

MESTRADO EM RECURSOS FLORESTAIS

Dissertação de Mestrado em Recursos Florestais

**Avaliação do estabelecimento do agente de controlo biológico
Trichilogaster acaciaelongifoliae e os seus efeitos na espécie invasora-
alvo, acácia-de-espigas (*Acacia longifolia*), na Paisagem Protegida da
Arriba Fóssil da Costa da Caparica**

Filipe João Rodrigues Cuim

N.º 2021105192

Coimbra, 2023

ESCOLA SUPERIOR AGRÁRIA
INSTITUTO POLITÉCNICO DE COIMBRA

MESTRADO EM RECURSOS FLORESTAIS

**Avaliação do estabelecimento do agente de controlo biológico
Trichilogaster acaciaelongifoliae e os seus efeitos na espécie invasora-
alvo, acácia-de-espigas (*Acacia longifolia*), na Paisagem Protegida da
Arriba Fóssil da Costa da Caparica**

Dissertação apresentada à Escola Superior Agrária de Coimbra para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Recursos Florestais.

Orientador interno: Professora Doutora Hélia Sofia Duarte Canas Marchante

Coorientador: Doutor Francisco Alejandro López Núñez

Filipe João Rodrigues Cuim

N.º 2021105192

Coimbra, 2023

Agradecimentos

Em primeiro lugar desejo expressar o meu profundo agradecimento a todos aqueles que contribuíram para a realização desta dissertação. À minha orientadora, a Professora Doutora Hélia Sofia Duarte Canas Marchante e ao meu co-orientador, o Doutor Francisco Alejandro López Núñez, por toda a paciência, empenho, disponibilidade e conhecimento, e terem sido uma “trave-mestra” nos momentos de maior dificuldade e desmotivação.

Quero agradecer à minha namorada, por todo o apoio, paciência, persistência, disponibilidade e ajuda que me deu ao longo destes meses, porque sem ela teria sido tudo muito mais difícil.

Por último, quero agradecer a toda a minha família, amigos, colegas de trabalho e em especial aos meus pais, por serem o mais importante pilar da minha vida e me terem permitido chegar onde estou hoje.

Um sentido obrigado a todos, por tudo o que fizeram por mim ao longo desde anos.

Resumo

A acácia-de-espigas (*Acacia longifolia*), uma espécie exótica invasora lenhosa, foi introduzida em Portugal em meados do séc. XX, para estabilizar os sistemas dunares. Atualmente, ocupa grande parte do território continental litoral, e representa uma séria ameaça à sua conservação, tendo expandido a sua distribuição muito para além das áreas onde foi inicialmente introduzida. Sendo controlada por métodos tradicionais (corte e/ou aplicação de químico) há décadas, o controlo biológico clássico surgiu recentemente como uma metodologia promissora para contribuir para o controlo desta espécie, através do agente *Trichilogaster acaciaelongifoliae*.

O presente trabalho avaliou o estabelecimento e os efeitos de *T. acaciaelongifoliae* na planta-alvo *A. longifolia*, na Mata Nacional dos Medos (MNM) e na Mata Nacional das Dunas de Albufeira (MNDA), ambas integradas na Paisagem Protegida da Arriba Fóssil da Costa da Caparica (PPAFCC). Percorreram-se as duas áreas e procedeu-se ao registo dos exemplares de acácia-de-espigas, identificados por observação direta, ao acaso. Posteriormente avaliaram-se os efeitos diretos de *T. acaciaelongifoliae* nos parâmetros reprodutivos e de crescimento de *A. longifolia* e parte do ciclo fenológico de *T. acaciaelongifoliae* no final do verão.

Acacia longifolia ocorre em ambas as áreas, mas apenas se observaram galhas de *T. acaciaelongifoliae* na MNM, mais próxima dos pontos de libertação do agente. Nesta área verificou-se que a presença de galhas de *T. acaciaelongifoliae* reduz significativamente o número de vagens desenvolvidas, a sua dimensão, a quantidade de sementes em cada vagem, o número de filódios e o número de gomos florais em cada planta. Por sua vez, a presença de vagens não influenciou de forma significativa o tamanho das galhas, o número de câmaras por galha e o número de galhas por planta. Quanto ao ciclo fenológico de *T. acaciaelongifoliae* no final do verão verificou-se que a grande maioria das galhas já se encontravam secas e enrugadas.

É notável o impacto que *T. acaciaelongifoliae* está a ter no desenvolvimento vegetativo e na redução da capacidade reprodutiva de *A. longifolia* na Mata Nacional dos Medos, no entanto, é essencial adotar medidas de gestão integrada para garantir o sucesso a longo prazo.

Palavras-Chave: *Acacia* spp., Biocontrolo, controlo biológico clássico, galhas, insetos-galhadores, Mata Nacional dos Medos, Mata Nacional das Dunas de Albufeira, Plantas invasoras.

Abstract

Acacia longifolia, a woody invasive alien species, was introduced in Portugal in the mid-20th century to stabilize dune systems. Today, it occupies a large part of coastal mainland territory and represents a severe threat to its conservation, having expanded its distribution far beyond the areas where it was initially introduced.

