

MESTRADO EM GESTÃO AMBIENTAL

Célia Maria da Silva

Boas práticas no controlo da invasora jacinto-de-água (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms.) através da valorização como composto agrícola

Orientadora: Daniela Santos

Coorientadora: Hélia Marchante

Coimbra, 2024

MESTRADO EM GESTÃO AMBIENTAL

Célia Maria da Silva

Boas práticas no controlo da invasora jacinto-de-água (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms.) através da valorização como composto agrícola

Relatório de estágio apresentado à Escola Superior
Agrária de Coimbra para cumprimento dos requisitos
necessários à obtenção do grau de Mestre em Gestão
Ambiental

Orientadora: Daniela Santos

Coorientadora: Hélia Marchante

Coimbra, 2024

AGRADECIMENTOS

À minha família pelo incentivo e suporte, por todo o crédito emocional e financeiro, principalmente pelo incentivo recebido das minhas filhas Mara e Marilise.

Ao Rafael que é como um filho e ao Henrique, que cuidou da Mari durante este tempo de mudanças tão difíceis para nós por causa da enorme distância, agradeço de coração.

Ao Marcos que me acompanhou nesta aventura e a todos os que tiveram participação direta nesta caminhada, por acreditarem nos meus sonhos e me encorajarem a realizá-los.

À Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Coimbra, ao seu corpo docente e funcionários que sempre estiveram presentes para atender às necessidades dos alunos no *campus* da Agrária.

Às minhas orientadoras e Professoras Daniela Santos, Doutorada em Engenharia Agronómica, e Hélia Marchante, Doutorada em Biologia na especialidade de Ecologia.

As amizades que fiz nesse período, que contribuíram para uma melhor adaptação, a todos pelo acolhimento, que de alguma forma contribuíram para que eu chegasse até aqui e concluísse este curso.

Ao Universo (Deus), que nos envia desafios e nos tira da zona de conforto, para nos mostrar que podemos muito mais do que imaginamos e que só assim ultrapassamos os nossos medos, angústias e inseguranças, para um desenvolvimento progressivo de equilíbrio emocional, mental, espiritual e profissional. E podermos tornarmo-nos pessoas melhores.

RESUMO

Pontederia crassipes Mart. ou a sua sinonímia mais popular *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms., planta aquática flutuante pertencente à família *Pontederiaceae* e nativa da América do Sul, é popularmente conhecida como "jacinto-de-água" e por outros nomes, tais como, jacinto aquático, aguapé, baronesa e rainha dos lagos. Esta planta é uma espécie identificada como invasora em mais de 50 países e encontrada em quase todos os continentes, adaptando-se facilmente a qualquer zona húmida, formando densos tapetes flutuantes. Embora existam formas de controlo físico, químico ou biológico, possíveis de serem aplicadas, todas apresentam limitações significativas e pouca eficácia. A compostagem do jacinto-de-água para a produção de corretivos agrícolas orgânicos, surge como uma alternativa sustentável de valorização desta invasora, devolvendo algum retorno económico aos elevados custos do seu controlo físico (mecânico ou manual). O composto produzido é rico em nutrientes porque se trata de uma planta bioacumuladora, reintegrando-se novamente estes nutrientes no sistema agrícola de onde saíram, mitigando os impactos negativos dos constrangimentos causados pelo rápido desenvolvimento desta invasora aquática. Este relatório detalha o trabalho desenvolvido durante o estágio no âmbito do projeto BioComp-2.0, o qual visa a produção de compostos orgânicos biológicos para o controlo do jacinto-de-água e a valorização de substratos agropecuários, florestais e agroindustriais. O projeto que resulta da parceria entre as Escolas Superiores Agrárias do Instituto Politécnico de Coimbra e do Instituto Politécnico de Bragança, e a empresa Colina Generosa, elenca como uma das tarefas, a elaboração de um guião de boas práticas para a transformação do jacinto-de-água em composto agrícola. Com o guião pretende-se contribuir para uma gestão responsável desta invasora nos rios de Portugal, mas também promover métodos de controlo eficientes que envolvam a conscientização política, investimentos em novas tecnologias e recursos humanos e a participação ativa da população na monitorização através da identificação e sinalização de novas manchas de jacinto-de-água. As práticas desenvolvidas, se bem aplicadas, podem garantir a colheita, o transporte e a transformação segura desta planta em composto orgânico agrícola, servindo como uma ferramenta para evitar ou minimizar a sua propagação e melhorar a eficácia dos métodos de controlo. Além disso, estas práticas promovem o envolvimento seguro dos agentes locais e poderão gerar um retorno económico significativo para a região Centro de Portugal. No âmbito do estágio foi reunida e organizada informação legislativa e técnica, que servirá de base de trabalhos para a concretização de guiões de exploração e transformação segura do jacinto-água.

Palavras-chave: composto orgânico agrícola, controlo de invasoras, espécie exótica invasora, jacinto-de-água.

ABSTRACT

Pontederia crassipes Mart. or its more popular synonym *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms., a floating aquatic plant belonging to the *Pontederiaceae* family and native to South America, is popularly known as “water hyacinth” and by other names such as baroness and queen of the lakes. This plant has been identified as an invasive species in more than 50 countries and is found on almost every continent. It adapts easily to any wetland, forming dense floating mats. Although there are forms of physical, chemical or biological control that can be applied, they all have significant limitations and little effectiveness. Composting water hyacinth for the production of organic agricultural correctives is a sustainable alternative for making the most of this invasive weed, giving some economic return on the high costs of its physical control (mechanical or manual). The compost produced is rich in nutrients because it is a bioaccumulator plant, and these nutrients are reintegrated back into the agricultural system from which they came, mitigating the negative impacts of the constraints caused by the rapid development of this aquatic invasive. This report details the work carried out during the internship as part of the BioComp-2.0 project, which aims to produce biological organic compounds to control water hyacinth and to create value for agricultural, forestry and agro-industrial substrates. The project, which is the result of a partnership between the Higher Agricultural Schools of the Polytechnic Institute of Coimbra and the Polytechnic Institute of Bragança, and the company Colina Generosa, lists as one of its tasks the drafting of a guide to good practices for transforming water hyacinth into agricultural compost. The aim of the guide is to contribute to the responsible management of this invasive species in Portugal's rivers, but also to promote efficient control methods that involve political awareness, investment in new technologies and human resources and the active participation of the population in monitoring by identifying and signposting new patches of water hyacinth. The practices developed, if well applied, can guarantee the safe harvesting, transport and transformation of this plant into organic agricultural compost, serving as a tool to prevent or minimize its spread and improve the effectiveness of control methods. In addition, these practices promote the safe involvement of local agents and could generate a significant economic return for the Central region of Portugal. As part of the internship, legislative and technical information was gathered and organized, which will serve as the basis for work to create guides for the safe exploitation and processing of water hyacinth.

Keywords: organic compost, invasive species control, invasive alien species, water hyacinth.

ÍNDICE DE CONTEÚDOS

1. INTRODUÇÃO	7
1.1. Objetivos	11
1.2 Estrutura do trabalho	13
2. Revisão Bibliográfica	13
2.1 Caracterização do jacinto-de-água	13
2.2. A proliferação do jacinto-de-água na Europa e na Península Ibérica	18
2.3 Problemas e prejuízos causados pelo jacinto-de-água	21
2.4 Métodos de controlo do jacinto-de-água	23
2.4.1 Controlo mecânico ou físico	24
2.4.2 Controlo químico	28
2.4.3 Controlo Biológico	30
2.5 Legislação portuguesa e europeia	33
2.5.1 Instrumentos da política da UE relativos à qualidade das massas de água, conservação da natureza e da biodiversidade	34
2.5.2 Evolução da legislação nacional e da UE para evitar a propagação de espécies exóticas invasoras	38
2.5.3 Sistemas de Informação e Vigilância para a deteção precoce e Planos de Ação locais e nacionais	43
2.5.4 Lista das espécies exóticas invasoras da UE e lista nacional (LNEI)	44
2.6 Valorização do jacinto-de-água como contributo para o seu controlo	46
2.6.1 Análise SWOT relativa aos desafios de valorização de uma planta invasora	50
3. Guião técnico para o tratamento prévio seguro do jacinto-de-água a compostar	56
3.1 Introdução	56
3.2 Monitorização, deteção precoce e controlo da invasora jacinto-de-água	57
3.2.1 Meios de Controlo	58
3.2.2 Cuidado com equipamentos de controlo	59
3.3 Estratégias para a contenção da proliferação do jacinto-de-água	59
3.4 Medidas preventivas para a contenção mecânica da proliferação do jacinto-de-água	63
3.5 Plano de ação de recuperação de zonas invadidas – breves diretrizes	64
3.6 Proposta de guião de boas práticas a implementar na colheita, transporte e valorização do jacinto-de-água como composto agrícola	66
4. Considerações Finais	69
Referências Bibliográficas	71
ANEXOS	77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Aspeto da dominância do jacinto-de-água com cobertura total das massas de água em Portugal (1 e 2), pilha de deposição do jacinto-de-água logo que retirado dos cursos de água (3). Fonte: https://maisribatejo.pt/2019/12/14/plano-nacional-de-controlo-do-jacinto-de-agua-aprovado-no-parlamento/ (1 e 2).	9
Figura 2 - Distribuição geográfica mundial do jacinto-de-água com indicação dos territórios de origem e territórios em que foi introduzido. Fonte: https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:310928-2#source-KBD	13
Figura 3 - Disposição dos diferentes tipos de macrófitas na água. Fonte: Esteves (1998).	14
Figura 4 - Classificação das macrófitas aquáticas de acordo com sua forma biológica. Fonte: Xavier <i>et al.</i> (2021), adaptado de Esteves (1998) e Pedralli (1990).....	15
Figura 5 - Aspeto morfológico da planta invasora aquática jacinto-de-água. Fonte imagem 1: https://invasoras.pt/Eichhornia_crassipes	16
Figura 6 - Estrutura de <i>Eichhornia crassipes</i> :1-Flor; 2-Limbo; 3-Pecíolo; 4-Rizoma; 5-Raiz. Fonte: Adaptado de Simpson & Sanderson, 2002	16
Figura 7- Aspeto da <i>Eichhornia crassipes</i> (jacinto-de-água) na primavera, logo após ser retirado da água (21/05/23) e após oito dias (29/05/ 23).....	17
Figura 8 - Distribuição da <i>Pontederia crassipes</i> pelas áreas geográficas onde há registo da presença em Portugal. Registos atualizados de avistamentos em Portugal Continental (imagem à direita). Fonte: Invasoras.pt (https://invasoras.pt/pt/planta-invasora/eichhornia-crassipes) e iNaturalist.pt (https://www.inaturalist.org/taxa/962637-Pontederia-crassipes).....	19
Figura 9 - Linha de água coberta por <i>Eichhornia crassipes</i> no Baixo Mondego.....	23
Figura 10 - Barreiras flutuantes de contenção e veículo anfíbio para a retirada do jacinto-de-água para as margens	25
Figura 11 - Veículo anfíbio a deslocar-se em terreno firme (1), veículo anfíbio a retirar invasora do leito do rio (2), a descarregar em camião para o transporte e descarregar em pilha (3), barreira de contenção (4) aspeto do jacinto-de-água antes da floração (5).....	26
Figura 12 - Modelo de ceifeira aquática usada na pateira de Fermentelos, Águeda, Portugal. Fontes: 1) António Luís Campos & National Geographic Portugal - factuality e Ciência/ 2020; 2) Dâmaso (2008)	27
Figura 13 - Aspeto do jacinto-de-água antes e após efeito do herbicida. Fonte: Ife invasaqua.pt.....	30
Figura 14 - <i>Neochetina bruchi</i> & <i>Eichhornia</i> , insetos da família Curculionídea (vulgarmente conhecida por gorgulho). Fonte: Ciência 2.0 Conhecimento na rede. Publicado por Joana Bruno, 2012	31
Figura 15 - Novas interpretações extraídas da Matriz SWOT. Fonte: Revista económica.pt.....	52

ÍNDICE DE TABELA

Tabela 1- Descrição dos Pontos Fortes e Pontos Fracos <i>versus</i> Oportunidades e Ameaças.....	51
--	----

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

APA: Agência Portuguesa do Ambiente

CITES: Comércio Internacional de Espécies da Fauna e da Flora Selvagem

DR: Diário da República

DL: Decreto-Lei

DQA: Diretiva Quadro da Água

ICNF: Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas.

EEI: Espaço Europeu de Investigação

ENCNB: Estratégia Nacional de Conservação da Natureza e Biodiversidade

EUA: Estados Unidos da América

ICMBIO: Instituto Chico Mendes de Conservação e Biodiversidade

INIAV: Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária

INE: Instituto Nacional de Estatística

IPMA: Instituto Português do Mar e da Atmosfera

LA: Lei da Água

LNEI: Lista Nacional de Espécies Invasoras

PGRH: Plano de Gestão da Região Hidrográfica

PGM: Programa Geral de Monitorização

PNPGEEI: Plano Nacional de Prevenção e Gestão das Espécies Exóticas e Invasoras

RECAPE: Relatório de Conformidade Ambiental do Projeto de Execução

RGGR: Regime Geral de Gestão de Resíduos

SWOT: Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats (FOFA: Forças, Fraquezas, Oportunidades e Ameaças)

UE: União Europeia

1. INTRODUÇÃO

As plantas e demais espécies classificadas como invasoras, adquirem este estatuto por terem características que lhes permitem a fácil e eficaz disseminação, sem o contributo intencional do Homem. Frequentemente, adaptam-se a um grande leque de condições hidro ou edafoclimáticas, tornando-se facilmente espécies dominantes num determinado ecossistema, desequilibrando-o e levando muitas vezes a perdas de biodiversidade (IPBES, 2019).

As plantas invasoras representam um problema global que afeta praticamente todos os continentes. Essas espécies, originárias de outros territórios (ou seja, espécies exóticas), após serem introduzidas em um novo ambiente, conseguem reproduzir-se de forma autónoma, afastando-se das “plantas mãe” e atingindo grandes densidades. Isso gera uma série de impactos negativos. A ameaça das plantas invasoras é evidente em várias áreas, desde a perda de biodiversidade e dos serviços de ecossistema aos prejuízos económicos e riscos para a saúde humana (IPBES, 2023).

Neste sentido, são muitas vezes espécies não desejadas e que, constituindo uma ameaça ao bom equilíbrio e funcionalidade dos ecossistemas, deverão ser alvo dos maiores esforços na procura de soluções eficazes para o seu combate, idealmente até chegar ao desaparecimento completo nos locais em que se tornou dominante (Moreira e Ferreira, 1999) ou, não sendo possível a erradicação, pelo menos reduzir as populações para níveis em que deixe de causar impactos negativos.

As espécies de plantas exóticas invasoras têm causado grandes prejuízos nos ecossistemas da Europa, afetando espécies terrestres e aquáticas autóctones. As invasoras aquáticas causam grande desequilíbrio nos cursos de água doce em vários países (Catarino, *et al.*, 2004). São várias as espécies espalhadas pelo continente, infestando leitos de rios, valas, canais e outras massas de água superficiais, gerando alterações nos ecossistemas aquáticos. Essas plantas proliferam rapidamente e competem com as nativas, alterando o equilíbrio ecológico das massas de água (Catarino, *et al.*, 2004).

Entre as invasoras aquáticas uma das mais preocupantes a nível mundial e particularmente na Península Ibérica, é o jacinto-de-água (*Pontederia crassipes* Mart., sinonímia de *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms, designação ainda mais utilizada na bibliografia). É uma espécie com origem na América do Sul, que se encontra em grande parte nos rios e lagos da península e que forma enormes tapetes densos flutuantes que bloqueiam a

luz solar, prejudicando toda a vida aquática das massas de água em que se encontra presente (Catarino, *et al.*, 2004).

O Decreto-Lei n.º 92/2019, de 10 de julho, estabelece o regime jurídico aplicável ao controlo, à deteção, à introdução na natureza e ao repovoamento de espécies exóticas e assegura a execução, na ordem jurídica nacional, do Regulamento (UE) n.º 1143/2014: inclui o Anexo I - Aviso que os comerciantes devem afixar nas lojas; o Anexo II - Lista Nacional de Espécies Invasoras (LNEI); e o Anexo III - Lista de espécies sujeitas a regime de exceção (ICNF, I.P.).

A lista de espécies exóticas no país tem aumentado muito, tanto devido a várias espécies exóticas com risco ecológico conhecido, como à entrada de novas espécies, como é o caso de várias invasoras aquáticas (Marchante *et al.*, 2014). A revisão da Lista Nacional de Espécies Invasoras é por isso fundamental e deve realizar-se com uma periodicidade não superior a seis anos, sem prejuízo de poder ocorrer a qualquer momento, sempre que justificável de acordo com o regime legal.

Portugal foi o país pioneiro dentro da Europa Comunitária na introdução de legislação específica para o controlo de espécies exóticas, com o Decreto-Lei nº 565/99, de 21 de dezembro, sendo um dos primeiros países da União Europeia a listar plantas exóticas e invasoras a nível nacional. O Regulamento (UE) nº 1143/2014 elenca várias espécies de plantas exóticas invasoras que causam preocupação, entre as quais se encontra o jacinto-de-água (Feio e Ferreira, 2019).

A maioria das introduções de espécies aquáticas nos rios portugueses ocorreu de maneira accidental ou pelo valor ornamental da espécie, como é o caso do jacinto-de-água, e outras espécies como azola, *Azolla* spp., ou a pinheirinha-de-água, *Myriophyllum aquaticum* (Marchante *et al.*, 2014). Estas espécies estão presentes em várias áreas protegidas do país que são atravessadas por rios ou possuem zonas húmidas, como nos pauis e açudes. Causam elevados prejuízos através do decréscimo de biodiversidade, afetando as plantas nativas, peixes e invertebrados, prejudicando assim, o funcionamento do ecossistema (Feio e Ferreira, 2019).

O jacinto-de-água tem-se alastrado por vários cursos de água nacionais, de norte a sul, em particular no rio Cávado, Ave, Douro, Vouga, Mondego, Pateira de Fermentelos, Barrinha de Mira, Tejo e os seus afluentes, sobretudo o Sorraia, Guadiana e Alviela (Feio e Ferreira, 2019). O seu controlo tem sido difícil na Península Ibérica, sendo forte a incidência nas regiões de campos agrícolas de regadio, dada a maior abundância em água e nutrientes (Figura 1).



Figura 1- Aspeto da dominância do jacinto-de-água com cobertura total das massas de água em Portugal (1 e 2), pilha de deposição do jacinto-de-água logo que retirado dos cursos de água (3). Fonte: <https://maisribatejo.pt/2019/12/14/plano-nacional-de-controlo-do-jacinto-de-agua-aprovado-no-parlamento/> (1 e 2), própria (3).

Existem preocupações por parte das entidades ligadas à conservação da natureza que conhecem os problemas que esta invasora causa no meio ambiente e também preocupação por parte do setor privado pois a proliferação de jacinto-de-água nos rios pode causar aumento de investimento para o tratamento da água. Remetendo para a importância de uma vigilância mais acentuada desta invasora, algumas alternativas vão sendo utilizadas para a monitorização e controlo do jacinto-de-água, incluindo a aplicação de herbicidas (controlo químico), o estudo da potencial libertação de pequenos insetos predadores de jacinto-de-água (agentes de controlo biológico, ainda não libertados em Portugal) ou remoção física, na qual são utilizadas máquinas (ceifeiras aquáticas, ceifeiras anfíbias, máquinas de arrasto, etc.) que passam no leito do rio, empurrando e acumulando as plantas nas margens (Moreira *et al.*, 1999).

No entanto, nos continentes em que está presente, também são atribuídos ao jacinto-de-água inúmeros usos, tais como na alimentação animal, na utilização como matéria fertilizante e corretiva dos solos, artefactos de cestaria e mobiliário, nos processos de fitorremediação, tratamento de águas residuais e muitos outros (Bartmeyer *et al.*, 2019). O jacinto-de-água tem-se demonstrado particularmente eficaz na retenção dos metais pesados como cádmio (Cd) e chumbo (Pb) (Bartmeyer *et al.*, 2019).

Nenhuma das formas possíveis de controlo (química, biológica ou mecânica) demonstra por si só elevada eficácia, devendo na maioria das situações, serem complementadas e articuladas entre elas para a obtenção de um resultado final mais evidente no controlo da espécie. A utilização da planta após a remoção das massas de água, poderá contribuir para aumentar a sustentabilidade do controlo, com algum retorno para a sociedade e, mesmo que não consiga erradicar a sua presença, tornará menos provável a infestação de novas áreas, por exemplo, ao impedir o transporte de plantas retiradas de pilhas de biomassa acumuladas nas margens, para novos locais. No entanto, importa sublinhar que é crucial a (in)formação de todas

as partes envolvidas no controlo e/ou aproveitamento da espécie para garantir que a sua valorização não contribuirá nunca para a sua manutenção nos ecossistemas.

Em Portugal já se faz a compostagem de jacinto-de-água com outras misturas de resíduos orgânicos e, ainda que em fase experimental, os resultados parecem promissores podendo trazer benefícios para o meio ambiente e sociedade (Oliveira *et al.*, 2023). A aposta na utilização desta matéria-prima para a produção de compostos e adubos orgânicos prende-se com o fato de ser uma planta que se desenvolve bem em massas de água eutrofizadas (ricas em nutrientes como azoto, fósforo e outros), concentrando estes elementos na sua biomassa, podendo resultar em fertilizantes orgânicos de qualidade através da compostagem (Zin *et al.*, 2021), desde que não contenha grande concentração de contaminantes, tais como metais pesados.

A busca por soluções sustentáveis estimula cada vez mais a investigação na procura de alternativas para dar destino útil ao jacinto-de-água. A compostagem tem demonstrado avanços positivos e é uma prática que permite que os resíduos sejam valorizados, podendo ser estendida ao tratamento de resíduos domésticos urbanos, resíduos provenientes de atividades agroindustriais e algumas indústrias, considerando que em todo o processo há que minimizar os impactos ambientais, especialmente quando se trabalha com determinados resíduos urbanos e industriais (Dutra *et al.*, 2019).

O Projeto BioComp-2.0 decorreu de abril de 2021 a abril de 2023 na região Centro de Portugal, tendo como objetivo principal a investigação de diferentes formulações para obter compostos orgânicos de qualidade para a Agricultura Biológica, a partir do jacinto-de-água presente no Baixo Mondego e subprodutos agropecuários, florestais e agroindustriais da região. O projeto contou com um consórcio multidisciplinar, envolvendo investigadores das Escolas Superiores Agrárias do Instituto Politécnico de Coimbra e do Instituto Politécnico de Bragança, com parcerias privadas e do Município de Montemor-o-Velho.

O presente relatório apresenta dados e informação obtidos no âmbito deste projeto, o qual teve continuidade no BioComp-3.0 que desenvolverá a produção de composto orgânico com o jacinto-de-água à escala industrial, a partir das formulações que no BioComp-2.0 demonstraram melhor desempenho e indicadores de qualidade para utilização em Agricultura Biológica.

O controlo físico de algumas plantas invasoras passa pela valorização das mesmas como matérias fertilizantes, na forma de compostos, chorumes ou outros, dado o teor em

nutrientes concentrados por muitas destas invasoras ser interessante. No entanto, a utilização das mesmas para a produção de algo que possa ser útil e de valor para a sociedade, obriga à definição de protocolos que reúnam um conjunto de procedimentos para a manipulação, transformação e uso em segurança, impedindo ao mesmo tempo, qualquer estímulo à sua produção, assegurando que a valorização é interessante e só se justifica para efeitos de controlo de invasoras, uma vez que permite aliviar o peso dos elevados custos económicos decorrentes de um controlo eficaz. Usando estratégias da ferramenta SWOT como propósito de identificar a gestão dos pontos fracos e fortes tanto internos quanto externos do produto e do projeto (Porter, 1986).

É essencial garantir as questões de biossegurança, a qual deve prever protocolos específicos para a colheita, transporte, transformação e utilização de cada espécie, de modo a evitar qualquer situação de descontrolo da sua proliferação. Os mesmos deverão suportar-se num guião que reúna um conjunto de boas práticas para a colheita e transporte do jacinto-de-água.

