista de figuras.....	4
Lista de abreviaturas.....	8
I – Introdução.....	7
1) As invasões biológicas e o papel do Homem.....	7
2) Espécies exóticas e invasoras em Portugal.....	8
3) Impactes negativos causados pelas EEI.....	10
4) Enquadramento legislativo internacional.....	11
5) Gestão das espécies exóticas invasoras	13
5.1) A abordagem hierárquica.....	13
5.2) O controlo e a erradicação.....	14
5.3) A educação ambiental e o envolvimento da comunidade.....	14
6) Progresso global no combate às espécies exóticas invasoras.....	15
II – Objetivo.....	17
III – Metodologia.....	18
1) Caracterização nacional das operações autárquicas.....	18
1.1) Construção do questionário.....	18
1.2) Aplicação do questionário.....	20
1.3) Análise de dados dos questionários.....	21
2) Publicação “Os contornos da invasão” – Parte 1.....	25
3) Publicação “Os contornos da invasão” – Parte 2.....	28
3.1) Preparação do manual.....	28
3.2) Validação do jogo “ <i>Boundary Breach</i> ”.....	29
IV – Apresentação e discussão de resultados.....	31
1) Caracterização nacional das operações autárquicas.....	31
1.1) Caracterização do respondente.....	31
1.2) A identificação e monitorização das espécies exóticas invasoras.....	33
1.3) A prevenção.....	35
1.3.1) A educação ambiental.....	37
1.4) O controlo e a erradicação.....	39
1.4.1) <i>Taxa-alvo</i>	40
1.4.2) Métodos implementados.....	41
1.4.3) Duração e frequência das ações.....	42

1.4.4) Recursos humanos envolvidos.....	43
1.4.5) Documentação das despesas.....	44
1.4.6) Monitorização das intervenções.....	45
1.4.7) Datas de início e de conclusão.....	46
1.5) Caracterização das diferenças a nível regional.....	47
1.5.1) A identificação e monitorização das espécies exóticas invasoras.....	47
1.5.2) O controlo e a erradicação.....	50
1.5.3) A prevenção.....	55
1.6) Caracterização das diferenças quanto ao grau de invasão dos municípios.....	57
1.6.1) A identificação e monitorização das espécies exóticas invasoras.....	57
1.6.2) O controlo e a erradicação.....	58
1.6.3) A prevenção.....	60
1.7) O panorama geral.....	61
1.7.1) Diferenças a nível regional.....	62
1.7.2) Caracterização das diferenças quanto ao grau de invasão dos municípios.....	64
2) Publicação “Os contornos da invasão” – Parte 1.....	65
2.1) Resultados da revisão da literatura.....	65
3) Publicação “Os contornos da invasão” – Parte 2.....	67
3.1) Validação do jogo “ <i>Boundary Breach</i> ”.....	70
V – Conclusão.....	74
Bibliografia.....	76
Anexos.....	85

Lista de quadros

Tabela I Principais organizações e convenções que regulamentam, à escala internacional, as espécies exóticas invasoras e que têm efeito a nível europeu.....	12
Tabela II Elementos componentes do objetivo número 9 do Plano Estratégico da CBD para Década de Biodiversidade 2011-2020 e respetiva avaliação do progresso alcançado para cada um até 2014. Tabela adaptada da publicação de CBD (2014).....	16
Tabela III Classificação das questões presentes no questionário como abertas ou fechadas.....	20
Tabela IV Critérios específicos utilizados para classificar as autarquias de acordo com qualidade da gestão que exercem. Na coluna “Questões” estão descritas as numerações correspondentes às perguntas do questionário utilizadas para realizar esta classificação.....	22
Tabela V Códigos utilizados para as variáveis dependentes.....	24
Tabela VI Códigos utilizados para as variáveis independentes.....	25
Tabela VII Análises efetuadas, no programa STATISTICA, utilizando o teste Kruskal-Wallis.....	25
Tabela VIII Conteúdos temáticos da primeira parte da publicação.....	26
Tabela IX Quadro-resumo das respostas obtidas na seção “Prevenção”.....	36
Tabela X Taxa abrangidos pelos programas municipais de controlo e erradicação e respetivo número (n) e percentagem (%) de ações dirigidas a cada um.....	40
Tabela XI Número e percentagem de casos de estudo que descrevem ações contra cada grupo taxonómico.....	66
Tabela XII Top 10 das EEI visadas por um maior número de casos de estudo.....	66

Tabela XIII | Ideias-chave que se pretendiam que fossem mencionadas durante os períodos de reflexão e número (n) e percentagem (%) de partidas em que foram referidas durante os Dias Abertos da FCUP (primeiro teste preliminar).....71

Tabela XIV | Ideias-chave que se pretendiam que fossem mencionadas durante os períodos de reflexão e número (n) e percentagem (%) de participantes que as foram referiram durante a Universidade Júnior (segundo teste preliminar).....71

Tabela XV | Elementos componentes do objetivo número 9 do Plano Estratégico da CBD para Década de Biodiversidade 2011-2020 e respetiva avaliação do progresso alcançado para cada um a nível global, até 2014 (dados da CBD), e em Portugal, até janeiro de 2016 (dados provenientes do presente estudo). Tabela modificada da publicação de CBD (2014).....74

Lista de figuras

- Figura 1** | Percentagem de espécies exóticas que, em 1999, foram legalmente reconhecidas em Portugal, por categoria taxonómica. Valores retirados do Decreto-Lei nº 565/99 de 21 de Dezembro de 1999.....8
- Figura 2** | Percentagem de espécies exóticas que já foram detetadas em Portugal por grupo taxonómico. Estes dados foram retirados da base de dados DAISIE (<http://www.europe-aliens.org/>), tendo sido obtidos entre 2005 e 2008, com atualizações pontuais para alguns grupos taxonómicos desde então9
- Figura 3** | Diversidade dos cargos exercidos pelos respondentes ao questionário e sua distribuição numérica pelos mesmos.....32
- Figura 4** | Número de funcionários municipais inquiridos no âmbito do presente estudo distribuídos pelo seu grau de formação.....33
- Figura 5** | Diversidade de públicos-alvo das ações de sensibilização e número de municípios que as promoveram.....38
- Figura 6** | Número de programas de controlo e erradicação por tipo de metodologia implementada.....41
- Figura 7** | Diversidade de recursos humanos envolvidos nas tentativas de controlo e erradicação levadas a cabo pelos municípios e respetivo número de ações em que participaram.....43
- Figura 8** | Número de programas de controlo e erradicação por período de começo dos mesmos.....46
- Figura 9** | Percentagem de autarquias respondentes que procederam, à inventariação e monitorização de EEI por região geográfica.....48
- Figura 10** | Frequência relativa com que a monitorização de EEI é feita pelas autarquias das diferentes regiões. Em ambos os gráficos, o eixo dos yy representa a percentagem de municípios que efetuam a monitorização de EEI, por região geográfica.....49

Figura 11 Percentagem de municípios respondentes que levaram a cabo programas de controlo e erradicação por região geográfica.....	51
Figura 12 Número médio de programas de erradicação e controlo levados a cabo pelas autarquias nas diferentes regiões geográficas.....	52
Figura 13 Percentagem relativa de municípios respondentes, por região geográfica (localização 1), que realizaram programas contra plantas, animais e ambos.....	54
Figura 14 Percentagem relativa de municípios, por região geográfica (localização 2), que realizaram programas contra plantas, animais e ambos.....	55
Figura 15 Número médio de medidas preventivas adotadas por município inquirido.....	56
Figura 16 Percentagem de municípios respondentes que afirmaram proceder à inventariação e à monitorização de EEI, por grau de invasão.....	57
Figura 17 Percentagem relativa de municípios respondentes, com diferentes graus de invasão, que executavam a monitorização de EEI com níveis de frequência distintos.....	58
Figura 18 Percentagem de municípios respondentes que levaram a cabo programas de controlo e erradicação por grau de invasão.....	59
Figura 19 Número médio de programas de controlo e erradicação realizados por municípios com diferentes graus de invasão.....	60
Figura 20 Número médio de medidas preventivas adotadas pelos municípios inquiridos com diferentes graus de invasão.....	60
Figura 21 Mapa representativo da classificação da gestão efetuada pelos municípios portugueses tendo como termo de comparação o tipo de gestão que seria ideal.....	61
Figura 22 Percentagem relativa de municípios respondentes com diferentes classificações por região geográfica.....	63

Figura 23 | Percentagem relativa de municípios respondentes com diferentes classificações por grau de invasão.....64

Figura 24 | Percentagem de atividades, entre o leque proposto, que pode ser aplicada a cada um dos grupos-alvo definidos.....68

Figura 25 | Fotos tiradas durante os dois testes preliminares realizados: A – 1º teste (Dias Abertos da FCUP), com alunos do ensino secundário; B – 2º teste (Universidade Júnior – Universidade do Porto), com alunos do 2º ciclo do ensino básico.....72

Lista de abreviaturas

CBD – Convenção sobre a Diversidade Biológica

EEI – Espécie(s) exótica(s) invasora(s)

FCUP – Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

NEBUP – Núcleo de Estudantes de Biologia da Universidade do Porto

NUTT – Nomenclatura das Unidades Territoriais para Fins Estatísticos

PALOP – Países africanos de língua oficial portuguesa

I - Introdução

1) As invasões biológicas e o papel do Homem

As barreiras biogeográficas naturais limitam a dispersão dos organismos, mas o contínuo desenvolvimento das comunidades humanas tem o efeito de suprimir estas barreiras, facilitando a introdução de espécies em áreas onde elas previamente não existiam (Nentwig, 2007), passando estas a designar-se de espécies exóticas (CBD, 2002). A dispersão antropogénica (aquela que é permitida ou facilitada pelas atividades humanas) pode ser distinguida em dois tipos (Nentwig, 2007; Williams e Clout, 2009):

- **Intencional:** quando existe a intenção de transportar os organismos ou partes destes. Por exemplo, a distribuição de animais domesticados e plantas de cultivo e a libertação na Natureza de animais para a posterior prática de atividades de caça ou pesca;
- **Não intencional ou acidental:** que ocorre através da fuga de animais de estimação, da introdução de organismos juntamente com a carga transportada por meios de transporte (e.g. navios), entre outras.

Após a introdução, só uma pequena percentagem de espécies exóticas é capaz de se reproduzir e sobreviver no ecossistema recetor e, destas, apenas uma minoria consegue iniciar um processo de expansão, adquirindo o estatuto de espécie exótica invasora (EEI) (Nentwig, 2007). No entanto, esta designação não possui atualmente no meio científico uma definição consensual (CBD, 2002; PE e CUE, 2014). Assim sendo, no contexto deste trabalho, será adotada a definição proposta pela Convenção sobre a Diversidade Biológica (CBD), segundo a qual uma espécie exótica invasora é aquela que ocorre fora dos limites conhecidos da sua área distribuição nativa e afeta negativamente o ecossistema recetor. É ainda de salientar que este termo pode ser aplicado não só a espécimes vivos de qualquer grupo taxonómico, mas também a qualquer parte do organismo que possa permitir o seu estabelecimento (CBD, 2002).

Uma invasão biológica decorre em três fases, que foram sendo descritas nos parágrafos anteriores e que ocorrem simultaneamente no meio natural: a introdução, o estabelecimento/naturalização e a fase de invasão propriamente dita (Richardson *et al.*, 2000). Mas, mais uma vez, esta não é uma matéria consensual no meio científico, havendo autores que consideram quatro (Reise *et al.*, 2006) ou até mesmo seis fases distintas (Henderson *et al.*, 2006). É também importante salientar que as invasões biológicas são influenciadas pelas características do ecossistema invadido. Por exemplo, a frequência e tipo de perturbações a que um habitat está sujeito influenciam

o sucesso das EEI (Lake e Leishman, 2004). Por outro lado, também as características das próprias EEI influenciam a sua capacidade de originar uma invasão biológica bem-sucedida: boa capacidade de dispersão e elevada taxa de reprodução são duas características frequentemente associadas a EEI, além disso vários destes organismos são também generalistas (Cardeccia *et al.*, in press). Outras características como capacidade fotossintética e taxa de crescimento elevadas são também comuns a diversas plantas exóticas invasoras (van Kleunen *et al.*, 2010). No entanto, atualmente ainda não se identificou um conjunto de características comuns a todas as EEI. Contudo, a comunidade científica tem feito um grande esforço neste sentido já que o conhecimento desse conjunto de atributos permitiria identificar com facilidade as potenciais espécies exóticas invasoras e também seria uma ferramenta útil na prevenção de novas invasões biológicas (Nentwig, 2007; van Kleunen *et al.*, 2010).

2) Espécies exóticas e invasoras em Portugal

Em Portugal, de acordo com o Decreto-Lei nº 565/99, de 21 de Dezembro, são legalmente reconhecidas 364 espécies exóticas, sendo que quase 90% das anteriores correspondem a plantas terrestres (figura 1).

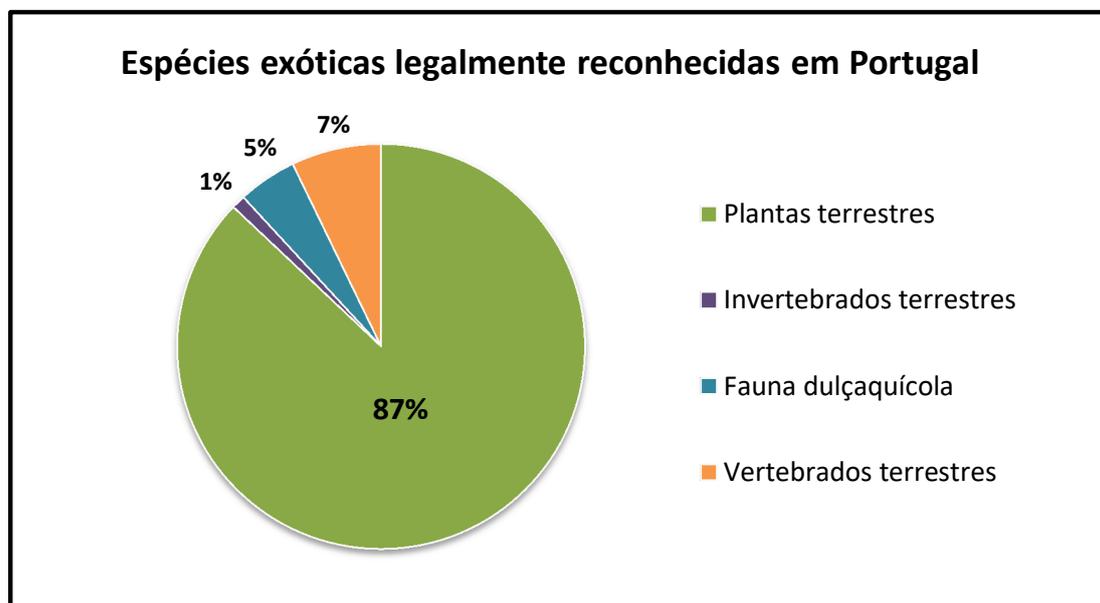


Figura 1 | Percentagem de espécies exóticas que, em 1999, foram legalmente reconhecidas em Portugal, por categoria taxonómica. Valores retirados do Decreto-Lei nº 565/99 de 21 de Dezembro de 1999.

De todas estas espécies exóticas, apenas 33 (30 plantas, um invertebrado aquático e dois peixes) adquirem o estatuto legal de espécie exótica invasora (MA, 1999). Entre estas últimas incluem-se, por exemplo, a mimosa (*Acacia dealbata*), o ailanto (*Ailanthus altissima*), o chorão (*Carpobrotus edulis*), a erva-canária (*Oxalis pes-capraea*), a falsa-acácia (*Robinia pseudoacacia*) e o caranguejo-peludo-chinês (*Eriocheir sinensis*).

No entanto, desde então foram já realizados alguns inventários das espécies exóticas e invasoras existentes em Portugal que alertam para a corrente desatualização destes números, pelo que existe uma necessidade urgente de investir na atualização do decreto-lei, que já se preconiza há alguns anos.

A título de exemplo, vejamos os dados disponibilizados pela DAISIE¹, uma base de dados que resulta de um levantamento de todas as espécies exóticas e invasoras existentes no território europeu, e que foi levado a cabo entre 2005 e 2008, sendo pontualmente atualizada desde então. No que diz respeito a Portugal continental, esta base de dados documenta a presença de 978 espécies exóticas, sendo que mais de metade destas (mais precisamente 538) correspondem a plantas terrestres e que 36% pertencem ao grupo dos invertebrados terrestres (figura 2). O mesmo inventário indica ainda a presença de 1481 espécies exóticas no arquipélago dos Açores e 1009 no arquipélago da Madeira (DAISIE, s.d.1).

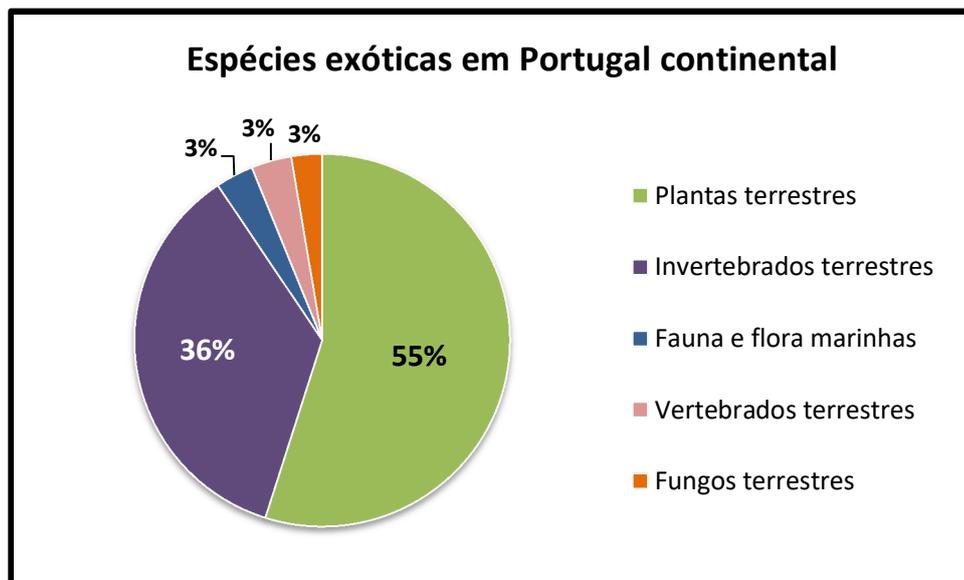


Figura 2 | Percentagem de espécies exóticas que já foram detetadas em Portugal por grupo taxonómico. Estes dados foram retirados da base de dados DAISIE (<http://www.europe-aliens.org/>), tendo sido obtidos entre 2005 e 2008, com atualizações pontuais para alguns grupos taxonómicos desde então.

Mais recentemente, em 2012, um levantamento da flora exótica existente em Portugal continental identificou a presença de 667 *taxa* (espécies, subespécies ou híbridos) (Almeida e Freitas, 2012), o que representa um acréscimo de mais de 100 espécies vegetais ao inventário levado a cabo pela DAISIE. Além disso, é de salientar que este levantamento não teve em consideração as espécies presentes em cultivo, pelo que o número real de plantas exóticas presentes em Portugal será bastante superior.

¹ Website da base de dados: <http://www.europe-aliens.org/>.

3) Impactes negativos causados pelas espécies exóticas invasoras

Atualmente sabe-se que as espécies exóticas invasoras são capazes de causar variados impactes negativos, entre estes incluem-se os extensos danos provocados a nível ecológico que se devem à interação destes organismos com as espécies autóctones (e.g. competição) e com a componente abiótica do ecossistema (e.g. modificação do *habitat* causada por exemplo pelo aumento da turbidez em meio aquático) (Kettunen *et al.*, 2008; Wanga *et al.*, in press). Estas novas interações que se estabelecem são prejudiciais para o ecossistema invadido, uma vez que geram alterações a nível funcional ou em componentes individuais do sistema, podendo até conduzir à extinção de espécies nativas (Kettunen *et al.*, 2008). Aliás, 3609 espécies ameaçadas a nível global (16% do número total de espécies globalmente ameaçadas de extinção) enfrentam como uma das suas principais ameaças as espécies exóticas invasoras (IUCN, 2015). Entre os múltiplos exemplos, a espécie *Armeria berlangensis* Daveau – uma planta endémica da Ilha da Berlenga (Portugal) –, que se encontra criticamente ameaçada (CR) e cuja tendência populacional atual é a diminuição do número de indivíduos, tem como uma das principais ameaças a crescente competição com as espécies exóticas *Carpobrotus edulis* e *Mesembrythemum crystallinum* (Caldas, 2013).

Os efeitos ecológicos nefastos provocados pelas invasões biológicas acabam assim por se materializar numa redução da diversidade biológica, representando, atualmente, uma das cinco principais causas de perda de biodiversidade (MEA, 2005). No entanto, as repercussões provocadas pelas espécies exóticas invasoras não se ficam por aqui, dado que estas também são capazes de conduzir à degradação de variados serviços de ecossistema, o que resulta em consequências indesejáveis para as sociedades, nomeadamente a nível do bem-estar humano e da economia. A espécie *Acacia dealbata* provoca alergias na população humana (Cariñanos e Casares-Porcel, 2011), o bivalve *Corbicula fluminea* causa danos a várias indústrias através da sua capacidade de se fixar a tubagens e outras superfícies submersas (Rosa *et al.*, 2011) e o nemátode *Bursaphelenchus xylophilus* anula o rendimento das plantações onde é introduzido (especialmente em produções florestais do género *Pinus*) (Mamiya e Shoji, 2009). Quanto à quantificação do impacte económico, só na Europa, estão já documentadas despesas na ordem dos 12,5 milhares de milhões de euros por ano, sendo que estes custos se concentram principalmente em cinco setores económicos (agricultura, pescas, aquacultura, florestas e saúde humana) e são provocados maioritariamente por plantas e vertebrados terrestres. No entanto, dada a escassez de informação relativamente aos

custos associados às espécies exóticas invasoras, este valor não reflete a total magnitude do problema (Kettunen *et al.*, 2008).

Adicionalmente, as invasões biológicas representam também um problema político, uma vez que as espécies exóticas invasoras são capazes de pôr em causa a segurança de produtos alimentares e outros bens, com consequências negativas no contexto do comércio internacional (Shine, 2007).

4) Enquadramento legislativo internacional

Atualmente existem vários instrumentos a nível global que fazem menção à problemática das espécies exóticas invasoras, apesar de não serem diretamente vocacionados para a resolução mesma. Entre estes destacam-se as convenções e acordos de cariz global, com efeito a nível europeu, que se encontram sumariamente descritas na tabela I (Shine, 2007; Shimura *et al.*, 2010). Estas possuem propósitos distintos e estabelecem obrigações para diferentes grupos de interesse económico (do inglês: *stakeholders*). Todas as convenções e acordos mencionados na tabela I são válidos apenas para os signatários. No entanto, devido ao elevado número de nações que assinam e/ou ratificam as convenções, estas acabam por ter um alcance global.

Na União Europeia, o cumprimento das obrigações resultantes assinatura/ratificação das convenções internacionais supracitadas é conseguido através da publicação e da entrada em vigor de instrumentos legais como a Diretiva Aves (PE e CUE, 2009) e a Diretiva *Habitats* (CUE, 1992), que requerem que os estados-membros atuem de forma a prevenir que que espécies exóticas causem danos à biodiversidade local. Neste contexto, e para uma ação mais direta e eficaz, a União Europeia aprovou em Outubro de 2014, o Regulamento nº 1143/2014 (PE e CUE, 2014), que é o primeiro instrumento legal a nível europeu exclusivamente vocacionado para a temática das espécies exóticas invasoras. Este diploma entrou em vigor em Janeiro de 2015 e previa a criação da “Lista da União”, onde constariam as EEI que causam preocupação no seio da UE. Esta lista foi publicada em Julho de 2016, sendo que as espécies constantes na mesma são alvo de restrições, como, por exemplo, a proibição do transporte, da manutenção, da comercialização e da sua libertação na natureza. Além destas restrições, estão ainda previstas outras obrigações que visam a erradicação e o controlo das espécies constantes na “Lista da União” que já existam no território e a prevenção de futuras introduções nos países membros da UE (PE e CUE, 2014).

Tabela I | Principais organizações e convenções que regulamentam, à escala internacional, as espécies exóticas invasoras e que têm efeito a nível europeu. “Ref.” significa referências bibliográficas.

Acrónimo	Nome da organização	Objetivo principal	Entrada em vigor	Ref.
IPPC	Convenção Internacional para a Proteção das Plantas	Proteger as plantas, prevenindo a disseminação de espécies exóticas invasoras e de espécies nativas com comportamento invasor.	1952	(IPPC, 2013)
C. RAMSAR	Convenção sobre as Zonas Húmidas de Importância Internacional	Proteger e promover o uso sustentável das zonas húmidas.	1975	(Ramsar Convention Secretariat, 2013)
CITES	Convenção sobre o Comércio Internacional de Espécies Selvagens Ameaçadas de Fauna e Flora	Regulamentar as trocas internacionais de espécies animais e vegetais ameaçadas (ou qualquer parte das mesmas) para que o comércio destas não ponha em causa a sua sobrevivência.	1975	(CITES, 1973)
CMS	Convenção sobre a Conservação de Espécies Migradoras de Animais Selvagens	Assegurar que as espécies migratórias e seus <i>habitats</i> são protegidos ao longo de toda a sua rota migratória e não apenas dentro dos limites governamentais de cada país.	1983	(CMS, 1979)
CBD	Convenção sobre a Diversidade Biológica	Conservar e garantir o uso sustentável da biodiversidade e de todos os seus componentes, assim como assegurar a partilha justa dos benefícios gerados pela exploração dos recursos genéticos.	1993	(CBD, 1992)
UNCLOS	Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar	Regulamentar, à escala global, todas as vertentes relacionadas com o usufruto do oceano e seus recursos, de forma a zelar pela conservação destes e a evitar disputas.	1994	(UNCLOS, 1982)
SPS	Acordo sobre a aplicação de medidas sanitárias e fitossanitárias	Estabelecer normas de forma a garantir a segurança de produtos alimentares e a sanidade de plantas e animais.	1995	(GATT, 1994)
BWM	Convenção Internacional para o Controlo e Gestão das Águas de Lastro e Sedimentos de Navios	Minimizar os riscos associados à transferência de EEI através das águas de lastros e sedimentos de navios.	2004	(Pughiuc, 2010)

5) Gestão das espécies exóticas invasoras

5.1) A abordagem hierárquica

As espécies exóticas invasoras representam atualmente um sério problema a nível mundial, conseqüentemente surge a necessidade de gerir estes organismos de forma a minimizar os potenciais prejuízos presentes e futuros (CBD, 2002). Para isso, existem várias abordagens que podem ser adotadas, como: a prevenção de novas introduções, o controlo das espécies exóticas invasoras já existentes no território e a erradicação das mesmas (CBD, 2002; Williams e Clout, 2009). No entanto, existe uma ordem preferencial de aplicação destas medidas, sendo que, atualmente, a prevenção de novas introduções é encarada como a melhor forma de gerir as EEI, pelo que a sua aplicação é prioritária (CBD, 2002; PE e CUE, 2014). Isto deve-se ao facto de se tratar da abordagem que geralmente implica menos danos ecológicos e que simultaneamente apresenta a menor razão custo/benefício (CBD, 2002). A prevenção pode ser implementada a três níveis distintos: antes da introdução, aquando da mesma (controlo ao nível das fronteiras) e após a deteção da introdução. Antes da introdução, devem-se adotar procedimentos como, por exemplo, a inspeção e/ou tratamento de carregamentos e produtos antes de se proceder à exportação dos mesmos. Ao nível das fronteiras devem ser tomadas medidas como a passagem de mercadorias e organismos vivos por um período de quarentena, onde se procederá à sua inspeção e conseqüente tratamento (quando necessário). Se a introdução acontecer, devem ser desencadeadas medidas de emergência preventivas, com o objetivo de minimizar os impactes negativos provocados pelas espécies exóticas invasoras e aumentar as perspectivas de sucesso de posteriores programas de erradicação ou controlo (CBD, 2002; Williams e Clout, 2009). Após esta fase, deverá seguir-se uma ação rápida no sentido de erradicar a espécie introduzida (CBD, 2002; PE e CUE, 2014). A erradicação consiste na eliminação permanentemente e completa da população da espécie-alvo (Bomford e O'Brien, 1995; PE e CUE, 2014). No entanto, esta opção pode não ser viável por variadas razões como, por exemplo, a ausência de recursos suficientes para a garantir a conclusão do programa ou simplesmente não ser exequível para a espécie e local em questão (CBD, 2002; Williams e Clout, 2009). Neste caso, deve-se optar pela implementação de um programa de controlo (CBD, 2002), que visa a redução do efetivo populacional da espécie exótica invasora para níveis o mais baixo possíveis (Bomford e O'Brien, 1995; PE e CUE, 2014). No entanto, esta última abordagem implica a realização de ações recorrentes a longo-prazo para a manutenção das populações nestes níveis (Bomford e O'Brien, 1995).

É de salvaguardar que a aplicação do sistema hierárquico supradescrito implica, em parte, a existência de um sistema de deteção precoce, caso contrário a deteção rápida de uma nova introdução pode não ser conseguida, comprometendo a adoção de medidas de emergência preventivas e o sucesso de um posterior programa de erradicação (CBD, 2002; Deltoro *et al.*, 2013).

5.2) O controlo e a erradicação

Apesar de tal ser desejável, nem todas as espécies exóticas invasoras existentes numa dada região vão poder ser erradicadas ou controladas devido ao limite de recursos disponíveis. Assim, antes de se iniciar qualquer programa de controlo ou erradicação, deve ser levada a cabo uma avaliação de risco de danos que potencialmente poderão vir a ser provocados pelas EEI existentes. Esta informação permitirá proceder à análise da prioridade na ação a dirigir a cada EEI e dos locais onde ocorrem, de forma a alocar os recursos existentes para as situações prioritárias (Williams e Clout, 2009). Posteriormente, a elaboração de programas de controlo e erradicação deve ser orientada por um estudo sobre a ecologia da espécie-alvo, que inclua a determinação da área de distribuição e a abundância desta na região em causa. Caso tal informação não se encontre disponível, as ações de erradicação ou controlo devem ser precedidas de um trabalho de investigação que foque os aspetos supramencionados (Bax *et al.*, 2002; Bester *et al.*, 2002; O’Keeffe, 2009; Henderson, 2010). Adicionalmente, deve ser incluída na fase de planeamento uma componente de monitorização, que permitirá avaliar a evolução do sucesso das estratégias implementadas e cuja informação resultante possibilitará também ajustar o programa (Brown e Sherley, 2002; Parkes *et al.*, 2010).

5.3) A Educação Ambiental e o envolvimento das comunidades locais

Outra componente importante da gestão das espécies exóticas invasoras é a consciencialização da população e de todos os *stakeholders* envolvidos para esta problemática, assim como o seu envolvimento e cooperação na sua gestão (CBD, 2002). O papel fundamental que a Educação Ambiental desempenha no âmbito da resolução deste problema deve-se a várias razões, das quais se destacam:

- A conquista do apoio da comunidade; que se pode revelar essencial, por exemplo, em situações onde é necessário proceder a estratégias de controlo ou erradicação em terrenos privados (Williams e Clout, 2009; Beachy *et al.*, 2011; Animal & Plant Health Agency, 2015);

- A alteração de comportamentos promotores de introduções de espécies exóticas invasoras na natureza (Rodríguez *et al.*, 2006; Williams e Clout, 2009);
- A maximização dos recursos humanos: os recursos humanos e o orçamento disponível são um importante fator limitante dos esforços de gestão das invasões biológicas. A inclusão do público nestas tarefas (e.g. inventariação e deteção precoce de EEI, ações de controlo e de erradicação de EEI) através de um regime de voluntariado (e.g. iniciativas de ciência cidadã) contribui de forma relevante para a diminuição dos custos associados às mesmas (Williams e Clout, 2009; Bois *et al.*, 2011; Roy *et al.*, 2012; Ali *et al.*, 2013; Science Communication Unit, UWE, Bristol, 2013).

Por exemplo, nas Caraíbas, os mergulhadores voluntários têm sido um elemento fundamental no controlo eficiente dos peixes *Pterois volitans* (Linnaeus, 1758) e *P. miles* (J. W. Bennett, 1828), procedendo à sua remoção através de pesca subaquática com arbalete. Além disso, a comunidade participa também na monitorização destas EEI e fornece ainda um contributo importante para o avanço do conhecimento científico sobre a sua biologia, através da cedência de um grande número de exemplares (Ali *et al.*, 2013; de Léon *et al.*, 2013). Já na Nova Inglaterra (Estados Unidos da América), os voluntários têm sido integrados nas atividades de monitorização de plantas exóticas invasoras, sendo considerados cruciais na deteção precoce de EEI e na sensibilização para esta ameaça junto da restante comunidade. Os esforços destes cientistas-cidadãos originaram a publicação do atlas de plantas exóticas invasoras existentes na região (Bois *et al.*, 2011).

6) Progresso global no combate às espécies exóticas invasoras

Em 2014, a CBD levou a cabo uma avaliação do progresso global já atingido em relação a cada um dos vinte objetivos definidos no âmbito do Plano Estratégico para a Década de Biodiversidade 2011-2020. Assim e relativamente ao objetivo nº 9 (que diz respeito à gestão eficiente de EEI) foi feita a avaliação tendo por base quatro parâmetros, tal como se encontra resumido na tabela II. Este progresso foi avaliado numa escala de 1 a 5, onde 1 representa um afastamento do objetivo pretendido e 5 indica que o progresso do parâmetro em questão superou as expectativas. Para além do progresso, foi também quantificada a incerteza associada a esta avaliação, tendo por base a quantidade de informação disponibilizada pelos signatários. Esta foi classificada como baixa (quando existia uma vasta quantidade de dados), elevada (quando a informação disponível era limitada) e intermédia (CBD, 2014).

Como se pode verificar, apesar do esforço levado a cabo pelos 194 signatários da CBD ter resultado num progresso significativo em três dos quatro parâmetros avaliados, foi concluído que o combate à problemática das espécies exóticas invasoras não está a evoluir da forma que se pretendia.

Tabela II | Elementos componentes do objetivo número 9 do Plano Estratégico da CBD para Década de Biodiversidade 2011-2020 e respetiva avaliação do progresso alcançado para cada um até 2014. Tabela adaptada da publicação de CBD (2014).

Elementos do objetivo nº 9	Nível de progresso	Grau de incerteza
Identificação e priorização de EEI	3	Baixo
Identificação e priorização das vias de introdução	3	Baixo
Controlo ou erradicação das espécies prioritárias	3	Elevado
Prevenção da introdução e estabelecimento das EEI	2	Intermédio

Nível de progresso: 1 – afastamento do objetivo pretendido; 2 – ausência de qualquer progresso significativo; 3 – progresso detetável, mas insuficiente para que o objetivo seja cumprido dentro do prazo estipulado; 4 – o progresso do componente está a evoluir da forma pretendida; 5 – o progresso do parâmetro superou as expectativas, sendo previsto que o objetivo inicialmente definido seja alcançado antes de 2020.

De acordo com o Secretariado da Convenção (CBD, 2014), esta situação deve-se a um conjunto de razões, entre as quais o facto de as partes signatárias direcionarem os seus esforços para programas de erradicação e controlo, em detrimento da prevenção de novas introduções. Adicionalmente, a falta de eficácia da fiscalização de veículos e vias de introdução e o insucesso de muitas das tentativas de erradicação também são uma das justificações apontadas para o atual estado do progresso.

II – Objetivo

A presente tese de mestrado teve como objetivo geral obter uma perceção da forma como os municípios portugueses gerem as espécies exóticas invasoras e contribuir para a formação/informação da população em geral e dos autarcas em particular.

Para isso, são propostos três objetivos específicos:

1. Fazer uma caracterização das operações levadas a cabo pelas autarquias portuguesas no que respeita à problemática das EEI;
2. Produzir um guia de atuação autárquica, que indicará medidas para o controlo e erradicação de EEI assim como para a monitorização das mesmas, guia esse que será enviado a todos os municípios portugueses e disponibilizado na *internet* para os restantes interessados, nomeadamente nos PALOP (Países Africanos de Língua Oficial Portuguesa);
3. Desenvolver um conjunto de atividades de Educação Ambiental, que visem a sensibilização da comunidade e dos vários *stakeholders* (e.g. funcionários municipais e proprietários de hortos e/ou lojas de animais) para a temática em causa.

III - Metodologia

A metodologia deste trabalho concentra-se em duas componentes essenciais: a caracterização nacional das operações levadas a cabo pelas autarquias e a elaboração de um manual que proponha guias gerais para a valorização dos esforços autárquicos no âmbito da gestão das espécies exóticas invasoras em Portugal. Este, por sua vez, divide-se em duas partes fundamentais: a 1ª parte, que incide maioritariamente nas boas práticas de gestão de EEI e a 2ª parte, que se foca na proposta de atividades de educação ambiental sobre esta temática.

1) Caracterização nacional das operações autárquicas

Dada a escassez de informação disponibilizada pelos municípios portugueses relativamente à gestão de EEI, optou-se por realizar uma investigação por questionário.

1.1) Construção do questionário

O primeiro passo consistiu na elaboração de um questionário que permitisse obter informação sobre as ações que as autarquias têm levado a cabo no âmbito do combate às espécies exóticas invasoras.

A construção do questionário foi precedida de uma pesquisa bibliográfica sobre o que caracteriza uma boa gestão de EEI e a consulta de vários artigos que relatam a aplicação de programas de controlo e/ou erradicação foram, o que permitiu construir questões aplicando a terminologia correta e focando os principais pontos de interesse. O questionário elaborado (Anexo I) inclui uma parte inicial onde se encontra o objetivo do questionário, as instruções gerais para o seu correto preenchimento e ainda algumas definições de termos que podem não ser do conhecimento do respondente. Segue-se um conjunto de 50 questões distintas que se encontram distribuídas por oito seções:

- A. A identificação da autarquia;
- B. A caracterização do respondente²;
- C. A inventariação e monitorização de EEI;
- D. O controlo de EEI;
- E. A erradicação de EEI;
- F. A prevenção de invasões biológicas;
- G. A Educação Ambiental.

² As questões presentes nesta seção visam apenas caracterizar o respondente quanto ao seu cargo, funções e habilitações, sendo o seu anonimato garantido.

No entanto, dependendo das respostas do inquirido, pode ser necessário responder a apenas 12 questões. Em contrapartida, também pode ser preciso responder a mais do que 50 questões, não havendo propriamente um limite superior para o número de perguntas a responder, já que o mesmo depende das atividades realizadas por cada município. Por exemplo, se o respondente afirmar que o município já fez 2 ações de controlo (pergunta D.2), este terá de responder em duplicado às questões englobadas no ponto D.3, que pretendem obter informação mais detalhada sobre cada iniciativa. O mesmo acontece para as perguntas que se encontram incluídas nos pontos E.3 e G.5, que ficam dependentes das respostas dadas às questões E.2 e G.2, respetivamente. Desta situação decorre que a duração do inquérito pode ser muito variável, podendo este ser relativamente curto ou bastante mais prolongado.

As questões presentes num questionário podem ter objetivos gerais distintos, isto é, podem solicitar tipos de informação diferentes. Por exemplo, as perguntas podem pretender obter informação sobre factos, opiniões, preferências, atitudes, motivos, ... (Hill e Hill, 2012). As questões podem ainda ser classificadas como abertas – se o respondente necessitar de construir a resposta com as suas próprias palavras – ou fechadas – se o inquirido tiver de selecionar a resposta a partir de um conjunto de opções pré-definidas (Brace, 2008; Hill e Hill, 2012). No que respeita ao objetivo geral, a maioria das perguntas presentes no questionário incidem sobre factos, com a exceção das questões D.2.1 e E.2.1, que pretendem obter informação sobre motivos. A classificação das questões formuladas no questionário em abertas ou fechadas encontra-se descrita na tabela abaixo.

Como se pode ver pela tabela III, o questionário é composto por 22 questões abertas e 28 questões fechadas, o que acaba por traduzir a tentativa de incluir maioritariamente questões fechadas. Estas foram preferidas porque, apesar das perguntas abertas poderem fornecer informação mais detalhada e até respostas inesperadas, as primeiras permitem aplicar técnicas estatísticas com facilidade (Hill e Hill, 2012). Para combater a falta de detalhe e promover o aparecimento de respostas não previstas, em algumas das questões fechadas (n=7), foi incluída uma opção “Outro(a)”, seguida de um espaço em branco. É ainda de salientar que 9 das 22 perguntas abertas são para solicitar factos quantitativos, onde se espera que o inquirido indique apenas um número.

Tabela III | Classificação das questões presentes no questionário como abertas ou fechadas. Na coluna "Notas", os números têm os seguintes significados: 1 – Perguntas de escolha múltipla que incluem a opção "Outro(a)" seguido de um espaço em branco; 2 – Perguntas de escolha múltipla que permitem que se assinale mais que uma resposta; 3 – Perguntas abertas sobre factos quantitativos, em que se espera que o respondente indique apenas um número.

Questão	Tipo de pergunta	Notas	Questão	Tipo de pergunta	Notas
A	Aberta		E.2	Aberta	3
B.1	Aberta		E.2.1	Aberta	
B.2	Aberta		E.3.1	Aberta	
B.3	Aberta		E.3.2	Fechada	2
C.1	Fechada		E.3.2.1	Aberta	
C.2	Fechada		E.3.3	Fechada	1
C.3	Fechada	1	E.3.4	Fechada	1,2
C.4	Fechada	1,2	E.3.5	Fechada	
C.5	Fechada	1,2	E.3.6	Aberta	3
C.6	Fechada		E.3.7	Fechada	
D.1	Fechada		E.3.8	Fechada	
D.2	Aberta	3	E.3.9	Aberta	3
D.2.1	Aberta		E.3.10	Aberta	
D.3.1	Aberta		F.1	Fechada	
D.3.2	Fechada	2	F.2	Fechada	
D.3.2.1	Aberta		F.3	Fechada	
D.3.3	Fechada	1	F.4	Fechada	
D.3.4	Fechada	1,2	F.5	Fechada	
D.3.5	Fechada		G.1	Fechada	
D.3.6	Aberta	3	G.2	Aberta	3
D.3.7	Fechada		G.3	Aberta	3
D.3.8	Fechada		G.4	Aberta	3
D.3.9	Aberta	3	G.5.1	Fechada	2
D.3.10	Aberta		G.5.2	Fechada	
E.1	Fechada		G.5.3	Aberta	

1.2) Aplicação do questionário

O inquérito foi conduzido preferencialmente por via telefónica a um, ou mais, funcionários de cada uma das 308 câmaras municipais distribuídas por Portugal Continental e Ilhas. Esta forma de administrar o questionário foi escolhida uma vez que assim foi possível monitorizar o desempenho do respondente, esclarecendo as dúvidas deste à medida que o inquérito decorria e encorajando respostas mais completas (Brace, 2008). Em cada contacto telefónico, foi realizada uma apresentação do entrevistador e uma breve explicação do projeto, seguindo-se o pedido para encaminhar a chamada para o funcionário mais adequado para responder ao questionário. Uma vez em contacto com o funcionário em questão, o entrevistador e o projeto de investigação foram novamente apresentados. Após esta introdução inicial, foi pedido a este para responder ao questionário. Em alguns casos, o inquérito foi efetuado no momento: as questões foram lidas pelo entrevistador e este aguardou posteriormente pelas respostas

do inquirido. Noutros casos, o inquérito foi agendado para um momento mais conveniente para o respondente. Numa situação em particular, o funcionário contactado pediu para o questionário ser enviado para o seu *e-mail* antes de se proceder ao inquérito por via telefónica.

Em vários casos não foi possível executar o inquérito com recurso à chamada telefónica, por variadas razões:

- Em algumas situações não foi possível voltar contactar o funcionário que tinha previamente agendado o inquérito;
- Algumas das autarquias contactadas tinham uma política interna que previa que os questionários fossem respondidos apenas via *e-mail*;
- Em alguns municípios, não se conseguiu contactar por via telefónica nenhum funcionário.

Nos casos supracitados, optou-se por enviar o questionário por *e-mail*.

A fase de realização de inquéritos decorreu entre Maio de 2015 e Janeiro de 2016. Durante este período, foram usados os contactos disponibilizados pela Associação Nacional dos Municípios Portugueses em <http://www.anmp.pt/>.

Uma vez terminada a recolha de dados, seguiu-se um período para verificação da informação recolhida, de forma a garantir que o conjunto de dados obtido possuía a maior qualidade possível. Nesse sentido, algumas das chamadas anteriormente efetuadas foram repetidas com vista a esclarecer determinadas situações e foi também requerida informação adicional através de *e-mail* a alguns municípios.

1.3) A análise de dados dos questionários

Por último, procedeu-se à análise dos dados. Neste âmbito, o primeiro passo passou pela codificação dos dados obtidos. De seguida, foram primeiramente calculadas a taxa de respostas obtidas e a percentagem de questionários preenchidos por via telefónica e via *e-mail*. Seguiu-se a análise descritiva das respostas a cada uma das perguntas do questionário, onde foram exclusivamente calculadas percentagens, médias e desvios-padrão. Além disso, foram definidos critérios de forma a classificar as autarquias de acordo com a qualidade da gestão efetuada pelas mesmas. Estes foram definidos tendo em conta a literatura específica da área, nomeadamente ao nível dos aspetos que caracterizam uma boa gestão de EEI. Tendo em conta esta pesquisa, optou-se por

atribuir a classificação de “Gestão satisfatória” (a melhor numa escala de quatro – tabela IV) aos municípios que:

1. **Mantinhm um inventário atualizado das EEI existentes na autarquia**, o que é importante uma vez que permite uma correta alocação de recursos (Williams e Clout, 2009) e pode ser uma ferramenta essencial ao nível da prevenção de novas introduções (CBD, 2002; Williams e Clout, 2009; Genovesi *et al.*, 2010; Shine *et al.*, 2010);
2. **Procediam ao controlo e/ou erradicação das EEI**, caso estas existam no município – ações estas que são fundamentais para diminuir os impactes causados por estes organismos (CBD, 2002; Williams e Clout, 2009);
3. **Tinham em vigor um sistema de prevenção completo, que incluía quatro componentes**: (1) a prevenção de novas introduções por parte da própria autarquia e (2) por parte dos munícipes, (3) a implementação de um sistema de deteção precoce e (4) o estabelecimento de medidas de emergência. Estas medidas têm-se revelado eficientes noutros locais e são consideradas imprescindíveis no combate a este problema (CBD, 2002; Maki e Galatowitsch, 2004; Williams e Clout, 2009; Larson *et al.*, 2011; Burnett *et al.*, 2012).

Tabela IV | Critérios específicos utilizados para classificar as autarquias de acordo com qualidade da gestão que exercem. Na coluna “Questões” estão descritas as numerações correspondentes às perguntas do questionário utilizadas para realizar esta classificação. Nas colunas “Gestão satisfatória” e “Gestão mais ou menos satisfatória” estão listados os requisitos mínimos, enquanto na coluna “Sem gestão” estão descritos os requisitos obrigatórios. Além destas três categorias, existe uma outra: “Gestão não satisfatória”, que é atribuída a municípios que tenham respondido “sim” a pelo menos uma destas questões, mas que não cumpram os requisitos mínimos da gestão mais ou menos satisfatória.

Critérios	Gestão satisfatória	Gestão +/- satisfatória	Gestão não satisfatória	Sem gestão
C1	Sim	Não		Não
C2	Sim	Não		Não
D1	"Sim" em pelo menos uma ³	"Sim" em pelo menos uma ³		Não
E1			"Sim" em pelo menos uma ⁴	Não
F1	Sim ⁴	"Sim" em pelo menos uma ⁴		Não
F2	"Sim" em pelo menos uma ⁴			Não
G1				Não
F4	Sim ⁴	"Sim" em pelo menos uma ⁴		Não
F5	Sim ⁴			Não

³ Caso não existam espécies exóticas invasoras no município, este critério não se aplica.

⁴ Caso a autarquia tenha respondido “Sim” à pergunta F3, estes critérios não se aplicam.

Adicionalmente, decidiu-se atribuir aos municípios que cumprissem simultaneamente o ponto nº2 e parcialmente o ponto nº3 [(1) ou (2) + (3) ou (4)] a classificação de “Gestão mais ou menos satisfatória”, distinguindo-os assim daqueles em que os esforços de gestão eram ainda muito reduzidos ou que não tinham em vigor qualquer medida para dar resposta a este problema (tabela IV).

Posteriormente, utilizando o *software* ArcGIS, construiu-se um mapa representativo da classificação de cada município. Para isso, realizaram-se três passos fundamentais:

1. Construção de um mapa de Portugal Continental e Ilhas em formato vetorial;

Neste processo utilizaram-se os mapas de Portugal Continental, do Arquipélago da Madeira e do Arquipélago dos Açores disponibilizados gratuitamente *online*, em formato vetorial, pela Direção Geral do Território⁵, procedendo-se posteriormente à união das várias camadas.

2. Determinação da classificação de cada autarquia e sua inserção na tabela de atributos;

A determinação da classificação correspondente a cada município foi feita manualmente numa folha *Excel*. Esta tabela foi depois exportada para o ArcGIS, onde foi ligada à tabela de atributos dos mapas. É de salientar que durante esta fase foi usada a base de dados disponibilizada pelo projeto “Invasoras.pt”⁶ (versão de 22 de Fevereiro de 2016), da Universidade de Coimbra e da Escola Superior Agrária de Coimbra, que foi necessária para identificar quais os municípios onde existiam EEI e, assim, implementar corretamente os critérios de classificação pré-estabelecidos. Para isso, esta tabela foi exportada para o ArcGIS e convertida numa *shapefile* de pontos, que foi posteriormente intersetada com a camada vetorial respeitante ao mapa de Portugal, originando na tabela de atributos deste uma coluna que indica o número de observações de EEI por município. No entanto, esta opção tem as suas limitações: a base de dados em questão apenas inclui dados de presença e é apenas referente a espécies vegetais. De qualquer das formas, este critério de desempate entre classificações foi só aplicado em 6 situações, sendo que em apenas 4 não foram detetadas EEI na autarquia em questão. Assim, fez-se uma pesquisa adicional que incidiu sobre estes 4 casos, desta vez recorrendo à base de dados nacional “Biodiversity4All”⁷;

3. Criação de um mapa temático.

⁵ Mapas disponíveis em: <http://www.dgterritorio.pt/>.

⁶ Website do projeto: www.invasoras.pt.

⁷ Website: <http://www.biodiversity4all.org/>.

Neste passo, a simbologia da camada vetorial respeitante ao mapa de Portugal foi personalizada, optando-se por uma simbologia por categorias, atribuindo uma cor diferente a cada tipo de classificação.

De seguida, procedeu-se à análise estatística dos dados. Para isso, utilizaram-se, como variáveis dependentes, a classificação das autarquias e algumas perguntas do questionário (ver tabela V/VII) e, como variáveis independentes, a localização geográfica das autarquias (ver tabela VI) e a quantidade de EEI existente em cada uma. Todas estas variáveis foram codificadas, sendo que os códigos utilizados estão presentes nas tabelas V e VI.

Tabela V | Códigos utilizados para as variáveis dependentes. Para o efeito da análise estatística, as questões F.1 a F.5 e a G.1 foram transformadas numa única variável, atribuindo 1 ponto a cada "sim" numa destas perguntas e somando o total. Para todas as questões, as respostas inválidas foram descartadas. "N. s./N. r." significa "Não sabe/Não responde".

F.1-5 + G.1		C.3		C.1-2/ D.1/ E.1	
Respostas	Códigos	Respostas	Códigos	Respostas	Códigos
0 x "Sim"	0	Mensalmente	1	Sim	1
1 x "Sim"	1	4 vezes por ano	2	Não	2
2 x "Sim"	2	2 vezes por ano	3	N. s./N. r.	3
3 x "Sim"	3	1 vez por ano	4		
4 x "Sim"	4	De 5 em 5 anos	5		
5 x "Sim"	5	S/ frequência estipulada	6		
6 x "Sim"	6				

D.2/ E.2		Classificação das autarquias		D.3.1/ E.3.1	
Respostas	Códigos	Categorias	Códigos	Respostas	Códigos
N. s./N. r.	0	Gestão satisfatória	4	Plantas	1
As restantes respostas não foram codificadas		Gestão +/- satisfatória	3	Animais	2
		Gestão não satisfatória	2	Ambos	3
		Sem gestão	1	N. s./N. r.	0

Após a codificação das variáveis, como os dados não apresentavam uma distribuição normal⁸ (determinado com o suplemento XL6 do Microsoft Office Excel), utilizou-se o teste não paramétrico Kruskal-Wallis para averiguar se existiam diferenças significativas entre os diferentes grupos formados por cada uma das variáveis independentes. No total, foram feitas 28 análises (ver tabela VII), sendo que, nos casos em que as diferenças encontradas foram estatisticamente significativas, procedeu-se ainda a uma análise de comparações múltiplas para determinar entre que grupos é que se

⁸ A pergunta C.3 apresenta uma distribuição normal e também se verifica a homoscedasticidade das variâncias; no entanto, os tamanhos das amostras são bastante distintos.

verificavam essas diferenças. Todas estas análises foram efetuadas com o programa STATISTICA.

Tabela VI | Códigos utilizados para as variáveis independentes. Na primeira coluna, considerou-se que os municípios que constituíam o litoral eram aqueles que se situavam em distritos que contactavam com a linha do mar. No entanto, no caso do distrito Beja, dada a sua extensão, considerou-se que apenas Odemira⁹ fazia parte da zona litoral. As regiões mencionadas na localização 2 correspondem ao segundo nível da Nomenclatura das Unidades Territoriais para Fins Estatísticos (NUTTII). Para a determinação da quantidade de EEI existentes em cada autarquia, utilizou-se como referência a base de dados "Invasoras.pt". Nesta tabela, "obs." significa "observações/avistamentos".

Localização 1		Localização 2		Quantidade de EEI	
Região	Código	Região	Código	Nº de obs.	Código
Litoral	1	Norte	1	0 a 9	1
Interior	2	Centro	2	10 a 19	2
Ilhas	3	Área metropolitana de Lisboa	3	20 a 29	3
		Alentejo	4	30 a 39	4
		Algarve	5	40 a 49	5
		Arquipélago da Madeira	6	50 ou mais	6
		Arquipélago dos Açores	7		

Tabela VII | Análises efetuadas, no programa STATISTICA, utilizando o teste Kruskal-Wallis. Nos casos assinalados com um asterisco, os grupos sem dados foram excluídos da análise.

vs	Variáveis dependentes										Classificação
	C.1	C.2	C.3	D.1	D.2	D.3.1	E.1	E.2	E.3.1	F.1-5 + G.1	
Localização 1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Localização 2	x	x	x	x	x	x	x	x*	x*	x	x
Quantidade de EEI	x	x	x*	x	x		x	x*		x	x

2) Publicação "Os contornos da invasão" – Parte 1

A primeira parte da publicação "Os contornos da invasão" foi elaborada tendo em conta três objetivos principais:

- A. Disponibilizar a informação geral sobre este tópico, que se encontra dispersa na literatura;
- B. Sensibilizar autarcas e funcionários municipais para esta problemática;
- C. Fornecer alternativas de gestão adequadas.

Para cumprir os objetivos supramencionados, englobaram-se 6 capítulos diferentes na publicação, que podem ser consultadas na tabela VIII e cujo procedimento de preparação será descrito de seguida.

⁹ Único município representante do distrito incluído na zona denominada de Alentejo Litoral na NUTTIII.

Tabela VIII | Conteúdos temáticos da primeira parte da publicação. Na primeira coluna, constam as diferentes seções que compõem a Parte 1. Nas restantes colunas encontram-se os objetivos que se pretendiam alcançar com a inclusão das respetivas seções. Nesta tabela: A – Disponibilizar informação geral sobre este tópico, que se encontra dispersa na literatura; B – Sensibilizar autarcas e funcionários municipais para esta problemática; C – Fornecer alternativas de gestão mais adequadas.

Capítulos	Objetivos		
	A	B	C
1 - Glossário	x		
2 - Introdução à problemática das EEI	x	x	
3 - Como é que a autarquia pode ajudar?	x		
4 - Gestão autárquica de EEI em Portugal		x	
5 - Alternativas de gestão de EEI	x		x
6 - Fichas de EEI	x	x	x

No glossário foram incluídas as definições de termos-chave respeitantes à temática das EEI. Na seção nº 2 criou-se um pequeno texto introdutório que constitui um resumo da introdução teórica da presente dissertação. O capítulo nº 3 corresponde à apresentação da abordagem hierárquica proposta pela CBD. Para a elaboração da seção nº 4 procedeu-se a um resumo dos resultados obtidos relativamente à caracterização nacional das operações municipais relativamente à gestão de EEI (subseção 1 da seção IV). Na seção nº 5 foram incluídas sugestões economicamente viáveis para a melhoria do desempenho dos municípios perante esta ameaça, nomeadamente ao nível da identificação e monitorização de EEI, da prevenção de invasões biológicas e da implementação de programas de controlo e erradicação. Para isso, começou-se por, com base na literatura específica consultada e nos dados apresentados na seção anterior do guia, detetar falhas na gestão das EEI que fossem comuns a várias autarquias. As sugestões de melhorias para a identificação e monitorização de EEI, assim como para a prevenção de novas introduções, foram elaborados após a consulta de bibliografia sobre os respetivos tópicos. Já as propostas de melhorias às iniciativas de controlo e erradicação foram baseadas numa revisão de casos de estudo, a nível mundial, que descrevessem ações de controlo e/ou erradicação. Esta revisão foi elaborada utilizando a seguinte abordagem:

a) Recolha de casos de estudo;

A pesquisa foi feita através da base de dados *ScienceDirect* e do *Google* (versão normal e versão académica), utilizando cinco palavras-chave – (A) “management”, (B) “eradication”, (C) “control”, (D) “invasive species” e (E) “case study” – em diferentes combinações: A+D, B+D, C+D e D+E. É de salientar que só foram considerados estudos que retratassem efetivamente tentativas de gestão em cenários reais.

b) Recolha de informação de cada caso de estudo;

Cada caso de estudo foi analisado individualmente de forma a obter várias informações: as espécies-alvo, o continente onde o programa foi implementado, o país/região responsável pela execução, o objetivo do programa (controlo/erradicação), as ações desenvolvidas, o sucesso alcançado e os principais fatores responsáveis pelos resultados obtidos e o envolvimento ou não da comunidade e de outros *stakeholders* aquando das tentativas de controlo e erradicação das EEI.

c) Análise quantitativa dos dados.

É de salientar que, em alguns casos, foi necessário a consulta de bibliografia adicional para complementar as propostas de melhorias aos programas de controlo e erradicação, e.g., literatura específica sobre métodos específicos para combater determinadas espécies-alvo.

Para a elaboração da secção nº 6, o primeiro passo foi selecionar as EEI a incluir. Para tomar esta decisão, utilizou-se como critério que tinha de estar documentado na literatura que estas estavam amplamente distribuídas em Portugal e que manifestavam um carácter invasor em grande parte desta região (e.g. em toda a região continental). Adicionalmente, optou-se por não incluir qualquer espécie vegetal uma vez que a página *web* do projeto “Invasoras.pt” já tem bastante informação sobre estas. Para verificar quais os organismos que cumpriam estes requisitos, consultou-se a legislação nacional em vigor e fez-se uma pesquisa nas bases de dados *Invasive Species Compendium* – CABI¹⁰ (Centro Internacional para a Agricultura e para as Biociências) e GISD¹¹ (*Global Invasive Species Database*). Após a fase de seleção efetuou-se uma pesquisa detalhada sobre cada EEI, nomeadamente:

- Aspectos biológicos e ecológicos;
- Vias de introdução;
- Impactes nefastos causados;
- Resumo sobre as proibições de acordo com a legislação portuguesa;
- Técnicas de gestão específicas para a espécie em causa.

Posteriormente, elaborou-se a ficha de cada espécie e procedeu-se à formatação do manual.

¹⁰ Website: <http://www.cabi.org/isc/>.

¹¹ Website: <http://www.iucngisd.org/gisd/>.

3) Publicação “Os contornos da invasão” – Parte 2

3.1) Preparação do manual

Para a elaboração da 2ª parte do manual procurou-se criar um conjunto de atividades que abordasse os principais tópicos associados à temática das invasões biológicas, nomeadamente: a identificação e monitorização de EEI, a gestão de EEI, as vias de introdução, as consequências das invasões biológicas e a diversidade de EEI presentes em Portugal. A maior parte das atividades são originais, tendo sido elaboradas apenas com recurso a uma pesquisa geral sobre o tema das EEI; no entanto, outras foram inspiradas em fontes bibliográficas específicas e/ou nas atividades já realizadas pelas autarquias portuguesas, nomeadamente:

- Atividade 1 – No rasto das invasoras (anexo III): atividade elaborada tendo por base uma metodologia já descrita e usada por vários autores para a deteção de EEI, tais como Griffiths *et al.* (2015) e Mayol *et al.* (2012);
- Atividade 2 – Herbário de invasoras (anexo III): atividade baseada numa das ações do projeto “*Forest Invaders*”¹² e nos recursos disponibilizados pela Agência Nacional para a Cultura Científica – Ciência Viva¹³;
- Atividade 3 – Invasora à vista! (anexo III): atividade baseada no projeto de ciência-cidadã “Invasoras.pt”, que é da autoria da Universidade de Coimbra e da Escola Superior Agrária de Coimbra;
- Atividade 4 – Toca a gerir (anexo III): atividade adaptada de casos de estudo descritos na literatura, como os descritos por Ali *et al.* (2013) e Bryce *et al.* (2011), e também dos relatos de algumas autarquias portuguesas que já realizam ações similares (consultar a subsecção 1.3 da seção IV).

Quanto ao público-alvo, tentou-se incluir propostas de ações de sensibilização para os *stakeholders* prioritários (aqueles considerados importantes, mas que são pouco abordados pelos municípios) – que foram identificados após a análise dos resultados da subsecção 1 da seção IV – de forma a incentivar as autarquias e respetivos técnicos a promoverem sessões para estes. Além disso, criaram-se ainda atividades para os públicos-alvo mais frequentes, com o intuito de melhorar e diversificar a oferta formativa/informativa dos municípios neste âmbito. Por exemplo, incluíram-se atividades já implementadas por vários municípios, mas que foram reformuladas de forma a

¹² Mais sobre o projeto em: <http://invasoras.pt/forest-invaders-projecto-escolher-ciencia-que-levou-o-problema-das-especies-invasoras-ate-escolas-secundarias/>.

¹³ Conteúdos disponíveis em: <http://www.cienciaviva.pt/projectos/pulsar/herbario.asp>.

introduzir pequenos ajustes para tornar a atividade mais interessante para os participantes e mais benéfica do ponto de vista da autarquia.

Adicionalmente, houve a preocupação de propor iniciativas de ciência-cidadã dirigidas para o preenchimento de lacunas na gestão das EEI feita pelas autarquias – falhas estas detetadas aquando da análise dos resultados da subseção 1 da seção IV –, como a ausência da avaliação quantitativa do sucesso alcançado pelas intervenções de controlo e erradicação.

3.2) Validação do jogo “*Boundary Breach*”

Após a preparação do guia foi proposto, à entidade responsável, a inclusão do jogo de tabuleiro “*Boundary Breach*” em atividades a aplicar aos alunos do ensino secundário durante os Dias Abertos da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto. Deste modo pretendia-se satisfazer a necessidade de fazer um teste e uma avaliação preliminar deste jogo de estratégia, já que foi esta a atividade mais complexa e cuja elaboração foi mais trabalhosa.

No decorrer dos Dias Abertos, após cada partida, foram feitas duas perguntas a cada conjunto de alunos:

- O que é que acharam do jogo?
- Qual é a melhor estratégia para vencer?

As respostas à segunda questão foram registadas e foi contabilizada a percentagem de partidas em que cada estratégia foi referida.

Posteriormente, resolveu-se fazer um segundo teste preliminar a esta atividade, para um público-alvo composto por estudantes do 2º ciclo. Para o efeito, preparou-se uma candidatura à Universidade Júnior da Universidade do Porto. No entanto, como a atividade proposta tinha de ocupar um dia inteiro, optou-se por juntar à candidatura também a atividade “No rasto das invasoras”.

Na Universidade Júnior, após cada partida, foi novamente colocada aos alunos a questão “Qual é a melhor estratégia para a vitória?”. As respostas foram registadas juntamente com o número de participantes que concordavam com cada estratégia. Além disso, foi também pedido a cada participante que escrevesse num pequeno papel um número de 1 a 5, onde 1 significava que não tinha gostado do jogo e 5 significava que tinha adorado. Posteriormente, estes dados foram analisados, calculando-se a

percentagem de alunos que concordavam com cada estratégia e a média das pontuações de satisfação.

Por último, é importante salientar que, em ambos os testes – mas especialmente no primeiro –, o tempo para a realização da atividade era reduzido e, como o jogo se incluía num contexto onde o objetivo principal não era a sua avaliação, não foi possível proceder a avaliações mais exaustivas.

IV – Apresentação e discussão de resultados

Uma análise preliminar dos resultados descritos ao longo deste trabalho foram a base de duas comunicações orais e outra em forma de póster (Oliveira *et al.*, 2016a; Oliveira *et al.*, 2016b; Oliveira *et al.*, 2016c).