Despite being controlled by traditional methods (cutting and/or chemical application) for decades, classical biological control has recently emerged as a promising methodology to contribute to the control of this species, using the agent *Trichilogaster acaciaelongifoliae*. This study evaluated the establishment and effects of *T. acaciaelongifoliae* on the target plant *A. longifolia* in National Forest of Medos (MNM) and the National Forest of Albufeira Dunes (MNDA), both part of the Protected Landscape of the Costa da Caparica Fossil Cliff (PPAFCC). Both areas were surveyed, and *A. longifolia* specimens were randomly identified through direct observation. Subsequently, the direct effects of *T. acaciaelongifoliae* on the reproductive and growth parameters of *A. longifolia* were evaluated, along with part of the phenological cycle of *T. acaciaelongifoliae* at the end of summer.

Specimens of *A. longifolia* were recorded in both areas, but *T. acaciaelongifoliae* galls were observed only in the MNM, located closer to the agent release points. In this area, the presence of *T. acaciaelongifoliae* galls significantly reduces the number of developed pods, their size, the quantity of seeds produced per pod, the number of phyllodes, and the number of floral buds per each branch. On the other hand, the presence of pods did not significantly influence the size of the galls, the number of chambers per gall, and the number of galls per branch. Regarding the phenological cycle of *T. acaciaelongifoliae* in late summer, it was observed that most galls were already dry and wrinkled.

The impact that *T. acaciaelongifoliae* is having on the vegetative development and reduction of reproductive capacity of *A. longifolia* in the Mata Nacional dos Medos area is noteworthy, however, it is essential to adopt integrated management measures to ensure long-term success.

Keywords: *Acacia* spp., Biocontrol, Classical Biological Control, Galls, Galler insects, Invasive Plants, National Forest of Medos, National Forest of Albufeira Dunes.

Índice

Índice	V
Lista de figuras.....	VII
Lista de tabelas.....	VIII
Lista de siglas e abreviaturas	IX
1. Introdução	1
1.1. Invasões biológicas.....	1
1.2. Etapas do processo de invasão biológica.....	2
1.3. Impactes de espécies invasoras	3
1.4. A invasão de espécies exóticas em Portugal	4
1.5. Evolução da legislação referente a espécies invasoras.....	5
1.6. Meios e estratégias de gestão de plantas invasoras	6
1.7. Etapas de gestão e métodos de controlo	7
1.8. Controlo Biológico	9
1.9. Caracterização da acácia-de-espigas (<i>Acacia longifolia</i>)	10
1.10. Controlo Biológico Clássico.....	12
1.11. Caracterização do agente de controlo biológico da acácia-de-espigas (<i>Trichilogaster acaciaelongifoliae</i>)	14
2. Objetivos.....	16
3. Material e Métodos	17
3.1. Caracterização da Mata Nacional dos Medos (MNM) e da Mata Nacional das Dunas de Albufeira (MNDA) - Paisagem Protegida da Arriba Fóssil da Costa de Caparica.	17
3.2. Caracterização Biofísica	19
3.2.1. Altitude e declive	19
3.2.2. Exposição.....	19
3.2.3. Solo	19

3.2.4.	Acidez do Solo.....	20
3.3.	Caracterização climática.....	20
3.3.1.	Temperatura do ar.....	20
3.3.2.	Precipitação.....	21
3.3.3.	Humidade Relativa do Ar	21
3.3.4.	Vento.....	22
3.4.	Caracterização da Ocupação do Solo	23
3.5.	Geolocalização e estabelecimento de <i>T. acaciaelongifoliae</i>	24
3.6.	Avaliação dos efeitos diretos de <i>T. acaciaelongifoliae</i> nos parâmetros reprodutivos e de crescimento de <i>A. longifolia</i>	26
3.7.	Avaliação do ciclo fenológico de <i>T. acaciaelongifoliae</i>	27
3.8.	Análise de dados.....	28
4.	Resultados e discussão.....	29
4.1.	Distribuição de <i>Acacia longifolia</i> e do agente de controlo biológico <i>Trichilogaster acaciaelongifoliae</i> na Mata Nacional dos Medos e na Mata Nacional das Dunas de Albufeira.....	29
4.2.	Avaliação dos efeitos diretos de <i>T. acaciaelongifoliae</i> sobre <i>A. longifolia</i> .	31
4.3.	Avaliação do ciclo fenológico de <i>T. acaciaelongifoliae</i>	35
4.4.	Proposta de gestão de Acácia para a área de estudo.....	38
5.	Conclusão.....	40
	Referências bibliográficas.....	41