Pretende-se que este documento, sendo o resultado de uma pesquisa extensa, reúna a informação que possa vir a ser um suporte complementar útil para a definição de uma futura estratégia relativa ao controlo e gestão do jacinto-de-água, bem como um suporte para os planos de ação locais a implementar nas diferentes regiões ou para um plano de ação à escala nacional. A informação contida neste relatório pode e deverá ser também útil na elaboração de documentos didáticos destinados a profissionais do setor, à população estudantil e civil.

1.1. Objetivos

O presente trabalho foi realizado no âmbito do projeto **BioComp-2** - *Produção de compostos orgânicos biológicos para o controlo do jacinto-de-água e para a valorização de substratos agropecuários, florestais e agroindustriais*.

O objetivo principal do projeto é diversificar a oferta de fertilizantes orgânicos (*corretivos* da matéria orgânica do solo ou compostos orgânicos agrícolas, *substratos* ou suportes férteis para a produção em viveiros e germinação de plantas e/ou cogumelos e *adubos* para a correção mineral de nutrientes do solo) para responder às crescentes necessidades da Agricultura Biológica, contribuindo para um controlo mais eficaz e economicamente viável do jacinto-de-água, numa ótica de pleno respeito pela Economia Circular.

O principal objetivo do estágio foi realizar uma extensa revisão bibliográfica de artigos e trabalhos existentes sobre a problemática da invasão de massas de água superficiais pelo jacinto-de-água e a procura de soluções que possam minimizar a sua proliferação quando a invasora passa a ser vista como um recurso fertilizante para a agricultura, após o processo de compostagem, de modo a dar resposta às duas seguintes preocupações:

- 1) Como é que simultaneamente se poderá tirar o melhor partido do potencial fertilizante do jacinto-de-água sem promover ou aumentar o risco de contaminação ou disseminação desta invasora?
- 2) O que terá de ser precavido e que boas práticas deverão ser transmitidas, divulgadas ou ensinadas?

A metodologia seguida para se poder fundamentar o trabalho que é proposto desenvolver, consistiu nos seguintes levantamentos de informação:

- 1) Aprofundar o conhecimento sobre o percurso da invasora aquática jacinto-de-água (*Pontederia crassipes* Mart.) no território português, identificando os fatores favoráveis à sua fácil adaptação e proliferação com carácter invasor, a sazonalidade e estágios do ciclo em que o risco de propagação é maior;
- 2) Identificar os prejuízos sobre os ecossistemas, qualidade e disponibilidade da água e sobre a atividade agrícola de regadio;
- 3) Rever a legislação nacional e europeia relativa ao controlo e proteção de plantas invasoras, bem como os regulamentos existentes para a biossegurança relativa às plantas invasoras aquáticas;
- 4) Rever artigos que comprovem a eficácia da compostagem na inviabilização dos órgãos da planta responsáveis pela propagação do jacinto-de-água;
- 5) Identificar e caracterizar as diversas práticas de controlo e recolha do jacinto-de-água implementadas nos diferentes locais do mundo em que a invasora constitui problema.

Porque como resultados do trabalho é pretendido:

- 1) Propor metodologias mais bem adaptadas, eficazes e seguras para a recolha do jacinto-de-água e pré-tratamento antes da compostagem enquanto matéria-prima;
- 2) Realizar uma análise SWOT relativa à valorização do resíduo jacinto-de-água como composto agrícola, enquanto contributo positivo no controlo eficaz da invasora;

- 3) Recolher e organizar informação que possa contribuir para a elaboração de um guião de "Boas práticas na utilização do jacinto-de-água como matéria fertilizante na produção de composto agrícola", no âmbito do projeto BioComp-2.0.

1.2 Estrutura do trabalho

Inicia-se com um capítulo de revisão bibliográfica no qual é feita uma caracterização da invasora jacinto-de-água, origem e proliferação na Europa e, particularmente na Península Ibérica, problemas causados e métodos de controlo, a importância da valorização como instrumento de controlo eficaz do jacinto-de-água; seguindo para a descrição da legislação nacional e da União Europeia desenvolvida para proteger os ecossistemas de invasoras. São discutidos os principais cuidados a considerar num projeto de compostagem para precaver riscos de proliferação do jacinto-de-água. O contributo de valorização da biomassa. E finaliza-se com o elencar das mais variadas situações a antecipar e contemplar num protocolo de biossegurança, com a proposta de um guião técnico para o tratamento e valorização do jacinto-de-água para a compostagem.

2. Revisão Bibliográfica

2.1 Caracterização do jacinto-de-água

O jacinto-de-água (*Pontederia crassipes* Mart., de sinónimo *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms.) é uma macrófita aquática da família *Pontederiaceae*, nativa da América do Sul, mas com presença em quase todos os continentes, especialmente em climas tropicais e subtropicais (Figura 2).

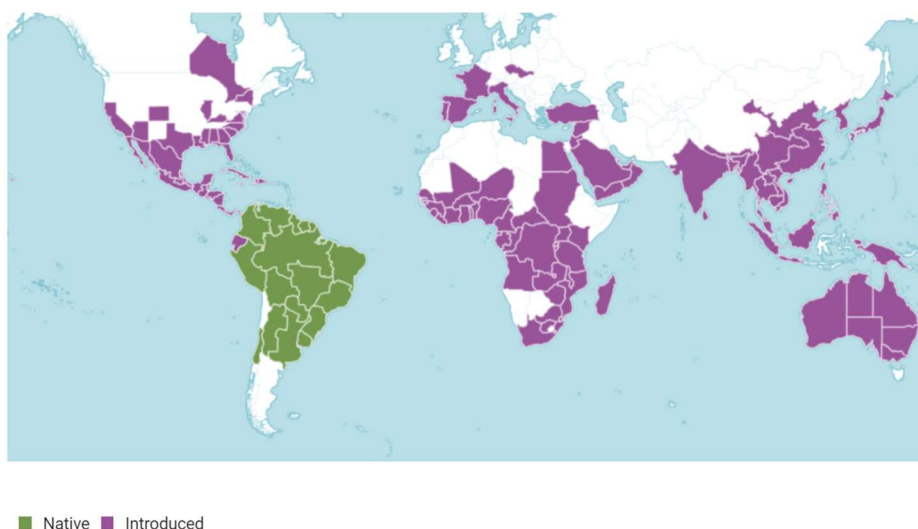


Figura 2- Distribuição geográfica mundial do jacinto-de-água com indicação dos territórios de origem e territórios em que foi introduzido. Fonte: <https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:310928-2#source-KBD>

As macrófitas aquáticas habitam os variados ambientes aquáticos, desde pântanos aos submersos por completo (Esteves, 1998). Podem ser classificadas em: macrófitas aquáticas (1) com folhas flutuantes; (2) submersas enraizadas; (3) emersas, (4) submersas livres e (4) flutuantes (Figura 3). Neste último grupo inclui-se o jacinto-de-água (Esteves, 1998).

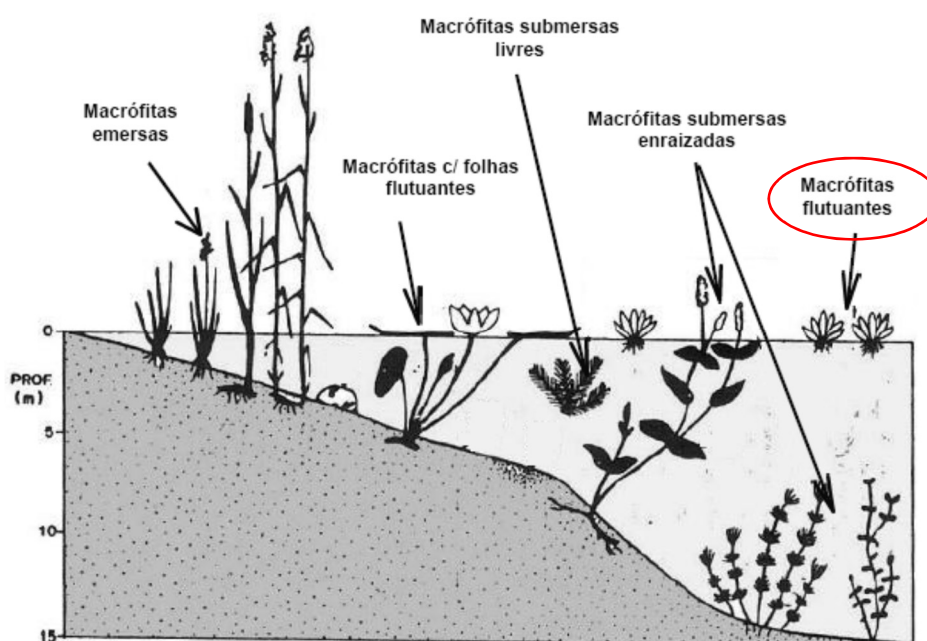


Figura 3 - Disposição dos diferentes tipos de macrófitas na água. Fonte: Esteves (1998).

Outra classificação também muito utilizada e que poderá complementar a anterior, é a que se descreve de seguida (Esteves, 1998, Pedralli, 1990) e aparece ilustrada na Figura 4:

Anfíbia (ou emersa): capaz de viver tanto em área alagada como fora da água, geralmente modificando a morfologia da fase aquática para a terrestre quando o nível da água baixa;

Emergente: enraizada no sedimento/solo, com uma parte submersa e outra emersa;

Flutuante fixa (ou com folhas flutuantes): enraizada no sedimento/solo, mas com folhas flutuantes;

Flutuante livre (ou simplesmente flutuante): não está enraizada no sedimento/solo, podendo ser levada pela corrente, pelo vento ou até por animais. É o caso do jacinto-de-água;

Submersa fixa (ou submersa enraizada): possui as raízes ancoradas no sedimento/solo, tendo os caules e folhas submersos, geralmente emergindo apenas a flor para fora da água;

Submersa livre: não enraizada no fundo, totalmente submersa, podendo emergir apenas as flores;

Epífita: desenvolve-se sobre ou apoiada noutras plantas aquáticas.

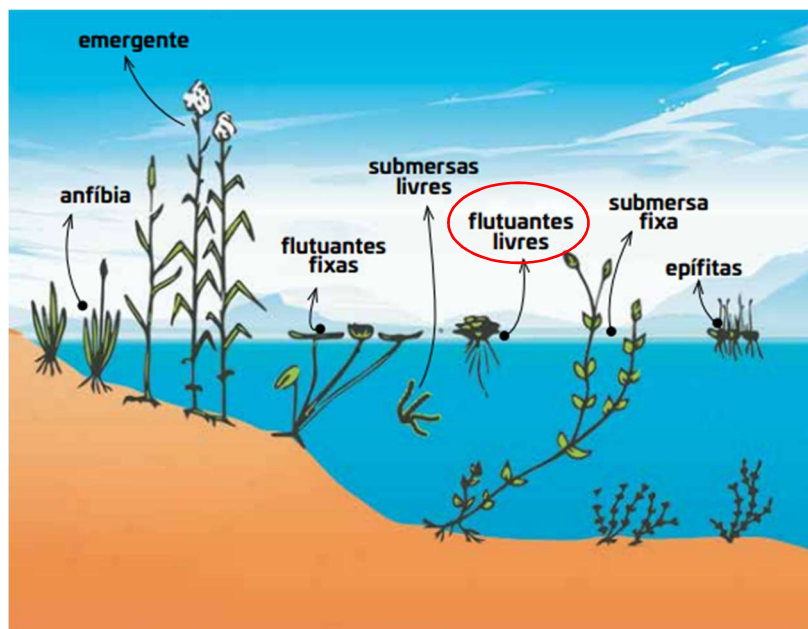


Figura 4 - Classificação das macrófitas aquáticas de acordo com sua forma biológica. Fonte: Xavier et al. (2021), adaptado de Esteves (1998) e Pedralli (1990).

Portanto, é uma *macrófita flutuante* ou simplesmente *flutuante livre* que cresce em rios, lagos, açudes ou canais, de águas lentas ou paradas. É uma espécie aquática rizomatosa flutuante, com raízes longas que podem desenvolver-se vários metros abaixo da água dando o suporte e flutuação necessários à planta (Xavier et al., 2021).

As flores, como mostra a Figura 5, têm polimorfismo apresentando um intervalo de tamanhos de 5 a 7 cm reunindo-se numa inflorescência de 8 a 12 flores. As folhas crescem em tufos com limbo de 8 a 9 cm. O tecido dos pecíolos é esponjoso e o fruto é uma cápsula com várias sementes de pequenas dimensões (Marchante et al., 2014) (Figuras 5 e 6).



Figura 5 - Aspeto morfológico da planta invasora aquática jacinto-de-água. Fonte: (1) https://invasoras.pt/Eichhornia_crassipes, (2 e 3) própria.

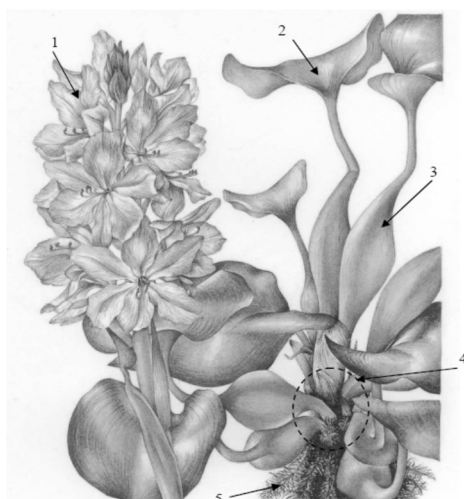


Figura 6 - Estrutura de *Eichhornia crassipes*: 1-Flor; 2-Limbo; 3-Pecíolo; 4-Rizoma; 5-Raiz. Fonte: Adaptado de Simpson e Sanderson (2002)

Reproduz-se por via sexuada e via vegetativa. A via sexuada ocorre mais correntemente na área de origem (bacia do Amazonas), onde uma só inflorescência pode reproduzir até 3000 sementes, as quais podem manter a viabilidade germinativa até cerca de 20 anos. A reprodução por via vegetativa é feita através das gemas axilares de caules à superfície da água, as quais darão origem a um novo indivíduo quando se destacam da planta mãe (Aguilar, 2021).

A germinação de sementes em plantas maduras é bastante sensível e está limitada pelas condições de crescimento desfavoráveis como concentração de oxigénio, luz, temperatura e períodos de dormência. O sucesso da germinação e estabelecimento de novas plantas de jacinto-

de-água é facilitado por temperaturas entre 28-36 °C, disponibilidade solar, condições aeróbias, águas pouco profundas ou solos saturados (Almeida, 1999).

É chamada de “praga verde da Amazônia” porque cresce e multiplica-se muito rapidamente: em 4 semanas pode multiplicar a área de incidência inicial em cerca de 20 vezes. Esta é a principal característica responsável pela rápida proliferação e grande distribuição nas massas de água em Portugal (Aguar, 2021).

O jacinto-de-água cresce preferencialmente em águas enriquecidas em nutrientes, especialmente azoto e fósforo, sendo que as elevadas taxas de crescimento estão sempre associadas à eutrofização das águas ou meios ricos em nutrientes (Nunes, 2022). No entanto, pode tolerar bem variações consideráveis nos níveis de nutrientes, da temperatura e nos níveis de pH. O pH ótimo para o seu crescimento está entre 6 e 8. Pode crescer numa gama extensa de temperaturas, indo de 1 °C a 40 °C (crescimento ótimo entre 25 e 27,5 °C), demonstrando ser sensível às condições de geadas (Catarino *et al.*, 2004; Wilson *et al.*, 2005), mas ainda assim resistente se não se prolongarem por muitos dias.

A salinidade é um dos maiores constrangimentos ao seu crescimento em regiões litorais, na medida em que os níveis de salinidade de 6,0 a 8,0‰ já são letais para a espécie (Muramoto *et al.*, 1991). Segundo o mesmo autor, 90% da planta é constituída por água, motivo pelo qual a desidratação é rápida fora da água. A Figura 7 mostra o aspeto bem mais desidratado da planta durante a primavera.



Figura 7- Aspeto da *Eichhornia crassipes* (jacinto-de-água) na primavera, logo após ser retirado da água (21/05/23) e após oito dias (29/05/23).

2.2. A proliferação do jacinto-de-água na Europa e na Península Ibérica

Por ser uma planta exótica originária da bacia Amazónica, facilmente entrou na Europa como planta ornamental devido à beleza da flor, estando hoje disseminada por países como a Alemanha, França, Holanda, Itália, Espanha e Portugal. Tem causado problemas em toda a Europa, principalmente na Península Ibérica, incluindo Portugal continental, o arquipélago dos Açores e Espanha (Marchante, 2014).

O primeiro registo em águas portuguesas foi em 1939 na herdade do Rio Frio e em charcos temporários em Fernão Ferro na bacia do Sado (Moreira e Ferreira, 1999). A rápida expansão da área ocupada por esta planta levou à criação de um grupo de trabalho em 1970 pela Secretaria de Estado da Agricultura no sentido de introduzir medidas para conter a sua disseminação. Uma das medidas mais importantes que resultou da ação deste grupo foi a redação e publicação do Decreto-Lei n.º 165/74 de 22 de abril que reconheceu o jacinto-de-água como uma ameaça aos ecossistemas aquáticos, dados os impactos causados, proibindo qualquer utilização associada a esta espécie (Moreira *et al.*, 1999).

Tem havido ações de controlo mecânico intensivo para evitar que a invasão de macrófitas como o jacinto-de-água não atinja o maior lago artificial da Europa, o grande lago do Alqueva no Alentejo. Do lado de Espanha recolheu-se nos últimos verões quantidades elevadas que cobriam uma extensão de 75 quilómetros no rio Guadiana (Costa, *et al.*, 2019). O empreendimento do Alqueva (EDIA), iniciou em 2012 juntamente com Espanha o projeto de controlo contínuo, com instalação de barreiras flutuantes e recolha mecânica de elevada frequência, além da monitorização contínua relativa ao jacinto-de-água e demais EEI aquáticas (plantas e animais) que constituem constrangimentos contínuos (Ilhéu e Catita, 2021).

Ao longo do resto do território português têm sido também implementados alguns planos de ação locais para o controlo do jacinto-de-água, ora de carácter mais permanente e estruturado assegurado por entidades locais (câmaras municipais, proteção civil, comunidade intermunicipal, etc.) através de financiamento proveniente de fundos aos quais se candidatam, ora de carácter mais pontual e errático organizado até mesmo pela população civil (associações nacionais ou locais, equipas de investigação, grupos culturais, desportistas, pescadores, agricultores), com autorização e apoio das entidades locais.

São exemplos as ações desenvolvidas no rio Alviela (Santarém), Sorraia (Coruche), Lezíria do Ribatejo (Vila Franca de Xira), Pateira de Fermentelos (Águeda), Mira e Montemor-

o-Velho. É apresentado no Anexo I, o plano de ação para o controlo do jacinto-de-água neste último município.

O ambiente mais suscetível ao jacinto-de-água (*Eichhornia crassipes*) são os lagos, as lagoas, os rios ou canais de rega e drenagem, regolfos de barragens. Qualquer zona húmida de águas mais lentas ou paradas que possa favorecer a sua reprodução e ciclo de vida.

Ao longo da história os portugueses e os espanhóis foram dos povos que mais contribuíram para a alteração da distribuição das plantas no mundo. São particularmente importantes para nós as migrações de plantas das regiões tropicais de África, Ásia, América e Austrália, para Portugal (Almeida,1999). No entanto, à luz do conhecimento atual e face às evidências de fácil adaptação de algumas espécies que se vão tornando dominantes num determinado território, é necessário não descuidar no controlo e monitorização para que novas plantas não venham a causar problemas e prejuízos, tais como as invasoras aquáticas e terrestres, muitas das quais já fortemente implantadas no continente português.

Ao longo do território, ainda que de modo não muito ordenado e sem igualdade de recursos e empenho das autoridades locais em todas as regiões afetadas, tem havido ações de controlo mecânico e manuais intensivos para evitar que a invasão da macrófita jacinto-de-água se propague ainda mais a cada primavera-verão, época de grande vigor para esta invasora.

Em Portugal continental, as zonas de maior incidência são no Minho, Douro Litoral, Beira Litoral, Estremadura, Ribatejo, Alto Alentejo e Algarve. No arquipélago dos Açores a maior presença ocorre na ilha da Terceira (Marchante, 2014), de acordo com a distribuição apresentada na Figura 8.

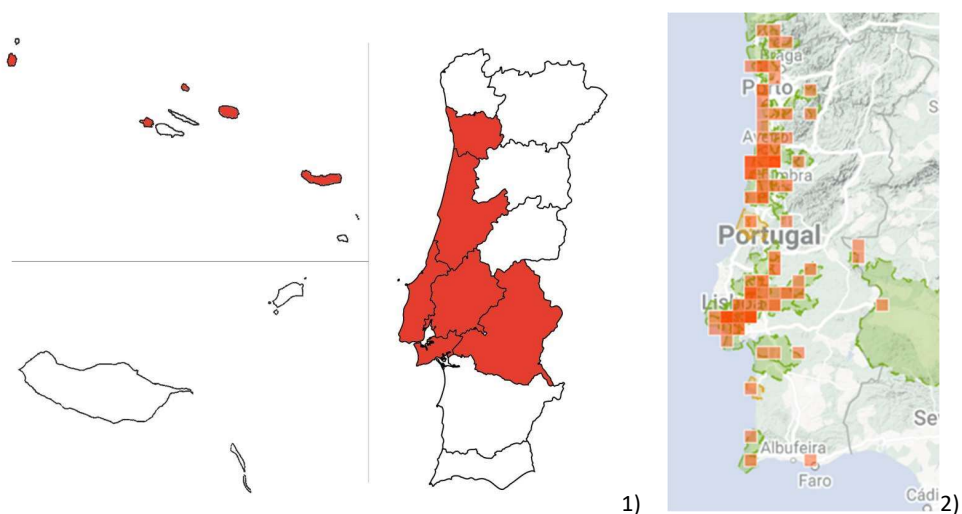


Figura 8- Distribuição da *Pontederia crassipes* pelas áreas geográficas em Portugal (1). Registos atualizados de avistamentos em Portugal Continental (2). Fonte: 1) Invasoras.pt (<https://invasoras.pt/pt/planta-invasora/eichhornia-crassipes>); 2) iNaturalist.pt (<https://www.inaturalist.org/taxa/962637-Pontederia-crassipes>)

Os impactos ambientais são muitos em todo o território português, com forte incidência no rio Cávado (Minho); no rio Sorraia (Ribatejo); grandes extensões do Baixo Vouga (na lagoa Pateira de Fermentelos), açude do Furadouro (em Moura) (Costa *et al.*, 2019) e outros.

O pesquisador Filipe Banha, investigador do Centro de Ciências do Mar e do Ambiente (MARE_UE) que junto com Pedro Anastácio, é responsável por coordenar a equipa Portuguesa do projeto europeu “INVASAQUA- Aquatic invasive alien species of freshwater and estuarine systems: awareness and prevention in the Iberian Península”, que estuda as ameaças causadas pelas Espécies Não-indígenas, Aquáticas Invasoras dos Ecossistemas de Água Doce e Estuarinos na Península Ibérica, esclarece que Portugal mobiliza “importantes recursos económicos e humanos” para travar o alastramento desta espécie que preocupa tanto investigadores e ambientalistas como a comunidade local (Anastácio *et al.*, 2019).

Tal como noutros países, em Portugal alguns dos meios mais rentáveis, e mais eficazes em termos de custos para lidar com as invasões aquáticas, estão relacionadas com a prevenção da introdução e disseminação de espécies ou com a deteção das invasões numa fase muito precoce. De acordo com Anastácio *et al.* (2019) algumas das ações são benéficas e têm dado resultado para esclarecer a população, tais como:

- 1) Prevenção e deteção precoce: alguns dos exemplos de projetos em Portugal referidos pelos autores são o trabalho realizado pelo Parque Biológico de Gaia e pelo RIAS Aldeia com programas de sensibilização do público, desenvolvidos há décadas, trabalhando com escolas e oferecendo uma alternativa à libertação de tartarugas de estimação na natureza, através do acolhimento de animais de companhia que deixam de ser desejados; o projeto ambiental local Paeloris, em Mira, dedicado principalmente à conservação de mexilhões de água doce, sensibilizando o público para os possíveis efeitos da ameijoia asiática (*C. fluminea*) sobre estas espécies.

No entanto, estas ações parecem ter sempre efeitos limitados, sendo necessário um maior envolvimento da sociedade em geral nas campanhas e ações de sensibilização para as espécies invasoras, de modo a prevenir novas invasões e doenças. Neste contexto, as redes sociais têm-se vindo a revelar uma poderosa e eficaz fonte de informação para a deteção de novos invasores (Anastácio *et al.*, 2019).