1) Caracterização nacional das operações autárquicas

No total foram preenchidos 178 questionários, o que corresponde a uma taxa de resposta de 57,8% (n=308). Destes, 83,1% foram obtidos por telefone e 16,9% foram recebidos via *e-mail*, o que representa uma taxa de sucesso de aproximadamente 48% e 19%, respetivamente. Isto significa que, tal como já foi referido por outros autores (e.g. Brace, 2008), o inquérito por telefone foi mais eficiente, mas a combinação de ambos os métodos permitiu obter um maior número de respostas, pelo que se recomenda que, para trabalhos futuros, se utilize esta mesma abordagem ou ainda abordagens complementares. A duração de cada inquérito realizado por via telefónica foi muito variável: alguns demoraram apenas 5 minutos, enquanto outros duraram mais de 20 minutos.

De uma forma geral, os resultados obtidos foram francamente negativos, no que refere ao número e tipo de ações implementadas, o que sugere que a maioria dos inquiridos foi honesto aquando do preenchimento do questionário.

1.1) Caracterização do respondente

Ao todo este estudo envolveu 197 funcionários, o que representa uma média de $1,1 \pm 0,4$ respondentes por questionário. Contudo, claramente, na maioria dos municípios respondentes (n=160, 89,9%) foi apenas um único funcionário que respondeu às questões colocadas; mesmo assim, em alguns questionários onde aparece registado apenas um respondente, o inquirido ia pedindo apoio aos seus colegas para algumas respostas à medida que prosseguíamos com o inquérito.

Aparentemente contrário ao que acabou de ser mencionado, ao longo da fase de inquéritos, notou-se uma falta de comunicação entre os diferentes departamentos e divisões de várias Câmaras Municipais portuguesas no que diz respeito a esta temática. Esta situação acaba por se refletir na necessidade de contactar mais que uma pessoa para implementar o questionário na íntegra, sendo que em 14 das autarquias inquiridas (7,9%) houve dois respondentes e que em 3 (1,7%) foram 3 os responsáveis por preencher o questionário. Outro reflexo desta falha de comunicação e falta de

organização da informação são os elevados valores percentuais referentes às respostas “Não sabe/Não responde” em algumas das questões colocadas. Esta falta de cooperação no contexto interno da Câmara Municipal não é de todo desejável e destaca-se a importância de suprimir estas barreiras interdepartamentais, uma vez que as invasões biológicas têm implicações para diversas áreas (e.g. biodiversidade, gestão florestal, saúde pública, agricultura, pesca, qualidade da água) (Kettunen *et al.*, 2008; Mamiya e Shoji, 2009; Cariñanos e Casares-Porcel, 2011; IUCN, 2015; Wanga *et al.*, in press), que devem ser tidas em conta de forma a implementar um plano de gestão holístico. É também importante destacar que esta escassez de comunicação pode ter condicionado os resultados apresentados ao longo desta seção.

A maior parte dos respondentes (n=138, 69,7%) desempenhava o cargo de técnico superior municipal. No entanto, também se obteve a colaboração de chefes de divisão (n=22, 11,1%), responsáveis por determinados setores ou serviços (n=20, 10,1%), estagiários (n=4, 2,0%), comandantes operacionais (n=2, 1,0%), assistentes técnicos (n=2, 1,0%), entre outros (figura 3).

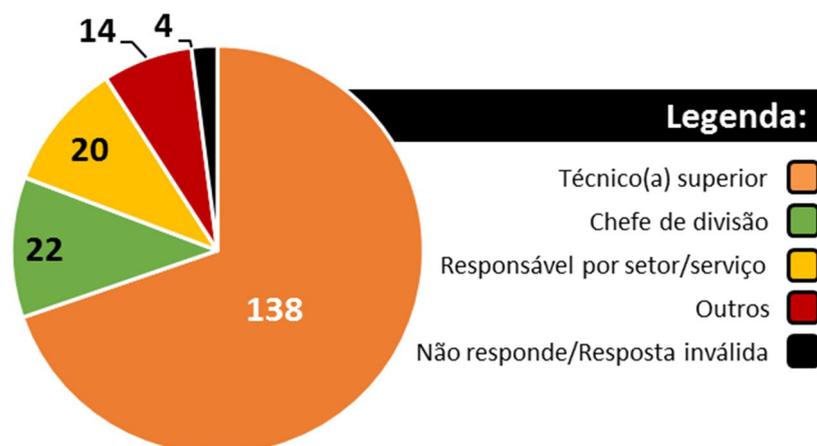


Figura 3 | Diversidade dos cargos exercidos pelos respondentes ao questionário e sua distribuição numérica pelos mesmos.

No espaço destinado à descrição das suas funções, as mais mencionadas pelos inquiridos (n=62, 31,3%) enquadram-se na área da gestão florestal, sendo que as seguintes funções mais referidas pelos respondentes estão relacionadas com: manutenção de espaços verdes (n=59, 29,8%), gestão de resíduos (n=56, 28,3%), ambiente (n=47, 23,7%), gestão dos recursos hídricos (n=41, 20,7%), educação ambiental (n=31, 15,7%) e proteção civil (n=25, 12,6%).

No que diz respeito à sua formação, 76,3% dos respondentes são detentores de uma ou mais licenciaturas, 15,2% possuem o grau de mestre, 3,0% têm um bacharelato e 0,5% são detentores do grau de doutor. Apenas 3,0% (n=6) dos funcionários contactados não possuem formação superior: 4 concluíram o ensino secundário (12º ano), um terminou o 11º ano e outro fez o 4º ano de escolaridade (figura 4).

A maioria dos respondentes com cursos superiores formou-se em biologia ou ciências ambientais (exceto tópicos florestais) (n= 69, 33,5%), 19,4% (n=40) são detentores de cursos especificamente direcionados para a área florestal, 17,0% (n=35) formaram-se em áreas relacionados com a agronomia e 5,8% (n=12) são arquitetos. Foram também registadas outras áreas de formação, como a medicina, a gestão de empresas, a engenharia humana e o ordenamento de território. É de salientar que alguns funcionários tinham formação em mais que uma destas áreas.

Este elevado grau de formação acarreta implicações relevantes no âmbito deste estudo, uma vez que:

- Pode ter havido um melhor entendimento do questionário por parte dos respondentes, permitindo obter respostas mais completas e precisas;
- Pode conduzir a uma melhor compreensão das falhas documentadas ao longo desta seção e suas consequências.

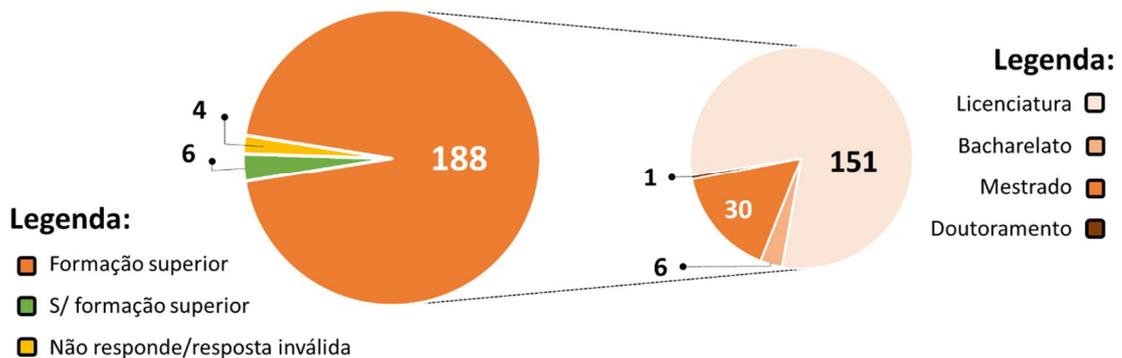


Figura 4 | Número de funcionários municipais inquiridos no âmbito do presente estudo distribuídos pelo seu grau de formação.

1.2) A identificação e monitorização das espécies exóticas invasoras

A identificação das EEI existentes no município e a sua monitorização foram levadas a cabo apenas por 20,8% (n=37) e 12,9% (n=23) dos municípios inquiridos¹⁴,

¹⁴ Alguns dos municípios que afirmaram não levar acabo estas ações tinham conhecimento de que estas atividades eram feitas por outras entidades (comunicação pessoal).

respetivamente. Este resultado revela-se preocupante já que põe em causa a deteção precoce de EEI, componente essencial das atividades preventivas. Além disso, isto torna difícil proceder à correta análise da prioridade na ação a dirigir a cada organismo, o que é fulcral para a correta alocação de recursos (Williams e Clout, 2009) e também para uma boa gestão das EEI (especialmente no que respeita à prevenção de novas introduções) (Genovesi *et al.*, 2010; Shine *et al.*, 2010).

Adicionalmente, das 23 autarquias que afirmaram monitorizar as EEI presentes no seu território, 12 (54,5%) não o faziam com uma periodicidade definida¹⁵, 2 (9,1%) faziam-no apenas de 5 em 5 anos, 6 (27,3%) realizavam-na anualmente e 2 (9,1%) executavam uma monitorização 2 vezes por ano. Portanto, como se pode ver, existia alguma heterogeneidade relativamente a este tópico. No entanto, é de destacar a necessidade de efetuar monitorizações regulares de forma a detetar precocemente novas introduções (tópico que será abordado de forma mais detalhada na subseção “Prevenção”) (CBD, 2002; Williams e Clout, 2009). Por exemplo, os indivíduos pertencentes às espécies *Procambarus clarkii* e *P. leniusculus* – ambas espécies exóticas presentes em Portugal – têm uma capacidade de dispersão natural notável: são capazes de percorrer 255 e 461 metros, respetivamente, em apenas meio-dia (Anastácio *et al.*, 2015).

Quanto à informação recolhida durante os processos de identificação e monitorização, para além da identificação da espécie, só 61,8% (n=21) dos municípios que o faziam registavam também a sua localização e apenas 44,1% (n=15) determinavam a área ocupada¹⁶ pela mesma, informações estas que são fatores importantes a ter em conta aquando da análise da prioridade na ação a dirigir a cada espécie e local a intervir (Roy *et al.*, 2014). Em contraste, em 2 municípios que realizavam a monitorização de EEI (5,9%), para além dos dados anteriores, registava-se ainda informação adicional: num era também identificado o estado de desenvolvimento dos indivíduos e no outro era anotado o estado dos focos de invasão. Outros fatores importantes a determinar para cada espécie de forma a proceder à correta análise da prioridade na ação a dirigir a cada EEI são os seus impactes para a biodiversidade e diferentes *stakeholders* e as características do local invadido, sendo que estes dados devem ser complementados com informação disponível na bibliografia, como as vias de introdução da espécie, a sua capacidade de dispersão e se já

¹⁵ É de ressaltar que, em várias autarquias, os respondentes afirmaram que, apesar de não existir uma periodicidade definida, a monitorização era feita com alguma regularidade (comunicação pessoal).

¹⁶ É de salientar que os municípios não foram questionados quanto à metodologia usada para registar a área.

manifestou um comportamento invasor noutros locais (Roy *et al.*, 2014). É de salientar que, atualmente, já se encontram disponíveis vários protocolos de avaliação do risco das EEI, que podem ser adotados para este fim (Verbrugge *et al.*, 2010; Roy *et al.*, 2014)

Na maioria das autarquias que procediam à inventariação e monitorização das EEI (88,2%, n=30), os levantamentos eram levados a cabo, exclusiva ou parcialmente, por funcionários da câmara, sendo que a maioria (53,1%, n=17) teve uma formação específica no âmbito das invasões biológicas. Contudo, os respondentes não foram inquiridos acerca do local onde adquiriram tal formação. Em alguns municípios em que estes processos eram feitos, os levantamentos eram conduzidos, exclusiva ou parcialmente, por entidades externas (20,6%, n=7), cidadãos (5,9%, n=2), sapadores florestais (2,9%, n=1) ou por alunos no âmbito de estágios curriculares (2,9%, n=1).

Apesar de não ser uma abordagem muito comum entre as autarquias portuguesas, uma forma de aumentar a frequência de monitorização e também de recolher mais dados sobre cada ocorrência, sem sobrecarregar os técnicos municipais, é exatamente recorrer à comunidade, promovendo ações de educação ambiental com uma componente de ciência-cidadã (ver atividade “Invasora à vista!”, anexo III).

1.3) A prevenção

A medida preventiva implementada por mais autarquias respondentes foi a fiscalização dos hortos municipais e da aquisição de materiais vegetais pelas autarquias (70,2%, n=125) (tabela IV). No entanto, detetaram-se diferentes níveis de rigor na aplicação desta medida:

- Alguns municípios tinham o cuidado de não adquirir nem propagar EEI no seu horto;
- Outras autarquias iam mais longe e também inspecionavam o material vegetal adquirido de forma a verificar se não estava contaminado com EEI, ou então tinham protocolos estabelecidos com entidades externas nesse sentido.

Apesar de esta opção prevenir introduções mediadas pelo município (Maki e Galatowitsch, 2004; Burnett *et al.*, 2012), a adoção somente desta medida não é suficiente para prevenir de forma eficaz novas invasões biológicas. Para isso, é também necessário (1) reduzir a quantidade de novas introduções por parte da comunidade (e.g. sensibilização da população e dos principais *stakeholders*, fiscalização de mercados e

lojas) e (2) ter em vigor sistemas que consigam detetar precocemente novas introduções e atuar rapidamente de forma a resolver o problema ou a facilitar uma posterior erradicação (CBD, 2002; Maki e Galatowitsch, 2004; Williams e Clout, 2009; Larson *et al.*, 2011).

No entanto, apenas 24,2% dos municípios respondentes (n=43) tinham ações de educação ambiental exclusivamente vocacionadas para as EEI (tabela IX), sendo que algumas das 126 autarquias que responderam “não” referiram que esta temática era englobada noutras atividades, como, por exemplo, durante a celebração do dia da floresta autóctone. A fiscalização de mercados e lojas era feita somente em 3,4% das autarquias inquiridas (n=6), só estavam em vigor sistemas de deteção precoce em 5,6% dos municípios respondentes (n=10) e apenas existiam medidas de emergência previstas em 11,2% das autoridades locais inquiridas (n=20).

Tabela IX | Quadro-resumo das respostas obtidas na seção “Prevenção”. Nesta tabela: F1 – Fiscalização do horto municipal e/ou da aquisição de material vegetal pela mesma entidade; F2 – Fiscalização de lojas de animais e mercados locais; F3 – Plano municipal dedicado às espécies exóticas invasoras; F4 – Sistema de deteção precoce; F5 – Medidas de emergência; N.s./N.r. – Não sabe/Não responde; R. inválida – Resposta inválida. É de salientar que todas as percentagens representam a percentagem de municípios respondentes e não a percentagem de municípios totais.

Resposta	F1		F2		F3		F4		F5		G1	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Sim	125	70,2	6	3,4	11	6,2	10	5,6	20	11,2	43	24,2
Não	24 ¹⁷	13,5	145 ¹⁸	81,5	154	86,5	156	87,6	144	80,9	126 ¹⁹	70,8
N. s./N. r.	27	15,2	27	15,2	13	7,3	12	6,7	14	7,9	9	5,1
R. inválida	2	1,1	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0

Dada a gravidade do problema em mãos e a enorme diversidade de setores afetados (Kettunen *et al.*, 2008; Mamiya e Shoji, 2009; Cariñanos e Casares-Porcel, 2011; IUCN, 2015; Wanga *et al.*, in press), é também desejável a sua priorização por parte das autarquias sob a forma de um plano municipal dirigido especificamente para esta temática, que funcione como uma ferramenta de política global de forma a promover boas práticas relativamente às EEI nos diversos setores. No entanto apenas 11 municípios portugueses (6,2% das autarquias respondentes) admitiram ter um plano municipal exclusivamente dedicado a esta ameaça. Uma questão também preocupante

¹⁷ Uma das autarquias que respondeu “não” a esta pergunta não tinha horto municipal nem adquiria materiais vegetais.

¹⁸ Alguns dos municípios que deram esta resposta referiram que não possuíam lojas de animais ou hortos no seu território.

¹⁹ Algumas das entidades locais que responderam “não” admitiram estar a planear atividades neste âmbito para aplicar em escolas já no próximo ano letivo (2016/2017).

é o facto de alguns dos inquiridos não saberem se existe ou não um plano de ação municipal, se tivermos em conta que em todas as autarquias que foram contactados tentaram sempre encaminhar a chamada para a pessoa mais adequada para responder a perguntas sobre esta temática.

Em suma, o esforço preventivo feito pelas autoridades locais encontrava-se muito aquém daquele que é necessário para prevenir de forma eficiente novas invasões biológicas.

1.3.1) A educação ambiental

No total, foi documentada a realização de mais de 175 sessões de educação ambiental exclusivamente vocacionadas para as EEI.

O público-alvo ao qual estas ações foram dirigidas está sumariado na figura 5. Muitos dos municípios inquiridos dirigiam os seus esforços educativos para as escolas (n=30, 69,8%), especialmente para o 1º e 2º ciclo, e para o público em geral (n=20, 46,5%). Algumas autarquias inquiridas promoveram também sessões para os seus funcionários e para os trabalhadores das Juntas de Freguesias sob sua alçada (n=5, 11,6 %). Adicionalmente, empresas, bombeiros, sapadores florestais e apicultores, entre outros, foram também alvo destas ações em alguns dos municípios respondentes (categoria “Outros”, n=10, 23,3%). No entanto, é de salientar que apenas uma autarquia promoveu sessões de sensibilização para professores.

Portanto, os municípios portugueses tendem a centrar os seus esforços de educação ambiental na sensibilização da comunidade, sendo que o investimento feito no envolvimento dos *stakeholders* e na formação dos seus funcionários foi muito reduzido, o que é igualmente fulcral para a prática de uma boa gestão deste problema (Brown e Sherley, 2002; García-Llorente *et al.*, 2008; Bunbury *et al.*, 2013). Além disso, não foram comunicadas ações especificamente destinadas a lojistas, proprietários de hortos ou comerciantes de mercados locais. No entanto, é importante realizar ações de educação ambiental para estes *stakeholders*, uma vez que estes podem:

- Proceder à venda de EEI – tal como já reportado em outros locais (Maki e Galatowitsch, 2004) – por uma errada identificação da espécie e/ou pelo possível desconhecimento da legislação em vigor (que impõe restrições ao comércio destes organismos);
- Disseminar espécies exóticas invasoras nos vasos de outras plantas (Maki e Galatowitsch, 2004).

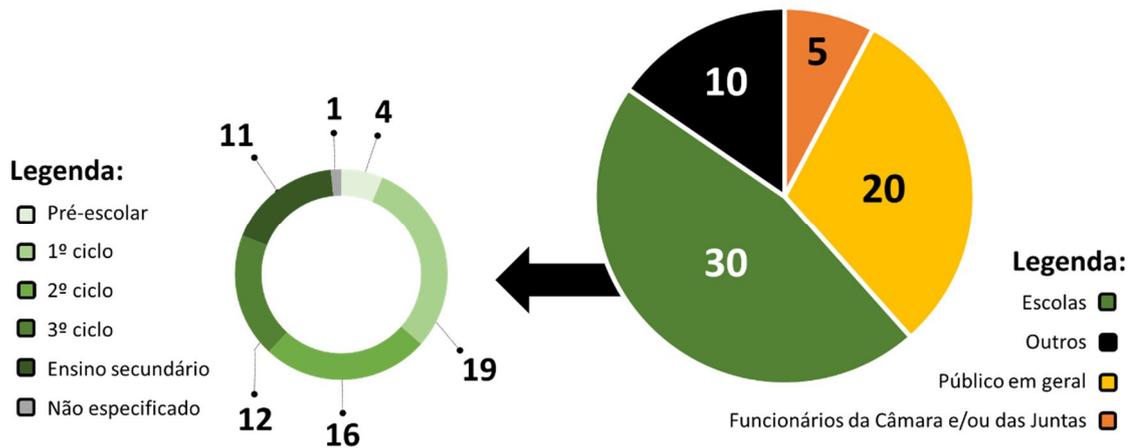


Figura 5 | Diversidade de públicos-alvo das ações de sensibilização e número de municípios que as promoveram.

Quanto à tipologia, grande parte das autoridades locais inquiridas incluiu nas sessões uma componente teórica (n=39, 90,7%) e atividades com uma forte componente de ciência-cidadã (n=21, 48,8%). Em contraste, apenas 20,9% (n=9) e 18,6% (n=8) dos municípios respondentes realizaram ações com componentes demonstrativas e práticas²⁰, respetivamente.

Para cada autarquia, para além das informações supramencionadas, foi também registado o número de diferentes tipos de atividades que realizavam, como, por exemplo, sessões que abordavam diferentes aspetos das invasões biológicas ou que foram vocacionadas para diferentes EEI. Ao todo registaram-se 55 tipos de ações distintos, onde a temática mais abordada foi as consequências das invasões biológicas (n=42, 76,4%). A gestão das EEI foi o segundo assunto mais discutido (n=35, 63,6%) e as características das EEI o terceiro (n=33, 60,0%). O tema incluído em menos tipos de atividades foi as vias de introdução (n=26, 47,3%), no entanto este é um dos tópicos considerados pela CBD (2002) como cruciais para a consciencialização deste problema, sendo que é importante para ilustrar o papel do Homem na proliferação das EEI.

A maioria dos tipos de atividades foram orientados para a sensibilização sobre uma espécie ou grupo de espécies em particular (n=45, 81,8%). As plantas foram o tema central em 37 tipos de ações distintos, sendo o género *Acacia* (n=22, 40,0%), o chorão-das-praias (*Carpobrotus edulis*) (n=14, 25,5%) e o espanta-lobos (*Ailanthus altissima*) (n=5, 9,1%) os organismos abordados em mais tipos de atividades. No que diz respeito ao Reino animal, registaram-se 8 tipos de ações:

²⁰ As atividades de ciência-cidadã têm uma componente prática e a maioria possui também uma componente demonstrativa, mas, para o efeito desta análise, tal não foi tido em conta.

- Cinco dedicados à vespa-asiática (*Vespa velutina*);
- Um vocacionado para o problema do nemátodo-da-madeira-do-pinheiro (*Bursaphelenchus xylophilus*);
- Um dirigido para o inseto *Aedes aegypti*;
- Um para alertar a comunidade sobre a tartaruga-de-orelhas-vermelhas (*Trachemys scripta elegans*).

1.4) O controlo e a erradicação

As ações de controlo foram implementadas com maior frequência do que os programas de erradicação, sendo que o número de autarquias inquiridas que as executou²¹ (n=65, 36,5%) foi três vezes superior ao de municípios respondentes que levaram a cabo tentativas de erradicação (n=20, 11,2%). Esta situação, juntamente com o esforço preventivo insuficiente (verificado na subseção anterior), indica que a abordagem hierárquica proposta pela CBD ainda não tinha sido implementada pela maioria das autoridades locais ou que a sua aplicação não foi efetuada de forma eficiente. Por sua vez, esta situação demonstra que os esforços autárquicos existentes não estavam a ser direcionados da melhor forma.

Quanto à motivação que conduziu à realização deste tipo de programas, a maioria dos municípios que os executou afirmou fazê-lo para proteger a biodiversidade nativa (n=42, 56,0%). Outros dos motivos mais apontados pelas autarquias que os levaram a cabo foram: a gestão de combustíveis para a prevenção de incêndios (n=19, 25,3%), a contenção da invasão (n=11, 14,7%), a preservação dos espaços verdes municipais (n=8, 10,7%) e a proteção de pessoas e/ou bens (n=7, 9,3%). Algumas ações foram também implementadas pelas autoridades locais para sensibilizar a comunidade (n=4, 5,3%), para controlar o pânico da população (n=2, 2,7%) ou para atenuar outros impactes das EEI, como a diminuição dos efetivos apícolas (n=3, 4,0%), a danificação dos recursos hídricos (n=3, 4,0%) e o agravamento do assoreamento (n=1, 1,3%). Além disso, numa situação em particular, a denúncia de um munícipe foi a força motora de uma ação de erradicação, o que evidencia a importância da cooperação da comunidade (Bax *et al.*, 2002; O’Keeffe, 2009, Bell *et al.*, 2011) e que salienta a relevância da educação ambiental também no âmbito dos programas de controlo e erradicação (Schuyler *et al.*, 2002; Rodríguez *et al.*, 2006; Bremner e Park, 2007). Numa outra autarquia, o facto de os funcionários terem sido alvo de uma sensibilização acerca desta

²¹ Alguns dos funcionários contactados assumiram que faziam algum tipo de controlo; no entanto, como as intervenções que realizavam eram muito esporádicas, não consideravam que fossem propriamente ações e, por isso, optaram por responder “não” (comunicação pessoal).

temática desencadeou a implementação de duas ações – um programa de controlo contra três espécies do género *Acacia* e uma ação de erradicação contra a espécie *Hakea sericea* –, o que indica que a realização de sessões de educação ambiental sobre esta temática para autarcas e funcionários municipais pode ter resultados muito positivos.

1.4.1) Taxa-alvo

Quanto aos organismos-alvo dos programas de controlo e erradicação (tabela X), estes foram na sua maioria plantas, sendo o género *Acacia* (com especial destaque para a espécie *Acacia dealbata*) o grupo taxonómico mais visado pelas ações dos municípios inquiridos (n=64, 59,8%). Tal não é surpreendente, uma vez que a espécie *Acacia dealbata* é considerada como uma das piores espécies exóticas invasoras em Portugal (Marchante *et al.*, 2008). Segue-se o chorão-das-praias (*Carpobrotus edulis*) com 14 ações descritas (13,1%) e a cana (*Arundo donax*) com 7 iniciativas documentadas (6,5%).

Tabela X | Taxa abrangidos pelos programas municipais de controlo e erradicação e respetivo número (n) e percentagem (%) de ações dirigidas a cada um. A cor amarela representa espécies animais; os restantes taxa descrevem espécies vegetais.

Taxa -alvo	n	%	Taxa -alvo	n	%
Género <i>Acacia</i>	64	58,2	<i>Ailanthus altissima</i>	4	3,6
<i>Acacia dealbata</i>	31	28,2	<i>Pittosporum undulatum</i>	4	3,6
<i>Acacia longifolia</i>	9	8,2	<i>Aedes aegypti</i>	1	0,9
<i>Acacia melanoxylon</i>	15	13,6	<i>Azolla filiculoides</i>	1	0,9
<i>Carpobrotus edulis</i>	14	12,7	<i>Bursaphelenchus xylophilus</i>	1	0,9
<i>Arundo donax</i>	7	6,4	<i>Eucalyptus globulus</i>	1	0,9
Género <i>Hakea</i>	6	5,5	<i>Ipomoea indica</i>	1	0,9
<i>Hakea sericea</i>	5	4,5	<i>Ricinus communis</i>	1	0,9
<i>Vespa velutina</i>	6	5,5	<i>Tradescantia fluminensis</i>	1	0,9
<i>Eichhornia crassipes</i>	5	4,5	-	-	-
<i>Cortaderia selloana</i>	5	4,5	Não sabe/Não responde	1	0,9

No que respeita às espécies animais, o organismo visado por mais ações foi a vespa-asiática (n=6, 5,6%), cuja presença em Portugal foi confirmada em 2011, na região norte (DGAV *et al.*, 2015), e que se tem expandido de forma preocupante desde então, sendo que já foi encontrada na região de Lisboa (ICNF, s.d.). Para além desta, também se registou uma ação contra o nemátodo-da-madeira-do-pinheiro (*Bursaphelenchus xylophilus*) e outra contra o mosquito *Aedes aegypti*.

1.4.2) Métodos implementados

No que diz respeito à tipologia das medidas implementadas (figura 6), os métodos mecânicos foram utilizados na maioria dos programas documentados (n=67, 60,4%), seguindo-se a combinação de técnicas mecânicas e químicas (n=33, 29,7%). No entanto, muitos dos municípios que aplicaram métodos químicos (como iremos ver de seguida) tentaram minimizar o seu impacto no restante ecossistema, fazendo apenas aplicações localizadas (e.g. pincelamento do produto na touça). Para além destas, registou-se ainda o uso da combinação das três tipologias (mecânica, química e biológica) numa ação (0,9%).

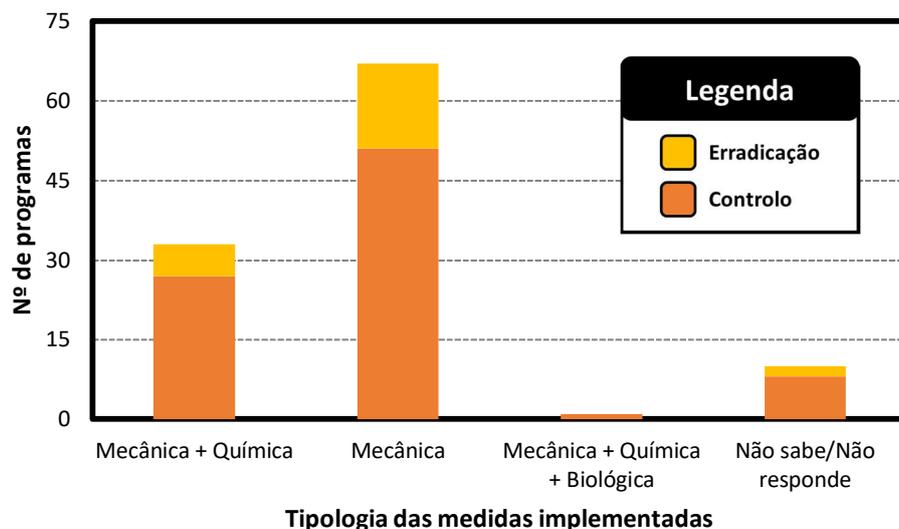


Figura 6 | Número de programas de controlo e erradicação por tipo de metodologia implementada.

No que respeita às espécies vegetais, a técnica mais frequentemente empregue foi o corte, que foi utilizado em 50,0% das ações (n=51), sendo que nem sempre a sua aplicação foi adequada, o que revela uma má preparação dos recursos humanos envolvidos. Por exemplo, alguns municípios reportaram que utilizavam somente este método para gerir a espécie *Acacia dealbata*. No entanto, está já comprovado que esta abordagem não é eficaz (Souza-Alonso *et al.*, 2013). A remoção, manual e/ou mecânica, foi a segunda técnica implementada em mais ações contra plantas exóticas invasoras (n=38, 37,3%) e a aplicação de produtos químicos foi a terceira (n=28, 27,5%), sendo que o pincelamento foi a forma de aplicação do produto químico mais frequente nestas ações (n=11, 39,3%). No entanto, para a maioria destas intervenções os respondentes não forneceram informação acerca do modo de aplicação (n=15, 53,6%). O princípio ativo utilizado também não foi especificado para muitos dos programas que envolveram a aplicação de pesticidas (n=23, 82,1%), sendo que os glicosatos (n=3, 10,7%) e os glifosatos (n=2, 7,1%) foram os únicos mencionados. Estas elevadas percentagens

enquadradas na categoria “Não sabe/Não responde” podem estar relacionadas com uma falha na construção do questionário, que não requeria especificamente estes dados e apenas pedia para, após selecionar a tipologia dos métodos, mencionar quais as técnicas usadas.

No que respeita às ações contra a vespa-asiática (*Vespa velutina*), na maioria dos programas documentados procedeu-se exclusivamente à remoção do ninho da árvore e à sua posterior inceneração ou queima (n=4). Num outro programa o método anterior foi implementado juntamente com a armadilhagem. No caso do nemátodo-da-madeira-do-pinheiro, na única ação descrita, procedeu-se ao abate das árvores infetadas e ao seu posterior encaminhamento para um local de tratamento. Os métodos usados para gerir a espécie *Aedes aegypti* não foram especificados.

A única técnica de controlo biológico documentada neste conjunto de dados foi a plantação de árvores de espécies nativas para fazer ensombramento aos exemplares de *Acacia dealbata*.

1.4.3) Duração e frequência das ações

Em vários programas, a duração de cada intervenção singular e a frequência com que estas eram feitas não foram indicadas pelos respondentes (32,7% e 35,5%, respetivamente).

Quanto à periodicidade, 34 programas (30,9%) não tinham uma frequência estipulada para a repetição das intervenções e 25 (22,7%) previam a realização de ações individuais uma, ou mais, vezes por ano. Em contraste, 5 iniciativas (4,5%) incluíam intervenções a executar apenas de dois em dois anos e 1 (0,9%) antecipava a realização de ações singulares a cada 3 anos. Além disso, 5 (4,5%) dos programas foram executados apenas uma única vez.

Vários dos esforços de gestão documentados (n=23, 20,9%) não possuíam uma duração fixa. Entre aqueles em que a extensão da intervenção era, por norma, pouco variável, o mais comum era demorarem apenas algumas horas (e.g. uma tarde ou uma manhã) (n=19, 17,3%). No entanto, foram documentados programas em que ocorriam intervenções regulares ao longo de dias (n=8, 7,3%), semanas (n=5, 4,5%) e mesmo vários meses (n=8, 7,3%). O valor máximo registado para a duração de uma única ação foi de 9 meses.

A necessidade de adequar os esforços de gestão à biologia e ecologia da espécie-alvo não deve ser subestimada: em algumas ações de erradicação malsucedidas, as causas apontadas como responsáveis pelo resultado negativo foram a frequência insuficiente das intervenções ou a sua execução no *timing* errado (Micol e Jouventin, 2002; Mayol *et al.*, 2012).

1.4.4) Recursos humanos envolvidos

Os funcionários municipais estiveram diretamente envolvidos em grande parte dos programas documentados (n=69, 62,7%) (figura 7). Bombeiros e sapadores florestais também participaram em algumas ações (5,5 e 18,2%, respetivamente). O envolvimento de entidades externas à Câmara Municipal, que não as anteriores, foi também registado em 28 das ações (25,5%). A participação de voluntários foi também descrita num número relevante de programas (n=24, 21,8%). Adicionalmente, numa ação em particular foi mencionado o envolvimento de reclusos e noutra foi relatada a inclusão de apicultores na equipa de trabalho.

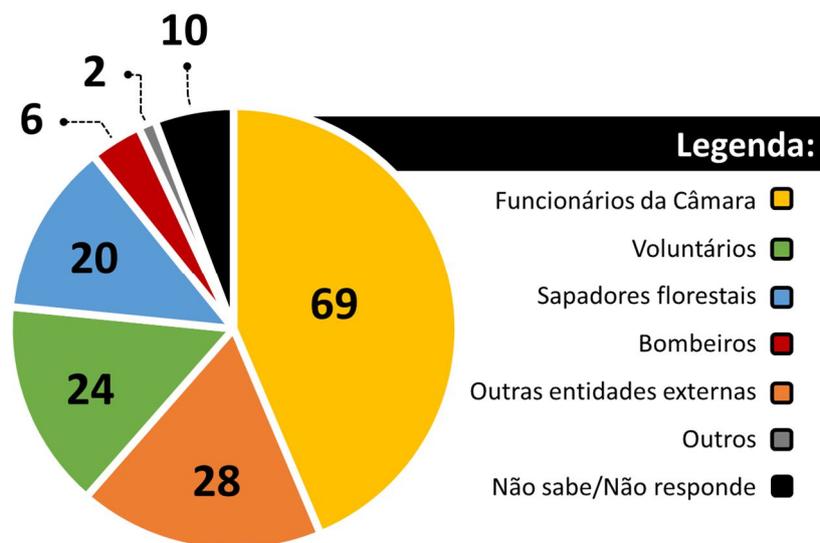


Figura 7 | Diversidade de recursos humanos envolvidos nas tentativas de controlo e erradicação levadas a cabo pelos municípios e respetivo número de ações em que participaram.

No que respeita aos funcionários autárquicos, bombeiros e sapadores florestais, em algumas das ações em que participaram, estes foram previamente instruídos sobre a problemática das invasões biológicas (n=35, 42,2%). No entanto, em 33 desses programas (39,8%) tal não aconteceu e, para os restantes 15 (18,1%), o respondente não tinha conhecimento se estes tiveram formação antes da execução da ação.

Estes dados são bastante relevantes, uma vez que a composição da equipa de trabalho e os seus atributos foram considerados em muitos programas de controlo e

erradicação como um dos fatores-chave para o seu sucesso. Muitos autores relatam as capacidades e a motivação dos recursos humanos envolvidos como sendo cruciais para o sucesso da ação (Brown e Sherley, 2002; West, 2002; Parkes *et al.*, 2010; Bell *et al.*, 2011; Alifano *et al.*, 2012). Outros mencionam que é fundamental a contratação e preparação de trabalhadores locais (Rodríguez *et al.*, 2006; Bunbury *et al.*, 2013) e a inclusão de voluntários (Ali *et al.*, 2013). Estes últimos ajudam a satisfazer outro fator determinante para o sucesso/insucesso das iniciativas: a disponibilidade de recursos (Beachy *et al.*, 2011; Holt e Cordingley, 2011; Roy *et al.*, 2012; Bunbury *et al.*, 2013). No entanto, no contexto nacional, a participação da comunidade esteve prevista apenas num número reduzido de programas e existiu ainda um grande número de ações que não foram precedidas de uma formação dirigida à equipa de trabalho.

1.4.5) Documentação das despesas

Apenas para 17,9% (n=20) das ações foi possível obter informação acerca dos custos associados à sua realização. Um número muito reduzido de autarquias argumentou que tinham as despesas documentadas, mas que preferiam não as divulgar (comunicação pessoal). De qualquer das formas, o impacte económico documentado por estas 20 ações totalizou 1.976.427 €, mas, este valor é apenas uma subestimativa, pois alguns dos municípios tinham apenas informação relativamente aos custos de determinada parte da ação ou só a partir de um dado ano.

De qualquer das formas, esta quantia estaria sempre longe de refletir a total magnitude económica desta problemática em Portugal, uma vez que não tem em conta:

- Os valores monetários despendidos com as atividades de identificação, monitorização, prevenção e educação ambiental;
- Os custos associados aos danos provocados por estas espécies diretamente na economia – e.g. entupimento de tubagens em sistemas de circulação de água (Rosa *et al.*, 2011) – e também aqueles associados aos danos infligidos aos serviços de ecossistema;
- As perdas resultantes dos impactes na biodiversidade.

Convém ainda salientar que alguns dos respondentes disseram que os programas de controlo e erradicação não tinham custos para a autarquia, dando como justificações:

- As ações foram levadas a cabo por funcionários da câmara, aos quais não foi feito nenhum pagamento extra;
- As intervenções foram executadas por voluntários, a autarquia só forneceu o transporte.

Mas tal não é verdade, mesmo nestas situações, os municípios enfrentam despesas:

- Os funcionários da câmara poderiam estar a exercer outras atividades no seu horário de trabalho, pelo que as horas que despendem no controlo e erradicação de EEI devem ser encaradas como uma despesa;
- Da mesma forma, o motorista que despende o seu tempo para conduzir os voluntários e mesmo a gasolina gasta nas deslocações constituem gastos para a autarquia.

A falta destes dados e o modo grosseiro como é feita a avaliação económica prende-se com a falta de aplicação de instrumentos económicos à análise da problemática das invasões biológicas, o que é considerado um componente essencial da sua gestão: as despesas associadas com a gestão das EEI e a quantificação dos danos provocados por estas nas mais variadas áreas são informações relevantes para o processo de tomada decisão, permitindo realizar escolhas mais informadas (Emerton e Howard, 2008). Por exemplo, tendo em conta os custos associados às técnicas de controlo/erradicação e a eficácia destas, é possível optar-se por medidas com uma melhor razão custo-benefício (Larson *et al.*, 2011).

1.4.6) Monitorização das intervenções

A maioria dos esforços de gestão (n=81, 73,6%) foram procedidos de uma monitorização, de forma a acompanhar a evolução da situação. Este aspeto é muito positivo já que este componente é essencial para se proceder a ajustes nos programas em tempo útil (Parkes *et al.*, 2010; Bunbury *et al.*, 2013) e é mesmo descrito por vários autores como sendo uma das principais causas de sucesso dos esforços de gestão (Brown e Sherley, 2002; Schuyler *et al.*, 2002; Parkes *et al.*, 2010; Poncet *et al.*, 2011; Bunbury *et al.*, 2013).

O sucesso obtido foi quantificado em 33,3% (n=27) das ações em que houve monitorização, o que não se verificou na maior parte destes programas (n=48, 59,3%). No entanto, para 60,7% das intervenções (n=16) em que o respondente afirmou que o sucesso foi avaliado quantitativamente, este não soube indicar qual o resultado dessa apreciação. Tal foi apenas feito para 6 programas:

- Dois programas de erradicação foram concluídos com sucesso: a população da(s) espécie(s)-alvo foram completamente eliminadas;

- Três programas de controlo revelaram-se bastante eficazes: em dois foi possível reduzir a população da(s) espécie(s)-alvo entre 70 a 80% e no outro a percentagem de redução foi de 90%;
- Um programa de erradicação, que ainda se encontrava a decorrer aquando do inquérito, encontrava-se no bom caminho: já tinha conseguido reduzir em 90% a população da espécie-alvo.

A eficiência das técnicas de controlo e erradicação são um aspeto crítico a ter em conta aquando da sua seleção (Hansen, 2007; Dana *et al.*, 2009; Larson *et al.*, 2011). No entanto, a eficácia é influenciada por vários fatores, como o local em que a técnica é aplicada (Poncet *et al.*, 2011), pelo que essa informação pode não estar previamente disponível, daí a importância de documentar também estes dados.

1.4.7) Datas de início e de conclusão

Os programas de controlo já eram implementados antes do ano 2000, no entanto, a primeira erradicação descrita neste conjunto de dados iniciou-se precisamente no ano 2000, sendo que até 2004 tiveram início mais duas ações de erradicação (figura 8).

Além disso, é nítido que o número de iniciativas para controlar e erradicar EEI aumentou ao longo dos últimos anos. Neste caso, do período de 2000 a 2004 para o período seguinte, o número de programas quase que quadruplicou e, entre 2005-2009 e 2010-2015, o número de iniciativas praticamente aumentou cerca de 1,7 vezes, o que sugere uma crescente consciencialização por parte dos autarcas quanto a esta problemática.

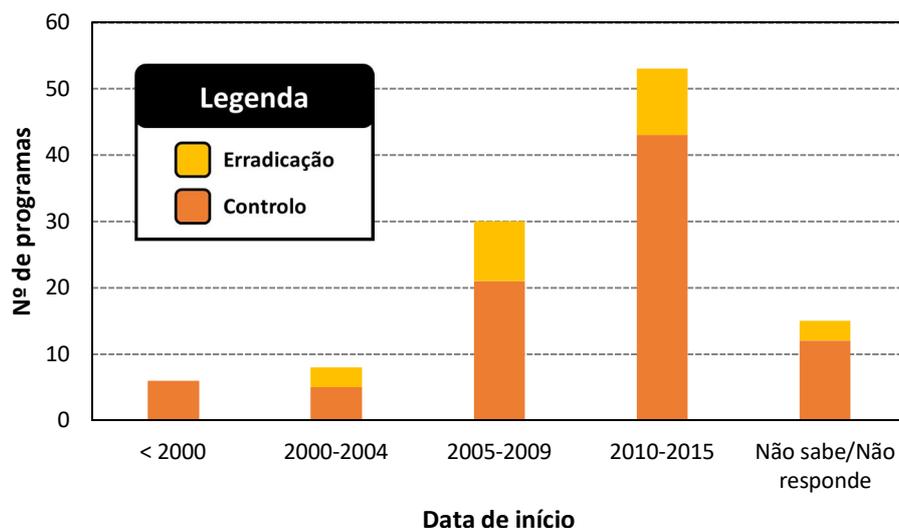


Figura 8 | Número de programas de controlo e erradicação por período de começo dos mesmos.

Noutros países da Europa, o panorama é um pouco diferente no que respeita às erradicações (Genovesi e Carnevali, 2011):

- Existem registos de ações levadas a cabo antes da década de 1990;
- O número de programas aumentou de forma relevante na década de 90;
- No período 2000-2009, o número de ações aumentou para além do dobro.

Não foram encontrados dados europeus semelhantes para comparação em termos de programas de controlo.

A maior parte dos programas de controlo descritos (n=64, 74,4%) encontravam-se, à data de término da inquirição efetuada no âmbito do presente estudo (Janeiro de 2016), em curso, o que é bastante positivo já que indica que as autoridades locais têm mostrado disponibilidade para manter estas intervenções que são um compromisso a longo-prazo. No que respeita às erradicações, apenas 9 (37,5%) programas se encontravam a decorrer.

1.5) Caracterização das diferenças a nível regional

1.5.1) A identificação e monitorização das espécies exóticas invasoras

No que diz respeito ao fator localização 1 (autarquias separadas em três grupos: litoral, interior e ilhas), a zona litoral apresentou uma maior percentagem de municípios respondentes que efetuaram a inventariação das EEI (n=23, 27,4%), sendo que, no interior, a percentagem de autarquias inquiridas que investiu neste componente foi a menor (n=11, 13,8%). Quanto à atualização do inventário verificou-se o mesmo padrão (figura 9-A). No entanto, estas diferenças não são estatisticamente significativas (inventariação: $H_{(2, N=178)}=4,675$, $p=0,0966$; monitorização: $H_{(2, N=37)}=0,051$, $p=0,9748$).

Também se detetaram diferenças entre as regiões definidas com base no fator localização 2 (municípios separados em sete grupos: Norte, Centro, área metropolitana de Lisboa, Alentejo, Algarve, Arquipélago da Madeira, Arquipélago dos Açores): o Arquipélago da Madeira apresentou uma maior percentagem de autarquias respondentes que efetuaram o levantamento das EEI (n=2, 50,0%), enquanto a percentagem mais baixa foi registada no Alentejo (n=2, 6,5%) (figura 9-B). Quanto à monitorização, verificou-se uma situação diferente: a área metropolitana de Lisboa e o Arquipélago da Madeira destacaram-se com 27,3% e 25,0% dos municípios inquiridos a procederem à monitorização das EEI, respetivamente. O Alentejo foi novamente a região com uma menor percentagem (n=2, 6,5%). Mais uma vez, estas diferenças não

são significativas do ponto de vista estatístico (inventariação: $H_{(6, N=178)}=7,155$, $p=0,3067$; monitorização: $H_{(6, N=37)}=5,320$, $p=0,9748$).

É ainda de salientar que, no que diz respeito à atualização do levantamento, foi notada ainda outra diferença relevante (figura 9-B):

- Área metropolitana de Lisboa, Alentejo, Algarve e Arquipélago dos Açores: todas as autarquias que efetuaram a inventariação de EEI também procederam à sua atualização;
- Norte, Centro e Arquipélago da Madeira: apenas cerca de metade dos municípios que tinham um inventário de EEI é que o atualizavam.

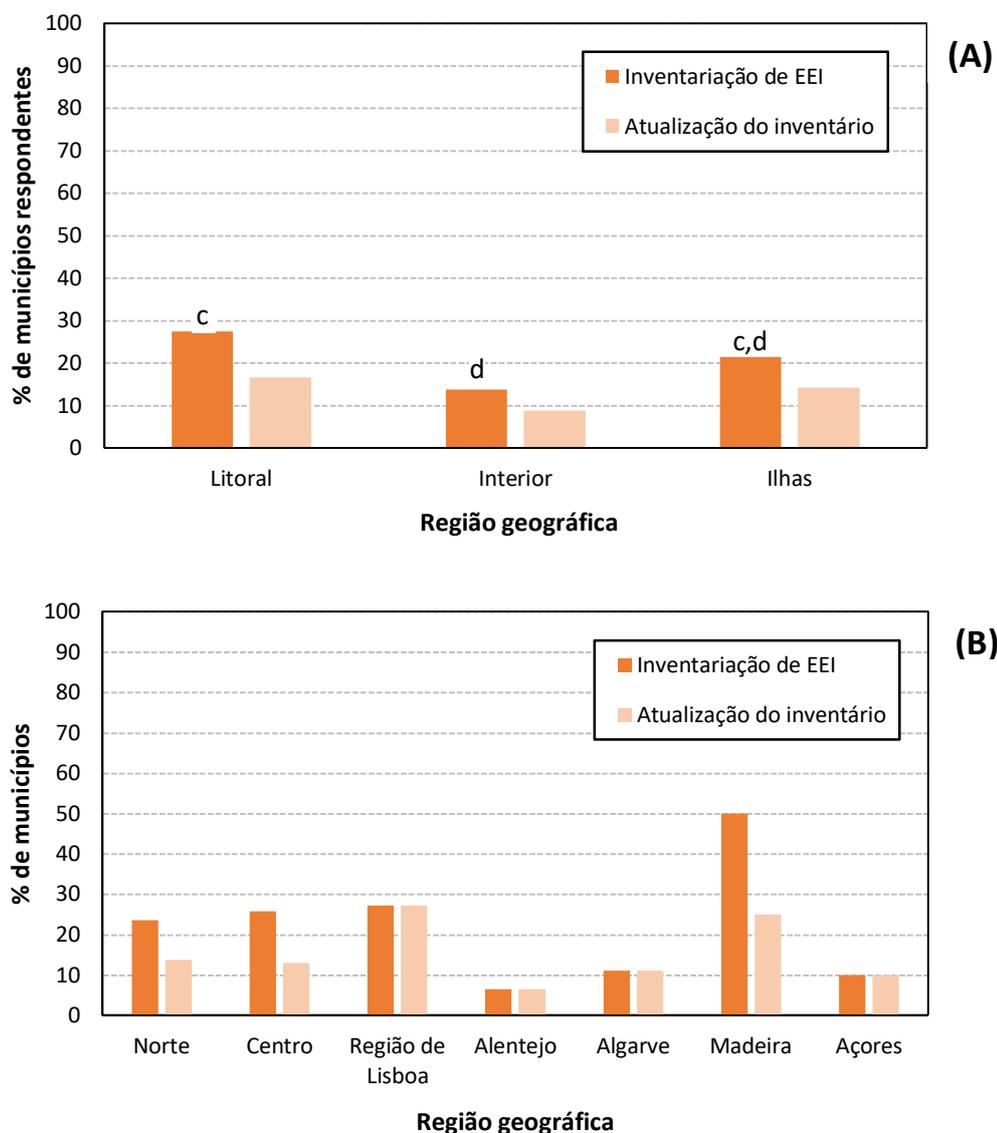


Figura 9 | Percentagem de autarquias respondentes que procederam, à inventariação e monitorização de EEI por região geográfica. Na figura, as letras “c” e “d” ilustram as diferenças estatisticamente significativas ($p<0,05$), detetadas através da análise de comparações múltiplas. Gráfico (A) – localização 1; gráfico (B) – localização 2.

A frequência com que foi feita a monitorização de EEI também diferiu entre as várias regiões geográficas da localização 1 (figura 10 – A). Nas ilhas, de uma forma geral, os levantamentos foram feitos com uma maior regularidade. No interior do continente, a maioria das autarquias que efetuavam a atualização do inventário (n=5, 71,4%) faziam-na pelo menos uma vez por ano. No litoral a situação revelou-se bem diferente: a maior parte dos municípios que efetuavam a monitorização (n=10, 71,4%) não o faziam com uma frequência definida, duas autarquias (14,3%) executavam a atualização do inventário apenas de 5 em 5 anos e outras duas (14,3%) realizavam-na anualmente.

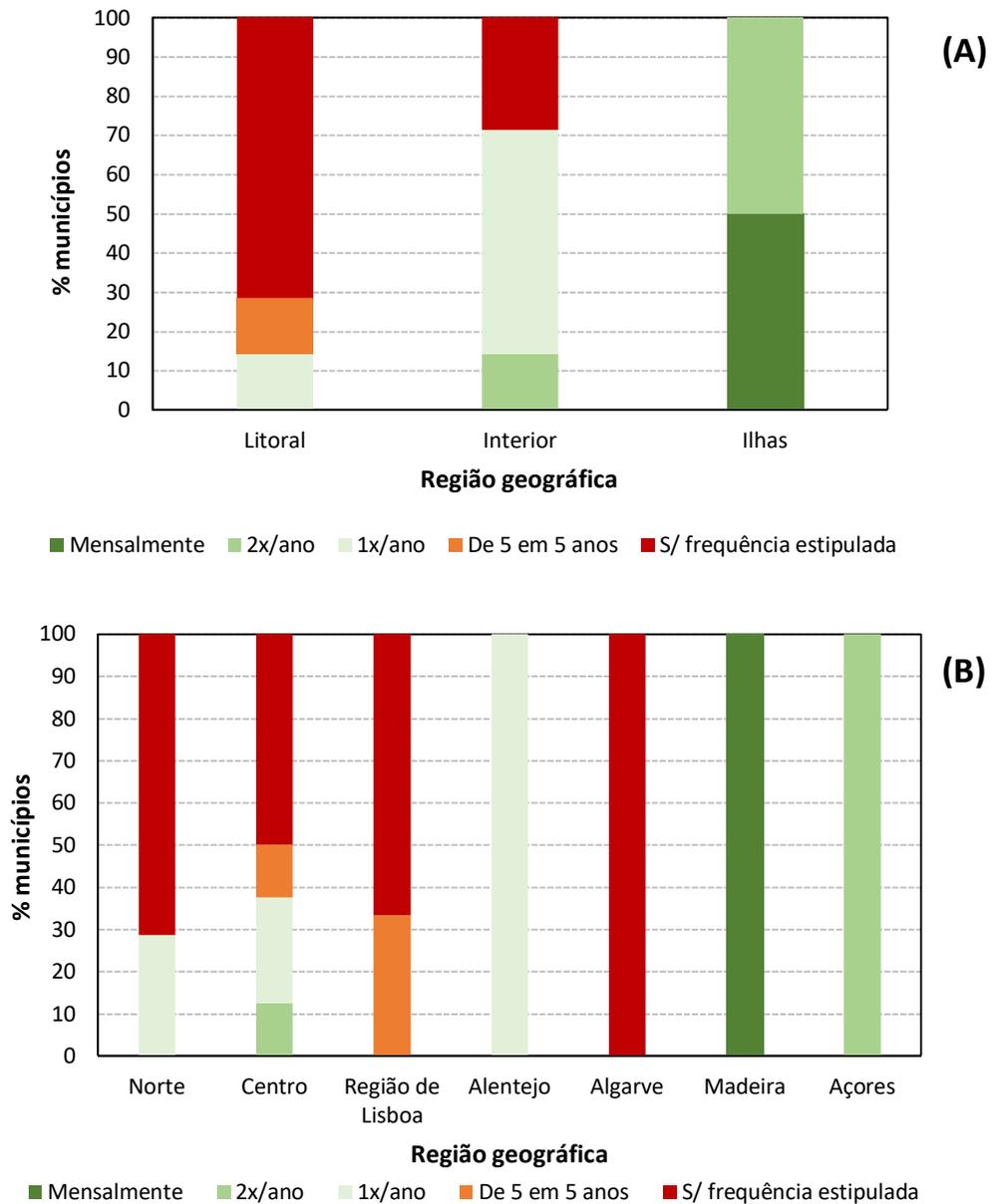


Figura 10 | Frequência relativa com que a monitorização de EEI é feita pelas autarquias das diferentes regiões. Em ambos os gráficos, o eixo dos yy representa a percentagem de municípios que efetuam a monitorização de EEI, por região geográfica. Legenda: (A) – localização 1; (B) – localização 2.

Ao comparar as sete zonas que compõem a localização 2 também se detetaram diferenças (figura 10 – B). No Algarve, no Norte e na área metropolitana de Lisboa a maioria dos municípios respondentes que efetuavam a monitorização de EEI não possuía uma frequência estipulada para proceder à atualização do levantamento de EEI. No Centro, uma percentagem elevada de autarquias que realizava a monitorização não o fazia com uma frequência regular ($n=4$, 50%). Em contraste, no Alentejo e nos Arquipélagos da Madeira e dos Açores todos os municípios que efetuavam a atualização do inventário de EEI tinham uma frequência estipulada para a realização destas operações. No Arquipélago da Madeira estas foram feitas mensalmente ($n=1$, 100%), no Arquipélago dos Açores estas foram conduzidas duas vezes por ano ($n=1$, 100%) e, no Alentejo, aconteciam anualmente ($n=1$, 100%).

Do ponto de vista estatístico, existem diferenças significativas entre as regiões da localização 1 ($H_{(2, N=23)}=10,094$, $p=0,0064$), nomeadamente entre as ilhas e a zona litoral ($p<0,05$), sendo que nesta última a monitorização era realizada de forma mais regular. No entanto, as diferenças observadas para a localização 2 não são estatisticamente significativas ($H_{(6, N=23)}=9,596$, $p=0,1427$).

1.5.2) O controlo e a erradicação

Quanto ao fator localização 1, o litoral foi a região onde a percentagem de autarquias respondentes que levaram a cabo programas de controlo foi superior ($n=41$, 48,8%) (figura 11 – A), sendo realizadas, em média, $1,4\pm 0,6$ ações por município (de um total de 86 ações executadas por 65 municípios) (figura 12 – A). Já o interior apresentou a menor percentagem de autarquias respondentes a investir neste tipo de intervenções ($n=19$, 23,8%). No entanto, nesta região, as autoridades locais inquiridas realizavam, em média, mais ações do que nas ilhas ($1,2\pm 0,7$ ações no interior e 1,0 ações nas ilhas, de um total de 86 ações executadas por 65 municípios). Do ponto de vista estatístico, existem diferenças significativas entre a percentagem de autarquias que realizaram iniciativas de controlo ($H_{(2, N=178)}=10,094$, $p=0,0064$), nomeadamente entre a zona litoral – onde uma maior proporção de municípios investiu nesta abordagem – e o interior de Portugal continental ($p<0,05$). As diferenças regionais entre o número médio de ações de controlo levadas a cabo por autarquia também foram classificadas como significativas ($H_{(2, N=65)}=8,389$, $p=0,0151$), no entanto, a análise de comparações múltiplas realizada posteriormente não detetou diferenças entre nenhum dos pares de regiões testados. Esta análise foi repetida, desta vez manualmente, seguindo os passos descritos por Zar (2010), mas o resultado obtido foi semelhante.

A percentagem de municípios inquiridos que levaram a cabo programas de erradicação foi superior na zona litoral ($n=14$, 16,7%), seguem-se as ilhas ($n=2$, 14,3%) e o interior ($n=4$, 5,0%) (figura 11 – A). No entanto, estas diferenças não são significativas do ponto de vista estatístico ($H_{(2, N=178)}=3,361$, $p=0,1863$). A média de ações de erradicação realizadas por autarquia foi superior no interior ($1,3\pm 0,5$ ações, de um total de 24 ações executadas por 20 municípios) (figura 12 – A), mas, mais uma vez, as diferenças não são estatisticamente significativas ($H_{(2, N=20)}=0,562$, $p=0,7552$).

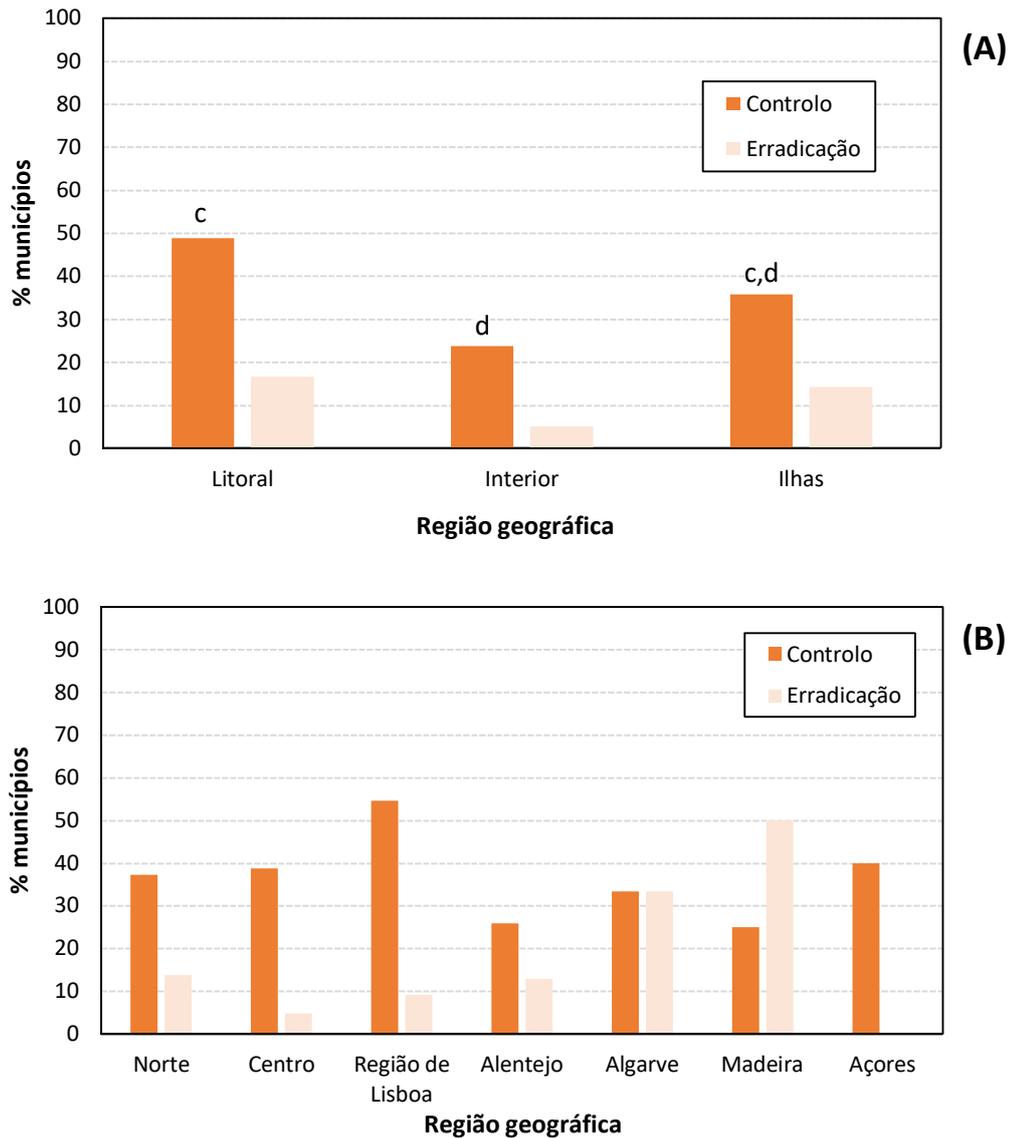


Figura 11 | Percentagem de municípios respondentes que levaram a cabo programas de controlo e erradicação por região geográfica. Na figura, as letras “c” e “d” ilustram as diferenças estatisticamente significativas ($p<0,05$), detetadas através da análise de comparações múltiplas. Gráfico (A) – localização 1; gráfico (B) – localização 2.

No que diz respeito ao fator localização 2, a área metropolitana de Lisboa apresentou a maior percentagem de autarquias respondentes que realizaram esforços para controlar as EEI ($n=6$, 54,5%) (figura 11 – B). Em contraste, o Alentejo e o Arquipélago

da Madeira foram as regiões com as menores percentagens de municípios inquiridos a utilizar esta abordagem (25,8% e 25,0%, respetivamente). Estas diferenças não são estatisticamente significativas ($H_{(6, N=178)}=3,214, p=0,7816$). No que respeita ao número médio de programas de controlo executados por autarquia, destaca-se o Arquipélago dos Açores, que apresenta o valor mais baixo (1,0 ações por município, de um total de 86 ações executados por 65 municípios) (figura 12 – B). É de salientar que não se obtiveram dados para o Arquipélago da Madeira relativamente a este tópico. De qualquer das formas, também estas diferenças não são significativas do ponto de vista estatístico ($H_{(6, N=65)}=6,289, p=0,3916$).

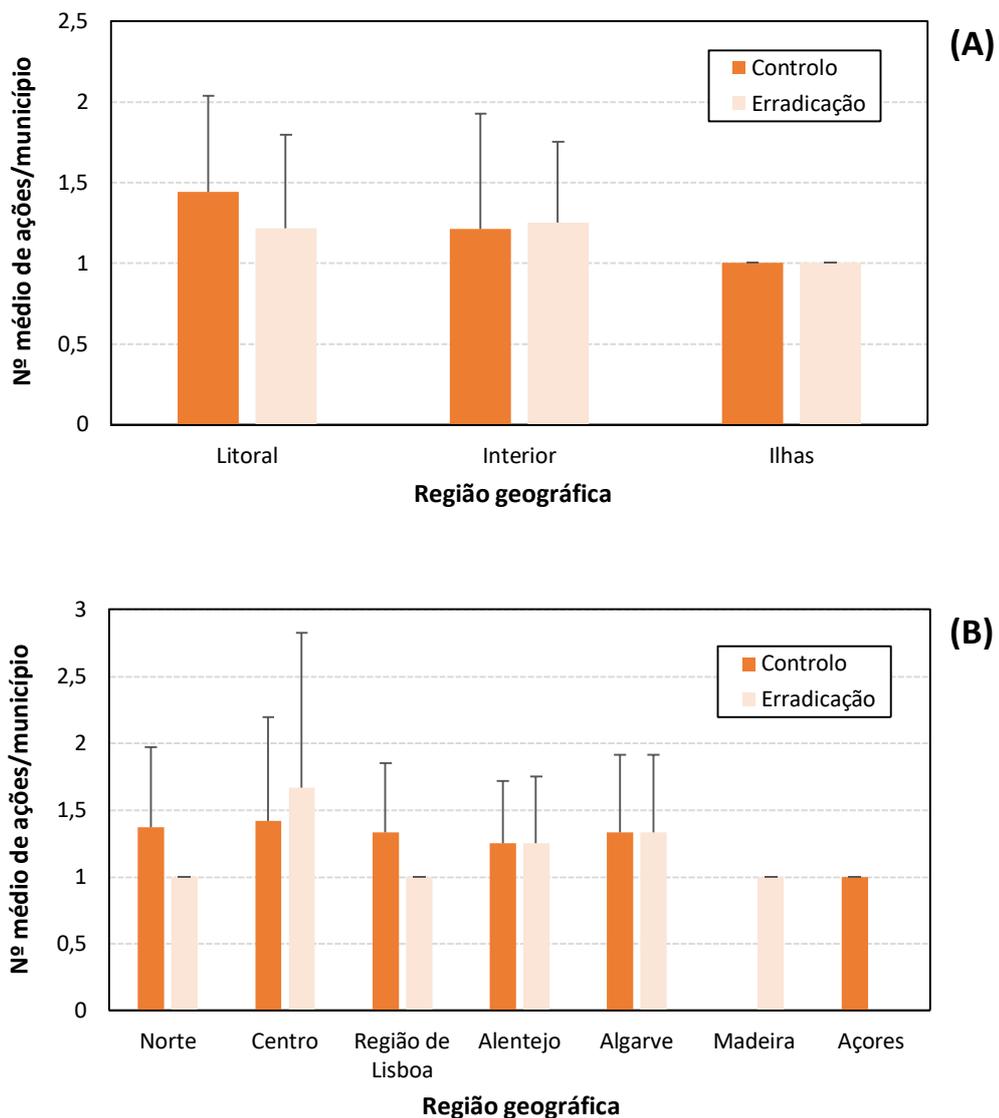


Figura 12 | Número médio de programas de erradicação e controlo levados a cabo pelas autarquias nas diferentes regiões geográficas. Para a construção destes gráficos foram apenas consideradas as autoridades locais que responderam “sim” às perguntas D.1 e/ou E.1 do questionário, ou seja, as autarquias que afirmaram realizar ações de controlo e/ou erradicação. As barras de erro representam o desvio padrão. Legenda: gráfico (A) – localização 1; gráfico (B) – localização 2.