Lista de figuras

Figura 1. As cinco principais etapas do processo de invasão: introdução, naturalização, facilitação, aumento da distribuição e estabilização (Adaptado de Marchante, 2001).	3
Figura 2. Etapas da gestão de espécies invasoras (Prevenção, Detecção precoce, Intervenção e Mitigação) e do processo de invasão (Introdução, Estabelecimento, Dispersão e Impacte) associados aos custos e à eficiência na gestão.	9
Figura 3. Imagem de acácia-de-espigas (<i>Acacia longifolia</i>) evidenciando o porte da planta, os filódios com várias nervuras longitudinais, as espigas amarelas e as vagens comprimidas entre as sementes (Humphries et al., 1996).	12
Figura 4. Localização da Mata Nacional dos Medos e da Mata Nacional das Dunas de Albufeira, na sub-região da Península de Setúbal, nos concelhos de Almada e Sesimbra e na Paisagem Protegida da Arriba Fóssil da Costa da Caparica.	18
Figura 5. Diagrama ombrotérmico de Temperatura (°C) e Precipitação (mm) da estação meteorológica de Lisboa/Geofísico do período 1961-1990 (ICNF, 2013).	21
Figura 6. Representação gráfica dos valores de Humidade relativa do ar às 9 horas e às 18 horas na Estação meteorológica do Monte da Caparica (2001 a 2017).	22
Figura 7. Representação gráfica dos valores médios mensais da frequência e velocidade do vento (m/s) nas diferentes direções registadas na estação meteorológica do Monte da Caparica (2001-2017).	23
Figura 8. Locais percorridos na Mata Nacional dos Medos e na Mata Nacional das Dunas da Albufeira.	26
Figura 9. Metodologia para a avaliação dos efeitos diretos de <i>T. acaciaelongifoliae</i> sobre <i>A. longifolia</i> (Adaptado de López-Núñez, 2021).	27
Figura 10. Distribuição de <i>Trichilogaster acaciaelongifoliae</i> na Mata Nacional dos Medos e na Mata Nacional das Dunas de Albufeira.	29
Figura 11. Registo de <i>Trichilogaster acaciaelongifoliae</i> na MNM e MNDA, considerando 30 indivíduos da invasora <i>Acacia longifolia</i> amostradas em cada uma das áreas, entre agosto e setembro de 2023.	30
Figura 12. Quantidade média de vagens (+/- erro padrão) nos ramos de <i>A. longifolia</i> com e sem galhas de <i>Trichilogaster acaciaelongifoliae</i> . (* significância do teste estatístico).	31

Figura 13. Tamanho médio das vagens (mm) (+/- erro padrão) nos ramos de <i>A. longifolia</i> com e sem galhas de <i>Trichilogaster acaciaelongifoliae</i> . (* significância do teste estatístico).	32
Figura 14. Quantidade média de sementes (+/- erro padrão) nos ramos de <i>A. longifolia</i> com e sem galhas de <i>Trichilogaster acaciaelongifoliae</i> . (* significância do teste estatístico).	32
Figura 15. Quantidade média de filódios (+/- erro padrão) nos ramos de <i>A. longifolia</i> com e sem galhas de <i>Trichilogaster acaciaelongifoliae</i> . (* significância do teste estatístico).	33
Figura 16. Quantidade média de gomos florais (+/- erro padrão) nos ramos de <i>A. longifolia</i> com e sem galhas de <i>Trichilogaster acaciaelongifoliae</i> . (* significância do teste estatístico).	33
Figura 17. Quantidade total de ramos com vagens em 62 ramos amostrados.	34
Figura 18. Quantidade média de galhas (+/- erro padrão) nos ramos de <i>A. longifolia</i> com e sem vagens. (n.s. - não se verificam diferenças significativas).	34
Figura 19. Tamanho médio das galhas (+/- erro padrão) nos ramos de <i>A. longifolia</i> com e sem vagens. (n.s. - não se verificam diferenças significativas).	35
Figura 20. Quantidade média de câmaras (+/- erro padrão) por galha nos ramos de <i>A. longifolia</i> com e sem vagens. (n.s. - não se verificam diferenças significativas).	35
Figura 21. Caracterização das galhas de <i>T. acaciaelongifoliae</i>	36
Figura 22. a) Galha de <i>T. acaciaelongifoliae</i> seca e enrugada; b) Galha de <i>T. acaciaelongifoliae</i> verde e com furos.	36
Figura 23. Influência da exposição no estágio fenológico das galhas de <i>T. acaciaelongifoliae</i>	37

Lista de tabelas

Tabela 1. Identificação, cadastro e área da Mata Nacional dos Medos e Mata Nacional das Dunas de Albufeira.	17
Tabela 2. Localização da área da Mata Nacional dos Medos e Mata Nacional das Dunas de Albufeira.	17

Lista de siglas e abreviaturas

CGPS - Cutting Edge of Genomic Technologies

COS – Carta de Ocupação do Solo

ESAC – Escola Superior Agrária de Coimbra

GPS - Global Positioning System

ICNF I.P. – Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas I.P.

IPBES - Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services

MRF – Mestrado em Recursos Florestais

MNM - Mata Nacional do Medos

MNDA - Mata Nacional das Dunas de Albufeira

NATO - Organização do Tratado do Atlântico Norte

PGF – Plano de Gestão Florestal

PPAFCC - Paisagem Protegida da Arriba Fóssil da Costa da Caparica

SIG – Sistema de Informação Geográfica

SPSS - Statistical Package for Social. Sciences

UE – União Europeia

1. Introdução

1.1. Invasões biológicas

As florestas têm uma enorme importância para a vida da Terra. Cobrem aproximadamente um terço das terras emersas, contêm cerca de 70% da biomassa, albergam uma parcela substancial da biodiversidade terrestre, influenciam o balanço hidrológico e o clima e contribuem para o equilíbrio da biosfera pelo papel que desempenham no ciclo global do carbono (Pereira, 2014).