- 2) Planos de contingência: os quais existem desde 2016 e que definem ações e procedimentos para o controlo das espécies invasoras (DGAV, 2016). Os caracóis-maçã (*Pomacea*

insularum) são populares entre os aquariofilas, mas a venda de espécies deste caracol é atualmente proibida por se ter tornado uma das principais pragas para a agricultura. Desde 2013, a autoridade fitossanitária nacional estabeleceu um programa anual de prospeção de *Pomacea insularum* a ser implementado em todo o país. Não é apenas direcionado para os campos de arroz, mas também a vários outros sistemas de água doce, incluindo, por exemplo, lagos em jardins urbanos. Na mesma linha, a importação de plantas aquáticas depende de um certificado fitossanitário ou de um passaporte fitossanitário.

2.3 Problemas e prejuízos causados pelo jacinto-de-água

O rápido crescimento do jacinto-de-água pode cobrir a superfície da água, bloqueando a luz solar e reduzindo a quantidade de oxigénio dissolvido, o que pode levar à morte de peixes e outras espécies aquáticas. Além disso, pode obstruir canais de rega e canais de navegação, causando problemas ambientais e económicos em grande escala (Aguiar, 2021).

As plantas aquáticas fazem parte dos ecossistemas de água doce, porém podem-se tornar nefastas quando desenvolvem populações com elevadas densidades, o que é particularmente comum no caso de espécies exóticas invasoras. O jacinto-de-água está na lista das principais invasoras que mais causam problemas (ICNF, 2022). Listam-se de seguida alguns dos principais prejuízos por ação das plantas invasoras aquáticas:

- Constrangimentos na navegabilidade de barcos e nas atividades recreativas

Especialmente as plantas submersas e as flutuantes podem complicar a passagem de barcos. As plantas submersas são, muitas vezes, um obstáculo para os motores dos barcos. Por outro lado, massas de plantas flutuantes, também devido à sua mobilidade, podem ocupar toda a largura de um canal ou rio, prejudicando o transporte fluvial, o acesso de barcos a zonas de pesca ou o uso de massas de água para lazer como natação, pesca e desportos náuticos (Denny, 1990).

- Obstrução do fluxo da água

O escoamento desejável para a água de rega ou água de drenagem pode ser dificultado pelo crescimento acentuado de plantas aquáticas nos canais e estruturas de rega e nas valas de drenagem. Este é o tipo de prejuízo mais frequentemente atribuído às invasoras aquáticas e faz-se sentir com maior intensidade em rios, canais, e valas de reduzida secção, pouca profundidade e em que o movimento da água é lento. Por vezes, recomenda-se até o sobredimensionamento

e o aperfeiçoamento do desenho dos canais como forma de contribuir para a resolução deste problema (Feio & Ferreira, 2007).

- Redução da oxigenação da água

O desenvolvimento exagerado de plantas aquáticas com os órgãos fotossintéticos submersos pode originar flutuações muito grandes nos teores de oxigénio dissolvido, uma vez que elevadas taxas de fotossíntese durante o dia alternam com grandes consumos de oxigénio à noite (William, 2005). Todas as formas de vida aquática ficam comprometidas por falta de oxigénio e falta de luz, uma vez que dificilmente consegue atravessar a rede densa de biomassa flutuante. Quando comparado a um curso de água saudável, a evapotranspiração é três vezes maior.

- Redução da biodiversidade

As invasoras aquáticas podem causar graves prejuízos nos ecossistemas naturais por concorrerem com a flora espontânea, diminuindo a sua expressão ou até mesmo destruindo-a, muitas vezes com repercussões negativas na fauna selvagem por esta depender da vegetação nativa ou pela dificuldade de acesso à água, tornando-se assim verdadeiramente infestantes ambientais (Villamagna & Murphy, 2010).

As comunidades de aves parecem, também, ser afetadas em ecossistemas onde o jacinto-de-água está presente, por impedir que a avifauna tenha acesso ao seu alimento ou porque grandes densidades desta infestante não permitem a sobrevivência das populações que sejam suas presas (Villamagna & Murphy, 2010).

- Problemas de saúde pública

As invasoras aquáticas podem proporcionar habitats e alimentação favoráveis ao desenvolvimento de vetores de doenças humanas, como malária, bilharziose, encefalite ou filariose e até mesma cólera (UNEP, 2013). Os microrganismos patogénicos também podem encontrar habitat favorável em algumas plantas aquáticas. (Spira *et al.*, 1981) mencionam que o jacinto-de-água tem grandes concentrações do bacilo da cólera, nas raízes, e alega que esta planta esteve na origem de epidemias da doença em países como o Bangladesh.

- Prejuízos nos sistemas hidroelétricos

A acumulação de densas massas de plantas, sobretudo flutuantes, nas albufeiras de barragens, pode causar graves problemas nas tomadas de água e demais equipamentos de centrais

hidroelétricas, comprometendo o seu funcionamento. Do mesmo modo, a presença destas massas nos sistemas de distribuição da água de rega a céu aberto e às populações, tais como canais, açudes, descarregadores, grelhas de derivação, valas de drenagem e outros, provoca obstruções e graves constrangimentos ao funcionamento adequado dos mesmos, estreitando secções de escoamento e provocando alagamentos por transbordo da água (Feio & Ferreira, 2019).

Para o efetivo controlo do crescimento desordenado de macrófitas aquáticas, cada reservatório deve ser gerido de modo particular, tendo em conta a sua dinâmica, histórico, biota e demais particularidades que permitam compreender e antecipar o desenvolvimento das espécies vegetais no sistema (Xavier *et al.*, 2021). A Figura 9 mostra uma linha de água totalmente coberta por jacinto-de-água no sistema de regadio do Baixo Mondego.



Figura 9- Linha de água coberta por Eichhornia crassipes no Baixo Mondego.

2.4 Métodos de controlo do jacinto-de-água

Frequentemente, há dificuldade muito acentuada em controlar a proliferação da espécie, o que se traduz em impactos económicos significativos, associados ao controlo, sendo essencial haver monitorização contínua, para deteção precoce de pequenos núcleos e sua remoção rápida

e também apostas fortes na prevenção, por exemplo, através da redução do nível de nutrientes que têm como destino final os meios hídricos (Aguiar, 2021).

O controlo é realizado recorrendo a meios químicos, físicos ou biológicos, podendo ser aplicados com diferentes graus de sucesso e de risco para o ambiente e ecossistemas. Os meios químicos provocam impactos ambientais elevados, aumentando a carga de poluentes nos ecossistemas e podendo ser pouco eficazes porque dependem muito de fatores como a idade e estado fenológico da planta e temperatura, o que os torna pouco viáveis (Aguiar, 2021).

O controlo biológico, embora seja o melhor para o ambiente ou pelo menos o menos agressivo, se não houver conhecimento completo e aprofundado sobre as melhores condições de adaptação dos agentes auxiliares, pode haver o risco de se tornarem mais uma espécie invasora nos locais em que há a necessidade de controlo da proliferação do jacinto-de-água (Beneberu, 2021).

Deste modo, o controlo físico, que é a retirada manual ou mecânica, ainda vai sendo a mais utilizada em Portugal, por não apresentar potenciais riscos de poluição ou descontrolo de agentes biológicos nos ecossistemas. No entanto, acarreta elevado encargo económico, podendo ser pouco eficaz ou até mesmo contraproducente se houver muita fragmentação das plantas na área intervencionada e se a frequência de remoção ao longo do ano for reduzida. Também pode causar efeitos negativos nas margens, danificando-as fisicamente e eliminando plantas nativas que devem permanecer no seu habitat natural, desempenhando a sua função ecossistémica e de sustentação das margens.

2.4.1 Controlo mecânico ou físico

Efetivamente, em Portugal os métodos mais utilizados no controlo do jacinto-de-água são os físicos ou mecânicos, utilizando-se máquinas de arrasto que retiram grandes volumes de biomassa dos meios aquáticos, podendo também ser retiradas manualmente, se houver mão-de-obra disponível em grande quantidade para o fazer.

Outras soluções físicas para o controlo, que envolvem investimento em equipamento mais adequado para minimizar os danos físicos das margens, são a utilização de ceifeiras aquáticas ou veículos anfíbios equipados com uma barra frontal em pente, barreiras flutuantes de contenção nos cursos de água para impedir o avanço do jacinto com as correntezas da água (Figura 10) ou até mesmo alterações no nível das massas de água (provocando descargas ou recargas propositadas).

A vantagem destes métodos de remoção física da biomassa produzida, sem contaminação da mesma por poluentes químicos, é controlar a propagação da invasora, sendo simultaneamente possível a valorização da mesma enquanto fonte de nutrientes para a produção de plantas em agricultura ou floresta, alimentação animal e/ou produção de artefactos (Gunnarsson e Petersen, 2007).



Figura 10- Barreiras flutuantes de contenção e veículo anfíbio para a retirada do jacinto-de-água para as margens.

Como já foi referido, os métodos mecânicos pecam por serem métodos invasivos e provocarem fragmentação, a qual poderá acelerar a infestação da planta que se reproduz assexuadamente. A utilização de máquinas como ceifeiras aquáticas, podem danificar o leito dos rios, criando distúrbios e arrastando outras formas de vida como algas, peixes, crustáceos e tantos outros até mesmo responsáveis pela depuração da água, além de eventualmente poder causar a erosão do fundo do leito e das margens (Marchante *et al.* 2018).

O controlo mecânico é considerado uma solução de curto prazo para um problema de longo prazo, uma vez que a taxa de reprodução ou reposição do jacinto é muitas vezes maior do que a taxa de remoção com estes meios (Marchante *et al.*, 2014). No entanto, apesar de moroso e oneroso, o controlo físico continua a ser o mais utilizado, sendo que a sua eficácia se deve muito à frequência e continuidade que se possa imprimir às operações de retirada do jacinto, altamente dependente da disponibilidade de mão-de-obra, meios físicos e financeiros. Um exemplo com relativo sucesso da aplicação deste método é o da Pateira de Fermentelos, na qual o jacinto-de-água tem sido controlado anualmente recorrendo-se a uma ceifeira aquática adquirida pelo Município de Águeda, responsável pelo controlo através dessa tecnologia (Figura 12).

Na região abrangida pela CIM de Coimbra optou-se pela aquisição de veículo anfíbio para o combate à invasora numa extensa região que se estende de Mira a Montemor-o-Velho (Figura 11), deparando-se com grande dificuldade para conciliar o calendário de disponibilidade do anfíbio e mão-de-obra qualificada, com a rapidez de proliferação do jacinto nas massas de água da região, o qual encontra aqui condições ótimas de proliferação porque é ocupada em grande

parte por um perímetro de rega a baixa pressão, recortado por canais e açudes de rega, e também por valas de drenagem que atravessam solos agrícolas férteis, ricos em nutrientes.



Figura 11- Veículo anfíbio a deslocar-se em terreno firme (1), veículo anfíbio a retirar invasora do leito do rio (2), a descarregar em camião para o transporte e descarregar em pilha (3), barreira de contenção (4) aspeto do jacinto-de-água antes da floração (5). Fontes: https://freguesiadetocha.pt/ver_noticia/1056, <https://www.cm-mira.pt/node/2348>, https://www.cm-agueda.pt/uploads/document/file/2490/Processo_de_Controlo_do_jacinto-de-agua_na_Pateira_de_Fermentelos_PT-EN.pdf

Além dos veículos aquáticos, são sempre necessários os veículos terrestres de suporte para desbravar/abrir caminho para a ceifeira ou carro anfíbio e para transportar a biomassa retirada dos leitos e depositada em lugar seguro (Figura 10). É uma biomassa de peso elevado, uma vez que mais de 95% da sua constituição é água (De Paula, 2022).

O jacinto-de-água ser colhido e depois depositado em pilhas próximo das populações acarreta alguns riscos para a saúde humana, dada a propensão para a planta acumular poluentes, assim como os maus odores provocados pela emissão dos gases produzidos durante o processo de decomposição. Além disso, a prática da colheita mecânica é de pouca eficácia em infestações de larga escala porque a taxa de crescimento desta espécie invasora aquática geralmente é maior do que a taxa de eliminação. O processo de remoção é complexo, moroso e oneroso (Nega *et al.*, 2021).

A instalação de barreiras flutuantes para dividir o leito em segmentos, conter a dispersão e permitir a eliminação de propágulos longe das margens (Figura 11), permite aumentar consideravelmente a eficácia do controlo mecânico. Estas barreiras devem ser monitorizadas regularmente para remover todas as plantas aí presas e evitar o seu rápido crescimento (Marchante & Marchante, 2020).



Figura 12- Modelo de ceifeira aquática usada na pateira de Fermentelos, Águeda, Portugal. Fontes: 1) António Luís Campos & National Geographic Portugal - factualidade e Ciência/ 2020; 2) Dâmaso (2008)

Muitas das ceifeiras aquáticas (Figura 11) podem operar com apenas 30 centímetros de lâmina de água. Apesar do problema ser persistente na Pateira de Fermentelos (por restarem sempre jacintos-de água nas margens, onde a ceifeira não consegue operar), hoje pode-se ver uma grande parte do espelho de água. No entanto, de acordo com a Câmara Municipal de Águeda, é um trabalho constante e como a extensão da lagoa é grande, o controlo é difícil, não podendo haver descuido na monitorização. A invasora tem grande adaptabilidade e proliferou

descontroladamente na Pateira, chegando a cobrir em 2006 mais de 50% dos 529 hectares da pateira e ameaçando esta zona húmida.

2.4.2 Controlo químico

Devido aos seus efeitos a longo prazo sobre o meio ambiente e saúde humana, a aplicação de herbicidas e demais fitofármacos no âmbito da agricultura exige o respeito pelas regras de segurança (Lei nº 26/2013, de 11 de abril), sendo atualmente exigida formação dos agricultores como aplicadores, tanto para a aquisição dos produtos como para a aplicação dos mesmos em parcelas agrícolas, de acordo com o Código de Conduta na Aplicação de Produtos Fitofarmacêuticos (DGAV, 2022).

Tratando-se de aplicação de herbicidas em larga escala em meios hídricos, os riscos de rápida poluição difusa através do ar e da água, aumentam largamente o potencial de contaminação de grandes áreas, pelo que as normas a respeitar são exigentes. Para aplicar herbicidas com o objetivo de controlo do jacinto-de-água, é necessária autorização oficial das agências governamentais de proteção do ambiente e fiscalização, assim como os técnicos terão de ser habilitados para pulverizar as áreas afetadas, restringindo-se o seu uso apenas excecionalmente quando se tratar de alguma situação de proliferação descontrolada (Monteiro *et al.*, 2003).

Apesar de cada vez mais serem desenvolvidas formulações de herbicidas específicos (seletivos), o que permite poupar a restante flora de um determinado ecossistema, muitos dos herbicidas disponíveis e autorizados a serem utilizados para o controlo de infestantes não são seletivos, designados herbicidas de largo espectro (ou de ação total), com maior severidade para os ecossistemas porque afetarão outras espécies além daquela que se pretende controlar (Machado, 2016).

No campo da toxicologia, a avaliação de risco é realizada como um método científico sobre os potenciais efeitos adversos decorrentes da exposição humana a agentes ou situações perigosas. Geralmente só leva em consideração a exposição a um único composto e de maneira descontextualizada. Na realidade em que se dão os processos de produção industrial e os de consumo, o contato envolve mais de uma substância química, com o agravamento concomitante de outras potenciais suscetibilidades de saúde ou hábitos de vida. Esse tipo de avaliação clássica de risco, em que são consideradas as várias interações de todos os possíveis

fatores que venham a afetar o indivíduo e/ou o ecossistema, não é uma prática simples e não garante a segurança da exposição a um determinado agente. Existe uma grande lacuna no conhecimento e nas práticas de vigilância sobre a avaliação do risco acumulado que dê suporte para a tomada de decisão. Considerando a exposição aos agroquímicos, não existem informações precisas quanto aos efeitos que podem ocorrer a partir de todas as fontes de contaminação às quais as populações estão sujeitas (Carneiro *et al.*, 2012).

As alternativas de controlo químico disponíveis usam normalmente herbicidas com os princípios ativos 2,4-D, *glifosato* e *diquat*. Estes herbicidas são pulverizados nas folhas de jacinto-de-água e provocam alterações na fisiologia da planta. O uso do herbicida conhecido como 2,4-D leva à morte do jacinto através da inibição do crescimento celular de novos tecidos e apoptose celular. O período para se observar a redução da vegetação pode ser até duas semanas (Amarante *et al.*, 2002). O herbicida conhecido como *diquat* é um sal de brometo líquido que pode penetrar rapidamente nas folhas e levar à inatividade imediata de células e processos celulares (Figura 13). O herbicida *glifosato* apresenta menor toxicidade que os demais herbicidas; portanto, leva mais tempo para que os tapetes de jacinto se reduzam, até cerca de três semanas. Os sintomas incluem a murchidão constante das plantas e uma descoloração amarela das folhas que levam à sua degradação (Figura 13).

Os registos obtidos nos programas de monitorização a nível mundial têm comprovado que o nível de contaminação das massas de água por produtos químicos utilizados para combater os problemas de presença de infestantes, agrícolas ou aquáticas, é cada vez maior nos rios e lagos (Costa *et al.*, 2008).

Apesar de ser mais económico e menos trabalhoso do que o controlo mecânico, o risco ambiental é muito elevado, implicando a destruição de outras espécies dos ecossistemas e a contaminação das águas, com risco de descontrolo e implicações na saúde humana (Amarante *et al.*, 2002).

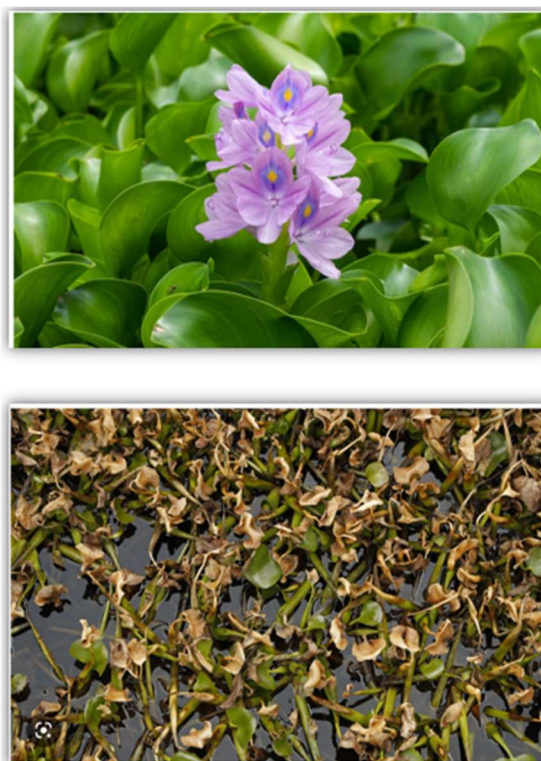


Figura 13- Aspeto do jacinto-de-água antes e após efeito do herbicida. Fonte: life invasaqua.pt

2.4.3 Controlo Biológico

Sendo os controlos químicos e físicos frequentemente muito caros, o segundo ser poluente e de reduzida eficácia, o controlo biológico coloca-se como uma alternativa bastante válida e segura, desde que se identifique quais os organismos capazes de parasitarem ou de algum modo interromperem ou restringirem o crescimento do jacinto de água, sem afetar outras espécies.

Os coleópteros da família *Curculionídea* (vulgarmente conhecida por gorgulho e originários da América do Sul), *Neochetina bruchi*, *Neochetina eichhornia* e a broca *Hyacinth sameodes albiguttalis* alimentam-se quase que exclusivamente de plantas do género *Eichhornia*. Os dois primeiros distinguem-se porque a *N. bruchi* (Hustache) tem um padrão de pigmentação em forma de V na parte dorsal do corpo e uma tonalidade castanho-clara, distinguindo-se da espécie *N. eichhornia* (Warner) que apresenta uma coloração castanha mais escura (Figura 14). Possuem igualmente duas pequenas cristas no dorso, de menores dimensões na espécie *N. bruchi* (Beneberu, 2021).

Estas espécies são inimigas naturais de jacinto-de-água e desempenham, neste caso, o papel de organismos auxiliares, uma vez que podem parasitar a planta do jacinto-de-água,

alimentando-se da mesma. Esses organismos regulam o jacinto-de-água limitando o seu tamanho, a sua propagação vegetativa e a produção de sementes. Eles também transportam microrganismos que podem ser patogénicos para o jacinto-de-água. Estes gorgulhos alimentam-se dos tecidos da planta, o que resulta numa perda de flutuabilidade da planta, que acabará por afundar e morrer (ICMBIO, 2019).

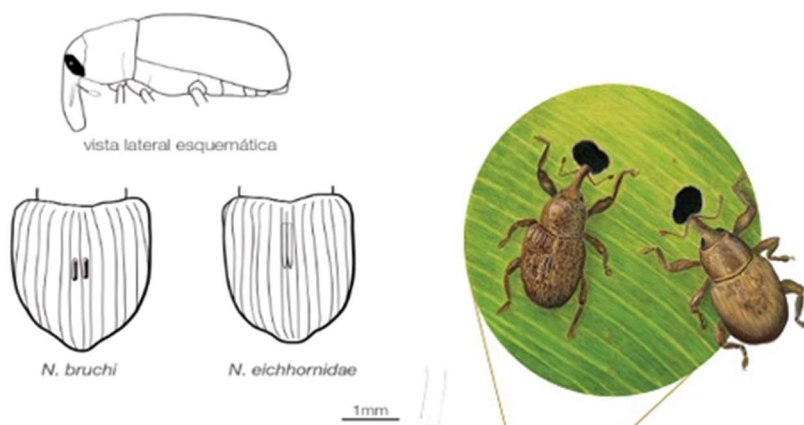


Figura 14- *Neochetina bruchi* & *eichhorniae*, insetos da família Curculionídea (vulgarmente conhecida por gorgulho). Fonte: Ciência 2.0 Conhecimento na rede. Publicado por Joana Bruno, 2012

Os agentes de controlo biológico libertados têm níveis de sucesso que variam consoante os diferentes locais, mas embora tenham alcançado sucesso limitado, os gorgulhos já foram libertados em mais de 20 outros países.

Foram feitos alguns testes com *Neochetina* em Portugal, mas a baixa taxa de sobrevivência dos insetos não permitiu a recolha de dados conclusivos. Além disso, têm um ciclo curto de vida de apenas 90 dias, período em que poderão alimentar-se de jacinto-de-água, mas que poderá pecar por ser escasso.

Este método de controlo também tem sido usado na América Latina, como Brasil, Uruguai, Argentina e Chile, também na África do Sul e nos Estados Unidos, durante as décadas de 70 e 80, tendo demonstrado uma eficácia de 33% de resultados positivos (Sosa *et al.*, 2007). Testaram *Megamelus scutellaris* como outro inseto auxiliar complementar no controlo do jacinto; o inseto é altamente específico para o hospedeiro e não representa uma ameaça a qualquer outra população de plantas que não seja o jacinto-de-água. Para os autores Alejandro Sosa e Hugo Cordo este controlo biológico é mais resiliente do que os controlos biológicos existentes e os herbicidas que já estão em vigor, para combater o jacinto-de-água invasivo (Sosa *et al.*, 2007). A eficácia de diferentes estratégias de libertação de *M. scutellaris* foi testada

experimentalmente num tanque, comparando-se a libertação única e múltipla de adultos e de *E. crassipes* infestados com ovos. A dispersão pós-libertação foi avaliada num transecto linear, com dois tratamentos de diferentes densidades. Todos os métodos foram bem-sucedidos no estabelecimento populacional, sem diferenças significativas entre os tratamentos.

Outro inseto considerado como agente de controlo biológico é o gafanhoto semiaquático (*Cornops aquaticum*). Este inseto é específico para o jacinto-de-água e a sua família e, além de se alimentar da planta, introduz uma infestação patogénica secundária. Este inseto foi introduzido no norte da extensa zona húmida do Pantanal, no estado de Mato Grosso do Sul, Brasil (Silva *et al.*, 2010).