Quanto aos programas de erradicação, o Arquipélago da Madeira foi a região com a maior percentagem de autarquias inquiridas a investir nesta abordagem ($n=2$, 50,0%) (figura 11 – B). Destaca-se ainda o Algarve, onde 33,3% ($n=3$) dos municípios respondentes levaram a cabo ações de erradicação. Nas restantes regiões as percentagens foram inferiores a 15,0%. No que respeita a esta variável, detetaram-se diferenças estatisticamente significativas ($H_{(6, N=178)}=16,810$, $p=0,0100$), no entanto a análise de comparações múltiplas não foi capaz de detetar devidamente diferenças entre nenhum dos pares de regiões testados. Esta análise foi repetida, desta vez manualmente, seguindo os passos descritos por Zar (2010), mas o resultado obtido foi semelhante, não tendo sido possível detetar diferenças entre os pares de grupos constituídos.

O Centro, apesar de ter apresentado uma das mais reduzidas percentagens de municípios inquiridos que investiram na erradicação ($n=3$, 4,8%), foi a região com o maior número médio de programas que se realizaram por autarquia ($1,7\pm 1,2$ ações, de um total de 24 ações executadas por 20 municípios) (figura 12 – B). Destacam-se ainda o Algarve e o Alentejo, com uma média de $1,3\pm 0,6$ ações e $1,3\pm 0,5$ ações por município (de um total de 24 ações executadas por 20 municípios), respetivamente. É de salientar que estas diferenças não são estatisticamente significativas ($H_{(5, N=20)}=3,554$, $p=0,6152$).

Tendo por base o fator localização 1, no litoral e nas ilhas, cerca de 20% das autarquias que realizaram ações de controlo dirigiram esses esforços à gestão de EEI animais (figura 13 – A). Quanto aos programas de erradicação, foi nas ilhas que uma maior percentagem de autarquias que realizaram programas de controlo levaram a cabo ações contra espécies animais ($n=1$, 50,0%) (figura 13 – B). No interior, os programas de controlo e erradicação reportados visaram exclusivamente plantas exóticas invasoras.

No que respeita ao fator localização 2, no Norte houve municípios que realizaram ações de controlo e erradicação contra animais (figura 14). Na região Centro e no Alentejo também algumas autarquias que efetuaram ações de controlo dirigiram os seus esforços a EEI animais (Centro: $n=2$, 8,3%; Alentejo: $n=1$; 12,5%). No Arquipélago da Madeira, um dos municípios que realizou ações de erradicação (50%) dirigiu os seus esforços ao combate de espécies animais.

No entanto, as diferenças encontradas não são estatisticamente significativas relativamente às diferentes regiões da localização 1 (controlo: $H_{(2, N=65)}=4,595$, $p=0,1005$;

erradicação: $H_{(2, N=20)}=3,921$, $p=0,1408$) e o mesmo se verifica quanto ao fator localização 2 (controlo: $H_{(6, N=65)}=10,619$, $p=0,1009$; erradicação: $H_{(5, N=20)}=4,675$, $p=0,4569$).

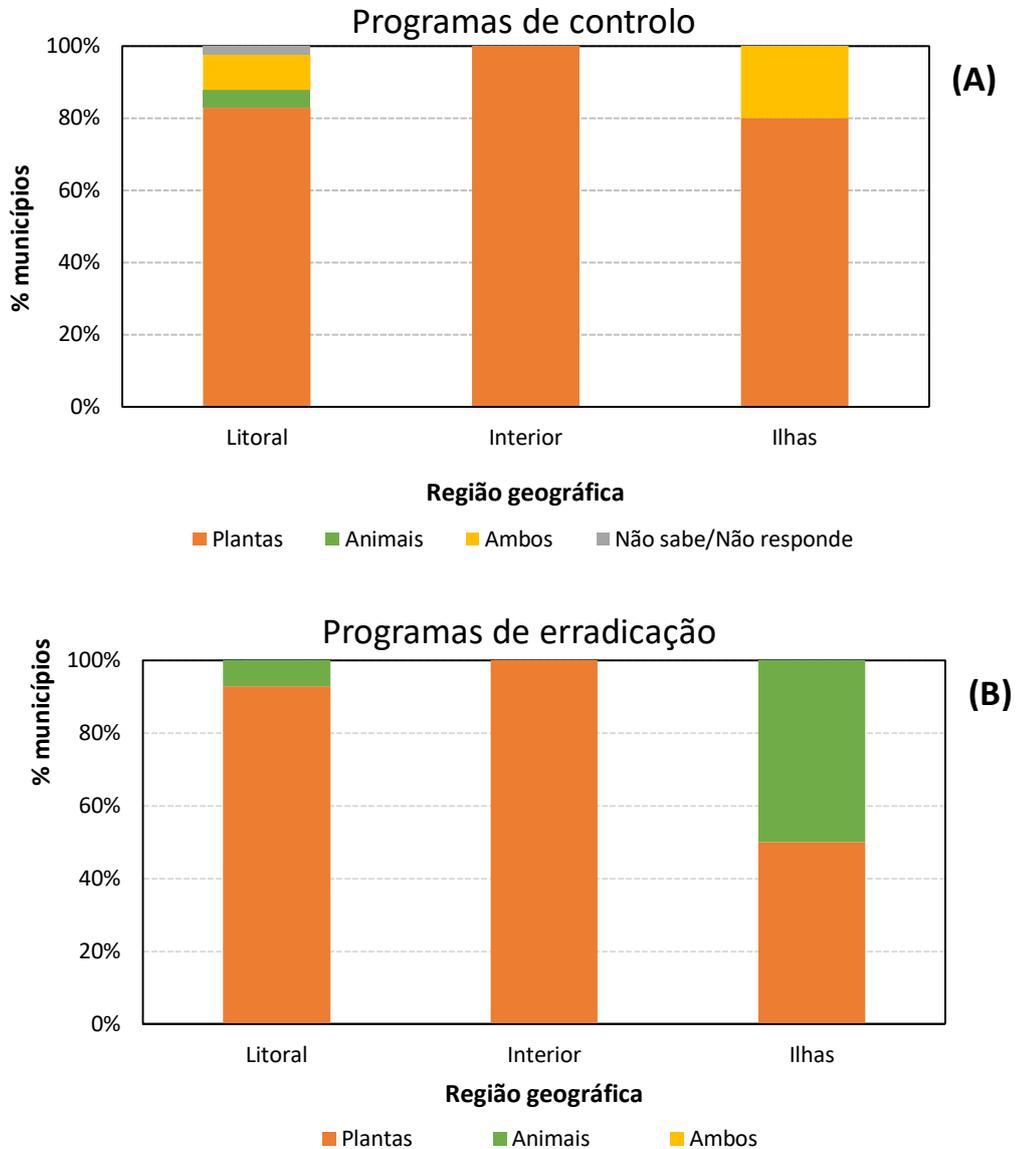


Figura 13 | Percentagem relativa de municípios respondentes, por região geográfica (localização 1), que realizaram programas contra plantas, animais e ambos. Legenda: (A) – programas de controlo, (B) – programas de erradicação. No eixo dos yy está representada a percentagem de municípios que levaram a cabo programas de (A) controlo e (B) erradicação.

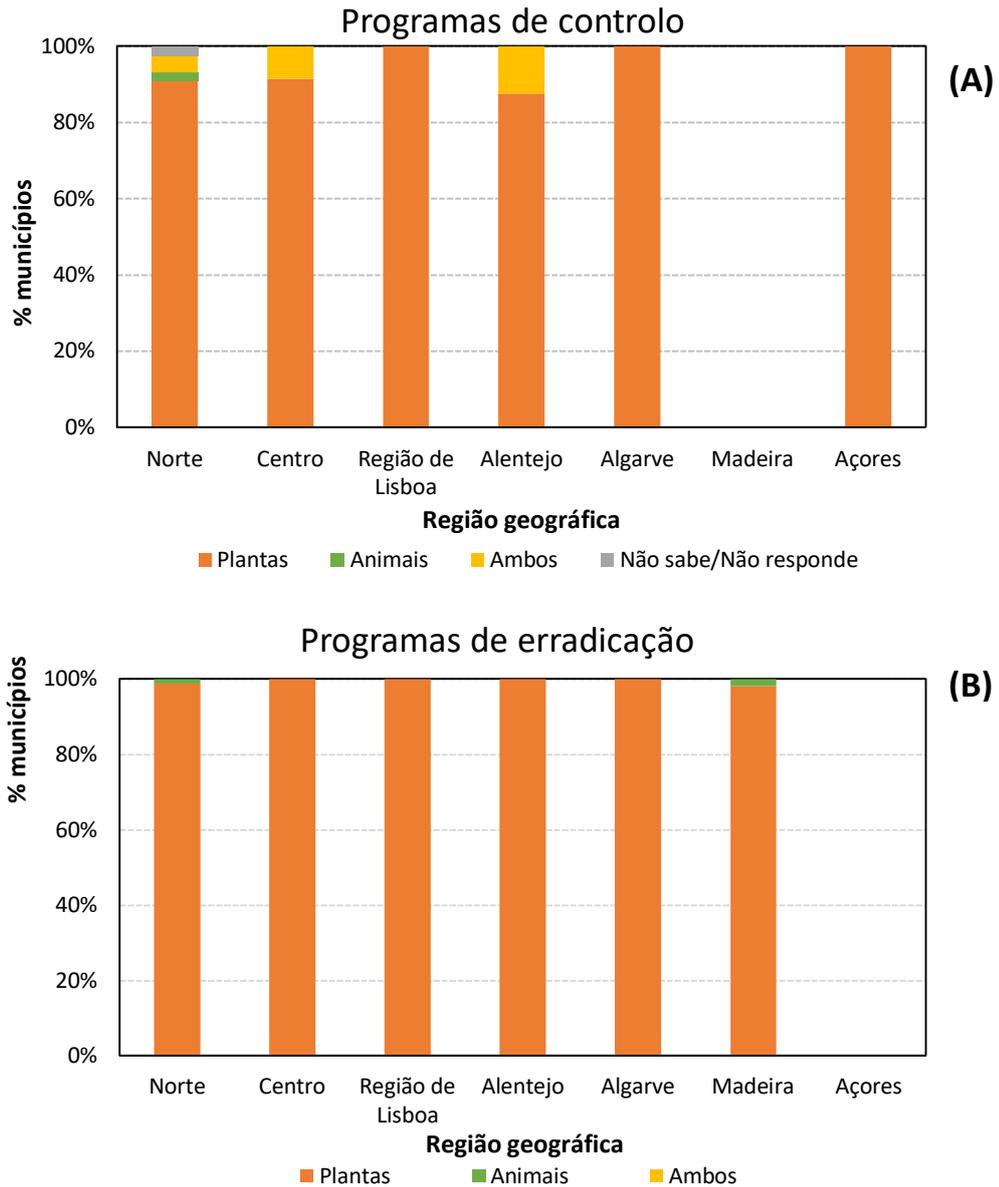


Figura 14 | Percentagem relativa de municípios, por região geográfica (localização 2), que realizaram programas contra plantas, animais e ambos. Legenda: (A) – programas de controlo, (B) – programas de erradicação. No eixo dos yy está representada a percentagem de municípios que levaram a cabo programas de (A) controlo e (B) erradicação.

1.5.3) A prevenção

Quanto ao fator localização 1, o litoral foi a região onde os municípios respondentes efetuaram, em média, um maior esforço preventivo ($1,4 \pm 1,0$ medidas adotadas por autarquia inquirida) (figura 15 – A). No que diz respeito ao fator localização 2, o Arquipélago da Madeira foi a região onde a média de medidas preventivas adotadas foi superior ($1,8 \pm 1,5$ medidas implementadas por município respondente) (figura 15 – B). Em contraste, o Algarve apresentou a média mais baixa entre as sete regiões ($0,9 \pm 0,8$ medidas adotadas por autarquia inquirida).

As diferenças observadas quanto às diferentes regiões da localização 2 não são estatisticamente significativas. No entanto, existem diferenças estatisticamente significativas quanto ao fator localização 1 ($H_{(2, N=178)}=11,110, p=0,0064$), nomeadamente entre a zona litoral e o interior do país ($p<0,05$), que apresenta a média mais baixa. De qualquer das formas, em todas as regiões das duas localizações, a situação encontra-se longe do ideal (CBD, 2002; Maki e Galatowitsch, 2004; Williams e Clout, 2009; Larson *et al.*, 2011; Burnett *et al.*, 2012).

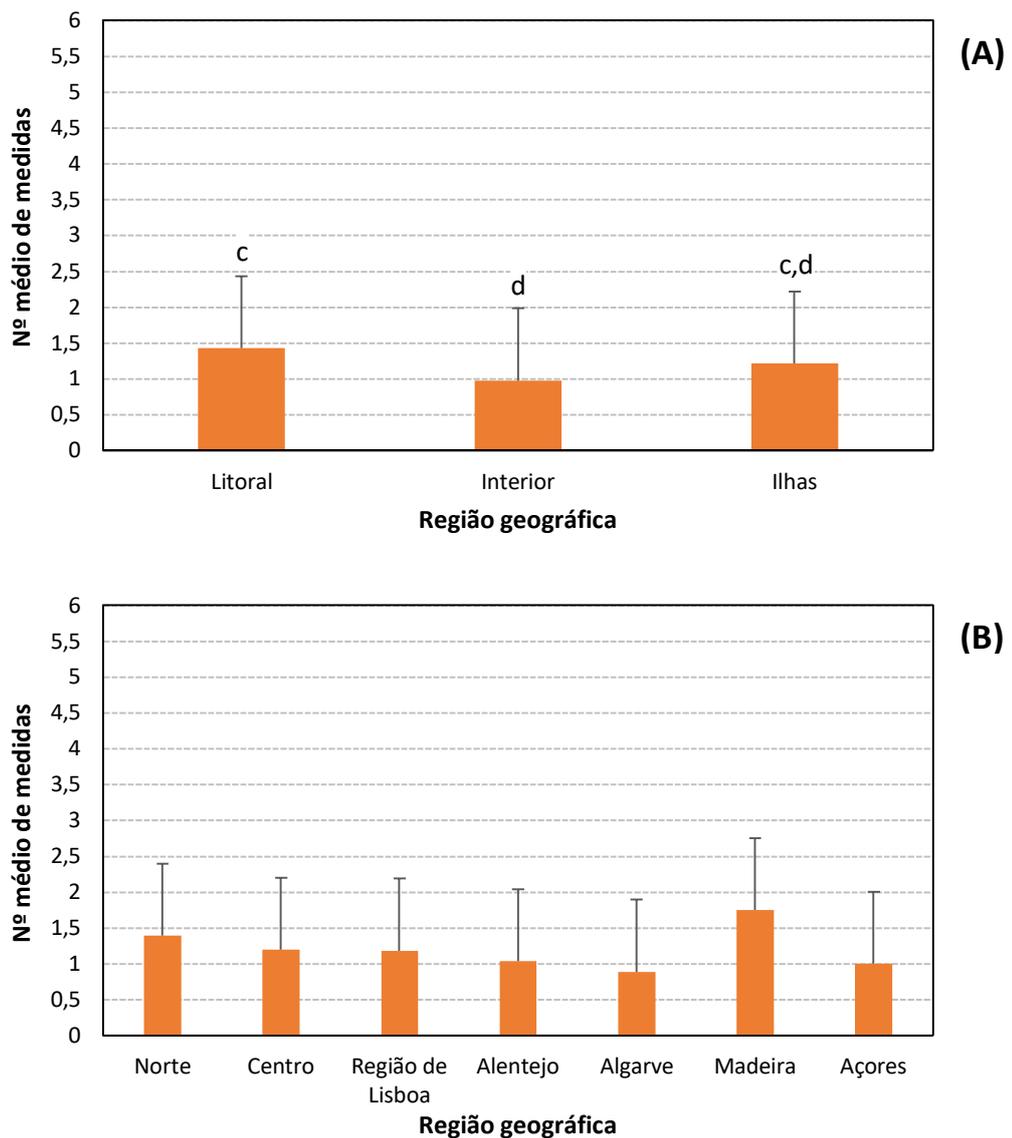


Figura 15 | Número médio de medidas preventivas adotadas por município inquirido. O número de medidas implementadas pode variar entre 0 e 6. As barras de erro representam o desvio padrão. Na figura, as letras “c” e “d” ilustram as diferenças estatisticamente significativas ($p<0,05$), detetadas através da análise de comparações múltiplas. Gráfico (A) – localização 1; gráfico (B) – localização 2.

1.6) Caracterização das diferenças quanto ao grau de invasão dos municípios

1.6.1) A identificação e monitorização das espécies exóticas invasoras

Quanto ao fator grau de invasão (autarquias separadas em seis grupos²², consoante o número de observações de EEI registadas no portal www.invasoras.pt), os municípios inquiridos que apresentavam um grau de invasão de 3 foram aqueles que mais investiram na identificação de EEI ($n=7$, 41,2%), seguindo-se as autarquias respondentes com um nível de invasão de 6 ($n=6$, 31,6%) (figura 16). A percentagem mais elevada de municípios inquiridos que realizavam a monitorização encontrava-se no grupo com nível de invasão 6 ($n=5$, 26,3%). Portanto, tanto para as inventariações como para a monitorização, não se observou nenhum padrão. Além disso, as diferenças supramencionadas não são estatisticamente significativas ($H_{(5,N=178)}=8,079$; $p=0,1519$).

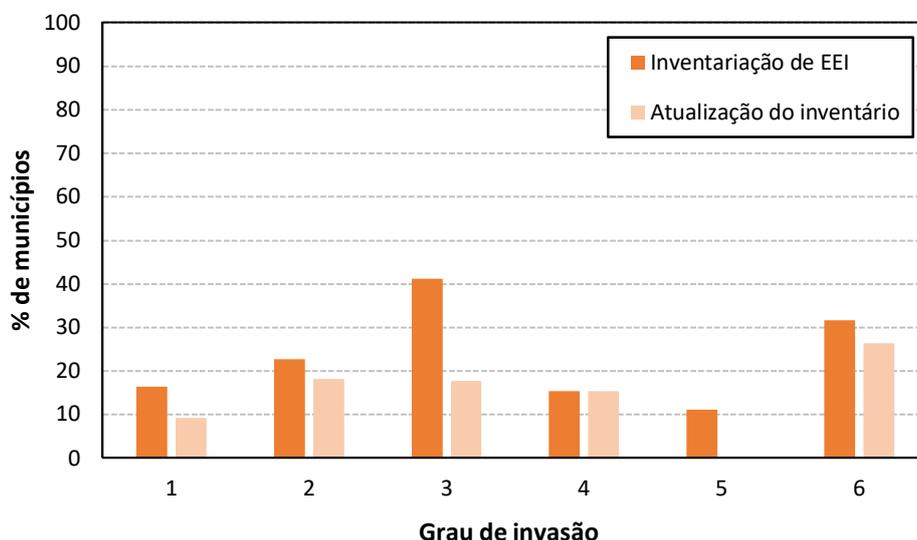


Figura 16 | Percentagem de municípios respondentes que afirmaram proceder à inventariação e à monitorização de EEI, por grau de invasão. No eixo dos xx: 1 – municípios com 0 a 9 observações de EEI; 2 – municípios com 10 a 19 observações de EEI; 3 – municípios com 20 a 29 observações de EEI; 4 – municípios com 30 a 39 observações de EEI; 5 – municípios com 40 a 49 observações de EEI; 6 – municípios com 50 ou mais observações de EEI.

No entanto, de uma forma geral, as autarquias inquiridas com menor grau de invasão (1 e 2) realizavam a atualização do inventário de EEI com um maior frequência que as restantes (figura 17). Mas, estas diferenças não são estatisticamente significativas ($H_{(4,N=23)}=9,319$; $p=0,0536$).

²² Nível de invasão 1 – 0 a 9 observações de EEI; Nível de invasão 2 – 10 a 19 observações; Nível de invasão 3 – 20 a 29 observações; nível de invasão 4 – 30 a 39 observações; nível de invasão 5 – 40 a 49 observações; nível de invasão 6 – 50 ou mais observações.

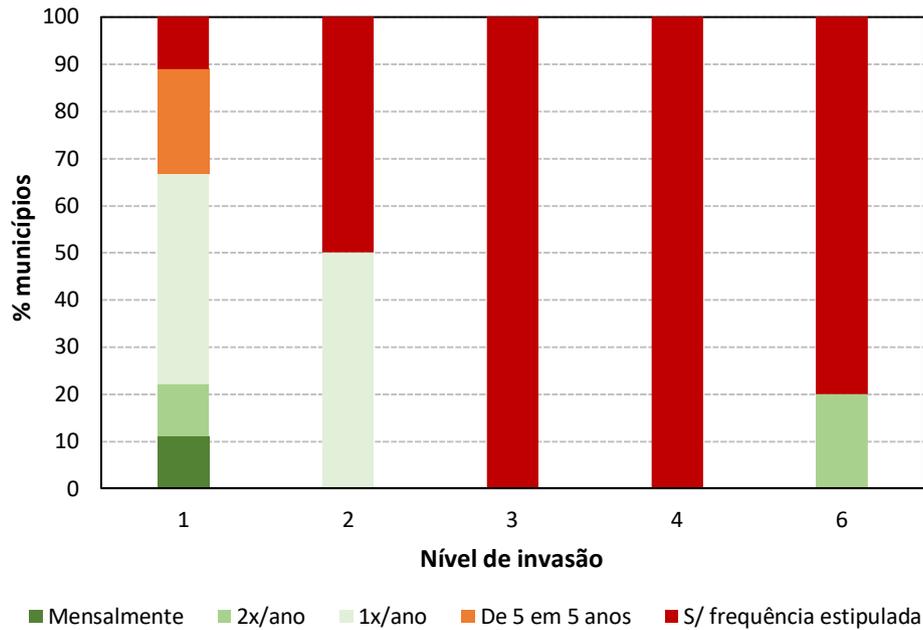


Figura 17 | Percentagem relativa de municípios respondentes, com diferentes graus de invasão, que executavam a monitorização de EEI com níveis de frequência distintos. No eixo dos xx: 1 – municípios com 0 a 9 observações de EEI; 2 – municípios com 10 a 19 observações de EEI; 3 – municípios com 20 a 29 observações de EEI; 4 – municípios com 30 a 39 observações de EEI; 5 – municípios com 40 a 49 observações de EEI; 6 – municípios com 50 ou mais observações de EEI.

1.6.2) O controlo e a erradicação

Entre os grupos com nível de invasão de 1 e 6 observou-se uma percentagem crescente de autarquias inquiridas que executaram programas de controlo (figura 18), sendo que, no grupo com nível de invasão 6, a percentagem de municípios respondentes foi 2,4 vezes superior à observada para as autarquias inquiridas com uma menor quantidade de EEI. O grupo de municípios respondentes com nível de invasão 5 foi a exceção a este padrão. De qualquer das formas, estas diferenças não são estatisticamente significativas ($H_{(5,N=178)}=10,915$; $p=0,0531$).

No que respeita às tentativas de erradicação (figura 18), não se observou qualquer padrão, sendo que as percentagens mais elevadas ocorreram nos grupos de autarquias inquiridas com nível de invasão de 6 e 2. É também de salientar que os municípios respondentes que possuíam graus de invasão de 3 e 5 não realizaram nenhum programa de erradicação. Quanto a esta variável, detetaram-se diferenças estatisticamente significativas ($H_{(5,N=178)}=13,924$; $p=0,0161$), no entanto a análise de comparações múltiplas não foi capaz de identificar devidamente entre que pares de grupos de autarquias formados existiam essas diferenças. Esta análise foi repetida, desta vez manualmente, seguindo os passos descritos por Zar (2010), mas o resultado

obtido foi semelhante, não tendo sido possível detetar diferenças entre os pares de grupos constituídos.

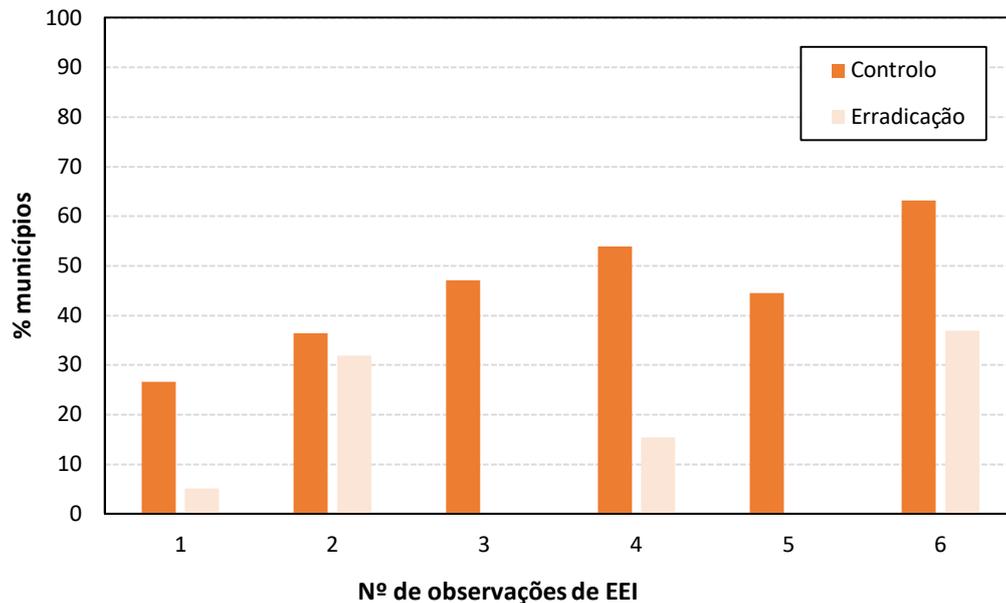


Figura 18 | Percentagem de municípios respondentes que levaram a cabo programas de controlo e erradicação por grau de invasão. No eixo dos xx: 1 – municípios com 0 a 9 observações de EEI; 2 – municípios com 10 a 19 observações de EEI; 3 – municípios com 20 a 29 observações de EEI; 4 – municípios com 30 a 39 observações de EEI; 5 – municípios com 40 a 49 observações de EEI; 6 – municípios com 50 ou mais observações de EEI.

Quanto ao número médio de ações de controlo (figura 19), o maior valor registou-se para as autarquias com um nível de invasão de 4 ($2,1 \pm 1,1$ ações, de um total de 86 ações executadas por 65 municípios). Além disso, observou-se um padrão crescente entre os restantes grupos: $1 < 2$, $3 < 5$, 6 . Para os programas de erradicação, o maior valor médio ocorreu nos municípios com um nível de invasão de 1 ($1,2 \pm 0,4$ ações de um total de 24 ações executadas por 20 municípios). As diferenças encontradas para os programas de erradicação não são estatisticamente significativas ($H_{(3,N=20)}=0,453$; $p=0,9292$), mas as diferenças são estatisticamente significativas relativamente às ações de controlo ($H_{(5,N=65)}=15,703$; $p=0,0077$), no entanto a análise de comparações múltiplas não foi capaz de identificar devidamente entre que pares de grupos de autarquias formados existiam essas diferenças. Esta análise foi repetida, desta vez manualmente, seguindo os passos descritos por Zar (2010), mas o resultado obtido foi semelhante, não tendo sido possível detetar diferenças entre os pares de grupos constituídos.

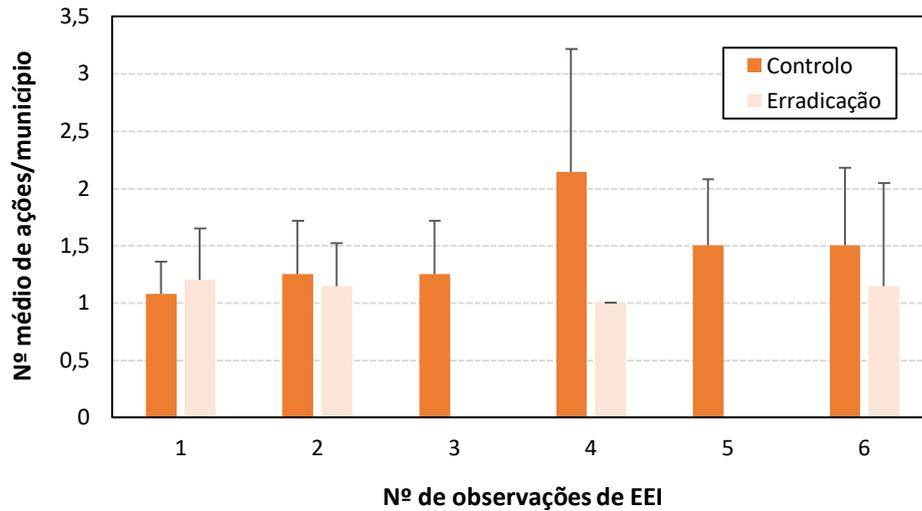


Figura 19 | Número médio de programas de controlo e erradicação realizados por municípios com diferentes graus de invasão. Para a construção destes gráficos foram apenas consideradas as autoridades locais que responderam “sim” às perguntas D.1 e/ou E.1 do questionário, ou seja, as autarquias que afirmaram realizar ações de controlo e/ou erradicação. As barras de erro representam o desvio padrão.. No eixo dos xx: 1 – municípios com 0 a 9 observações de EEI; 2 – municípios com 10 a 19 observações de EEI; 3 – municípios com 20 a 29 observações de EEI; 4 – municípios com 30 a 39 observações de EEI; 5 – municípios com 40 a 49 observações de EEI; 6 – municípios com 50 ou mais observações de EEI.

1.6.3) A prevenção

As autarquias inquiridas com uma menor quantidade de EEI foram aquelas que, em média, implementaram menos medidas preventivas (figura 20). O valor mais alto registou-se no grupo de municípios respondentes com um nível de invasão de 6 (1,6±1,2 medidas implementadas por autarquia inquirida).

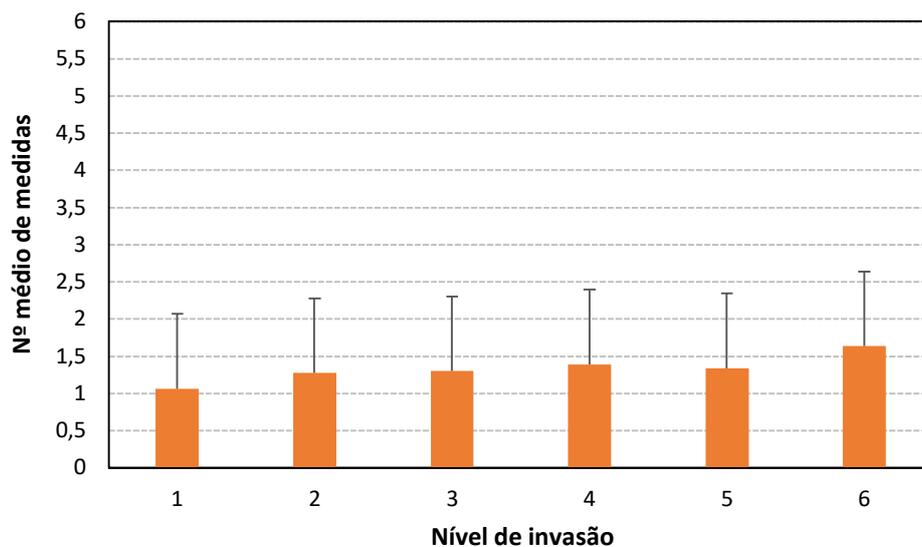


Figura 20 | Número médio de medidas preventivas adotadas pelos municípios inquiridos com diferentes graus de invasão. O número de medidas implementadas pode variar entre 0 e 6. As barras de erro representam o desvio padrão.

Estas diferenças não são estatisticamente significativas ($H_{(5,N=178)}=6,820$; $p=0,2344$) e, em ambos os casos, a situação encontra-se longe do ideal (CBD, 2002; Maki e Galatowitsch, 2004; Williams e Clout, 2009; Larson *et al.*, 2011; Burnett *et al.*, 2012).

1.7) O panorama geral

A maioria dos municípios portugueses inquiridos já possui algum grau de consciência acerca do problema que as invasões biológicas representam, o que é demonstrado pelo facto de 86% das autarquias respondentes já terem implementado, pelo menos, uma medida para dar resposta a esta ameaça (figura 21).

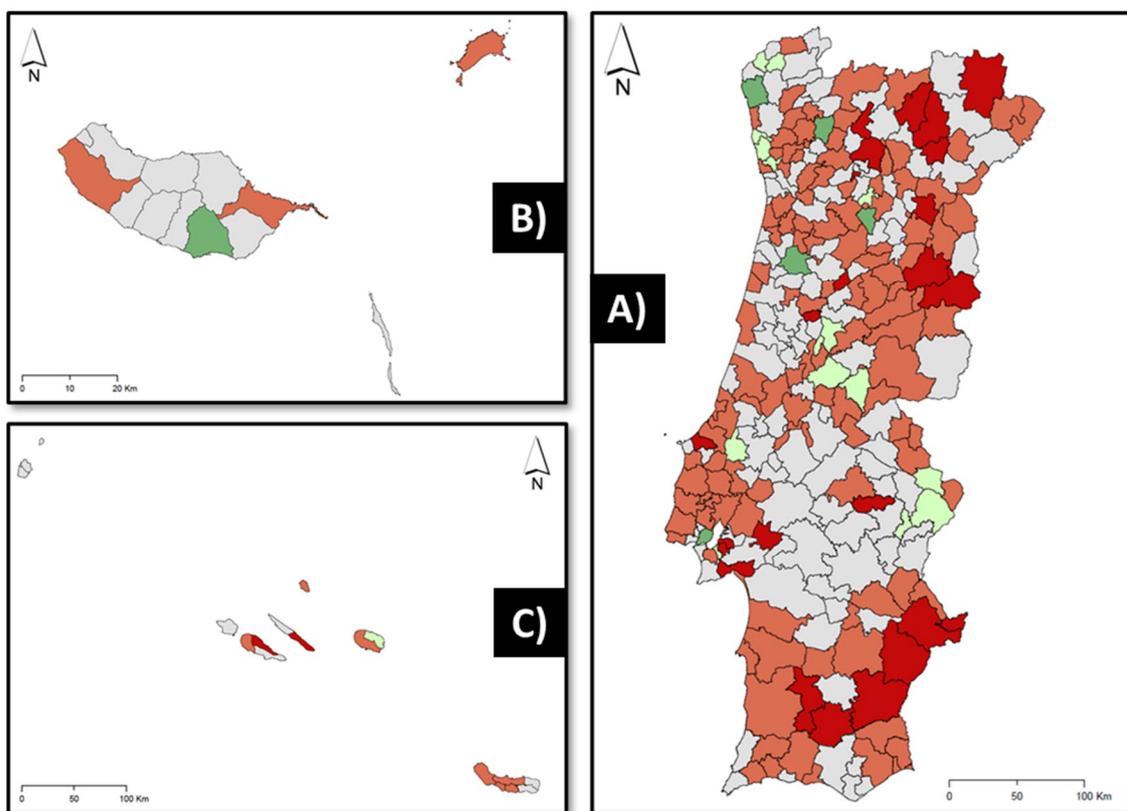


Figura 21 | Mapa representativo da classificação da gestão efetuada pelos municípios portugueses tendo como termo de comparação o tipo de gestão que seria ideal. Em (A) encontra-se representado Portugal Continental, em (B) o arquipélago da Madeira e em (C) o arquipélago dos Açores. **Legenda:** verde-escuro – municípios que exercem uma gestão satisfatória; verde-claro – autarquias que têm em vigor uma gestão mais ou menos satisfatória; cor-de-laranja – autoridades locais que, embora já tenham implementado, pelo menos, uma medida para gerir as invasões biológicas, não cumprem os requisitos mínimos da gestão mais ou menos satisfatória; vermelho – municípios que não fazem esforços de gestão direcionados para as espécies exóticas invasoras; cinzento – autarquias que não responderam ao inquérito.

No entanto, de uma forma geral, a situação encontrava-se ainda longe de ser ideal:

- A gestão efetuada revelou-se não satisfatória em 73,6% ($n=131$) dos municípios respondentes;

- Não foram feitos quaisquer esforços para gerir as espécies exóticas invasoras em 14,0% (n=25) das autoridades locais inquiridas;
- Apenas 3,4% e 9,0% (n=6 e n=16) das autarquias respondentes exerciam uma gestão considerada como satisfatória e mais ou menos satisfatória, respetivamente.

É de salientar que, tal com já foi mencionado nos métodos, as classificações foram determinadas apenas com base nas respostas afirmativas dadas às perguntas estabelecidas como critérios. No entanto, vários inquiridos responderam “Não sei/Não respondo” a algumas destas questões, pelo que, nestes casos, a classificação da autarquia pode estar subestimada. Além disso, a falta de comunicação sobre esta temática entre as diferentes divisões, departamentos e serviços municipais pode também ter contribuído para a subestimação da classificação de alguns municípios.

1.7.1) Diferenças a nível regional

No que respeita ao fator localização 1, a maior percentagem de municípios inquiridos com uma gestão satisfatória ou mais ou menos satisfatória foi registada no litoral (n=33, 39,3%) (figura 22 – A) e a mais baixa no interior (n=15, 18,8%), onde também se observou a percentagem mais elevada de autarquias respondentes sem gestão (n=24, 30,0%).

Quanto ao fator localização 2 (figura 22 – B), as regiões que, de uma forma geral, apresentaram melhores classificações foram:

- O Arquipélago da Madeira, que obteve a maior percentagem de autoridades locais inquiridas com uma gestão satisfatória (n=1, 25,0%) e onde todas as autarquias respondentes já tinham implementado, pelo menos, uma medida para combater as EEI;
- O Norte, onde ocorreu a segunda percentagem mais elevada de autoridades locais inquiridas com uma gestão satisfatória (n=7, 13,7%) e onde a percentagem de autarquias respondentes com uma gestão satisfatória ou mais ou menos satisfatória foi também a segunda mais elevada (n=18; 35,3%). Além disso, nesta região a percentagem de municípios inquiridos sem gestão encontram-se entre as mais baixas (n=9; 17,6%).

As áreas geográficas onde o panorama geral se revelou mais negativo foram o Algarve e o Alentejo, onde se verificaram simultaneamente duas situações:

- Elevada percentagem de autarquias inquiridas (33,3% e 32,3%, respetivamente) que não tinham em vigor nenhuma medida para dar resposta a esta problemática;
- Baixa percentagem de municípios respondentes que efetuavam uma gestão satisfatória ou mais ou menos satisfatória (22,2% e 19,4%, respetivamente).

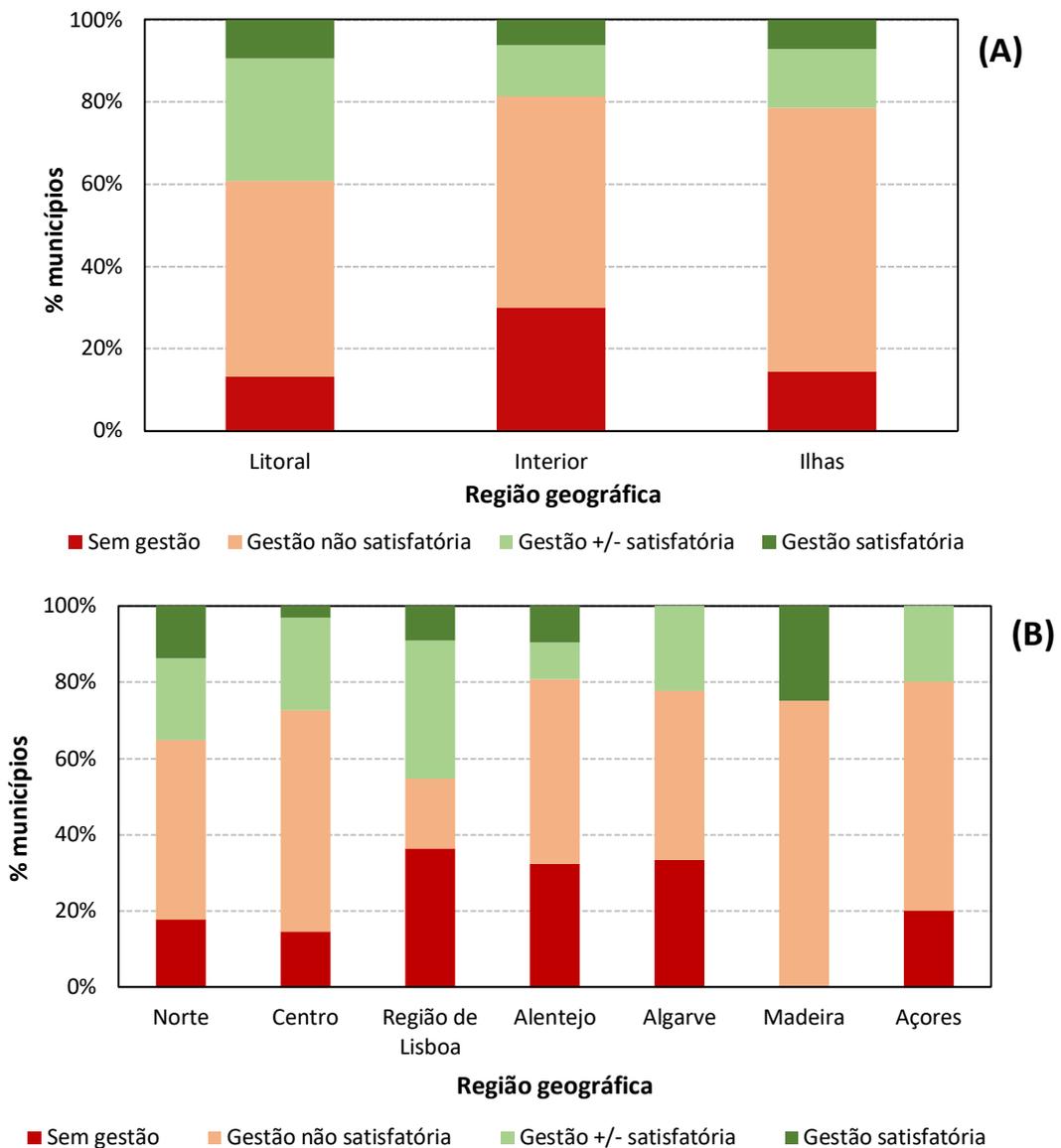


Figura 22 | Percentagem relativa de municípios respondentes com diferentes classificações por região geográfica. Legenda: (A) – localização 1; (B) – localização 2.

As diferenças regionais encontradas para a localização 2 não são significativas do ponto de vista estatístico ($H_{(6,N=178)}=5,087$; $p=0,5327$). No entanto, existem diferenças

estatisticamente significativas entre as regiões da localização 1 ($H_{(2, N=178)}=10,969$; $p=0,0042$), nomeadamente entre o litoral e o interior ($p<0,05$), sendo que na primeira, de uma forma geral, as autarquias apresentam melhores classificações.

1.7.2) Caracterização das diferenças quanto ao grau de invasão dos municípios

Quanto à caracterização das diferenças quanto ao grau de invasão dos municípios poder-se-iam esperar antecipadamente dois padrões distintos:

- Hipótese 1: as autarquias com menos observações de EEI apresentaram as melhores classificações. Neste caso, a reduzida quantidade de EEI seria o resultado de uma boa gestão;
- Hipótese 2: os municípios com mais observações apresentaram as melhores classificações. Nesta situação, uma possível explicação é que os municípios com graus de invasão superiores estariam mais sensibilizados para este problema e, conseqüentemente, investiriam mais na gestão de EEI.

O que se verifica na figura 23 é compatível com a segunda hipótese:

- Os municípios inquiridos com nível de invasão 5 e 6 são os que, de uma forma geral apresentam as melhores classificações;
- As autarquias respondentes com nível de invasão 1 e 2 são aquelas onde o panorama geral é mais negativo.

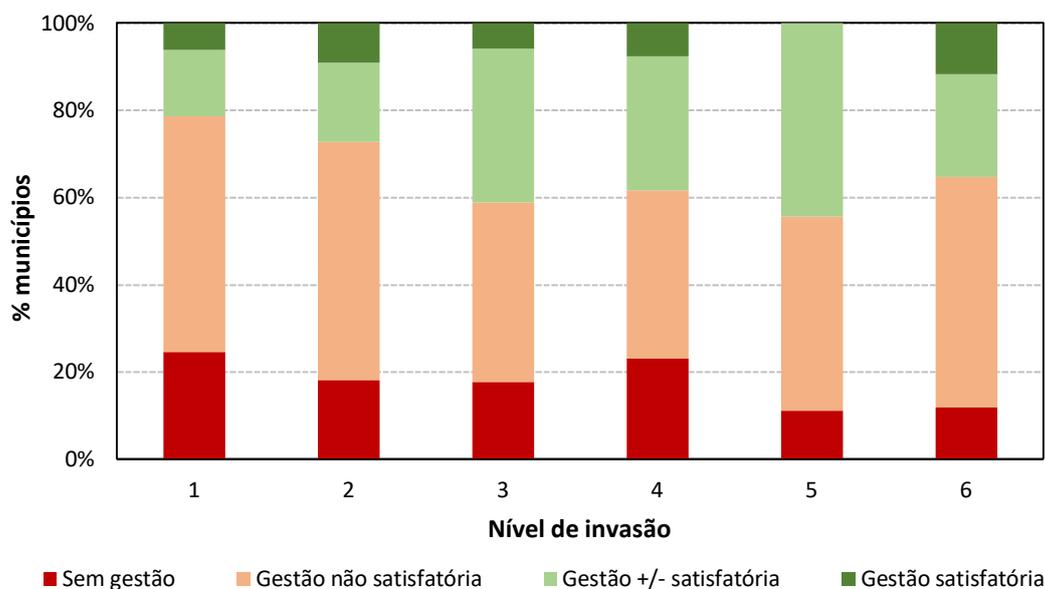


Figura 23 | Percentagem relativa de municípios respondentes com diferentes classificações por grau de invasão. No eixo dos xx: 1 – municípios com 0 a 9 observações de EEI; 2 – municípios com 10 a 19 observações de EEI; 3 – municípios com 20 a 29 observações de EEI; 4 – municípios com 30 a 39 observações de EEI; 5 – municípios com 40 a 49 observações de EEI; 6 – municípios com 50 ou mais observações de EEI.

No entanto, as diferenças supramencionadas não são estatisticamente significativas ($H_{(5, N=178)}=6,817, p=0,2346$).

2) Publicação “Os contornos da invasão” – Parte 1

A primeira parte do guia “Os contornos da invasão” pode ser consultada no anexo II. De seguida vão ver apresentados os resultados intermédios que auxiliaram a produção deste volume.

2.1) Resultados da revisão da literatura

Para a construção do capítulo nº 5, foram analisadas, ao todo, 111 publicações. Estas descrevem 361 casos de estudo que reportam a realização de tentativas de controlo e erradicação de EEI em diferentes regiões do globo, sendo que a maioria descrevem ações que decorreram na Oceânia (n=119, 33,1%). Seguem-se a América do Norte (n=84, 23,3%), a América do Sul e África (para cada continente: n=53, 14,7%) e a Europa (n=45, 12,5%). A Antártida (n=3, 1%) e a Ásia (n=3, 1%) são os continentes com menor número de casos de estudo. No entanto, é de salientar que as entidades responsáveis pela execução destes programas podem não pertencer ao continente onde os decorreram. Na verdade, os países responsáveis pela maioria das ações foram a Nova Zelândia, o Reino Unido, a Austrália e os Estados Unidos da América, que levaram a cabo 69, 63, 41 e 38 ações, respetivamente.

O conjunto de dados descreve ações realizadas contra 105 *taxa* diferentes, sendo que os mamíferos foram o grupo taxonómico visado por mais casos de estudo (n=243, 67,2%), seguidos das plantas (n=62, 17,2%) e dos invertebrados (n=27, 7,5%) (tabela XI). Em contraste, os anfíbios foram o grupo abrangido por menos casos de estudo (n=3, 0,8%) (tabela XI). As EEI-alvo em mais casos de estudo foram as espécies *Rattus norvegicus* (n=59), *Felis catus* (n=32) e *Rattus rattus* (n=32) (tabela XII). As espécies *Acridotheres tristis* e *Trachemys scripta elegans* são as únicas não pertencentes ao grupo dos mamíferos que aparecem no *top 10* das EEI visadas por mais casos de estudo.

Quanto ao objetivo do programa, a maioria dos casos de estudo descreve tentativas de erradicação (n=298, 82,8%), enquanto apenas uma minoria diz respeito a ações de controlo (n=55, 15,3%). Além disso, em 7 casos (1,9%), o objetivo do programa (controlo/erradicação) não foi mencionado ou não se encontrava bem-definido.

A maioria dos casos de estudo reporta programas que foram bem-sucedidos ou onde o objetivo foi, pelo menos, parcialmente alcançado (n=233, 64,7%). Contudo, em alguns casos de estudo, o sucesso ainda carecia de confirmação (n=13, 3,6%). Em contraste, apenas 33 casos de estudo (9,2%) descrevem programas que foram malsucedidos, incluindo 11 (3,1%) onde os autores não tinham a certeza se o programa tinha falhado ou se o local intervencionado sofreu uma nova invasão. Os restantes casos de estudo (n=94, 26,1%) não mencionam o estado da iniciativa ou então este não é claro.

Tabela XI | Número e percentagem relativa de casos de estudo que descrevem ações contra cada grupo taxonómico.

Grupo taxonómico	Nº de casos de estudo	%
Plantas	62	17,2
Plantas terrestres	59	16,4
Plantas aquáticas	3	0,8
Mamíferos	242	67,2
Aves	9	2,5
Répteis	9	2,5
Anfíbios	3	0,8
Invertebrados	27	7,5
Peixes	8	2,2

Tabela XII | Top 10 das EEI visadas por um maior número de casos de estudo.

Posição	Espécies-alvo	Nº casos de estudo
1	<i>Rattus norvegicus</i>	59
2	<i>Felis catus</i>	32
3	<i>Rattus rattus</i>	32
4	<i>Sus scrofa</i>	24
5	<i>Mus musculus</i>	18
6	<i>Oryctolagus cuniculus</i>	18
7	<i>Capra hircus</i>	17
8	<i>Trachemys scripta elegans</i>	7
9	<i>Acridothores tristis</i>	6
10	<i>Rattus exulans</i>	5

Quanto às medidas adotadas para combater as EEI, os métodos químicos e mecânicos foram os mais implementados (isolados ou em combinação com outras tipologias), tendo sido utilizados em 224 (62,2%) e 217 (60,3%) casos de estudo, respetivamente. Apenas 11 casos de estudo (3,1%) relatam programas que recorreram a metodologias de índole biológica.

Alguns casos de estudo que descrevem esforços de gestão bem-sucedidos (n=146, 60,7%) possuem informação quanto aos fatores que mais contribuíram para o sucesso da iniciativa. Os fatores que foram mencionados em mais casos de estudo bem-sucedidos foram os seguintes:

- A equipa de trabalho e os parceiros envolvidos no projeto (n=108, 46,4%), sendo que os atributos apontados como mais importantes foram a motivação, o sentido de compromisso, as capacidades técnicas e a experiência. A inclusão na equipa de trabalho de pessoal que esteja familiarizado com o local a tratar foi também considerada importante por alguns autores;
- O planeamento da campanha (e.g. escolha das técnicas, determinação da duração e frequência de cada intervenção) (n=108, 46,4%);
- O envolvimento da comunidade e outros *stakeholders* (n=89, 38,2%);

- A monitorização (n=54, 23,2%);
- O financiamento e os recursos disponíveis (n=43, 18,5%).

Outros fatores foram também referidos, como a possível influência de fatores externos (e.g. topografia da área a tratar) na implementação da metodologia e no sucesso da intervenção.

A participação da comunidade nas ações de controlo e/ou erradicação foi registada em 202 casos de estudo (56,1%) e estava planeada em outros dois. Nos restantes casos este aspeto não foi abordado, pelo menos não de forma clara.

3) Publicação “Os contornos da invasão” – Parte 2

A segunda parte do manual (anexo III) inicia-se com indicações generalistas de como abordar esta temática, seguindo-se a descrição detalhada das atividades propostas, onde cada uma inclui:

- O título da atividade;
- O público-alvo recomendado;
- Uma breve descrição;
- Os objetivos de aprendizagem;
- Os materiais necessários;
- O procedimento a adotar;
- Formas sugeridas para avaliar a aprendizagem resultante.

Para algumas atividades existem ainda documentos auxiliares preparados no âmbito deste trabalho e, para outras, é recomendada a consulta de bibliografia complementar.

Na figura 24, encontra-se representada a diversidade de públicos-alvo abordados pelas atividades descritas neste volume, onde se podem encontrar os grupos menos abrangidos pelas ações de sensibilização municipais: empresas, professores, funcionários das Câmaras Municipais – incluindo fiscais municipais – e Juntas de Freguesia, comerciantes, proprietários de estabelecimentos comerciais e empresas. No entanto, são também várias as atividades vocacionadas para os públicos-alvo mais frequentes: escolas e público em geral.

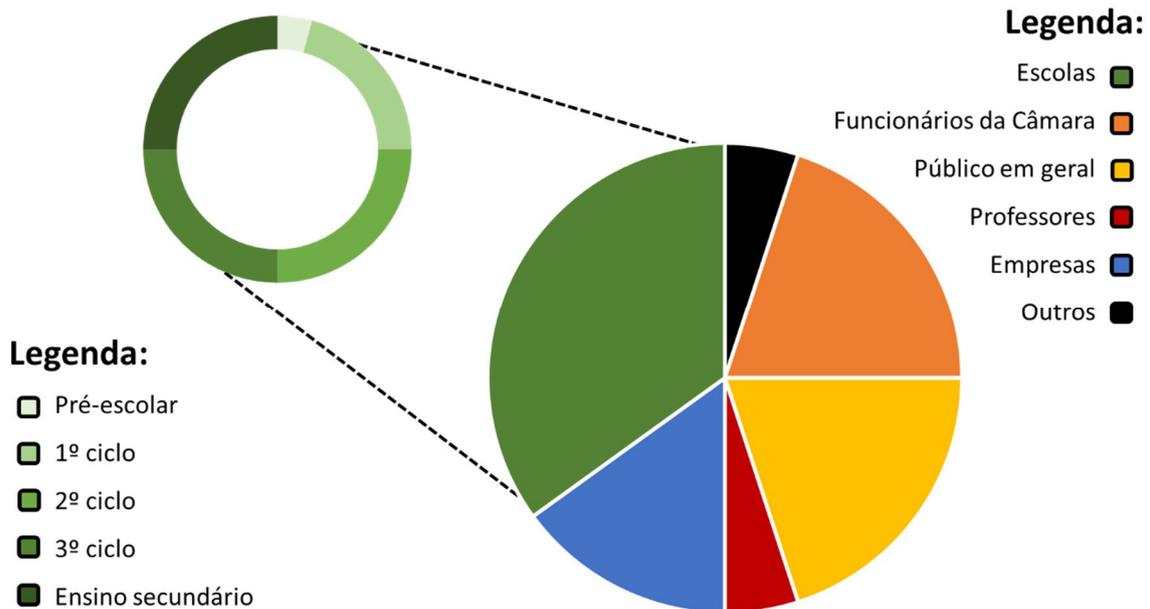


Figura 24 | Percentagem de atividades, entre o leque proposto, que pode ser aplicada a cada um dos grupos-alvo definidos. Na legenda do gráfico circular, “Outros” refere-se a lojistas, proprietários de hortos, comerciantes de mercados locais e fiscais municipais. É também importante salientar que todas as atividades em que foi sugerido como público-alvo os “Funcionários da Câmara” são também indicadas para implementar junto dos trabalhadores das Juntas de Freguesia.

No que respeita às temáticas abordadas, tal como é salientado no manual, para que seja possível transmitir a mensagem completa acerca das invasões biológicas, sugere-se que sejam sempre abordados 5 temas:

- Identificação e monitorização de espécies exóticas invasoras;
- Vias de introdução e o papel do Homem;
- Gestão de espécies exóticas invasoras;
- Diversidade de espécies exóticas invasoras presentes em Portugal;
- Consequências das invasões biológicas.

Apesar disso, cada uma das atividades propostas tende a centrar-se em apenas uma ou duas destas temáticas. Deste modo propõe-se que os restantes temas sejam expostos em alternativa durante uma breve introdução teórica ou através da realização de atividades complementares. É de salientar que é possível encontrar no conjunto de propostas de atividades de educação ambiental, presentes nesta publicação, atividades para abordar os 5 temas supramencionados.

Quanto às atividades propriamente ditas, no total, foram elaboradas 9 propostas distintas, são elas:

1. No rasto das invasoras

Atividade prática que visa a identificação e monitorização de pequenos mamíferos invasores através das suas pegadas.

2. Herbário de invasoras

Atividade prática que tem por objetivo a identificação e monitorização de plantas exóticas invasoras.

3. Invasora à vista!

Iniciativa de ciência-cidadã que visa a identificação e monitorização de plantas exóticas invasoras.

4. Boundary Breach: viagens, recordações e o mundo das invasões

Jogo de tabuleiro que alerta para o papel do Homem na disseminação destas espécies e onde os participantes são convidados a implementar estratégias de gestão.

5. Toca a gerir!

Iniciativa de ciência-cidadã para a gestão de espécies exóticas invasoras e para a monitorização do sucesso desta iniciativa, incluindo a determinação da razão custo/benefício.

6. Era uma vez...uma invasora!

Atividade de investigação iniciada pelo formador que visa a recolha de informação sobre as vias de introdução e os impactes negativos de espécies exóticas invasoras existentes em Portugal.

7. Toma conta da tua invasora!

Atividade prática que pretende ilustrar o papel do Homem na disseminação dos organismos exóticos invasores.

8. À dúzia é mais barato: o comércio de espécies exóticas invasoras em Portugal

Workshop para lojistas, proprietários de hortos, comerciantes de mercados locais e fiscais municipais, que visa alertar os participantes para o papel do comércio na propagação destas espécies e para as implicações deste nas atividades de gestão.

9. O município contra-ataca!

Esta proposta engloba:

- Um concurso escolar municipal, que visa premiar os alunos que realizaram os melhores trabalhos e as escolas e professores que envolveram mais estudantes e que abordaram esta temática de forma mais completa;
- Um *workshop* para professores que visa dotar os formandos de conhecimentos sobre as 5 grandes temáticas associadas a esta

ameaça e também apresentar várias atividades que estes podem implementar junto dos seus alunos.

No entanto, convém mencionar que o jogo de tabuleiro “*Boundary Breach*” não foi incluído no guia devido, principalmente, a duas razões:

- Trata-se de uma atividade que exige a preparação de múltiplos componentes. Por exemplo, são necessárias várias impressões a cores e também o recorte de várias peças. Para além de trabalhoso, isto pode revelar-se exigente do ponto de vista económico, o que poderá desmotivar à execução desta atividade;
- Neste momento, estão a ser estudadas formas de disponibilizar o jogo “já pronto”, que, simultaneamente, poderão ter um maior impacto em termos da divulgação desta atividade.

2.2.2) Validação do jogo de tabuleiro “*Boundary Breach*”

A mecânica deste jogo é composta essencialmente por duas componentes:

- À medida que os jogadores/equipas se movimentam no tabuleiro de jogo (que representa o mapa mundo) estes vão disseminando EEI pelos vários continentes;
- Cada jogador/equipa fica responsável por gerir um continente, no qual pode implementar medidas de prevenção e executar programas de controlo e erradicação.

O objetivo do jogo é os participantes efetuarem uma boa gestão desta ameaça, sendo o vencedor aquele que acumular uma menor quantidade de EEI no território que gere.

No teste preliminar feito durante os Dias Abertos da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto (FCUP) – que decorreu de 22 e 23 de Fevereiro de 2016 – realizaram-se 27 partidas, nas quais estiveram envolvidos 259 estudantes do ensino secundário (figura 25 – A). De uma forma geral, o *feedback* (avaliado de forma qualitativa) foi muito positivo, tanto da parte dos estudantes – que acharam o jogo bastante divertido – como de alguns professores. Além disso, apesar da curta duração das partidas (5 a 15 minutos), verificou-se que todas as ideias-chave que se pretendiam transmitir acabaram por ser mencionadas durante o conjunto das várias fases de reflexão (tabela XIII). As conclusões menos mencionadas (n=1) correspondem exatamente a componentes para as quais é necessária uma maior duração do jogo para que sejam postas em prática. Por exemplo, em algumas das partidas não foram

aplicados programas bem-sucedidos de controlo e erradicação, por parte dos participantes.

Tabela XIII | Ideias-chave que se pretendiam que fossem mencionadas durante os períodos de reflexão e número (n) e percentagem (%) de partidas em que foram referidas durante os Dias Abertos da FCUP (primeiro teste preliminar).

Estratégias para a vitória	n	%
Gerir as espécies exóticas invasoras	22	81,5
A prevenção é a melhor estratégia	11	40,7
A erradicação é segunda melhor	1	3,7
O controlo é a menos benéfica	1	3,7
Fazer acordos inter-regionais	3	11,1
Escolher estrategicamente o continente no início do jogo	11	40,7
Não aplicar sistemas de inspeção pré-exportação	1	3,7
Transportar EEI para outros continentes	12	44,4

No segundo teste preliminar, que decorreu durante a Universidade Júnior (Universidade do Porto), de 27 de Junho a 22 de Julho, foram realizadas 32 partidas, nas quais participaram 270 estudantes do 2º ciclo do ensino básico (figura 25 – B). De um modo geral, as crianças gostaram bastante do jogo, atribuindo-lhe uma média de $4,6 \pm 0,7$ ($n=253$) valores numa escala de 1 a 5. Quanto aos objetivos de aprendizagem, o panorama é também bastante positivo, como se pode ver pela tabela XIV.

Tabela XIV | Ideias-chave que se pretendiam que fossem mencionadas durante os períodos de reflexão e número (n) e percentagem (%) de participantes que as foram referiram durante a Universidade Júnior (segundo teste preliminar). Nesta tabela não está presente a estratégia “Não aplicar sistemas de inspeção pré-exportação” porque a parte do jogo que se referia à mesma foi removida, pelo facto de o grau de complexidade exigido não se adequar a esta faixa etária.

Estratégias para a vitória	n	%
Gerir as EEI	228	85,7
A prevenção é a melhor estratégia	143	53,8
A erradicação é segunda melhor	0	0,0
O controlo é a menos benéfica	0	0,0
Fazer acordos inter-regionais	113	42,5
Escolher estrategicamente o continente no início do jogo	134	50,4
Transportar EEI para outros continentes	206	77,4

Apesar da diferença etária entre os públicos-alvo dos dois testes, em ambos os casos, conseguiu-se transmitir a mensagem pretendida:

- A gestão das EEI é fundamental para evitar a acumulação destes organismos numa região, sendo a prevenção a melhor das estratégias;
- Nós, humanos, somos responsáveis por transportar EEI para outros locais;
- Fazer acordos inter-regionais é benéfico para a resolução deste problema;

- A quantidade de ligações (e.g. comerciais) que um determinado local possui influencia a probabilidade de ocorrerem introduções.

Estes resultados estão de acordo com a literatura, que sugere que o uso de jogos como ferramentas de aprendizagem é uma abordagem atrativa para os participantes (Branco *et al.*, 2015; Juan e Chao, 2015) e que também é eficiente no que toca à transmissão de conhecimentos e valores sobre temas ambientais (Klisch *et al.*, 2012; Branco *et al.*, 2015; Juan e Chao, 2015).