Muitas das florestas que nos rodeiam são ocupadas por espécies oriundas de outros territórios, de onde foram trazidas pelas mais diversas razões. As motivações para esta prática variam e vão desde a simples curiosidade ao reconhecimento da potencialidade das espécies. A introdução de espécies exóticas é muitas vezes motivada por razões estéticas ou culturais, mas também pelo desejo de maximizar a produção de bens (por ex., alimentos, madeira, energia), e de promover a estabilidade funcional dos ecossistemas (através do sequestro de carbono, fixação de azoto, estabilização dos solos e controlo da erosão). Exemplos muito frequentes são a utilização de plantas ornamentais em parques, jardins e arruamentos ou como importante recurso económico, como é o caso do eucalipto-comum (*Eucalyptus globulus*) (Simberloff et al., 2013).

A crescente globalização e o aumento das movimentações, tanto de seres humanos como de outras espécies, ocorrem de forma cada vez mais rápidas e a uma escala espacial mais ampla; é por isso de esperar que o número de introduções de espécies exóticas não diminua nas próximas décadas causando alterações na estrutura dos ecossistemas e uma consequente perda de diversidade e biodiversidade (Collinge, 1996).

Ainda que muitas das espécies introduzidas não o consigam, algumas das espécies exóticas conseguem ultrapassar barreiras ambientais, instalar-se e proliferar em grande número sem intervenção direta do homem, conduzindo a desequilíbrios nos ecossistemas que podem levar à perda da biodiversidade nativa e outros impactes negativos. Este processo é designado por invasão biológica e estas espécies por espécies exóticas invasoras (Vicente et al., 2018).

Estima-se que as espécies exóticas invasoras sejam responsáveis, isoladamente ou em conjunto com outras causas, por 60% das extinções globais de animais e plantas

registadas. Mesmo sem a introdução de novas espécies exóticas, as populações existentes continuarão a expandir-se e a causar graves problemas (IPBES, 2023).

Na região mediterrânea, em particular, a degradação e redução das áreas de coberto arbóreo tem favorecido a invasão por várias espécies de plantas exóticas. Estas invasões têm por sua vez potenciado a perda de biodiversidade e afetado frequentemente os regimes de fogo, acelerando a erosão dos solos e provocando graves problemas de estabilidade dos ecossistemas nativos (Marchante, 2001).

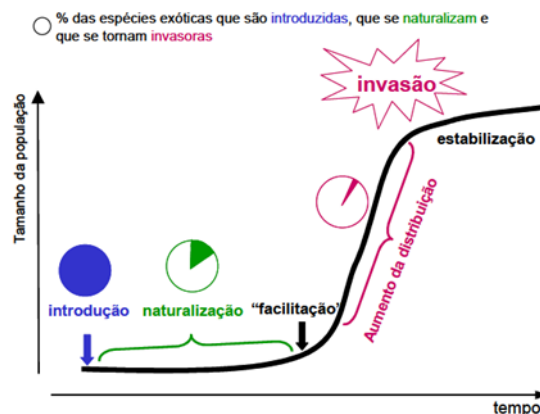
1.2. Etapas do processo de invasão biológica

A literatura define “*não nativa*” como qualquer espécie que ocorre fora da sua área de distribuição natural, depois de ser transportada e introduzida, de forma intencional ou não, ultrapassando dessa forma as barreiras biogeográficas.

Uma grande parte das espécies introduzidas não tem capacidade para se reproduzir e aumentar as suas populações no novo território, mantendo-se apenas nos locais onde foram introduzidas e constituem, muitas vezes, a base da alimentação ou da economia local. Outras reproduzem-se esporadicamente não tendo capacidade de formar populações persistentes, mantendo apenas pequenos núcleos para além das áreas onde foram mantidas – designam-se de espécies exóticas casuais. No entanto, uma fração das espécies exóticas introduzidas consegue estabelecer-se para além do local de introdução, reproduzindo-se e mantendo uma população viável durante vários ciclos de vida sem qualquer intervenção do ser humano. Conseguem coexistir localmente com as espécies nativas sem causar grandes destabilizações no ecossistema – designam-se de espécies exóticas naturalizadas. Do total das espécies exóticas naturalizadas, uma pequena fração consegue superar os obstáculos à sua propagação, geralmente através de estímulos que desencadeiam o processo de invasão biológica. Estas espécies conseguem estabelecer-se e reproduzirem, de forma autónoma, um elevado número de descendentes férteis que se dispersam e distanciam das plantas originais, ocorrendo rapidamente um aumento da sua distribuição e a competição com as espécies nativas, causando graves problemas aos ecossistemas – designam-se de espécies exóticas invasoras (Vicente et al., 2018).