Existem outros agentes de controlo biológico que também têm potencial depois de testados e acautelados que não são ameaça para outras espécies nativas ou que não tenham características para elas próprias se tornarem invasores em determinados habitats e climas, tais como: *Acremonium zonatum*, *Cercospora Pioropi thart*, *Niphograptia albiguttalis* (Warner), *Orthogalumna terebrantis*, *Bellura densa* (caminhante), *Xubida infusila* (Winston *et al.*, 2023). Há um outro agente biológico bem conhecido, também com resultados satisfatórios para controlar o jacinto-de água, é a carpa herbívora (*Ctenopharyngodon idella*), já que revela uma elevada taxa de ingestão e uma grande eficiência no controlo de variadas infestantes aquáticas. No entanto, tem demonstrado que também destrói as espécies nativas, colocando muitas reservas ao interesse como agente de controlo do jacinto-de-água (Catarino, 1995)

Alguns autores consideram que a carpa herbívora, mesmo não tendo afinidade alimentar específica para o jacinto-de-água, é um importante instrumento na gestão da vegetação aquática. Esta espécie consegue ingerir até 40% do seu peso corporal por dia e apresenta comportamentos de elevada resistência a uma grande amplitude de condições, sendo tolerante a uma ampla gama de condições ambientais (temperatura, condições limnológicas, velocidade da corrente e outras). Geralmente não se reproduz naturalmente fora do seu habitat nativo e tem uma longevidade considerável, o que permite uma boa gestão dos efetivos populacionais (Gopal *et al.*, 1981; Gopalakrishnan *et al.*, 2011), mas tem sido unânime na comunidade científica não recomendar a sua utilização.

Em Portugal o jacinto de água não tem nenhum predador natural, e ainda não foi introduzido nenhum agente de controlo biológico para conter a sua proliferação, apesar dos registos da sua presença datarem desde 1930 (Marchante e Marchante, 2020).

No entanto, os meios de controlo que vão sendo mais eficazes e de possível aplicação sem maiores riscos de impactos ambientais, com os recursos e conhecimento atual validado em grande parte das regiões infestadas com o jacinto-de-água, continuam a ser a prevenção através do controlo do excesso de nutrientes nas águas e a prevenção da disseminação dessa espécie através de forte monitorização, o que se consegue com alguma segurança a partir dos métodos mecânicos.

2.5 Legislação portuguesa e europeia

O atual Decreto-Lei (DL) que regulamenta as espécies invasoras em Portugal é o DL nº 92/2019, de 10 de julho e o Regulamento (UE) é o 1143/2014 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 22 de outubro de 2014. Tanto a Legislação Nacional como a da União Europeia têm demonstrado empenho assinalável para lidar com a problemática das espécies exóticas invasoras.

O regulamento da União Europeia nº 1143/2014 determina princípios de prevenção e gestão das espécies exóticas invasoras. Estabelece normas para impedir, minimizar e atenuar os impactos adversos na biodiversidade, da introdução e propagação de espécies exóticas na UE. São reconhecidas cerca de 12 000 espécies presentes no meio ambiente da União e de outros países europeus como espécies exóticas, das quais aproximadamente 10% a 15% são consideradas invasoras, representando uma séria ameaça à biodiversidade e serviços do ecossistema e saúde pública, bem como tendo outros impactos sociais e económicos (Invasoras.pt, 2017).

Esta legislação abrange três tipos de intervenção: prevenção, deteção precoce e erradicação rápida, e gestão; e assenta numa lista de espécies exóticas invasoras que suscitam preocupação na União Europeia ("Lista da União") a ser desenvolvida pelos Estados-Membros com base em análises de risco e provas científicas, e a qual deveria estar finalizada em janeiro 2016 (artigos 4º e 5º), sendo posteriormente atualizada. As espécies listadas serão proibidas na União Europeia, isto é, as espécies não poderão ser introduzidas no território da União, criadas, comercializadas, usadas ou libertadas no ambiente (artigo 7º).

2.5.1 Instrumentos da política da UE relativos à qualidade das massas de água, conservação da natureza e da biodiversidade

A Diretiva Quadro da Água (DQA), Diretiva 2000/60/CE, principal instrumento da Política da União Europeia relativa à água, estabelece um quadro de ação comunitária para a proteção das águas de superfície interiores, das águas de transição, das águas costeiras e das águas subterrâneas, tendo sido transposta para o direito nacional através da Lei n.º 58/2005, de 29 de dezembro, Lei da Água (LA), alterada pelos Decretos-Lei n.º 245/2009, de 22 de setembro, n.º 60/2012, de 14 de março, e n.º 130/2012, de 22 de junho, e pelas Leis n.º 42/2016, de 28 de dezembro, e n.º 44/2017, de 19 de junho.

Esta Diretiva estabelece, no seu artigo 4.º “Objetivos Ambientais”, que os Estados - Membros deverão aplicar as medidas necessárias para proteger, melhorar e recuperar todas as massas de águas de superfície, e evitar a sua deterioração, no sentido de atingir a classificação de “Bom Estado”, garantindo o cumprimento das normas e objetivos para as áreas protegidas (Diário da República, 2020). Nestas zonas incluem-se as designadas áreas de proteção de habitats ou de espécies, onde a manutenção ou a melhoria do estado da massa de água é um fator de garantia importante para a sua proteção.

Incluem-se nas áreas protegidas os sítios relevantes da Rede Natura 2000, designados ao abrigo da Diretiva 92/43/CEE, com a redação dada pela Diretiva 97/62/CE - Diretiva Habitats, e da Diretiva 79/409/CEE, com a redação dada pela Diretiva 2009/147/CE - Diretiva Aves.

A DQA está, assim, fortemente ligada às diretivas e políticas ambientais da União Europeia para a conservação da natureza e biodiversidade, com as quais é totalmente coerente, contribuindo para a prossecução dos seus objetivos e vice-versa.

Neste contexto, os objetivos das diretivas relativas à conservação da natureza e biodiversidade devem ser integralmente considerados no planeamento e na gestão da água, estando em total consonância com os objetivos definidos para as Áreas Classificadas. Massas de água que apresentem um bom estado ecológico, por exemplo, criam ecossistemas aquáticos resilientes e saudáveis, que suportam uma biodiversidade elevada, tornando-os mais capazes de oferecer resistência ao estabelecimento de espécies exóticas invasoras.

A Estratégia da União Europeia para a Biodiversidade estabelece metas para o restauro dos ecossistemas, que são consistentes com os objetivos da DQA e que contribuem para a proteção dos ecossistemas de água doce no contexto mais amplo da proteção da biodiversidade.

A Estratégia Nacional de Conservação da Natureza e Biodiversidade 2030 (Diário da República, 2018), que tem em consideração os compromissos assumidos no âmbito da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, o Plano Estratégico da Convenção sobre a Diversidade Biológica e a Estratégia da União Europeia para a Biodiversidade, aprovada pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 55/2018, de 7 de maio, assume três vértices estratégicos: i) Melhorar o estado de conservação do património natural; ii) Promover o reconhecimento do valor do património natural; e iii) Fomentar a apropriação dos valores naturais e da biodiversidade pela sociedade, prosseguindo uma visão de longo prazo que estipula como meta alcançar o fim da perda da biodiversidade nacional, aprofundando a sua conservação e utilização sustentável.

A ENCNB 2030 identifica a proliferação das espécies exóticas que ameaçam os ecossistemas, habitats ou espécies como uma das principais ameaças à biodiversidade, que afeta a prossecução dos objetivos definidos no vértice estratégico, designado como Eixo 1: “Melhorar o estado de conservação do património natural”.

O Eixo 1 desta Estratégia estabelece as medidas que contribuem para o cumprimento do objetivo identificado na matriz estratégica como “1.4 — Reforçar a prevenção e controlo de espécies exóticas invasoras a nível nacional e no quadro da UE”, nomeadamente “Elaborar o Plano Nacional de Prevenção e Gestão das Espécies Exóticas Invasoras (PNPGEEI)” e “Concretizar um **sistema de prevenção, de alerta precoce e de resposta rápida** à introdução e disseminação de espécies exóticas invasoras”.

Neste contexto, foi publicado o Decreto-Lei n.º 92/2019, de 10 de julho, que revê o regime instituído pelo Decreto-Lei n.º 565/99, de 21 de dezembro, e que visa concretizar as medidas previstas na ENCNB 2030 e assegurar a execução, na ordem jurídica nacional, do Regulamento (UE) n.º 1143/2014, de 22 de outubro de 2014, do Parlamento Europeu e do Conselho, relativo à prevenção e gestão da introdução e propagação de espécies exóticas invasoras. Este Decreto-Lei estabelece no seu Anexo II, conforme previsto no n.º 1 do artigo 17.º, a Lista Nacional de Espécies Invasoras, de acordo com o referido na secção anterior.

Do disposto no Decreto-Lei n.º 92/2019, de 10 de julho, salienta-se o seu artigo 28.º, que define o seguinte:

1) As espécies constantes da Lista Nacional de Espécies Invasoras com ocorrência verificada no território nacional devem ser objeto de **planos de ação nacionais** ou **locais** com vista ao seu controlo, contenção ou erradicação;

2) Os **planos de ação nacionais** são promovidos pelas entidades competentes em razão da matéria, em articulação com o ICNF e aprovados por Resolução do Conselho de Ministros;

3) Os **planos de ação locais** são promovidos por qualquer entidade pública ou privada, com competência ou interesse na matéria, e aprovados pelo ICNF.

Para a prossecução dos objetivos da DQA/Lei da Água, e de acordo com o disposto no artigo 11.º da DQA, os Estados-membros devem elaborar para cada uma das suas regiões hidrográficas um Plano de Medidas, parte integrante do respetivo Plano de Gestão da Região Hidrográfica (PGRH), de acordo com o disposto no artigo 13.º da DQA.

Os PGRH de Portugal Continental para o período 2016-2021 foram publicados pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 52/2016, de 20 de setembro, retificada e republicada pela Declaração de Retificação n.º 22-B/2016, de 18 de novembro.

De acordo com os PGRH em vigor, as infestações de jacinto-de-água (*Eichhornia crassipes*), em associação ou não com outras infestantes aquáticas, como sejam as diferentes espécies de erva-pinheirinha (*Myriophyllum aquaticum*, *M. brasiliensis* e *M. heterophyllum*), que constam da Lista Nacional de Espécies Invasoras, foram consideradas pressões significativas que podem afetar o bom estado de uma massa de água.

Em consequência, os PGRH incluíram nos Programas de Medidas, ações que visam o controlo, contenção ou erradicação do jacinto-de-água, em associação ou não com as outras infestantes aquáticas. Os PGRH já constituídos, incluindo fichas de medidas regionais e específicas são os seguintes para as diferentes Regiões Hidrográficas (RH):

1. RH1: Minho e Lima

i. PTE4P01M01_SUP_RH1 - Controlo de espécies invasoras em habitats selecionados – Minho, que consiste na avaliação da ocorrência das espécies de vegetação invasoras pinheirinha (*Myriophyllum aquaticum*), Elódia (*Egeria densa*), *Stenotaphrum secundatum* e *Baccharis halimifolia*, e controlo da sua dispersão;

ii. PTE4P01M02_SUP_RH1 - Controlo de espécies invasoras em habitats selecionados - Lima, que consiste na avaliação da ocorrência das espécies de vegetação invasoras

pinheirinha (*Myriophyllum aquaticum*), elódea (*Egeria densa*), *Stenotaphrum secundatum* e *Baccharis halimifolia*, e controlo da sua dispersão.

2. RH2: Cávado, Ave e Leça

i. PTE4P01M01_SUP_RH2 - Controlo de espécies invasoras em habitats selecionados – Cávado, que consiste na avaliação da ocorrência das espécies de vegetação invasoras pinheirinha (*Myriophyllum aquaticum*), elódea (*Egeria densa*), **jacinto-de-água (*Eichhornia crassipes*)**, *Stenotaphrum secundatum* e *Baccharis halimifolia*, e controlo da sua dispersão;

ii. PTE4P01M02_SUP_RH2 - Controlo de espécies invasoras em habitats selecionados – Ave, que consiste na avaliação da ocorrência das espécies de vegetação invasoras pinheirinha (*Myriophyllum aquaticum*), elódea (*Egeria densa*), **jacinto-de-água (*Eichhornia crassipes*)**, *Stenotaphrum secundatum* e *Baccharis halimifolia*, e controlo da sua dispersão.

3. RH3: Douro

i. PTE3P02M13_SUP_RH3 - Estudo de Requalificação Ambiental e Paisagística da Ribeira de Oura, no concelho de Chaves, Intervenções pontuais e localizadas com vista à limpeza e remoção de detritos e erradicação de espécies infestantes; Recuperação e conservação dos bosques ripícolas.

4. RH4A: Vouga, **Mondego** e Lis

i. PTE4P01M01_SUP_RH4 - Controlo de espécies invasoras, nomeadamente o **jacinto-de-água" (*Eichhornia crassipes*)**, na Pateira de Fermentelos e na Barrinha de Mira, com envolvimento da Agência Portuguesa do Ambiente (APA) e do Instituto da Conservação da Natureza das Florestas, I. P. (ICNF, I.P.). Esta medida vai contribuir para a melhoria do estado das massas de água PT04VOU0543A Rio Cértima, PT04VOU0566 Vala do Regente Rei e PT04VOU0568 afluente da Vala da Cana.

5. RH5A: Tejo e Ribeiras do Oeste

i. PTE4P01M01_SUP_RH5 - Implementação de um Plano de Ação para o controlo das infestantes aquáticas, em particular da *Azolla* sp., de **jacinto-de-água (*Eichhornia crassipes*)** e da erva pinheirinha (*Myriophyllum verticillatum*), no rio Tejo e afluentes onde se tenha verificado a sua ocorrência, nomeadamente nos rios Sorraia e Sôr, cuja responsabilidade cabe à APA, com o envolvimento das Associações de Regantes e Beneficiários.

6. RH6: Sado e Mira

i. PTE4P01M01_SUP_RH6 - Plano de controlo de infestantes aquáticas na Região Hidrográfica do Sado e do Mira, cuja responsabilidade cabe à APA, com o envolvimento da EDIA-Empresa de Desenvolvimento e Infraestruturas de Alqueva e das Associações de Regantes.

7. RH7: Guadiana

i. PTE4P01M03_SUP_RH7 - Prevenção de risco de contaminação com **jacinto-de-água (*Eichhornia crassipes*)** no rio Guadiana e área de influência do Empreendimento

de Fins Múltiplos de Alqueva, cuja responsabilidade cabe à APA, com o envolvimento da EDIA-Empresa de Desenvolvimento e Infraestruturas de Alqueva.

ii. PTE4P01M01_SUP_RH7 - Plano de controlo de infestantes aquáticas na Bacia Hidrográfica do Guadiana, cuja responsabilidade cabe à APA, com o envolvimento da EDIA-Empresa de Desenvolvimento e Infraestruturas de Alqueva e das Associações de Regantes.

8. RH8: Ribeiras do Algarve

2.5.2 Evolução da legislação nacional e da UE para evitar a propagação de espécies exóticas invasoras

Em Portugal o primeiro decreto-lei para regular o controlo da propagação do jacinto-de-água foi promulgado 35 anos após o primeiro registo desta espécie aquática nas nossas massas de água, em charcos temporários da Herdade do Rio Frio, em Fernão Ferro, na bacia do Sado. Trata-se do Decreto-Lei n.º 165/74, de 22 de abril de 1974, o qual proibia a importação, propagação, venda, transporte ou detenção de jacinto-de-água (*Eichhornia crassipes*), tendo sido revogado só em 1999 pelo DL 565/99, de 21 de dezembro.

É apresentada de seguida uma súmula da legislação relevante e complementar que foi desenvolvida a nível nacional para o controlo da propagação das EEI (espécies exóticas invasoras), alguma da qual se trata apenas da transposição de diretivas da União Europeia para o quadro legislativo nacional:

- Decreto-Lei n.º 565/99, 21 de dezembro: regulava o uso e a introdução na Natureza de espécies de flora e fauna não indígenas (revogado pelo DLº 92/2019, 10 de julho);
- Resolução do Conselho de Ministros n.º 6-B/2015: Estratégia Nacional para as Florestas (ENF);
- Decreto-Lei n.º 121/2017, 20 de setembro: estabelece as medidas necessárias para o cumprimento e aplicação, em território português, da CITES e do Regulamento(CE) n.º 338/97;
- Resolução do Conselho de Ministros n.º 55/2018, 7 de maio: Estratégia Nacional para a Conservação da Natureza e da Biodiversidade (ENCNB 2030);
- Decreto-Lei n.º 92/2019, 10 de julho: estabelece o regime jurídico aplicável ao controlo, à detenção, à introdução na natureza e ao repovoamento de espécies exóticas da flora e fauna e assegura a execução, na ordem jurídica nacional, do

Regulamento (UE) n.º 1143/2014, revogando o DL n.º 565/99. Contém os seguintes anexos:

- 1) Anexo I -Aviso que os comerciantes devem afixar nas lojas;
 - 2) Anexo II -Lista Nacional de Espécies Invasoras (LNEI);
 - 3) Anexo III -Lista de espécies sujeitas a regime de exceção.
- Resolução do Conselho de Ministros n.º 45/2023, 22 de maio: Aprova o Plano de Ação Nacional para as vias prioritárias de introdução não intencional de espécies exóticas invasoras em Portugal continental, e cria a comissão de acompanhamento do Plano de Ação, que integra esta resolução e é constituída por 12 instituições públicas, desde o controlo aduaneiro ao ICNF, Direção Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural, INIAV, APA e IPMA. Também define e distribui as competências técnicas de cada entidade no Plano de Ação.

De acordo com o estabelecido pelo Decreto-Lei 92/2019, o Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas, I. P. (ICNF, I. P.), é a autoridade nacional competente, nos termos e para os efeitos do Regulamento (UE) n.º 1143/2014, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 22 de outubro de 2014, para, em articulação com as entidades públicas setorialmente competentes, realizar uma análise exaustiva das vias de propagação e introdução acidental na natureza de espécies invasoras, incluindo nas águas marinhas, identificar as vias de introdução que exigem uma ação prioritária devido ao volume das espécies ou aos danos reais e potenciais causados pelas espécies introduzidas por essas vias, e propor os planos de ação necessários para controlar as vias prioritárias identificadas.

Ainda de acordo com o referido decreto-lei, estes planos de ação devem incluir os calendários de atuação e definir os meios e os instrumentos financeiros e fiscais, bem como os instrumentos de execução disponíveis para a sua concretização, e descrever as medidas a adotar para evitar a introdução na natureza ou o repovoamento de espécies invasoras no território nacional.

O ICNF faz a coordenação nacional, sendo a autoridade competente para a aplicação do Reg. 1143/2014 e Dec.-Lei n.º 92/2019. A Autoridade Tributária e Aduaneira (AT) e a DGAV são as autoridades competentes para os controlos oficiais nos postos de inspeção fronteiriços, em virtude do Art. 15 do Reg. 1143/2014, Arts. 3 e 30 do Dec.-Lei92/2019.

A fiscalização fica a cargo das instituições: CCDRs, DRAPs, DGAV, DGRM, APA, AT, GNR, PSP e do próprio ICNF.

O regulamento europeu (UE) 1143/2014 obriga à elaboração dos seguintes instrumentos e implementação das seguintes ações:

- Planos de ação para as vias de introdução art. 13
- Sistema de vigilância art. 14
- Controlos oficiais (aduanheiros) art. 15
- Notificações de deteção precoce art. 16
- Erradicação rápida numa fase inicial de invasão art. 17
- Medidas de gestão de Espécies Exóticas Invasoras (EEI) propagadas em larga escala art. 19

Não sendo possível concretizar quantos e quais os planos de ação locais implementados para o controlo ou combate ao jacinto-de-água, a título de exemplo apresenta-se apenas o Plano de Ação para o Combate do Jacinto-de-água em Montemor-o-Velho, no Anexo III.

O Decreto-Lei n.º 92/2019 está organizado do seguinte modo:

Cap. I - Disposições gerais (art. 1-4)

Art1 Exclui organismos já controlados por outros tipos de legislação

Cap. II Prevenção e controlo de espécies exóticas (art. 5-15)

Secção I - Detenção, cultivo, criação e comércio de espécies exóticas

Secção II – Introdução na natureza de espécies exóticas

Cap. III Espécies invasoras (art. 16-30)

Secção I - Regime de interdição de espécies invasoras

Secção II - Sistema de gestão, controlo e alerta

Cap. IV Regime excecional (art. 31-32)

Cap. V Regime sancionatório (art. 33-37)

Cap. VI Disposições finais e transitórias (art. 38-47)

O Decreto-Lei 92/2019 dita os seguintes requisitos:

De acordo com o **princípio de precaução** os requisitos legais para a introdução na natureza de espécies exóticas (Art. 13) deverão respeitar o seguinte:

- A espécie não está incluída na Lista Nacional de Espécies Invasoras (LNEI);
- A introdução na natureza apresenta vantagens inequívocas para o homem ou para as biocenoses naturais;

- Não existe nenhuma espécie indígena apta para o fim pretendido;
- Existe uma análise de risco favorável à introdução na natureza;
- Quando se trate de áreas classificadas, ilhas sem população humana residente, lagoas e lagunas naturais, o interessado deve demonstrar que a introdução é a única ação eficaz para a conservação da natureza ou para a salvaguarda da saúde ou segurança públicas.

Segundo o Art. 13, a avaliação de risco é obrigatória quando existe um pedido de introdução de qualquer espécie exótica na natureza. A responsabilidade pela avaliação de risco é do interessado e deve ser realizada por uma entidade externa imparcial (academia, centros de investigação, outras).

Portugal propôs incluir um artigo sobre este tema no Regulamento da UE, mas não foi aceite e, deste modo (Carmo, 2021):

- 1) não existe uma boa abordagem precaucionaria no Regulamento e
- 2) a avaliação de risco é obrigatória para a inclusão de espécies na Lista de Preocupação para a UE, mas qualquer espécie exótica não listada pode ser introduzida na natureza sem avaliação.

Para a detenção, cultivo ou criação de espécimes de espécies exóticas para fins comerciais, científicos ou pedagógicos, é necessária uma licença passada pelo ICNF e prevista apenas para as seguintes situações:

- a) Jardins botânicos, estufas, viveiros, hortos, lojas de plantas, jardins e outras estruturas produtoras ou fornecedoras de materiais de multiplicação de plantas;
- b) Parques zoológicos, safaris, circos e outras atividades de exibição de animais selvagens;
- c) Aquários, lojas e outros locais de venda de animais;
- d) Instalações para criação de animais.

A inclusão de uma espécie na Lista Nacional de Espécies Invasoras implica o seguinte:

- a) Interdição de introdução na natureza ou repovoamento;
- b) Interdição de detenção, cedência, compra, venda, oferta de venda, transporte, cultivo, criação ou utilização como planta ornamental ou animal de companhia;

- c) Interdição de devolução à natureza de espécimes que sejam capturados ou colhidos no exercício de uma atividade regulada por legislação especial, nomeadamente a caça ou a pesca;
- d) Adoção de medidas de gestão adequadas;
- e) Erradicação, por parte dos detentores, criadores ou viveiristas, ainda que sem fins comerciais, sem prejuízo do disposto nas medidas transitórias.

As alfândegas solicitam uma declaração do ICNF para todas as importações e exportações de plantas ou de animais vivos, ao abrigo do art. 12 do Dec.-Lei n.º 121/2017 (também para o transporte para Madeira e Açores).

Em Portugal não se podem deter espécies incluídas na LNEI, pelo que, caso sejam importadas, os seus espécimes podem ser apreendidos de imediato (Carmo, 2021).

A Resolução do Conselho de Ministros nº 45/2023, 22 de maio, determinava ser necessário e da responsabilidade do ICNF, o seguinte:

- 1) Análise exaustiva das vias de **propagação e introdução acidental** na natureza de EEI;
- 2) Elaboração de uma proposta de plano de ação único ou de um conjunto de **planos de ação para o controlo das vias prioritárias**;
- 3) Elaboração de um documento com os requisitos para a construção de um **sistema de vigilância de EEI**;
- 4) Desenvolvimento de um **plano de comunicação**.

Em Portugal Continental foram identificadas 11 vias prioritárias que são atualmente cobertas por 7 planos de ação, colocados à consulta pública: 1) Horticultura, 2) Ornamental, 3) Contaminante de material de viveiro e contaminante em plantas, 4) Transporte de material de *habitat*, 5) Animais de estimação, 6) Aquários e Terrários, 7) Aquacultura, 8) Contaminante em animais, 9) Veículos, 10) Incrustação de cascos de barcos e navios, 11) Dispersão natural das espécies.