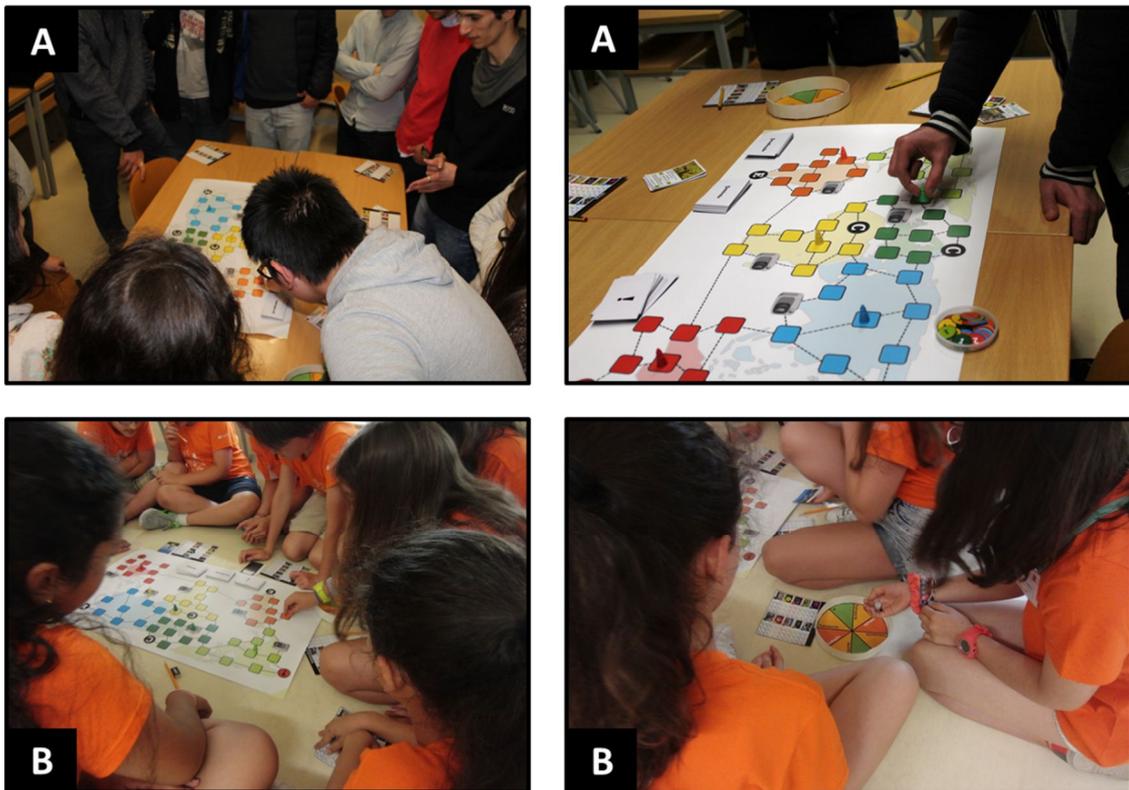


Figura 25 | Fotos tiradas durante os dois testes preliminares realizados: A – 1º teste (Dias Abertos da FCUP), com alunos do ensino secundário; B – 2º teste (Universidade Júnior – Universidade do Porto), com alunos do 2º ciclo do ensino básico. As fotos que ilustram o teste que decorreu durante os Dias Abertos da FCUP foram cedidas pelo Núcleo de Estudantes de Biologia da Universidade do Porto (NEBUP).

É também importante salientar que estes dois testes permitiram fazer ajustes às regras do jogo, que se revelaram essenciais para que as partidas se desenrolassem com maior fluidez, nomeadamente:

- A introdução da regra que limita do número de medidas de prevenção que podem estar em vigor simultaneamente;
- O aumento das dimensões da roleta;

- A mudança das recompensas oferecidas após a implementação de qualquer medida de gestão, que passaram a permitir a deslocação do jogador/equipa para qualquer casa “normal” do tabuleiro.

Por último, convém ainda referir que este jogo de tabuleiro foi apresentado, em formato de póster (Anexo IV), na SciCom 2016 – conferência nacional sobre comunicação de ciência –, que decorreu nos dias 26 e 27 de Maio (Oliveira *et al.*, 2016c). Também aqui o *feedback* foi bastante positivo, tendo havido questões no sentido de perceber onde é que o jogo seria disponibilizado quando estivesse terminado.

VI – Conclusão

Comparando com os dados apresentados pela CBD quanto ao progresso global já alcançado no combate às EEI, a gestão realizada pelas autoridades locais em Portugal era aparentemente mais ou menos equivalente ao que se verificava no panorama mundial (tabela XV). No entanto, no que respeita à identificação de EEI e à análise da prioridade da ação a dirigir a cada uma, o progresso nacional encontrava-se bastante aquém daquele existente noutros países do globo. No território nacional, apenas uma minoria das autarquias respondentes procedia à identificação e monitorização das EEI existentes. Além disso, mesmo as que o faziam, não recolhiam dados suficientes aquando destes processos para proceder à correta análise da prioridade na ação a dirigir a cada EEI e local a intervir. Quanto ao progresso nacional relativamente ao controlo e erradicação de EEI, apesar de na tabela XV este apresentar uma classificação de 3, o nível de incerteza associado a esta avaliação é elevado porque a maioria dos municípios inquiridos não procedia à monitorização destas ações de forma a determinar o seu sucesso. Ou seja, apesar de muitas das autarquias respondentes terem feito esforços neste âmbito, estes podem não ter sido bem-sucedidos e, neste caso, o progresso alcançado terá sido inferior. No entanto, a CBD também considerou que o nível de incerteza associado ao progresso global alcançado relativamente ao controlo e erradicação de EEI era elevado (tabela II).

Tabela XV | Elementos componentes do objetivo número 9 do Plano Estratégico da CBD para Década de Biodiversidade 2011-2020 e respetiva avaliação do progresso alcançado para cada um a nível global, até 2014 (dados da CBD), e em Portugal, até janeiro de 2016 (dados provenientes do presente estudo e apenas referentes ao progresso alcançado pelas autarquias). Tabela modificada da publicação de CBD (2014).

Elementos componentes do objetivo nº 9	Nível de progresso (Global)	Nível de progresso (Portugal)
Identificação e priorização de EEI	3	2
Identificação e priorização das vias de introdução	3	Não avaliado
Controlo ou erradicação das espécies prioritárias	3	3
Prevenção da introdução e estabelecimento das EEI	2	2

Nível de progresso: 1 – afastamento do objetivo pretendido; 2 – ausência de qualquer progresso significativo; 3 – progresso detetável, mas insuficiente para que o objetivo seja cumprido dentro do prazo estipulado; 4 – o progresso do componente está a evoluir da forma pretendida; 5 – o progresso do parâmetro superou as expectativas, sendo previsto que o objetivo inicialmente definido seja alcançado antes de 2020.

De qualquer das formas, os esforços feitos pelos municípios portugueses no sentido de combater as invasões biológicas, à data do inquérito, eram ainda muito reduzidos e, definitivamente, insuficientes para gerir esta ameaça de forma eficiente. Mas não basta fazer mais, é também preciso fazer melhor. Em Portugal, a abordagem reativa verificou-

se dominante, sendo que as autarquias respondentes concentravam os seus esforços na promoção de ações de controlo. No entanto, já se sabe que a abordagem proactiva é mais benéfica e é urgente a sua implementação.

Outra evidência de que é necessário que os esforços autárquicos sejam orientados de forma mais eficaz foram as inúmeras falhas detetadas nas práticas de gestão das autoridades locais, tais como:

- A aplicação de métodos de controlo/erradicação desadequados;
- A monitorização das EEI existentes era apenas feita por uma reduzida percentagem dos municípios inquiridos;
- A não documentação das despesas associadas às operações de controlo e erradicação em grande parte das ações documentadas;
- A avaliação quantitativa do sucesso alcançado foi apenas realizada para uma minoria dos programas de controlo e erradicação documentados;
- O défice de ações de educação ambiental, especialmente para determinados públicos-alvo específicos (e.g. funcionários da câmara, lojistas);
- A falta de comunicação sobre esta temática entre as diferentes divisões, departamentos e serviços municipais.

Estas falhas traduzem, por um lado, a falta de sensibilização de autarcas e funcionários municipais para esta problemática e, por outro, também revelam problemas ao nível da preparação dos técnicos para lidar com esta ameaça. Neste contexto, a publicação “Os contornos da invasão” – elaborada no âmbito deste trabalho – pode desempenhar um papel fundamental:

- Na consciencialização das Câmaras Municipais para a importância desta problemática;
- No auxílio aos funcionários que tenham de lidar com esta ameaça, funcionando como uma fonte de informação sobre conceitos gerais e boas práticas para a gestão de espécies exóticas invasoras (incluindo a proposta de soluções para a resolução das falhas detetadas no âmbito deste estudo).

Assim, espera-se que a divulgação desta publicação resulte num aumento dos esforços de gestão autárquicos e também que estes sejam canalizados de forma mais adequada, contribuindo, em última estância, para o combate a esta ameaça no contexto nacional.

Bibliografia

- Ali, F., Collins, K. e Peachey, R. (2013). The role of volunteer divers in lionfish research and control in the Caribbean. Em: M.A., Lang e M.D.J., Sayer (eds.), *Proceedings of the 2013 AAUS/ESDP Curaçao Joint International Scientific Diving Symposium*, American Academy of Underwater Sciences. Dauphin Island, AL. pp. 7-12.
- Alifano, A., Jolley, W. e Griffiths, R. (2012). *Final operational report for the removal of introduced house mice from Allen Cay, Exuma Islands, Bahamas*. Island Conservation. Nassau, Bahamas. Relatório não publicado preparado para Bahamas National Trust (BNT). Acedido a 24 de Julho de 2015, em: <http://www.ciasnet.org/wp-content/uploads/2014/06/Alifano-Aurora-et-al-Island-Conservation-2012-Allen-Cay-Post-Eradication-Operations-Report.pdf>.
- Almeida, J.D. e Freitas, H. (2012). Exotic flora of continental Portugal – a new assessment. *Bocconeia*, **24**: 231-237.
- Anastácio, P.M., Banha, F., Capinha, C., Bernardo, J.M., Costa, A.M., Teixeira, A. e Bruxelas, S. (2015). Indicators of movement and space use for two co-occurring invasive crayfish species. *Ecological Indicators*, **53**: 171-181.
- Animal & Plant Health Agency (2015). Ruddy Duck eradication - project newsletter March 2015. *UK ruddy duck eradication programme project bulletins*. Acedido em 26 de janeiro de 2016, em: <http://www.nonnativespecies.org/index.cfm?pageid=244>.
- Bax, N., Hayes, K., Marshall, A., Parry, D. e Thresher, R. (2002). Man-made marinas as sheltered islands for alien marine organisms: establishment and eradication of an alien invasive marine species. Em: Veitch, C.R. e Clout, M.N. (eds.), *Turning the tide: the eradication of invasive species*. IUCN SSC Invasive Species Specialist Group, IUCN. Gland, Suíça e Cambridge, Reino Unido. pp. 26-39.
- Beachy, J.R., Neville, R. e Arnott, C. (2011). Successful control of an incipient invasive amphibian: *Eleutherodactylus coqui* on O'ahu, Hawai'i. Em: Veitch, C.R., Clout, M.N. e Towns, D.R. (eds.), *Island invasives: eradication and management*. IUCN e CBB. Gland, Suíça e Auckland, Nova Zelândia. pp. 140-147.
- Bell, E., Boyle, D., Floyd, K., Garner-Richards, P., Swann, B., Luxmoore, R., Patterson, A. e Thomas, R. (2011). The ground-based eradication of Norway rats (*Rattus norvegicus*) from the Isle of Canna, Inner Hebrides, Scotland. Em: Veitch, C.R., Clout, M.N. e Towns, D.R. (eds.), *Island invasives: eradication and management*. IUCN e CBB. Gland, Suíça e Auckland, Nova Zelândia. pp. 269-274.
- Bell, E., Boyle, D., Floyd, K., Garner-Richards, P., Swann, B., Luxmoore, R., Patterson, A. e Thomas, R. (2011). The ground-based eradication of Norway rats (*Rattus norvegicus*) from the Isle of Canna, Inner Hebrides, Scotland. Em: Veitch, C.R.,

- Clout, M.N. e Towns, D.R. (eds.), *Island invasives: eradication and management*, IUCN e CBB. Gland, Suíça e Auckland, Nova Zelândia. pp. 269-274.
- Bester, M.N., Bloomer, J.P., van Aarde, R.J., Erasmus, B.H., van Rensburg, P.J.J., Skinner, J.D., Howell, P.G. e Naude, T.W. (2002). A review of the successful eradication of feral cats from sub-Antarctic Marion Island, Southern Indian Ocean. *South African Journal of Wildlife Research*, **32(1)**: 65-73.
- Bois, S.T., Silander, J.A. Jr. e Mehrhoff, L.J. (2011). Invasive Plant Atlas of New England: The role of citizens in the science of invasive alien species detection. *BioScience*, **61**: 763-770.
- Bomford, M. e O'Brien, P. (1995). Eradication of Australia's vertebrate pests: a feasibility study. Em: G.C., Grigg, P.T., Hale e D., Lunney, D. (eds.), *Conservation through sustainable use of wildlife*. Centre for Conservation Biology, University of Queensland. Brisbane, Austrália.
- Brace, I. (2008). *Questionnaire design: how to plan, structure and write survey material for effective market research*. 2ª edição, Kogan Page Publishers. Londres, Reino Unido e Filadélfia, Estados Unidos da América. 305 pp. ISBN: 9780749450281.
- Branco, M.A.A., Weyermüller, A.R., Müller, E.F., Schneider, G.T., Hupffer, H.M., Delgado, J., Mossman, J.B., Bez, M.R. e Mendes, T.G. (2015). Games in the environmental context and their strategic use for environmental education. *Brazilian Journal of Biology*, **75(2, Suppl.)**: 114-121.
- Bremner, A. e Park, K. (2007). Public attitudes to the management of invasive non-native species in Scotland. *Biological Conservation*, **139(3-4)**: 306-314.
- Brown, K.P. e Sherley, G.H. (2002). The eradication of possums from Kapiti Island, New Zealand. Em: Veitch, C.R. e Clout, M.N. (eds.), *Turning the tide: the eradication of invasive species*. IUCN SSC Invasive Species Specialist Group, IUCN. Gland, Suíça e Cambridge, Reino Unido. pp. 46-52.
- Brown, K.P. e Sherley, G.H. (2002). The eradication of possums from Kapiti Island, New Zealand. Em: Veitch, C.R. e Clout, M.N. (eds.), *Turning the tide: the eradication of invasive species*. IUCN SSC Invasive Species Specialist Group, IUCN. Gland, Suíça e Cambridge, Reino Unido. pp. 46-52.
- Bryce, R., Oliver, M.K., Davies, L., Gray, H., Urquhart, J. e Lambin, X. (2011). Turning back the tide of American mink invasion at an unprecedented scale through community participation and adaptive management. *Biological Conservation*, **144(1)**: 575-583.
- Bunbury, N., von Brandis, R., Currie, J., Jean-Baptiste, M., Accouche, W., Souyave, J., Haupt, P. e Fleischer-Dogley, F. (2013). Goats eradicated from Aldabra Atoll. *Aliens*, **33**: 18-22.

- Burnett, K., D'Evelyn, S., Loope, L. e Wada, C.A. (2012). An economic approach to assessing import policies designed to prevent the arrival of invasive species: the case of *Puccinia psidii* in Hawai'i. *Environmental Science & Policy*, **19-20**: 158-168.
- Caldas, F.B. (2013). *Armeria berlangensis*. *The IUCN Red List of Threatened Species*. Acedido em 11 de Janeiro de 2016, em: <http://www.iucnredlist.org/details/162004/0>.
- Cardeccia, A., Marchini, A., Occhipinti-Ambrogi, A., Galil, B., Gollasch, S., Minchin, D., Narščius, A., Olenin, S. e Ojaveer, H. (in press). Assessing biological invasions in European Seas: Biological traits of the most widespread non-indigenous species. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, Disponível online a 23 de fevereiro de 2016, em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0272771416300579>.
- Cariñanos, P. e Casares-Porcel, M. (2011). Urban green zones and related pollen allergy: A review. Some guidelines for designing spaces with low allergy impact. *Landscape and Urban Planning*, **101(3)**: 205-214.
- CBD (1992). *Convention on Biological Diversity*. Assinada a 5 de Junho de 1992 no Rio de Janeiro, Brasil, entrada em vigor a 29 de Dezembro de 1993. Disponível em: <https://www.cbd.int/convention/text/>.
- CBD (2002). *COP 6 decision VI/23: Alien species that threaten ecosystems, habitats or species*. Acedido em 2 de Maio de 2015, em: <https://www.cbd.int/decision/cop/?id=7197>.
- CBD (2014). *Global Biodiversity Outlook 4*. Acedido em 20 de Abril de 2015, em: <https://www.cbd.int/GBO4/>.
- CITES (1973). *Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora*. Assinado a 3 de Março de 1973 em Washington, DC, Estados Unidos da United América, entrada em vigor a 1 de Julho de 1975. Disponível em: <https://cites.org/eng/disc/text.php#II>.
- CMS (1979). *Convention on the Conservation of Migratory Species of Wild Animals*. Assinada a 23 de Junho de 1979 em Bonn, Alemanha, entrada em vigor a 1 de Novembro de 1983. Disponível em: <http://www.cms.int/en/convention-text>.
- Conselho da União Europeia (1992). *Diretiva 92/43/CEE de 21 de Maio de 1992. Preservação dos habitats naturais e da fauna e da flora selvagens*. Jornal Oficial da União Europeia, Série L, nº 206 de 22-07-1992. Bruxelas, Suíça. Disponível em: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:31992L0043&from=EN>.
- DAISIE European Invasive Alien Species Gateway (sem data – 1). *100 of the worst*. Acedido em 11 de Janeiro de 2016, em: <http://www.europe-aliens.org/speciesTheWorst.do>.

- DAISIE European Invasive Alien Species Gateway (sem data – 2). *European summary*. Acedido em 11 de Janeiro de 2016, em: <http://www.europe-aliens.org/europeSummary.do>.
- Dana, E.D., García-de-Lomas, J., Garrido, J.R., González-Miras, E., Ceballos, G. e Ortega, F. (2009). Management of invasive alien species in Andalusia (Southern Spain): some successful experiences. *Aliens*, **28**: 50-53.
- Davies, M.A. (2009). *Invasion biology*. 1ª edição, Oxford University Press. Oxford, Reino Unido. 288 pp. ISBN 978-0199218769.
- de León, R., Vane, K., Bertuol, P., Chamberland, V.C., Simal, F., Imms, E. e Vermeij, M. J.A. (2013). Effectiveness of lionfish removal efforts in the southern Caribbean. *Endangered Species Research*, **22**: 175-182.
- Deltoro, V., Ballester, G., Oltra, J.E., Pérez-Botella, J., Pérez-Rovira, P., Gómez-Serrano, M.A. e Juan, J. (2013). The practicalities of eradicating an extremely invasive cactus: Hudson pear *Cylindropuntia rosea* in the Valencia region (East Spain). *Aliens*, **33**: 23-27.
- DGAV, ICNF e INIAV (2015). *Plano de ação para a vigilância e controlo da Vespa velutina em Portugal*. Acedido a 16 de Abril de 2016, em: <http://www.icnf.pt/portal/naturaclas/patrinatur/resource/docs/exot/vespa/vespa-plano-acao.pdf>.
- Emerton, L. e Howard, G. (2008). *A toolkit for the economic analysis of invasive species*. Global Invasive Species Programme. Nairobi, Kénia. 100 pp.
- García-Llorente, M., Martín-López, B., González, J.A., Alcorlo, P. e Montes, C. (2008). Social perceptions of the impacts and benefits of invasive alien species: Implications for management. *Biological Conservation*, **141(12)**: 2969-2983.
- GATT (1994). Agreement on the application of sanitary and phytosanitary measures. Em: The Legal Texts (ed.), *The Results of the Uruguay Round of Multilateral Trade Negotiations*. General Agreement on Tariffs and Trade Secretariat. Genebra, Suíça. pp. 69–84.
- Genovesi, P. e Carnevali, L. (2011). Invasive alien species on European islands: eradications and priorities for future work. Pages 56-62 Em: Veitch, C.R., Clout, M.N. e Towns, D.R. (eds.), *Island invasives: eradication and management*. IUCN e CBB. Gland, Suíça e Auckland, Nova Zelândia. pp. 56-62.
- Genovesi, P., Scalera, R., Brunel, S., Roy, D. e Solarz, W. (2010). *Towards an early warning and information system for invasive alien species (IAS) threatening biodiversity in Europe*. EEA technical report n° 5/2010. European Environment Agency. Copenhaga, Dinamarca. 52 pp. ISBN 978-92-9213-099-2.

- Griffiths, R., Buchanan, F., Broome, K., Neilsen, J., Brown, D. e Weakley, M. (2015). Successful eradication of invasive vertebrates on Rangitoto and Motutapu Islands, New Zealand. *Biological Invasions*, **17**(5): 1355-1369.
- Hansen, M.J. (2007). Evaluating management strategies and recovery of an invasive grass (*Agropyron cristatum*) using matrix population models. *Biological Conservation*, **140**(1-2): 91-99.
- Henderson, I. (2010). The eradication of ruddy ducks in the United Kingdom. *Aliens*, **29**: 17-24.
- Henderson, S., Dawson, T.P. e Whittaker, R.J. (2006). Progress in invasive plants research. *Progress in Physical Geography*, **30**: 25-46.
- Hill, M.M. e Hill, A. (2012). *Investigação por questionário*. 2ª edição, Edições Sílabo. Lisboa, Portugal. 377 pp. ISBN: 9789726182733.
- Holt, R.H.F. e Cordingley, A.P. (2011). *Eradication of the non-native carpet ascidian (sea squirt) Didemnum vexillum in Holyhead Harbour: progress, methods and results to spring 2011*. CCW Marine Monitoring Report No. 90. Acedido a 16 de fevereiro de 2016, em: <http://www.nonnativespecies.org/index.cfm?pageid=227>.
- ICNF (sem data). SOS vespa. Acedido em 7 de Maio de 2015, em: <http://www.sosvespa.pt/web>.
- IMO (sem data). *Brief History of IMO*. Acedido em 12 de Janeiro de 2016, em: <http://www.imo.org/en/About/HistoryOfIMO/Pages/Default.aspx>.
- IPPC (2013). *A quick guide to IPPC*. Acedido em 11 de Janeiro de 2016, em: <https://www.ippc.int/en/who-we-are/>.
- IUCN (2015). *The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2015-4*. Acedido em 11 de Janeiro de 2016, em: <http://www.iucnredlist.org>.
- Juan, Y-K. e Chao, T-W. (2015). Game-based learning for green building education. *Sustainability*, **7**: 5592-5608.
- Kettunen, M., Genovesi, P., Gollasch, S., Pagad, S., Starfinger, U., ten Brink, P. e Shine, C. (2008). *Technical support to EU strategy on invasive species (IAS) - Assessment of the impacts of IAS in Europe and the EU (final module report for the European Commission)*. Institute for European Environmental Policy (IEEP). Bruxelas, Bélgica. 44 pp. + Anexos.
- Klisch, Y., Miller, L.M., Wang, S. e Epstein, J. (2012). The impact of a science education game on students' learning and perception of inhalants as body pollutants. *Journal of Science Education and Technology*, **21**(2): 295-303.
- Lake, J.C. e Leishman, M.R. (2004). Invasion success of exotic plants in natural ecosystems: the role of disturbance, plant attributes and freedom from herbivores. *Biological Conservation*, **117**(2): 215-226.

- Larson, D.L., Phillips-Mao, L., Quiram, G., Sharpe, L., Stark, R., Sugita, S. e Weiler, S. (2011). A framework for sustainable invasive species management: Environmental, social, and economic objectives. *Journal of Environmental Management*, **92**: 14-22.
- Maki, K. e Galatowitsch, S. (2004). Movement of invasive aquatic plants into Minnesota (USA) through horticultural trade. *Biological Conservation*, **118(3)**: 389-396.
- Mamiya, Y. e Shoji, T. (2009). Pathogenicity of the pinewood nematode, *Bursaphelenchus xylophilus*, to Japanese larch, *Larix kaempferi*, seedlings. *The Journal of Nematology*, **41(2)**: 157-162.
- Marchante, E., Freitas, H. e Marchante, H. (2008). *Guia prático para a identificação de plantas invasoras de Portugal Continental*. 1ª edição, Imprensa da Universidade de Coimbra. Coimbra, Portugal. 183 pp. ISBN 978-989-8074-70-6.
- Mayol, J., Mayol, M., Domenech, O., Oliver, J., McMinn, M. e Rodríguez, A. (2012). Aerial broadcast of rodenticide on the island of Sa Dragonera (Balearic Islands, Spain). A promising rodent eradication experience on a Mediterranean Island. *Aliens*, **32**: 29-32.
- MEA (2005). *Ecosystems and human well-being: biodiversity synthesis*. World Resources Institute. Washington, DC, Estados Unidos da América. 86 pp.
- Micol, T. e Jouventin, P. (2002). Eradication of rats and rabbits from Saint-Paul Island, French Southern Territories. Em: Veitch, C.R. e Clout, M.N. (eds.), *Turning the tide: the eradication of invasive species*. IUCN SSC Invasive Species Specialist Group, IUCN. Gland, Suíça e Cambridge, Reino Unido. pp. 199-205.
- Ministério do Ambiente (1999). *Decreto-Lei nº 565/99 de 21 de Dezembro de 1999*. Diário da República nº 295, Série I-A de 21-12-1999. Lisboa, Portugal.
- Nentwig, W. (ed.) (2007). *Biological invasions*. 1ª edição, Springer-Verlag. Berlim, Alemanha. 441 pp. ISBN 978-3-540-77375-7.
- O'Keeffe, S. (2009). The practicalities of eradicating red-eared slider turtles (*Trachemys scripta elegans*). *Aliens*, **28**: 19-25.
- Oliveira, S.S., Santos, P. e Pereira, R. (2016a). The actions of Portuguese municipalities to combat invasive alien species. *9ª edição do IJUP – Encontro de Investigação Jovem da Universidade do Porto*. Palácio das Artes – Fundação da Juventude, Porto, Portugal, 17-19 de Fevereiro de 2016.
- Oliveira, S.S., Santos, P. e Pereira, R. (2016b). Gestão autárquica das espécies exóticas invasoras em Portugal. *Livro de resumos do V Congresso da Ordem dos Biólogos/ Cimeira Ibérica de Biólogos*. Universidade de Évora, Évora, Portugal. Pág. 30.
- Oliveira, S.S., Santos, P. e Pereira, R. (2016c). Boundary breach: viagens, recordações e o mundo das invasões. *Livro de pósteres do Congresso SciCom.Pt 2016 – 4º*

- Congresso de Comunicação de Ciência*. Pavilhão do Conhecimento, Lisboa, Portugal. Pág. 24.
- Parkes, J.P., Ramsey, D.S.L., Macdonald, N., Walker, K., McKnight, S., Cohen, B.S. e Morrison, S.A. (2010). Rapid eradication of feral pigs (*Sus scrofa*) from Santa Cruz Island, California. *Biological Conservation*, **143**: 634-641.
- Parkes, J.P., Ramsey, D.S.L., Macdonald, N., Walker, K., McKnight, S., Cohen, B.S. e Morrison, S.A. (2010). Rapid eradication of feral pigs (*Sus scrofa*) from Santa Cruz Island, California. *Biological Conservation*, **143**: 634-641.
- Parlamento Europeu e Conselho da União Europeia (2009). *Diretiva 2009/147/CE de 30 de Novembro de 2009. Conservação das aves selvagens*. Jornal Oficial da União Europeia, Série L, nº 20 de 26-01-2010. Bruxelas, Suíça. Acedido a 18 de Novembro de 2015, em: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:020:0007:0025:PT:PDF>.
- Parlamento Europeu e Conselho da União Europeia (2014). *Regulamento (UE) nº 1143/2014 de 22 de Outubro de 2014. Prevenção e gestão da introdução e propagação de espécies exóticas invasoras*. Jornal Oficial da União Europeia, Série L, nº 317 de 4-11-2014. Estrasburgo, França. Acedido a 15 de Janeiro de 2016, em: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014R1143&from=PT>.
- Poncet, S., Poncet, L., Poncet, D., Christie, D., Dockrill, C. e Brown, D. (2011). Introduced mammal eradications in the Falkland Islands and South Georgia. Em: Veitch, C.R., Clout, M.N. e Towns, D.R. (eds.), *Island invasives: eradication and management*. IUCN e CBB. Gland, Suíça e Auckland, Nova Zelândia. pp. 332-336.
- Pughiuc, D. (2010). Invasive species: ballast water battles. *Seaways*, **Março 2010**: 5-7.
- Ramsar Convention Secretariat (2013). *The Ramsar Convention Manual: a guide to the Convention on Wetlands (Ramsar, Iran, 1971)*. 6ª edição, Ramsar Convention Secretariat. Gland, Suíça. Acedido a 23 de Novembro de 2015, em: <http://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/manual6-2013-e.pdf>.
- Reise, K., Olenin, S. e Thieltses, D.W. (2006). Are aliens threatening aquatic coastal ecosystems? *Helgoland Marine Research*, **60**: 77-83.
- Richardson, D.M., Pyšek, P., Rejmánek, M., Barbour, M.G., Panetta, F.D. e West, C.J. (2000). Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. *Diversity and Distributions*, **6**: 93-107.
- Rodríguez, C., Torres, R. e Drummond, H. (2006). Eradicating introduced mammals from a forested tropical island. *Biological Conservation*, **130**: 98-105.

- Rosa, I.C., Pereira, J.L., Gomes, J., Saraiva, P.M., Gonçalves, F. e Costa, R. (2011). The Asian clam *Corbicula fluminea* in the European freshwater-dependent industry: A latent threat or a friendly enemy? *Ecological Economics*, **70(10)**: 1805–1813.
- Roy, H., Schonrogge, K., Dean, H., Peyton, J., Branquart, E., Vanderhoeven, S., Copp, G., Stebbing, P., Kenis, M., Rabitsch, W., Essl, F., Schindler, S., Brunel, S., Kettunen, M., Mazza, L., Nieto, A., Kemp, J., Genovesi, P., Scalera, R. e Stewart, A. (2014). *Invasive alien species – framework for the identification of invasive alien species of EU concern ENV.B.2/ETU/2013/0026*. Comissão Europeia. Bruxelas, Bélgica. Acedido a 6 de Dezembro de 2015, em: http://ec.europa.eu/environment/nature/invasivealien/docs/Final%20report_12092_014.pdf.
- Roy, H.E., Pocock, M.J.O., Preston, C.D., Roy, D.B., Savage, J., Tweddle, J.C. e Robinson, L.D. (2012). *Understanding citizen science & environmental monitoring*. Final report on behalf of UK-EOF. NERC Centre for Ecology & Hydrology and Natural History Museum. Wallingford, Estados Unidos da América. Acedido a 14 de Março de 2016, em: <https://www.ceh.ac.uk/sites/default/files/citizensciencereview.pdf>.
- Schuyler, P.T., Garcelon, D.K. e Escover, S. (2002). Eradication of feral pigs (*Sus scrofa*) on Santa Catalina Island, California, USA. Em: Veitch, C.R. e Clout, M.N. (eds.), *Turning the tide: the eradication of invasive species*. IUCN SSC Invasive Species Specialist Group, IUCN. Gland, Suíça e Cambridge, Reino Unido. pp. 274-286.
- Science Communication Unit, University of the West of England, Bristol (2013). *Science for environment policy in-depth report: Environmental citizen science*. Report produced for the European Commission DG Environment. Acedido a 27 de Agosto de 2016, em: <http://ec.europa.eu/science-environment-policy>.
- Shimura, J., Coates, D. e Mulongoy, J.K. (2010). The role of international organizations in controlling invasive species and preserving biodiversity. *Scientific and Technical Review of the Office International des Epizooties*, **29(2)**: 405-410.
- Shine, C. (2007). Invasive species in an international context: IPPC, CBD, European Strategy on Invasive Alien Species and other legal instruments. *EPPO Bulletin*, **37**: 103-113.
- Shine, C., Kettunen, M., Genovesi, P., Essl, F., Gollasch, S., Rabitsch, W., Scalera, R., Starfinger, U. e ten Brink, P. (2010). *Assessment to support continued development of the EU Strategy to combat invasive alien species. Final Report for the European Commission*. Institute for European Environmental Policy (IEEP). Bruxelas, Bélgica. Acedido a 7 de Novembro de 2015, em:

http://ec.europa.eu/environment/nature/invasivealien/docs/IEEP%20report_EU%20IAS%20Strategy%20components%20%20costs.pdf.

- Souza-Alonso, P., Lorenzo, P., Rubido-Bará, M. e González, L. (2013). Effectiveness of management strategies in *Acacia dealbata* Link invasion, native vegetation and soil microbial community responses. *Forest Ecology and Management*, **304**: 464-472.
- UNCLOS (1982). *United Nations Convention on the Law of the Sea*. Assinada a 10 de Dezembro de 1982 na Baía de Montego, Jamaica, entrada em vigor a 16 de Novembro de 1994. Acedido a 10 de Dezembro de 2015, em: http://www.un.org/depts/los/convention_agreements/texts/unclos/closindx.htm.
- van Kleunen, M., Weber, E. e Fischer, M. (2010). A meta-analysis of trait differences between invasive and non-invasive plant species. *Ecology Letters*, **13**: 235-245.
- Verbrugge, L.N.H., Leuven, R.S.E.W. e van der Velde, G. (2010). *Evaluation of international risk assessment protocols for exotic species. Final report*. Department of Environmental Science, Faculty of Science, Institute for Water and Wetland Research, Radboud University Nijmegen. Nijmegen, Holanda. 54 pp.
- Wanga, H-J., Xub, C., Wanga, H-Z. e Kostenc, S. (in press). Long-term density dependent effects of the Chinese mitten crab (*Eriocheir sinensis* (H. Milne Edwards, 1854)) on submersed macrophytes. *Aquatic Botany*. Disponível online a 16 de Fevereiro de 2016, em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304377016300079>.
- West, C.J. (2002). Eradication of alien plants on Raoul Island, Kermadec Islands, New Zealand. Em: Veitch, C.R. e Clout, M.N. (eds.), *Turning the tide: the eradication of invasive species*. IUCN SSC Invasive Species Specialist Group, IUCN. Gland, Suíça e Cambridge, Reino Unido. pp. 365-373.
- Williams, P.A. e Clout, M.N. (eds.) (2009). *Invasive species management: a handbook of principles*. Oxford University Press. Oxford, Reino Unido. 295 pp. ISBN: 978019921632.
- WTO (sem data). *Understanding the WTO: who we are*. Acedido em 12 de Janeiro de 2016, em: https://www.wto.org/english/thewto_e/whatis_e/who_we_are_e.htm.
- Zar, J.H. (2010). *Biostatistical analysis*. 5ª edição, Prentice Hall. New Jersey, United States of America. 944 pp. ISBN 978-0-13-100846-5.

Anexos

Anexo I – Questionário implementado

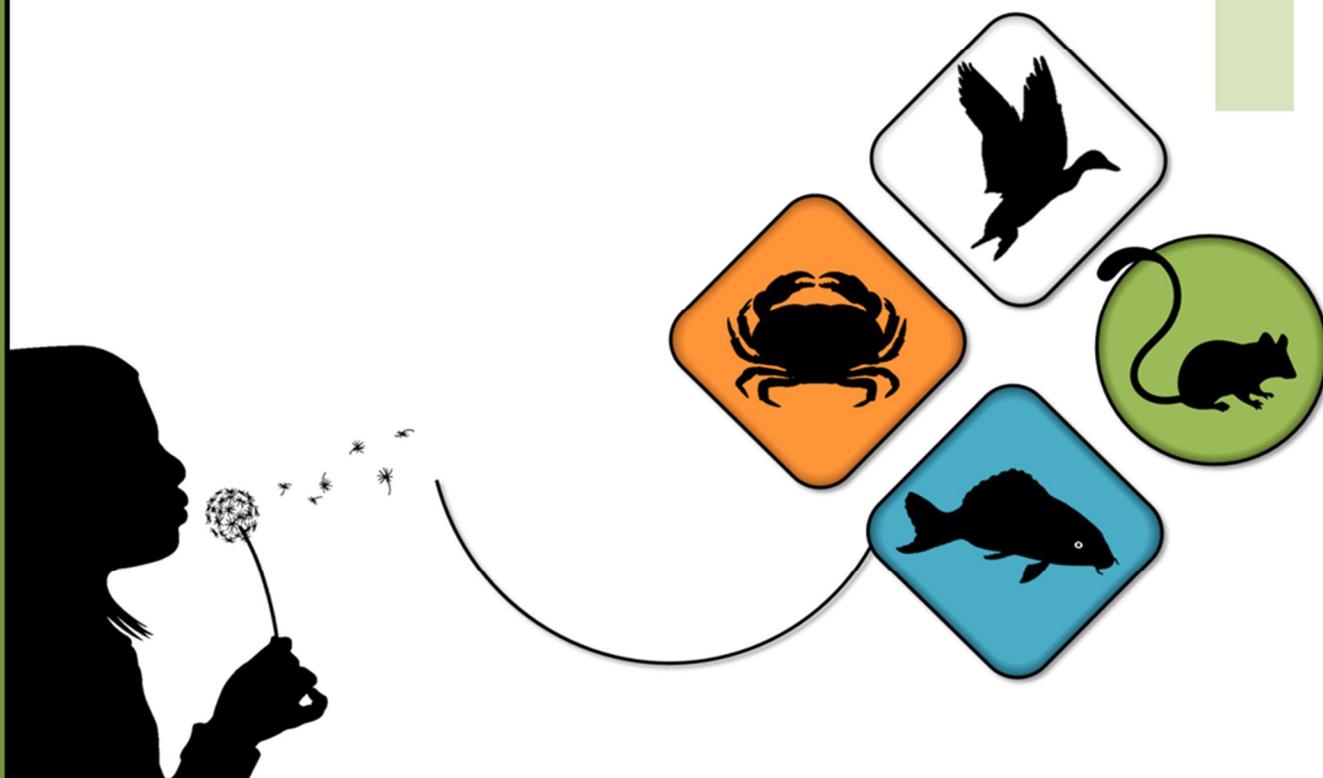
O presente questionário é parte integrante de uma dissertação de mestrado provisoriamente intitulada de “Os contornos da invasão: práticas autárquicas face às espécies exóticas invasoras em Portugal”. Numa primeira fase ir-se-á proceder à caracterização nacional das operações levadas a cabo pelas autarquias relativamente às espécies invasoras através da análise das respostas ao presente inquérito. Num momento posterior, os dados recolhidos servirão também para orientar a elaboração de um guia de atuação que sugerirá um conjunto de boas práticas relativamente ao combate e monitorização destas espécies. Este guia será posteriormente distribuído gratuitamente, em formato digital, a todas as câmaras municipais.



Práticas autárquicas face às espécies exóticas invasoras

Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

em Portugal



Instruções de preenchimento

- Nas perguntas de escolha múltipla, assinale sempre apenas uma opção excepto quando é explicitamente dito o contrário;
- Caso responda “Não” à pergunta 1 do grupo C, avance para o grupo D;
- É esperado que, caso tenha respondido “Sim” à primeira pergunta do grupo D, responda às questões colocadas na página 6 . Para isso, deve imprimir essa página o número de vezes que indicou na pergunta 2 do grupo D;
- É esperado que, caso tenha respondido “Sim” à primeira pergunta do grupo E, responda às questões colocadas na página 7. Para isso, deve imprimir essa página o número de vezes que indicou na pergunta 2 do grupo E;
- É esperado que, caso tenha respondido “Sim” à primeira pergunta do grupo G, responda às questões colocadas na página 8 . Para isso, deve imprimir essa página o número de vezes que indicou na pergunta 2 do grupo G;
- Caso tenha respondido “ Não” à primeira pergunta do grupo G, não é necessário responder às restantes perguntas desse grupo.

Termos e definições

Para efeitos do presente inquérito, consideram-se as seguintes definições:

Controlo: visa a redução do efetivo populacional da espécie invasora para níveis o mais baixo possíveis e/ou a delimitação da área geográfica que estas ocupam.

Erradicação: tem como objetivo a eliminação completa e permanente da espécie invasora.

Componente teórica: apresentação expositiva do tema sobre o qual incide a ação de educação ambiental, com ou sem suporte digital.

Componente demonstrativa: demonstração de técnicas de controlo ou erradicação por parte do orador ou convidados do mesmo (vídeos e outros formatos similares excluídos).

Componente prática: o público-alvo teve a oportunidade de participar numa simulação de ações de controlo ou erradicação, por exemplo.

Ciência cidadã: participação pública na investigação científica. Exemplo: inclusão da população nas atividades de inventariação ou gestão das espécies exóticas invasoras.

A) Identificação da autarquia

B) Caracterização do respondente

- Cargo: _____
- Funções exercidas: _____
- Habilitações: _____

C) Inventariação e monitorização de espécies exóticas invasoras

1. Existe algum levantamento das espécies invasoras que ocorrem no município?

Sim Não

2. É feita a monitorização das espécies invasoras que ocorrem no município?

Sim Não

3. Com que frequência é feita essa monitorização?

4 vezes por ano 2 vezes por ano 1 vez por ano

Sem frequência estipulada Outra Qual? _____

4. Que informação é recolhida durante os processos de levantamento e monitorização?
(assinale todas as opções que se aplicam)

Nome das espécies presentes

Área ocupada por cada espécie

Outra Qual? _____

5. Por quem são feitos os processos de levantamento e monitorização?

Funcionários da câmara Cidadãos

Entidades externas especializadas Outra Qual? _____

6. No caso de na pergunta anterior ter respondido “Funcionários da câmara” ou “Cidadãos”, estes tiveram formação anterior à execução desta atividade?

Sim Não Não sei

D) Controlo de espécies exóticas invasoras

1. Foram feitas ações de controlo?

Sim Não

2. Se sim, quantas ações foram levadas a cabo? _____

2.1. Quais as razões que motivaram o município a realizar essas ações?

E) Erradicação de espécies exóticas invasoras

1. Foram feitas ações de erradicação?

Sim Não

2. Se sim, quantas ações foram levadas a cabo? _____

- 2.1. Quais as razões que motivaram o município a realizar essas ações?
-

F) Prevenção de invasões biológicas

1. O horto municipal ou, caso este último não exista, a aquisição de materiais vegetais para espaços verdes são alvo de alguma fiscalização municipal relacionada com as espécies exóticas invasoras?

Sim Não

2. Os mercados e lojas são alvo de alguma fiscalização municipal relacionada com a venda de espécies exóticas invasoras?

Sim Não

3. Existe algum plano de ação municipal dirigido para as espécies exóticas invasoras?

Sim Não

4. Existe algum sistema de deteção precoce adoptado pelo município?

Sim Não

5. Estão previstas medidas de emergência que possam ser adoptadas pelo município?

Sim Não

G) Educação ambiental

1. Foram levadas a cabo ações de sensibilização da população do município relacionadas com a temática das espécies exóticas invasoras?

Sim Não

2. Caso tenha respondido afirmativamente à pergunta anterior, indique quantas ações foram levadas a cabo: _____

3. Caracterize o público-alvo: em cada caixa indique o número de ações realizadas em que participou o público-alvo correspondente.

Crianças em idade pré-escolar (≤ 5 anos)

Crianças do 1º ciclo (6 – 9 anos)

Crianças do 2º ciclo (10 – 11 anos)

- Adolescentes do 3º ciclo (12 – 14 anos)
- Adolescentes do ensino secundário (15 – 17 anos)
- Adultos (\geq 18 anos)
- Famílias
- Pertence a um grupo profissional específico Qual(is)? _____

4. Que componentes integraram estas ações?

(indique em cada caixa o número de ações realizadas que incluíram o componente correspondente)

Teórica

Demonstrativa

Prática

Ciência cidadã

D) Controlo de espécies exóticas invasoras – Ação nº _____

3. Para cada ação:

3.1. Qual(is) a(s) espécie(s) alvo?

3.2. Assinale a categoria que melhor descreve a tipologia das medidas tomadas.

(caso tenham sido usadas combinações de diferentes tipos de metodologias, assinale todas as que se aplicam)

Mecânica

Química

Biológica

3.2.1. Qual(is) a(s) medida(s) tomada(s)?

3.3. Qual a duração da ação de controlo?

1 ano

6 meses

3 meses

1 mês

Outra Qual? _____

3.4. Por quem foi feita esta ação de controlo?

Funcionários da câmara

Bombeiros

Outras entidades externas

Outra Qual? _____

3.5. No caso de na pergunta anterior ter respondido “Funcionários da câmara” ou “Bombeiros”, estes tiveram formação antes da realização da ação de controlo?

Sim

Não

Não sei

3.6. Quais os custos associados a esta ação de controlo? _____ €

3.7. Existiu ou está prevista uma monitorização posterior?

Sim

Não

3.8. Está em curso ou foi já feita a quantificação da eficácia da ação?

Sim

Não

3.9. Caso tenha respondido afirmativamente à pergunta anterior, indique qual foi o resultado obtido: _____

3.10. Indique as datas de início e fim da ação de controlo: _____

E) Erradicação de espécies exóticas invasoras – Ação nº _____

3. Para cada ação:

3.1. Qual(is) a(s) espécie(s) alvo?

3.2. Assinale a categoria que melhor descreve a tipologia das medidas tomadas.

(caso tenham sido usadas combinações de diferentes tipos de metodologias, assinale todas as que se aplicam)

Mecânica

Química

Biológica

3.2.1. Qual(is) a(s) medida(s) tomada(s)?

3.3. Qual a duração da ação de erradicação?

1 ano

6 meses

3 meses

1 mês

Outra Qual? _____

3.4. Por quem foi feita esta ação de erradicação?

Funcionários da câmara

Bombeiros

Outras entidades externas

Outra Qual? _____

3.5. No caso de na pergunta anterior ter respondido “Funcionários da câmara” ou “Bombeiros”, estes tiveram formação antes da realização da ação de erradicação?

Sim

Não

Não sei

3.6. Quais os custos associados a esta ação de erradicação? _____ €

3.7. Existiu ou está prevista uma monitorização posterior?

Sim

Não

3.8. Está em curso ou foi já feita a quantificação da eficácia da acção?

Sim

Não

3.9. Caso tenha respondido afirmativamente à pergunta anterior, indique qual foi o resultado obtido: _____

3.10. Indique as datas de início e fim da ação de erradicação: _____

G) Educação ambiental – Ação nº _____

5. Para cada ação:

5.1. Assinale os temas abordados durante a ação:

Vias de introdução

Características das espécies invasoras

Consequências das invasões biológicas

Gestão das espécies invasoras

5.2. A ação abordava uma espécie ou grupo de espécies em particular?

Sim

Não

5.3. Se respondeu afirmativamente à questão anterior, indique qual a espécie ou grupo de espécies alvo: _____

Anexo II – Publicação “Os contornos da invasão” – Parte 1

Os contornos da invasão

Um guia prático para a valorização dos esforços autárquicos no âmbito da gestão das espécies exóticas invasoras em Portugal

Parte 1

Sofia da Silva Oliveira

Título:

Os contornos da invasão: um guia prático para a valorização dos esforços autárquicos no âmbito da gestão das espécies exóticas invasoras em Portugal. Parte 1.

Autora:

Sofia da Silva Oliveira

Ano de publicação:

2016

Índice

I. Glossário.....	1
II. Introdução à problemática das invasões biológicas.....	2
III. Como é que a autarquia pode ajudar?.....	3
IV. Panorama nacional da gestão autárquica de invasões biológicas.....	4
1. Como é que se obtiveram estes dados?.....	4
2. Os inquiridos e a falta de comunicação entre departamentos.....	4
3. A identificação e monitorização das espécies exóticas invasoras.....	4
4. A prevenção de invasões biológicas.....	5
5. O controlo e a erradicação.....	8
6. A preparação dos recursos humanos.....	12
7. Visão global.....	12
V. Propostas para a valorização dos esforços autárquicos.....	16
1. A identificação e monitorização das espécies exóticas invasoras.....	16
2. A prevenção de invasões biológicas.....	16
3. O controlo e a erradicação.....	18
VI. Fichas de espécies.....	27
Achigã, <i>Micropterus salmoides</i>	28
Amêijoia-asiática, <i>Corbicula fluminea</i>	31
Caranguejo-peludo-chinês, <i>Eriocheir sinensis</i>	36
Gambúsia/Peixe-mosquito, <i>Gambusia holbrooki</i>	40
Lagostim-vermelho-do-Louisiana, <i>Procambarus clarkii</i>	44
Perca-sol, <i>Lepomis gibbosus</i>	49
Vespa-asiática, <i>Vespa velutina</i>	52
– , <i>Anguillicoloides crassus</i>	56
Bibliografia.....	59
Créditos.....	75

I. Glossário

Espécie exótica: espécie que foi introduzida fora dos limites conhecidos da sua zona de distribuição nativa (PE e CUE, 2014).

Espécie(s) exótica(s) invasora(s) (EEI): espécie exótica que ameaça ou causa danos negativos à diversidade biológica e aos serviços de ecossistema associados a esta (PE e CUE, 2014).

Contenção/confinamento: tem por objetivo a limitação da dispersão das espécies exóticas invasoras (CBD, 2002; PE e CUE, 2014). Esta opção, geralmente, é uma boa estratégia quando a população da espécie-alvo é pequena ou quando esta está limitada a uma área geográfica de pequenas dimensões (CBD, 2002).

Controlo: visa a redução do efetivo populacional da espécie exótica invasora para níveis o mais baixo possíveis (Bomford e O'Brien, 1995; PE e CUE, 2014). No entanto, esta última abordagem implica a realização de ações recorrentes a longo-prazo para a manutenção das populações nestes níveis (Bomford e O'Brien, 1995; CBD, 2002).

Erradicação: A erradicação consiste na eliminação permanentemente e completa da população da espécie-alvo (Bomford e O'Brien, 1995; PE e CUE, 2014).

Convenção sobre a Diversidade Biológica (CBD): trata-se de uma convenção de cariz global que pretende promover o desenvolvimento sustentável do planeta através da conservação da biodiversidade, do uso sustentável dos seus componentes e da partilha justa dos benefícios decorrentes do uso dos recursos genéticos (CBD, 1992).

Atividade de ciência cidadã: atividade que convida os cidadãos participantes a “fazer ciência” e contribuir para o avanço do conhecimento científico, por exemplo, através da recolha de dados sobre biodiversidade e ambiente (Roy *et al.*, 2012).

II. Introdução à problemática das invasões biológicas

A globalização está intimamente relacionada com vários impactes ambientais adversos, entre os quais a supressão das barreiras biogeográficas naturais, que permite ou facilita a introdução de espécies em áreas onde as mesmas não existiam. Esta situação revela-se problemática quando estes organismos são capazes de sobreviver e iniciar um processo de expansão que resulta em impactes negativos para o ecossistema recetor, ou seja, quando estes se revelam espécies exóticas invasoras (CBD, 2002; Nentwig, 2007). Por exemplo, o caranguejo-peludo-chinês (*Eriocheir sinensis*) e o lagostim-vermelho-do-Louisiana (*Procambarus clarkii*) são capazes de **alterar a estrutura do ecossistema**, eliminando quase por completo a comunidade de macrófitas outrora dominante (Rodríguez *et al.*, 2003; Wanga *et al.*, in press). Na verdade, as invasões biológicas constituem **uma das principais causas de perda de diversidade biológica** a nível mundial (MEA, 2005; IUCN, 2015).

No entanto, este não é um problema meramente ambiental, pois as espécies exóticas invasoras têm também repercussões para a economia, saúde humana e bem-estar da população. Por exemplo, a mimosa (*Acacia dealbata*) pode provocar **alergias no Homem** (Cariñanos e Casares-Porcel, 2011) e o consumo de exemplares de lagostim-vermelho-do-Louisiana pode conduzir a uma **acumulação de contaminantes** no organismo e na **aquisição de doenças** (Anda *et al.*, 2001; Alcorlo e Baltanás, 2013). Já o nemátodo-da-madeira-do-pinheiro (*Bursaphelenchus xylophilus*) **anula o rendimento das plantações** onde é introduzido (especialmente em produções florestais do género *Pinus*) (Mamiya e Shoji, 2009). Aliás, só na Europa, estão já documentadas despesas associadas às invasões biológicas na ordem dos **12,5 milhares de milhões de euros** (Kettunen *et al.*, 2008).

Em suma, é evidente que **as espécies exóticas invasoras representam um problema**, que necessita de ser gerido de forma adequada para que seja possível minimizar os prejuízos causados.

Atualmente, já existe **legislação nacional** vocacionada para esta problemática (Decreto-Lei nº 565/99), mas esta já se encontra **muito desatualizada** (MA, 1999). No entanto, a União Europeia aprovou, em Outubro de 2014, o Regulamento nº 1143/2014 (PE e CUE, 2014), que é o primeiro instrumento legal a nível europeu exclusivamente vocacionado para a temática das espécies exóticas invasoras e que entrou em vigor a Outubro de 2015. Este problema foi também priorizado pela CBD, que estipulou a gestão eficiente das espécies exóticas invasoras como uma das 20 metas prioritárias a alcançar até 2020, de forma a travar o corrente ritmo de perda de diversidade biológica (CBD, 2014).

Neste contexto, o **presente manual** assume-se como um instrumento auxiliar para promover boas práticas de gestão ao nível das invasões biológicas, constituindo uma ferramenta útil para técnicos municipais que tenham de lidar com esta ameaça.

III. Como é que a autarquia pode ajudar?

Os municípios portugueses podem – e devem! – desempenhar um papel fundamental na gestão deste problema a nível local.

“Mas, gerir como?”

A abordagem hierárquica proposta pela Convenção sobre a Diversidade Biológica

As espécies exóticas invasoras representam atualmente um sério problema a nível mundial, consequentemente surge a necessidade de gerir estes organismos de forma a minimizar os potenciais prejuízos presentes e futuros (CBD, 2002). Para isso, existem várias abordagens que podem ser adotadas, como: a **prevenção** de novas introduções, o **controlo** das espécies exóticas invasoras já existentes no território e a **erradicação** das mesmas (CBD, 2002; Williams e Clout, 2009; PE e CUE, 2014). No entanto, existe uma ordem preferencial de aplicação destas medidas (figura 1), sendo que, atualmente, a prevenção de novas introduções é encarada como a melhor forma de gerir as EEI, pelo que a sua aplicação é prioritária (CBD, 2002; PE e CUE, 2014). Isto deve-se ao facto de se tratar da abordagem que implica menos danos ecológicos e que simultaneamente apresenta a menor razão custo/benefício (CBD, 2002). A prevenção pode ser implementada a três níveis distintos: antes da introdução, aquando da mesma (controlo ao nível das fronteiras) e após a deteção da introdução. Antes da introdução, devem-se adotar procedimentos como, por exemplo, a inspeção e/ou tratamento de carregamentos e produtos antes de se proceder à exportação dos mesmos. Ao nível das fronteiras devem ser tomadas medidas como a passagem de mercadorias e organismos vivos por um período de quarentena, onde se procederá à sua inspeção e consequente tratamento (quando necessário). Se a introdução acontecer, devem ser desencadeadas medidas de emergência preventivas, com o objetivo de minimizar os impactes negativos provocados pelas espécies exóticas invasoras e aumentar as perspetivas de sucesso de posteriores programas de erradicação ou controlo (CBD, 2002; Williams e Clout, 2009). Após esta fase, deverá seguir-se uma ação rápida no sentido de erradicar a espécie introduzida (CBD, 2002; PE e CUE, 2014). A erradicação consiste na eliminação permanentemente de todos os indivíduos existentes da espécie-alvo e é levada a cabo através da execução de ações durante um período de tempo limitado (Bomford e O'Brien, 1995). No entanto, esta opção pode não ser viável por variadas razões como, por exemplo, a ausência de recursos suficientes para a garantir a conclusão do programa ou simplesmente não ser exequível para a espécie e local em questão (CBD, 2002; Williams e Clout, 2009). Neste caso, deve-se optar pela implementação de um programa de controlo (CBD, 2002), que visa a redução do efetivo populacional da espécie exótica invasora para níveis que provoquem apenas danos mínimos. No entanto, esta última abordagem implica realização de ações recorrentes a longo-prazo (Bomford e O'Brien, 1995).



Figura 1 | Resumo esquemático da abordagem hierárquica proposta pela CBD.

É de salvaguardar que a aplicação do sistema hierárquico supradescrito implica, em parte, a existência de um sistema de deteção precoce, caso contrário a deteção rápida de uma nova introdução pode não ser conseguida, comprometendo a adoção de medidas de emergência preventivas e o sucesso de um posterior programa de erradicação (CBD, 2002; Deltoro *et al.*, 2013).

IV. Panorama nacional da gestão autárquica de invasões biológicas

1. Como é que se obtiveram estes dados?

Os dados explorados ao longo desta seção são o resultado de um trabalho de investigação, que envolveu a construção de um questionário que permitisse obter informação sobre as ações que as autarquias portuguesas têm levado a cabo no âmbito do combate às espécies exóticas invasoras. Para isso, este incidu em diferentes áreas da gestão das invasões biológicas, nomeadamente: (1) a identificação e monitorização das espécies exóticas invasoras, (2) o controlo, (3) a erradicação, (4) a prevenção e (5) a educação ambiental. Este questionário foi implementado, preferencialmente por via telefónica, a todos os 308 municípios portugueses. Após a data de término da inquirição efetuada (Janeiro de 2016), os dados obtidos foram submetidos a uma análise quantitativa, cujos resultados se encontram descritos ao longo desta seção. É de salientar que, no total, foram preenchidos 178 questionários, o que corresponde a uma taxa de resposta de, aproximadamente, 58% (num total de 308 municípios).

2. Os inquiridos e a falta de comunicação

Ao todo este estudo envolveu 197 funcionários, o que representa uma média de $1,1 \pm 0,4$ respondentes por inquérito. Claramente, na maioria dos municípios inquiridos ($n=160$, 89,9%) foi apenas um único funcionário a responder às questões colocadas; no entanto, em alguns questionários onde aparece registado apenas um respondente, o inquirido ia pedindo apoio aos seus colegas para algumas respostas à medida que o inquérito prosseguia.

Aparentemente contrário ao que acabou de ser mencionado, ao longo da fase de inquéritos, notou-se uma falta de comunicação entre os diferentes departamentos e divisões de várias Câmaras Municipais portuguesas no que diz respeito a esta temática. Esta situação acaba por se refletir na necessidade de contactar mais que uma pessoa para implementar o questionário na íntegra, sendo que em 14 autarquias (7,9%) houveram dois respondentes e que em 3 (1,7%) foram 3 os responsáveis por preencher o questionário. Outro reflexo desta falha de comunicação e falta de organização da informação são os elevados valores percentuais referentes às respostas “Não sabe/Não responde” em algumas das questões colocadas. Esta falta de cooperação no contexto interno da Câmara Municipal não é de todo desejável e destaca-se a importância de suprimir estas barreiras interdepartamentais, uma vez que as invasões biológicas têm implicações para diversos setores (e.g. biodiversidade, gestão florestal, saúde pública, agricultura, pesca, qualidade da água) (Kettunen *et al.*, 2008; Mamiya e Shoji, 2009; Cariñanos e Casares-Porcel, 2011; IUCN, 2015; Wanga *et al.*, in press), que devem ser tidos em conta de forma a implementar um plano de gestão holístico.

3. A identificação e monitorização das espécies exóticas invasoras

A identificação das EEI existentes no município e a sua monitorização foram levadas a cabo apenas por 20,8% ($n=37$) e 12,9% ($n=23$) dos municípios inquiridos¹, respetivamente. Este resultado revela-se preocupante já que põe em causa a deteção precoce de EEI, componente essencial das atividades preventivas. Além disso, isto torna difícil proceder à correta análise da prioridade na ação a dirigir a cada organismo, o que é fulcral para a correta alocação de recursos

¹ Alguns dos municípios que afirmaram não levar a cabo estas ações, têm conhecimento de que estas atividades são feitas por outras entidades (comunicação pessoal).

(Williams e Clout, 2009) e também para uma boa gestão das EEI (especialmente no que respeita à prevenção de novas introduções) (Genovesi *et al.*, 2010; Shine *et al.*, 2010).

Adicionalmente, das 23 autarquias que afirmaram monitorizar as EEI presentes no seu território, 12 (54,5%) não o faziam com uma periodicidade definida, 2 (9,1%) faziam-no apenas de 5 em 5 anos, 6 (27,3%) realizavam-na anualmente e 2 (9,1%) executavam uma monitorização 2 vezes por ano. Portanto, como se pode ver, existia alguma heterogeneidade relativamente a este tópico. No entanto, é de destacar a necessidade de efetuar monitorizações regulares de forma a detetar precocemente novas introduções (tópico que será abordado de forma mais detalhada na subseção “Prevenção”) (CBD, 2002; Williams e Clout, 2009). Por exemplo, os indivíduos pertencentes às espécies *Procambarus clarkii* e *P. leniusculus* – ambas espécies exóticas presentes em Portugal – têm uma capacidade de dispersão natural notável: são capazes de percorrer 255 e 461 metros, respetivamente, em apenas meio-dia (Anastácio *et al.*, 2015).

Quanto à informação recolhida durante os processos de identificação e monitorização, para além da identificação da espécie, só 61,8% (n=21) dos municípios que o faziam registavam também a sua localização e apenas 44,1% (n=15) determinavam a área ocupada pela mesma, informações estas que são fatores importantes a ter em conta aquando da análise da prioridade na ação a dirigir a cada espécie e local a intervir (Roy *et al.*, 2014). Em contraste, em 2 municípios que realizavam a monitorização de EEI (5,9%), para além dos dados anteriores, registava-se ainda informação adicional: num era também identificado o estado de desenvolvimento dos indivíduos e no outro era anotado o estado dos focos de invasão. Outros fatores importantes a determinar para cada espécie de forma a proceder à correta análise da prioridade na ação a dirigir a cada EEI são os seus impactes para a biodiversidade e diferentes stakeholders e as características do local invadido, sendo que estes dados devem ser complementados com informação disponível na bibliografia, como as vias de introdução da espécie, a sua capacidade de dispersão e se já manifestou um comportamento invasor noutros locais (Roy *et al.*, 2014). É de salientar que, atualmente, já se encontram disponíveis vários protocolos de avaliação do risco das EEI, que podem ser adotados para este fim (Verbrugge *et al.*, 2010; Roy *et al.*, 2014)

Na maioria das autarquias que procediam à inventariação e monitorização das EEI (88,2%, n=30), os levantamentos eram levados a cabo, exclusiva ou parcialmente, por funcionários da câmara, sendo que a maioria (53,1%, n=17) teve uma formação específica no âmbito das invasões biológicas. Contudo, os respondentes não foram inquiridos acerca do local onde adquiriram tal formação. Em alguns municípios em que estes processos eram feitos, os levantamentos eram conduzidos, exclusiva ou parcialmente, por entidades externas (20,6%, n=7), cidadãos (5,9%, n=2), sapadores florestais (2,9%, n=1) ou por alunos no âmbito de estágios curriculares (2,9%, n=1).

4. A prevenção de invasões biológicas

A medida preventiva implementada por mais autarquias respondentes foi a fiscalização dos hortos municipais e da aquisição de materiais vegetais pelas autarquias (70,2%, n=125) (tabela IV). No entanto, detetaram-se diferentes níveis de rigor na aplicação desta medida:

- Alguns municípios tinham o cuidado de não adquirir nem propagar EEI no seu horto;
- Outras autarquias iam mais longe e também inspecionavam o material vegetal adquirido de forma a verificar se não estava contaminado com EEI, ou então tinham protocolos estabelecidos com entidades externas nesse sentido.

Apesar de esta opção prevenir introduções mediadas pelo município (Maki e Galatowitsch, 2004; Burnett *et al.*, 2012), a adoção somente desta medida não é suficiente para prevenir de forma eficaz novas invasões biológicas. Para isso, é também necessário (1) reduzir a quantidade de novas introduções por parte da comunidade (e.g. sensibilização da população e dos principais stakeholders, fiscalização de mercados e lojas) e (2) ter em vigor sistemas que consigam detetar precocemente novas introduções e atuar rapidamente de forma a resolver o problema ou a facilitar uma posterior erradicação (CBD, 2002; Maki e Galatowitsch, 2004; Williams e Clout, 2009; Larson *et al.*, 2011).

No entanto, apenas 24,2% dos municípios respondentes (n=43) tinham ações de educação ambiental exclusivamente vocacionadas para as EEI (tabela I), sendo que algumas das 126 autarquias que responderam “não” referiram que esta temática era englobada noutras atividades, como, por exemplo, durante a celebração do dia da floresta autóctone. A fiscalização de mercados e lojas era feita somente em 3,4% das autarquias inquiridas (n=6), só estavam em vigor sistemas de deteção precoce em 5,6% dos municípios respondentes (n=10) e apenas existiam medidas de emergência previstas em 11,2% das autoridades locais inquiridas (n=20).

Dada a gravidade do problema em mãos e a enorme diversidade de setores afetados (Kettunen *et al.*, 2008; Mamiya e Shoji, 2009; Cariñanos e Casares-Porcel, 2011; IUCN, 2015; Wanga *et al.*, in press), é também desejável a sua priorização por parte das autarquias sob a forma de um plano municipal dirigido especificamente para esta temática, que funcione como uma ferramenta de política global de forma a promover boas práticas relativamente às EEI nos diversos setores. No entanto apenas 11 municípios portugueses (6,2% das autarquias respondentes) admitiram ter um plano municipal exclusivamente dedicado a esta ameaça. Uma questão também preocupante é o facto de alguns dos inquiridos não saberem se existe ou não um plano de ação municipal, se tivermos em conta que em todas as autarquias que foram contactados tentaram sempre encaminhar a chamada para a pessoa mais adequada para responder a perguntas sobre esta temática.

Tabela I | Quadro-resumo das respostas obtidas na seção “Prevenção”. Nesta tabela: F1 – Fiscalização do horto municipal e/ou da aquisição de material vegetal pela mesma entidade; F2 – Fiscalização de lojas de animais e mercados locais; F3 – Plano municipal dedicado às espécies exóticas invasoras; F4 – Sistema de deteção precoce; F5 – Medidas de emergência. É de salientar que todas as percentagens representam a percentagem de municípios respondentes e não a percentagem de municípios totais.