O processo de invasão contempla cinco etapas principais (Figura 1). Inicia-se a partir da introdução de uma espécie exótica num novo território, a qual pode passar pelo processo de naturalização, e que através de um estímulo (por ex., a ocorrência de um incêndio ou a mobilização do solo), é desencadeado o processo de invasão biológica, que faz com que

essa espécie prolifere e disperse descendência fértil para longe da sua área de introdução aumentando exponencialmente a sua distribuição e tornando-se invasora. Por fim, nas últimas etapas do processo de invasão, as populações da espécie exótica invasora passam a interagir com as espécies animais e vegetais que as rodeiam e, finalmente podem estabilizar (Marchante, 2001).



1.3. Impactes de espèces invasoras

Os processos de invasão tendem a conduzir não só a uma especialização no fornecimento de serviços de ecossistema, mas também à redução da sustentabilidade futura desse

fornecimento. Por exemplo, a expansão da mimosa (*Acacia dealbata*) pode, a curto prazo, maximizar o sequestro de carbono ou a proteção do solo contra a erosão, mas, dado o seu comportamento pirófito, tenderá a aumentar a frequência e intensidade do regime do fogo (Vicente et al., 2018) pondo em causa os (eventuais) benefícios que causou. Várias espécies pirófitas invasoras em Portugal têm visto a sua área de distribuição aumentada em consequência dos incêndios (Silva, 2021).

1.4. A invasão de espécies exóticas em Portugal

Em Portugal continental, estão identificadas cerca de 500 espécies de plantas exóticas (casuais, naturalizadas e invasoras) originárias de todo o mundo. Aproximadamente, cerca de 15% dessas espécies estão citadas como já sendo invasoras ou tendo potencial para se tornarem (Almeida, 2012). No nosso país, alguns dos momentos mais significativos de introdução de espécies exóticas aconteceram durante os séculos XIX e XX. Esses eventos estiveram diretamente ligados às mudanças nos sistemas agrícolas e florestais. Entre as várias modificações adotadas nessas transformações, demarcam-se o emparcelamento e o aumento dos sistemas pecuários, que contribuíram para uma necessidade de aumento da produtividade, que por sua vez, incentivou a introdução de novas espécies. As atividades agrícolas, em particular as hortícolas, e o comércio ornamental, foram responsáveis por um número muito elevado de introduções de espécies exóticas quer intencionalmente quer de forma accidental (por ex., sementes misturadas em lotes de sementes agrícolas). Em menor número, foram introduzidas espécies exóticas para a fixação de dunas (*Carpobrotus edulis*) ou solos (*Acacia longifolia*), uso florestal (*Eucalyptus globulus*) e medicinal (*Calendula officinalis*) (Vicente et al., 2018).

A introdução de espécies de plantas exóticas em Portugal tem apresentado um aumento alarmante. Esse aumento tornou-se ainda mais evidente nos últimos 25 anos, durante os quais foram registradas 184 novas espécies de plantas exóticas introduzidas no país (Almeida & Freitas, 2001).

De entre as várias espécies de plantas invasoras encontradas em Portugal, podem sublinhar-se as várias espécies de invasoras-lenhosas de acácia, sendo as mais notáveis a acácia-mimosa (*Acacia dealbata*) e a acácia-de-espigas (*Acacia longifolia*). Estas espécies destacam-se pelo seu potencial invasor vigoroso e pela sua ampla distribuição ao longo do território, ocupando vastas áreas costeiras, como dunas e falésias

(principalmente *A. longifolia*), cursos de água, lagoas e albufeiras, margens de estradas, entre outros (Silva, 2021).

1.5. Evolução da legislação referente a espécies invasoras

Foi na Convenção sobre a Diversidade Biológica (CDB), em 1993, que se abriu caminho para a conservação da diversidade biológica e combate às espécies invasoras. Ficou estipulado, através da Decisão do conselho 93/626/CEE, que cada governo signatário deveria “impedir a introdução, controlar ou eliminar as espécies exóticas que ameaçam os ecossistemas, habitats ou espécies” (Conselho das Comunidades Europeias, 1993). Mais tarde, em 2011 a Comissão Europeia implementa a Estratégia de Biodiversidade da União Europeia (UE) para o período até 2020. Neste documento, destaca-se o aumento de perda de biodiversidade, em consequência da alteração dos habitats porquanto da introdução e disseminação de espécies exóticas invasoras e das alterações climáticas (Comissão Europeia, 2011).

No seguimento da Estratégia de Biodiversidade, a 22 de outubro de 2014, a União Europeia (UE) publicou o Regulamento Europeu N° 1143/2014 do Parlamento Europeu com o principal objetivo de regulamentar a prevenção e gestão da introdução e disseminação de espécies exóticas invasoras na UE, visando impedir, minimizar e atenuar os impactos prejudiciais à biodiversidade resultantes da introdução intencional ou não intencional dessas espécies. A primeira “Lista da União” foi publicada através Regulamento de Execução (UE) 2016/1141 da Comissão de 13 de julho de 2016 (Regulamento da Comissão de Execução, 2016).

Posteriormente já foram publicadas várias atualizações ao Regulamento Europeu. A mais recente foi publicada em 2022, através do Regulamento de Execução (EU) 2022/1203 da Comissão de 12 de julho de 2022, que altera o Regulamento de Execução (EU) 2016/1141 para atualizar a lista de espécies exóticas invasoras que suscitam preocupação por parte da União Europeia.