2.5.3 Sistemas de Informação e Vigilância para a deteção precoce e Planos de Ação locais e nacionais

Para uma deteção precoce e resposta rápida na intervenção de controlo de propagação da EEI, a legislação concretiza a necessidade de serem implementadas:

- Uma rede de alerta coordenada pelo ICNF com pontos focais em cada entidade com competências de aplicação legal;
- Um Sistema de Informação e Vigilância de EEI (SIVEEI) que será utilizado como ferramenta principal para o sistema de deteção precoce (ou alerta precoce), contando já com uma plataforma de acesso público para os registos de avistamentos.

Ao nível da UE a ferramenta oficial é a EASIN / NOTSYS para que os Estados Membros notifiquem a Comissão e informem os demais Estados sobre as EEI de preocupação para a União, conforme o que é exigido pelo Reg. EU 1143/2014 para as espécies recém-detetadas. O projeto INVASORAS.pt é uma das ferramentas informais criada para a sinalização de plantas invasoras em Portugal, de acesso livre ao público, contendo muita informação científica e pedagógica, notícias e informação legal atualizada.

Os Planos de Ação para o controlo estão previstos no Dec.-Lei 92/2019, o qual refere no Art. 28 que “as espécies constantes da LNEI com ocorrência verificada no território nacional devem ser objeto de planos de ação nacionais ou locais com vista ao seu controlo, contenção ou erradicação”.

Ao abrigo do Dec.-Lei 565/99, nunca houve um plano nacional de controlo ou erradicação implementado, embora já previsse a implementação dos mesmos no Art. 18. Atualmente, ao abrigo do Dec.-Lei 92/2019 já existe trabalho na matéria relativamente às seguintes espécies: Invasoras lenhosas (*Acacia/Hakea*), *Eichhornia crassipes* (jacinto-de-água), *Carpobrotus edulis* (chorão), *Lagarosiphon major* (elódea africana), Outras espécies de plantas (Açores, Madeira e Continente), Tartarugas exóticas, *Xenopus laevis* (rã de unhas africana), Cabras, coelhos e ratos (Madeira), Peixes de água doce, *Vespa velutina* (vespa-asiática).

Os planos de ação aprovados até à data e em vigor são apenas (ICNF, I.P.):

- Planos de ação locais para o jacinto-de-água (*Eichhornia crassipes*)
- Plano de ação nacional para o lagostim-vermelho (*Procambarus clarkii*)

- Plano de ação nacional para a vespa-asiática (*Vespa velutina*)

As espécies que se seguem são consideradas “Espécies sob Controlo” (ICNF, I.P.) sujeitas a planos de controlo e erradicação (caso da rã de unhas africana), com planos de ação aprovados, mas ainda não implementados (caso da ostra japonesa) ou simplesmente planos de monitorização e controlo (casos da erva-dos-pampas, plantas lenhosas *Acácia*, *Hakea* e *Ailanthus* e figueira da Índia). Muito do trabalho feito ou implementado depende do financiamento de projetos para as ações de sensibilização e de controlo junto das populações:

- Plano de ação local para a rã-de-unhas africana (*Xenopus laevis*)
- Plano de ação nacional para o peixe-gato-europeu (*Silurus glanis*)
- Plano de ação nacional para a sanguinária-do-Japão (*Fallopia spp.*)
- Plano de ação nacional para a erva-das-Pampas (*Cortaderia selloana*)
- Plano de ação nacional para as invasoras lenhosas (*Acacia*, *Hakea*, *Ailanthus*)

2.5.4 Lista das espécies exóticas invasoras da UE e lista nacional (LNEI)

A Lista das EEI da União Europeia consolidada identifica 88 espécies exóticas invasoras de maior preocupação (47 animais e 41 plantas) comprovadas cientificamente, das quais o jacinto-de-água (*Eichhornia crassipes*) faz parte.

O regulamento da UE prevê que após a adoção da Lista da União, os Estados-Membros devem estabelecer um sistema de vigilância para deteção precoce e erradicação rápida das espécies exóticas invasoras que suscitem preocupação na União (Artigo 14º), bem como implementar medidas de gestão eficazes (Artigo 19º). Se justificado, os Estados-Membros deverão adotar medidas de recuperação adequadas para apoiar a recuperação dos ecossistemas invadidos (Artigo 20º).

Em Portugal continental o número de espécies de plantas exóticas, incluindo espécies casuais, naturalizadas e invasoras, tem aumentado muito, sendo mais de 670 espécies, o que corresponde a aproximadamente 18% da flora nativa (Almeida, 1999).

Nos arquipélagos da Madeira e dos Açores, o número de espécies exóticas é também muito elevado. Estão referidas 430 espécies exóticas, o que equivale a cerca de 43% da flora vascular existente no arquipélago da Madeira e, nos Açores, das cerca de 1000 espécies de plantas vasculares presentes, aproximadamente 60% serão exóticas (IFCN IP-RAM, 2020; Life IP Azores Natura, 2023).

No território nacional é o Decreto-Lei Nº 92/2019, de 10 de julho, que respondendo ao que está previsto no regulamento da UE, regula o controlo e combate às espécies exóticas invasoras, instituindo mecanismos de **monitorização, deteção precoce e reação rápida** para conter a propagação de espécies invasoras, que envolve a participação em rede de diversos setores de atividade e níveis de governação, a que acresce a manutenção dos **planos de controlo, contenção e erradicação** já previstos nos regimes jurídicos anteriores, mas cuja elaboração se espera ganhar agora uma maior efetividade (Invasoras.pt, 2019).

O Decreto-Lei 92/2019, de 10 de julho, inclui a Lista Nacional de Espécies Invasoras (LNEI), apresentada no Anexo II, a qual é constituída por 18 espécies de algas, mais de 200 plantas (algumas em que estão incluídos os géneros inteiros, como é o caso de *Acacia* spp., pelo que não é possível contar o número exato de espécies), 20 moluscos, mais de 4 insetos, 14 crustáceos, mais de 30 peixes, 4 anfíbios, mais de 10 répteis, 18 aves e mais de 23 mamíferos. Prevê ser interdita a detenção, cultivo, criação, comércio, introdução na natureza e o repovoamento de espécimes de espécies incluídas nesta Lista (Artigo 16.º). A lista inclui espécies assinaladas como sendo espécies invasoras apenas na Região Autónoma da Madeira (Invasoras.pt, 2019; IFCN IP-RAM, 2020).

O nº 3 do Artigo 17º prevê que a Lista Nacional de Espécies Invasoras seja revista com uma periodicidade não superior a seis anos, sem prejuízo de a revisão poder ocorrer a qualquer momento, sempre que justificável. E o Artigo 18º abre a possibilidade de, oficiosamente ou a requerimento de qualquer interessado, se incluírem novas espécies invasoras na Lista Nacional de Espécies.

O Decreto-Lei 92/2019 prevê que, para efeitos do número anterior, o ICNF, I. P., identifique de forma atualizada no respetivo sítio na Internet, até seis meses após a primeira ocorrência verificada no território nacional, as espécies do Anexo II ao presente decreto-lei a sujeitar, respetivamente, a planos de controlo, contenção ou erradicação, bem como as entidades competentes e o prazo para a respetiva elaboração (Artigo 28º, ponto 2).

Das espécies exóticas invasoras (EEI) identificadas na lista europeia, além do jacinto-de-água, as plantas invasoras aquáticas de maior representatividade e dispersão em Portugal são: elódea ou elódea-comum (*Elodea canadensis*), elódea-densa (*Egeria densa*) e elódea-africana (*Lagarosiphon major*), ludevígia-rastejante (*Ludwigia peploides*) e pinheirinha-de-água (*Myriophyllum aquaticum*).

2.6 Valorização do jacinto-de-água como contributo para o seu controlo

O aproveitamento de plantas aquáticas como agentes purificadores da água em lagoas construídas com a finalidade de manter as macrófitas aquáticas em intenso crescimento, pode justificar-se pela sua intensa absorção de nutrientes e pelo seu rápido crescimento. No entanto, tendo em conta o que se conhece atualmente relativamente aos riscos associados às espécies exóticas com potencial invasor, assim como a legislação atualmente em vigor, só se deverá recorrer a espécies nativas para esses fins. O aproveitamento da biomassa removida em ações de controlo, também apresenta várias possibilidades de valorização (Romitelli, 1983).

As lagoas de depuração são utilizadas para auxiliar no tratamento de efluentes urbanos e/ou industriais. As primeiras lagoas de depuração foram instaladas nos Estados Unidos e na Austrália, na década de 40 do século XX (Auerswald, 1979).

A introdução das plantas aquáticas tais como *Pontederia*, *Phragmites*, *Typha*, *Juncus* e *Bambus*, nas lagoas de depuração visando a melhoria da qualidade do efluente, principalmente no que diz respeito à redução das concentrações de azoto e fósforo, tem demonstrado elevada eficiência, mas deverá restringir-se o seu uso aos locais de origem. Estas plantas também exercem um papel importante na remoção de substâncias dissolvidas, assimilando-as e incorporando-as à sua biomassa (Auerswald, 1979).

O jacinto-de-água é capaz de retirar quantidades consideráveis de fenóis, metais pesados e outras substâncias poluentes tais como 0,7mg de Cd/g de peso seco e 0,5mg de Ni/g de peso seco (Neto, 1988). Segundo Camargo (1991), o jacinto-de-água absorve ortofosfatos na ordem de 14,56 a 58,58 mg/g/h e de 60,65 a 239,92 mg/g/h de azoto. Pode-se considerar uma boa estimativa 1,33 a 3,33% p.s. de azoto; 0,14 a 0,80% p.s. de fósforo e de 1,60 a 6,70% de p.s. de potássio presentes na biomassa de jacinto-de-água numa unidade de fitodepuração de aproximadamente 1500 m² (Rodrigues, 1985).

A eficiência de *Eichhornia crassipes* no tratamento terciário de efluentes em lagoas de estabilização foi demonstrada por Rodrigues (1985) e Romitelli (1983), entre outros. De acordo com os estudos levados a desenvolver na altura, uso desta planta em lagoas de depuração, em conjunto com as lagoas de estabilização, ofereciam uma solução económica e ecológica para o tratamento de esgotos em pequenas comunidades, garantindo boa qualidade dos efluentes sem impactos negativos nos locais de abastecimento da água (Pompêo, 2008). No entanto, são estudos realizados em locais de onde esta planta é originária e com mais de 40 anos. As alterações climáticas e as evidências de que o potencial para plantas exóticas adquirirem

características de invasoras vem aumentando, indicam que os danos que possam ser causados são bem maiores do que os benefícios que possam ser retirados.

Como o poder adaptativo do jacinto-de-água é grande, o controle é muito difícil e dispendioso, não só na Europa, mas também noutros países onde tem comportamento invasor. Neste sentido, cada vez mais se procuram alternativas para ajudar a resolver os problemas associados à invasão. Isto pode passar pelo aproveitamento da sua biomassa, ou noutras formas de utilizações diversas. Contudo, é absolutamente crucial que nas regiões onde a espécie é invasora essas formas de valorização nunca promovam a espécie, servindo apenas para encontrar soluções para o excesso de biomassa que resultam das ações de controlo (Wetzel, 1981).

Em piscicultura, esta macrófita aquática *Eichhornia crassipes* foi utilizada como composto alimentar de larvas de *Colossoma macropomum* que alimentaram tilápias-do-nilo (*Oreochromis niloticus*), ambos os estudos demonstrando o potencial uso da planta como suplemento alimentar (Sipaúba *et al.*, 2002).

O empreendedor Henri Totin, especialista em economia verde, desenvolveu um projeto em aldeias do Benin, em África, capacitando os jovens para o uso da planta e dando valor às transformações, ou seja, a invasora tornou-se um recurso para a economia local. Os usos alternativos para a biomassa retirada são as fibras para manufatura de vários utensílios, produção de biogás, alimentação para animais e compostagem, porém é importante que essas alternativas não se tornem formas de dependência das comunidades carentes, para que não venham a estimular o cultivo da planta.

Todos estes métodos de aproveitamento do jacinto-de-água, tanto a utilização para materiais artesanais, como o uso de biogás e alimentos para animais, além da compostagem, são ferramentas estratégicas que podem ser bem desenvolvidas em comunidades que tenham a presença da invasora jacinto-de-água a par das ações de controlo da invasora. A compostagem resultou num fertilizante orgânico que permitiu aos agricultores locais aumentarem a fertilidade dos solos, com resultados evidentes no aumento das suas produções (Totin, 2023).

De fato, apesar de ser uma invasora no nosso território e em tantos onde é registada a sua presença em abundância, não será de desprezar o potencial que apresenta para ser valorizada em diferentes âmbitos desde a fitorremediação na recuperação da qualidade da água eutrofizada por excesso de nutrientes, com aplicação em estações de tratamento de águas residuais, à produção de biogás, de compostos/fertilizantes, rações para a alimentação animal

ou até mesmo para a degradação de compostos do petróleo (Mees, *et al.*, 2009; Ogamba *et al.*, 2015, Pérez *et al.*, 2015; Koutika e Rainey, 2015; Akarator *et al.*, 2019); podendo-se dizer que à medida que o conhecimento sobre as potenciais formas de valorização do jacinto-de-água evoluiu, houve uma mudança de paradigma na forma como esta invasora passou a ser vista (Malik, 2007; Meier *et al.*, 2014; Yan *et al.*, 2017).

Com os devidos cuidados técnicos para que não haja riscos de maior proliferação através dos órgãos vegetativos e reprodutivos, pode-se recuperar economicamente os custos do seu controlo enquanto invasora, através da valorização resultante da sua transformação ou processamento.

Os estudos que vêm sendo feitos desde os anos 80 confirmam o elevado valor do jacinto-de-água como matéria fertilizante por concentrar grande quantidade de nutrientes como N, P, K, Ca, Mg e micronutrientes para as plantas (Elserafy *et al.*, 1980; Gajalakshmi *et al.*, 2002) ou até mesmo proteínas e açúcares de interesse para a alimentação animal (Pérez *et al.*, 2015). O maior interesse sobre a compostagem e outras utilizações para o jacinto-de-água teve início a partir da primeira década de 2000 e são muito recentes (Mees *et al.*, 2009; Gajalakshmi *et al.*, 2002; Singh e Kalamdhad, 2012 e 2013) confirmando a compostagem como a melhor forma de valorizar o resíduo da invasora jacinto-de-água, mas reconhecendo apenas que é um bom material quanto à sua composição química, para ser adicionado aos demais resíduos orgânicos em proporções diferentes ou podendo ser ainda melhorado através da vermicompostagem. Mais recentemente tem-se referido que o aproveitamento da invasora para a produção de composto será uma das soluções mais viáveis para aumentar a sustentabilidade do seu controlo (Koutika e Rainey, 2015; Shirish *et al.*, 2019), mas não há ainda estudos consistentes ou evidentes que conjuguem uma avaliação global da viabilidade económica, ambiental e agronómica da solução, especialmente no sul da Europa, tal como o projeto BioComp_2.0. O projeto também se propôs avaliar a viabilidade técnica e o acréscimo de qualidade destes tipos de compostos face às demais matérias fertilizantes e condicionadoras do solo disponíveis no mercado para a Agricultura Biológica.

Os estudos europeus relativamente ao interesse de valorização do jacinto-de-água como composto ou biogás são escassos, uma vez que o problema atinge apenas os países do sul da Europa, com maior incidência em Espanha e Portugal, sendo que os estudos mais representativos têm sido realizados na região da Estremadura de Espanha (Téllez *et al.*, 2008; Pérez *et al.*, 2015), mas em Portugal não são conhecidos estudos exaustivos nesta temática,

nem nada que se assemelhe à definição de uma fileira que permitirá simultaneamente o controlo da invasora e a valorização dos seus resíduos e outros subprodutos da região, numa lógica de Economia Circular.

A valorização do jacinto-de-água por via da compostagem para a produção de composto agrícola com qualidade para utilização também em Agricultura Biológica, parece ser uma alternativa preferencial óbvia num país de solos pouco férteis, em que se estima que as necessidades de matéria orgânica a incorporar através de corretivos orgânicos, sejam de 116 Mt, para se atingirem níveis de matéria orgânica minimamente satisfatórios nos solos portugueses (Soares, 2018), tanto para uma produção agrícola e florestal mais sustentável e autónoma de fertilizantes sintéticos, como para que o solo aumente a sua resiliência aos processos erosivos e poluentes, podendo suportar ecossistemas terrestres e particularmente os sistemas edáficos, mais diversos.

O método de compostagem é um dos processos de valorização de resíduos mais económico e ambientalmente seguro, resultando em algumas vantagens ambientais às quais se pode associar as vantagens de quando a compostagem é realizada com o jacinto-de-água proveniente das ações de controlo da sua biomassa e que são as seguintes:

- Reciclagem da matéria orgânica reincorporando-a no solo;
- Redução da quantidade de resíduos enviados para incineração/aterro, aumentando a vida útil destes e reduzindo o impacto dos mesmos na área envolvente;
- Redução de matéria orgânica acumulada em pilhas na margem das linhas de água de onde é removida e que pode resultar no seu regresso ao leito quando há cheias;
- Redução de matéria orgânica acumulada em pilhas que pode resultar em problemas de salubridade das populações;
- Redução da contaminação da água e do solo, bem como da poluição atmosférica.

A **compostagem** é uma excelente solução para a valorização de resíduos orgânicos, produzindo compostos que são corretivos do solo, uma vez que pelo seu elevado teor em matéria orgânica estabilizada, são aplicados para corrigir ou melhorar as características físicas, químicas e biológicas do solo, aumentando a sua fertilidade e resistência aos processos de degradação, tais como a erosão hídrica e contaminação por poluentes (Brito, 2007; Trautmann e Krasny, 1997; Inácio e Miller, 2009). É um processo biológico de tratamento dos resíduos orgânicos, através do qual estes são transformados, pela ação de microrganismos, em material estabilizado e

utilizável na preparação de corretivos orgânicos do solo e de substratos para as culturas. O objetivo da compostagem é converter o material orgânico, que não está em condições de ser incorporado diretamente no solo, num fertilizante orgânico (adubo e condicionador), isento de sementes viáveis de infestantes ou microrganismos patogênicos, e desejavelmente isento de metais pesados absorvíveis pelas plantas e/ou moléculas orgânicas poluentes (Brito, 2007; Trautmann e Krasny, 1997; Inácio e Miller, 2009; Singh & Kalamdhad, 2015).

A prática de incorporação de compostos aumenta a diversidade biológica do solo e a sua atividade, contribuindo para a maior funcionalidade do mesmo na ciclagem e aproveitamento dos nutrientes pelas plantas, reduzindo os impactos provocados por lixiviação profunda e/ou arrastamento superficial de nutrientes em excesso, aumentando a qualidade da água subterrânea e superficial (Brito, 2007 e 2017; Inácio e Miller, 2009).

A compostagem do jacinto-de-água nos países do sul da Europa é um método que resulta bem dada a capacidade da invasora para concentrar elevados teores de nutrientes como o azoto, fósforo e potássio e poder-se obter um grau satisfatório de compostagem num período relativamente curto (Brito, 2017).

Sendo plantas acumuladoras por excelência de nutrientes e demais elementos químicos que possam estar presentes na água, é sempre crucial determinar o nível de transformação de eventuais metais pesados ou outros poluentes que possam estar bioacumulados nas mesmas, uma vez que é sabido que a intensa e diversificada atividade microbiológica poderá transformar esses elementos, alterando-lhes a natureza e características originais, associando-os a diferentes frações do solo, podendo impedir a posterior absorção pelas plantas. Nesta matéria há resultados concretos da compostagem com jacinto-de-água que demonstram alterações e associação a uma fração particular do solo com grande eficiência, anulando a possibilidade de serem absorvidos pelas plantas (Singh & Kalamdhad, 2012, 2013, 2015).

2.6.1 Análise SWOT relativa aos desafios de valorização de uma planta invasora

No desenvolvimento de qualquer produto ou modelo de negócio, é recomendável fazer-se pelo menos uma análise SWOT (*strengths, weaknesses, opportunities, threats*) para se perceber quais são os pontos fortes e fracos, as ameaças e as oportunidades do que está a ser desenvolvido ou de alguma nova proposta (Costa *et al.*, 2024).

A Tabela 1 apresenta uma análise SWOT relativa à valorização do jacinto-de-água como composto agrícola, na qual são identificados os *Pontos Fortes* e os *Pontos Fracos*, as *Oportunidades* e as *Ameaças*.

Uma matriz SWOT permite formular outras interpretações da análise de dimensões, tais como identificação da alavancagem, da vulnerabilidade, das restrições e dos problemas previsíveis, considerando que as estratégias terão de ser adaptadas à realidade do projeto em questão (Porter, 1980). A Figura 15 apresenta os cruzamentos possíveis de desafios entre *pontos fortes* e *ameaças* e entre *pontos fracos* e *oportunidades*.

Tabela 1- Descrição dos *Pontos Fortes* e *Pontos Fracos* versus *Oportunidades* e *Ameaças* relativos à valorização do jacinto-de-água como composto agrícola

Pontos Fortes (S)	1. Grande disponibilidade de matéria-prima para produção de compostos agrícolas de alta qualidade (biomassa de jacinto-de-água + subprodutos agropecuários, agroindustriais e florestais), até mesmo para a Agricultura Biológica. 2. Potencial para comercializar biocomposto em grande escala devido ao défice de matéria orgânica nos solos portugueses. 3. Contribuir para o controlo do jacinto-de-água, promovendo retorno económico.
Pontos Fracos (W)	1. Falta de incentivos financeiros para expandir a infraestrutura de compostagem. 2. Concorrência com outros produtos no mercado que melhoram a fertilidade dos solos agrícolas. 3. Dificuldade em obter equipamentos e mão de obra para controlo da invasora.
Oportunidades (O)	1. Abundância de matéria-prima disponível para compostagem. 2. Grande procura por corretivos orgânicos para se cumprir com a estratégia da UE de solos saudáveis para suportar agricultura sustentável e aumentar o sequestro de carbono. 3. Poder expandir-se mais rapidamente a área de controlo do jacinto-de-água se essa ação resultar em retorno económico.
Ameaças (T)	1. Dificuldade na sincronização das operações de controlo com o tempo de maturação das pilhas de compostagem. 2. Risco de dependência económica do composto, o que poderá gerar efeito contraproducente ao aumento do controlo do jacinto-de-água. 3. Aumento do risco de contaminação ao transportar matéria-prima por longas distâncias, se os centros de compostagem não estiverem próximos dos centros de controlo e retirada do jacinto-de-água.

Fonte: Adaptado da matriz SWOT economias.pt

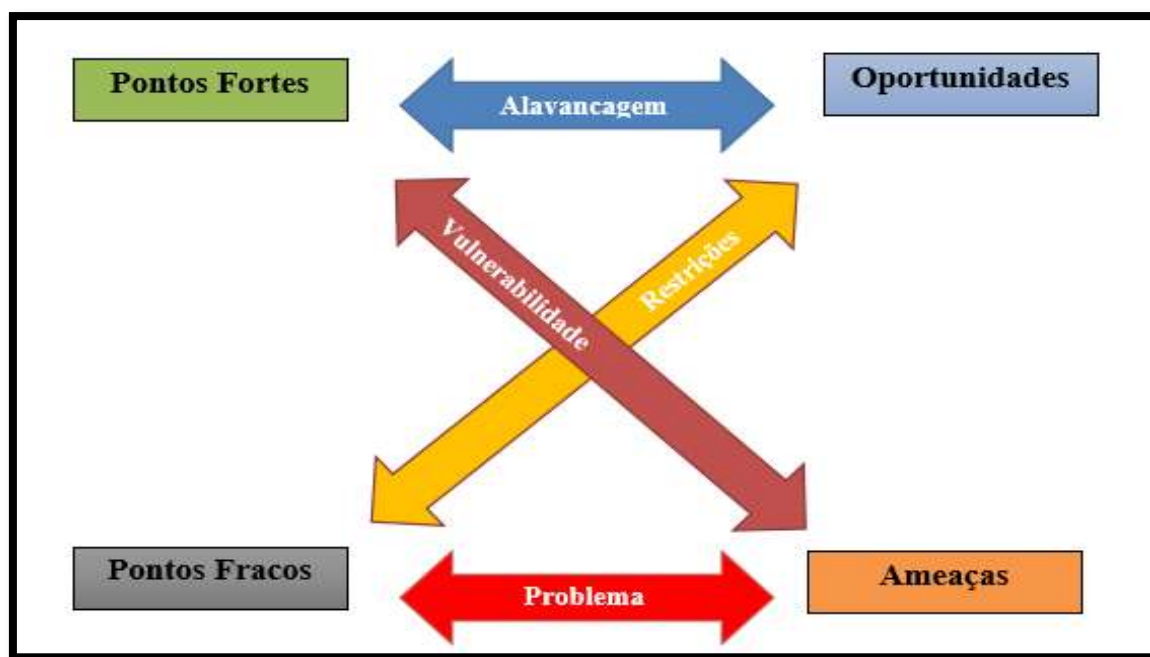


Figura 15- . Novas interpretações extraídas da Matriz SWOT. Fonte: Revista Económica.pt

O esquema da Figura 15 mostra que a estratégia de alavancagem ocorre quando um **ponto forte** encontra uma **oportunidade**. Esse cruzamento nos dá mais informações e desafios que podem ser determinantes no decorrer do projeto.