Resposta	F1		F2		F3		F4		F5		G1	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Sim	125	70,2	6	3,4	11	6,2	10	5,6	20	11,2	43	24,2
Não	24 ²	13,5	145 ³	81,5	154	86,5	156	87,6	144	80,9	126 ⁴	70,8
Não sabe/Não responde	27	15,2	27	15,2	13	7,3	12	6,7	14	7,9	9	5,1
Resposta inválida	2	1,1	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0

Em suma, o esforço preventivo feito pelas autoridades locais encontrava-se muito aquém daquele que é necessário para prevenir de forma eficiente novas invasões biológicas.

² Uma das autarquias que respondeu “não” a esta pergunta não tem horto municipal nem adquire materiais vegetais (comunicação pessoal).

³ Alguns dos municípios que deram esta resposta referiram que não possuem lojas de animais ou hortos no seu território (comunicação pessoal).

⁴ Algumas das entidades locais que responderam “não” admitiram estar a planear atividades neste âmbito para aplicar em escolas já no próximo ano letivo (comunicação pessoal).

A educação ambiental

No total, foi documentada a realização de mais de 175 sessões de educação ambiental exclusivamente vocacionadas para as EEI.

O público-alvo ao qual estas ações foram dirigidas está sumariado na figura 2. Muitos dos municípios inquiridos dirigiam os seus esforços educativos para as escolas (n=30, 69,8%), especialmente para o 1º e 2º ciclo, e para o público em geral (n=20, 46,5%). Algumas autarquias promoveram também sessões para os seus funcionários e para os trabalhadores das Juntas de Freguesias sob sua alçada (n=5, 11,6 %). Adicionalmente, empresas, bombeiros, sapadores florestais e apicultores, entre outros, foram também alvo destas ações em alguns dos municípios respondentes (categoria “Outros”, n=10, 23,3%). No entanto, é de salientar que apenas uma autarquia promoveu sessões de sensibilização para professores.

Portanto, os municípios portugueses tendem a centrar os seus esforços de educação ambiental na sensibilização da comunidade, sendo que o investimento feito no envolvimento dos stakeholders e na formação dos seus funcionários foi muito reduzido, o que é igualmente fulcral para a prática de uma boa gestão deste problema (Brown e Sherley, 2002; García-Llorente *et al.*, 2008; Bunbury *et al.*, 2013). Além disso, não foram comunicadas ações especificamente destinadas a lojistas, proprietários de hortos ou comerciantes de mercados locais. No entanto, é importante realizar ações de educação ambiental para estes stakeholders, uma vez que estes podem:

- Proceder à venda de EEI – tal como já reportado em outros locais (Maki e Galatowitsch, 2004) – por uma errada identificação da espécie e/ou pelo possível desconhecimento da legislação em vigor (que impõe restrições ao comércio destes organismos);
- Disseminar espécies exóticas invasoras nos vasos de outras plantas (Maki e Galatowitsch, 2004).

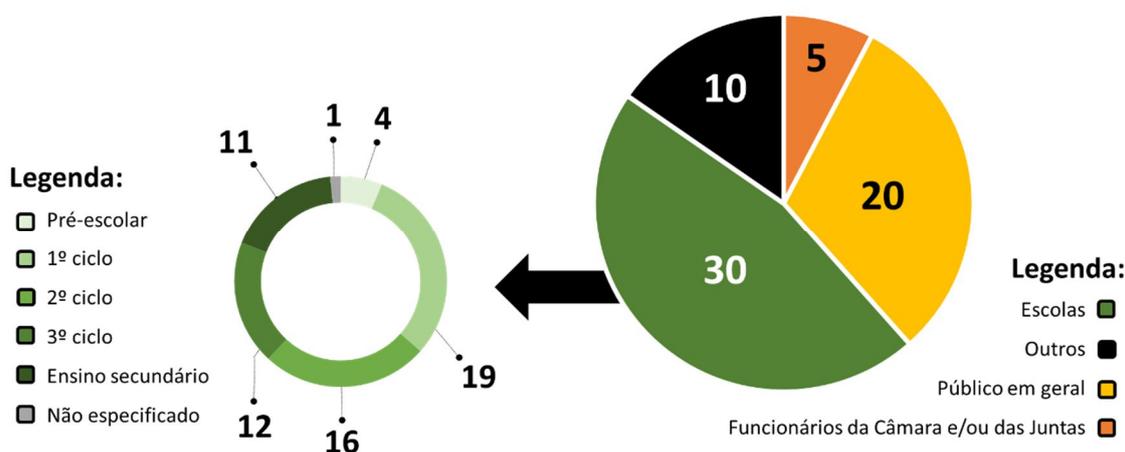


Figura 2 | Diversidade de públicos-alvo das ações de sensibilização e número de municípios que as promovem.

Quanto à tipologia, grande parte das autoridades locais inquiridas incluiu nas sessões uma componente teórica (n=39, 90,7%) e atividades com uma forte componente de ciência-cidadã (n=21, 48,8%). Em contraste, apenas 20,9% (n=9) e 18,6% (n=8) dos municípios respondentes realizaram ações com componentes demonstrativas e práticas, respetivamente.

Para cada autarquia, para além das informações supramencionadas, foi também registado o número de diferentes tipos de atividades que realizavam, como, por exemplo, sessões que abordavam diferentes aspetos das invasões biológicas ou que foram vocacionadas para

diferentes EEI. Ao todo registaram-se 55 tipos de ações distintos, onde a temática mais abordada foi as consequências das invasões biológicas (n=42, 76,4%). A gestão das EEI foi o segundo assunto mais discutido (n=35, 63,6%) e as características das EEI o terceiro (n=33, 60,0%). O tema incluído em menos tipos de atividades foi as vias de introdução (n=26, 47,3%), no entanto este é um dos tópicos considerados pela CBD (2002) como cruciais para a consciencialização deste problema, sendo que é importante para ilustrar o papel do Homem na proliferação das EEI.

A maioria dos tipos de atividades foram orientados para a sensibilização sobre uma espécie ou grupo de espécies em particular (n=45, 81,8%). As plantas foram o tema central em 37 tipos de ações distintos, sendo o género *Acacia* (n=22, 40,0%), o chorão-das-praias (*Carpobrotus edulis*) (n=14, 25,5%) e o espanta-lobos (*Ailanthus altissima*) (n=5, 9,1%) os organismos abordados em mais tipos de atividades. No que diz respeito ao Reino animal, registaram-se 8 tipos de ações:

- Cinco dedicados à vespa-asiática (*Vespa velutina*);
- Um vocacionado para o problema do nemátodo-da-madeira-do-pinheiro (*Bursaphelenchus xylophilus*);
- Um dirigido para o inseto *Aedes aegypti*;
- Um para alertar a comunidade sobre a tartaruga-de-orelhas-vermelhas (*Trachemys scripta elegans*).

5. O controlo e a erradicação

As ações de controlo foram implementadas com maior frequência do que os programas de erradicação, sendo que o número de autarquias inquiridas que as executou (n=65, 36,5%) foi três vezes superior ao de municípios respondentes que levaram a cabo tentativas de erradicação (n=20, 11,2%). Esta situação, juntamente com o esforço preventivo insuficiente (verificado na subseção anterior), indica que a abordagem hierárquica proposta pela CBD ainda não tinha sido implementada pela maioria das autoridades locais ou que a sua aplicação não foi efetuada de forma eficiente. Por sua vez, esta situação demonstra que os esforços autárquicos existentes não estavam a ser direcionados da melhor forma.

Espécies-alvo

Quanto aos organismos-alvo dos programas de controlo e erradicação (tabela II), estes foram na sua maioria plantas, sendo o género *Acacia* (com especial destaque para a espécie *Acacia dealbata*) o grupo taxonómico mais visado pelas ações dos municípios inquiridos (n=64, 59,8%). Tal não é surpreendente, uma vez que a espécie *Acacia dealbata* é considerada como uma das piores espécies exóticas invasoras em Portugal (Marchante *et al.*, 2008). Segue-se o chorão-das-praias (*Carpobrotus edulis*) com 14 ações descritas (13,1%) e a cana (*Arundo donax*) com 7 iniciativas documentadas (6,5%).

No que respeita às espécies animais, o organismo visado por mais ações foi a vespa-asiática (n=6, 5,6%), cuja presença em Portugal foi confirmada em 2011, na região norte (DGAV *et al.*, 2015), e que se tem expandido de forma preocupante desde então, sendo que já foi encontrada na região de Lisboa (ICNF, s.d.). Para além desta, também se registou uma ação contra o nemátodo-da-madeira-do-pinheiro (*Bursaphelenchus xylophilus*) e outra contra o mosquito *Aedes aegypti*.

Tabela II | Taxa abrangidos pelos programas municipais de controlo e erradicação e respetivo número (n) e percentagem (%) de ações dirigidas a cada um. A cor amarela representa espécies animais; os restantes taxa descrevem espécies vegetais.

Taxa -alvo	n	%	Taxa -alvo	n	%
Género <i>Acacia</i>	64	59,3	<i>Pittosporum undulatum</i>	4	3,7
<i>Acacia dealbata</i>	31	28,7	<i>Aedes aegypti</i>	1	0,9
<i>Acacia longifolia</i>	9	8,3	<i>Azolla filiculoides</i>	1	0,9
<i>Acacia melanoxylon</i>	15	13,9	<i>Bursaphelenchus xylophilus</i>	1	0,9
<i>Carpobrotus edulis</i>	14	13,0	<i>Eucalyptus globulus</i>	1	0,9
<i>Arundo donax</i>	7	6,5	Família <i>Arecaceae</i> (Palmeiras)	1	0,9
Género <i>Hakea</i>	6	5,6	Género <i>Pinus</i>	1	0,9
<i>Hakea sericea</i>	5	4,6	<i>Ipomoea indica</i>	1	0,9
<i>Vespa velutina</i>	6	5,6	<i>Ricinus communis</i>	1	0,9
<i>Eichhornia crassipes</i>	5	4,6	<i>Tradescantia fluminensis</i>	1	0,9
<i>Cortaderia selloana</i>	5	4,6	-	-	-
<i>Ailanthus altissima</i>	4	3,7	Não sabe/Não responde	2	1,9

Métodos implementados

No que diz respeito à tipologia das medidas implementadas (figura 3), os métodos mecânicos foram utilizados na maioria dos programas documentados (n=67, 60,4%), seguindo-se a combinação de técnicas mecânicas e químicas (n=33, 29,7%). No entanto, muitos dos municípios que aplicaram métodos químicos (como iremos ver de seguida) tentaram minimizar o seu impacto no restante ecossistema, fazendo apenas aplicações localizadas (e.g. pincelamento do produto na touça). Para além destas, registou-se ainda o uso da combinação das três tipologias (mecânica, química e biológica) numa ação (0,9%).

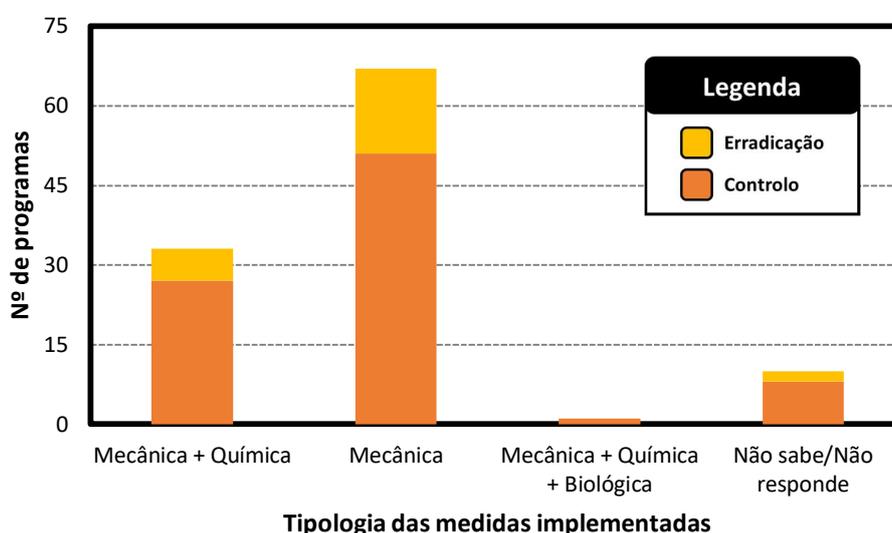


Figura 3 | Número de programas de controlo e erradicação por tipo de metodologia implementada.

Duração e frequência das intervenções

Em vários programas, a duração de cada intervenção singular e a frequência com que estas eram feitas não foram indicadas pelos respondentes (32,7% e 35,5%, respetivamente).

Quanto à periodicidade, 34 programas (30,9%) não tinham uma frequência estipulada para a repetição das intervenções e 25 (22,7%) previam a realização de ações individuais uma, ou mais,

vezes por ano. Em contraste, 5 iniciativas (4,5%) incluíam intervenções a executar apenas de dois em dois anos e 1 (0,9%) antecipava a realização de ações singulares a cada 3 anos. Além disso, 5 (4,5%) dos programas foram executados apenas uma única vez.

Vários dos esforços de gestão documentados (n=23, 20,9%) não possuíam uma duração fixa. Entre aqueles em que a extensão da intervenção era, por norma, pouco variável, o mais comum era demorarem apenas algumas horas (e.g. uma tarde ou uma manhã) (n=19, 17,3%). No entanto, foram documentados programas em que ocorriam intervenções regulares ao longo de dias (n=8, 7,3%), semanas (n=5, 4,5%) e mesmo vários meses (n=8, 7,3%). O valor máximo registado para a duração de uma única ação foi de 9 meses.

A necessidade de adequar os esforços de gestão à biologia e ecologia da espécie-alvo não deve ser subestimada: em algumas ações de erradicação malsucedidas, as causas apontadas como responsáveis pelo resultado negativo foram a frequência insuficiente das intervenções ou a sua execução no *timing* errado (Micol e Jouventin, 2002; Mayol *et al.*, 2012).

Recursos humanos envolvidos

Os funcionários municipais estiveram diretamente envolvidos em grande parte dos programas documentados (n=69, 62,7%) (figura 4). Bombeiros e sapadores florestais também participaram em algumas ações (5,5 e 18,2%, respetivamente). O envolvimento de entidades externas à Câmara Municipal, que não as anteriores, foi também registado em 28 das ações (25,5%). A participação de voluntários foi também descrita num número relevante de programas (n=24, 21,8%). Adicionalmente, numa ação em particular foi mencionado o envolvimento de reclusos e noutra foi relatada a inclusão de apicultores na equipa de trabalho.

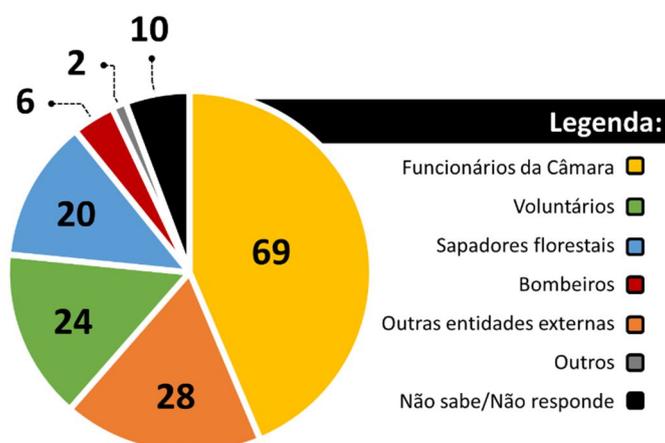


Figura 4 | Diversidade dos recursos humanos envolvidos nas tentativas de controlo e erradicação levadas a cabo pelos municípios e respetivo número de ações em que participaram.

No que respeita aos funcionários autárquicos, bombeiros e sapadores florestais, em algumas das ações em que participaram, estes foram previamente instruídos sobre a problemática das invasões biológicas (n=35, 42,2%). No entanto, em 33 desses programas (39,8%) tal não aconteceu e, para os restantes 15 (18,1%), o respondente não tinha conhecimento se estes tiveram formação antes da execução da ação.

Estes dados são bastante relevantes, uma vez que a composição da equipa de trabalho e os seus atributos foram considerados em muitos programas de controlo e erradicação como um dos

fatores-chave para o seu sucesso (Brown e Sherley, 2002; West, 2002; Parkes *et al.*, 2010; Bell *et al.*, 2011; Bunbury *et al.*, 2013).

Documentação das despesas

Apenas para 17,9% (n=20) das ações foi possível obter informação acerca dos custos associados à sua realização. Um número muito reduzido de autarquias argumentou que tinham as despesas documentadas, mas que preferiam não as divulgar (comunicação pessoal). De qualquer das formas, o impacto económico documentado por estas 20 ações totalizou 1.976.427 €, mas, este valor é apenas uma subestimativa, pois alguns dos municípios tinham apenas informação relativamente aos custos de determinada parte da ação ou só a partir de um dado ano.

De qualquer das formas, esta quantia estaria sempre longe de refletir a total magnitude económica desta problemática em Portugal, uma vez que não tem em conta:

- Os valores monetários despendidos com as atividades de identificação, monitorização, prevenção e educação ambiental;
- Os custos associados aos danos provocados por estas espécies diretamente na economia – e.g. entupimento de tubagens em sistemas de circulação de água (Rosa *et al.*, 2011) – e também aqueles associados aos danos infligidos aos serviços de ecossistema;
- As perdas resultantes dos impactes na biodiversidade.

Convém ainda salientar que alguns dos respondentes disseram que os programas de controlo e erradicação não tinham custos para a autarquia, dando como justificações:

- As ações foram levadas a cabo por funcionários da câmara, aos quais não foi feito nenhum pagamento extra;
- As intervenções foram executadas por voluntários, a autarquia só forneceu o transporte.

Mas tal não é verdade, mesmo nestas situações, os municípios enfrentam despesas:

- Os funcionários da câmara poderiam estar a exercer outras atividades no seu horário de trabalho, pelo que as horas que despendem no controlo e erradicação de EEI devem ser encaradas como uma despesa;
- Da mesma forma, o motorista que despende o seu tempo para conduzir os voluntários e mesmo a gasolina gasta nas deslocações constituem gastos para a autarquia.

A falta destes dados e o modo grosseiro como é feita a avaliação económica prende-se com a falta de aplicação de instrumentos económicos à análise da problemática das invasões biológicas, o que é considerado um componente essencial da sua gestão: as despesas associadas com a gestão das EEI e a quantificação dos danos provocados por estas nas mais variadas áreas são informações relevantes para o processo de tomada decisão, permitindo realizar escolhas mais informadas (Emerton e Howard, 2008). Por exemplo, tendo em conta os custos associados às técnicas de controlo/erradicação e a eficácia destas, é possível optar-se por medidas com uma melhor razão custo-benefício (Larson *et al.*, 2011).

Monitorização das intervenções

A maioria dos esforços de gestão (n=81, 73,6%) foram procedidos de uma monitorização, de forma a acompanhar a evolução da situação. Este aspeto é muito positivo já que este componente é essencial para se proceder a ajustes nos programas em tempo útil (Parkes *et al.*,

2010; Bunbury *et al.*, 2013) e é mesmo descrito por vários autores como sendo uma das principais causas de sucesso dos esforços de gestão (Brown e Sherley, 2002; Schuyler *et al.*, 2002; Parkes *et al.*, 2010; Poncet *et al.*, 2011; Bunbury *et al.*, 2013).

O sucesso obtido foi quantificado em 33,3% (n=27) das ações em que houve monitorização, o que não se verificou na maior parte destes programas (n=48, 59,3%).

A eficiência das técnicas de controlo e erradicação são um aspeto crítico a ter em conta aquando da sua seleção (Hansen, 2007; Dana *et al.*, 2009; Larson *et al.*, 2011). No entanto, a eficácia é influenciada por vários fatores, como o local em que a técnica é aplicada (Poncet *et al.*, 2011), pelo que essa informação pode não estar previamente disponível, daí a importância de documentar também estes dados.

Data de conclusão

A maior parte dos programas de controlo descritos (n=64, 74,4%) encontravam-se, à data de término da inquirição efetuada no âmbito do presente estudo (Janeiro de 2016), em curso, o que é bastante positivo já que indica que as autoridades locais têm mostrado disponibilidade para manter estas intervenções que são um compromisso a longo-prazo. No que respeita às erradicações, apenas 9 (37,5%) programas se encontravam a decorrer.

6. A preparação dos recursos humanos

Quanto aos recursos humanos envolvidos notou-se alguma falta de preparação para lidar com esta problemática, como, por exemplo, a aplicação de técnicas de controlo/erradicação que não são adequadas para gerir as espécies-alvo.

Além disso, muitos dos funcionários municipais envolvidos nos processos de identificação, monitorização, controlo e erradicação não frequentaram nenhuma formação antes da realização destes.

7. Visão global

Para obter uma visão global dos esforços autárquicos de gestão que foram feitos no território nacional, definiram-se critérios de forma a classificar as autarquias de acordo com a qualidade da gestão efetuada pelas mesmas. Assim, optou-se por atribuir a classificação de “Gestão satisfatória” (a melhor numa escala de quatro) aos municípios que:

1. **Mantinhm um inventário atualizado das EEI existentes na autarquia**, o que é importante uma vez que permite uma correta alocação de recursos (Williams e Clout, 2009) e pode ser uma ferramenta essencial ao nível da prevenção de novas introduções (CBD, 2002; Williams e Clout, 2009; Genovesi *et al.*, 2010; Shine *et al.*, 2010);
2. **Procediam ao controlo e/ou erradicação das EEI**, caso estas existam no município – ações estas que são fundamentais para diminuir os impactes causados por estes organismos (CBD, 2002; Williams e Clout, 2009);
3. **Tinham em vigor um sistema de prevenção completo, que incluía quatro componentes**: 1) a prevenção de novas introduções por parte da própria autarquia e 2) por parte dos munícipes, 3) a implementação de um sistema de deteção precoce e 4) o estabelecimento de medidas de emergência. Estas medidas têm-se revelado eficientes noutros locais e são consideradas imprescindíveis no combate a este problema (CBD, 2002; Maki e Galatowitsch, 2004; Williams e Clout, 2009; Larson *et al.*, 2011; Burnett *et al.*, 2012).

Adicionalmente, decidiu-se atribuir aos municípios que cumprissem simultaneamente o ponto nº2 e parcialmente o ponto nº3 [1) + 2) + 3) ou 4)] a classificação de “Gestão mais ou menos satisfatória”, distinguindo-os assim daqueles em que os esforços de gestão eram ainda muito reduzidos ou que não tinham em vigor qualquer medida para dar resposta a este problema.

A maioria dos municípios portugueses inquiridos já possui algum grau de consciência acerca do problema que as invasões biológicas representam, o que é demonstrado pelo facto de 86% das autarquias respondentes já terem implementado, pelo menos, uma medida para dar resposta a esta ameaça (figura 5).

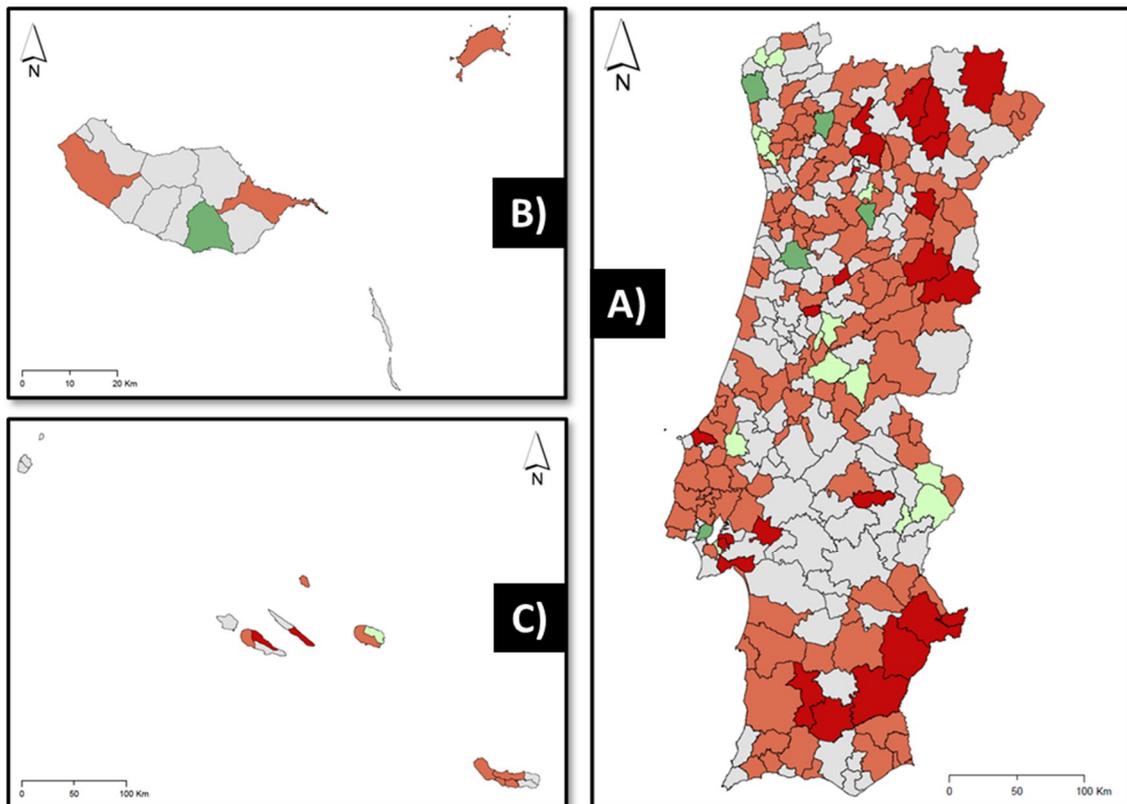


Figura 5 | Classificação da gestão efetuada pelos municípios portugueses⁵ tendo como termo de comparação o tipo de gestão que seria ideal. Em (A) encontra-se representado Portugal Continental, em (B) o arquipélago da Madeira e em (C) o arquipélago dos Açores. **Legenda das cores:** verde-escuro – municípios que exercem uma gestão satisfatória; verde-claro – autarquias que têm em vigor uma gestão mais ou menos satisfatória; cor-de-laranja – autoridades locais que, embora já tenham implementado, pelo menos, uma medida para gerir as invasões biológicas, não cumprem os requisitos mínimos da gestão mais ou menos satisfatória; vermelho – municípios que não fazem esforços de gestão direcionados para as espécies exóticas invasoras; cinzento – autarquias que não responderam ao inquérito.

No entanto, de uma forma geral, a situação encontrava-se ainda longe de ser ideal:

- ❖ A gestão efetuada revelou-se **não satisfatória** em **73,6%** (n=131) dos municípios respondentes;
- ❖ **Não foram feitos quaisquer esforços** para gerir as espécies exóticas invasoras em **14,0%** (n=25) das autoridades locais inquiridas;

⁵ As classificações foram determinadas apenas com base nas respostas afirmativas dadas às perguntas do questionário estabelecidas como critérios. No entanto, vários inquiridos responderam “Não sei/Não respondo” a algumas destas questões, pelo que, nestes casos, a classificação da autarquia pode estar subestimada.

- ❖ Apenas **3,4%** e **9,0%** (n=6 e n=16) das autarquias que responderam exerciam uma gestão considerada como **satisfatória** e **mais ou menos satisfatória**, respetivamente.

É de salientar que as classificações foram determinadas apenas com base nas respostas afirmativas dadas às perguntas estabelecidas como critérios. No entanto, vários inquiridos responderam “Não sei/Não respondo” a algumas destas questões, pelo que, nestes casos, a classificação da autarquia pode estar subestimada. Além disso, a falta de comunicação sobre esta temática entre as diferentes divisões, departamentos e serviços municipais pode também ter contribuído para a subestimação da classificação de alguns municípios.

Destes resultados decorre uma conclusão evidente: em Portugal, é ainda necessário um **maior esforço autárquico** orientado para a gestão das espécies exóticas invasoras, que precisa também de ser **melhor direcionado**.

Nota: Para mais informações sobre este estudo, consultar a tese de mestrado que está na origem desta publicação: Oliveira, S.C.S. (2016). Os contornos da invasão: práticas autárquicas face às espécies exóticas invasoras em Portugal. Tese de mestrado em Ecologia, Ambiente e Território. Faculdade de Ciências – Universidade do Porto. Porto.

V. Propostas para a valorização dos esforços autárquicos

1. A identificação e monitorização das espécies exóticas invasoras

Como já vimos, apesar da sua importância (Williams e Clout, 2009; Genovesi *et al.*, 2010; Shine *et al.*, 2010), poucas são as autarquias portuguesas que investem nesta componente. No entanto, é possível realizar estes procedimentos sem despender muitos recursos. Para isso, pode-se, por exemplo, realizar ações de educação ambiental principalmente vocacionadas para o reconhecimento das espécies exóticas invasoras que existem em Portugal e promover a cidadania ativa da comunidade.

No entanto, para que tal resulte, o município tem de ter acesso à informação obtida pela população. Nesse sentido, para a monitorização de espécies vegetais, pode-se recorrer à plataforma invasoras.pt, onde qualquer pessoa pode registar a ocorrência de plantas exóticas invasoras em Portugal, incluindo dados como: a localização GPS, o nome da espécie, uma breve descrição do sítio em que se encontra e ainda uma fotografia. Desta forma, basta que, periodicamente, um técnico municipal consulte esta plataforma e atualize o inventário da autarquia. Para mais informações sobre esta sugestão, pode consultar a atividade “Invasora à vista!” na 2ª parte desta publicação.

Para espécies animais, pode-se fazer algo semelhante recorrendo a *websites* como www.biodiversity4all.pt, que permitem que qualquer cidadão registre ocorrências de fauna e flora no nosso país, juntamente com a localização geográfica da observação. No entanto, como esta não é uma plataforma exclusivamente dedicada às espécies exóticas invasoras, neste caso o técnico terá a tarefa acrescida de fazer a distinção entre espécies autóctones e espécies exóticas invasoras. No caso específico da monitorização da vespa-asiática (*Vespa velutina*), tal não é necessário, pois existe uma plataforma *WebSIG* dedicada somente ao registo de ocorrências desta espécie no território nacional, que pode ser acedida em: <http://www.sosvespa.pt/web>.

O inventário a ser realizado pelo município deve, no mínimo, incluir o nome científico da espécie, a sua localização dentro da área da autarquia e, sempre que possível, uma medida qualitativa ou quantitativa que caracterize a abundância da espécie nesse local. Com estas informações, para além de alterações ao nível da riqueza específica, será ainda possível detetar modificações na abundância das espécies e a colonização de novos locais. Adicionalmente, como já foi mencionado na seção anterior, é também benéfica e aconselhável a determinação dos impactos de cada espécie e as características dos locais invadidos, para proceder à análise da prioridade na ação a dirigir a cada uma das EEI (Roy *et al.*, 2014).

2. A prevenção de invasões biológicas

Redução do número de introduções

A redução do número de introduções pode ser conseguida através da adoção de boas práticas por parte da autarquia, da comunidade e de outros *stakeholders*. Assim, o município deve dar o exemplo e proceder à adoção de boas práticas, tais como (Wisconsin Department of Natural Resources, 2016):

- Optar pela aquisição de organismos nativos e evitar a compra de espécies exóticas invasoras;

- Inspeccionar as plantas e animais adquiridos de forma a garantir que não estão contaminados com espécies exóticas invasoras;
- Inspeccionar as áreas sob sua alçada (e.g. jardins, horto municipal) no sentido de detetar a presença de espécies exóticas invasoras;
- Fiscalizar entidades que procedam à venda de organismos vivos.

Além disso, a autarquia deve promover também a adoção de boas práticas por parte da comunidade e outros *stakeholders*. Isto pode ser alcançado através da realização de atividades de educação ambiental para estes públicos-alvo (CBD, 2002; Rodríguez *et al.*, 2006; Williams e Clout, 2009) e/ou da atribuição de benefícios fiscais. Algumas das boas práticas que os municípios devem incentivar são as seguintes (Wisconsin Department of Natural Resources, 2016):

- **População em geral;**
 - ❖ Optar pela aquisição de organismos nativos e evitar a compra de espécies exóticas invasoras;
 - ❖ Não introduzir organismos exóticos na Natureza;
- **Entidades ligadas ao comércio de organismos vivos;**
Inspeccionar as plantas e animais adquiridos de forma a garantir que não estão contaminados com espécies exóticas invasoras.
- **Proprietários de barcos, praticantes de desportos aquáticos e pescadores;**
 - ❖ Inspeccionar todo o equipamento antes e depois da sua utilização;
 - ❖ Drenar a água de todos os compartimentos do barco e de todos os equipamentos que a possam ter acumulado;
 - ❖ Não utilizar como isco espécies exóticas invasoras (e.g. amêijoia-asiática, lagostim-vermelho-do-Louisiana);
 - ❖ Não transportar água e sedimentos de zonas contaminadas para outros locais.
- **Proprietários de jardins ou charcos;**
Inspeccionar o jardim/charco no sentido de detetar a presença de espécies exóticas invasoras.
- **Campistas, praticantes de montanhismo e atividades relacionadas.**
Inspeccionar as roupas e todo o equipamento (e.g. remoção de sementes e insetos) antes de abandonar um local onde estão presentes espécies exóticas invasoras.

Educação ambiental

A educação ambiental é considerada pela CBD como uma ferramenta determinante para a promoção da conservação da biodiversidade, tendo definido que, até 2020, a população deve estar consciente do valor da diversidade biológica e informada sobre como pode contribuir para a sua conservação (CBD, 2014). Assim, a educação ambiental deve também ser um eixo fundamental na gestão de EEI efetuada pelos municípios.

Para proceder à sensibilização da população, deve-se dar a conhecer este problema, suas implicações e qual o papel do Homem no seu agravamento (ver as atividades propostas na Parte 2) (CBD, 2002). Este programa de educação ambiental deve incluir sessões de cariz global e outras de contexto mais particular (e.g. sessões de esclarecimento sobre a vespa-asiática para apicultores).

É também importante realizar ações de educação ambiental sobre esta temática para os funcionários municipais dos mais variados setores (ver as atividades sugeridas na Parte 2), para promover, de forma consistente, boas práticas nos diferentes departamentos da autarquia.

Ainda quanto aos funcionários da câmara é benéfico que os fiscais, em particular, sejam instruídos sobre o problema, abordando a diversidade de EEl existentes em Portugal e como as reconhecer e também o enquadramento legislativo português. Quaisquer irregularidades detetadas posteriormente por estes no exercício das suas funções (e.g. fiscalização de hortos ou lojas de animais) devem ser comunicadas ao ICNF ou outras autoridades apropriadas mencionadas no decreto-lei (MA, 1999). O mesmo pode ser feito para lojistas, proprietários de hortos e comerciantes de mercados locais, de forma a garantir o cumprimento das boas práticas exigidas por lei. Empresas que estejam envolvidas de alguma forma no comércio de organismos devem também ser alvo de esforços de sensibilização ambiental semelhantes (ver atividade “À dúzia é mais barato” – Parte 2).

A formação de professores acerca desta temática pode ser uma forma eficiente (inclusive do ponto de vista económico) de promover a discussão deste problema na sala de aula. Complementarmente, deve-se também investir num concurso a nível municipal, de forma a incentivar professores e estudantes a desenvolver este tópico no âmbito das atividades curriculares (ver proposta “O município contra-ataca!” – Parte 2).

Deteção precoce e medidas de emergência

Apesar da redução do número de introduções ser importante, não se pode descurar a implementação de um sistema de deteção precoce e da elaboração de um plano com medidas de emergência (CBD, 2002; Larson *et al.*, 2011; Deltoro *et al.*, 2013). O sistema de deteção precoce pode ser facilmente implementado recorrendo, mais uma vez, à ciência cidadã: ao se abordar nas sessões a variedade de EEl existentes em Portugal e como as identificar, durante as suas deslocações diárias, os funcionários municipais podem reconhecer estas espécies e contribuir para a rápida deteção de novos focos de invasão. Para gerir esta informação, pode-se criar internamente uma base de dados acessível a todos os trabalhadores. O mesmo resultado pode ser conseguido com a comunidade através da promoção de iniciativas de ciência-cidadã, tal como já foi discutido na subsecção 1 do presente capítulo (ver atividade “Invasora à vista!” – Parte 2).

As medidas de emergência devem ser planeadas por técnicos capacitados para tal, com o objetivo de erradicar de imediato a espécie (CBD, 2002) ou de, pelo menos, facilitar a posterior execução desta ação (e.g. contenção da invasão) (Williams e Clout, 2009). Os técnicos podem também recorrer às universidades para obter apoio a este nível.

3. O controlo e a erradicação

Definição do objetivo do programa

A definição do objetivo do programa (controlo/erradicação) e a sua clarificação entre todos os envolvidos é um fator importante, que pode influenciar o sucesso dos esforços de gestão (Schuyler *et al.*, 2002; Torr, 2002).

Ao ponderar a realização de uma tentativa de erradicação há que ter em conta que existem certos fatores que têm um papel determinante no resultado obtido e que se devem verificar para que esta seja bem-sucedida:

- Reduzida densidade populacional (Saavedra, 2010; Beachy *et al.*, 2011), que se verifica na fase inicial da invasão;
- Ausência de imigração (West, 2002; Burt e Jokiel, 2011). Esta pode-se verificar naturalmente (e.g. em ilhas ou outros locais isolados) (Kendrot, 2011) ou pode ser alcançada com a implementação de medidas preventivas (e.g. proceder à inspeção regular dos veículos de introdução) (West, 2002; Burt e Jokiel, 2011);
- A metodologia escolhida vai ter de ser capaz de afetar todos os indivíduos num curto espaço de tempo, sendo que a taxa de remoção deve ser superior à taxa de crescimento populacional (Burbidge e Morris, 2002; Brown e Sherley, 2002; Parkes *et al.*, 2010);
- A espécie-alvo tem de ser detetável mesmo quando em baixas densidades populacionais (Torr, 2002; West, 2002).

Escolha da metodologia e preparação do protocolo

O planeamento da campanha é um dos fatores cruciais para o êxito da intervenção, determinando muitas vezes o sucesso ou insucesso desta (Rodríguez *et al.*, 2006; O’Keeffe, 2009; Henderson, 2010; Mayol *et al.*, 2012). Assim, a elaboração de programas de controlo e erradicação (e.g. escolha das técnicas, determinação da duração e frequência de cada intervenção, ...) deve ser orientada por um estudo sobre a biologia e ecologia da espécie-alvo, de preferência específico para região a tratar. Ao ter em conta este tipo de informação será possível selecionar a metodologia mais adequada e, assim, aumentar as hipóteses de sucesso dos esforços de gestão realizados (Bax *et al.*, 2002; Bester *et al.*, 2002; O’Keeffe, 2009; Henderson, 2010). Na seção “Fichas das espécies”, é possível encontrar propostas de técnicas para controlar e erradicar algumas espécies, que têm em conta aspetos biológicos e ecológicos dos organismos-alvo. Adicionalmente, deve-se considerar sempre a complexidade do ecossistema, uma vez que as interações bióticas entre organismos podem causar o insucesso das operações (Rodríguez *et al.*, 2006; Springer, 2006) e/ou resultar em efeitos colaterais indesejáveis (Myers *et al.*, 2000).

Aquando da escolha da metodologia a implementar, deve-se ainda ter em conta fatores como os custos (Dana *et al.*, 2009; Larson *et al.*, 2011) e as repercussões noutras espécies (Brown e Sherley, 2002; Larson *et al.*, 2011). Por exemplo, alguns gestores adaptaram os métodos de forma a minimizar o envenenamento de animais domésticos e outras espécies (Ratcliffe *et al.*, 2009; Bell *et al.*, 2011);

Além disso, nesta fase deve-se ter em conta a possível influência de fatores externos na realização da metodologia e no sucesso da intervenção, como a topografia da área a tratar e as previsões meteorológicas (Micol e Jouventin, 2002; Ratcliffe *et al.*, 2009; de León *et al.*, 2013).

É de salientar que a aplicação combinada de várias técnicas diferentes revelou-se fundamental para o sucesso de vários programas (Brown e Sherley, 2002; Schuyler *et al.*, 2002; Burt e Jokiel, 2011), pelo que tal deve também ser considerado.

Equipa de trabalho

A equipa escolhida para planear e executar as ações de controlo e erradicação tem um papel preponderante no sucesso destas. Assim, a escolha dos elementos deve ser efetuada de forma

critérioria, tendo em conta as suas capacidades e experiência e também a sua motivação para participar no projeto. No caso da ausência de recursos humanos com experiência e competências nesta matéria, deve proceder-se à formação dos escolhidos, uma vez que estas características, juntamente com o entusiasmo pelo projeto, revelaram-se determinantes no sucesso de algumas intervenções (Brown e Sherley, 2002; Parkes *et al.*, 2010; Beachy *et al.*, 2011; Alifano *et al.*, 2012). Adicionalmente, incluir na equipa de trabalho pessoal que esteja familiarizado com o local a tratar é também benéfico, uma vez que aumenta a eficiência e diminui a ocorrência de erros mediados pelo operador (Poncet *et al.*, 2011).

A inclusão da população nestas ações, em regime de voluntariado, é também desejável (ver atividade “Toca a gerir!” – Parte 2), uma vez que esta pode constituir uma forma de realizar o projeto de forma eficiente (Ali *et al.*, 2013), diminuindo as despesas (Roy *et al.*, 2012).

A manutenção da motivação dos envolvidos durante todo o decurso do programa é também fundamental (Bester *et al.*, 2002; Parkes *et al.*, 2010). A título de exemplo, uma tentativa de controlo, executada no Equador, falhou, em parte, devido à desmoralização da equipa envolvida no projeto (Patry, 2001).

Monitorização

A monitorização quantitativa ou semi-quantitativa é também uma componente essencial de programas de controlo e erradicação, pois:

- Permite efetuar ajustes em tempo útil, maximizando a eficiência dos programas (Parkes *et al.*, 2010; Bunbury *et al.*, 2013);
- Ajuda a manter a comunidade, *stakeholders* e as entidades financiadoras informadas e interessadas (Brown e Sherley, 2002);
- Possibilita a determinação do progresso alcançado (Parkes *et al.*, 2010; Bunbury *et al.*, 2013).

Nas caixas de texto nº 1 a 6 estão presentes algumas sugestões de metodologias que podem ser utilizadas para avaliar a eficácia das técnicas implementadas. No entanto, é de salientar que as metodologias apresentadas permitem apenas avaliar o sucesso da ação com base na diferença entre a abundância da espécie-alvo antes e depois da intervenção, o que foi também utilizado na avaliação do êxito de outros programas (Saavedra, 2010; de Léon *et al.*, 2013). A implementação deste tipo de metodologias é simples e providencia informação útil; no entanto, esta abordagem é bastante limitativa, uma vez que não tem em conta a atenuação, ou não, dos impactes que motivaram a execução das ações de controlo e erradicação, tal como foi feito em alguns casos noutras partes do Mundo (Kessler, 2002; Ratcliffe *et al.*, 2009). Assim, para se obter uma visão global do sucesso da ação, devem-se também avaliar os efeitos desta no que respeita aos objetivos definidos inicialmente. Por exemplo:

- Se o objetivo foi favorecer a biodiversidade local, pode-se determinar o efeito do projeto nesta, calculando e comparando os valores de índices de diversidade (e.g. Índice de Shannon – figura 6) antes da ação e algum tempo depois do término desta⁶ (Barry *et al.*, 2013; Jew *et al.*, 2015; Morelli *et al.*, 2015). Outra opção é determinar as diferenças ao nível da riqueza específica, que, apesar de ser menos informativa, é uma alternativa menos morosa;

⁶ No caso de programas de controlo, uma vez que se trata de um esforço contínuo no tempo, pode-se proceder à avaliação periódica destes parâmetros.

Índice de Shannon

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i \log P_i$$

P_i : proporção de indivíduos da espécie i
 S : número total de espécies
 H' : índice de Shannon

Figura 6 | Fórmula para a determinação do Índice de Shannon.

- Se o objetivo definido foi a conservação de uma espécie ou grupo de espécies (Poncet, 2006; Ratcliffe *et al.*, 2009), pode-se avaliar as diferenças entre a abundância da(s) espécie(s) antes da realização do programa e algum tempo depois da sua conclusão⁹ ou comparar esta última com os valores presentes em locais controlo (e.g. Ratcliffe *et al.*, 2009). As metodologias presentes nas caixas nº 1 a 6 também podem ser adotadas para este fim.

De qualquer das formas, através da implementação das metodologias sugeridas, é possível ter uma ideia da eficácia da ação o que, combinando com a documentação precisa de todas as despesas, permite fazer uma decisão mais informada quanto aos métodos selecionados: podem-se manter as técnicas que já estão a ser aplicadas ou optar-se pela implementação de métodos com uma relação custo-eficácia mais apelativa.

Caixa nº 1 | Monitorização de intervenções para o combate a espécies exóticas invasoras de lagostins e caranguejos

A armadilhagem é uma técnica indicada para monitorização de ações contra lagostins. Por exemplo, Baum e Ballantyne (2012) utilizaram armadilhas do tipo *fladen* (figura 7 – A) para monitorizar a abundância de *Pacifastacus leniusculus* antes e depois da intervenção em duas massas de água, sendo que estas foram verificadas diariamente. Este método permite ter uma noção da abundância através do número de indivíduos da espécie-alvo capturados por armadilha por dia. A título meramente indicativo, neste estudo foi usada uma densidade de armadilhas de, aproximadamente, 1 armadilha/km² e a monitorização decorreu durante um período de 7 dias.

Outro método para monitorizar populações de lagostins é a pesca elétrica (Alonso, 2001; Baum e Ballantyne, 2012), que se revelou eficiente quando realizados 3 esforços de amostragem em transetos entre 7 e 20 metros de comprimento. Neste caso, se os locais a amostrar não apresentarem barreiras à dispersão da espécie, estes devem ser fechados com redes de dimensões adequadas (Alonso, 2001). Adicionalmente, no caso de lagostins com boa capacidade de mobilidade em terra (como a espécie *Procambarus clarkii*) (Cruz e Rebelo, 2007), é também benéfico a colocação de estruturas que impeçam estes de escapar pelas margens.

Para a monitorização do caranguejo invasor *Eriocheir sinensis*, houve autores que recorreram à utilização de redes de emalhar (figura 7 – B). Com este método, tendo em conta as dimensões da rede, o número de indivíduos em cada captura e a duração da mesma, é possível ter uma ideia das variações na abundância populacional desta espécie (Ojaveer *et al.*, 2011). Noutros casos, a avaliação da abundância desta espécie foi feita através da disposição de *fyke nets* (figura 7 – C) durante um período de 48h (Garcia-de-Lomas *et al.*, 2010).

Caixa nº 2 | Monitorização de ações para o combate a espécies vegetais com porte herbáceo/arbustivo (Maltez-Mouro et al., 2010; Offwell Woodland & Wildlife Trust, s.d.)

Para a monitorização de espécies vegetais com porte herbáceo/arbustivo, pode-se utilizar o método do quadrado, procedendo à determinação da percentagem da cobertura da espécie-alvo dentro de uma figura (geralmente, de forma quadrada).

Dimensões do quadrado: 0,5 m² a 1 m² para espécies herbáceas de pequena dimensão e 2 m² para plantas herbáceas de maiores dimensões e para pequenos arbustos.

Procedimento:

1. Definir um, ou mais, segmentos de reta ao longo da área de estudo, os quais podem ser dispostos paralelamente ou formando uma grelha (e.g. figura 7 – E.1);
 - O número de segmentos de reta deve ser ajustado às dimensões do local e à disponibilidade de recursos e tempo.
2. Marcar pontos equidistantes em cada segmento de reta (e.g. a cada 10 metros) (figura 7 – E.1);
 - Esta distância entre pontos deve ser ajustada ao comprimento do segmento de reta e aos recursos e tempo disponíveis.
3. Colocar o quadrado em cada ponto marcado e determinar visualmente a percentagem de cobertura (em termos de área) da espécie-alvo, de acordo com as seguintes classes de cobertura presentes na tabela III (figura 7 – E.2).

Para facilitar a determinação da percentagem de cobertura, o quadrado pode ser subdividido em quadrados mais pequenos (e.g. figura 7 – E.2).

É de salientar que todas as dimensões supramencionadas são apenas orientações e devem ser adaptadas para que a cada local de estudo.

O método do quadrado é um pouco moroso, mas uma forma de combater esta desvantagem é recorrer a ações de ciência-cidadã (ver atividade “Toca a gerir!” – Parte 2).

Tabela III – Classes de cobertura e respetiva percentagem de cobertura. Tabela adaptada de Daubenmire (1959).

Classe de cobertura	Percentagem de cobertura (em termos de área)
Vestigial	< 1%
1	1 a 5%
2	5 a 25%
3	25 a 50%
4	50 a 75%
5	75 a 95%
6	95 a 100%

Nota: este método também é adequado para **macroalgas e macrofauna intertidal** – como a amêijoia-asiática (*Corbicula fluminea*). Nestes casos podem-se usar quadrados de menores dimensões: 20 cm x 20 cm (Oliveira *et al.*, 2014).

Caixa nº 3 | Monitorização de intervenções para o combate a espécies vegetais com porte arbustivo/arbóreo (Domènech e Vilà, 2007)

Para a monitorização de espécies vegetais com porte arbustivo/arbóreo em que seja possível distinguir cada indivíduo, pode-se utilizar o método do quadrado, procedendo à contagem dos indivíduos da espécie-alvo dentro de uma figura (geralmente, de forma quadrada).

Procedimento: delimitar a área infestada e contar o número de indivíduos da espécie-alvo, de forma a determinar a sua densidade. No caso de o local de estudo ser muito extenso:

1. Selecionar dois locais;
2. Definir, em cada um, um quadrado com 20 m x 20 m;
3. Contar o número de indivíduos presentes em cada um e determinar a densidade.

Todas as dimensões supramencionadas são apenas orientações e devem ser adaptadas para que a cada local de estudo.

O método do quadrado é um pouco moroso, mas uma forma de combater esta desvantagem é recorrer a ações de ciência-cidadã (ver atividade “Toca a gerir!” – Parte 2).

Caixa nº 4 | Monitorização de ações de combate a espécies exóticas invasoras de roedores e mustelídeos

No caso de espécies de roedores e mustelídeos, a monitorização pode ser conseguida através de túneis de deteção. Esta técnica consiste na utilização de túneis iscados para obter pegadas das espécies-alvo e assim avaliar a abundância das mesmas (ver atividade “No rasto das invasoras” – Parte 2).

Estes túneis devem ser dispostos ao longo de um segmento de reta previamente definido, sendo que o número de dispositivos a instalar varia de acordo com o tamanho da área a monitorizar e com as espécies-alvo. Por exemplo, o número mínimo de túneis a utilizar é 6 a 8 para roedores e 5 a 6 para mustelídeos, que é adequado para a monitorização de locais com uma área inferior ou igual a 3 km². Para pequenos roedores, cada monitorização efetuada deve durar uma noite: ao fim do dia colocam-se os túneis, que serão recolhidos na manhã seguinte. No caso de mustelídeos este período deve ser estendido para 3 noites (Gillies e Williams, 2013).

Para a identificação das pégadas pode-se recorrer a guias específicos, como um dos seguintes manuais:

- O guia “Animals tracks, trails and signs” de R.W. Brown, J. Pope e M.J. Lawrence (ISBN: 9780753709559);
- O manual “Tracks And Signs Of The Animals And Birds Of Britain And Europe” de L-H. Olsen (ISBN: 9780691157535).

Caixa nº 5 | Monitorização de intervenções para o combate a espécies de peixes

Para a monitorização de peixes em sistemas fluviais pode recorrer-se à pesca elétrica (INAG, 2008; Joy *et al.* 2013) e, para lagos e albufeiras, o método sugerido é a utilização de redes de pesca (Godinho, 2009).

No caso de **sistemas lênticos**, devem-se realizar dois tipos de amostragens: a amostragem piscícola bentónica e a amostragem da zona pelágica. O primeiro passo prende-se com a divisão do lago/albufeira em estratos, em função da sua profundidade. Para este fim, podem-se recorrer a cartas que possuam dados batimétricos. A amostragem piscícola bentónica materializa-se com a realização de uma amostragem aleatória dentro de cada um dos estratos definidos. Para isso, as redes de emalhar (figura 7 – B) devem ser dispostas ao fim da tarde e recolhidas ao amanhecer, sendo recomendando que estas permaneçam submersas no local por um período mínimo de 12 horas. Há ainda que ter em atenção que o esforço de amostragem mínimo é de 4 redes/noite, que é adequado para sistemas com uma área até 10 hectares e/ou pouco profundos. A amostragem da zona pelágica só é necessária quando o sistema apresenta uma profundidade superior a 10 metros. Nestes casos, as redes de emalhar devem ser colocadas no estrato com maior profundidade. Na primeira noite, estas devem ser fixadas entre os 0 e os 6 metros de profundidade. Na segunda noite, estas devem ser reposicionadas entre os 6 e os 12 metros de profundidade e assim sucessivamente, até toda a coluna de água ser amostrada (Godinho, 2009).

Ambas as amostragens supradescritas devem ser efetuadas, preferencialmente, em setembro/outubro (Godinho, 2009).

Para **sistemas lóticos**, o primeiro passo prende-se com a seleção dos troços a amostrar, que devem ser representativos do sistema. Cada troço deve possuir um comprimento, no mínimo, 20 vezes superior à largura do rio e não inferior a 100 metros. No caso de rios de maiores dimensões (largura > 30 m), o comprimento mínimo de cada troço deve ser 10 vezes a largura do rio. Quanto a voltagem e pulsos, deve-se começar por experimentar valores mais baixos e aumentar gradualmente, caso a eficiência de captura seja reduzida. Além disso, é também preferível a utilização de corrente contínua (CC). As colheitas podem ser efetuadas a pé (em *zig-zag*) em cursos de água com profundidades iguais ou inferiores a 0,8 metros; no entanto, em sistemas onde a profundidade seja superior, as colheitas devem ser realizadas a partir de um barco, exceto nas margens e zonas de baixa profundidade. Para aumentar a eficiência do procedimento, durante a intervenção, cada troço pode ser fechado em ambas as extremidades com uma rede de malha fina, para evitar a fuga de peixes. De uma forma geral, em cursos de água a sul do rio Tejo, a amostragem deve ser realizada entre março e abril; nos restantes sistemas, esta deve ser efetuada entre os meses de abril e junho. É ainda de salientar que, no caso de grandes rios (largura > 30 m), esta amostragem deve ser complementada com outros métodos, nomeadamente o uso de redes de emalhar, que devem ser dispostas aleatoriamente ao entardecer e levantadas ao início da manhã (INAG, 2008).

Todas as especificidades relacionadas com os métodos de amostragem supracitados encontram-se descritas por INAG (2008) (sistemas fluviais) e Godinho (2009) (lagos e albufeiras). Para mais informações, consulte as publicações originais.

Caixa nº 6 | Monitorização de ações de combate à vespa-asiática (*Vespa velutina*)

Para a monitorização da abundância da vespa-asiática, pode-se recorrer à armadilhagem (Choi *et al.*, 2012; Xunta de Galicia, 2014; DGAV *et al.*, 2015). As armadilhas a instalar podem consistir apenas garrafas de plástico com a parte superior invertida, de forma a originar uma espécie de funil (figura 7 – D). Adicionalmente, é conveniente incluir pequenos orifícios que permitam a outros insetos de pequenas dimensões escapar (Rome *et al.*, 2011a; Xunta de Galicia, 2014). Como isco pode-se usar uma mistura de água com açúcar, ácido acético e etanol com açúcar. Os dispositivos devem ser verificados a cada duas semanas (Choi *et al.*, 2012).

A título meramente exemplificativo, alguns autores recomendam a instalação de 14 armadilhas por cada 50 km e estas devem ser colocadas a uma altura de, aproximadamente, 1,5 metros (Xunta de Galicia, 2014). Esta metodologia também é adequada para áreas mais pequenas, devendo-se neste caso reduzir o número de armadilhas a dispor.

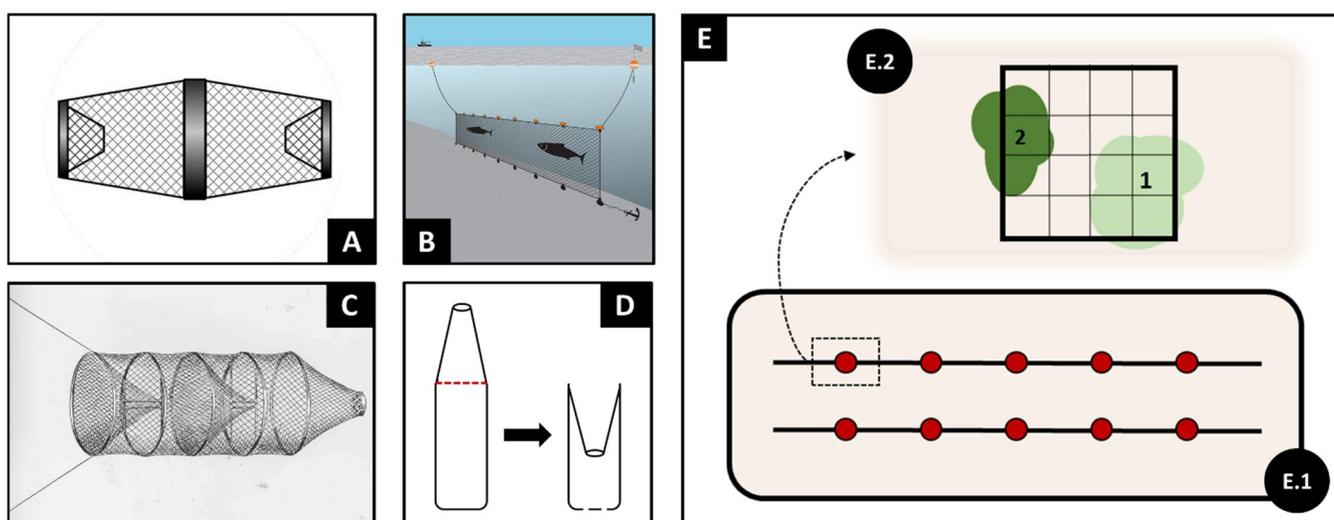


Figura 7 | Ilustrações de alguns dos equipamentos e metodologias descritos nas caixas de texto nº 1 a 6. **Legenda:** **A** – desenho esquemático de uma armadilha do tipo *fladen*; **B** – figura ilustrativa de uma rede de emalhar que, neste caso, fica fixa na zona bentónica; **C** – ilustração de uma *fyke net*; **D** – esquema exemplificativo da montagem e do aspeto final de uma armadilha artesanal para a captura de exemplares de vespa-asiática; **E.1** – disposição exemplificativa de segmentos de reta paralelos num local de estudo e distribuição de pontos de amostragem equidistantes por cada um; **E.2** – ilustração demonstrativa da aplicação do método do quadrado num dos pontos de amostragem, onde existem duas espécies distintas: a espécie 1 (classe de cobertura 2) e a espécie 2 (classe de cobertura 3).

O envolvimento da comunidade

O envolvimento da comunidade é essencial nestes programas por variadas razões (Schuyler *et al.*, 2002; Melifronidou-Pantelidou, 2009). Por exemplo:

- Algumas erradicações falharam devido à oposição da população (Parkes *et al.*, 2002);
- Pode ser necessário aceder ou mesmo proceder a tratamentos em terrenos privados, o que carece da autorização dos proprietários (Beachy *et al.*, 2011; Animal and Plant Health Agency, 2015);

- A sua participação nestas ações permite diminuir as despesas (Ali *et al.*, 2013).

Na Parte 2 desta publicação, para além da atividade “Toca a gerir!”, que está diretamente relacionada com os aspetos discutidos nesta seção, existem muitas outras que podem ser implementadas de forma a sensibilizar a população.

Recursos e financiamento

A disponibilidade de recursos e financiamento são outra das razões apontadas por vários projetos como sendo essencial para o seu sucesso (Schuyler *et al.*, 2002; Dana *et al.*, 2009; O’Keeffe, 2009; Saavedra, 2010; Beachy *et al.*, 2011; Alifano *et al.*, 2012; Bunbury *et al.*, 2013), pelo que se deve agir de maneira a garantir o apoio a este nível durante toda a extensão do programa. Por exemplo, alguns municípios portugueses participaram em concursos para a atribuição de financiamento LIFE+ ⁷ e foram bem-sucedidos!

⁷ Instrumento financeiro da União Europeia para o ambiente. Mais informações em: <http://ec.europa.eu/environment/life/funding/lifeplus.htm>.

VI. Fichas de espécies

Neste capítulo poderá encontrar informação detalhada sobre algumas das espécies exóticas que já manifestam um carácter invasor em Portugal, incluindo opções de gestão para as mesmas. No entanto, foram incluídas apenas espécies animais, uma vez que:

- Não há nenhuma publicação acessível que diga respeito às espécies animais que apresentam maior risco em Portugal;
- Para espécies vegetais, toda a informação que aqui podia ser apresentada já se encontra compilada na página de *internet* <<http://invasoras.pt/>>. Os conteúdos presentes neste *website* estão escritos em português e são orientados para o público em geral, pelo que convido os leitores a consultar também esta fonte de informação *online*.

Achigã | *Micropterus salmoides* (Lacepède, 1802)

Filo: Chordata > Classe: Actinopterygii > Ordem: Perciformes



Figura 8 | Indivíduo pertencente à espécie *Micropterus salmoides*.

Descrição

Identificação

O achigã (figura 8) é um peixe que apresenta uma região ventral de tons brancos/amarelos, enquanto a zona dorsal é esverdeada. Além disso, possui também uma risca preta distinta, que se estende desde o opérculo até à barbatana caudal (FishBase, 2003 citado por GISD, 2016a). Em Portugal, este animal não excede os 60 cm de comprimento nem atinge pesos superiores a 3 Kg (Pereira, 1994 citado por Sanches e Rodrigues, 2011).

Dieta

Esta espécie demonstra uma grande plasticidade trófica, podendo alimentar-se de algas, crustáceos planctónicos, insetos, peixes e pequenos mamíferos (Ribeiro *et al.*, 2007a; Rodrigues e Sanches, 2011; Almeida *et al.*, 2012).

Ciclo de vida e mecanismos de dispersão natural

A reprodução é desencadeada por temperaturas de 15,5°C, iniciando-se geralmente em Março e decorrendo até Maio/Julho. Esta ocorre em águas pouco profundas, sendo que os ovos são depositados em ninhos, que consistem em pequenas depressões feitas pelos machos no substrato e que são defendidos por este até ao final da eclosão (Ribeiro *et al.*, 2007a; NatureServe, 2013a).

Esta espécie apresenta uma boa capacidade de dispersão natural na rede hidrográfica, expandindo desta forma a sua área de distribuição exótica (Scott e Crossman, 1973 citado por CABI, s.d.1).

Área de distribuição e habitats

Este peixe, nativo da América do Norte, pode ser encontrado em sistemas de água doce, como pântanos, lagos, tanques de cultivo, cursos de água, entre outros (NatureServe, 2013a).

Estatuto em Portugal

(Gonçalves *et al.*, 2005; CABI, s.d.1)

→ Estatuto em Portugal continental:

Espécie exótica invasora.

→ Estatuto no Arquipélago da Madeira:

Espécie não presente.

→ Estatuto no Arquipélago dos Açores:

Espécie exótica.

Potenciais vias e modos de introdução (CABI, s.d.1):

→ Introdução intencional:

- Pescas;
- Fins ornamentais;
- Controlo biológico.

→ Introdução acidental:

- Vias navegáveis interligadas (canais);
- Aquacultura;
- Transporte de peixes vivos para consumo.

Impactes negativos

Biodiversidade

O achigã integra a lista das 18 piores espécies de peixes invasores elaborada por Casal (2006), que tem em conta os efeitos ecológicos adversos provocados pelas mesmas. Este animal é capaz de induzir alterações ao nível da teia alimentar e da estrutura da comunidade, e.g., é capaz de predar peixes e artrópodes autóctones, reduzindo a abundância populacional destes, sendo mesmo apontado como uma das potenciais causas da extinção de várias espécies nativas (Maezono e Miyashita, 2003; Hossain *et al.*, 2013).

Saúde e bem-estar humano

Não foi encontrada documentação que suporte a existência de quaisquer efeitos adversos neste âmbito.

Economia

O achigã pode impactar espécies de interesse para o setor da pesca, acarretando prejuízos para a economia. Por exemplo, alguns estudos sugerem a existência de sobreposição das dietas do achigã e do lúcio (*Esox lucius*) (Soupir *et al.*, 2000; Lorenzoni *et al.*, 2002) – outra espécie exótica existente em Portugal (NatureServe, 2013b). Tal sugere que poderá existir competição entre estas espécies por recursos alimentares, o que pode resultar em prejuízos económicos, uma vez que, em Portugal, o lúcio é uma das espécies-alvo da pesca desportiva e a sua carne tem um elevado valor comercial (e.g. na região do rio Guadiana) (Ribeiro *et al.*, 2007b).

Potenciais serviços de ecossistema afetados:

- **Produção:** provisionamento de alimento;
- **Suporte:** habitats para as espécies, manutenção da diversidade genética;

- **Culturais:** atividades recreativas.

A legislação portuguesa define (MA, 1999)...

- A proibição de introduzir na Natureza, quer seja de forma intencional ou acidental¹;
- A proibição de transporte, cultivo, criação e detenção de exemplares, incluindo a sua utilização como animal de estimação, assim como as atividades de troca, comércio e qualquer outro tipo de exploração económica².