Na legislação portuguesa, a primeira referência expressa às introduções de espécies exóticas é feita na Lei de Bases do Ambiente de 1987 (Lei 11/87) que refere a importância de controlar a introdução de espécies exóticas e da criação de regulamentação que o permita. Alguns Decretos-Lei anteriores (e.g., DL n.º 28039, 14-09-1937DL; n.º165/74, 22 de abril) impunham limites à utilização de algumas espécies (*Acacia spp.*, *Ailanthus altissima*, *Eucalyptus globulus*, *Eichhornia crassipes*), mas baseando-se “apenas” no

reconhecimento do seu crescimento rápido que podia causar problemas (Lei de Bases do Ambiente, 1987).

Foi a partir a década de 90, através da legislação nacional, diretivas europeias e convenções internacionais, que recomendavam a adoção de medidas que limitem a introdução deliberada e previnam as introduções acidentais de novas espécies, bem como a tomada de medidas de controlo e erradicação de espécies invasoras já introduzidas, que se começou a dar maior importância ao problema das espécies exóticas invasoras em Portugal (Vicente et al., 2018). Em 1999, surgiu a primeira legislação nacional abrangente, pelo Decreto-Lei n.º 565/99 de 21 de dezembro, que veio regular a introdução de espécies exóticas de flora e fauna na natureza. Neste diploma estavam listadas as espécies exóticas introduzidas em Portugal, assinalando-se aquelas que eram consideradas invasoras e proibindo novas introduções, salvo algumas exceções. Este decreto proibia a detenção, a criação, o cultivo e a comercialização das espécies consideradas invasoras e de risco ecológico.

O Decreto-Lei n.º 565/99 foi recentemente revisto e revogado pelo Decreto-Lei n.º 92/2019 de 10 de julho, que estabelece o regime jurídico aplicável ao controlo, à detenção, à introdução na natureza e ao repovoamento de espécies exóticas e assegura a execução do Regulamento da União Europeia (UE) N.º 1143/2014. Uma das grandes diferenças em relação ao Decreto-Lei n.º 565/99 é a Lista Nacional de Espécies Invasoras (LNEI – Anexo II) que inclui agora 18 espécies de algas, mais de 200 plantas, 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 e que interdita a detenção, cultivo, criação, comércio, introdução na natureza e o repovoamento de espécimes de espécies incluídas nestas Lista (*Invasoras.Pt*, 2023).

1.6. Meios e estratégias de gestão de plantas invasoras

A crescente preocupação global em relação às invasões biológicas e aos seus impactos nos ecossistemas onde ocorrem, têm levado a considerá-las como a 5.^a maior ameaça à preservação e conservação da biodiversidade (IPBES, 2023). Tendo em conta os impactos económicos, ecológicos e sociais já descritos, é essencial desenvolver mecanismos de controlo à introdução de novas espécies com potencial invasor e de diminuição dos impactos das espécies já presentes.

A prevenção e a deteção precoce e resposta rápida são estratégias fulcrais para evitar o estabelecimento e a disseminação inicial de espécies invasoras (Marchante et al., 2018). Quando as espécies exóticas já ultrapassaram as etapas iniciais do processo de invasão, encontrando-se estabelecidas e a causar impactes, é muito importante intervir de forma a minorar o problema, recorrendo a estratégias e métodos de controlo apropriados às espécies e a cada situação específica. Antes de se partir para a aplicação de medidas de controlo, deve-se elaborar e implementar um plano de ação (gestão) para as áreas invadidas. No plano é essencial que se priorizem as espécies e as áreas a intervir, considerando fatores como a distribuição das espécies, a dimensão da invasão, as probabilidades de sucesso das metodologias a aplicar, a identificação de possíveis causas do aumento das espécies, o estado de conservação dos habitats invadidos, a metodologia de controlo mais adequada, a dinâmica das comunidades ecológicas que se sucedem ao longo do tempo após a eliminação da invasora da área controlada e os recursos disponíveis a médio/longo prazo (Marchante et al., 2018).

1.7. Etapas de gestão e métodos de controlo

O controlo de espécies invasoras exige uma gestão bem planeada e que envolve várias etapas e estratégias de controlo e gestão. Antes de se aplicar qualquer método de controlo, é importante identificar os estágios mais vulneráveis no ciclo fenológico de cada espécie, de forma que se possa explorar esse fator, aplicando o(s) método(s) de controlo mais adequado (Silva, 2021).

O controlo faz-se quando, por diversas razões, já não é possível erradicar a espécie alvo. Assume-se que a gestão vai ser a longo-prazo, delineiam-se estratégias em que o principal objetivo não é erradicar, mas sim conter/controlar a expansão da espécie exótica invasora. Os métodos de controlo dividem-se essencialmente em três fases: o controlo inicial, o controlo de continuidade e o controlo de manutenção.

O controlo inicial tem o objetivo diminuir drasticamente as populações de espécies invasoras numa área específica. Esta é a fase em que as intervenções são mais dispendiosas. O controlo de continuidade surge após a primeira intervenção, e pode repetir-se várias vezes, com o objetivo de controlar a regeneração/germinação que possa surgir e/ou eliminar indivíduos que possam ter escapado ao controlo inicial. É extremamente importante fazer um acompanhamento de proximidade das áreas

intervencionadas e executar as intervenções onde haja necessidade. Este tipo de controlo implica frequentemente intervenções ao longo de vários anos.