No atual cenário do controlo das invasoras, principalmente quando nos referimos especificamente ao jacinto-de-água, temos todos esses pontos que se cruzam e que podem permitir desenvolver estratégias de equilíbrio, entre as que já existem e as novas ideias/soluções que possam surgir, de acordo com o diagrama mostrado pela Figura 15.

Exemplos: **Alavancagem (Pontos Fortes & Oportunidades)**

Pontos fortes que abrem oportunidades de negócio, um desses pontos fortes é a compostagem do jacinto-de-água (matéria-prima rica em nutrientes) com outros sub-produtos da região, para ser transformado num biocomposto a preço mais acessível para os agricultores, dando prioridade aos agricultores que são da região de proveniência das matérias-primas, pois assim espera-se que contribuam de forma mais ativa no controlo da invasora, tornando-se parceiros/atores ecológicos prioritários e contribuindo efetivamente para a economia circular da região, o que é um dos princípios pilares do projeto BioComp_2.

Uma ideia que pode ser desenvolvida a partir desta alavancagem é a conceção de uma *aplicação informática* para registo dos agricultores e outras pessoas que tenham o interesse comum de recorrer a novas alternativas de compostos e fertilizantes orgânicos aos atuais

fertilizantes sintéticos utilizados nas suas produções. A ideia é que a aplicação também contenha informação pedagógica atualizada sobre o nível de invasão na região abrangida, meios e modos de controlo seguros da invasora (protocolo de biossegurança a respeitar), informação sobre os compostos produzidos, desde a sua constituição em matérias-primas originais, ao processo de compostagem, a composição química (teor em matéria orgânica e nutrientes) do composto final, sugestão de aplicações (doses por cultura e estágios fenológicos) e locais em que pode ser encontrado disponível para venda.

Outra oportunidade de negocio é criar *parcerias entre agricultores* nos locais onde a invasão por jacinto-de-água é comum, promovendo a participação dos próprios enquanto agentes de controlo da proliferação da invasora nos cursos de água. Respeitando os procedimentos de biossegurança, de modo organizado (enquanto cooperativa, associação de agricultores, associação de regantes ou outra) responsabilizar-se-iam pela deposição desta biomassa nos centros de compostagem, os quais poderão ser de gestão pública municipal ou regional, sendo a organização de coletores ressarcida com composto valorizado abaixo do valor comercial final e em quantidades definidas de acordo com um conjunto de critérios (por quotas, áreas abrangidas, número de agricultores, etc.). A sequência de procedimentos poderá ser também aplicada a um conjunto de agricultores de associações ou cooperativas, caso reúnam meios físicos e económicos para fazer a retirada do jacinto e valorizá-lo como composto, desde que o controlo da retirada de biomassa da água seja feito por uma entidade pública. O *desenvolvimento de ferramentas tecnológicas* como aplicações e plataformas informáticas para otimizar os circuitos de recolha, deposição temporária e destino final nos centros de compostagem, bem como os registos do fluxo de biomassa do jacinto-de-água, considera-se virem a ser essenciais para complementar a operacionalização do modelo de valorização proposto.

Exemplos: **Problemas (Pontos Fracos & Ameaças)**

Identifica-se haver um problema quando as ameaças incidem sobre um ponto fraco.

O que se pode identificar como pontos fracos sujeitos a maiores ameaças (maiores riscos de acontecerem)?

- A eventual concentração de metais pesados na biomassa do jacinto-de-água, podendo resultar num composto final com teores em metais pesados disponíveis fora dos limites que permitam classificá-lo com qualidade para a agricultura, sendo que no caso particular dos objetivos do

BioComp_2.0 é pretendido que a classificação seja de qualidade até para a utilização em Agricultura Biológica (Classe I);

- A falta de meios físicos e humanos disponíveis nas alturas oportunas para a retirada da invasora dos cursos de água com maior frequência. De fato, tem-se observado uma falta de mão-de-obra generalizada para as atividades agrícolas nas alturas de picos de atividades na agricultura (sementeira/plantio e colheitas), bem como o valor avultado dos equipamentos que dificultam a aquisição de várias unidades para operarem simultaneamente em várias frentes, o que tornaria bem mais eficaz a luta contra a proliferação da invasora. Estas questões podem restringir ou até impedir o desenvolvimento de uma ideia/projeto que se identifica com boa viabilidade económica e de elevada sustentabilidade ambiental e social.

Exemplos: **Restrições (Pontos Fracos & Oportunidades)**

A restrição ocorre quando os pontos fracos impedem o aproveitamento de uma oportunidade. No caso de um projeto de compostagem como propõe o BioComp-2.0, as restrições entre os pontos fracos e as oportunidades poderão ser:

- A viabilidade económica ou a rentabilidade do produto final, uma vez que terá de concorrer com variados produtos agrícolas no mercado para fins equivalentes. É provável ou expectável que venha a ser um produto muito regional, restrito à(s) zona(s) agrícola(s) abrangida(s) pela sua influência e das quais derivam também as demais matérias-primas para a produção do composto. O retorno económico para compensar os custos com o controlo da invasora não será tanto pela comercialização a grande escala do composto nos vários mercados agrícolas nacionais, mas será feito em parte pela disponibilidade de composto de qualidade que permite a melhoria da fertilidade e produtividade dos solos da região, a preços reduzidos para o agricultor.
- A legislação poderá contemplar requisitos que limitem a venda com objetivos que não sejam meramente comerciais, ou que impeçam a comercialização noutros locais além das áreas afetadas pelo jacinto-de-água, o que é expectável para que não seja criada a ideia de negócio lucrativo à custa das ações de controlo do jacinto-de-água;
- Embora pouco provável, não será de descartar o fato de haver sazonalidade na disponibilização e qualidade das matérias-primas e como tal, poderá haver restrições na quantidade disponível em tempo oportuno para o início dos processos de compostagem, assim

como a quantidade de nutrientes e/ou metais pesados ou outros elementos que possam ser acumulados pelo jacinto-se-água, não permitirem a produção de um composto final com as características de qualidade que permitam utilizá-lo em agricultura.

Exemplos: **Vulnerabilidade (Ameaças & Pontos fortes)**

A vulnerabilidade acontece quando a ameaça se encontra com um ponto forte. O que poderá ameaçar um dos pontos fortes do projeto que é o produto final, um composto de qualidade para a Agricultura Biológica.

- A falta de controlo na forma como é manuseado e depois transportado o jacinto-de-água para o local da compostagem, poderá facilitar a proliferação do jacinto-de-água, assim como também poderá facilitar a contaminação da biomassa a compostar, com outros poluentes ou materiais que possam conferir má qualidade ao composto final;
- Má condução do processo de compostagem, o que pode aumentar os riscos de contaminação do ar, do solo e da água, quer através da possível propagação do próprio jacinto, quer através dos efluentes e emissões gasosas que podem ser produzidos durante o processo;
- A possibilidade de uma grande variabilidade na qualidade do composto final face à região de proveniência do jacinto-de-água e até mesmo da qualidade das demais matérias-primas (subprodutos agroalimentares, agropecuários e florestais) que poderão conter maiores níveis de contaminação, especialmente o risco do jacinto-de-água conter grande quantidade de metais pesados acumulados e a disponibilidade destes não ser alterada com sucesso durante o processo de compostagem, uma vez que a eficácia da quelação e alquilação dos metais pesados dependerá das estirpes de microrganismos desenvolvidos durante o processo de compostagem e demais condições favoráveis para que estes microrganismos completem estes processos complexos de imobilização dos metais pesados, e outros, nas moléculas estáveis do húmus que constitui a grande fração do composto final.

Para concluir a análise SWOT apresentada, é evidente que a utilização do jacinto-de-água para a produção de compostos agrícolas representa uma solução inovadora e sustentável, com o potencial de transformar um problema ecológico numa oportunidade económica. A grande disponibilidade de matéria-prima e a procura por corretivos orgânicos para aumentar a fertilidade, resiliência e capacidade para o sequestro de carbono dos solos portugueses, são fatores que podem impulsionar essa iniciativa, contribuindo simultaneamente para o controlo

da planta invasora. No entanto, para que esse potencial seja plenamente realizado, é fundamental superar desafios como a falta de incentivos financeiros e a complexidade logística envolvida na colheita e processamento da biomassa. A mitigação dos riscos associados e a superação das fraquezas identificadas, exigem uma estratégia bem definida, capaz de equilibrar o retorno económico com a preservação ambiental, garantindo a eficácia e sustentabilidade do projeto a longo prazo.

A perspetiva de valorização futura da biomassa de jacinto-de-água retirada nas operações de controlo da invasora, como composto agrícola, impõe a necessidade de se construir manuais de boas práticas e procedimentos de segurança para o manuseio, transporte e transformação do jacinto-de-água durante o processo de compostagem. No capítulo que se segue é reunido um conjunto de informação que permitirá facilitar a construção futura de um guião de boas práticas para o processo de compostagem do jacinto-de-água.

3. Guião técnico para o tratamento prévio seguro do jacinto-de-água a compostar

3.1 Introdução

O presente instrumento que se pretende vir a evoluir ou servir de base para um futuro “Manual de Biossegurança para a compostagem do jacinto-de-água”, tem o objetivo de ajudar na prevenção e controlo das invasoras aquáticas, neste caso em particular, o jacinto-de-água (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms).

A lista das espécies invasoras do Decreto-Lei nº 92/2019 inclui as espécies que suscitam preocupação na União Europeia, aprovada pelo Regulamento (UE) 1143/2014 do Parlamento Europeu e do Conselho de 22 de outubro de 2014 e acrescenta muitas outras que se justificam no contexto nacional.

Este regulamento inclui um conjunto de medidas que devem ser seguidas por toda a Europa. Em Portugal o ICNF busca alternativas para solucionar ou amenizar o problema que as invasoras causam ao meio ambiente, através de um trabalho conjunto com órgãos nacionais e municipais, universidades, institutos de investigação e investigadores que se dedicam à causa do meio ambiente. Os planos de ação a implementar e os que estão implementados para o combate das invasoras em Portugal, de modo a evitar qualquer situação de descontrolo da sua proliferação, deverão obrigar a respeitar os protocolos que devem ser específicos para a

colheita, transporte, transformação e utilização da espécie que se prevê ser utilizada para algum fim enquanto subproduto ou resíduo.

Grande parte do que será desenvolvido neste capítulo tem suporte e inspiração no trabalho desenvolvido por instituições nacionais como proteção civil, câmaras municipais e ICNF, projeto ibérico LIFE INVASAQUA, projeto INVASORAS.PT e roteiro desenvolvido pelo ICMBIO (2019 a 2021) para o controlo de invasoras aquáticas no Brasil e que neste trabalho tentou-se adequar, tanto quanto possível, à problemática do jacinto-de-água a ser controlado por meios mecânicos e utilizado para a produção de compostos orgânicos agrícolas ou outros fins que implicam o manuseamento e transformação de grandes volumes desta biomassa, tal como a produção de biogás e outros.

3.2 Monitorização, deteção precoce e controlo da invasora jacinto-de-água

A monitorização e ações de deteção e intervenção precoce têm demonstrado ser a forma mais eficaz e economicamente viável de combate às espécies invasoras, uma vez que permite interromper o seu estabelecimento em grandes áreas. Quando as extensões de ocupação são muito grandes e contínuas, o seu controlo pode tornar-se economicamente inoportável, especialmente por falta de meios físicos e de mão-de-obra (Ilhéu *et al.*, 2021).

A maior eficácia e os menores custos através do controlo mecânico, é conseguida se a manutenção do controlo for feita no período de alguma dormência na atividade da planta, que é a estação mais fria. Também os períodos que não sejam tão propícios a espalhar semente são adequados para um maior controlo na retirada de biomassa da água.

A monitorização deve ser feita para identificar as primeiras presenças da planta, criando logo barreiras físicas para se evitar a proliferação, tais como definir planos com visitas técnicas com uma frequência regular, a qual deverá ser ajustada ao ciclo anual de desenvolvimento da planta (aos diferentes estádios fenológicos). Especialistas defendem que o controlo mais eficaz acenta na **monitorização** de elevada frequência para que a **deteção** seja precoce para que a intervenção a realizar seja de **resposta rápida** (Ilhéu *et al.*, 2021).

Os especialistas também estão de acordo que em primeira instância é necessário haver ou criar a consciência social para o problema, de modo que qualquer projeto de controlo ou de combate à espécie invasora possa ser implementado com sucesso. A valorização do

conhecimento das comunidades e a educação ambiental são essenciais. Os critérios poderão e deverão variar em cada plano de ação de acordo com a natureza da espécie invasora.

Um programa de **formação e capacitação** dos profissionais e equipas das atividades de monitorização e controlo da espécie invasora, deverá contar com:

- i) Promover a educação ambiental para se perceber os riscos de invasão, as adaptações das espécies invasoras e a dimensão dos prejuízos para os ecossistemas (económicos e perda de biodiversidade);
- ii) Produção e divulgação de listas e materiais com ilustrações da espécie invasora no local para que a população possa ir detectando a presença e alertando as equipas de intervenção;
- iii) Divulgação de protocolos simples sobre a necessidade de higienização de roupas, calçados, equipamentos pessoais, máquinas e embarcações após o manuseamento da invasora ou utilização diversa de espaços onde ela ocorra;
- iv) Capacitação para identificar e aplicar procedimentos de monitorização e controlo a serem executados pelos profissionais envolvidos nas atividades.

3.2.1 Meios de Controlo

O controlo é realizado recorrendo a meios químicos, físicos ou biológicos, podendo ser aplicados com diferentes graus de sucesso e de risco para o ambiente e ecossistemas.

As vantagens e constrangimentos destas diferentes formas de possíveis alternativas para o controlo, já foi abordado no primeiro capítulo deste documento, tendo sido apontado o controlo mecânico como o que é atualmente tecnicamente viável por oferecer menos riscos ambientais. No entanto, são métodos que envolvem grande investimento contínuo ao longo do ano, fortemente dependente de meios como equipamentos adaptados e mão-de-obra especializada nas operações de retirada desta biomassa dos meios hídricos.

Seja qual for o método de controlo adotado, é essencial o bom cumprimento dos pressupostos de biossegurança em relação ao jacinto-de-água, uma vez que são específicos e adaptados às características que distinguem cada uma das espécies. Mais importante ainda, é compreender quais são as diferentes formas de reprodução para se ter os cuidados que evitem

a propagação dos mesmos (propágulos como fragmentos, fruto, sementes, esporos, etc.) (Marchante, 2021).

3.2.2 Cuidado com equipamentos de controlo

A maquinaria e equipamentos utilizados na contenção e remoção das plantas aquáticas invasoras, poderão eles próprios ser veículos de maior disseminação, levando por arrastamento ou até mesmo transportando para outros locais, as diferentes formas de órgãos de reprodução das invasoras (Martins *et al.*, 2021).

Para minimizar este risco, as peças ativas dos equipamentos e máquinas, terão de ser limpas em local seguro para eliminar quaisquer vestígios de possível propagação, antes de abandonar as operações de retirada da planta de dentro das massas de água. Deve haver o cuidado extremo (se necessário recorrendo a escovas, panos, espojas, etc.) para que peças ativas dos equipamentos utilizados na sua retirada, não contenham propágulos com capacidade reprodutiva, assim como as roupas e calçado devem ser higienizados após uma sessão de colheita de jacinto-de-água (ICMBIO, 2021; Guimarães *et al.*, 2023).

Um outro cuidado importante no controlo de plantas invasoras aquáticas será quando da abertura de valas de drenagem ou canais para conectar rios e bacias, impedir que sejam arrastados ou transportados propágulos de espécies exóticas terrestres dispersas pela água ou de espécies aquáticas. Quando houver risco de invasão de uma EEI de fauna ou flora, por exemplo, indicada em estudo ambiental prévio como impacto potencial, deve-se exigir um programa de monitorização que também inclua a espécie identificada (ICMBIO e MMA, 2019), e devem ser colocadas barreiras à sua dispersão ou procuradas outras formas de a conter.

3.3 Estratégias para a contenção da proliferação do jacinto-de-água

Com base no conhecimento existente sobre as características de comportamento, adaptação a condições extremas, formas de reprodução e estádios fenológicos da *Eichhornia crassipes*, retirado maioritariamente da informação contida na Newsletter do Projeto LIFE INVASAQUA - Espécies exóticas invasoras em meios de água doce e estuarinos: sensibilização e prevenção na Península Ibérica (coordenação Univ. Múrcia) (Marchante e Marchante, 2020), propõe-se um conjunto de recomendações (ou indicações) que se desenvolvem mais detalhadamente fazendo a associação com algumas práticas ou cuidados

simples a implementar, como respostas possíveis para dificultar a proliferação e poder-se controlar esta invasora de modo seguro e eficaz. Apresentam-se na seguinte forma: *factos conhecidos* – a **preto** e *boas práticas* - a **azul**.

- 1) O jacinto-de-água vem da América do Sul e em lugares como Portugal, onde foi introduzida por volta de 1930, ainda não tem inimigos naturais (por exemplo, uma lagarta que se alimente de suas folhas, um gafanhoto que ingira os seus caules, ou insetos sugadores de seiva).

Por isso, até que fiquem concluídos e devidamente validados os testes de especificidade para introdução de uma espécie predadora, o controlo só é possível por meios físicos ou químicos, sendo este último de elevadíssimo impacto ambiental.

- 2) A planta espalha-se vigorosamente, ou seja, cada fragmento, como aqueles que se podem formar em resultado de ações de controlo mecânico ou os que são transportados intencionalmente ou não para novos locais, facilmente darão origem a uma nova planta, logo que caiam em meio fértil ou húmido para que possam sobreviver.

Por isso, os meios de controlo mecânico devem evitar ou minimizar qualquer efeito de corte, devendo dar-se preferência aos métodos mecânicos flutuantes de arrastamento/condução à superfície da água, que permita o aprisionamento da planta junto às margens e retirada imediata dessa biomassa aí depositada, para meio seguro (local enxuto, drenável e isolado/fechado com telas ou mantas por cima, quando depositado em pilha) até ao destino final.

- 3) As sementes também se espalham facilmente e permanecem viáveis por até duas décadas e, devido ao seu pequeno tamanho, são facilmente arrastadas ao longo da cadeia e podem ser dispersas por aves aquáticas, ou simplesmente pelo vento e correntes de água.

Dada à enorme facilidade de mobilidade das sementes através da água ou mesmo por animais, para ser eficaz o controlo ou retirada da biomassa presente, deverá ser oportunamente realizado antes da produção de semente.

- 4) Tem uma flor muito bonita, por isso é usada como planta ornamental em jardins, lagos ou aquários, causando novos focos de invasão.

A legislação deverá ter efeito punitivo imediato para quem pratique a venda. Adicionalmente, deve-se apostar na educação relativamente ao elevado risco trazido

pelas invasoras na destruição dos ecossistemas, incluindo nos currículos escolares que deverão contar com uma forte componente de Educação Ambiental.

- 5) Seu ciclo de vida anual é enganador, pois pode desaparecer por alguns meses e afundar e reaparecer no ano seguinte.

Por isso, é impreterível que o controlo mecânico seja realizado com elevada frequência, impedindo a oportunidade de completar os ciclos. Por outro lado, é importante aproveitar as alturas em que diminui as populações para monitorizar e remover todos os pequenos núcleos que se não forem removidos garantirão a reinvasão. Para tal, é necessário que se promova uma interrupção sucessiva e persistente dos ciclos vegetativos da planta tentando evitar a floração e consequente produção de sementes. Numa mesma bacia hidrográfica o controlo deverá ser feito por troços, mas em simultâneo, o que requer um grande esforço de meios (disponibilidade de mão-de-obra habilitada e equipamentos).

- 6) O seu crescimento é extremamente rápido, especialmente na Primavera, quando não há geadas e as temperaturas sobem, e nas condições certas pode duplicar a sua população em 4 a 60 dias, dependendo das condições.

Pelo que devem ser reunidas todas as prioridades para a concentração de retirada de biomassa, com elevada frequência, antes da primavera, quando apresenta menos volume e as plantas estão mais enfraquecidas. Ao fim do inverno, a planta está fisiologicamente fragilizada pelo frio (pelo menos nos locais e anos em que as temperaturas descem mais) e não conseguirá tão rapidamente reproduzir-se a partir dos pequenos propágulos provenientes das ações de corte do controlo mecânico. Deste modo, se a totalidade ou a maior parte de biomassa for retirada logo ao fim do inverno ou início da primavera, é esperada maior eficácia deste modo de controlo, esperando-se taxas de infestação cada vez menores nos períodos imediatamente a seguir e posteriores ao longo dos anos.

- 7) O jacinto-de-água pode sobreviver no solo se houver água abundante disponível, pelo que as plantas removidas podem brotar novamente se forem depositadas em lugares húmidos.

Deste modo, é imperioso assegurar que as pilhas sejam depositadas em lugares secos e/ou impermeáveis (sobre rocha ou numa pedreira desativada, impermeabilizar a base das pilhas com lonas ou telas), suficientemente afastados do leito para não serem

apanhados por eventuais cheias, para reduzir o risco de contacto com o solo, cortando fisicamente a possibilidade de rebrota. É também importante alertar os agricultores, principalmente aqueles que têm terrenos húmidos e/ou em leitos de cheia, que não devem depositar jacinto-de-água nos seus campos sem que esteja compostado.

- 8) O jacinto-de-água pode flutuar, de modo que cada fragmento pode ser deslocado e dar origem a novos focos de invasão longe da população original.

Pelo que se reforça tanto a necessidade de remoção frequente e persistente de toda a biomassa como a importância de fazer monitorização nas várias massas de água dos leitos de cheia e não só nos locais onde já se conhece a sua presença.

- 9) O crescimento da planta é favorecido pelas águas ricas em nutrientes, particularmente nitrogénio, fósforo e potássio, de modo que as atividades humanas nos limites dos corpos de água podem facilitar o seu crescimento mais rápido, especialmente em zonas agrícolas com águas drenadas para valas que concentram o excesso de nutrientes.

Pelo que as zonas mais infestadas nas manchas agrícolas devem ser sujeitas a planos de ação que obriguem à implementação das boas práticas previstas no Código de Boas Práticas Agrícolas (Despacho n.º 1230/2018, DR 2ª série nº 25, de 5 de fevereiro) as quais preconizam uma fertilização racional dos solos para aumentar a eficiência de utilização dos nutrientes, bem como uma faixa tampão nas parcelas junto às linhas de água, sem qualquer fertilização ou mobilização do solo, minimizando as perdas por escorrimentos superficiais e/ou processos erosivos. Tal reflete-se diretamente na redução da concentração de nutrientes nas valas de drenagem e massas de água.

- 10) Suporta flutuações drásticas no nível da água, da acidez e da falta de nutrientes, o que indica a facilidade de adaptação e persistência da espécie mesmo em condições muito pouco favoráveis.

Estas características de elevada resiliência dificultam grandemente o controlo de qualquer espécie invasora e daí preconizar-se que, seja qual for a estratégia de controlo, é essencial que seja mais resiliente do que as próprias espécies. Para tal, terão de ser realizadas com elevada frequência, o que pode exigir a participação da sociedade civil em atividades de voluntariado, organizadas pelas entidades responsáveis, na altura do ano mais favorável à retirada da biomassa da água, que deve ser antes da floração (entre o fim do inverno e início da primavera).