Gestão

→ Drenagem de massas de água

Até ao momento, algumas ações de erradicação desta espécie foram já bem-sucedidas através da drenagem completa das massas de água invadidas (Tsunoda *et al.*, 2010). Existem estudos que demonstram que este método pode conduzir a uma alteração na composição da comunidade (Lemmens *et al.*, 2015), enquanto outros não detetaram quaisquer efeitos diretos significativos na biodiversidade aquática (Usio *et al.*, 2013). No entanto, a drenagem pode facilitar a invasão do sistema por outras espécies exóticas invasoras (e.g. *Procambarus clarkii*) (Usio *et al.*, 2013). Além disso, esta técnica pode não ser exequível devido a várias razões, e.g., a massa de água em questão pode ser demasiado grande ou pode ser necessária para a irrigação de campos agrícolas (O’Keeffe, 2009).

→ Pesca elétrica (Ribeiro *et al.*, 2015)

Dada a sua elevada eficiência na captura de indivíduos de *M. salmoides*, a pesca elétrica tem potencial para ser um método adequado para o controlo desta EEI. No entanto, a sua eficácia varia de acordo com as dimensões dos organismos, tendo um melhor desempenho na captura de peixes de menores dimensões³. Assim, este método pode representar uma boa opção para impedir os juvenis de atingirem a maturidade sexual.

É de salientar que, apesar de esta não ser uma técnica seletiva para a espécie em questão, o impacto causado aos restantes organismos é mínimo, uma vez que estes podem ser rapidamente devolvidos ao sistema.

→ Pesca com anzol

Também este método é eficiente na remoção de exemplares desta espécie, sendo por isso uma boa opção para o seu controlo. Ao contrário da técnica anterior, esta é mais eficiente na remoção de indivíduos de maiores dimensões³. Esta técnica é mais específica para a captura do achigã que o método anterior (Ribeiro *et al.*, 2015).

¹ Salvo determinadas exceções a ser cuidadosamente avaliadas.

² Estas restrições não se aplicam a entidades que estejam devidamente licenciadas para o efeito.

³ De forma a colocar em risco todos os indivíduos podem-se combinar estas duas técnicas.

Amêijoia-asiática | *Corbicula fluminea* (Müller, 1774)

Filo: Mollusca > Classe: Bivalvia > Ordem: Decapoda



Figura 9 | Várias conchas pertencentes a exemplares da espécie *Corbicula fluminea*.

Descrição

Identificação

A amêijoia-asiática (figura 9) é um bivalve de água doce com concha arredondada a triangular que se distingue pelas salientes linhas de crescimento e pela coloração que varia entre o castanho claro e o preto. Quanto às dimensões, já foram recolhidos exemplares com mais de 20 cm de comprimento, no entanto, no mesmo estudo, a média de comprimento foi de apenas 6,9 cm (Hayden *et al.*, 2013).

Dieta

A amêijoia-asiática consome matéria orgânica em suspensão (e.g. fitoplâncton), através da filtração da água, não demonstrado preferências alimentares (Boltovskoy *et al.*, 1995).

Fatores ambientais limitantes

Entre os requisitos ambientais desta espécie, destacam-se a sua intolerância a baixos níveis de oxigénio (Sousa *et al.*, 2008; Wittmann *et al.*, 2012) e a temperaturas superiores a 40° C (Mattice e Dye, 1976).

Ciclo de vida e mecanismos de dispersão natural

Na maioria dos estudos efetuados, os resultados indicam que a espécie *Corbicula fluminea* apresenta dois períodos reprodutivos por ano: o primeiro tem início na primavera e pode ocorrer até ao início do verão (inclusivé), o segundo começa no fim do verão e decorre também durante o outono. No entanto, o número de épocas reprodutivas que ocorrem durante o ano, varia de acordo com as especificidades de cada ecossistema (Sousa *et al.*, 2008).

A dispersão natural desta espécie ocorre graças à capacidade dos juvenis se dispersarem passivamente na coluna de água e de serem arrastados pela corrente em sistemas lênticos. Além disso, alguns adultos de pequenas dimensões também são capazes de se dispersar através das correntes (Prezant e Chalermwat, 1984) e foi já descrito o transporte secundário desta espécie pelo grupo das aves (Britton e Murphy, 1977 citado por CABI, s.d.2).

Área de distribuição e habitats

Este molusco de água doce, nativo do sudoeste asiático (Aldridge *et al.*, 2012), encontra-se agora disseminado por sistemas naturais (lóticos e lênticos) e artificiais (e.g. tubos de drenagem e irrigação) de vários países do Mundo, incluindo Portugal (Rosa *et al.*, 2011; Aldridge *et al.*, 2012).

Estatuto em Portugal (CABI, s.d.2)

→ Estatuto em Portugal continental:

Espécie exótica invasora.

→ Estatuto no Arquipélago da Madeira:

Espécie não presente.

→ Estatuto no Arquipélago dos Açores:

Espécie não presente.

Potenciais vias e modos de introdução (CABI, s.d.2):

→ Introdução intencional:

- Pescas.

→ Introdução acidental:

- Vias navegáveis interligadas (canais);
- Água de lastro dos navios;
- *Biofouling*¹ (figura 10);
- Utilização como isco vivo;
- Fins ornamentais;
- Introdução acidental devido ao transporte a título recreativo de sedimentos e água de outros locais.

Impactes negativos

Biodiversidade

A amêijoia-asiática compete por alimento e espaço com espécies nativas de moluscos – como, por exemplo, organismos da família Unionidae (Vaughn e Hakenkamp, 2001). As suas populações são apontadas como responsáveis pela redução das comunidades planctónicas (Strayer, 1999) – o que implica consequências para os restantes organismos da teia alimentar. Esta espécie exótica invasora pode também afetar negativamente o recrutamento de outras espécies (e.g. família Unionidae) (McMahon, 1991; Yeager *et al.*, 1994; Hakenkamp e Palmer, 1999; Strayer, 1999), por exemplo, ao ingerir o seu esperma e/ou pequenos juvenis (McMahon, 1991; Strayer, 1999). Além disso, estes bivalves invasores podem modificar as características físico-químicas do ambiente em que se inserem

(Phelps, 1994; Sousa *et al.* 2007) – como, por exemplo, induzir o aumento da taxa de sedimentação (Phelps, 1994) – e são ainda capazes de bioacumular contaminantes (Cataldo *et al.*, 2001a; Cataldo *et al.*, 2001b).

Saúde e bem-estar humano

Esta espécie é também problemática para a saúde humana, uma vez que os organismos do género *Corbicula* podem atuar como vetores de doenças parasitárias e outros agentes patogénicos (Chung *et al.*, 2001).

Economia

O impacto económico deste molusco prende-se com o *biofouling*¹ (figura 10) que pode conduzir à perda de produtividade e à danificação de materiais, equipamentos e infraestruturas, afetando indústrias como estações de energia elétrica e estações de tratamento de água potável (Rosa *et al.*, 2011; Rosa, 2013).

Potenciais serviços de ecossistema afetados:

- **Produção:** fornecimento de água;
- **Suporte:** *habitats* para as espécies, manutenção da diversidade genética;
- **Culturais:** bem-estar físico do Homem, atividades recreativas, turismo.

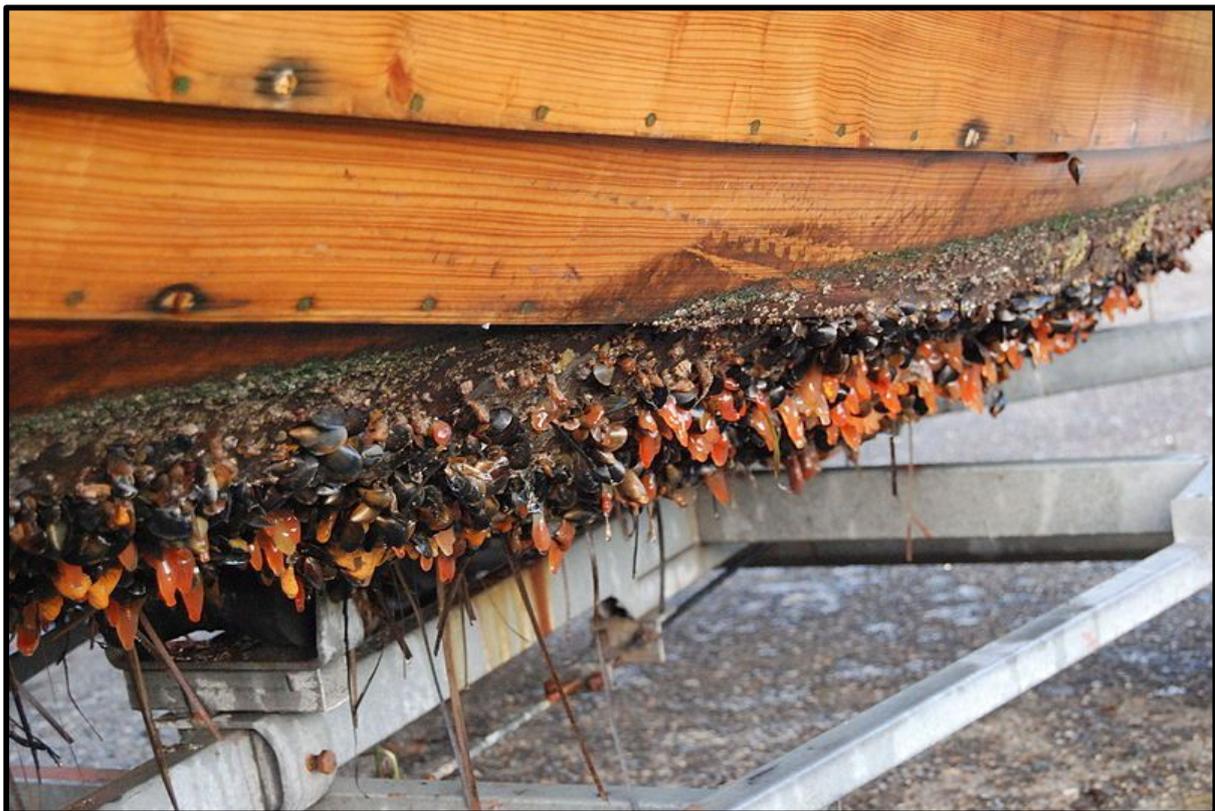


Figura 10 | Exemplo de uma situação de *biofouling*¹ numa pequena embarcação.

A legislação portuguesa define (MA, 1999)...

A proibição de introduzir a espécie na Natureza, quer seja de forma intencional ou acidental².

Gestão

Prevenção

A desinfecção dos equipamentos utilizados em áreas invadidas pode ser feita, por exemplo, através de:

- Limpeza com Virkon™ ou simplesmente com uma mistura de lixívia e água (Barbour *et al.*, 2013);
- Lavagem com água quente ($T \geq 60^\circ \text{C}$) durante 10 segundos (Henderlight *et al.*, 2014).

Controlo e erradicação

→ Regulação térmica

Para eliminar os indivíduos presentes nas tubagens, pode-se proceder ao aquecimento da água até temperaturas superiores a 60°C , durante um período de 10 segundos, o que irá conduzir à morte destes organismos, desimpedindo as tubagens (Henderlight *et al.*, 2014).

→ Barreiras bentónicas

As barreiras bentónicas consistem em tapetes impermeáveis a gases que devem ser colocados no fundo dos lagos ou cursos de água, sob as áreas infetadas com ameijoas-asiáticas, de forma a suprimir o acesso a oxigénio dissolvido ($[\text{O}] = 0$ a 1 mg/L) e sufocá-las (Wittmann *et al.*, 2012). Este método tem sido implementado em vários locais (Lake George Asian clam rapid response task force, 2011; Wittmann *et al.*, 2012), sendo que numa destas iniciativas se verificou que, mesmo um ano após o tratamento, a abundância de *Corbicula fluminea* no local tratado era 90% inferior àquela existente nas áreas controlo. No entanto, é preciso alertar também para os impactes negativos desta alternativa: a morte de outros organismos da comunidade bentónica de macroinvertebrados que se encontrem sob a barreira bentónica (Wittmann *et al.*, 2012).

Convém também salientar que, de acordo com outros projetos já realizados, esta técnica não é eficiente perto da linha de costa devido à ação das ondas (Lake George Asian clam rapid response task force, 2011).

→ Remoção por sucção mediada por mergulhadores

A remoção por sucção baseia-se na utilização de um equipamento de sucção apropriado (*Suction Harvester*) para remover parte da camada superficial de sedimentos (aproximadamente 15 cm) dos sistemas aquáticos (Lake George Asian clam rapid response task force, 2011; Wittmann *et al.*, 2011). O sucesso desta metodologia tem sido variável. Por exemplo, no lago Tahoe, esta metodologia foi testada em duas zonas e revelou-se bem-sucedida no controlo das populações de *Corbicula fluminea* em ambas, mas a redução verificada num dos locais foi bastante mais saliente que no outro. Quanto aos danos colaterais, mais uma vez, trata-se de uma técnica não seletiva, pelo que outros organismos vão também ser afetados com este procedimento (Wittmann *et al.*, 2011).

→ Remoção manual

Para locais onde a presença de outros moluscos nativos e espécies ameaçadas é abundante, pode-se optar pelo recurso à remoção manual, que permite retirar apenas as espécies-alvo. Esta deve ser realizada várias vezes ao ano, com especial enfoque nos meses anteriores à reprodução destes bivalves, o que potenciará as hipóteses de sucesso do controlo do crescimento populacional (Henderlight *et al.*, 2014). Após a remoção, deve-se proceder à morte dos organismos e à deposição dos mesmos num local apropriado (e.g. aterro municipal) (Wittmann *et al.*, 2011; Henderlight *et al.*, 2014).

A implementação desta técnica tem um sucesso limitado e é muito improvável que se consiga alcançar a erradicação (Henderlight *et al.*, 2014). No entanto, este método, em comparação com os restantes aqui apresentados, é o que apresenta um menor impacte ambiental.

¹ Acumulação de organismos indesejáveis em variadas superfícies, como cascos de navios e outras estruturas submersas (Bixler e Bhushan, 2012).

² Salvo determinadas exceções a ser cuidadosamente avaliadas.

Caranguejo-peludo-chinês | *Eriocheir sinensis* (H. Milne Edwards, 1854)

Filo: Arthropoda > Subfilo: Crustacea > Ordem: Decapoda



Figura 11 | Exemplar da espécie *Eriocheir sinensis*.

Descrição

Identificação

O caranguejo-peludo-chinês (figura 11) possui uma carapaça de tons laranja-acastanhados a verde-acastanhados, sendo que a característica mais distinta deste animal é o denso manto de pelos castanhos presente nas suas pinças de pontas brancas (ver figura 12), que é mais desenvolvido em machos adultos (Veldhuizen, 2001).

Estes pequenos caranguejos têm apêndices locomotores que atingem mais do dobro do tamanho da sua carapaça; esta última, em indivíduos adultos, tem uma largura que pode variar entre 3 e 10 cm (Veldhuizen, 2001).

Dieta

A dieta deste animal é composta por detritos, plantas vasculares, algas, macroinvertebrados e, ocasionalmente, também por peixes, tratando-se portanto de um organismo omnívoro (Rudnick e Resh, 2005; Panning, 1939 citado por Dittel e Epifanio, 2009; Czerniejewski *et al.*, 2010).

Ciclo de vida e mecanismos de dispersão natural

O ciclo de vida deste animal é caracterizado pela migração efetuada pela espécie (Dittel e Epifanio, 2009):

- No fim do verão/início do outono¹, os adultos iniciam a sua migração para jusante, onde se reproduzem sexualmente em águas salgadas;
- Na primavera¹, as larvas desenvolvem-se em juvenis, que iniciam a migração para montante, em direção aos sistemas de água doce.

No que respeita aos modos de dispersão da espécie, sabe-se que os juvenis e adultos estão capacitados de migração ativa, no entanto desconhecem-se os mecanismos de dispersão das larvas (Dittel e Epifanio, 2009).

Área de distribuição e habitats

Este artrópode é nativo do continente asiático, mais especificamente das águas tropicais e temperadas que se encontram na região compreendida entre a Rússia e o Sul da China (Hymanson *et al.*, 1999).

O caranguejo-peludo-chinês ocupa uma grande variedade de *habitats*, podendo ser encontrado em sistemas de água doce – quer seja em lagos ou cursos de água –, salobra ou salgada e ainda em zonas arenosas e dunas litorais (Hymanson *et al.*, 1999; DAISIE, 2006; Dittel e Epifanio, 2009).



Figura 12 | Exemplar de caranguejo-peludo-chinês em que é possível visualizar nitidamente o manto de pêlos presente nas suas pinças.

Estatuto em Portugal

(MA, 1999; DAISIE 2006)

→ **Estatuto em Portugal continental:**

Espécie exótica invasora.

→ **Estatuto no Arquipélago da Madeira:**

Espécie não presente.

→ **Estatuto no Arquipélago dos Açores:**

Espécie não presente.

Potenciais vias e modos de introdução (DAISIE, 2006):

→ **Introdução acidental:**

- Vias navegáveis interligadas (canais);
- Água de lastro dos navios;
- *Biofouling*²;
- Transporte de organismos vivos para consumo humano e fins ornamentais.

Impactes negativos

Biodiversidade

O caranguejo-peludo-chinês pode impactar negativamente a biodiversidade através da competição por alimento e espaço com outras espécies (e.g. lagostins, caranguejos e peixes) (Gilbey *et al.*, 2008; Czerniejewski *et al.*, 2010) e da predação de organismos nativos (e.g. macrófitas, macroinvertebrados), sendo capaz de provocar alterações na composição e abundância das restantes espécies do ecossistema (Rudnick e Resh, 2005; Czerniejewski *et al.*, 2010; Wanga *et al.*, in press). Além disso, a atividade de escavação deste caranguejo acelera o processo de erosão de diques, barragens e margens de cursos de água, pondo em causa a sua estabilidade estrutural (Rudnick *et al.*, 2000; Rudnick *et al.*, 2005). Existem também dados que sugerem que este crustáceo pode ser responsável pelo aumento da turbidez da água, o que resulta na diminuição da qualidade deste recurso (Wanga *et al.*, in press).

Saúde e bem-estar humano

Esta espécie é um dos hospedeiros utilizados por parasitas do género *Paragonimus* durante o seu ciclo de vida, que são os agentes responsáveis pelo aparecimento da paragonimíase no Homem – uma doença que afeta principalmente os pulmões (Cohen, 2003).

Economia

Do ponto de vista económico, estes caranguejos também suscitam alguma preocupação, especialmente ao nível das atividades de pesca, uma vez que consomem o isco destinado à captura de outras espécies e que podem danificar o equipamento utilizado (e.g. redes de pesca) e os peixes capturados (Veldhuizen e Stanish, 1999). Além disso, ao serem apreendidos em redes e armadilhas em grandes quantidades, diminuem o rendimento de captura das espécies-alvo (Veldhuizen e Stanish, 1999; Czerniejewski e Filipiak, 2001, citado por Czerniejewski *et al.*, 2010) e aumentam o tempo de processamento desta (Veldhuizen e Stanish, 1999). Adicionalmente, como omnívoro oportunista que é, esta espécie alimenta-se de peixes aprisionados em redes e armadilhas (Panning, 1939 citado por Dittel e Epifanio, 2009; Czerniejewski *et al.*, 2010).

Por outro lado, a capacidade de escavar deste animal – já descrita anteriormente – pode também ter impactes económicos, nomeadamente os custos associados aos danos provocados nos sistemas e

estruturas impactadas (e.g. margens de rios, diques), que, por sua vez, pode afetar a capacidade de controlo de cheias e de fornecimento de água destes (Rudnick *et al.*, 2000).

Na Califórnia, foi também documentada a capacidade destes organismos entrarem em estruturas desenhadas para recolher peixes – que têm como objetivo impedir que estes sejam encaminhados para campos agrícolas através de canais de irrigação –, causando prejuízos ao setor agrícola, uma vez que a sua ocorrência dificulta a recolha das espécies nativas (Rudnick *et al.*, 2000).

Potenciais serviços de ecossistema afetados:

- **Regulação:** prevenção da erosão;
- **Produção:** provisionamento de alimento, fornecimento de água;
- **Suporte:** *habitats* para as espécies, manutenção da diversidade genética.

A legislação portuguesa define (MA, 1999)...

- A proibição de introduzir na Natureza, quer seja de forma intencional ou acidental³;
- A restrição de atividades de troca, comércio e transporte apenas a exemplares não vivos e sem propágulos viáveis⁴;
- A proibição de cultivo, criação e detenção de exemplares⁴, incluindo a sua utilização como animal de estimação.

Gestão

No sentido de minimizar os danos causados por esta espécie têm havido tentativas de controlar as populações de caranguejo-peludo-chinês através da colocação de armadilhas (DAISIE, 2006) e até da instalação de barreiras elétricas à migração da espécie (McEnnulty *et al.*, 2001 citado por GISD, 2016b). No entanto, o sucesso obtido com estes esforços tem-se revelado muito reduzido (DAISIE, 2006; McEnnulty *et al.*, 2001 citado por GISD, 2016b) e desconhecem-se tentativas de controlo ou erradicação utilizando outros métodos (DAISIE, 2006). Assim, há a necessidade de testar novas metodologias, sendo que esta subseção será atualizada à medida que surja nova informação neste âmbito.

¹ As épocas em que estas fases da migração ocorrem variam de ecossistema para ecossistema, sendo que os períodos mencionados são os mais comuns de acordo com o trabalho de revisão de Dittel e Epifanio (2009).

² Acumulação de organismos indesejáveis em variadas superfícies, como cascos de navios e outras estruturas submersas (Bixler e Bhushan, 2012).

³ Salvo determinadas exceções a ser cuidadosamente avaliadas.

⁴ Estas restrições não se aplicam a entidades que estejam devidamente licenciadas.

Gambúsia, Peixe-mosquito | *Gambusia holbrooki* (Girard, 1859)

Filo: Chordata > Classe: Actinopterygii > Ordem: Cyprinodontiformes



Figura 13 | Peixe pertencente ao género *Gambusia*.

Descrição

Identificação

A gambúsia (figura 13) é um peixe de pequenas dimensões: os machos atingem um comprimento máximo de 4 cm, enquanto as fêmeas podem alcançar 7 cm. Geralmente, esta espécie apresenta uma coloração acinzentada e, quando estão sexualmente ativas, as fêmeas apresentam ainda uma mancha preta na região ventral. Nos machos, parte da barbatana anal encontra-se transformada num órgão copulador (Ribeiro *et al.*, 2007a).

Em Portugal, existe um organismo exótico muito semelhante à espécie *G. holbrooki* do ponto de vista morfológico – a espécie *G. affinis* –, pelo que estes podem ser confundidos (Pyke, 2005).

Dieta

A dieta deste peixe é constituída por detritos, algas, zooplâncton e macroinvertebrados (Blanco *et al.*, 2004; Ribeiro *et al.*, 2007a). No entanto, existe também documentação que descreve a predação de peixes por parte da gambúsia (Rincón *et al.*, 2002).

Ciclo de vida e mecanismos de dispersão natural

Esta é uma espécie ovovívora cujo período de reprodução se inicia em Abril e dura até Setembro/Outubro, resultando, em média, no nascimento de 33 embriões por cada fêmea reprodutora (Ribeiro *et al.*, 2007a; Ribeiro *et al.*, 2007b).

Esta espécie é capaz de se dispersar naturalmente de forma bastante rápida, podendo percorrer 860 metros num dia. Além disso, consegue-se deslocar mesmo em cursos de água com apenas 3 mm de profundidade (Alemadi e Jenkins, 2007).

Área de distribuição e habitats

A gambúsia é autóctone da zona oriental dos Estados Unidos da América (Page e Burr 1991 citado por Nico e Fuller, 2016) e habita charcos, lagos, lagoas, salinas, cursos de água (com baixa velocidade de corrente e onde a vegetação é abundante) e outras zonas húmidas (Blanco *et al.*, 2004; Edwards e Guillette, 2007; Ribeiro *et al.*, 2007a; CABI, s.d.3). É também de salientar que esta espécie é capaz de tolerar sistemas muito contaminados (Ribeiro *et al.*, 2007a).

Estatuto em Portugal

(MA, 1999; CABI, s.d.3)

→ Estatuto em Portugal continental:

Espécie exótica invasora.

→ Estatuto no Arquipélago da Madeira:

Espécie não presente.

→ Estatuto no Arquipélago dos Açores:

Espécie não presente.

Potenciais vias e modos de introdução (CABI, s.d.3):

→ Introdução intencional:

- Fins ornamentais;
- Controlo biológico.

→ Introdução acidental:

- Aquariorfilia.

Impactes negativos

Biodiversidade

A espécie *G. holbrooki* pode induzir alterações comportamentais em organismos nativos. Por exemplo, na sua presença, os indivíduos da espécie *Rhadinocentrus ornatus* manifestam preferência por diferentes *microhabitats*, presumivelmente para diminuir a sobreposição de nicho ecológico (Keller e Brown, 2008). Adicionalmente, já foi demonstrado que a presença do peixe-mosquito diminui o sucesso de captura de presas por parte de outras espécies de peixes e ainda interfere com os seus rituais de acasalamento, o que, em última instância, resultar na redução da sua abundância populacional (Rincón *et al.*, 2002).

Além disso, esta espécie exótica invasora pode ainda provocar alterações na cadeia alimentar através da regulação da abundância do zooplâncton – que constitui uma parte importante da sua dieta (Blanco *et al.*, 2004).

Saúde, bem-estar humano e economia

Não foi encontrada documentação que suporte a existência de quaisquer impactes adversos neste âmbito. No entanto, como este peixe é capaz de controlar a abundância de zooplâncton, este pode

indiretamente, contribuir para o desenvolvimento de *blooms* algais (Franks, 2001; Sun *et al.*, 2013), que podem conduzir à diminuição da qualidade de água (Codd, 2000). Esta situação pode resultar, entre outras consequências, em problemas no âmbito da saúde pública e/ou em complicações ao nível dos tratamentos de águas captadas nestes sistemas e para consumo humano (Codd, 2000), que podem sofrer um encarecimento.

Potenciais serviços de ecossistema afetados:

- **Produção:** fornecimento de água;
- **Suporte:** *habitats* para as espécies, manutenção da diversidade genética;
- **Culturais:** bem-estar físico do Homem, lugares de lazer aprazíveis.

A legislação portuguesa define (MA, 1999)...

- A proibição de introduzir na Natureza, quer seja de forma intencional ou acidental¹;
- A proibição de transporte, cultivo, criação e detenção de exemplares, incluindo a sua utilização como animal de estimação, assim como as atividades de troca, comércio e qualquer outro tipo de exploração económica².

Gestão

→ Drenagem de massas de água e aplicação de rotenona

Até ao momento, várias ações de erradicação desta espécie foram já bem-sucedidas fazendo a drenagem completa das massas de água invadidas e/ou aplicando rotenona (Ayres e Clunie, 2010). Mas, a aplicação deste produto químico pode ter impactes negativos imediatos e bastante significativos no ecossistema, resultando na redução ou eliminação completa de espécies de invertebrados e peixes. Apesar das populações de algumas espécies recuperarem rapidamente após a aplicação de rotenona, outras podem demorar meses ou anos a recuperar (Ling, 2003). Quanto à drenagem temporária de massas de água, existem estudos que demonstram que esta pode conduzir a uma alteração na composição da comunidade (Lemmens *et al.*, 2015), enquanto outros não detetaram quaisquer efeitos diretos significativos na biodiversidade aquática (Usio *et al.*, 2013). No entanto, a drenagem pode facilitar a invasão do sistema por outras espécies exóticas invasoras (e.g. *Procambarus clarkii*) (Usio *et al.*, 2013). Além disso, esta técnica pode não ser exequível devido a várias razões, e.g., a massa de água em questão pode ser demasiado grande ou pode ser necessária para a irrigação de campos agrícolas (O’Keeffe, 2009).

→ Captura com redes e colocação de armadilhas

O uso combinado de redes e armadilhas demonstrou ser um método eficiente em algumas ocasiões, sendo capaz de reduzir de forma relevante a população desta espécie ou até mesmo resultando na sua erradicação a nível local. Os tipos de redes utilizadas nestas tentativas foram variados (e.g. camaroeiros, redes de cerco), mas apresentavam sempre uma malha de 1 mm. Também foram várias as armadilhas usadas, incluindo modelos artesanais construídos com garrafas de plástico (figura 14) (Ruiz-Navarro *et al.*, 2013; Tonkin *et al.*, 2014).

Uma das grandes vantagens desta combinação de técnicas é que apresentam um reduzido impacto no ecossistema (Ruiz-Navarro *et al.*, 2013; Tonkin *et al.*, 2014).



Figura 14 | Esquema exemplificativo do aspeto final de uma armadilha artesanal feita utilizando apenas uma garrafa de de plástico de 1,5 L. É de salientar a necessidade de fazer pequenas perfurações no fundo, de forma a permitir a circulação da água.

¹ Salvo determinadas exceções a ser cuidadosamente avaliadas.

² Estas restrições não se aplicam a entidades que estejam devidamente licenciadas para o efeito.

Lagostim-vermelho-do-Louisiana | *Procambarus clarkii* (Girard, 1852)

Filo: Arthropoda > Subfilo: Crustacea > Ordem: Decapoda



Figura 15 | Indivíduo da espécie *Procambarus clarkii*.

Descrição

Identificação

O lagostim-vermelho-do-Louisiana, tal como o próprio nome comum já indica, caracteriza-se por possuir, em adulto, cor vermelha (figura 15); os juvenis tendem a ser de tonalidades esverdeadas. Complementarmente, pode-se ainda reconhecer esta espécie pelas manchas claras que estes indivíduos apresentam distribuídas pelo seu corpo e pela sua a região dorsal mais escura (figura 16) (DiStefano *et al.*, 2008).

O comprimento deste lagostim pode ultrapassar os 15 cm, no entanto, o tamanho destes organismos varia com o ecossistema onde se inserem (Dörr *et al.*, 2006). Por exemplo, num estudo feito nos Açores, os exemplares de *Procambarus clarkii* de maior comprimento mediam apenas 9 a 10 cm (Costa *et al.*, 1996).

Dieta

Este lagostim é um omnívoro, que se pode alimentar de macrófitas, detritos e macroinvertebrados, demonstrando preferência pelos últimos (Alcorlo *et al.*, 2004; Chucholl, 2013). No entanto, a composição da alimentação deste artrópode varia de acordo com o *habitat* em que este se insere (Gherardi [dados não publicados] citado por Gherardi, 2006). Por exemplo, num outro estudo, foi ainda documentada a inclusão de peixes na dieta deste animal (Ilhéu *et al.*, 2007).

Ciclo de vida e mecanismos de dispersão natural

O lagostim-vermelho-do-Louisiana é um animal ovíparo, que é capaz de ajustar o período da desova consoante as condições do sistema (principalmente ao regime hídrico e à temperatura), de forma a garantir uma maior disponibilidade de recursos para as larvas (Gutiérrez-Yurrita e Montes, 1999).

Este animal é capaz de se deslocar ativamente tanto no meio aquático como no meio terrestre (Cruz e Rebelo, 2007; Anastácio *et al.*, 2015) e pode também utilizar vetores animais como meio de transporte secundário (Águas *et al.*, 2014), sendo que a presença de barreiras físicas e/ou correntes fortes são dois dos fatores que limitam a sua dispersão (Kerby *et al.*, 2005). É ainda de salientar a rapidez com que estes organismos são capazes de colonizar novos locais, uma vez que está documentado que conseguem percorrer 255 metros em apenas meio-dia (Anastácio *et al.*, 2015).

Distribuição nativa e habitats

A espécie *Procambarus clarkii* é nativa da região norte-americana compreendida entre o nordeste do México e a zona sul central dos Estados Unidos da América (Crandall, 2010). No que respeita aos habitats que ocupa, este organismo é bastante versátil, podendo ser encontrado em cursos de água, charcos temporários, lagos, zonas palustres, cavernas e até canais de irrigação (Cruz e Rebelo, 2007; Scalici *et al.*, 2010; Mazza *et al.*, 2014; Arce e Diéguez-Urbeondo, 2015). No entanto, este lagostim tende a evitar habitats onde a corrente seja forte (Kerby *et al.*, 2005).



Figura 16 | Exemplar da espécie *Procambarus clarkii*, onde a zona dorsal mais escura é bem visível.

Estatuto em Portugal (CABI, s.d.4)

→ **Estatuto em Portugal continental:**

Espécie exótica invasora.

→ **Estatuto no Arquipélago da Madeira:**

Espécie não presente.

→ **Estatuto no Arquipélago dos Açores:**

Espécie exótica.

Potenciais vias e modos de introdução (CABI, s.d.4):

→ Introdução intencional:

- Aquariofilia;
- Pescas;
- Controlo biológico.

→ Introdução acidental:

- Aquacultura;
- Aquariofilia;
- Transporte de organismos vivos para consumo humano;
- Utilização como isco vivo.

Impactes negativos

Biodiversidade

De entre várias espécies introduzidas na Europa para aquacultura, o lagostim-vermelho-do-Louisiana é o que apresenta o mais vasto leque de impactes relacionados com a biodiversidade (Savini *et al.*, 2010). Por exemplo, a predação/herbivoria por parte deste crustáceo é capaz de diminuir diretamente a abundância – e pode mesmo causar a extinção – de algumas espécies (Anastácio *et al.*, 2005; Casale e Busato, 2008; Chucholl, 2013). Esta interação pode alterar de forma relevante a estrutura do ecossistema, eliminando quase por completo a comunidade de macrófitas outrora abundante (Rodríguez *et al.*, 2003). Também a capacidade de competição desta espécie pode acarretar implicações negativas para a diversidade biológica, prejudicando de forma direta, por exemplo, espécies autóctones de crustáceos (e.g. competição por espaço) (Gherardi e Cioni, 2004).

O lagostim-vermelho-do-Louisiana atua como o vetor do fungo *Aphanomyces astaci* (Aquiloni *et al.*, 2011) – responsável pela praga fúngica do lagostim – ao qual a única espécie de lagostim nativa de Portugal, *Austropotamobius pallipes*, é suscetível (Gutiérrez-Yurrita *et al.*, 1999; Cammà *et al.*, 2010; Füreder *et al.*, 2010). Esta espécie exótica invasora é ainda capaz de bioacumular contaminantes (Gherardi *et al.*, 2002; Alcorlo e Baltanás, 2013) e, como esta estabelece um grande número de interações tróficas com outros componentes bióticos, pode ser responsável pela sua transferência na teia alimentar (Alcorlo e Baltanás, 2013).

No que respeita às alterações induzidas no ambiente físico, tal como o caranguejo-peludo-chinês, a atividade de escavação deste lagostim acelera o processo de erosão, pondo em causa a estabilidade estrutural dos sistemas onde constrói os seus abrigos (e.g. margens de rios, diques) (Arce e Diéguez-Uribeondo, 2015). Além disso, o lagostim-vermelho-do-Louisiana é ainda apontado por alguns autores como a possível causa do aumento da turbidez da água em lagos (Rodríguez *et al.*, 2003).

Saúde e bem-estar humano

Dada a sua potencial capacidade para transferir e bioamplificar contaminantes (Alcorlo e Baltanás, 2013), a ingestão destes lagostins por parte do Homem pode resultar na acumulação dos mesmos. Além disso, existem estudos que sugerem que esta espécie pode também atuar como um vetor de doenças humanas (Anda *et al.*, 2001).

Economia

A atividade de escavação deste animal pode também ter impactes económicos, uma vez que, por exemplo, pode causar o colapso dos canais de irrigação em arrozais, pondo em causa o fornecimento de água (Arce e Diéguez-Uribeondo, 2015). Adicionalmente, a planta do arroz faz parte da sua alimentação, o que faz com que estes organismos sejam também capazes de diminuir diretamente a produtividade nestes sistemas agrícolas (Anastácio *et al.*, 2005).

O facto de o lagostim-vermelho-do-Louisiana consumir espécies de peixes com interesse comercial (Ilhéu *et al.*, 2007) pode causar perdas económicas ao nível do setor das pescas se a predação conduzir a um declínio das populações de peixes. Aliás, esta relação já foi proposta na literatura, para outras espécies de lagostins invasores: em vários casos de estudo, os autores atribuem o declínio das populações de peixes ao consumo de peixe por parte de lagostins invasores (Ilhéu *et al.*, 2007).

Potenciais serviços de ecossistema afetados:

- **Regulação:** prevenção da erosão;
- **Produção:** provisionamento de alimento, fornecimento de água;
- **Suporte:** *habitats* para as espécies, manutenção da diversidade genética.

A legislação portuguesa define (MA, 1999)...

- A proibição de introduzir na Natureza, quer seja de forma intencional ou acidental¹;
- A proibição de transporte, cultivo, criação e detenção de exemplares, incluindo a sua utilização como animal de estimação, assim como as atividades de troca, comércio e qualquer outro tipo de exploração económica².

Gestão

Muitas têm sido as iniciativas realizadas com o objetivo de erradicar ou controlar as populações de *Procambarus clarkii* utilizando metodologias variadas. De seguida encontram-se descritos apenas alguns dos métodos – aqueles que se têm revelado mais bem-sucedidos no controlo e erradicação desta espécie exótica invasora (Gherardi *et al.*, 2011).

→ Armadilhagem

Em alguns casos, a armadilhagem (aplicada isoladamente ou em conjunto com outros métodos) revelou-se bem-sucedida no controlo desta espécie, chegando mesmo a alcançar uma redução populacional na ordem dos 70% (Frutiger e Müller, 2002 citado por Hefti e Stucki, 2006; West, 2011 citado por Stebbing *et al.*, 2014). O sucesso obtido varia com o tipo de armadilhas utilizadas, sendo que, para maximizar a eficiência, estas devem permitir reter lagostins de vários tamanhos e não só exemplares adultos (Stebbing *et al.*, 2014). No entanto, é de salientar que a literatura sugere que a aplicação deste método pode conduzir, a longo-prazo, a uma reação compensatória por parte da população, originando densidades populacionais superiores às iniciais (Freeman *et al.*, 2010; Gherardi *et al.*, 2011; Stebbing *et al.*, 2014).

→ Barreiras físicas

A construção de barreiras físicas nos cursos de água pode ser uma forma eficiente de limitar a dispersão deste animal (Peay e Hiley, 2001; Dana *et al.*, 2011; Gherardi *et al.*, 2011; Stebbing *et al.*, 2014), sendo que já existem relatos de tentativas bem-sucedidas (Peay e Hiley, 2001; Dana *et al.*, 2011). Esta solução é pouco dispendiosa e exige um baixo grau de manutenção; no entanto, existem desvantagens associadas a esta técnica, como o facto de esta poder dificultar a migração de determinadas espécies de peixes (Dugan, 2008).

Aquando da seleção da barreira há vários fatores a ter em conta, nomeadamente:

- A possível inclusão de uma passagem para peixes, de forma a diminuir o impacto desta medida no ecossistema (Frings *et al.*, 2013);

- A morfologia das margens, uma vez que este lagostim invasor é capaz de, em terra, contornar obstáculos e voltar a entrar no sistema a montante ou a jusante. Para evitar esta situação, as barreiras podem ser colocadas em zonas com margens íngremes, o que dificulta a saída da água a este animal (Kerby *et al.*, 2005);
- A altura e formato da barreira, uma vez que já foi observado um exemplar a escalar uma barreira inclinada com 3 metros de altura e coberta por algas (Kerby *et al.*, 2005).

→ Pesca-elétrica

A pesca elétrica é um método de amostragem eficaz para estes organismos (Alonso, 2001) e, recentemente, um estudo demonstrou que esta técnica pode ser também uma boa opção para controlar as populações de *Procambarus clarkii*, tendo sido obtida uma redução populacional na ordem dos 70%. A maior parte dos lagostins sobreviventes encontravam-se refugiados nas margens (Peay *et al.*, 2014), pelo que a pesca elétrica poderá ser complementada com outras técnicas, como a instalação de barreiras físicas, de forma a impedir os organismos de se deslocarem para as margens durante o procedimento. A metodologia adotada neste trabalho foi bastante diferente do habitual, havendo a emissão de pulsos de 96 kW (o que é muito mais elevado que o normal), pelo que é expectável que a aplicação deste método resulte numa elevada mortalidade de peixes (Peay *et al.*, 2014). Assim, de forma a diminuir o impacto desta técnica, as espécies nativas de peixes devem ser removidas do local aquando da realização do procedimento (Stebbing *et al.*, 2014). Por último, é de salientar que esta técnica é apenas eficaz para massas de água límpidas e pouco profundas (Peay *et al.*, 2014; Stebbing *et al.*, 2014).

→ Controlo biológico

A restauração de *habitats* e a adoção de outras medidas que permitam a recuperação ou preservação das populações de espécies nativas predadoras de lagostim, incluindo a introdução de indivíduos, podem representar boas soluções para o controlo desta espécie (Frutiger e Müller, 2002 citado por Hefti e Stucki, 2006; Leitão, 2009; Aquiloni *et al.*, 2010). Algumas das espécies nativas de Portugal que são predadores naturais de lagostim são a enguia-europeia (*Anguilla anguilla*), a lontra-europeia (*Lutra lutra*) e a geneta (*Genetta genetta*) (Beja, 1996; Sánchez *et al.*, 2008; Aquiloni *et al.*, 2010).

→ Aplicação de biocidas

A aplicação de biocidas (e.g. *Pyblast*) é uma opção eficiente para o controlo desta espécie exótica invasora (Gherardi *et al.*, 2011; Cecchinelli *et al.*, 2012). Além disso, de acordo com o trabalho de Peay *et al.* (2006), esta medida parece também ter resultado na erradicação da espécie no local tratado, mas esta carece ainda de confirmação. No entanto, estes produtos não são específicos para o lagostim-vermelho-do-Louisiana, pelo que têm consequências marcadamente negativas para outras espécies (Freeman *et al.*, 2010; Gherardi *et al.*, 2011). Aliás, entre todas as medidas aqui apresentadas esta é aquela que, de longe, provoca maiores danos ao nível do ecossistema (Gherardi *et al.*, 2011), pelo que a sua aplicação deve ser cuidadosamente ponderada. Outra desvantagem deste método é que os biocidas não são adequados para tratar grandes áreas (e.g. rios) (Freeman *et al.*, 2010; Gherardi *et al.*, 2011).

¹ Salvo determinadas exceções a ser cuidadosamente avaliadas.

² Estas restrições não se aplicam a entidades que estejam devidamente licenciadas para o efeito.

Perca-sol | *Lepomis gibbosus* (Linnaeus, 1758)

Filo: Chordata > Classe: Actinopterygii > Ordem: Cyprinodontiformes



Figura 17 | Indivíduo pertencente à espécie *Lepomis gibbosus*.

Descrição

Identificação

A perca-sol (figura 17) é um peixe de pequenas dimensões, não ultrapassando os 15 cm de comprimento (Ribeiro *et al.*, 2007a). Por exemplo, numa população em Inglaterra, o comprimento total médio deste peixe é cerca de 6 cm, sendo que os maiores exemplares amostrados atingiram os 9 cm (Copp *et al.*, 2002).

O corpo desta espécie é alto e achatado lateralmente e a sua coloração faz deste um peixe muito vistoso: apresenta raios azuis que se estendem desde a cabeça até à barbatana caudal; o seu ventre é de tons amarelos. Outra característica distintiva é a mancha preta e vermelha que se localiza na região posterior do opérculo (Ribeiro *et al.*, 2007a).

Dieta

A perca-sol é um predador oportunista, que se pode alimentar de zooplâncton, macrófitas, insetos, gastrópodes, crustáceos e peixes (Godinho *et al.*, 1997; Vila-Gispert *et al.*, 2007; van Kleef *et al.*, 2008).

Ciclo de vida e mecanismos de dispersão natural

A época de reprodução desta espécie inicia-se no mês de abril (no Guadiana, começa entre março e maio) e dura até julho/agosto. Durante este período, o macho escava uma depressão em substratos

de areia e gravilha de forma a construir o ninho, onde vigia os ovos depositados pela fêmea e, posteriormente, os alevins (Ribeiro *et al.*, 2007a).

A sua dispersão natural ocorre através da movimentação ativa ou passiva dos organismos nas massas de água (Savitz *et al.*, 1983; Copp e Cellot, 1988), desconhecendo-se quaisquer formas de dispersão que envolvam vetores animais (CABI, s.d.5).

Área de distribuição e habitats

Este peixe – nativo da região noroeste da América do Norte (Ribeiro *et al.*, 2007b) – ocorre em sistemas lênticos, como lagos e lagoas, e também pode ser encontrado em troços de cursos de água pouco profundos, com baixa velocidade de corrente e com densa vegetação (Ribeiro *et al.*, 2007a).

Estatuto em Portugal

(MA, 1999; CABI, s.d.5)

→ Estatuto em Portugal continental:

Espécie exótica invasora.

→ Estatuto no Arquipélago da Madeira:

Espécie não presente.

→ Estatuto no Arquipélago dos Açores:

Espécie não presente.

Potenciais vias e modos de introdução (CABI, s.d.5):

→ Introdução intencional:

- Pescas;
- Fins ornamentais.

→ Introdução acidental:

- Aquariofilia;
- Aquacultura.

Impactes negativos

Biodiversidade

A perca-sol foi considerada como uma das 18 piores espécies de peixes, no que respeita aos seus impactes ecológicos (Casal, 2006). Entre os potenciais efeitos adversos na diversidade biológica associados a esta espécie exótica invasora, encontram-se:

- A redução da abundância populacional de macroinvertebrados, possivelmente devido à pressão predatória por parte deste peixe (van Kleef *et al.*, 2008);
- O consumo de ovos e juvenis de outras espécies de peixes e anfíbios, que pode afetar o recrutamento destas espécies (Werschkul e Christensen, 1977; García-Berthou e Moreno-Amich, 2000);
- A agressão a organismos nativos (e.g. outros peixes, anfíbios) (Almeida *et al.*, 2014), que pode perturbar as suas atividades de alimentação e reprodução (Rincón *et al.*, 2002; Hazelton e Grossman, 2009) e ainda resultar em alterações na seleção de *microhabitats* (Keller e Brown, 2008).

Saúde, bem-estar humano e economia

Não foi encontrada documentação que suporte a existência de quaisquer efeitos adversos neste âmbito.

Potenciais serviços de ecossistema afetados:

- **Suporte:** *habitats* para as espécies, manutenção da diversidade genética.

A legislação portuguesa define (MA, 1999)...

- A proibição de introduzir na Natureza, quer seja de forma intencional ou acidental¹;
- A restrição de atividades de troca, comércio e transporte apenas a exemplares não vivos e sem propágulos viáveis²;
- A proibição de cultivo, criação e detenção de exemplares², incluindo a sua utilização como animal de estimação.

Gestão

Atualmente existe ainda pouca experiência no que respeita à gestão desta espécie exótica invasora (van Kleef *et al.*, 2008), pelo que, apesar de existirem alguns relatos de tentativas de controlo (Denoël e Winandy, 2015), não é possível tirar conclusões quanto às medidas mais adequadas para controlar ou erradicar esta espécie. Mas, esta subseção será atualizada à medida que surja nova informação neste âmbito.

¹ Salvo determinadas exceções a ser cuidadosamente avaliadas.

² Estas restrições não se aplicam a entidades que estejam devidamente licenciadas.

Vespa-asiática | *Vespa velutina* (Lepeletier, 1836)

Filo: Arthropoda > Classe: Insecta > Ordem: Hymenoptera



Figura 18 | Exemplar de *Vespa velutina nigritorax*.

Descrição

Identificação

A vespa-asiática (figuras 18 e 19) apresenta uma grande variedade no que diz respeito à coloração, sendo que foram já identificadas várias subespécies distintas (Nguyen *et al.*, 2006). A subespécie *V. velutina nigritorax* – que é aquela que se encontra presente em Portugal – é facilmente identificada através da sua coloração peculiar (DGAV *et al.*, 2015):

- A zona posterior da cabeça é preta e a face apresenta tons amarelos e alaranjados;
- O corpo é preto ou castanho-escuro e apresenta pequenas bandas amarelas no abdómen;
- No abdómen é possível encontrar um segmento preenchido quase integralmente por uma coloração amarela-alaranjada;
- As patas são castanhas, com uma extremidade amarela.

O reconhecimento dos ninhos construídos por esta espécie também são uma forma útil de identificar a sua presença numa determinada região. Estes podem atingir 1 metro de altura e 0,8 m de largura e possuem um orifício lateral que serve de entrada e saída para as vespas (figura 20) (Maia e Grosso-Silva, 2013). A sua localização pode ser variada, havendo ninhos que são encontrados no topo de árvores e outros que foram construídos no exterior de edifícios (Monceau *et al.*, 2014); no entanto,

estes encontram-se maioritariamente em árvores a alturas superiores a 5 metros (Maia e Grosso-Silva, 2013).

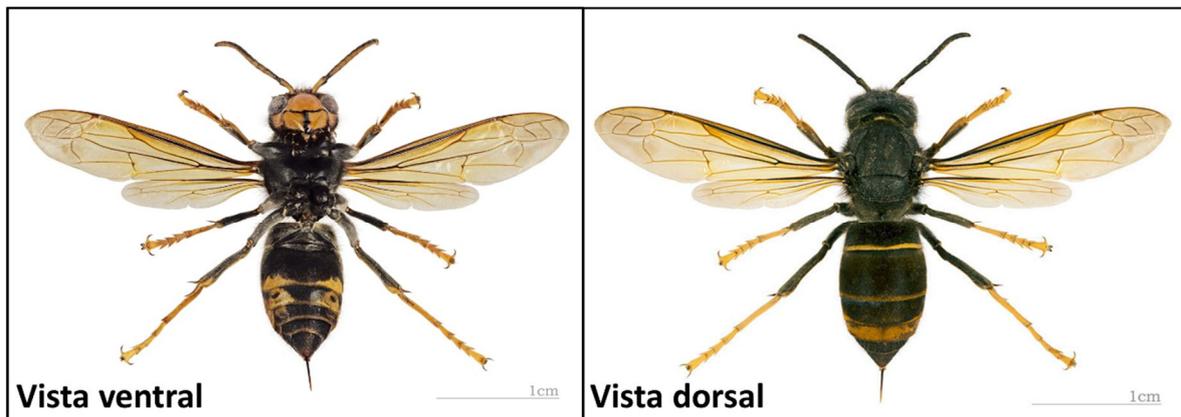


Figura 19 | Exemplar de *Vespa velutina nigrithorax* visto de duas perspetivas diferentes: ventral e dorsal.



Figura 20 | Ninho de vespa-asiática instalado numa árvore.

Reprodução e mecanismos de dispersão natural

A fecundação das rainhas decorre entre os meses de Setembro e Outubro; posteriormente, as futuras rainhas fundadoras abandonam o ninho e hibernam no solo durante o período de Inverno. Simultaneamente, dá-se a morte de todas as obreiras, ficando o ninho vazio. Entre janeiro e fevereiro,

as rainhas procedem à construção dos ninhos primários; durante a primavera, nascem as obreiras, o ninho primário é abandonado e estas últimas procedem à construção do ninho secundário (Maia e Grosso-Silva, 2013).

É ainda de salientar que esta espécie exótica invasora tem uma capacidade de dispersão notável. Em França, foi introduzida (provavelmente) em 2004 e, em 2011, já ocupava uma área equivalente a 270 000 km²: a progressão da frente de invasão está a ocorrer ao ritmo de 100 km por ano (Rome *et al.*, 2012).

Área de distribuição e habitats

A vespa-asiática é nativa do continente asiático, onde se encontra amplamente distribuída (CABI, s.d.6). A subespécie *V. velutina nigrithorax* tem como distribuição autóctone a região que engloba o norte da Índia, o Butão, a China e partes da Indonésia (DGAV *et al.*, 2015).

Os ninhos desta vespa podem ser encontrados numa grande variedade de *habitats*: em áreas florestais naturais, parques urbanos de grandes e pequenas dimensões ou no centro das cidades, mesmo que não existam quaisquer zonas verdes. No entanto, esta espécie demonstra uma preferência por locais associados a um elevado grau de urbanização (Choi *et al.*, 2012).

Estatuto em Portugal

(CABI, s.d.6; ICNF, s.d.)

→ Estatuto em Portugal continental:

Espécie exótica invasora.

→ Estatuto no Arquipélago da Madeira:

Espécie não presente.

→ Estatuto no Arquipélago dos Açores:

Espécie não presente.

Potenciais vias e modos de introdução (CABI, s.d.6)

→ Introdução acidental:

- Veículos terrestres;
- Transporte de contentores e embalagens (e.g. produtos hortícolas, madeira);
- Movimentação de máquinas, equipamentos, embalagens, cestos, etc.

Impactes negativos

Biodiversidade

A vespa-asiática pode conduzir a um declínio das populações de abelhas indígenas devido à predação direta (Monceau *et al.*, 2013; Arca *et al.*, 2014). A competição por parte desta espécie pode também induzir alterações na abundância de outros organismos (e.g. outras espécies de vespa) (Choi *et al.*, 2012). Adicionalmente, como a pressão predatória desta espécie exótica invasora conduz à diminuição da atividade das abelhas (Arca *et al.*, 2014), esta pode ainda provocar um défice na polinização das espécies vegetais (DGAV *et al.*, 2015).

Saúde e bem-estar humano

Apesar de haverem relatos de picadas em humanos pela vespa-asiática, esta não representa uma ameaça acrescida para a saúde humana, sendo os seus efeitos neste âmbito comparáveis aos de espécies nativas de vespas (Haro *et al.*, 2010). No entanto, numa região da Coreia do Sul, o número de

ocorrências de conflitos entre a população humana e a espécie *Vespa velutina* revelou-se bastante superior àqueles registados para outras vespas (Choi *et al.*, 2012).

Economia

Os efeitos negativos que esta espécie pode provocar nas populações de abelhas (Monceau *et al.*, 2013; Arca *et al.*, 2014) e, indiretamente, na vegetação, podem traduzir-se também em danos no setor económico, nomeadamente na apicultura e na agricultura, através da diminuição da produtividade das colmeias e campos agrícolas (DGAV *et al.*, 2015).

Potenciais serviços de ecossistema afetados:

- **Regulação:** polinização;
- **Produção:** provisionamento de alimento;
- **Suporte:** *habitats* para as espécies, manutenção da diversidade genética;
- **Culturais:** bem-estar físico e mental do Homem.

Espécie não mencionada na legislação portuguesa em vigor (MA, 1999)

Gestão

→ O plano de ação para a vigilância e controlo da *Vespa velutina* em Portugal

Em 2015, foi elaborado o plano de ação para a vigilância e controlo da *Vespa velutina* em Portugal, que prevê a monitorização de ocorrências desta espécie e a posterior ação no sentido de abater os ninhos. Apesar de a destruição de ninhos não ser um método eficaz para o tratamento de grandes áreas (Beggs *et al.*, 2011; Rome *et al.*, 2011a), é capaz de reduzir temporariamente as populações desta espécie exótica invasora e é atualmente a melhor opção disponível para o controlo da espécie (Rome *et al.*, 2011a). No entanto, existem vários cuidados a ter aquando deste procedimento de forma a garantir que a sua execução é eficaz (Rome *et al.*, 2011a; DGAV *et al.*, 2015). Para mais pormenores, consulte plano de ação para a vigilância e controlo da *Vespa velutina* em Portugal¹.

Para a mitigação dos impactes junto dos apiários, o plano de ação português sugere a diminuição das dimensões da entrada para a colmeia (e.g. redução para 5 mm) e também o uso pontual de armadilhas (DGAV *et al.*, 2015). É de salientar que as armadilhas² não devem ser utilizadas extensivamente como método de controlo, pois, para além de não serem eficazes (Beggs *et al.*, 2011; Rome *et al.*, 2011a), a falta de seletividade destas fazem com que outros insetos sejam afetados (Rome *et al.* 2011a; Rome *et al.* 2011b). O uso desta técnica deve ser restrita à minimização dos impactes nos apiários (Rome *et al.* 2011a), tal como é salientado no plano de ação português (DGAV *et al.*, 2015). Para este efeito, as armadilhas podem ser dispostas num raio de 100 metros dos apiários, colocando-se aproximadamente uma armadilha para cada 10 colmeias (Xunta de Galicia, 2014).

Todos estes métodos fazem também parte de planos de ação doutras regiões [Asian hornet (*Vespa velutina*) response plan, 2012; Xunta de Galicia, 2014].

¹ Disponível em: <http://www.icnf.pt/portal/naturaclas/patrinatur/resource/docs/exot/vespa/vespa-plano-acao.pdf>.

² Ver a descrição das armadilhas apresentada na seção das propostas de valorização dos esforços autárquicos, na parte respeitante à monitorização dos esforços de gestão.

- | *Anguillicoloides crassus* (Kuwahara, Niimi & Itagaki, 1974)

Filo: Nematoda > Classe: Secernentea > Ordem: Camallanida



Figura 21 | Quatro exemplares pertencentes à espécie *Anguillicoloides crassus*.

Descrição

Identificação

A espécie *Anguillicoloides crassus* (figura 21) é um nematode parasita, que pode atingir comprimentos superiores a 7 cm (Taraschewski *et al.*, 1987). No entanto, os exemplares recolhidos na Europa no âmbito do trabalho de Taraschewski *et al.* (1987) mediam apenas entre 0,6 cm e 3,7 cm.

Em alguns casos a presença deste parasita pode-se manifestar sob a forma de alterações comportamentais ou morfológicas no hospedeiro (e.g. capacidade de natação reduzida, abdómen inchado), no entanto nem todos os indivíduos afetados exibem estas alterações e, além disso, estas podem também ter causas diferentes (e.g. infeções bacterianas) (Lefebvre *et al.*, 2012a). Assim, a deteção desta espécie deve passar por outros métodos, como a dissecação do hospedeiro (Frisch *et al.*, 2015).

Ciclo de vida e mecanismos de dispersão natural

Este animal é um parasita interno que pode ser encontrado em enguias do género *Anguilla* (Rockwell *et al.*, 2009; Costa-Dias *et al.*, 2010; Neto *et al.*, 2010; Denny *et al.*, 2013), que representam o hospedeiro definitivo desta espécie exótica invasora. Na bexiga-natatória deste hospedeiro, o nematode reproduz-se sexuadamente, depositando os seus ovos também neste órgão. Posteriormente, as larvas eclodem, abandonam este hospedeiro e assumem-se como uma forma de

vida livre. Estas são depois ingeridas por hospedeiros intermediários (e.g. copépodes), onde ocorre parte do seu desenvolvimento e através dos quais alcançam o hospedeiro definitivo, onde adquirem capacidade reprodutora, concluindo o seu desenvolvimento (De Charleroy *et al.*, 1990).

É também de salientar que o uso de enguias como hospedeiro facilita a dispersão desta espécie, que beneficia da capacidade de mobilidade destes peixes (Kennedy e Fitch, 1990).

Área de distribuição e habitats

Este parasita é apontado por vários autores como sendo nativo do sudoeste asiático, no entanto um trabalho de revisão relativamente recente questiona a veracidade desta afirmação e sublinha a necessidade de efetuar um estudo mais detalhado, de forma a averiguar qual é efetivamente a área de distribuição autóctone deste nematode (Lefebvre *et al.*, 2012b).

Esta espécie pode ser encontrada a parasitar organismos tanto em água doce como em água salgada; no entanto, a taxa de sobrevivência e a taxa de eclosão dos ovos são inferiores em água do mar (Kennedy e Fitch, 1990), o que pode explicar a menor prevalência desta espécie exótica invasora em ambientes marinhos (Svedäng, 1996 citado por Didžiulis, 2013).

Estatuto em Portugal (CABI, s.d.7)

→ **Estatuto em Portugal continental:**

Espécie exótica invasora.

→ **Estatuto no Arquipélago da Madeira:**

Espécie não presente.

→ **Estatuto no Arquipélago dos Açores:**

Espécie não presente.

Potenciais vias e modos de introdução (CABI, s.d.7)

→ **Introdução acidental:**

- Aquacultura (e.g. introduzido juntamente com enguias infetadas);
- Vias navegáveis interligadas (canais) (e.g. movimentação natural de enguias infetadas).

Impactes negativos

Biodiversidade

Este nematode parasita causa sérios problemas às enguias que usa como hospedeiro:

- Prejudica a sua capacidade natatória, podendo mesmo conduzir a uma incapacidade de realizar a migração (Palstra *et al.*, 2007);
- Aumenta a sua suscetibilidade a outros agentes patogénicos (Muñoz *et al.*, 2015).

Além disso, este pode ainda conduzir a uma redução do crescimento das enguias (van Banning, 1991 citado por Didžiulis, 2013) e é apontado como um dos fatores responsáveis pelo declínio das populações de *Anguilla anguilla* (Muñoz *et al.*, 2015).

Saúde e bem-estar humano

Não foi encontrada documentação que suporte a existência de quaisquer impactes neste âmbito.

Economia

O facto de este organismo poder contribuir para a redução do crescimento e da abundância populacional de enguias (van Banning, 1991 citado por Didžiulis, 2013; Muñoz *et al.*, 2015) implica prejuízos para economia, nomeadamente nos setores da pesca e da aquacultura, uma vez que as enguias têm valor comercial (Beardmore *et al.*, 2011; Bennemaa e Rijnsdorpb, 2015).

Potenciais serviços de ecossistema afetados:

- **Produção:** provisionamento de alimento;
- **Suporte:** manutenção da diversidade genética.

Espécie não mencionada na legislação portuguesa em vigor (MA, 1999)

Gestão

O tratamento de enguias infetadas em aquacultura é possível através da administração de substâncias antibacterianas ou nematocidas, tais como a flumequina e o metrifonato (Taraschewsk *et al.*, 1988; van der Heijden *et al.*, 1996). No entanto, desconhecem-se quaisquer formas de erradicação ou controlo desta espécie exótica invasora no meio natural (Daisie, 2008; Didžiulis, 2013), mas esta subsecção será atualizada caso surjam novas informações neste âmbito.

Bibliografia

- Águas, M., Banha, F., Marques, M. e Anastácio, P.M. (2014). Can recently-hatched crayfish cling to moving ducks and be transported during flight? *Limnologica - Ecology and Management of Inland Waters*, **48**: 65-70.
- Aktar, M.W., Sengupta, D. e Chowdhury, A. (2009). Impact of pesticides use in agriculture: their benefits and hazards. *Interdisciplinary Toxicology*, **2(1)**: 1-12.
- Alcorlo, P. e Baltanás, A. (2013). The trophic ecology of the red swamp crayfish (*Procambarus clarkii*) in Mediterranean aquatic ecosystems: a stable isotope study. *Limnetica*, **32**: 121-138.
- Alcorlo, P., Geiger, W. e Otero, M. (2004). Feeding preferences and food selection of the red swamp crayfish, *Procambarus clarkia*, in habitats differing in food item diversity. *Crustaceana*, **77**: 435-453.
- Aldridge, D., Madhyastha, A. e Van Damme, D. (2012). *Corbicula fluminea*. The IUCN Red List of Threatened Species 2012: e.T155736A735697. Acedido a 12 de setembro de 2016, em: <http://www.iucnredlist.org/details/155736/0>.
- Alemadi, S.D. e Jenkins, D.G. (2007). Behavioral constraints for the spread of the eastern mosquitofish, *Gambusia holbrooki* (Poeciliidae). *Biological Invasions*, **10(1)**: 59-66.
- Ali, F., Collins, K. e Peachey, R. (2013). The role of volunteer divers in lionfish research and control in the Caribbean. Em: M.A., Lang e M.D.J., Sayer (eds.), *Proceedings of the 2013 AAUS/ESDP Curaçao Joint International Scientific Diving Symposium*. American Academy of Underwater Sciences. Dauphin Island, AL. pp. 7-12.
- Alifano, A., Jolley, W. e Griffiths, R. (2012). *Final operational report for the removal of introduced house mice from Allen Cay, Exuma Islands, Bahamas*. Island Conservation. Nassau, Bahamas. Relatório não publicado preparado para Bahamas National Trust (BNT). Acedido a 16 de Janeiro de 2016, em: <http://www.ciasnet.org/wp-content/uploads/2014/06/Alifano-Aurora-et-al-Island-Conservation-2012-Allen-Cay-Post-Eradication-Operations-Report.pdf>.
- Almeida, D., Almodóvar, A., Nicola, G.G., Elvira, B. e Grossman, G.D. (2012). Trophic plasticity of invasive juvenile largemouth bass *Micropterus salmoides* in Iberian streams. *Fisheries Research*, **113(1)**: 153-158.
- Almeida, D., Merino-Aguirre, R., Vilizzi, L. e Copp, G.H. (2014). Interspecific Aggressive Behaviour of Invasive Pumpkinseed *Lepomis gibbosus* in Iberian Fresh Waters. *PLoS ONE*, **9(2)**: e88038.
- Alonso, F. (2001). Efficiency of electrofishing as a sampling method for freshwater crayfish populations in small creeks. *Limnetica*, **20(1)**: 59-72.
- Anastácio, P.M., Banha, F., Capinha, C., Bernardo, J.M., Costa, A.M., Teixeira, A. E Bruxelas, S. (2015). Indicators of movement and space use for two co-occurring invasive crayfish species. *Ecological Indicators*, **53**: 171-181.
- Anastácio, P.M., Parente, V. e Correia, A.M. (2005). Crayfish effects on seeds and seedlings: identification and quantification of damage. *Freshwater Biology*, **50**: 697-704.
- Anda, P., Segura del Pozo, J., Díaz García, J.M., Escudero, R., García Peña, F.J., López Velasco, M.C., Sellek, R.E., Jiménez Chillarón, M.R., Sánchez Serrano, L.P. e Martínez Navarro, J.F. (2001). Waterborne outbreak of tularemia associated with crayfish fishing. *Emerging Infectious Diseases*, **7**: 575-582.