Depois dos controlos de continuidade, a curto-médio prazo, é necessário que haja um controlo de manutenção a longo-prazo, normalmente quando a densidade das invasoras já diminuiu muito, que permita monitorizar e controlar a recuperação mais pontual que se verifique, de forma a evitar uma possível reinvasão. Muitas das espécies de plantas invasoras possuem bancos de sementes com uma grande longevidade e/ou apresentam capacidade de regeneração vegetativa, o que exige que se realizem múltiplas intervenções nas áreas invadidas para evitar novas invasões (Marchante et al., 2018).

A seleção da metodologia de controlo deve ser adequada às características biológicas das espécies alvo e deve ter em consideração o estado fenológico em que estas se encontram, assim como a própria situação onde ocorrem e a fase de invasão. Os métodos de controlo resumem-se basicamente em:

- Controlo físico/mecânico

O controlo físico/mecânico inclui método como, por ex., o arranque, o descasque, o corte e o corte com trituração da biomassa (Silva, 2021);

- Controlo químico

O método de controlo químico consiste em aplicar produtos fitofarmacêuticos nas plantas invasoras (Silva, 2021).

- Controlo biológico

O método de controlo biológico baseia-se na utilização de inimigos naturais das espécies exóticas invasoras, específicos e normalmente originários da mesma região que a espécie-alvo/hospedeira (Marchante et al., 2011);

- Fogo controlado

A utilização da técnica de fogo controlado pode ser utilizada para gerir determinadas espécies (Marchante et al., 2018).

A utilização de diferentes métodos de controlo combinados é frequentemente a opção mais apropriada, resultando num esforço e melhoria dos resultados obtidos. O sucesso da aplicação de estratégias/planos de controlo requer persistência nos tratamentos, e implica custos a curto e médio prazo para a gestão das áreas invadidas (Marchante, 2001).

À medida que se evolui nas etapas de gestão ou nas etapas da invasão, aumentam os impactes causados, a detetabilidade das espécies e os custos de gestão e diminui a

eficiência na gestão das espécies invasoras (Figura 2). Ou seja, atuar na fase de deteção precoce aumenta a probabilidade de erradicação ou controlo eficaz da espécie invasora e os custos associados são menores.

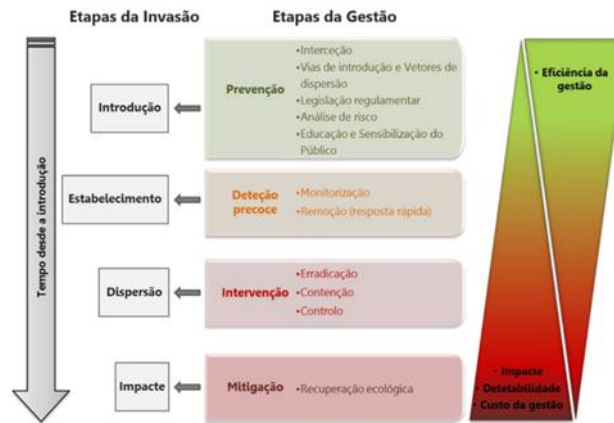


Figura 2. Etapas da gestão de espécies invasoras (Prevenção, Deteção precoce, Intervenção e Mitigação) e do processo de invasão (Introdução, Estabelecimento, Dispersão e Impacte) associados aos custos e à eficiência na gestão.

Em Portugal, uma das espécies de plantas invasoras que está mais amplamente difundida ao longo das zonas costeiras é a acácia-de-espigas (*Acacia longifolia*). Esta espécie é uma das espécies invasoras com maiores impactes nos ecossistemas dunares (Invasoras.Pt, 2023).

1.8. Controlo Biológico

O controlo biológico tem potencial para ser uma ferramenta extremamente eficaz no controlo de espécies invasoras. Este método é praticado em vários países há dezenas de anos, com sucessivos avanços e recuos (Stiling & Cornelissen, 2005). O método consiste na utilização de inimigos naturais para controlar espécies invasoras, específicos e normalmente originários da mesma região que a espécie-alvo/hospedeira (Eilenberg et al., 2001). Os agentes de controlo biológico não eliminam totalmente as populações da espécie exótica invasora, mas quando bem sucedido, é um método que permite a redução das populações das espécies invasoras e a sua manutenção abaixo de níveis que possam causar prejuízos económicos e de conservação dos ecossistemas. Estes agentes podem interferir no desenvolvimento das plantas de diferentes formas, reduzindo o crescimento e a produção de sementes das plantas-alvo e, consequentemente diminuir o banco de

sementes dessas espécies. A não eliminação/erradicação das espécies exóticas invasoras, faz com que o agente não desapareça e, com isto, o controlo biológico pode ser considerado um método autossustentável. No entanto, por envolver a introdução de uma nova espécie no ecossistema, muitas vezes torna-se difícil prever qual a sua eficácia e quais os possíveis impactes que possa vir a causar (St. Louis et al., 2020).