3.4 Medidas preventivas para a contenção mecânica da proliferação do jacinto-de-água

Os especialistas propõem uma série de medidas para limitar a expansão do jacinto-de-água após uma intervenção de retirada do mesmo num troço da massa de água a ser controlada, de modo a aumentar a eficácia da mesma ação:

- **Instalação de barreiras de retenção flutuantes** para dividir o leito em segmentos, conter a dispersão e permitir a eliminação de propágulos longe das margens. Estas barreiras devem ser monitorizadas regularmente para remover todas as plantas aí presas e evitar o seu rápido crescimento.
- **Monitorização sistemática e regular** de uma rede de pontos estabelecidos (semanalmente em áreas onde há um registo de eventos anteriores, mensalmente em torno da área invadida e semestralmente em pontos-chave mais distantes), permitindo que a extensão da área invadida seja identificada de forma confiável em tempo real e que seja realizada a remoção de todas as plantas ou fragmentos detetados. Esta monitorização deve começar antes do inverno e idealmente ser feita por equipas dedicadas, permanente. As entidades responsáveis podem também envolver equipas de voluntários e promover a colaboração de pescadores, agricultores, desportistas náuticos e demais usuários das massas de água (rios, ribeiras, lagoas, valas, etc.).
- **Investir preferencialmente onde a invasão se encontra na sua fase inicial**, quando não houver capacidade de intervenção em toda a área invadida ou vulnerável, uma vez que com menos esforço será possível evitar que estes locais continuem a ser invadidos e serem fáceis trampolins para a infestação de outras novas áreas. Ou seja, cortar logo a fonte de infestação quando ela ainda está mal desenvolvida (ainda não instalada).
- **Envolver e motivar todos os atores**, que deverão estar devidamente informados, formados e comprometidos em eliminar todas as plantas de jacinto-de-água do meio e promover as plantas aquáticas nativas.
- **Sensibilizar as populações locais e os agentes da lei**, porque a sua participação é essencial para garantir que a situação não será agravada. Em campos agrícolas deve ser proibida a fertilização dos solos próximos das linhas de água (respeitando a boa prática de não fertilizar numa faixa de pelo menos 10 m de largura e não cultivar, deixando apenas o revestimento com a vegetação espontânea). Deve-se insistir com educação e ações de formação consistentes e continuadas nos grupos-alvo tais como escolas,

pescadores, agricultores em áreas de regadio, praticantes de desportos náuticos/aquáticos, etc.

- **A nível nacional, deve-se avançar com investimento para investigação** de alternativas de controlo natural ou biológico viáveis para esta espécie. Existem vários agentes de controlo biológico (artrópodes e fungos) libertados em vários países com diferentes níveis de sucesso no controlo desta invasora e que devem ser avaliados para utilização em Portugal. Quando estiverem devidamente estudadas e avaliadas as soluções ou espécies bem adaptadas, preferencialmente autóctones (embora ainda não tenha sido detetado nenhum organismo nativo que possa prejudicar o jacinto-de-água), que possam de algum modo controlar a proliferação, deve-se avançar para programas concretos de implementação dos planos de ação para que os organismos estudados e validados com resultados positivos sejam largados no meio ambiente de modo seguro, dando continuidade com monitorização regular para avaliação da evolução e sucesso de implementação do plano de ação.

3.5 Plano de ação de recuperação de zonas invadidas – breves diretrizes

Um Plano de Ação fornece as diretrizes e informações necessárias para a composição de procedimentos técnicos e administrativos a serem adotados em casos de emergência envolvendo riscos ou impactos ambientais que poderão ocorrer. Tem um caráter de implementação imediata e obrigatória para resolver uma situação que exige urgente recuperação.

O Plano de Ação proposto especificamente para o jacinto-de-água pode reger-se pelas seguintes diretrizes:

- 1) Contemplar a formação, capacitação e atualização do conhecimento junto dos agentes intervenientes no controlo operacional do jacinto-se-água;
- 2) Disponibilizar às autarquias os meios necessários para o combate à proliferação do jacinto-de-água, nomeadamente através de apoios à aquisição de equipamentos e máquinas adequadas e em quantidades proporcionais à gravidade da infestação na região abrangida;
- 3) Fiscalização no comércio de plantas ornamentais;

- 4) Obrigatoriedade de aplicação de medidas de biossegurança, como a desinfecção de equipamentos náuticos, em todas as áreas de atividades aquáticas (económicas, de produção, desportivas, de lazer ou lúdicas) invadidas ou próximas de regiões invadidas;
- 5) Também com carácter obrigatório, a realização de transporte em segurança na via pública, fazendo os carregamentos de jacinto-de-água em veículos tapados com toldos ou em reboques rodoviários fechados;
- 6) Identificar as zonas prioritárias, em particular onde o jacinto-de-água esteja a comprometer gravemente o equilíbrio dos ecossistemas e a presença de espécies raras e promover com carácter de urgência ações para a remoção do jacinto-de-água de modo que os ecossistemas possam recuperar;
- 7) Respeitar e implementar com carácter obrigatório as medidas de controlo de proliferação da invasora, que correspondem às melhores medidas preventivas de infestação, desenvolvidas na secção 3.4;
- 8) Assegurar que as operações de remoção do jacinto-de-água, especialmente as realizadas através de maquinaria, sejam acompanhadas por técnicos especializados, de forma a salvaguardar a biodiversidade nativa e espécies raras;
- 9) Envolver as Câmaras Municipais e as Juntas de Freguesia no processo de monitorização desta invasora aquática criando uma rede de cooperação e partilha de conhecimento;
- 10) Promover a formação da sociedade civil produzindo documentos e meios audiovisuais de fácil consulta, acessíveis nas redes sociais na forma de plataformas, ações de sensibilização e divulgação intensa ao longo do ano junto da sociedade civil, mas muito especialmente antes da época de maior infestação ou maior vigor vegetativo da planta, a qual tem início com a chegada da primavera;
- 11) Envolver a população em programas de voluntariado a serem dinamizados e organizados pela proteção civil, ou outra entidade, da região. No caso de Coimbra, pela CIM da Região Centro em articulação com as respetivas delegações da Proteção Civil, Gabinetes Técnicos Florestais, ou outros, de modo a formarem-se equipas de

voluntários que incluam as partes interessadas em recuperar a qualidade dos recursos hídricos da região, tais como os pescadores, os agricultores, os desportistas náuticos profissionais e amadores, simpatizantes pelas atividades aquáticas e outros. Deverão receber formação organizada pelos agentes do terreno responsáveis pela contenção e controlo da proliferação, para que devidamente articulado e calendarizado possam dar o seu valioso contributo na remoção do jacinto-de-água dos leitos. Muitos poderão contribuir com a disponibilização de equipamentos próprios (como o exemplo da atividade voluntária desenvolvida por investigadores e população local com os seus caiaques, acompanhados pela Proteção Civil de Montemor-o-Velho ou no leito do Mondego em Coimbra) (site do Município de Montemor-o-Velho, site do Município de Coimbra), desde que respeitadas todas as boas práticas de biossegurança.

3.6 Proposta de guião de boas práticas a implementar na colheita, transporte e valorização do jacinto-de-água como composto agrícola

As referências incluídas neste documento, relativas à legislação, planos e programas para a prevenção e recuperação de zonas invadidas pelo jacinto-de-água, resultado do conhecimento que vem sendo acumulado sobre a elevada capacidade de adaptação desta e outras invasoras aquáticas e terrestres, permite elencar um conjunto de boas práticas que garantam a proteção dos ecossistemas de novas reinfestações e/ou que permitam a redução efetiva das infestações presentes numa perspetiva de transformação do jacinto-de-água colhido, em produtos que tenham um resultado positivo e vantajoso para a sociedade, permitindo o retorno de uma parcela dos elevados custos decorrentes do seu controlo.

Deste modo, apresenta-se de seguida uma lista orientada especificamente para as práticas e cuidados aconselhados quando da colheita, transporte e transformação do jacinto-de-água:

- 1) A colheita ou retirada do jacinto dos meios hídricos em grandes quantidades deve ser realizada apenas por operacionais habilitados e autorizados a fazê-lo, podendo e devendo ser integrados outros atores da sociedade civil, mas com formação prévia e sempre acompanhados por técnicos habilitados da Proteção Civil ou outro agente oficial;
- 2) Não são muitas as soluções desenvolvidas como meios mecânicos de colheita de grandes volumes, além de ceifeiras aquáticas, veículos anfíbios ou a alternativa por vezes muito intrusiva das retroescavadoras com balde frontal, esta última com aplicação apenas

próximo das margens, por vezes auxiliadas por embarcações e barreiras flutuantes. A opção por um ou outro depende dos volumes a controlar, tempo e mão-de-obra disponível para a tarefa ser realizada em momento oportuno. Dependendo das características da massa de água e da invasão, a ceifeira pode permitir maior rapidez na operação permitindo recolher um maior volume acumulado de biomassa, mas tem o inconveniente de provocar maior perturbação no fundo dos leitos e eventualmente maior fragmentação do jacinto. Deste modo, havendo maior disponibilidade de recursos humanos profissionais e/ou voluntários, deve-se optar por meios flutuantes que permitam o arrastamento da biomassa para ser represada numa secção mais estreita dos cursos de água e/ou na margem por barreiras flutuantes e posteriormente ser retirado. Tarefa que se pode fazer com pequenas barcas e/ou caiaques, ancinhos e força física, com necessidade de muita mão de obra envolvida;

- 3) Não havendo um local seguro, não inundável, junto à massa de água, a biomassa retirada deve ser colocada imediatamente em camiões que a transportará para um local de deposição em pilha. Nesta operação é importante ter atenção que o material deve estar húmido para reduzir o risco de perdas com o vento ou deslocação do ar e só poderão seguir as galeras sem cobertura se as distâncias forem curtas até ao ponto de deposição em pilha e fora das vias públicas;
- 4) Antes de recolherem à base, após uma sessão de trabalho em colheita, todo o equipamento mecânico terá de ser vistoriado e se necessário lavado numa zona que já tenha jacinto e, portanto, não haverá o risco de uma nova infestação (no Anexo III são apresentados os procedimentos);
- 5) O local de construção da pilha deverá ser próximo das margens, mas tanto quanto possível, deve ser impermeabilizado com lonas ou outro material que impeça o contato físico do jacinto com o solo porque há risco de adaptação da planta em solo. O desejável é que seja reencaminhada o mais rapidamente para um estaleiro de uma unidade de valorização por compostagem, biogás ou outra;
- 6) O transporte em via pública tem de ser realizado em camiões com galeras protegidas/tapadas com lonas ou em reboque rodoviário também devidamente tapado para evitar a queda de partes de planta ou perda de sementes (no Anexo III são apresentados os procedimentos);

- 7) Quando a ser transportado, o jacinto deve ter um elevado teor de humidade para se tornar mais pesado, dificultando a perda de qualquer parte da planta com o vento ou deslocação de ar produzida durante o transporte;
- 8) Logo que descarregado o jacinto no estaleiro em que será transformado, os meios de transporte terão de ser devidamente higienizados antes de fazerem o percurso de volta (no Anexo III são apresentados os procedimentos);
- 9) No estaleiro de compostagem, os locais de deposição da biomassa deverão estar impermeabilizados, com lonas, plásticos ou piso impermeável construído para este fim;
- 10) No estaleiro de compostagem o jacinto deverá permanecer pelo mínimo tempo necessário antes de ser incorporado no processo de transformação (seja compostagem, produção de biogás ou outro). Durante o tempo de espera a pilha terá de ser coberta com lonas para evitar o destacamento de qualquer propágulo da planta – pelo ar ou pelos pássaros;
- 11) Quando a entidade responsável pela retirada do jacinto não tem destino imediato para a sua valorização e terá de a acumular por algum tempo num estaleiro, deverá optar por uma solução de base impermeável de grande extensão, seja uma estrutura física que deixou de ser funcional (antigas fábricas, cerâmicas, pavilhão desportivo ou outro) ou, o que existindo na região poderá constituir uma solução ideal, como o caso de uma pedreira desativada, que é por excelência um local impermeável, afastada do solo ou de massas de água, sem probabilidade de contato com os mesmos;
- 12) Como se deve minimizar o tempo de espera do jacinto-de-água nos estaleiros, integrando-o o mais rapidamente possível no processo de transformação/valorização, a encomenda de material à entidade responsável pela sua retirada dos cursos de água, deverá ser combinada para uma data próxima da integração do jacinto no processo produtivo;
- 13) Deverá haver um protocolo entre a entidade oficial fornecedora de jacinto (Proteção Civil, ICNF ou outra) e a entidade produtora para assegurar que será valorizado apenas o jacinto-de-água resultante da colheita de controlo da invasora, seguindo todas as vias legais. Associado ao protocolo terão de existir guias de transporte devidamente registadas pelo sistema regulador (exemplo de informação que deverá conter a guia no Anexo I);
- 14) A comercialização do produto resultante terá de seguir os critérios exigidos para a colocação no mercado de qualquer nova matéria fertilizante, após a realização dos respetivos ensaios de eficácia agronómica e validação dos mesmos pelo INIAV e

oficializado o processo de comercialização pela DGAE. Para tal, o jacinto-de-água cabe na classificação de “Resíduo biodegradável” contemplado na lista de “*resíduos que podem ser utilizados para a produção dos tipos de matérias fertilizantes dos grupos 2, 3 e 5*” da Portaria 185/2022, de 21 de julho.

4. Considerações Finais

A combinação de boas práticas no controlo do jacinto-de-água com a sua valorização como composto agrícola, oferece uma abordagem inovadora e sustentável no combate a esta invasora, alinhada com os princípios da Economia Circular. Essa estratégia não apenas ajuda a reduzir os impactos negativos do jacinto-de-água, mas também transforma um problema numa oportunidade de melhoria da fertilidade dos solos agrícolas, criando benefícios ambientais e importante retorno económico para reduzir a fatura dos custos com o controlo da invasora e vários outros benefícios sociais. A gestão integrada necessária para o controlo eficaz do jacinto-de-água exemplifica a importância da abordagem holística ou multivalente na solução de desafios ambientais complexos.

Conta-se que o presente documento, sendo bem mais do que um simples guia que elenca as boas práticas a ter em conta na colheita, transporte e transformação do jacinto-de-água, possa ser um documento auxiliar valioso em futuras tomadas de decisão na gestão desta invasora nos ecossistemas hídricos e na possibilidade de utilização deste resíduo para a produção de corretivos orgânicos do solo, biogás ou outro com interesse económico para a sociedade, uma vez que a sua valorização só é considerada válida ou interessante e autorizada, apenas quando o jacinto é proveniente das ações de controlo oficiais, podendo parte do valor do produto final ser utilizado para atenuar os custos de operações do seu controlo.

A título de exemplo, esse valor pode ser adquirido logo pelas entidades oficiais que fornecem o resíduo ou através de uma taxa acrescida ao produto final. O valor dessa taxa é revertido diretamente para as entidades que têm os custos de controlo no terreno e que precisam continuamente de se reequipar, abastecer, pagar salários e demais gastos gerais envolvidos no controlo anual intensivo da invasora.

Deve-se fazer uso das variadas ferramentas, tais como análises SWOT, que poderão ajudar na tomada de decisão sobre o modelo económico a adotar para a valorização/transformação do jacinto-de-água em cada região, tendo como premissa obrigatória evitar, ou até mesmo impedir,

qualquer medida que possa estimular a manutenção desta invasora sem controlo nos ecossistemas aquáticos.

Referências Bibliográficas

- Aguiar, F. (2023). Jacinto aquático: Praga verde ou sal da Amazônia? <https://wilder.pt/naturalistas/jacinto-aquatico-praga-verde-ou-sal-da-amazonia>. Consultado a 10 de maio de 2023.
- Almeida, J. (1999). Flora exótica de Portugal continental (Plantas Vasculares). Ed. 5, Universidade de Coimbra. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.18461.38889>
- Akarator, S. E., Emuh, F. N., & Egbuchua, C. N. (2019). Study on the Degradation of Total Petroleum Hydrocarbon (TPH) by Water Hyacinth Co-composts. *Research & Reviews: Journal of Agricultural Science and Technology*, ISSN: 2349-3682, 8 (3).
- Amarante Jr., J. P. O., Santos, T. C. R., Brito, N. M., & Ribeiro, M. L. (2002). Glifosato: propriedades, toxicidade, uso e legislação. *Química Nova*, Vol. 25, No. 4, 589-593. In: SciELO Brasil.
- Anastácio, P. M., Ribeiro, F., Capinha, C., Banha, F., Gama, M., Filipe, A.F., Rebelo, R., & Sousa, R. (2019). Non-native freshwater fauna in Portugal: A review. *Science of The Total Environment*, Vol. 650 (2): 1923-1934, ISSN 0048-9697.
- Auerswald, W.A. (1979). Estudo de lagoas facultativas na região Nordeste do Brasil. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Universidade Federal da Paraíba, Brasil. 167 pp. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/3440>
- Bartmeyer, B. C., Oliveira, L. H. S., & Coelho L. H. G. (2019). Comparação da retenção de cádmio e chumbo nos tecidos vegetais das macrófitas aquáticas aguapé (*Eichhornia* sp.) e taboa (*Typha* sp.) por biossorção e fitorremediação. *Holos Environment*, *Holos Environment* 19(1), 145 pp. <https://doi.org/10.14295/holos.v19i1.12295>
- Beneberu, G., & Anteneh, W. (2021). Establishment of *Neochetina* spp. (Coleoptera: Curculionidae) for the control of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) infestation in Lake Tana, Ethiopia. *European Journal of Experimental Biology*. Vol.11 No.5. ISSN 2248-9215
- Brito, L. M. (2017). Compostagem, Fertilização do Solo e Substratos. Edição Publindústria, 182 pp. ISBN: 9789897232084, EAN: 9789897232084
- Brito, L. M. (2007). Manual de Compostagem da Escola Superior Agrária de Ponte de Lima, Instituto Politécnico de Viana do Castelo.
- Carmo, P. (2021). Espécies Exóticas em Portugal: Regime legal e planos de ação para controlo, contenção ou erradicação. WEBINAR - Espécies exóticas invasoras nos ecossistemas ribeirinhos: dos impactos à mitigação, APRH, 17 de junho de 2021. (https://aprh.pt/wp-content/uploads/2022/05/170621_PauloCarmo.pdf)
- Carneiro, F., Rigotto, R., Giraldo, L., Pignati, W., Alexandre, V., Faria, N., Friedrich, K., & Melo M. (2012). Um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde (Dossier 2: ABRASCO, p. 140). Associação Brasileira de Saúde Coletiva.
- Catarino, L., Moreira, I., Ferreira, T., & Duarte, M. C. (2004). Plantas Aquáticas. Infestantes de valas e canais. Edição ISA Press, ISBN 972-98085-9-7, 161 pp.
- Costa, C. R., Olivi, P., Botta, C. M. R., & Espindola, E. L. G. (2008). A toxicidade em ambientes aquáticos: Discussão e métodos de avaliação. *Química Nova*, 31(7), 1820-1830. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422008000700038>

Costa, E., Silva, A., Lima, A., Ricardo, F., & Figueirôa, L. (2024). Análise do SWOT: uma ferramenta estratégica para gestão de resultados. *Revista Ilustração*, 5, 145–151. <https://doi.org/10.46550/ilustracao.v5i1.258>

De Paula, M. G. (2022). Análise do Ciclo de Vida da compostagem de *Pontederia crassipes*–Jacinto d’água. Dissertação de Mestrado. Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Bragança. <https://bibliotecadigital.ipb.pt/handle/10198/25857>. Consultado a 5/05/2023

Decreto-Lei n.º 92/2019, de 10 de julho. *Diário da República* n.º 130/2019, Série I de 2019-07-10, páginas 3428 – 3442. Ambiente e Transição Energética.

Decreto-Lei n.º 565/99, de 21 de dezembro. *Diário da República* n.º 295/1999, Série I-A de 1999-12-21, páginas 9100 – 9115. Ministério do Ambiente.

Decreto-Lei n.º 165/74 de 22 de abril. *Diário do Governo* n.º 94/1974, Série I de 1974-04-22, páginas 569 – 570. Ministério da Agricultura e do Comércio - Secretaria de Estado da Agricultura - Direção-Geral dos Serviços Florestais e Aquícolas.

Decreto-Lei n.º 245/2009, de 22 de setembro. *Diário da República* n.º 184/2009, Série I de 2009-09-22, páginas 6747 – 6748. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional.

Decreto-Lei n.º 60/2012, de 14 de março. *Diário da República* n.º 53/2012, Série I de 2012-03-14, páginas 1153 – 1172. Ministério da Economia e do Emprego.

Decreto-Lei n.º 130/2012, de 22 de junho. *Diário da República* n.º 120/2012, Série I de 2012-06-22, páginas 3109 – 3139. Ministério da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território.

Decreto-Lei n.º 58/2005, de 29 de dezembro. *Diário da República* n.º 249/2005, Série I-A de 2005-12-29, páginas 7280 – 7310. Assembleia da República.

Decreto-Lei n.º 42/2016, de 28 de dezembro. *Diário da República* n.º 248/2016, Série I de 2016-12-28, páginas 4875 – 5107. Assembleia da República.

Decreto-Lei n.º 44/2017, de 19 de junho. *Diário da República* n.º 78/2017, Série I de 2017-04-20, páginas 2028 – 2029. Saúde.

DGAV (2022). Relatório de Atividades da DGAV - Direção Geral de Alimentação e Veterinária. https://www.dgav.pt/wp-content/uploads/2022/04/RA2020.final1_.pdf

Diário da República (2018). Estratégia Nacional de Conservação da Natureza e Biodiversidade 2030. *Diário da República*, 1.ª série — N.º 87 — 7 de maio de 2018.

Dutra, A. C., Medeiros, G. A., & Gianelli, B. F. (2019). Life Cycle Assessment as an analyzing tool for environmental impacts and concept applied to education programs. *Revista Brasileira de Ciências Ambientais*, N.º 51:15–27. <https://doi.org/10.5327/Z2176-947820190399>

Elserafy, Z. M., Sonbol, H. A., & Eltantawy, I. M. (1980). The problem of water hyacinth in rivers and canals: I. Production of compost from plant. *Soil Science and Plant Nutrition*, 26(1): 135-138. <https://doi.org/10.1080/00380768.1980.10433220>.

Esteves, F.A. (1998). Fundamentos de Limnologia. 2nd Edition, Interciência, Rio de Janeiro, 602 p. (In Portuguese)

Esteves, F.A. (2011). Fundamentos de Limnologia. 3ª ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011. 826 p.

Feio, M, J., & Ferreira, V. (2019). Rios de Portugal. Comunidades, Processos e Alterações. Edição Imprensa da Universidade de Coimbra. <http://www.uc.pt/imprensa> – DOI 10.14195/978-989-26-1624-7_1

Gajalakshmi, S., & Abbasi, S. A. (2002). Effect of the application of water hyacinth compost/vermicompost on the growth and flowering of *Crossandra undulaefolia*, and on several vegetables. Bioresource Technology, 85(2), 197–199. [https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(02\)00096-2](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(02)00096-2)

Gopal, K., Khanna, R. N., Anand, M., Gupta, G. S. D. (1981). The acute toxicity of endosulfan to fresh-water organisms. Toxicology Letters, 7(6), 453–456. [https://doi.org/10.1016/0378-4274\(81\)90092-8](https://doi.org/10.1016/0378-4274(81)90092-8).

Gopalakrishnan, R., Jayaraman, M., Govindasamy, B., & Ravindranath, N. H. (2011). Climate change and Indian forests. Current Science, 101, 348–355.

Gunnarsson, C. C., & Petersen, C. M. (2007). Water hyacinths as a resource in agriculture and energy production: A literature review. Waste Management, 27(1), 117–129. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2005.12.011>

ICMBio (2019). Guia de Orientação para o Manejo de Espécies Exóticas Invasoras em Unidades de Conservação Federais, 3ª Edição, ICMBio-Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, Ministério do Meio Ambiente do Brasil, 136 p.

ICMBio (2023). Guia de Orientação para o manejo de espécies invasoras em Unidades de Conservação federais, 4.ª Edição, Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio, Ministério do Meio Ambiente do Brasil, 254 p.

IFNC, IP-RAM (2024). Instituto das Florestas e Conservação da Natureza, IP Região Autónoma da Madeira. <https://ifcn.madeira.gov.pt/biodiversidade/projetos/controlo-de-plantas-invasoras.html>. Consultado a 20 de maio de 2024.