- Animal & Plant Health Agency (2015). Ruddy Duck eradication - project newsletter March 2015. *UK ruddy duck eradication programme project bulletins*. Acedido em 26 de janeiro de 2016, em: <http://www.nonnativespecies.org/index.cfm?pageid=244>.
- Aquiloni, L. Brusconi, S., Cecchinelli, E., Tricarico, E., Mazza, G., Paglianti, A. e Gherardi, F. (2010). Biological control of invasive populations of crayfish: the European eel (*Anguilla anguilla*) as a predator of *Procambarus clarkii*. *Biological Invasions*, **12(11)**: 3817-3824.
- Aquiloni, L., Martín, M.P., Gherardi, F. e Diéguez-Urbeondo, J. (2011). The North American crayfish *Procambarus clarkii* is the carrier of the oomycete *Aphanomyces astaci* in Italy. *Biological Invasions*, **13(2)**: 359-367.
- Arca, M., Papachristoforou, A., Mougél, F., Rortais, A., Monceau, K., Bonnard, O., Tardy, P., Thiéry, D., Silvain, J-F. e Arnold, G. (2014). Defensive behaviour of *Apis mellifera* against *Vespa velutina* in France: Testing whether European honeybees can develop an effective collective defence against a new predator. *Behavioural Processes*, **106**: 122-129.
- Arce, J.A. e Diéguez-Urbeondo, J. (2015). Structural damage caused by the invasive crayfish *Procambarus clarkii* (Girard, 1852) in rice fields of the Iberian Peninsula: a study case. *Fundamental and Applied Limnology*, **186**: 259-269.
- Asian hornet (Vespa velutina) response plan* (2012). Acedido em 17 de Maio de 2016, em: <http://www.nonnativespecies.org/alerts/index.cfm?id=4>.
- Ayres, R. e Clunie, P. (2010). *Management of freshwater fish incursions: a review*. PestSmart Toolkit publication, Invasive Animals Cooperative Research Centre. Canberra, Austrália. 143 pp. ISBN 978-1-921777-20-2.
- Barbour, J.H., McMenamin, S., Dick, J.T.A., Alexander, M.E. e Caffrey, J. (2013). Biosecurity measures to reduce secondary spread of the invasive freshwater Asian clam, *Corbicula fluminea*. *Management of Biological Invasions*, **4(3)**: 219-230.
- Barry, J., Birchenough, S., Norris, B. e Ware, S. (2013). On the use of sample indices to reflect changes in benthic fauna biodiversity. *Ecological Indicators*, **26**: 154-162.
- Baum, D. e Ballantyne, L. (2012). *Biocide treatment of the Ballachulish Quarry ponds to eradicate American signal crayfish. Final project report*. Lochaber Fisheries Trust. Fort William, Escócia. Acedido a 14 de Janeiro de 2016, em: www.lochaberfish.org.uk/.
- Bax, N., Hayes, K., Marshall, A., Parry, D. e Thresher, R. (2002). Man-made marinas as sheltered islands for alien marine organisms: establishment and eradication of an alien invasive marine species. Em: Veitch, C.R. e Clout, M.N. (eds.), *Turning the tide: the eradication of invasive species*. IUCN SSC Invasive Species Specialist Group, IUCN, Gland, Suíça e Cambridge, Reino Unido. pp. 26-39.
- Beachy, J.R., Neville, R. e Arnott, C. (2011). Successful control of an incipient invasive amphibian: *Eleutherodactylus coqui* on O'ahu, Hawai'i. Em: C.R., Veitch, M.N., Clout e D.R., Towns (eds.), *Island invasives: eradication and management*. IUCN e CBB. Gland, Suíça e Auckland, Nova Zelândia. pp. 140-147.
- Beardmore, B., Dorow, M., Haider, W. e Arlinghaus, R. (2011). The elasticity of fishing effort response and harvest outcomes to altered regulatory policies in eel (*Anguilla anguilla*) recreational angling. *Fisheries Research*, **110(1)**: 136-148.
- Beggs, J., Brockerhoff, E., Corley, J., Kenis, K., Masciocchi, M., Muller, F., Rome, Q. e Villemant, C. (2011). Ecological effects and management of invasive Vespidae. *BioControl*, **56**: 505-526.
- Beja, P.R. (1996). An analysis of otter *Lutra lutra* predation on introduced American crayfish *Procambarus clarkii* in Iberian streams. *Journal of Applied Ecology*, **33(5)**: 1156-1170.

- Bell, E., Boyle, D., Floyd, K., Garner-Richards, P., Swann, B., Luxmoore, R., Patterson, A. e Thomas, R. (2011). The ground-based eradication of Norway rats (*Rattus norvegicus*) from the Isle of Canna, Inner Hebrides, Scotland. Em: C.R., Veitch, M.N., Clout e D.R., Towns (eds.), *Island invasives: eradication and management*. IUCN e CBB. Gland, Suíça e Auckland, Nova Zelândia. pp. 269-274.
- Bennema, F.P. e Rijnsdorp, A.D. (2015). Fish abundance, fisheries, fish trade and consumption in sixteenth-century Netherlands as described by Adriaen Coenen. *Fisheries Research*, **161**: 384-399.
- Bester, M.N., Bloomer, J.P., van Aarde, R.J., Erasmus, B.H., van Rensburg, P.J.J., Skinner, J.D., Howell, P.G. e Naude, T.W. (2002). A review of the successful eradication of feral cats from sub-Antarctic Marion Island, Southern Indian Ocean. *South African Journal of Wildlife Research*, **32(1)**: 65-73.
- Bixler, G.D. e Bhushan, B. (2012). Biofouling: lessons from nature. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, **370**: 2381–2417.
- Blanco, S., Romo, S. e Villena, M-J. (2004). Experimental study on the diet of mosquitofish (*Gambusia holbrooki*) under different ecological conditions in a shallow lake. *International Review of Hydrobiology*, **89**: 250-262.
- Boltovskoy, D., Izaguirre, I. e Correa, N. (1995). Feeding selectivity of *Corbicula fluminea* (Bivalvia) on natural phytoplankton. *Hydrobiologia*, **312(3)**: 171-182.
- Bomford, M. e O'Brien, P. (1995). Eradication of Australia's vertebrate pests: a feasibility study. Em: G.C., Grigg, P.T., Hale e D., Lunney, D. (eds.), *Conservation through sustainable use of wildlife*. Centre for Conservation Biology, University of Queensland. Brisbane, Austrália.
- Brown, K.P. e Sherley, G.H. (2002). The eradication of possums from Kapiti Island, New Zealand. Em: C.R., Veitch e M.N., Clout (eds.), *Turning the tide: the eradication of invasive species*. IUCN SSC Invasive Species Specialist Group, IUCN. Gland, Suíça e Cambridge, Reino Unido. pp. 46-52.
- Bunbury, N., von Brandis, R., Currie, J., Jean-Baptiste, M., Accouche, W., Souyave, J., Haupt, P. e Fleischer-Dogley, F. (2013). Goats eradicated from Aldabra Atoll. *Aliens*, **33**: 18-22.
- Burbidge, A.A. e Morris, K.D. (2002). Introduced mammal eradications for nature conservation on Western Australian islands: a review Em: C.R., Veitch e M.N., Clout (eds.), *Turning the tide: the eradication of invasive species*. IUCN SSC Invasive Species Specialist Group, IUCN. Gland, Suíça e Cambridge, Reino Unido. pp. 64-70.
- Burnett, K., D'Evelyn, S., Loope, L. e Wada, C.A. (2012). An economic approach to assessing import policies designed to prevent the arrival of invasive species: the case of *Puccinia psidii* in Hawai'i. *Environmental Science & Policy*, **19-20**: 158-168.
- Burt, M.D. e Jokiel, J. (2011). Eradication of feral goats (*Capra hircus*) from Makua Military Reservation, Oahu, Hawaii. Em: C.R., Veitch, M.N., Clout e D.R., Towns (eds.), *Island invasives: eradication and management*. IUCN e CBB. Gland, Suíça e Auckland, Nova Zelândia. pp. 280-284.
- CABI (sem data – 1). *Micropterus salmoides* (largemouth bass). Acedido a 19 de Maio de 2016, em: <http://www.cabi.org/isc/datasheet/74846>.
- CABI (sem data – 2). *Corbicula fluminea* (Asian clam). Acedido a 21 de Abril de 2016, em: <http://www.cabi.org/isc/datasheet/88200#20056802666>.
- CABI (sem data – 3). *Gambusia holbrooki* (mosquitofish). Acedido a 24 de Maio de 2016, em: <http://www.cabi.org/isc/datasheet/82089>.

- CABI (sem data – 4). *Procambarus clarkii* (red swamp crayfish). Acedido a 25 de Abril de 2016, em: <http://www.cabi.org/isc/datasheet/67878>.
- CABI (sem data – 5). *Lepomis gibbosus* (pumpkinseed). Acedido a 22 de Maio de 2016, em: <http://www.cabi.org/isc/datasheet/77080>.
- CABI (sem data – 6). *Vespa velutina* (Yellow-legged hornet). Acedido a 16 de Maio de 2016, em: <http://www.cabi.org/isc/datasheet/109164>.
- CABI (sem data – 7). *Anquillicoloides crassus*. Acedido a 17 de Maio de 2016, em: <http://www.cabi.org/isc/datasheet/93709>.
- Cammà, C., Ferri, N., Zezza, D., Marcacci, M., Paolini, A., Ricchiuti, L. e Lelli, R. (2010). Confirmation of crayfish plague in Italy: detection of *Aphanomyces astaci* in white clawed crayfish. *Diseases of Aquatic Organisms*, **89(3)**: 265–268.
- Cariñanos, P. e Casares-Porcel, M. (2011). Urban green zones and related pollen allergy: A review. Some guidelines for designing spaces with low allergy impact. *Landscape and Urban Planning*, **101(3)**: 205-214.
- Casal, C.M.V. (2006). Global documentation of fish introductions: the growing crisis and recommendations for action. *Biological Invasions*, **8**: 3-11.
- Casale, A. e Busato, E. (2008). A real time extinction: the case of *Carabus clatratus* in Italy (Coleoptera, Carabidae). Em: Penev, L., Erwin, T. e Hassmann, T. (eds.), *Back to the Roots and Back to the Future. Towards a New Synthesis Amongst Taxonomic, Ecological and Biogeographical Approaches in Carabidology*. Pensoft Publishers. Sofia, Bulgária. pp. 353-362.
- Cataldo, D., Boltovskoy, D., Stripeikis, J. e Pose, M. (2001a). Condition index and growth rates of field caged *Corbicula fluminea* (Bivalvia) as biomarkers of pollution gradients in the Paraná river delta (Argentina). *Aquatic Ecosystem Health & Management*, **4**: 187-201.
- Cataldo, D., Colombo, J.C., Boltovskoy, D., Bilos, C. e Landoni, P. (2001b). Environmental toxicity assessment in the Paraná river delta (Argentina): simultaneous evaluation of selected pollutants and mortality rates of *Corbicula fluminea* (Bivalvia) early juveniles. *Environmental Pollution*, **112**: 379-389.
- CBD (1992). *Convention on Biological Diversity*. Assinada a 5 de Junho de 1992 no Rio de Janeiro, Brasil, entrada em vigor a 29 de Dezembro de 1993. Acedido a 2 de Janeiro de 2016, em: <https://www.cbd.int/convention/text/>.
- CBD (2002). *COP 6 decision VI/23: Alien species that threaten ecosystems, habitats or species*. Acedido em 2 de Maio de 2015, em: <https://www.cbd.int/decision/cop/?id=7197>.
- CBD (2014). *Global Biodiversity Outlook 4*. Acedido em 20 de Abril de 2015, em: <https://www.cbd.int/GBO4/>.
- Cecchinelli, E., Aquiloni, L., Maltagliati, G., Orioli, G., Tricarico, E. e Gherardi, F. (2012). Use of natural pyrethrum to control the red swamp crayfish *Procambarus clarkii* in a rural district of Italy. *Pest Management Science*, **68(6)**: 839-844.
- Choi, M.B., Martin S.J. e Lee, J.W. (2012). Distribution, spread, and impact of the invasive hornet *Vespa velutina* in South Korea. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, **15(3)**: 473-477.
- Chucholl, C. (2013). Feeding ecology and ecological impact of an alien warm-water omnivore in cold lakes. *Limnologica - Ecology and Management of Inland Waters*, **34**: 219-229.
- Chung, P., Jung, Y., Park, Y., Hwang, M. e Soh, C. (2001). *Corbicula fluminea* (Bivalvia: Corbiculidae): a possible second molluscan intermediate host of *Echinostoma cinetorchis* (Trematoda: Echinostomatidae) in Korea. *Korean Journal of Parasitology*, **39(4)**: 329-332.
- Codd, G.A. (2000). Cyanobacterial toxins, the perception of water quality, and the prioritisation of eutrophication control. *Ecological Engineering*, **16(1)**: 51-60.

- Cohen, A.N. (2003). On mitten crabs and lung flukes. *IEP Newsletter*, **16(2)**: 48-51.
- Copp, G.H. e Cellot, B. (1988). Drift of embryonic and larval fishes, especially *Lepomis gibbosus* (L.) in the upper Rhône river. *Journal of Freshwater Ecology*, **4(4)**: 419-423.
- Copp, G.H., Fox, M.G. e Kováč, V. (2002). Growth, morphology and life history traits of a coolwater European population of pumpkinseed *Lepomis gibbosus*. *Archiv für Hydrobiologie*, **155**: 585-614.
- Costa, C.A., Correia, A.M. e Rodrigues M.L. (1996). Monitoring a population of *Procambarus clarkii* (Decapoda, Cambaridae) in São Miguel (Azores, Portugal). *Freshwater Crayfish*, **11**: 203-212.
- Costa-Dias, S., Dias, E., Lobón-Cerviá, J., Antunes, C. e Coimbra, J. (2010). Infection by *Anguillicoloides crassus* in a riverine stock of European eel, *Anguilla anguilla*. *Fisheries Management and Ecology*, **17**: 485-492.
- Crandall, K.A. (2010). *Procambarus clarkii*. The IUCN Red List of Threatened Species 2010: e.T153877A4557336. Acedido a 12 de setembro de 2016, em: <http://www.iucnredlist.org/details/153877/0>.
- Cruz, M.J. e Rebelo, R. (2007). Colonization of freshwater habitats by an introduced crayfish, *Procambarus clarkii*, in Southwest Iberian Peninsula. *Hydrobiologia*, **575**: 191-201.
- Czerniejewski, P., Rybczyk, A. e Wawrzyniak, W. (2010). Diet of the Chinese mitten crab, *Eriocheir sinensis* H. Milne Edwards, 1853, and potential effects of the crab on the aquatic community in the River Odra/Oder estuary (N.-W. Poland). *Crustaceana*, **83(2)**: 195-205.
- DAISIE European Invasive Alien Species Gateway (2006). *Eriocheir sinensis*. Acedido a 24 de Abril de 2016, em: http://www.europe-aliens.org/pdf/Eriocheir_sinensis.pdf.
- DAISIE European Invasive Alien Species Gateway (2008). *Anquillicola crassus*. Acedido a 18 de Maio de 2016, em: http://www.europe-aliens.org/pdf/Anquillicola_crassus.pdf.
- Dana, E.D., García-de-Lomas, J., Garrido, J.R., González-Miras, E., Ceballos, G. e Ortega, F. (2009). Management of invasive alien species in Andalusia (Southern Spain): some successful experiences. *Aliens*, **28**: 50-53.
- Dana, E.D., García-De-Lomas, J., González, R. e Ortega, F. (2011). Effectiveness of dam construction to contain the invasive crayfish *Procambarus clarkii* in a Mediterranean mountain stream. *Ecological Engineering*, **37(11)**: 1607-1613.
- Daubenmire, R.F (1959). Canopy coverage method of vegetation analysis. *Northwest Science*, **33**: 43-64.
- De Charleroy, D., Grisez, L., Thomas, K., Belpaire, C. e Ollevier, F. (1990). The life cycle of *Anquillicola crassus*. *Diseases of Aquatic Organisms*, **8**: 77-84.
- de Haro, L., Labadie, M., Chanseau, P., Cabot, C., Blanc-Brisset, I. e Penouil, F. (2010). Medical consequences of the Asian black hornet (*Vespa velutina*) invasion in Southwestern France. *Toxicon*, **55(2-3)**: 650-652.
- de León, R., Vane, K., Bertuol, P., Chamberland, V.C., Simal, F., Imms, E. e Vermeij, M.J.A. (2013). Effectiveness of lionfish removal efforts in the southern Caribbean. *Endangered Species Research*, **22**: 175-182.
- Deltoro, V., Ballester, G., Oltra, J.E., Pérez-Botella, J., Pérez-Rovira, P., Gómez-Serrano, M.A. e Juan, J. (2013). The practicalities of eradicating an extremely invasive cactus: Hudson pear *Cylindropuntia rosea* in the Valencia region (East Spain). *Aliens*, **33**: 23-27.
- Denny, S.K., Denny, A. e Paul, T. (2013). Distribution, prevalence and intensity of *Anguillicoloides crassus* in the American eel, *Anguilla rostrata*, in the Bras d'Or Lakes, Nova Scotia. *BioInvasions Records*, **2(1)**: 19-26.

- Denoël, M. e Winandy, L. (2015). The importance of phenotypic diversity in conservation: Resilience of palmate newt morphotypes after fish removal in Larzac ponds (France). *Biological Conservation*, **192**: 402-408.
- DGAV, ICNF e INIAV (2015). *Plano de ação para a vigilância e controlo da Vespa velutina em Portugal*. Acedido a 20 de Março de 2016, em: <http://www.icnf.pt/portal/naturaclas/patrinatur/resource/docs/exot/vespa/vespa-plano-acao.pdf>.
- Didžiulis, V. (2013). *NOBANIS – Invasive Alien Species Fact Sheet: Anguillicoloides crassus*. Acedido em 18 de Maio de 2016, em: <https://www.nobanis.org/globalassets/speciesinfo/a/anguillicoloides-crassus/anguillicoloides-crassus.pdf>.
- DiStefano, B., Litvan, M., Meyer, A. e Taylor, C.A. (2008). *Identifying crayfish: a guide for bait vendors an aquaculturists*. Acedido a 29 de Abril de 2016, em: https://mdc.mo.gov/sites/default/files/resources/2012/07/crayfish_id_brochure_6-08.pdf.
- Dittel, A.I. e Epifanio, C.E. (2009). Invasion biology of the Chinese mitten crab *Eriocheir sinensis*: A brief review. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, **374**: 79-92.
- Domènech, R. e Vilà, M. (2007). *Cortaderia selloana* invasion across a Mediterranean coastal strip. *Acta Oecologica*, **32(3)**: 255-261.
- Dörr, A.J.M., La Porta, Pedicillo, G.G. e Lorenzoni, M. (2006). Biology of *Procambarus clarkii* (Girard, 1852) in Lake Trasimeno. *Bulletin Francais De La Peche Et De La Pisciculture*, **380-381**: 1155-1168.
- Dugan, P. (2008). Mainstream dams as barriers to fish migration: International learning and implications for the Mekong. *Catch and Culture*, **14**: 9-15.
- Edwards, T.M. e Guillette, L.J. Jr. (2007). Reproductive characteristics of male mosquitofish (*Gambusia holbrooki*) from nitrate-contaminated springs in Florida. *Aquatic Toxicology*, **85(1)**: 40-47.
- Emerton, L. e Howard, G. (2008). *A toolkit for the economic analysis of invasive species*. Global Invasive Species Programme. Nairobi, Kénia. 100 pp.
- Franks, P.J.S. (2001). Phytoplankton blooms in a fluctuating environment: the roles of plankton response time scales and grazing. *Journal of Plankton Research*, **3(12)**: 1433-1441.
- Freeman, M.A., Turnbull, J.F., Yeomans, W.E. e Bean, C.W. (2010). Prospects for management strategies of invasive crayfish populations with an emphasis on biological control. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, **20(2)**: 211-223.
- Frings, R.M., Vaeßen, S.C.K., Groß, H., Roger, S., Schüttrumpf, H. e Hollert, H. (2013). A fish-passable barrier to stop the invasion of non-indigenous crayfish. *Biological Conservation*, **159**: 521-529.
- Frisch, K., Davie, A., Schwarz, T. e Turnbull, J. (2016). Comparative imaging of European eels (*Anguilla anguilla*) for the evaluation of swimbladder nematode (*Anguillicoloides crassus*) infestation. *Journal of Fish Diseases*, **39(6)**: 635-647.
- Füreder, L., Gherardi, F., Holdich, D., Reynolds, J., Sibley, P. e Souty-Grosset, C. (2010). *Austroptamobius pallipes*. The IUCN Red List of Threatened Species 2010: e.T2430A9438817. Acedido a 14 de setembro de 2016, em: <http://www.iucnredlist.org/details/2430/0>.

- García-de-Lomas, J., Dana, E.D., López-Santiago, J., González, R., Ceballos, G. e Ortega, F. (2010). Management of the Chinese mitten crab, *Eriocheir sinensis* (H. Milne Edwards, 1853) in the Guadalquivir Estuary (Southern Spain). *Aquatic Invasions*, **5(3)**: 323-330.
- García-Llorente, M., Martín-López, B., González, J.A., Alcorlo, P. e Montes, C. (2008). Social perceptions of the impacts and benefits of invasive alien species: Implications for management. *Biological Conservation*, **141(12)**: 2969-2983.
- Genovesi, P., Scalera, R., Brunel, S., Roy, D. e Solarz, W. (2010). *Towards an early warning and information system for invasive alien species (IAS) threatening biodiversity in Europe*. EEA technical report nº 5/2010. European Environment Agency. Copenhaga, Dinamarca. 52 pp. ISBN 978-92-9213-099-2.
- Gherardi, F. (2006). Crayfish invading Europe: the case study of *Procambarus clarkii*. *Marine and Freshwater Behaviour and Physiology*, **39(3)**: 175-191.
- Gherardi, F. e Cioni, A. (2004). Agonism and interference competition in freshwater decapods. *Behaviour*, **141**: 1297-1324.
- Gherardi, F., Aquiloni, L., Diéguez-Urbeondo, J. e Tricarico, E. (2011). Managing invasive crayfish: is there a hope? *Aquatic Sciences*, **73(2)**: 185-200.
- Gherardi, F., Barbaresi, S., Vaselli, O. e Bencini, A. (2002). A comparison of trace metal accumulation in indigenous and alien freshwater macro-decapods. *Marine and Freshwater Behaviour and Physiology*, **35**: 179-188.
- Gilbey, V., Attrill, M.J. e Coleman, R.A. (2008). Juvenile Chinese mitten crabs (*Eriocheir sinensis*) in the Thames estuary: distribution, movement and possible interactions with the native crab *Carcinus maenas*. *Biological Invasions*, **10**: 67-77.
- Gillies, C.A. e Williams, D. (2013). *DOC tracking tunnel guide v2.5.2: Using tracking tunnels to monitor rodents and mustelids*. Department of Conservation, Science & Capability Group. Hamilton, Nova Zelândia. Acedido a 24 de Novembro de 2015, em: <http://www.doc.govt.nz/Documents/science-and-technical/inventory-monitoring/im-toolbox-animal-pests-using-tracking-tunnels-to-monitor-rodents-and-mustelids.pdf>.
- Global Invasive Species Database (2016a). *Species profile: Micropterus salmoides*. Acedido a 20 de Maio de 2016, em: <http://www.iucngisd.org/gisd/species.php?sc=94>.
- Global Invasive Species Database (2016b). *Species profile: Eriocheir sinensis*. Acedido a 27 de Abril de 2016, em: <http://www.iucngisd.org/gisd/species.php?sc=38>.
- Godinho, F.N. (2009). *Amostragem piscícola em lagos/albufeiras em Portugal com redes de emalhar de malhas múltiplas – a Norma CEN EN 14757: 2005. Documento tradução e de orientação*. Acedido a 12 de Março de 2016, em: http://www.apambiente.pt/dqa/assets/amostragem-pisc%C3%ADcola-em-lagos_albufeira-norma-en-14757_2005.pdf.
- Godinho, F.N., Ferreira, M.T. e Cortes, R.V. (1997). The environmental basis of diet variation in pumpkinseed sunfish, *Lepomis gibbosus*, and largemouth bass, *Micropterus salmoides*, along an Iberian river basin. *Environmental Biology of Fishes*, **50(1)**: 105-115.
- Gonçalves, V., Raposeiro, P.M., Couto, A.I., Costa, R.M., Rocha, F., Wattiez, X., Cammaerts, D. e Azevedo, J.M.N. (2005). *Relatórios e Comunicações do Departamento de Biologia*, **34**: 94-105.
- Gutiérrez-Yurrita, P.J. e Montes, C. (1999). Bioenergetics and phenology of the introduced red swamp crayfish, *Procambarus clarkii*, in Doñana National Park, Spain, and implications for species management. *Freshwater Biology*, **42**: 561-574.

- Gutiérrez-Yurrita, P.J., Martínez, J.M., Ilhéu, M., Bravo-Utrera, M.A., Bernardo, J.M. e Montes, C. (1999). The status of crayfish populations in Spain and Portugal. Em: Gherardi, F. e Holdich, D.M., *Crayfish in Europe as alien species: how to make the best of a bad situation?* 1ª edição, A.A. Balkema. Rotterdam/Brookfield, Holanda. ISBN 9054104694.
- Hakenkamp, C.C. e Palmer, M.A. (1999). Introduced bivalves in freshwater ecosystems: the impact of *Corbicula* on organic matter dynamics in a sandy stream. *Oecologia*, **119**: 445-451.
- Hansen, M.J. (2007). Evaluating management strategies and recovery of an invasive grass (*Agropyron cristatum*) using matrix population models. *Biological Conservation*, **140(1-2)**: 91-99.
- Hayden, B. e Caffrey, J.M. (2013). First recording of the Asian clam (*Corbicula fluminea* (Müller, 1774)) from the River Shannon, with preliminary notes on population size and size class distribution. *Irish Naturalists' Journal*, **32(1)**: 29-31.
- Hazelton, P.D. e Grossman, G.D. (2009). Turbidity, velocity and interspecific interactions affect foraging behaviour of rosyside dace (*Clinostomus funduloides*) and yellowfin shiners (*Notropis lutippinis*). *Ecology of Freshwater Fish*, **18**: 427-436.
- Hefti, D. e Stucki, P. (2006). Crayfish management for Swiss waters. *Bulletin Francais De La Peche Et De La Pisciculture*, **380-381**: 937-950.
- Henderlight, K., Hoelzer, J., Kehl, K., McDonald, B., Peeters, E., Tutkowski, J. e Widmayer, C. (2014). Management plan for control of Asian clam (*Corbicula fluminea*) in the Mukwonago River Watershed. Acedido em 26 de Abril de 2016, em: <http://mukwonagoriver.org/friends/wp-content/uploads/2015/04/Corbicula-Management-Plan-Caroll.pdf>.
- Henderson, I. (2010). The eradication of ruddy ducks in the United Kingdom. *Aliens*, **29**: 17-24.
- Hossain, M.M., Perhar, G., Arhonditsis, G.B., Matsuishi, T., Goto, A. e Azuma, M. (2013). Examination of the effects of largemouth bass (*Micropterus salmoides*) and bluegill (*Lepomis macrochirus*) on the ecosystem attributes of lake Kawahara-oike, Nagasaki, Japan. *Ecological Informatics*, **18**: 149-161.
- Hymanson, Z., Wang, J. e Sasaki, T. (1999). Lessons from the home of the Chinese mitten crab. *IEP Newsletter*, **12**: 25-32.
- ICNF (s.d.). *SOS vespa*. Acedido em 7 de Maio de 2015, em: <http://www.sosvespa.pt/web>.
- Ilhéu, M., Bernardo, J.M. e Fernandes, S. (2007). Predation of invasive crayfish on aquatic vertebrates: the effect of *Procambarus clarkii* on fish assemblages in Mediterranean temporary streams. Em: Gherardi, F. (ed.), *Biological invaders in inland waters: Profiles, distribution, and threats*. Springer. Dordrecht, Holanda. ISBN 978-1-4020-6029-8.
- INAG (2008). *Manual para a avaliação biológica a qualidade da água em sistemas fluviais segundo a Diretiva Quadro da Água. Protocolo de amostragem e análise para a fauna piscícola*. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Instituto da Água, I.P. Acedido a 24 de Abril de 2016, em: <http://www.apambiente.pt/dqa/assets/protocolo-de-amostragem-e-an%C3%A1lise-para-a-fauna-pisc%C3%ADcola.pdf>.
- IUCN (2015). *The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2015-4*. Acedido em 11 de Janeiro de 2016, em: <http://www.iucnredlist.org>.
- Jew, E.K.K., Loos, J., Dougill, A.J., Sallu, S.M., Benton, T.G. (2015). Butterfly communities in miombo woodland: Biodiversity declines with increasing woodland utilisation. *Biological Conservation*, **192**: 436-444.

- Joy, M., David, B. e Lake, M. (2013). *New Zealand freshwater fish sampling protocols. Part 1: Wadeable rivers & streams*. Massey University. Palmerston north, Nova Zelândia. 57 pp. ISBN 978-0-473-23437-9.
- Keller, K. e Brown, C. (2008). Behavioural interactions between the introduced plague minnow *Gambusia holbrooki* and the vulnerable native Australian ornate rainbowfish *Rhadinocentrus ornatus*, under experimental conditions. *Journal of Fish Biology*, **73**: 1714-1729.
- Kendrot, S.R. (2011). Restoration through eradication: protecting Chesapeake Bay marshlands from invasive nutria (*Myocastor coypus*). Em: C.R., Veitch, M.N., Clout e D.R., Towns (eds.), *Island invasives: eradication and management*. IUCN e CBB. Gland, Suíça e Auckland, Nova Zelândia. pp. 313-319.
- Kennedy, C.R. e Fitch, D.J. (1990). Colonization, larval survival and epidemiology of the nematode *Anguillicola crassus*, parasitic in the eel, *Anguilla anguilla*, in Britain. *Journal of Fish Biology*, **36**: 117-131.
- Kerby, J.L., Riley, S.P.D., Kats, L.B. e Wilson, P. (2005). Barriers and flow as limiting factors in the spread of an invasive crayfish (*Procambarus clarkii*) in southern California streams. *Biological Conservation*, **126**: 402-409.
- Kessler, C.C. (2002). Eradication of feral goats and pigs and consequences for other biota on Sarigan Island, Commonwealth of the Northern Mariana Islands. Em: Veitch, C.R. e Clout, M.N. (eds.), *Turning the tide: the eradication of invasive species*. IUCN SSC Invasive Species Specialist Group, IUCN. Gland, Suíça e Cambridge, Reino Unido. pp. 132-140.
- Kettunen, M., Genovesi, P., Gollasch, S., Pagad, S., Starfinger, U., ten Brink, P. e Shine, C. (2008). *Technical support to EU strategy on invasive species (IAS) - Assessment of the impacts of IAS in Europe and the EU (final module report for the European Commission)*. Institute for European Environmental Policy (IEEP). Bruxelas, Bélgica. 44 pp. + Anexos.
- Lake George Asian clam rapid response task force (2011). Plan to eradicate the infestation of the invasive species Asian clam in Lake George. Acedido em 22 de Abril de 2016, em: <http://www.lakegeorgeassociation.org/documents/EradicationPlan.pdf>.
- Larson, D.L., Phillips-Mao, L., Quiram, G., Sharpe, L., Stark, R., Sugita, S. e Weiler, S. (2011). A framework for sustainable invasive species management: Environmental, social, and economic objectives. *Journal of Environmental Management*, **92**: 14-22.
- Lefebvre, F., Fazio, G., Crivelli, A. J. (2012a). *Anguillicoloides crassus*. Em: Woo, P. T. K. e Buchmann, K. (eds.), *Fish parasites: pathobiology and protection*. CAB International. Londres, Reino Unido. ISBN 9781845938062.
- Lefebvre, F., Wielgoss, S., Nagasawa, K. e Moravec, F. (2012b). On the origin of *Anguillicoloides crassus*, the invasive nematode of anguillid eels. *Aquatic Invasions*, **7(4)**: 443-453.
- Leitão, P.H.S.D.P. (2009). *Existem limites para a dispersão e colonização de novos habitats pelo lagostim americano Procambarus clarkii? Um estudo a médio prazo na bacia do rio Sado e elaboração de um plano de contenção*. Tese de Mestrado em Ecologia e Gestão Ambiental. Departamento de Biologia Animal – Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Lisboa. 87 pp.
- Lemmens, P., Mergeay, J., Van Wichelen, J., De Meester, L. e Declerck, S.A.J. (2015). The impact of conservation management on the community composition of multiple organism groups in eutrophic interconnected man-made ponds. *PLoS ONE*, **10(9)**: e0139371.
- Ling, N. (2003). *Rotenone: review of its toxicity and use for fisheries management*. New Zealand Department of Conservation. Wellington, Nova Zelândia. 40 pp. ISBN 0-478-22345-5.

- Lorenzoni, M., Corboli, M., Dörr, A.J.M., Giovinazzo, G., Selvi, S. e Mearelli, M. (2002). Diets of *Micropterus salmoides* Lac. and *Esox lucius* L. in lake Trasimeno (Umbria, Italy) and their diet overlap. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture*, **365/366**: 537-547.
- Maezono, Y. e Miyashita, T. (2003). Community-level impacts induced by introduced largemouth bass and bluegill in farm ponds in Japan. *Biological Conservation*, **109(1)**: 111-121.
- Maia, M. e Grosso-Silva, J.M. (2013). A *Vespa velutina* em Portugal Continental e a apicultura nacional. *O Apicultor*, **76**: 23-25.
- Maki, K. e Galatowitsch, S. (2004). Movement of invasive aquatic plants into Minnesota (USA) through horticultural trade. *Biological Conservation*, **118(3)**: 389-396.
- Maltez-Mouro, S., Maestre, F.T. e Freitas, H. (2010). Weak effects of the exotic invasive *Carpobrotus edulis* on the structure and composition of Portuguese sand-dune communities. *Biological Invasions*, **12(7)**: 2117-2130.
- Mamiya, Y. e Shoji, T. (2009). Pathogenicity of the pinewood nematode, *Bursaphelenchus xylophilus*, to Japanese larch, *Larix kaempferi*, seedlings. *The Journal of Nematology*, **41(2)**: 157-162.
- Marchante, E., Freitas, H. e Marchante, H. (2008). *Guia prático para a identificação de plantas invasoras de Portugal Continental*. 1ª edição, Imprensa da Universidade de Coimbra. Coimbra, Portugal. 183 pp. ISBN 978-989-8074-70-6.
- Mattice, J.S. e Dye, L.L. (1976). Thermal tolerance of adult Asiatic clam. Em: Esch, G.W. e McFarlane, R.W. (eds.), *Thermal Ecology II, United States Energy Research and Development Association ERDA Symposium Series (CON F-750425)*. National Technical Information Service. Springfield, Virginia, Estados Unidos da América. pp 130-135.
- Mayol, J., Mayol, M., Domenech, O., Oliver, J., McMinn, M. e Rodríguez, A. (2012). Aerial broadcast of rodenticide on the island of Sa Dragonera (Balearic Islands, Spain). A promising rodent eradication experience on a Mediterranean Island. *Aliens*, **32**: 29-32.
- Mazza, G., Reboleira, A.S.P.S., Gonçalves, F., Aquiloni, L., Inghilesi, A.F., Spigoli, D., Stoch, F., Taiti, S., Gherardi, F. e Tricarico, E. (2014). A new threat for the groundwater ecosystems: first occurrences of the invasive crayfish *Procambarus clarkii* (Girard, 1852) in the European caves. *Journal of Cave and Karst Studies*, **76**: 62-65.
- McMahon, R.F. (1991). Ecology and classification of North American freshwater invertebrates. Em: Thorp, J.H. e Covish, A.P. (eds), *Mollusca: Bivalvia*. Academic Press. Nova Iorque, Estados Unidos da América. pp. 315-399.
- MEA (2005). *Ecosystems and human well-being: biodiversity synthesis*. World Resources Institute. Washington, DC, Estados Unidos da América. 86 pp.
- Melifronidou-Pantelidou, A. (2009). Eradication campaign for *Rhynchophorus ferrugineus* in Cyprus. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*, **39**: 155-160.
- Micol, T. e Jouventin, P. (2002). Eradication of rats and rabbits from Saint-Paul Island, French Southern Territories. Em: Veitch, C.R. e Clout, M.N. (eds.), *Turning the tide: the eradication of invasive species*. IUCN SSC Invasive Species Specialist Group, IUCN. Gland, Suíça e Cambridge, Reino Unido. pp. 199-205.
- Ministério do Ambiente. (1999). Decreto-Lei nº 565/99 de 21 de Dezembro de 1999. Introdução na natureza de espécies não indígenas da flora e da fauna. *Diário da República nº 295, Série I-A de 21-12-1999*. Lisboa, Portugal.
- Monceau, K., Arca, M., Leprêtre, L., Mougél, F., Bonnard, O., Silvain, J-F., Maher, N., Arnold, G. e Thiéry, D. (2013). Native prey and invasive predator patterns of foraging activity: the case of the yellow-legged hornet predation at European honeybee hives. *PLoS ONE*, **8**: e66492.

- Monceau, K., Bonnard, O. e Thiéry, D. (2014). *Vespa velutina*: a new invasive predator of honeybees in Europe. *Journal of Pest Science*, **87(1)**: 1-16.
- Morelli, F., Jiguet, F., Reif, J., Plexida, S., Valli, A.S., Indykiewicz, P., Šímová, P., Tichit, M., Moretti, M. e Tryjanowski, P. (2015). Cuckoo and biodiversity: Testing the correlation between species occurrence and bird species richness in Europe. *Biological Conservation*, **190**: 123-132.
- Muñoz, P., Peñalver, J., Ruiz de Ybañez, R. e Garcia, J. (2015). Influence of adult *Anguillicoloides crassus* load in European eels swimbladder on macrophage response. *Fish & Shellfish Immunology*, **42(2)**: 221-224.
- Myers, J.H., Simberloff, D., Kuris, A.M. e Carey, J.R. (2000). Eradication revisited: dealing with exotic species. *Trends in Ecology & Evolution*, **15(8)**: 316-320.
- NatureServe (2013a). *Micropterus salmoides*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2013*: e.T61265A18229518. Acedido a 30 de Maio de 2016, em: <http://www.iucnredlist.org/details/61265/0>.
- NatureServe (2013b). *Esox lucius*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2013*: e.T135631A15363638. Acedido a 30 de Maio de 2016, em: <http://www.iucnredlist.org/details/135631/0>.
- Nentwig, W. (ed.) (2007). *Biological invasions*. 1ª edição, Springer-Verlag. Berlim, Alemanha. 441 pp. ISBN 978-3-540-77375-7.
- Neto, A.F., Costa, J.L., Costa, M.J. e Domingos, I. (2010). Epidemiology and pathology of *Anguillicoloides crassus* in European eel *Anguilla anguilla* from the Tagus estuary (Portugal). *Diseases of Aquatic Organisms*, **88**: 225-233.
- Nguyen, L.T.P., Saito, F., Kojima, J. e Carpenter, J.M. (2006). Vespidae of Viet Nam (Insecta: Hymenoptera). 2. Taxonomic notes on Vespinae. *Zoological Science*, **23(1)**: 95-104.
- Nico, L. e Fuller, P. (2016). *Gambusia holbrooki*. *USGS Nonindigenous Aquatic Species Database, Gainesville, FL*. Acedido a 23 de maio de 2016, em: <http://nas.er.usgs.gov/queries/FactSheet.aspx?speciesID=849>.
- O’Keeffe, S. (2009). The practicalities of eradicating red-eared slider turtles (*Trachemys scripta elegans*). *Aliens*, **28**: 19-25.
- Offwell Woodland & Wildlife Trust (sem data). *Ecological sampling methods*. Acedido a 22 de Agosto, em: http://www.countrysideinfo.co.uk/biol_sampl_cont.htm.
- Ojaveer, H., Kotta, J., Põllumäe, A., Põllupüü, M., Jaanus, A., Vetemaa, M. (2011). Alien species in a brackish water temperate ecosystem: Annual-scale dynamics in response to environmental variability. *Environmental Research*, **111(7)**: 933-942.
- Oliveira, J.P., Sousa-Pinto, I., Weber, G.M. e Bertocci, I. (2014). Urban vs. extra-urban environments: Scales of variation of intertidal benthic assemblages in north Portugal. *Marine Environmental Research*, **97**: 48-57.
- Palstra, A.P., Heppener, D.F.M., van Ginneken, V.J.T., Székely, C. e van den Thillart, G.E.E.J.M. (2007). Swimming performance of silver eels is severely impaired by the swim-bladder parasite *Anguillicola crassus*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, **352**: 244-256.
- Parkes, J.P., Macdonald, N. e Leaman, G. (2002). An attempt to eradicate feral goats from Lord Howe Island. Em: C.R., Veitch e M.N., Clout (eds.), *Turning the tide: the eradication of invasive species*. IUCN SSC Invasive Species Specialist Group, IUCN. Gland, Suíça e Cambridge, Reino Unido. pp. 233-239.

- Parkes, J.P., Ramsey, D.S.L., Macdonald, N., Walker, K., McKnight, S., Cohen, B.S. e Morrison, S.A. (2010). Rapid eradication of feral pigs (*Sus scrofa*) from Santa Cruz Island, California. *Biological Conservation*, **143**: 634-641.
- Parlamento Europeu e Conselho da União Europeia (2014). *Regulamento (UE) nº 1143/2014 de 22 de Outubro de 2014. Prevenção e gestão da introdução e propagação de espécies exóticas invasoras*. Jornal Oficial da União Europeia, Série L, nº 317 de 4-11-2014. Estrasburgo, França. Acedido a 15 de Janeiro de 2016, em: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014R1143&from=PT>.
- Patry, M. (2001). Feral pig eradication campaign on Santiago Island, Galapagos. *Informe Galápagos 2001*. Acedido em 14 de Maio de 2016, em: http://issg.org/database/species/reference_files/susscr/PigEradGalapagos.pdf.
- Peay, S. e Hiley, P.D. (2001). *Eradication of Alien Crayfish. Phase II. Environment Agency Technical Report W1-037/TR1*. Environment Agency. Bristol, Estados Unidos da América. 118 pp.
- Peay, S., Hiley, P.D., Collen, P. e Martin, I. (2006). Biocide treatment of ponds in Scotland to eradicate signal crayfish. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture*, **380-381**: 1363-1379.
- Peay, S., Dunn, A.M., Kunin, W.E., McKimm, R. e Harrod, C. (2014). A method test of the use of electric shock treatment to control invasive signal crayfish in streams. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, **25(6)**: 874-880.
- Phelps, H.L. (1994). The asiatic clam (*Corbicula fluminea*) invasion and system-level ecological change in the Potomac River estuary near Washington, DC. *Estuaries*, **17(3)**: 614-621.
- Poncet, S. (2006). South Georgia pipits return: rat eradication success at Grass Island. *Aliens*, **23**: 12-13.
- Poncet, S., Poncet, L., Poncet, D., Christie, D., Dockrill, C. e Brown, D. (2011). Introduced mammal eradications in the Falkland Islands and South Georgia. Em: Veitch, C.R., Clout, M.N. e Towns, D.R. (eds.), *Island invasives: eradication and management*. IUCN e CBB. Gland, Suíça e Auckland, Nova Zelândia. pp. 332-336.
- Prezant, R.S. e Chalermwat, K. (1984). Flotation of the bivalve *Corbicula fluminea* as a means of dispersal. *Science*, **225(4669)**:1491-1493.
- Pyke, G.H. (2005). A review of the biology of *Gambusia affinis* and *G. holbrooki*. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, **15(4)**: 339-365.
- Ratcliffe, N., Bell, M., Pelembe, T., Boyle, D., Benjamin, R., White, R., Godley, B., Stevenson, J. e Sanders, S. (2009). The eradication of feral cats from Ascension Island and its subsequent recolonization by seabirds. *Oryx*, **44(1)**: 20-29.
- Ribeiro, F., Beldade, R., Dix, M. e Bochechas, J. (2007a). *Carta Piscícola Nacional Direção Geral dos Recursos Florestais-Fluviatilis, Lda*. Publicação Eletrónica (versão 06/2009). Acedido a 22 de Maio de 2016, em: <http://www.cartapiscicola.org/#app=cfd0&24af-selectedIndex=0&1953-selectedIndex=3&15bf-selectedIndex=0>.
- Ribeiro, F., Beldade, R., Dix, M. e Bochechas, J. (2007b). *Carta Piscícola Nacional Direção Geral dos Recursos Florestais-Fluviatilis, Lda*. Publicação Eletrónica (versão 09/2007). Acedido a 22 de Maio de 2016, em: <http://www.cartapiscicola.org/dgf/index.cfm?crm=2>.
- Ribeiro, V.M., Braga, R.R., Albilhoa, V. e Vitule, J.R.S. (2015). Evaluation of three capture techniques for invasive *Micropterus salmoides* (Lacépède, 1802) in a Neotropical reservoir: implications for population control and management. *Journal of Applied Ichthyology*, **31**: 1127-1129.

- Rincón, P.A., Correas, A.M., Morcillo, F., Risueño, P. e Lobón-Cerviá, J. (2002). Interaction between the introduced eastern mosquitofish and two autochthonous Spanish toothcarps. *Journal of Fish Biology*, **61**: 1560-1585.
- Rockwell, L.S., Jones, K.M.M. e Cone, D.K. (2009) First record of *Anguillicoloides crassus* (Nematoda) in American Eels (*Anguilla rostrata*) in Canadian Estuaries, Cape Breton, Nova Scotia. *Journal of Parasitology*, **95(2)**: 483-486.
- Rodrigues, A.M. e Sanches, J.C. (2011). Caracterização da população de achigãs (*Micropterus salmoides*) numa charca de rega localizada na Beira Interior Sul. *Agroforum: Revista da Escola Superior Agrária de Castelo Branco*, **27**: 5-10.
- Rodríguez, C., Torres, R. e Drummond, H. (2006). Eradicating introduced mammals from a forested tropical island. *Biological Conservation*, **130**: 98-105.
- Rodríguez, C.L., Bécares, E. e Fernández-Aláez, M. (2003). Shift from clear to turbid phase in Lake Chozas (NW Spain) due to the introduction of American red swamp crayfish (*Procambarus clarkii*). *Hydrobiologia*, **506-509**: 421-426.
- Rome, Q., Muller, F. e Villemant, C. (2012). Expansion en 2011 de *Vespa velutina* Lepeletier en Europe (Hym., Vespidae). *Bulletin de la Société entomologique de France*, **117(1)**: 114.
- Rome, Q., Muller, F., Théry, T., Andrivot, J., Hauboiss, S., Rosenstiehl, E. e Villemant, C. (2011b). Impact sur l'entomofaune des pièges à bière ou à jus de cirier utilisés dans la lutte contre le frelon asiatique. Em: Barbançon, J-M. e L'Hostis, M. (eds.), *Proceedings of the Journée Scientifique Apicole*. ONIRIS-FNOSAD. Nandes, França. pp. 18-20.
- Rome, Q., Perrard, A., Muller, F. e Villemant, C. (2011a). Monitoring and control modalities of a honeybee predator, the yellow-legged hornet *Vespa velutina nigrithorax* (Hymenoptera:Vespidae). *Aliens*, **31**: 7-15.
- Rosa, I.C. (2013). *The Asian clam: dispersal, impacts and potential benefits*. Tese de Doutoramento em Ciências do Mar e do Ambiente. Faculdade de Ciências – Universidade do Porto, Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar – Universidade do Porto, Universidade de Aveiro, Porto e Aveiro, Portugal. 172 pp.
- Rosa, I.C., Pereira, J.L., Gomes, J., Saraiva, P.M., Gonçalves, F. e Costa, R. (2011). The Asian clam *Corbicula fluminea* in the European freshwater-dependent industry: A latent threat or a friendly enemy? *Ecological Economics*, **70(10)**: 1805–1813.
- Roy, H., Schonrogge, K., Dean, H., Peyton, J., Branquart, E., Vanderhoeven, S., Copp, G., Stebbing, P., Kenis, M., Rabitsch, W., Essl, F., Schindler, S., Brunel, S., Kettunen, M., Mazza, L., Nieto, A., Kemp, J., Genovesi, P., Scalera, R. e Stewart, A. (2014). *Invasive alien species – framework for the identification of invasive alien species of EU concern ENV.B.2/ETU/2013/0026*. Comissão Europeia. Bruxelas, Bélgica. Acedido a 5 de Dezembro de 2016, em: http://ec.europa.eu/environment/nature/invasivealien/docs/Final%20report_12092014.pdf.
- Roy, H.E., Pocock, M.J.O., Preston, C.D., Roy, D.B., Savage, J., Tweddle, J.C. e Robinson, L.D. (2012). *Understanding citizen science & environmental monitoring*. Final report on behalf of UK-EOF. NERC Centre for Ecology & Hydrology and Natural History Museum. Wallingford, Estados Unidos da América. Acedido a 23 de Maio de 2016, em: <https://www.ceh.ac.uk/sites/default/files/citizensciencereview.pdf>.
- Rudnick, D. e Resh, V. (2005). Stable isotopes, mesocosms and gut content analysis demonstrate trophic differences in two invasive decapod crustacea. *Freshwater Biology*, **50**: 1323-1336.

- Rudnick, D.A., Chan, V. e Resh V.H. (2005). Morphology and impacts of the burrows of the Chinese mitten crab, *Eriocheir sinensis* H. Milne Edwards (decapoda, grapsoida), in South San Francisco Bay, California, USA. *Crustaceana*, **78**: 787-807.
- Rudnick, D.A., Halat, K.M. e Resh, V.H. (2000). *Distribution, ecology and potential impacts of the Chinese mitten crab (Eriocheir sinensis) in San Francisco Bay. Technical completion report UCAL-WRC-W-881*. Water Resources Center, Contribution, vol. 26. University of California. Berkeley, Estados Unidos da América. pp. 74. ISBN: 1-887192-12-3.
- Ruiz-Navarro, A., Verdiell-Cubedo, D., Torralva, M. e Oliva-Paterna, F.J. (2013). Removal control of the highly invasive fish *Gambusia holbrooki* and effects on its population biology: learning by doing. *Wildlife Research*, **40**: 82-89.
- Saavedra, S. (2010). Eradication of invasive mynas from islands. Is it possible? *Aliens*, **29**: 40-47.
- Sanches, J.C. e Rodrigues, A.M. (2011). O achigã (*Micropterus salmoides*): uma espécie com interesse para a pesca desportiva. *Agroforum: Revista da Escola Superior Agrária de Castelo Branco*, **19(22)**: 17-22.
- Sánchez, M., Rodrigues, P., Ortuño, V. e Herrero, J. (2008). Feeding habits of the genet *Genetta genetta* in an Iberian continental wetland. *Hystrix, the Italian Journal of Mammalogy*, **19(2)**: 133-142.
- Savini, D., Occhipinti-Ambrogi, A., Marchini, A., Tricarico, E., Gherardi, F., Olenin, S. e Gollasch, S. (2010). The top 27 alien animal species intentionally introduced by European aquaculture and related activities: stocking, sport fishery and ornamental purposes. *Journal of Applied Ichthyology*, **26**: 1-7.
- Savitz, J., Fish, P.A. e Weszely, R. (1983). Habitat utilization and movement of fish as determined by radio-telemetry. *Journal of Freshwater Ecology*, **2(2)**: 165-174.
- Scalici, M., Chiesa, S., Scuderi, S., Celauro, D. e Gibertini, G. (2010). Population structure and dynamics of *Procambarus clarkii* (Girard, 1852) in a Mediterranean brackish wetland (Central Italy). *Biological Invasions*, **12**: 1415-1425.
- Schuyler, P.T., Garcelon, D.K. e Escover, S. (2002). Eradication of feral pigs (*Sus scrofa*) on Santa Catalina Island, California, USA. Em: Veitch, C.R. e Clout, M.N. (eds.), *Turning the tide: the eradication of invasive species*. IUCN SSC Invasive Species Specialist Group, IUCN. Gland, Suíça e Cambridge, Reino Unido. pp. 274-286.
- Shine, C., Kettunen, M., Genovesi, P., Essl, F., Gollasch, S., Rabitsch, W., Scalera, R., Starfinger, U. e ten Brink, P. (2010). *Assessment to support continued development of the EU Strategy to combat invasive alien species. Final Report for the European Commission*. Institute for European Environmental Policy (IEEP). Bruxelas, Bélgica. Acedido a 14 de Março de 2016, em:
http://ec.europa.eu/environment/nature/invasivealien/docs/IEEP%20report_EU%20IAS%20Strategy%20components%20%20costs.pdf.
- Soupir, C.A., Brown, M.L. e Kallameyn, L.W. (2000). Trophic ecology of largemouth bass and northern pike in allopatric and sympatric assemblages in northern boreal lakes. *Canadian Journal of Zoology*, **78**: 1759-1766.
- Sousa, R., Antunes, C. e Guilhermino, L. (2007). Species composition and monthly variation of the Molluscan fauna in the freshwater subtidal area of the River Minho estuary. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, **75(1-2)**: 90-100.
- Sousa, R., Antunes, C. e Guilhermino, L. (2008). Ecology of the invasive Asian clam *Corbicula fluminea* (Müller, 1774) in aquatic ecosystems: an overview. *Annales de Limnologie - International Journal of Limnology*, **44**: 85-94.

- Springer, K. (2006). Macquarie Island – mammalian pests past, present and future. *Aliens*, **23**: 12-17.
- Stebbing, P., Longshaw, M. e Scott, A. (2014). Review of methods for the management of non-indigenous crayfish, with particular reference to Great Britain. *Ethology Ecology & Evolution*, **26(2-3)**: 204-231.
- Strayer, D.L. (1999). Effects of alien species on freshwater molluscs in North America. *Journal of the North American Benthological Society*, **18(1)**: 74-98.
- Sun, J., Feng, Y., Zhou, F., Song, S., Jiang, Y. e Ding, C. (2013). Top-down control of spring surface phytoplankton blooms by microzooplankton in the Central Yellow Sea, China. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, **97**: 51-60.
- Taraschewski, H., Moravec, F., Lamah, T. e Anders, K. (1987). Distribution and morphology of two helminths recently introduced into European eel populations: *Anguillicola crassus* (Nematoda, Dracunculoidea) and *Paratenuisentis ambiguus* (Acanthocephala, Tenuisentidae). *Diseases of Aquatic Organisms*, **3(3)**: 167-176.
- Taraschewski, H., Renner, C. e Mehlhorn, H. (1988). Treatment of fish parasites. Effects of levamisole HCL, metrifonate, fenbendazole, mebendazole, and ivermectin on *Anguillicola crassus* (nematodes) pathogenic in the air bladder of eels. *Parasitology Research*, **74**: 281-289.
- Tonkin, Z., Ramsey, D.S.L., Macdonald, J., Crook, D., King, A.J. e Kaus, A. (2014). Does localized control of invasive eastern gambusia (Poeciliidae: *Gambusia holbrooki*) increase population growth of generalist wetland fishes? *Austral Ecology*, **39**: 355-366.
- Torr, N. (2002). Eradication of rabbits and mice from subantarctic Enderby and Rose Islands. Em: Veitch, C.R. e Clout, M.N. (eds.), *Turning the tide: the eradication of invasive species*. IUCN SSC Invasive Species Specialist Group, IUCN. Gland, Suíça e Cambridge, Reino Unido. pp. 319-328.
- Tsunoda, H., Mitsuo, Y., Ohira, M., Doi, M. e Senga, Y. (2010). Change of fish fauna in ponds after eradication of invasive piscivorous largemouth bass, *Micropterus salmoides*, in north-eastern Japan. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, **20**: 710-716.
- Usio, N., Imada, M., Nakagawa, M., Akasaka, M. e Takamura, N. (2013). Effects of pond draining on biodiversity and water quality of farm ponds. *Conservation Biology*, **27**: 1429-1438.
- van der Heijden, M.H.T., Helders, G.M., Booms, G.H.R., Huisman, E.A., Rombout, J.H.W.M. e Boon, J.H. (1996). Influence of flumequine and oxytetracycline on the resistance of the European eel against the parasitic swimbladder nematode *Anguillicola crassus*. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, **52(1-2)**: 127-134.
- van Kleef, H., van der Velde, G., Leuven, R.S.E.W. e Esselink, H. (2008). Pumpkinseed sunfish (*Lepomis gibbosus*) invasions facilitated by introductions and nature management strongly reduce macroinvertebrate abundance in isolated water bodies. *Biological Invasions*, **10(8)**: 1481-1490.
- Vaughn, C.C. e Hakenkamp, C.C. (2001). The functional role of burrowing bivalves in freshwater ecosystems. *Freshwater Biology*, **46**: 1431-1446.
- Veldhuizen, T.C. (2001). Life history, distribution, and impacts of the Chinese mitten crab, *Eriocheir sinensis*. *Aquatic Invaders*, **12**: 1-9.
- Veldhuizen, T.C. e Stanish, S. (1999). *Overview of the life history, distribution, abundance and impacts of the Chinese mitten crab, Eriocheir sinensis*. Department of Water Resources, Environmental Services Office. Sacramento, California. 21 pp. Acedido a 18 de Agosto de 2016,

http://www.waterboards.ca.gov/water_issues/programs/tmdl/records/region_5/2006/region_5_2006_r_ef325.pdf.

- Vila-Gispert, A., Fox, M.G., Zamora, L. e Moreno-Amich, R. (2007). Morphological variation in pumpkinseed *Lepomis gibbosus* introduced into Iberian lakes and reservoirs; adaptations to habitat type and diet? *Journal of Fish Biology*, **71**: 163-181.
- Wanga, H-J., Xub, C., Wanga, H-Z. e Kostenc, S. (in press). Long-term density dependent effects of the Chinese mitten crab (*Eriocheir sinensis* (H. Milne Edwards, 1854)) on submersed macrophytes. *Aquatic Botany*, Disponível online desde 16 de fevereiro de 2016, em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304377016300079>.
- West, C.J. (2002). Eradication of alien plants on Raoul Island, Kermadec Islands, New Zealand. Em: C.R., Veitch e M.N., Clout (eds.), *Turning the tide: the eradication of invasive species*. IUCN SSC Invasive Species Specialist Group, IUCN. Gland, Suíça e Cambridge, Reino Unido. pp. 365-373.
- Williams, P.A. e Clout, M.N. (eds.) (2009). *Invasive species management: a handbook of principles*. Oxford University Press. Oxford, Reino Unido. 295 pp. ISBN: 9780199216321.
- Wisconsin Department of Natural Resources (2016). *Prevention*. Acedido a 11 de Maio de 2016, em: <http://dnr.wi.gov/topic/Invasives/prevention.html>.
- Wittmann, M.E., Allen, B., Chandra, S., Reuter, J.E., Schladow, S.G. e Webb, K. (2011). *Final Report for the Lake Tahoe Asian clam pilot project*. Acedido em 26 de Abril de 2016, em: <http://lands.nv.gov/docs/LTLPreports/Invasive%20Species/Lake%20Tahoe%20Asian%20Clam%20Pilot%20Project%202009%20-%202011.pdf>.
- Wittmann, M.E., Chandra, S., Reuter, J.E., Schladow, S.G., Allen, B.C. e Webb, K.J. (2012). The control of an invasive bivalve, *Corbicula fluminea*, using gas impermeable benthic barriers in a large natural lake. *Environmental Management*, **49(6)**: 1163-1173.
- Xunta de Galicia (2014). *Protocolo de vixilancia e control fronte a avéspera asiática (*Vespa velutina*)*. Acedido a 23 de Março de 2016, em: http://mediorural.xunta.gal/fileadmin/arquivos/gandaria/apicultura/Protocolo_de_vixilancia_e_control_Vespa_Velutina_Galicia_2014Rev_3.pdf.
- Yeager, M.M., Cherry, D.S. e Neves, R.J. (1994). Feeding and burrowing behaviours of juvenile rainbow mussels *Villoa iris* (Bivalvia: Unionidae). *Journal of the North American Benthological Society*, **13(2)**: 217-222.

Créditos

Figura 7 – A: imagem disponibilizada por Hugh McCormick Smith [Domínio público], obtida via *Wikimedia Commons*.

Figura 7 – B: imagem adaptada da ilustração disponibilizada por FRDC (Fisheries Research & Development Corporation), propriedade da *Commonwealth* da Austrália [usada sob a licença CC 3.0 Austrália (<https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/au/legalcode>)]. As alterações efetuadas resumem-se à remoção do logótipo (canto superior esquerdo) e das algas (canto inferior direito) presentes na figura original.

Figura 7 – C: imagem adaptada da ilustração original disponibilizada por *Wikipedia* [usada sob a licença CC BY-NC-SA 3.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>)], obtida via *wikiHow*. As alterações efetuadas resumem-se ao recorte da imagem original.

Figura 8: imagem disponibilizada por Dgp.martin (Obra do próprio) [usada sob a licença CC BY-SA 3.0 (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>)], obtida via *Wikimedia Commons*.

Figura 9: imagem disponibilizada por Böhringer Friedrich (Obra do próprio) [usada sob a licença CC BY-SA 3.0 at (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/at/deed.en>)], obtida via *Wikimedia Commons*.

Figura 10: imagem disponibilizado por Dansker (Obra do próprio) [usada sob a licença CC BY-SA 4.0 (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>)], obtida via *Wikimedia Commons*.

Figura 11: imagem disponibilizada por Christian Fischer [utilizada sob a licença CC BY-SA 3.0 (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>)], obtida via *Wikimedia Commons*.

Figura 12: imagem disponibilizada por Vassil (Obra do próprio) [utilizada sob a licença CC0], obtida via *Wikimedia Commons*.

Figura 13: imagem disponibilizada NOZO (Obra do próprio (本人撮影)) [utilizada sob a licença CC-BY-SA-3.0 (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>)], obtida via *Wikimedia Commons*.

Figura 14: imagem adaptada da ilustração original disponibilizada por *Wikipedia* [usada sob a licença CC BY-NC-SA 3.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>)], obtida via *wikiHow*. As alterações efetuadas resumem-se à recoloração e ao recorte da imagem original.

Figura 15: imagem disponibilizada por Entomolo (Obra do próprio) [usada sob a licença CC BY-SA 3.0 (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>)], obtida via *Wikimedia Commons*.

Figura 16: imagem disponibilizada por Alvesgaspar (Obra do próprio) [usada sob a licença CC BY-SA 3.0 (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>)], obtida via *Wikimedia Commons*.

Figura 17: imagem disponibilizada por Bernard DUPONT from FRANCE (Pumpkinseed (*Lepomis gibbosus*)) [utilizada sob a licença CC BY-SA 2.0 (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.0/>)], obtida via *Wikimedia Commons*.

Figura 18: imagem disponibilizada por Siga (Obra do próprio) [utilizada sob a licença CC BY-SA 3.0 (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0>)], obtida via *Wikimedia Commons*.

Figura 19:

- Vista ventral: imagem disponibilizada por Didier Descouens (Obra do próprio) [utilizada sob a licença CC BY-SA 4.0 (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0>)], obtida via *Wikimedia Commons*;
- Vista dorsal: imagem disponibilizada por Didier Descouens (Obra do próprio) [utilizada sob a licença CC BY-SA 4.0 (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0>)], obtida via *Wikimedia Commons*.

Figura 20: imagem disponibilizada por Fredciel (Obra do próprio) [usada sob a licença CC BY-SA 3.0 (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0>)], obtida via *Wikimedia Commons*.

Figura 21: imagem disponibilizada por Bill.bessmer (Obra do próprio) [usada sob a licença CC BY 3.0 (<http://creativecommons.org/licenses/by/3.0>)], obtida via *Wikimedia Commons*.

Todas as restantes figuras presentes neste guia são ilustrações originais elaboradas pela autora.

Anexo III – Publicação “Os contornos da invasão” – Parte 2

Os contornos da invasão

Um guia prático para a valorização dos esforços autárquicos no âmbito da gestão das espécies exóticas invasoras em Portugal

Parte 2

Sofia da Silva Oliveira

Título:

Os contornos da invasão: um guia prático para a valorização dos esforços autárquicos no âmbito da gestão das espécies exóticas invasoras em Portugal. Parte 2.

Autora:

Sofia da Silva Oliveira

Ano de publicação:

2016

Índice

I. Introdução ao segundo volume do guia.....	1
II. Atividades práticas.....	2
No rasto das invasoras.....	3
Herbário de invasoras.....	8
Invasora à vista.....	10
Toca a gerir.....	12
Era uma vez...uma invasora.....	15
Toma conta da tua invasora.....	17
À dúzia é mais barato.....	19
O município contra-ataca.....	22
Bibliografia.....	24
Anexos.....	25
Anexo I Lista de espécies recomendadas.....	26

I. Introdução ao segundo volume do guia

A globalização está intimamente relacionada com vários impactes ambientais adversos, entre os quais a **supressão das barreiras biogeográficas naturais**, que permite ou facilita a introdução de espécies em áreas onde as mesmas não existiam. Esta situação revela-se problemática quando estes organismos são capazes de sobreviver e iniciar um processo de expansão que resulta em impactes negativos para o ecossistema recetor, ou seja, quando estes se revelam **espécies exóticas invasoras**. Além disso, as invasões biológicas possuem também um **impacte marcadamente negativo na economia e na saúde e bem-estar** da sociedade. Assim, torna-se imperativo adotar medidas que visem o combate a esta ameaça. Para que este combate seja eficiente, **o envolvimento da comunidade é essencial** por variadas razões. É essencial para: i) esta apoiar os esforços de gestão; ii) esta alterar comportamentos promotores de introduções de espécies exóticas invasoras na Natureza; iii) maximizar os recursos humanos utilizados na gestão. Neste sentido, é necessário fazer chegar a mensagem às pessoas e, para isso, é também preciso mensageiros. Neste contexto, este segundo volume assume-se como uma ferramenta útil para técnicos municipais, professores ou outros profissionais que pretendem iniciar atividades de educação ambiental sobre a temática das invasões biológicas. Aqui podem encontrar diversas atividades para os mais variados públicos-alvo e que focam diferentes aspetos complementares relacionados com a problemática das espécies exóticas invasoras.

No capítulo seguinte entraremos na apresentação das atividades propostas, onde, para cada uma, estará presente uma breve descrição, o público-alvo sugerido, os principais subtemas abordados, o material necessário e o procedimento a seguir e, por último, sugestões de como proceder à avaliação dos conhecimentos adquiridos por parte dos participantes. Em alguns casos pode ainda haver informação sobre bibliografia complementar recomendada ou materiais complementares em anexo.

Convém salientar que, para que seja possível transmitir a mensagem de forma eficaz acerca das invasões biológicas, é recomendável que se abordem 5 temas:

- Identificação e monitorização de espécies exóticas invasoras;
- Vias de introdução e o papel do Homem;
- Gestão de espécies exóticas invasoras;
- Diversidade de espécies exóticas invasoras presentes em Portugal;
- Consequências das invasões biológicas.

No entanto, uma vez que as várias atividades tendem a centrarem-se em apenas uma ou duas destas temáticas, para que a mensagem seja transmitida, os restantes temas devem ser expostos durante uma breve introdução teórica ou através da realização de atividades complementares. É de salientar que é possível encontrar no conjunto de propostas de educação ambiental presentes nesta publicação atividades para abordar todos os temas supramencionados.

II. Atividades práticas

No rasto das invasoras

Tema principal | Identificação e monitorização de espécies exóticas invasoras

Outros temas | Diversidade das espécies exóticas invasoras existentes em Portugal

Público-alvo sugerido | Empresas, escolas (ensino básico e ensino secundário), funcionários da Câmara Municipal ou de Juntas de Freguesia e público em geral.

Descrição | Nesta atividade pretende-se que os participantes construam túneis de deteção, que serão posteriormente instalados num determinado local, o que permitirá obter pegadas dos pequenos mamíferos aí existentes. Após a identificação destes vestígios, os participantes têm ainda que determinar se algum dos organismos detetados é invasor.

Objetivos de aprendizagem

A - Conhecimentos

- (1) Conhecer algumas das espécies exóticas invasoras que existem em Portugal;
- (2) Perceber que os animais podem ser identificados através dos vestígios que deixam no meio;
- (3) Conhecer uma das técnicas utilizadas na monitorização de espécies exóticas invasoras.

B - Competências

- (1) Desenvolver a capacidade de identificar vestígios de vários organismos;
- (2) Desenvolver a capacidade de reconhecer algumas espécies invasoras existentes em Portugal.

Material necessário:

- Um ou mais túneis de deteção;
- Manuais de identificação de pegadas.

Procedimento

A realização desta atividade implica a concretização de 3 etapas distintas: a preparação dos túneis de deteção, a sua colocação e a identificação das pegadas. No entanto, como existe, no mínimo, um intervalo de 24 horas entre a colocação dos túneis de deteção e a recolha das pegadas, este trabalho deve ser executado em duas sessões: na primeira, após a introdução teórica, constroem-se e instalam-se os túneis de deteção, enquanto na segunda se procede à identificação das pegadas recolhidas.

A – Preparação e colocação dos túneis de deteção

Os túneis de deteção que serão utilizados neste trabalho podem ser construídos de diversas formas distintas e utilizando os mais diversos materiais (e.g. cartolina, plástico, folhas de papel). Mas, antes de proceder à sua construção, é necessário definir qual o conjunto de espécies cuja presença no local se pretende detetar, uma vez que isso influenciará as dimensões dos túneis de deteção. Neste âmbito, sugere-se que seja consultada a bibliografia complementar recomendada (pág. 7). Os túneis devem ser dispostos ao fim do dia nos locais pretendidos, tendo em conta que, para roedores, os túneis devem ficar dispostos no terreno pelo menos uma noite, sendo apenas recolhidos e inspecionados na manhã seguinte. No entanto, é benéfico deixar o túnel no local por mais que um dia para haver habituação ao objeto, verificando-o todas as manhãs. Não se esqueça de colocar dentro do túnel o corante alimentar de cor escura e também o isco para atrair os pequenos mamíferos!

A título de exemplo, vai ser apresentado um protocolo detalhado que funciona bem para detetar a presença de ratazanas (que são espécies invasoras), ratos e outros pequenos mamíferos com dimensões semelhantes.

¹ Este material possui um núcleo de espuma de polietileno entre duas folhas de papel e pode ser facilmente encontrado em papelarias que vendam materiais para arquitetura.

Protocolo sugerido

→ Material necessário

- Folhas de *K-line*¹;
- Folhas de papel brancas;
- Pioneses;
- Fita-cola normal e fita-cola de duas faces;
- Pregos;
- Tesoura;
- X-ato;
- Lápis;
- Régua;
- Corante alimentar de cor escura (pode ser usado um fator de diluição de 1:3);
- Isco (e.g. manteiga de amendoim ou uma mistura de mel e manteiga de amendoim);
- Pacotes de leite vazios.

→ Protocolo

1. Recorte o material com as dimensões mencionadas na figura 2 – (A) (100 x 44 cm);
2. Desenhe na peça recortada as linhas interiores presentes na figura 2 – (A);
3. Utilize-se o x-ato para realizar cortes ao longo das linhas que desenhou, tendo em conta que o objetivo não é destacar as peças, mas sim fazer cortes suficientemente profundos para que seja possível dobrá-las;
4. Proceda ao corte de uma embalagem de leite, de forma a obter uma pequena caixa que possa ser colocada no túnel, tal como demonstrado na figura 2 – (A);
5. Fixe a embalagem de leite que recortou, com fita-cola de duas faces, no centro da peça 4. Na figura 1 é possível observar um exemplo de uma caixa de leite já recortada e fixada no local correto;
6. Recorte uma pequena barra de *K-Line*, com aproximadamente 10 cm de comprimento e 3 cm de largura, para colar no centro da embalagem de leite (pode usar novamente a fita-cola de duas faces). Esta peça deve permitir que o isco fique completamente fora do alcance do corante, tal como se verifica na figura 1;
7. Na peça 1 recorte uma porção de *K-line* com as dimensões do pacote de leite, mais ou menos na posição onde este vai ficar, para que, quando o túnel estiver montado, o corante esteja acessível aos organismos que passam pelo interior do túnel;
8. Escolha o local onde pretende colocar o túnel de deteção e fixe a peça nº 4 ao solo, com dois pregos, tal como indicado na figura 2 – (A);
9. Coloque folhas de papel brancas na peça 1 com recurso a pioneses, tal como demonstrado na figura 2 – (A);
10. Ponha o corante no interior pacote de leite. A quantidade a colocar deve ser a mínima que possibilite que toda a superfície do pacote de leite fique coberta;
11. Coloque a manteiga de amendoim na barra de *K-line* que fixou dentro da embalagem de leite;



Figura 1 | Túnel de deteção a ser verificado, com reposição do corante alimentar.

12. Monte o túnel como indicado na figura 2 – (B). Para ajudar a manter o túnel nesta posição pode ser usada fita-cola.

Na manhã seguinte à colocação, basta verificar o túnel, para averiguar se existem pegadas nas folhas brancas. Se existirem, estas devem ser retiradas e substituídas por outras. Se o isco tiver sido consumido ou se o corante tiver secado ou virado, deve-se proceder também à sua reposição (figura 1). Estes túneis têm uma boa durabilidade, pelo que podem ser utilizados várias vezes!

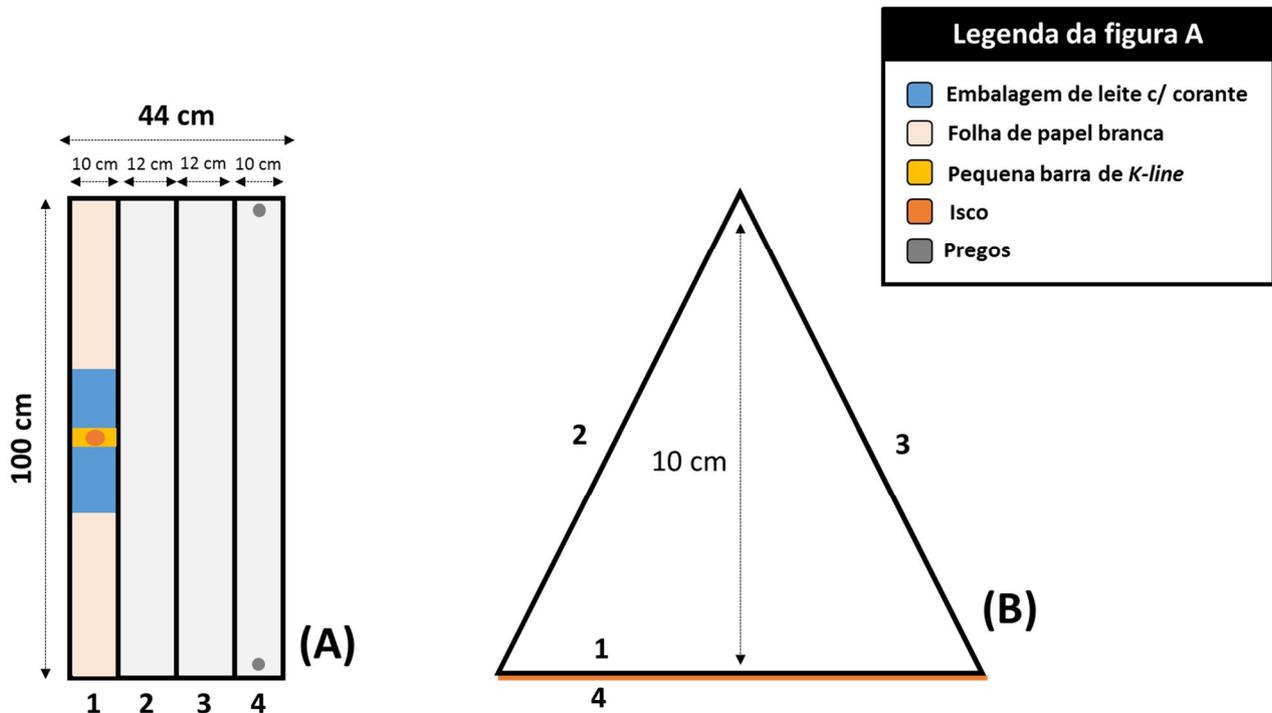


Figura 2 | Esquema auxiliar para a construção de um túnel de deteção utilizando as indicações do protocolo sugerido. Em (A) encontra-se as medidas e todos os componentes que compõem um túnel de deteção e, em (B), está presente um esquema que ilustra a seção transversal do túnel e como proceder à montagem deste. As peças 1, 2, 3 e 4 na figura (B) correspondem às peças com o mesmo número na figura (A).

B – Identificação das pegadas

Para identificar as pegadas recolhidas (figura 3) devem-se utilizar guias específicos sobre esta temática, como um dos seguintes livros: “Animals tracks, trails and signs” de R.W. Brown, J. Pope e M.J. Lawrence (ISBN: 9780753709559) ou “Tracks And Signs Of The Animals And Birds Of Britain And Europe” de L-H. Olsen (ISBN: 9780691157535). Alternativamente, se estes guias não estiverem disponíveis, na *internet* existe também algum material para este fim, como é o caso dos exemplos presentes na bibliografia recomendada.

Avaliação

Avaliação desta atividade poderá ser feita em duas etapas:

1. No início e no final da atividade, deve ser apresentado um ou dois diapositivos com algumas das espécies exóticas invasoras que se procuraram detetar com a atividade e com algumas espécies nativas de Portugal². No início, devem-se colocar aos participantes duas questões: “Conhecem alguma destas espécies?” e “Quais destas espécies são invasoras?”. No fim da sessão, faz-se apenas a segunda questão. É de salientar que se deve proceder ao registo das respostas (que, preferencialmente, devem ser individuais) em ambas as ocasiões, o que, comparando os dois conjuntos de dados obtidos, permitirá perceber se esta atividade permitiu aumentar o nº de espécies exóticas invasoras reconhecidas pelos participantes (avaliação dos objetivos A1 e B2);

2. Atribuição de uma classificação qualitativa a cada participante/grupo de participantes durante a fase de identificação dos vestígios consoante o nº de vestígios corretamente identificados e a dificuldade em completar esta tarefa (avaliação dos objetivos A2 e B1);
3. Quantificar a percentagem de túneis construídos que se revelaram funcionais (avaliação do objetivo A3).

Nota: a avaliação deve ser efetuada de forma discreta, sem interferir com a espontaneidade dos participantes, porque o que se pretende é efetuar a avaliação da atividade.

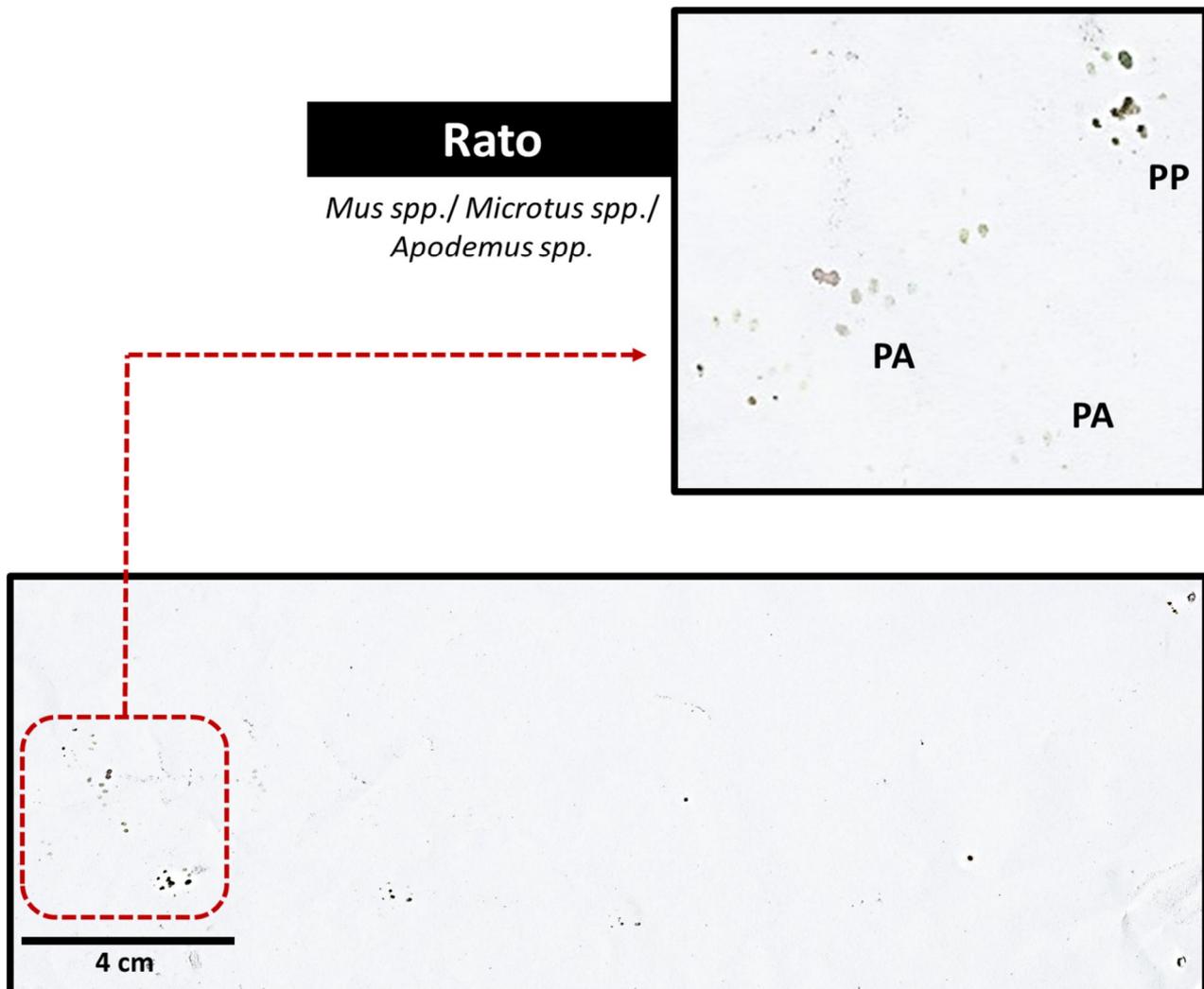


Figura 3 | Na figura encontra-se um exemplo dos resultados que se podem obter utilizando o protocolo sugerido. Neste caso o animal detetado foi um rato, podendo-se observar uma pata posterior (PP) e duas patas anteriores (PA).

² Estes diapositivos devem ser preparados especificamente para a atividade em questão, devendo incluir:

- Espécies exóticas invasoras em Portugal que estejam envolvidas (ou que se espera que estejam) na atividade (de preferência, TODAS);
- Espécies exóticas que sejam invasoras em Portugal e que não serão abordadas na atividade;
- Espécies nativas de Portugal.

Bibliografia complementar

- O documento “Are there rats in your garden? Make your own Tracking Tunnels”, que se encontra gratuitamente disponível nas seguintes páginas de *internet*:
 - <http://www.visitzealandia.com/wp-content/uploads/2012/03/edu-fence-make-a-tunnel.pdf>;
 - <http://www.projectislandsong.co.nz/images/project-island-song/content/education/Education%20Booklet%20-%20Student.pdf>.
- O documento “DOC tracking tunnel guide v2.5.2: using tracking tunnels to monitor rodents and mustelids”, cujo *download* pode ser efetuado em: <http://www.doc.govt.nz/Documents/science-and-technical/inventory-monitoring/im-toolbox-animal-pests-using-tracking-tunnels-to-monitor-rodents-and-mustelids.pdf>;
- O documento “Guidance for detecting hedgehogs using footprint tracking tunnels”, que pode ser consultado na seguinte página de *internet*: <https://ptes.org/wp-content/uploads/2015/06/Guidance-for-detecting-hedgehogs-using-tracking-tunnels.pdf>;
- O texto “Become a Pest Detective: About tracking tunnels”, que se encontra disponível *online* em: <http://www.doc.govt.nz/parks-and-recreation/places-to-go/toyota-kiwi-guardians/take-action/become-a-pest-detective/>;
- O *website* “Pest Detective”: http://www.pestdetective.org.nz/clues/footprints-and-tracks/FilterForm?Clues%5B30%5D=30&SecurityID=8cf6f1b26ef0c0b653abd4c57123ff7587f0a5ff&action_filterClues=Find;
- O livro “What made these tracks?” (ISBN: 978-0-473-15190-4), que é disponibilizado pelo Governo Neozelandês em: http://www.rotokare.org.nz/uploaded_images/Education/Identifying-animal-tracks.pdf.

FONTE: Esta atividade foi elaborada tendo por base uma metodologia já descrita e usada por vários autores para a deteção de espécies exóticas invasoras, tais como Mayol *et al.* (2012) e Griffiths *et al.* (2015).

Herbário de invasoras

Tema principal | Identificação e monitorização de espécies exóticas invasoras

Outros temas | Diversidade das espécies exóticas invasoras existentes em Portugal

Público-alvo sugerido | Escolas (ensino básico e ensino secundário).

Descrição | Nesta atividade prática, os participantes terão a oportunidade de participar em todas as fases de construção de um herbário que, neste caso, será dedicado às plantas exóticas invasoras presentes na região. Alternativamente, pode-se construir um herbário da flora local, onde seja incluída uma seção especial vocacionada para os organismos invasores.

Objetivos de aprendizagem

A – Conhecimentos

(1) Conhecer algumas das plantas exóticas invasoras que existem em Portugal.

B – Competências

(1) Desenvolver a capacidade de identificar espécies vegetais;

(2) Desenvolver a capacidade de reconhecer algumas plantas invasoras existentes em Portugal;

(3) Desenvolver a capacidade de preparar material vegetal para a sua colocação em herbário.

Material necessário:

- 2 placas de madeira (e.g. 40 cm x 30 cm);
- 4 parafusos com porcas de orelhas;
- Jornais;
- Folhas brancas;
- Capa arquivadora.

Procedimento:

1. Fazer um furo a, aproximadamente, 2,5 cm de cada um dos cantos de ambas as placas de madeira;
2. Recolher o material vegetal. É de salientar que, caso possível, se deve recolher o exemplar completo;
3. Secar o material vegetal;
 - I. Colocar várias folhas de jornal sobre uma das placas de madeira;
 - II. Colocar uma folha branca dentro de um desses jornais. Esta folha deve conter uma etiqueta identificativa que inclua o nome científico da espécie, o nome vulgar, o local da recolha, a data da colheita e o nome do coletor;
 - III. Colocar o exemplar a secar sobre a folha;
 - IV. Colocar mais jornais vazios sobre os outros jornais;
 - V. Colocar a segunda placa de madeira sobre o conjunto preparado e apertar os parafusos, de forma a criar alguma pressão para espalmar as plantas, mas sem que estas fiquem todas esborrachadas;
 - VI. No início, os jornais devem ser mudados diariamente e, à medida que a humidade vai diminuindo, pode diminuir-se a frequência com que se procede à sua substituição.
4. Quando as plantas estiverem secas podem ser retiradas e colocadas numa capa arquivadora.

Nota: podem ser secos diversos exemplares simultaneamente, desde que dentro de folhas de jornais separadas.

Avaliação:

- No início e no final da atividade, deve ser apresentado um ou dois diapositivos com plantas exóticas invasoras e com espécies nativas de Portugal (ver nota nº2, página 6). Ainda na apresentação inicial, devem-se colocar aos participantes duas questões: “Conhecem alguma destas espécies?” e “Quais destas espécies são invasoras?”. No fim da sessão, faz-se apenas a segunda questão. É de salientar que se deve proceder ao registo das respostas (que, preferencialmente, devem ser individuais) em ambas as ocasiões, o que, comparando os dois conjuntos de dados obtidos, permitirá perceber se esta atividade permitiu aumentar o nº de espécies corretamente reconhecidas pelos participantes como invasoras (avaliação dos objetivos A1 e B2);
- Atribuição de uma classificação qualitativa a cada participante/grupo de participantes durante a fase de identificação consoante o número de plantas corretamente identificadas e a dificuldade em completar esta tarefa (avaliação do objetivo B1);
- Para averiguar o cumprimento do objetivo B3, avaliar qualitativamente o trabalho final produzido pelos participantes.

Nota: a avaliação deve ser efetuada de forma discreta, sem interferir com a espontaneidade dos participantes, porque o que se pretende é efetuar a avaliação da atividade.

FONTE: esta atividade foi baseada numa das ações do projeto “Forest Invaders” (<http://invasoras.pt/forest-invaders-projecto-escolher-ciencia-que-levou-o-problema-dasespecies-invasoras-ate-escolas-secundarias/>) e nos recursos disponibilizados pela Agência Nacional para a Cultura Científica – Ciência Viva (<http://www.cienciaviva.pt/projectos/pulsar/herbario.asp>).

Invasora à vista

Tema principal | Identificação e monitorização de espécies exóticas invasoras

Outros temas | Diversidade das espécies exóticas invasoras existentes em Portugal

Público-alvo sugerido | Empresas, escolas (ensino básico e ensino secundário), funcionários da Câmara Municipal ou de Juntas de Freguesia e público em geral.

Descrição | Nesta atividade os participantes terão a oportunidade de identificar as plantas exóticas invasoras existentes numa determinada região. Além disso, ao repetirem este exercício – quer seja de forma regular ou esporádica –, ser-lhes-á igualmente possível detetar variações ao nível da diversidade de espécies exóticas invasoras no local de estudo e, assim, monitorizar a evolução deste problema ao longo do tempo. Simultaneamente, os participantes estarão também a contribuir para o mapeamento destes organismos a nível nacional, uma vez que será utilizada a plataforma da iniciativa de ciência cidadã “Invasoras.pt”, que permite que qualquer cidadão registe a ocorrência de plantas exóticas invasoras em Portugal.

Objetivos de aprendizagem

A – Conhecimentos

- (1) Conhecer algumas das plantas exóticas invasoras que existem em Portugal;
- (2) Conhecer a plataforma de ciência cidadã desenvolvida pela Universidade de Coimbra;
- (3) Compreender que a população pode dar um contributo relevante para a identificação e monitorização de espécies exóticas invasoras e que, conseqüentemente, pode desempenhar papel positivo fundamental no combate a esta problemática.

B – Competências

- (1) Desenvolver a capacidade de identificar espécies vegetais;
- (2) Desenvolver a capacidade de reconhecer algumas espécies invasoras existentes em Portugal.

C – Valores

- (1) Consciencializar para o papel da comunidade no combate às invasões biológicas.

D – Outros

- (1) Aumentar o número de utilizadores ativos na plataforma invasoras.pt.

Material necessário:

- Guia de plantas exóticas invasoras elaborado pela Universidade de Coimbra e pela Escola Superior Agrária de Coimbra, que se encontra disponível *online* em: https://issuu.com/plantasinvasoras/docs/guia_plantas_invasoras_em_portugal;
- Computador e acesso à *internet* ou telemóvel *Android* com a aplicação “Plantas invasoras” instalada (<http://invasoras.pt/download-da-aplicacao-para-android/>) e acesso à *internet* (substitui os dois pontos anteriores);
- Máquina fotográfica (caso não possua *Android*).

Procedimento

1. Registo de todos os participantes no *website* “Invasoras.pt” (<http://invasoras.pt/mapa-de-avistamentos/>);

2. Deslocação para a área onde o trabalho de campo irá decorrer;
3. Identificação visual de plantas exóticas invasoras e registo fotográfico das mesmas.
 - Se os participantes possuírem a aplicação Plantas invasoras, devem simultaneamente efetuar o registo de ocorrências de plantas exóticas invasoras na mesma;
 - Caso tal não se verifique, o grupo deve regressar a uma sala equipada com computadores e acesso à internet para que seja possível efetuar o registo de ocorrências na plataforma de ciência cidadã (<http://invasoras.pt/mapa-de-avistamentos/>).

Avaliação:

- No início e no final da atividade, deve ser apresentado um ou dois diapositivos com plantas exóticas invasoras e com espécies nativas de Portugal (ver nota nº2, página 6). Na primeira vez, devem-se colocar aos participantes duas questões: “Conhecem alguma destas espécies?” e “Quais destas espécies são invasoras?”. No fim da sessão, faz-se apenas a segunda questão. É de salientar que se deve proceder ao registo das respostas (que, preferencialmente, devem ser individuais) em ambas as ocasiões, o que, comparando os dois conjuntos de dados obtidos, permitirá perceber se esta atividade permitiu aumentar o nº de espécies exóticas invasoras reconhecidas pelos participantes (avaliação dos objetivos A1 e B2);
- Passados 3 meses desde a data de realização da atividade, aceder ao *website* <http://invasoras.pt/mapa-de-avistamentos/> e verificar quantos dos participantes continuam utilizadores ativos na plataforma de ciência cidadã, ou seja, averiguar quantos continuaram a efetuar o registo de ocorrências mesmo após o término da atividade (avaliação dos objetivos A2, A3, C1 e D1);
 - Para que tal seja possível, o nome de utilizador escolhido pelos participantes devem ser anotados pelos formadores aquando da realização da atividade.
- Atribuição de uma classificação qualitativa a cada participante/grupo de participantes, durante a fase de identificação, consoante o número de plantas corretamente identificadas e a dificuldade em completar esta tarefa (avaliação do objetivo B1).

Nota: a avaliação deve ser efetuada de forma discreta, sem interferir com a espontaneidade dos participantes, porque o que se pretende é efetuar a avaliação da atividade.

FONTE: esta atividade foi baseada no projeto de ciência cidadã “Invasoras.pt”, que é da autoria da Universidade de Coimbra e da Escola Superior Agrária de Coimbra.

Tema principal | Gestão das espécies exóticas invasoras

Público-alvo sugerido | Empresas, escolas (todos os níveis de ensino), funcionários da Câmara Municipal ou de Juntas de Freguesia e público em geral.

Descrição | Esta iniciativa de ciência cidadã pretende que as autarquias envolvam a comunidade nos programas de controlo e erradicação de espécies exóticas invasoras, assim como na monitorização do progresso destas atividades. No entanto, é necessário salientar que existem diversas técnicas que podem ser implementadas para levar a cabo o controlo ou a erradicação das diferentes espécies. A seleção das mesmas deve ter em conta questões relacionadas com a complexidade da tarefa e com a segurança dos participantes, assim como a faixa etária que pode intervir em cada ação. Por exemplo, o arranque manual – adequado para gerir, por exemplo, o chorão-da-praia (*Carpobrotus edulis*) – pode ser efetuado até por crianças mais novas, enquanto outras técnicas que exijam o manuseamento de ferramentas – como é o caso do descasque (mais informações em: <http://invasoras.pt/gallery2/descasque/>) – devem ser restringidas a faixas etárias superiores.

Objetivos de aprendizagem

A – Conhecimentos

- (1) Conhecer algumas técnicas utilizadas no controlo e erradicação de espécies exóticas invasoras;
- (2) Conhecer uma das abordagens metodológicas usadas para avaliar a abundância de espécies e o sucesso dos métodos de controlo/erradicação implementados.

B – Competências

- (1) Desenvolver a capacidade de executar algumas técnicas de gestão de espécies exóticas invasoras;
- (2) Adquirir a capacidade para implementar metodologias para a monitorização da eficácia das ações de controlo e erradicação;
- (3) Desenvolver a capacidade de documentar as despesas económicas associadas a uma determinada atividade e de elaborar cenários básicos neste contexto.

C – Valores

- (1) Consciencializar para o papel da comunidade no combate às invasões biológicas.

D – **Outros objetivos**

- (1) Contribuir para a redução da abundância das espécies-alvo das ações efetuadas;
- (2) Contribuir para diminuir os custos associados à execução das ações, que podem comprometer a realização das mesmas.

Material necessário

O material necessário à realização desta atividade varia com as técnicas a executar.

Procedimento:

1. Determinação da abundância inicial (A_i) da espécie-alvo (monitorização);
2. Execução das técnicas de controlo/erradicação;

- O procedimento específico e o material necessário à sua execução depende das técnicas utilizadas.
3. Determinação da abundância da espécie-alvo após a ação (A_p) (monitorização) [opcional];
 - É desejável que, caso possível, os participantes regressem na época seguinte ao mesmo local para fazer a monitorização do controlo que eles próprios fizeram. Caso tal não seja de todo viável, os resultados da monitorização devem ser disponibilizados ao público numa plataforma facilmente acessível (e.g. *facebook*) para que estes possam consultar o progresso resultante dos seus esforços.
 5. Cálculo da eficiência da metodologia implementada na ação, que pode ser efetuado através da aplicação da seguinte fórmula: $100 - (A_p * 100 / A_i)$;
 - No caso de não se ter realizado o passo nº 4, neste ponto deve-se determinar a eficácia da metodologia da ação anterior à que os participantes irão executar. Para isso, deverá ser usado como A_i o valor obtido na ação anterior, enquanto o A_i agora determinado deve ser utilizado como A_p .
 6. Simulação dos recursos económicos poupados graças à inclusão de voluntários;
 - 6.1 Documentação dos custos reais associados à ação, como por exemplo:
 - Contagem do nº de pessoas envolvidas (fazendo distinção entre voluntários, funcionários da câmara, entre outros) e multiplicação do nº de funcionários pagos pelo nº de horas em que estes trabalharam. Este último valor deve ser ainda multiplicado pelo valor ganho à hora (em média ou no mínimo) por um funcionário público (informação que pode ser facilmente obtida através da consulta das tabelas salariais da função pública);
 - Determinação do nº de quilómetros percorridos pelo autocarro disponibilizado pela autarquia e preparação de uma estimativa do valor despendido em combustível;
 - 6.2 Estimar quais seriam os custos caso todos os participantes, incluindo os voluntários, fossem pagos à hora o mesmo valor que os funcionários públicos participantes.
 7. Elaboração de um trabalho final (no caso de escolas);
 - Os esforços de gestão podem ser documentado pelos estudantes e apresentados, juntamente com os resultados obtidos, em forma de póster ou comunicação oral à restante comunidade escolar. Também para este propósito se beneficiará da disponibilização *online* dos dados obtidos pela monitorização feita pelos voluntários.
 8. Período de discussão entre todos os participantes sobre as ideias-chave da atividade.

É de salientar que os passos nº 1 e 5 a 8 podem ser executados em sala de aula.

Avaliação

- Atribuição de uma classificação qualitativa a cada participante/grupo de participantes consoante:
 - O número de vezes em que as técnicas são executadas de forma correta durante o controlo e erradicação da(s) espécie(s)-alvo (avaliação dos objetivos A1 e B1);
 - A qualidade do trabalho resultante do passo nº 6 (avaliação do objetivo B3).
- Registrar o nº de vezes em que os procedimentos foram executados corretamente durante a fase de monitorização e converter esse valor em percentagem (avaliação do objetivo A2)
- Atribuir uma classificação qualitativa com base na correção com que os cálculos do passo nº 5 foram efetuados (avaliação do objetivo B2);
- O objetivo C1 deverá ser avaliado durante o período de reflexão descrito no ponto nº 8 do protocolo, devendo durante o mesmo registar-se qual o nº de participantes que menciona e/ou concorda com a afirmação que se segue: “a comunidade desempenha um papel fundamental no combate às

invasões biológicas, fornecendo recursos humanos que seriam de outra forma dispendiosos e, consequentemente, baixando o custo das atividades de gestão”;

- A avaliação dos objetivos D1 e D2 será efetuada pelos próprios participantes no âmbito dos passos nº 5 e 6 do protocolo recomendado.

Nota: a avaliação deve ser efetuada de forma discreta, sem interferir com a espontaneidade dos participantes, porque o que se pretende é efetuar a avaliação da atividade.

FONTE: esta atividade foi adaptada de atividades similares presentes na literatura – como os descritos por Bryce *et al.* (2011) e Ali *et al.* (2013) – e também dos relatos de algumas autarquias portuguesas que realizam ações idênticas.

Era uma vez...uma invasora

Temas principais:

Vias de introdução e o papel do Homem, Consequências das invasões biológicas

Outros temas | Diversidade das espécies exóticas invasoras existentes em Portugal

Público-alvo sugerido | Escolas (3º ciclo, ensino secundário) e funcionários da Câmara Municipal ou de Juntas de Freguesia.

Descrição | Esta atividade consiste num trabalho de investigação iniciado pelo formador em que se pretende que os participantes pesquisem informação que lhes permita retratar a viagem percorrida por uma determinada espécie exótica invasora, desde a sua área de distribuição nativa até aos locais onde é exótica, e quais os impactes negativos que esta aqui possa causar. Este trabalho pode ser efetuado em grupo ou individualmente e, idealmente, no caso de escolas, o resultado produzido deverá ser exposto na instituição de ensino para que toda a comunidade escolar possa ter acesso.

Objetivos de aprendizagem

A – Conhecimentos

- (1) Conhecer algumas das espécies exóticas invasoras que existem em Portugal;
- (2) Conhecer algumas das principais vias de introdução;
- (3) Conhecer alguns dos impactes nefastos induzidos por estes organismos.

B – Competências

- (1) Desenvolver a capacidade de reconhecer algumas espécies exóticas invasoras existentes em Portugal;
- (2) Adquirir a capacidade de efetuar pesquisas de informação científica de forma autónoma.

C – Valores

- (1) Reconhecer o problema que as espécies exóticas invasoras representam;
- (2) Tomar consciência do papel do Homem nesta problemática.

Material necessário:

- Computador e acesso à internet.

Procedimento:

1. Apresentação da questão motora “**Qual a história da tua invasora?**”;
2. Atribuição, a cada participante ou grupo de participantes, da espécie sobre a qual devem trabalhar (consultar o anexo I, onde consta uma lista de espécies recomendadas);
3. Apresentação de alguma bibliografia específica que poderá ser consultada sobre este assunto, nomeadamente:
 - O website “Invasoras.pt” da Universidade de Coimbra: <http://invasoras.pt/>;
 - A base de dados europeia DAISIE: <http://www.europe-aliens.org/default.do>;
 - A base de dados global de cariz enciclopédico *Invasive Species Compendium* (ISC): <http://www.cabi.org/isc/>;
 - A base de dados global GISD: <http://www.iucngisd.org/gisd/>.
4. Elaboração, pelos participantes, do trabalho final em formato de apresentação oral ou em formato de póster (no caso de escolas, este último deverá ser exposto na instituição);

- Temas a abordar: características principais da espécie; área de distribuição nativa; área de distribuição exótica e vias de introdução; impactes na biodiversidade, economia e saúde e bem-estar humano.

5. Período de discussão entre os participantes sobre as ideias-chave da atividade.

Avaliação:

- No início e no final da atividade, deve ainda ser apresentado um ou dois diapositivos com as espécies exóticas invasoras presentes no jogo e algumas espécies nativas de Portugal (ver nota nº2, página 6). No primeiro contacto, devem-se colocar duas questões aos participantes: “Conhecem alguma destas espécies?” e “Quais destas espécies são invasoras?”. No fim da sessão, repete-se apenas a segunda questão. É de salientar que se deve proceder ao registo das respostas (que, preferencialmente, devem ser individuais) em ambas as ocasiões, o que, comparando os dois conjuntos de dados obtidos, permitirá perceber se esta atividade permitiu aumentar o nº de espécies exóticas invasoras reconhecidas pelos participantes (avaliação dos objetivos A1 e B1);
- Atribuição de uma classificação qualitativa com base na qualidade do trabalho final elaborado (avaliação dos objetivos A2, A3 e B2);
- Para se proceder à avaliação dos objetivos C1 e C2, durante o período de reflexão descrito no passo nº 6, anotar a proporção de participantes que mencionam ou concordam com cada uma das seguintes afirmações:
 - As espécies exóticas invasoras têm diversos impactes adversos e representam uma ameaça para a sociedade;
 - O Homem contribui, muitas vezes de forma inconsciente, para o agravamento deste problema.

Nota: a avaliação deve ser efetuada de forma discreta, sem interferir com a espontaneidade dos participantes, porque o que se pretende é efetuar a avaliação da atividade.

Toma conta da tua invasora

Tema principal | Vias de introdução e o papel do Homem

Outros temas | Diversidade das espécies exóticas invasoras existentes em Portugal

Público-alvo sugerido | Escolas (1º ciclo).

Descrição | Esta atividade pretende introduzir as camadas mais jovens da população à temática das espécies exóticas invasoras e alertar, desde já, para o papel do Homem nesta problemática. Para isso, os participantes serão responsáveis, durante dois dias, por tomar conta de uma espécie exótica invasora fictícia e anotar todos os sítios por onde esta passou durante esse período de tempo.

Objetivos de aprendizagem

A – Conhecimentos

- (1) Conhecer algumas das espécies exóticas invasoras que existem em Portugal;
- (2) Conhecer algumas das principais vias de introdução.

B – Competências

- (1) Desenvolver a capacidade de reconhecer algumas espécies exóticas invasoras existentes em Portugal.

C – Valores

- (1) Reconhecer o papel do Homem nesta problemática.

Material necessário:

Figuras com imagens de espécies exóticas invasoras, o seu respetivo nome comum e o nome científico.

Procedimento:

Parte A – Preparação do material

1. Selecione as espécies exóticas invasoras que pretende incluir nesta atividade (consulte o anexo I, onde consta um conjunto de espécies recomendadas);
2. Procure fotografias de cada uma das imagens que selecionou;
3. Junte às imagens selecionadas o nome comum de cada espécie e imprima a figura resultante, a cores, num suporte mais ou menos resistente (ex. papel mais grosso ou mesmo cartolina);
 - É de salientar que este adereço não deve ser demasiado grande (para permitir que os participantes se desloquem facilmente com ele) nem demasiado pequeno (para que os estudantes possam ver com detalhe as características das espécies representadas).

Parte B – Realização da atividade

1. Distribuição das figuras previamente preparadas: uma por cada aluno;
2. Informar os participantes que, durante 2 dias, serão eles os responsáveis por tomar conta da espécie exótica invasora que lhes calhou e que têm de cumprir as seguintes regras:
 1. Nunca a podem deixar sozinha: têm de a levar para todos os sítios onde forem;
 2. Têm de se recordar dos locais para onde a levaram (às crianças mais velhas pode ser sugerido preparar um pequeno texto a descrever isso mesmo);
 3. Têm de a devolver passado os dois dias e têm de contar a todos os colegas os lugares onde a espécie invasora esteve e quais os meios de transporte utilizados.

Nota: o educador/formador também pode executar a mesma tarefa que os participantes, de forma a garantir uma maior variedade de resultados.

3. Uma vez devolvidas as figuras e após as comunicações orais dos participantes, o educador/formador deve fazer um sumário de tudo o que foi dito pelos participantes, destacando a variedade de locais visitados pelas espécies exóticas invasoras e a diversidade de meios de transporte utilizados. Adicionalmente, deve ser explicado que, caso algum dos participantes perdesse o seu organismo, se este fosse real, poderia ter causado uma invasão biológica;
4. Período de reflexão dos estudantes, que deve ser iniciado utilizando como mote a questão: **“Então, o que é que aprenderam com esta atividade?”**.
 - O formador pode gravar a discussão para futuras visualizações;
 - Aos alunos mais velhos pode ser pedido que escrevam um pequeno texto que responda a esta questão.

Avaliação:

- Durante as apresentações dos alunos, anotar todos os meios de transporte mencionados e, durante o período de reflexão, tomar também nota das respostas dos estudantes. Após o término da sessão, o educador/formador deve:
 - a) Atribuir 50 pontos se, durante o período de reflexão, for mencionada a ideia de que nós, humanos, somos responsáveis por transportar espécies exóticas invasoras para vários locais (avaliação do objetivo C1);
 - b) Averiguar quantos dos meios de transporte apresentados na atividade foram mencionados no período de discussão e converter esse valor em percentagem (avaliação do objetivo A2). Posteriormente, o resultado deve ser dividido por 2, de forma a transformar a percentagem em pontos;
 - c) Somar os pontos obtidos em a) com os pontos obtidos em b).

Nota: preferencialmente estas pontuações devem ser atribuídas individualmente a cada estudante. Se tal não for possível, pode-se proceder à avaliação da turma como um todo ou formar equipas.

- No início e no final da atividade, deve ainda ser apresentado um ou dois diapositivos com algumas das espécies exóticas invasoras e algumas espécies nativas de Portugal (ver nota nº2, página 6). Na primeira apresentação, devem-se colocar aos participantes duas questões: “Conhecem alguma destas espécies?” e “Quais destas espécies são invasoras?”. No fim da sessão, coloca-se apenas a segunda questão. É de salientar que se deve proceder ao registo das respostas (que, preferencialmente, devem ser individuais) em ambas as ocasiões, o que, comparando os dois conjuntos de dados obtidos, permitirá perceber se esta atividade permitiu aumentar o nº de espécies exóticas invasoras reconhecidas pelos participantes (avaliação dos objetivos A1 e B1).

Nota: a avaliação deve ser efetuada de forma discreta, sem interferir com a espontaneidade dos participantes, porque o que se pretende é efetuar a avaliação da atividade.

À dúzia é mais barato

Temas principais

Vias de introdução e o papel do Homem, Consequências das invasões biológicas, Gestão das espécies exóticas invasoras

Outros temas | Diversidade das espécies exóticas invasoras existentes em Portugal

Público-alvo sugerido | Lojistas, proprietários de hortos, comerciantes locais e fiscais municipais.

Descrição | Nesta atividade os formandos serão expostos à problemática das invasões biológicas, com especial destaque para o papel do comércio das espécies exóticas invasoras na sua disseminação. Através de um pequeno trabalho de pesquisa e de vários momentos de discussão, espera-se que os participantes fiquem sensibilizados para esta problemática e que sejam proactivos no combate à mesma.

Objetivos de aprendizagem

A – Conhecimentos

- (1) Conhecer algumas das espécies exóticas invasoras que existem em Portugal;
- (2) Conhecer algumas das principais vias de introdução;
- (3) Conhecer alguns dos impactes nefastos induzidos por estes organismos;
- (4) Conhecer as obrigações legais dos estabelecimentos que comercializam espécies exóticas invasoras.

B – Competências

- (1) Desenvolver a capacidade de reconhecer algumas espécies exóticas invasoras existentes em Portugal.

C – Valores

- (1) Reconhecer o problema que as espécies exóticas invasoras representam;
- (2) Tomar consciência do papel do Homem nesta problemática;
- (3) Reconhecer o papel da comercialização destes organismos na sua disseminação.

D – Outros objetivos

- (1) Aumentar os esforços levados a cabo pelos estabelecimentos que comercializam espécies exóticas invasoras no sentido de combater esta problemática.

Material necessário:

- Lista de espécies exóticas invasoras existentes em Portugal e respetivas vias de introdução;
- Lista de espécies comercializadas nos estabelecimentos de cada um dos participantes;
- Computador com acesso à internet.

Procedimento:

1. Fornecer aos participantes uma lista de espécies exóticas e invasoras existentes em Portugal e cujas vias de introdução estão relacionadas com o seu comércio;
2. Comparação, pelos participantes, da lista das espécies que comercializam nos seus estabelecimentos com a anterior;

3. Organizar os comerciantes em grupos para procederem à elaboração de um trabalho de pesquisa sobre uma das espécies exóticas invasoras que comercializam;
 - Temas a abordar: características principais da espécie; área de distribuição nativa; área de distribuição exótica e vias de introdução; impactes na biodiversidade, economia e saúde e bem-estar humano.
4. Apresentação oral dos trabalhos preparados ao grupo;
5. Implementação de um pequeno inquérito à audiência que permita perceber quais as obrigações legais que esta acha que se aplicam aos seus estabelecimentos;
6. Divulgação, pelos formadores, das obrigações legais existentes relacionadas com o comércio de espécies exóticas invasoras;
7. Período de discussão para averiguar quais as obrigações que os lojistas cumprem, quais as que não cumprem e qual a razão do incumprimento. Além disso, os participantes devem ainda ser questionados sobre a fiscalização de que são alvo: alguém já foi fiscalizar se eles cumprem todos os requisitos relacionados com esta temática?
8. Repetir a implementação do inquérito descrito no ponto nº 7;
9. Período de reflexão sobre as ideias-chave da atividade e sobre como os formandos podem contribuir para a resolução desta problemática. Posteriormente, dever-se-á ainda averiguar se algum dos comerciantes participantes está a pensar adotar algumas das sugestões propostas e quais as razões para o fazer;
10. Apresentação do esquema de certificados da autarquia.

É de salientar que aos comerciantes que manifestarem a intenção de adotar medidas relevantes para dar resposta a esta problemática deve ser atribuído um certificado provisório, que inclua um título semelhante a “Nós estamos a contribuir para a luta contra as espécies invasoras...” e também uma pequena descrição desta problemática. Aproximadamente 3 meses após a frequência desta atividade, um funcionário destacado pela autarquia deverá visitar os estabelecimentos aos quais foram atribuídos os certificados provisórios para averiguar se as medidas propostas foram realmente implementadas. Se tal se verificar deve ser atribuído um certificado definitivo que seja semelhante ao anterior, mas com um *design* visivelmente distinto e com um título diferente: “Nós protegemos as nossas espécies das espécies invasoras!”. Os estabelecimentos que adquiram os certificados definitivos devem obter um parecer positivo aquando das fiscalizações bianuais a fim de conservarem os respetivos títulos.

Avaliação:

- No início e no final da atividade, deve ser apresentado um ou dois diapositivos com algumas das espécies exóticas invasoras e algumas espécies nativas de Portugal (ver nota nº2, página 6). Na primeira vez, devem-se colocar aos participantes duas questões: “Conhecem alguma destas espécies?” e “Quais destas espécies são invasoras?”. No fim da sessão, faz-se apenas a segunda questão. É de salientar que se deve proceder ao registo das respostas (que, preferencialmente, devem ser individuais) em ambas as ocasiões, o que, comparando os dois conjuntos de dados obtidos, permitirá perceber se esta atividade permitiu aumentar o nº de espécies exóticas invasoras reconhecidas pelos participantes (avaliação dos objetivos A1 e B1);
- Avaliar a qualidade do trabalho final elaborado no âmbito do passo nº 5 (avaliação dos objetivos A2 e A3);
- O cumprimento do objetivo A4 deve ser avaliado comparando os conjuntos de dados obtidos nos pontos nº 6 e 9, o que permitirá determinar a percentagem de formandos que aumentou o seu nível de conhecimentos quanto à área das obrigações legais dos comerciantes;
- Para a avaliação dos objetivos C1, C2 e C3, durante o período de reflexão descrito no ponto nº 10 do procedimento, deve-se atribuir a cada participante uma classificação – que varie numa escala entre

0 e 3 (onde 0 significa que “não menciona/concorda com nenhuma” e 3 quer dizer que “menciona/concorda com todas as afirmações”) –, tendo em conta o nº de afirmações infra que mencionam ou com as quais concordam:

- As espécies exóticas invasoras têm diversos impactes adversos e representam uma ameaça para a sociedade;
 - O Homem contribui, muitas vezes inconscientemente, para o agravamento deste problema;
 - A comercialização destes organismos invasores é uma importante via de introdução.
- Para a avaliação do objetivo D1, deve-se comparar a percentagem de comerciantes que, antes da frequência da atividade, tinham em vigor medidas para responder à problemática das invasões biológicas (que pode ser determinado durante o ponto nº 9) com aqueles que adotaram medidas relevantes neste contexto após a formação (participantes cujos estabelecimentos obtiveram um certificado definitivo).

Nota: a avaliação deve ser efetuada de forma discreta, sem interferir com a espontaneidade dos participantes, porque o que se pretende é efetuar a avaliação da atividade.

O município contra-ataca!

Esta atividade aborda todos os 5 subtemas

Público-alvo sugerido | Escolas (todos os níveis de ensino) e professores.

Descrição | O programa “O município contra-ataca!” é uma forma de a autarquia promover a discussão da problemática das espécies exóticas invasoras na sala de aula. Para isso, este apresenta duas vertentes:

- Um concurso escolar a nível municipal, que visa incentivar professores e escolas a abordarem a problemática das espécies exóticas invasoras na sala de aula;
- Um *workshop* para professores, de forma a preparar os docentes para desenvolver esta temática no contexto de sala de aula.

I – Concurso escolar

No âmbito deste concurso, espera-se que as escolas façam esforços de sensibilização dirigidos para a temática das espécies exóticas invasoras e que informem a autarquia sobre as atividades que estão a desenvolver e o número de alunos envolvidos. Em contrapartida, espera-se que o município premeie os melhores trabalhos desenvolvidos pelos estudantes participantes, as escolas e professores que mobilizaram mais estudantes e as que implementaram o programa educacional mais completo. As inscrições para este concurso devem abrir no início do ano letivo e fechar cerca de um mês depois, sendo que deve ser avaliado pelo município todo o trabalho desenvolvido após essa data até ao fim da mesma época letiva.

II – Workshop para professores

Este *workshop* pretende dotar os participantes de conhecimentos sobre os principais temas relacionados com as espécies exóticas invasoras, de forma a serem capazes de transmitir conhecimentos/competências e os valores adquiridos aos seus estudantes, perpetuando a mensagem no seio da comunidade escolar.

Objetivos de aprendizagem

A – Conhecimentos

- (1) Conhecer os principais aspetos relacionados com as invasões biológicas, nomeadamente: identificação e monitorização de espécies exóticas invasoras, vias de introdução e o papel do Homem, gestão de invasões biológicas, diversidade de espécies exóticas invasoras presentes em Portugal e consequências das invasões biológicas;
- (2) Conhecer um leque de atividades sobre esta temática que podem ser realizadas com os estudantes.

B – Valores

- (1) Tomar consciência para o papel do Homem nesta problemática;
- (2) Reconhecer o problema que as espécies exóticas invasoras representam;
- (3) Tomar consciência sobre o papel que a comunidade pode ter no combate às invasões biológicas.

C – Outros objetivos

- (1) Perpetuar a reflexão sobre esta temática no seio da comunidade escolar.

Material necessário:

Todos os materiais listados como necessários para a realização de cada atividade individual mencionada no protocolo.

Procedimento:

1. Realização de um pequeno questionário diagnóstico dos conhecimentos existentes sobre a temática;
2. Introdução teórica geral ao tema;
3. Realizar as atividades “Invasora à vista” e “No rasto das invasoras”, o que permitirá obter uma lista das espécies exóticas invasoras existentes no município onde lecionam;
4. Organizar os professores em grupos para procederem à realização da atividade “Era uma vez...uma invasora”;
 - Se houverem professores do primeiro ciclo inscritos, para estes, deve ser apresentada alternativamente a atividade “Toma conta da tua invasora!”.
5. Apresentação da atividade de ciência cidadã “Toca a gerir!”;
6. Repetição do questionário apresentado no ponto nº 1;
7. Elaboração, pelos formandos, a título individual, de uma proposta sobre como introduzir esta temática na sala de aula, que responda a perguntas como:
 - Que temas abordar?
 - Que atividades realizar?
 - Quais as ideias-chave a transmitir?
 - Que produtos finais produzir?
 - Que elementos da comunidade escolar envolver?
 - ...
8. Comunicação oral das propostas elaboradas e discussão das mesmas;
9. Apresentação do programa “O município contra-ataca!”.

Avaliação:

- Comparar os resultados obtidos nos questionários realizados (passos nº 1 e 7 do procedimento) e verificar se houve, ou não, uma melhoria relevante das classificações obtidas (avaliação do objetivo A1);
- Avaliação da qualidade do trabalho preparado no ponto nº 8 da metodologia (avaliação do objetivo A2);
- Para a avaliação dos objetivos B1, B2 e B3, determinar a percentagem de formandos que incluiu cada uma das três ideias-chave seguintes na sua proposta:
 - As espécies exóticas invasoras têm diversos impactes adversos e representam uma ameaça para a sociedade;
 - O Homem contribui, muitas vezes inconscientemente, para o agravamento deste problema;
 - A comunidade pode dar um contributo positivo significativo para o combate às invasões biológicas.
- Para avaliar o objetivo C1, averiguar, durante a formação, se algum dos participantes já realizou alguma atividade com os seus alunos sobre a temática em causa. Comparar estes resultados com o número de escolas e professores aderentes ao programa “O município contra-ataca!” no ano letivo seguinte.

Nota: a avaliação deve ser efetuada de forma discreta, sem interferir com a espontaneidade dos participantes, porque o que se pretende é efetuar a avaliação da atividade.

Bibliografia consultada

- Ali, F., Collins, K. e Peachey, R. (2013). The role of volunteer divers in lionfish research and control in the Caribbean. Em: M.A., Lang e M.D.J., Sayer (eds.), *Proceedings of the 2013 AAUS/ESDP Curaçao Joint International Scientific Diving Symposium*, American Academy of Underwater Sciences. Dauphin Island, AL. pp. 7-12.
- Bryce, R., Oliver, M.K., Davies, L., Gray, H., Urquhart, J. e Lambin, X. (2011). Turning back the tide of American mink invasion at an unprecedented scale through community participation and adaptive management. *Biological Conservation*, **144(1)**: 575-583.
- Griffiths, R., Buchanan, F., Broome, K., Neilsen, J., Brown, D. e Weakley, M. (2015). Successful eradication of invasive vertebrates on Rangitoto and Motutapu Islands, New Zealand. *Biological Invasions*, **17(5)**: 1355-1369.
- Marchante, H. (2014). *Forest invaders (projecto Escolher Ciência)*. Acedido a 2 de Maio de 2016, em: <http://invasoras.pt/forest-invaders-projecto-escolher-ciencia-que-levou-o-problema-das-especies-invasoras-ate-escolas-secundarias/>.
- Mayol, J., Mayol, M., Domenech, O., Oliver, J., McMinn, M. e Rodríguez, A. (2012). Aerial broadcast of rodenticide on the island of Sa Dragonera (Balearic Islands, Spain). A promising rodent eradication experience on a Mediterranean Island. *Aliens*, **32**: 29-32.
- Pombeiro, L. e Nogueira, T. (s.d.). *Prensa de secagem de plantas*. Acedido a 11 de Maio de 2016, em: <http://www.cienciaviva.pt/projectos/pulsar/herbario.asp>.
- Johnson, H. e Thomas, E. (2015). *Guidance for detecting hedgehogs using footprint tracking tunnels*. Acedido a 3 de Dezembro de 2015, em: <https://ptes.org/wp-content/uploads/2015/06/Guidance-for-detecting-hedgehogs-using-tracking-tunnels.pdf>.
- Gillies, C. A. e Williams, D. (2013). *DOC tracking tunnel guide v2.5.2: using tracking tunnels to monitor rodents and mustelids*. Department of Conservation, Science & Capability Group, Hamilton, New Zealand. www.doc.govt.nz.

Anexos

Anexo I | Lista de espécies recomendadas

Esta lista reúne algumas das mais emblemáticas espécies exóticas e espécies exóticas invasoras existentes em Portugal. Nesta lista estão representados vários grupos taxonómicos e a literatura existente sobre cada uma destas espécies é abundante. Por estas razões, as espécies recomendadas revelam-se como as mais adequadas para a realização de atividades de educação ambiental que requerem que os participantes pesquisem informação de forma autónoma.

- C*** 1. - | *Anguillicoloides crassu* (<http://www.europe-aliens.org/speciesFactsheet.do?speciesId=50118>);
- CMA** 2. **Acácia-de-espigas** | *Acacia longifolia* (<http://invasoras.pt/gallery/acacia-longifolia/>);
- C** 3. **Amêijoia-asiática** | *Corbicula fluminea*
(<http://www.europe-aliens.org/speciesFactsheet.do?speciesId=53281>);
- CMA** 4. **Árvore-do-incenso** | *Pittosporum undulatum*
(<http://invasoras.pt/gallery/pittosporum-undulatum/>);
- CMA** 5. **Azeda** | *Oxalis pes-caprae* (<http://invasoras.pt/gallery/oxalis-pes-caprae/>);
- CMA** 6. **Cana** | *Arundo donax* (<http://invasoras.pt/gallery/arundo-donax/>);
- C** 7. **Caranguejo-peludo-chinês** | *Eriocheir sinensis*
(<http://www.europe-aliens.org/speciesFactsheet.do?speciesId=50176>);
- CA** 8. **Carpa** | *Cyprinus carpio*
(<http://www.issg.org/database/species/ecology.asp?si=60&fr=1&sts=sss&lang=EN>);
- CMA** 9. **Chorão-da-praia** | *Carpobrotus edulis* (<http://invasoras.pt/gallery/carpobrotus-edulis/>);
- C** 10. **Gambúsia/Peixe-mosquito** | *Gambusia holbrooki*
(<http://www.cabi.org/isc/datasheet/82089>);
- CA** 11. **Jacinto-de-água** | *Eichhornia crassipes* (<http://invasoras.pt/gallery/eichhornia-crassipes/>);
- CA** 12. **Lagostim-vermelho-do-Louisiana** | *Procambarus clarkii*
(<http://www.europe-aliens.org/speciesFactsheet.do?speciesId=53452>);
- C** 13. **Mexilhão-zebra** | *Dreissena polymorpha*
(<http://www.europe-aliens.org/speciesFactsheet.do?speciesId=50169>);
- CMA** 14. **Mimosa** | *Acacia dealbata* (<http://invasoras.pt/gallery/acacia-dealbata/>);
- C** 15. **Pato-de-rabo-alçado-americano** | *Oxyura jamaicensis*
(<http://www.europe-aliens.org/speciesFactsheet.do?speciesId=50432>);
- C** 16. **Peixinho-vermelho** | *Carassius auratus*
(<http://www.issg.org/database/species/ecology.asp?si=368&fr=1&sts=sss&lang=EN>);
- CMA** 17. **Penachos** | *Cortaderia selloana* (<http://invasoras.pt/gallery/cortaderia-selloana/>);
- CA** 18. **Periquito-de-colar** | *Psittacula krameri*
(<http://www.europe-aliens.org/speciesFactsheet.do?speciesId=50460>);

- CMA** 19. **Ratazana castanha** | *Rattus norvegicus*
(<http://www.iucngisd.org/gisd/speciesname/Rattus+norvegicus#>);
- C** 20. **Tartaruga-de-orelhas-vermelhas** | *Trachemys scripta elegans*
(<http://www.cabi.org/isc/datasheet/61560>);
- CMA** 21. **Truta-arco-íris** | *Oncorhynchus mykiss*
(<http://www.issg.org/database/species/ecology.asp?si=103&fr=1&sts=sss&lang=EN>);
- C** 22. **Vespa-asiática** | *Vespa velutina* (<http://www.cabi.org/isc/datasheet/109164>).
- C** 23. **Visão americano** | *Neovison vison*
(<http://www.europe-aliens.org/speciesFactsheet.do?speciesId=52880>);
- C** 24. **Wakame** | *Undaria pinnatifida*
(<http://www.europe-aliens.org/speciesFactsheet.do?speciesId=50506>).
-

Legenda:

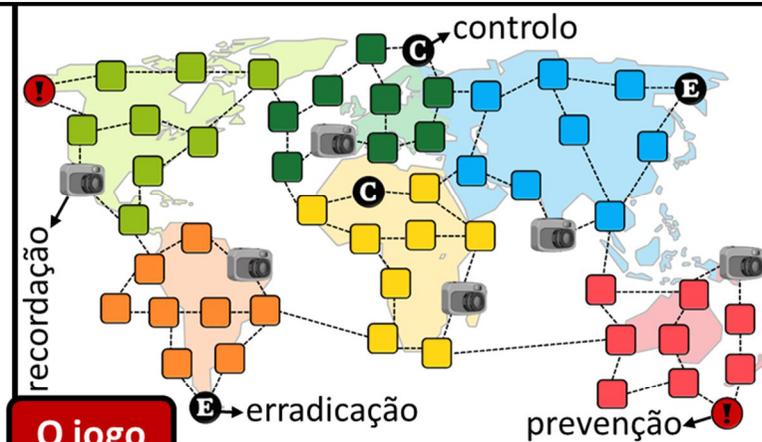
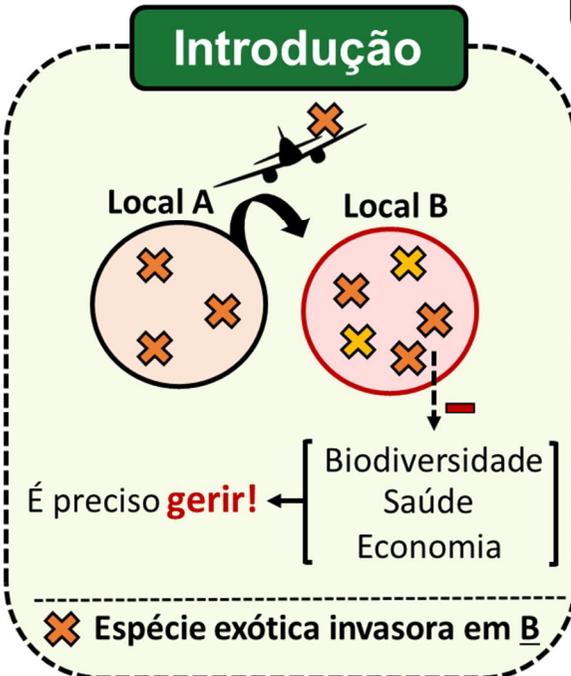
- * – espécie não adequadas para a atividade “Toma conta da tua invasora”;
- C** – espécie exótica em Portugal continental;
- C** – espécie exótica **invasora** em Portugal continental;
- M** – espécie exótica no Arquipélago da Madeira;
- M** – espécie exótica **invasora** no Arquipélago da Madeira;
- A** – espécie exótica no Arquipélago dos Açores;
- A** – espécie exótica **invasora** no Arquipélago dos Açores.

Nota: o estatuto das espécies nas regiões autónomas e em Portugal continental foi determinado tendo em conta a legislação nacional em vigor e a informação disponível em bases de dados internacionais, nomeadamente: o CABI (<http://www.cabi.org/isc/>), a DAISIE (<http://www.europe-aliens.org/>) e a GISD (<http://www.iucngisd.org/gisd/>).

Anexo IV – Póster apresentado da conferência SciCom.Pt

Boundary **BREACH**

viagens, recordações e o mundo das invasões



Resultados

27 partidas

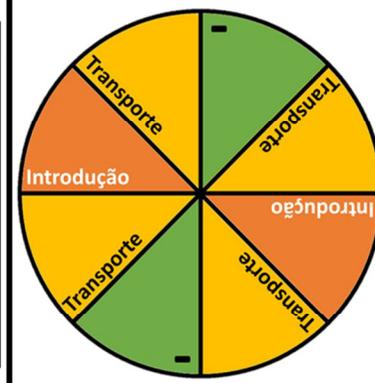
Estratégias para a vitória	%
Gerir as EEI	81,5
A prevenção é a melhor estratégia	40,7
Transportar EEI para outros continentes	44,4
Escolher estrategicamente o continente no início	40,7
Fazer acordos inter-regionais	11,1

Temas principais

- (1) Vias de introdução e o papel do Homem;
- (2) Gestão das EEI.

O jogo

Europa



Boletim de jogo

Roleta

Conclusão

Futuro promissor!

*Créditos | "Câmara": figura disponibilizada por Robsonbillponte666 (Cartoon Icons) [usada sob a licença CC BY-SA 3.0 (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>)], obtida via Wikimedia Commons.