ICNF, I.P. (2024). Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas <https://www.icnf.pt/conservacao/especiesexoticas/especiesexoticasinvasoras/eeiplanosemvigor>; <https://www.icnf.pt/conservacao/especiesexoticas/especiesexoticasinvasoras/eeicontrolocontencaoerradicacao>. Consultado a 25 de junho de 2024.

Ilhéu, A., & Catita, D. (2021). Espécies Exóticas em Portugal: Regime legal e planos de ação para controlo, contenção ou erradicação. WEBINAR - Espécies exóticas invasoras nos ecossistemas ribeirinhos: dos impactos à mitigação, APRH, 17 de junho de 2021 (https://aprh.pt/wp-content/uploads/2022/05/170621_Anallheu.pdf)

Inácio, C. T., & Miller, P. R. M. (2009). Compostagem: Ciência e prática para a gestão de resíduos orgânicos. Embrapa Solos, RJ. ISBN 85-85864-31-6, 154 pp.

Invasoras.pt (2017). Legislação Europeia sobre espécies invasoras - actualização!. <https://invasoras.pt/pt/node/25450>. Submetido por Invasoras.pt a 12/07/2017

IPBES (2019). Relatório do Painel Intergovernamental sobre a Biodiversidade e Serviços dos Ecossistemas.

IPBES (2023). Thematic Assessment Report on Invasive Alien Species and their Control. IPBES secretariat. <https://www.ipbes.net/ias>

Life IP Azores Natura (2023). Invasoras - Estratégia Regional para a Prevenção e Controlo de Espécies Exóticas Invasoras no âmbito do LIFE IP AZORES NATURA! https://www.lifeazoresnatura.eu/wp-content/uploads/2024/03/2023.01.18_Invasoras-as-quartas_LIFE-IP-AZORES-NATURA.pdf. Consultado a 12 de junho de 2024.

Koutika, L-S, & Rainey, H. J. (2015). A review of the invasive, biological and beneficial characteristics of aquatic species *Eichhornia crassipes* and *Salvinia molesta*. *Applied Ecology and Environmental Research* 13(1): 263-275. ISSN 1589 1623

Machado, B. R. (2016). Avaliação da toxicidade ambiental do agrotóxico Glifosato em solo utilizando como bioindicador minhocas da espécie *Eisenia andrei*. Trabalho académico do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade Federal de Pelotas. Consultado a 16 de novembro de 2023.

Malik, A. (2007). Environmental challenge *vis a vis* opportunity: The case of water hyacinth. *Environment International*, Vol 33(1), 122-138.

Marchante, H., Morais, M., Freitas, H., & Marchante, E. (2014). Guia prático para a identificação de Plantas Invasoras em Portugal. Coimbra. Imprensa da Universidade de Coimbra. 207 pp.

Marchante, H., Pinto-Gomes, C., Galhano, C., Duarte, L., & Marchante, E. (2018). Erradicação, contenção e controlo de espécies invasoras. *Arte e Ciência - Universidade do Porto*. <https://dspace.uevora.pt/rdpc/handle/10174/26415>

Marchante, H., & Marchante, E. (2020). O controlo do jacinto de água em Portugal é possível. LIFE Invasaqua: <https://lifeinvasaqua.com/pt-pt/controlo-jacinto-agua-portugal/>, publicado a 3 de janeiro de 2020.

Martins, S., Palhas, J., Marchante, E., & Marchante, H. (2021). Guia de biossegurança: versão 1. Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Coimbra.

Mees, J.B.R., Gomes, S.D., Vilas Boas, M.A., Fazolo, A., & Sampaio, S.C. (2009). Removal of organic matter and nutrients from slaughterhouse wastewater by using *Eichhornia crassipes* and evaluation of the generated biomass composting. *Engenharia Agrícola*, 29(3), 466-473.

Mees, P. (2009). *Transport for Suburbia: Beyond the Automobile Age* (1st ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781849774659>

Meier, E.; Waliczek, T., & Abbott, M. (2014). Composting Invasive Plants in the Rio Grande River. *Invasive Plant Science and Management*, 7(3), 473-482.

Monteiro, A., Moreira, I., Santos, A. C., & Serrasqueiro, P. (2003). REP-ANAIS-70-20083202092.pdf. <https://www.repository.utl.pt/bitstream/10400.5/16112/1/REP-ANAIS-70-20083202092.pdf>

Moreira, I. & Ferreira, T. (1999). Estudos sobre biologia e combate do jacinto-aquático (*Pontederia crassipess*). Instituto Superior de Agronomia, Lisboa.

Nunes, P. (2020). Biology and Control of Parroteather (*Myriophyllum aquaticum*) in Portugal. *Ecology, Environment and Conservation*, 5: 171-179.

Muramoto, S., Aoyama, I., & Oki, Y. (1991). Effect of salinity on the concentration of some elements in water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) at critical levels. *Journal of Environmental Sciences and Health*, 26: 205-215 Doi.org/10.1080/10934529109375628

Nega, D.T., Ramayya, A.V., Manenti, F., & Amaral, A.F. (2021). Turning curse into cure: Potential of water hyacinth for bio-refining - A contextual investigation of Lake Tana. *Environmental Challenges*, 5, 100387. <https://doi.org/10.1016/j.envc.2021.100387>

Nunes, B. (2022). Jacinto-de-água: De espécie invasora a biomassa para produção de energia por digestão anaeróbia. Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa. https://www.repository.utl.pt/bitstream/10400.5/25679/1/Tese_Bernardo%20Nunes_23296.pdf.

Ogamba, E. N., Izah, S. C., & Toikumo, B. P. (2015). Water quality and levels of lead and mercury in *Eichhornia crassipes* from a tidal creek receiving abattoir effluent, in the Niger Delta, Nigeria. *Continental Journal of Environmental Science*, 9(1), 13-25.

Oliveira, V., Rodrigues, E., Pato, R.L., Miguens, M.F., & Santos, D. (2023). Monitorização do processo de compostagem do jacinto-de-água. *Revista de Ciências Agrárias*, 2023, 46 (1), 154-159. <https://doi.org/10.19084/rca.33406>

Pedralli, G. (1990). *Macrófitas Aquáticas: Técnicas e Métodos de Estudos*. Estudos de Biologia. n.º 26, Curitiba: EDUCA, 24p.

Pérez, E.A.; Téllez, T. R., Maqueda, S. R., Linares, P. J. C., Pardo, F. M. V., Medina, P. L. R., Moreno, J. L., Gallego, F. L., Cortés, J. G., & Guzmán, J. M. S. (2015). Seed germination and risks of using the invasive plant *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms-Laub. (water hyacinth) for composting, ovine feeding and biogas production. *Acta Botanica Gallica: Botany Letters*, Vol. 162 (3), 203–214, <http://dx.doi.org/10.1080/12538078.2015.1056227>.

Porter, E. M. (1986). *Estratégia Competitiva: Técnicas para Análise de Indústrias e da Concorrência* (7ª Edição) ISBN: 9788570013378, 376 p.

Pompêo, M. (2008). Monitoramento e manejo de macrófitas aquáticas em reservatórios tropicais brasileiros. Instituto de Biociências – IB/USP Universidade de São Paulo. 1ª edição. 138 p. ISBN 978-85-85658-67-0 DOI 10.11606/9788585658670

Rodrigues, N. S. (1985). Aguapé, uma alternativa no tratamento de esgoto. *Pau Brasil*, 5: 9-16.

Romitelli, M. S. (1983). Remoção de fosforo em efluentes secundários com emprego de macrófitas aquáticas do gênero *Eichhornia crassipes*. *Revista DAE* 133: 66-68.

Shirish, M., Siddhartha, J., Ajay, P., & Kalamdhad, S. (2019). Utilization of Biochar as an amendment during lignocellulose waste composting: Impact on composting physics and Realization (probability) amongst physical properties. *Process Safety and Environmental Protection* Vol. 121, 229-238.

Silva, F. R. J. da, Marques, M. I., Battirolo, L. D., & Lhano, M. G. (2010). Fenologia de *Cornops aquaticum* (Bruner) (Orthoptera: *Acrididae*) em *Eichhornia azurea* (*Pontederiaceae*) no norte do Pantanal de Mato Grosso. *Neotropical Entomology*, 39, 535–542. <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2010000400011>

Singh, J., & Kalamdhad, A. S. (2012). Concentration and speciation of heavy metals during water hyacinth composting. *Bioresource Technology*, 124, 169-179.

Singh, J., & Kalamdhad, A. S. (2013). Bioavailability and leachability of heavy metals during water hyacinth composting. *Journal of Chemical Speciation & Bioavailability*, 25 (1), 1-14.

Singh, J., & Kalamdhad, A. S. (2015). Assessment of compost quality in agitated pile composting of water hyacinth collected from different sources. *International Journal of*

Recycling of Organic Waste in Agriculture, 4, 175-183. <https://doi.org/10.1007/s40093-015-0097-z>.

Sipaúba, T. L. H., Favero, E. G. P., & Braga, F. M. S. (2002). Utilization of macrophyte biofilter in effluent from aquaculture: I Floating plant. *Brazilian Journal of Biology*, 62 (3), 1-11.

Simpson, D., & Sanderson, H. (2002). *Eichhornia crassipes*. *Curtis's Botanical Magazine*, 19, 28-34. <http://dx.doi.org/10.1111/1467-8748.00326>

Soares, M. C. (2018). Agroportal de 11/mar/2018, <https://www.agroportal.pt/materia-organica-do-solo-e-ambiente-manuel-chaveiro-soares/>. Consultado a 10/01/24.

Sosa, A., Cordo, H., & Sacco, J. (2007). Preliminary evaluation of *Megamelus scutellaris* Berg (Hemiptera: *Delphacidae*), a candidate for biological control of water hyacinth. *Biological Control*, 42, 129–138. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2007.04.012>

Spira W. M., Huq, A., Ahmed, Q. S., & Saeed, Y. A. (1981). Uptake of *Vibrio cholerae* Biotype eltor from Contaminated Water by Water Hyacinth (*Eichhornia crassipes*). *Appl. Environ. Microbiol* 42, <https://doi.org/10.1128/aem.42.3.550-553.1981>

Téllez, T. R., López, E. M. R., Granado, G. L., Pérez, E. A., López, R. M., & Guzmán, J. M. S. (2008). The Water Hyacinth, *Eichhornia crassipes*: an invasive plant in the Guadiana River Basin (Spain). Special issue “Invasive species in inland waters of Europe and North America: distribution and impacts”. *Aquatic Invasions*, 3(1), 42-53.

Totin, H. (2023). *Juventude e Empreendedorismo Verde*. Edições Nosso Conhecimento. ISBN-10: 6205876485, ISBN-13: 978-6205876480. 64 pp.

Trautmann, N. & Krasny, M. (1997). *Composting in the Classroom: Scientific Inquiry for High School Students*. E-book (<http://www.css.cornell.edu/compost/scho-ols.html>), Cornell University.

Villamagna, A. M., & Murphy, B. R. (2010). Ecological and socio-economic impacts of invasive water hyacinth (*Eichhornia crassipes*): A review. *Freshwater Biology*, 55(2), 282-298.

Wetzel, G. R. (1981). *Limnología Biología y ciencias de la vida-ecología*, Ediciones Omega, 1st edition (March 1, 1981) ISBN 8428206015, 9788428206013, 696 p.

Williams, A. (2005). Water Hyacinth: The World's Most Problematic Weed. *Water Encyclopedia*, 479-484 p. <https://doi.org/10.1002/047147844X.sw1116>

Wilson, J. R., Holst, N., & Rees, M. (2005). Determinants and patterns of population growth in water hyacinth. *Aquatic Botany*, 81: 51–67.

Winston, M., Fuller, K., Neilson, B. J., & Donovan, M. K. (2023). Complex drivers of invasive macroalgae boom and bust in Kāne'ohe Bay, Hawai'i. *Marine Pollution Bulletin*, 197. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2023.115744>

Xavier, J. O., Campos, M. C., Ribeiro, S. T., & Mota, H. R. (2021). *Macrófitas aquáticas: caracterização e importância em reservatórios hidrelétricos*. 1ª edição CEMIG, Belo Horizonte-M.G., ISBN: 978-85-87929-85-3, 96 p.

Yan, S. H., Song, W., & Guo, J. Y. (2017). Advances in management and utilization of invasive water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) in aquatic ecosystems - a review. *Critical Reviews in Biotechnology*. 37(2), 218-228.

Yong, Z. J., Bashir, M. J. K., & Hassan, M. S. (2021). Biogas and biofertilizer production from organic fraction municipal solid waste for sustainable circular economy and environmental protection in Malaysia. *Science of the Total Environment*, 776, 145961. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145961>

Anexo I – Plano de Ação Local para o Combate ao Jacinto-de-água em Montemor-o-Velho



**COMBATE À
INVASORA EXÓTICA
JACINTO-DE-ÁGUA**

montemor-o-velho

O Jacinto-de-água é uma praga que afeta o concelho de Montemor-o-Velho, destruindo o ecossistema do rio e das nossas bacias hidrográficas.

O Município de Montemor-o-Velho continua a implementar mecanismos de controlo para esta invasora exótica.

Conheça o Plano de Ação Local.

Entidade Promotora: **Município de Montemor-o-Velho**
Designação do projeto: **CEIEJAM – Combate à Invasora Exótica Jacinto-de-água em Montemor-o-Velho**
Objetivo Principal: **combater a espécie exótica invasora Jacinto-de-água (*Eichhornia crassipes*), integrando-se numa estratégia de longo prazo com vista à erradicação desta praga dos cursos de água do concelho.**
Tem como alvo três cursos de água de intervenção prioritária:

- Leito Periférico Direito do Rio Mondego;
- Leito Abandonado do Rio Mondego;
- Vala de Escoamento – Esteiro da Ereira.

O projeto assenta numa estrutura de planeamento e de operacionalização, contemplando investimentos na:

- Elaboração do “Plano de Ação Local para o Controlo, Contenção e Erradicação de Jacinto-de-água (*Eichhornia crassipes*)” do Município de Montemor-o-Velho;
- Aquisição de equipamento para o controlo, contenção ou erradicação de Jacinto-de-água.

Saiba mais em
www.cm-montemorvelho.pt
[@municipio.montemorvelho](https://www.instagram.com/municipio.montemorvelho)
[@municipio_montemorvelho](https://www.facebook.com/municipio_montemorvelho)



CIEJAM – Combate à Invasora Exótica Jacinto-de-Água em Montemor-o-Velho

Entidade Promotora: Câmara Municipal de Montemor-o-Velho.

O projeto “CIEJAM – Combate à Invasora Exótica Jacinto-de-Água em Montemor-o-Velho”, destina-se a combater a espécie exótica invasora Jacinto-de-Água (*Eichhornia crassipes*), integrando-se numa estratégia de longo prazo com vista à erradicação desta praga dos cursos de água do concelho.

O projeto tem como alvo três cursos de água de intervenção prioritária, a saber:

- **Leito Periférico Direito do Rio Mondego;**
- **Leito Abandonado do Rio Mondego;**
- **Vala de Escoamento – Esteiro da Ereira.**

O projeto assenta numa estrutura com duas vertentes distintas e complementares – uma vertente de planeamento e uma vertente de operacionalização – e contempla investimentos na:

- **Elaboração do “Plano de Ação Local para o Controlo, Contenção e Erradicação de Jacinto-de-Água (*Eichhornia crassipes*)” do Município de Montemor-o-Velho;**
- **Aquisição de equipamento para o controlo, contenção ou erradicação de Jacinto-de-Água.**

O Plano de Ação Local obedece ao modelo definido pelo ICNF.

Os equipamentos contemplados no projeto são os seguintes:

- **Embarcação de lastro curto e reboque, para recolha de Jacinto-de-Água;**
- **Barreiras de contenção para o Jacinto-de-Água (em seis locais dos três cursos de água prioritários);**
- **Balde para recolha de Jacinto-de-Água (equipamento mecânico de apoio a máquina giratória), especificamente concebido para recolha de Jacinto-de-Água;**
- **50 bidões para armazenagem temporária dos Jacintos-de-Água recolhidos (capacidade de 1 m3 cada um);**
- **Equipamentos de Proteção Individual (EPI) para os recursos humanos envolvidos nas operações de controlo, contenção e erradicação de Jacinto-de-Água (equipa de dois elementos, que manuseia embarcação).**

O projeto incorpora ainda despesas com três técnicos afetados ao mesmo, bem como as seguintes atividades:

- **Realização de ações de informação, divulgação e sensibilização sobre a temática do Jacinto-de-Água;**
- **Realização de ações de capacitação de técnicos operacionais.**

A área de intervenção do presente projeto foca-se em três troços abaixo discriminados:

Troço 1 – Leito periférico direito do Rio Mondego (do ponto de Lavariz até à confluência do Rio Mondego do limite do Concelho de Montemor-o-Velho e Soure).

- **Junto ao Poço da Cal próximo da zona onde se encontra localizado o nenúfar amarelo;**
- **Local depois da ponte rodoviária.**

Troço 2 – Leito abandonado do Rio Mondego (da povoação de Casal Novo do Rio até à Estação de Bombagem do Rio Foja – limite do Concelho de Montemor-o-Velho e Figueira da Foz).

- **Entre a última passagem rodoviária, o campo agrícola e a estação de bombagem do Foja.**

Troço 3 – Vala de escoamento do esteiro da Ereira (até à estação de bombagem do Rio Foja, limite do Concelho de Montemor-o-Velho e Figueira da Foz).

- **Junto à ponte da Alagoa;**
- **Junto a bifurcação entre a vala que passa o estaleiro municipal e o Leito Abandonado;**
- **Junto à ponte da Ereira.**

Candidatura financiada pelo Fundo Ambiental | Valor Global Aprovado do Projeto 65 039,72 euros, Valor do Financiamento 55 283,76 euros

Anexo II: Práticas para o transporte seguro de jacinto-de-água destinado a valorização/transformação por compostagem ou outro.

Para que o transporte de invasoras seja efetuado em segurança é necessário o cumprimento das regras da legislação em vigor. Deve-se prever requisitos especiais relativamente à sinalização do veículo e as condições adequadas para se executar o serviço de transporte.

- i) **Requisitos e documentos de transporte:** devem ser elaboradas guias para o transporte nacional e internacional, as quais devem conter toda a informação relativa à natureza da mercadoria transportada (exemplo apresentado abaixo). As instruções descritas constituirão um documento com as regras de atuação em caso de acidente ou incidente, em função dos perigos da carga transportada. É importante que haja no documento informações fotográficas da espécie e outras informações necessárias para que o operador conheça o potencial perigo da planta invasora que transporta;
- ii) **Sinalização do transporte:** a sinalização do transporte é de extrema importância, pois sinaliza o potencial perigo da carga, que neste caso se trata de invasora aquática, com potencial risco de contaminação apenas nas proximidades de meios hídricos;
- iii) **Equipamentos de proteção individual (EPI):** é importante que as pessoas que fazem a colheita do jacinto-de-água não sejam as mesmas que o transportam, pois, as sementes podem ser transportadas nos equipamentos de proteção individual. Sendo os mesmos operacionais, terá de haver troca de equipamento entre ambas as atividades;
- iv) **Equipamentos suplementares de proteção:** para impedir que haja fuga de sementes ou qualquer outro propágulo da planta ao longo do percurso, é necessário que a carga seja toda coberta com lonas ou equivalente, assegurando que todos os pontos de possíveis fugas fiquem bloqueados.

O modelo de ficha de registo proposto é especificamente para o controlo das invasoras aquáticas e, neste caso específico, para a gestão de risco do transporte de jacinto-de-água que seja encaminhado para uma deposição em pilha longe do local de recolha ou que seja transportado para os estaleiros de compostagem, onde será transformado em composto juntamente com outras matérias-primas associadas.

Proposta de ficha de segurança para o transporte do jacinto-de-água

Órgão responsável pela emissão do documento: xxxxxx Nº do documento: xxxx Município: xxxxxx	Empresa responsável pelo Serviço: xxxxxxx Nº Identificação Fiscal: xxxxxx Sede: xxxxxxxxxx Contacto: xxxxx Registo: xxxxxx
Protocolo de segurança Prevenção/Monitorização de invasoras	Equipa Responsável no local Motorista: xxxxx Matrícula do veículo: xxxxxx Responsável Técnico: xxxxx Hora de saída: xxxxx
Tipo de invasora	Terrestre () Aquática ()
Identificação da invasora	Jacinto-de-água
Finalidade do protocolo	Prevenir infestação no ambiente
Abrangência	Nacional () Regional () Local ()
Fatores de risco	Perda de propágulos viáveis no percurso
Percurso	De: xxxxxx Para: xxxxxx
Data e horário da colheita	xxxxxxx
Local da colheita	xxxxxxx
Ferramentas utilizadas	Máquina anfíbia () Ceifeira aquática () Retroescavadora com balde () Retroescavadora com balde perfurado () Tesouras de jardinagem e caiaques () Outro () Qual? xxxxxxxx
Responsável pela colheita	Assinatura:
Coordenador	Assinatura:
É o mesmo operador para a colheita e o transporte?	() Sim () Não
Houve limpeza do equipamento?	() Sim () Não
Houve troca de farda e calçado?	() Sim () Não
O material foi devidamente coberto com lona antes do transporte?	() Sim () Não
O operador tem formação para cumprir os protocolos de biossegurança?	() Sim () Não

Anexo III: Procedimentos para a correta limpeza e desinfecção de equipamentos utilizados na colheita de jacinto-de-água de meios hídricos.

As máquinas e outros equipamentos que sejam utilizados nas operações de recolha mecânica do jacinto-de-água, poderão ser grandes vetores de disseminação desta invasora se não forem acautelados um conjunto de procedimentos de limpeza e desinfecção, tais como os que se enumeram de seguida (Martins *et al.*, 2021):

1. Depois da operação de retirada de jacinto-de-água das massas de água, verificar cuidadosamente todos os componentes ativos da máquina que estejam em contato direto com a água e planta, como é o caso do carro anfíbio ou da ceifeira aquática, limpando-os com recurso a água limpa e corrente e/ou a escovas e panos, garantindo a total remoção física de qualquer órgão ou fragmento de propagação.

Se a operação de remoção dos fragmentos da máquina for realizada em campo, devem ser deixados no local, mas se a operação for realizada em estaleiro, os propágulos devem ser acondicionados em sacos/baldes/recipientes estanques específicos para o efeito de modo a garantir que não são deslocados para nenhum local onde possam restituir-se;

2. Usar uma máquina de pressão (se disponível ou em alternativa usar uma mangueira com bico de pressão) para limpar o carro anfíbio. Esta operação é importante porque a água sob pressão terá energia suficiente para desprender algum pedaço mais pequeno que persista ficar aderente às peças ativas da máquina, garantindo que não fica nenhum fragmento, semente ou esporo de planta invasora que possa originar focos de invasão no local para onde a máquina irá ser transportada.

Caso não seja possível lavar no local, retirar com escova ou vassoura o máximo possível e proceder à limpeza completa com máquina de pressão logo que esteja em estaleiro, desviando essa água com eventuais sementes ou outras formas de propágulos, para sítio seguro;

3. Outra alternativa eficaz possível é transportar a máquina em segurança até à água salgada e ativar os componentes da máquina que tenham sido utilizados, pelo menos durante 10-15 minutos. De seguida, a máquina deve ser limpa com água doce para proteção da própria máquina. Com este procedimento todos os órgãos de propagação ficam na água salgada, onde dificilmente conseguirão manter-se viáveis para posterior propagação.

Quando não for de todo possível a passagem por água salgada, em estaleiro todos os componentes móveis da máquina que possam ter entrado em contacto com a água aquando

da operação de remoção do jacinto, devem ser mergulhados em água quente a 70 °C (temperatura para inviabilizar eventuais sementes), durante 10-15 min. Para futuro, recomenda-se a aquisição de um tanque de desinfecção, ajustado ao tamanho da máquina, que em muito facilitará este processo de desinfecção;

4. Secar completamente a água que possa ter ficado no carro anfíbio ou ceifeira, ao ar livre, quando adequado e possível, ou, se necessário, com recurso a toalhas ou esponjas absorventes. Este passo é importante porque algumas espécies aquáticas podem sobreviver durante muito tempo em ambientes húmidos;
5. Transportar a máquina em segurança para o estaleiro e acondicioná-la em local próprio, de preferência usar sempre o mesmo local no estaleiro.