O controlo biológico divide-se em cinco tipos distintos: controlo biológico natural, de conservação, inoculação do vetor, inundativo e clássico. Os dois primeiros métodos baseiam-se na ocorrência e disponibilidade dos inimigos naturais na área de interesse, enquanto que os restantes métodos estão dependentes da libertação do inimigo natural por ação humana (Eilenberg et al., 2001).

1.9. Caracterização da acácia-de-espigas (*Acacia longifolia*)

O sucesso de uma espécie invasora está parcialmente relacionado com a amplitude geográfica da sua distribuição nativa, ou seja, espécies abundantes nos seus habitats naturais têm tendência para dar origem a invasoras bem sucedidas (Williamson & Fitter, 1996). *Acacia* é um género de planta da família das leguminosas (*Leguminosae* - *Fabaceae*), uma das famílias com maior número de espécies invasoras, com cerca de 1200 espécies de árvores e arbustos, dos quais cerca de 900 são originários de África e Austrália. A sua capacidade para fixar o azoto confere-lhes a vantagem de ocuparem ambientes muito pobres em recursos, mas ainda assim garantirem a sua viabilidade (Amaro, 2003). As diferentes espécies podem apresentar espinhos, folhas bipinuladas no estado juvenil, mantendo-se assim no estado adulto ou rapidamente reduzidas a filódios. As flores são geralmente amarelas, dispostas em espigas cilíndricas ou capítulos globosos. Grande parte das acácias são espécies de crescimento rápido, com elevada produção de sementes e com uma grande longevidade no solo e com estratégias de dispersão eficientes.

Na Austrália e em África a maioria das espécies de acácia tem como principais agentes dispersores as formigas e/ou os pássaros, o que lhes confere um grande sucesso na invasão. Outra característica que torna muitas espécies de acácia invasoras vigorosas é a germinação induzida pelos perturbações naturais e/ou antrópicas causadas, por ex., a germinação estimulada pelo fogo (distúrbio natural) ou por uma lavoura (distúrbio antrópico) (Marchante, 2001).

A acácia-de-espigas, acácia-de-folhas-longas ou acácia (*Acacia longifolia*), como é vulgarmente conhecida, é originária do Sudeste da Austrália. Em Portugal surge listada (juntamente com todo o género) como invasora no anexo II, do Decreto-Lei n.º 92/2019 de 10 de julho. De acordo com o protocolo adaptado do Australian Weed Risk Assessment esta espécie obteve o valor de 30 para o território português, o que confirma que apresenta um risco elevado de desenvolver um comportamento invasor (Pheloung et al., 1999).

Em Portugal, a acácia-de-espigas foi introduzida em meados do séc. XX, com a função de estabilizar os sistemas dunares mais vulneráveis (Marchante et al., 2003). Atualmente ocupa grande parte do território continental e está presente em ambos os arquipélagos (*Invasoras.Pt*, 2023); no entanto, a sua distribuição mais vasta ocorre em áreas junto à costa Atlântica. É muito frequente encontrá-la nos sistemas dunares, onde está presente com densidades muito elevadas, ou junto a linhas de água e em zonas montanhosas (Marchante, 2001).

A acácia-de-espigas (Figura 3) é uma árvore ou arbusto perene, de copa aberta e folhagem verde brilhante que pode atingir até 10 metros de altura. Apresenta ritidoma liso e cinzento-baço, com raminhos glabros cujas folhas estão reduzidas a filódios (7-15 x 0.8-3cm) oblongos a oblongos-lanceolados, retilíneos, com 2-4 nervuras proeminentes. A floração ocorre de dezembro a abril, com flores fragrantíssimas minúsculas, amarelo-brilhante, reunidas em espigas axilares de até 5cm. As vagens são lineares (7-15 x 0.4-0.5cm), sulcadas, direitas a retorcidas após a maturação, distintamente comprimidas entre as sementes e castanhas quando maduras. As suas sementes apresentam funículo curto de cor esbranquiçada (Humphries et al., 1996). Esta espécie caracteriza-se por se reproduzir principalmente por via seminal, com capacidade para produzir até cerca de 12000 sementes/m²/ano. As sementes, na sua grande maioria, ficam depositadas debaixo da sua copa e permanecem viáveis no solo durante anos. As suas sementes além de serem facilmente dispersas por fatores abióticos (por exemplo, vento), são muitas vezes dispersas por fatores bióticos, como por ex., pelas formigas, que são atraídas pelo funículo das sementes, e que depois as transportam e dispersam. As sementes germinam facilmente após a ocorrência de um distúrbio, como por ex., o fogo. Esta espécie de acácia forma rebentos de touça menos frequentemente e menos vigorosos do que a maioria das outras espécies do género presentes em Portugal (Marchante, 2011).



Figura 3. Imagem de acácia-de-espigas (*Acacia longifolia*) evidenciando o porte da planta, os filódios com várias nervuras longitudinais, as espigas amarelas e as vagens comprimidas entre as sementes (Humphries et al., 1996).

1.10. Controle Biológico Clássico

O método de controle biológico clássico define-se como um meio de controle sustentável, com uma boa relação custo-benefício, capaz de prevenir novas invasões, além de ser considerado como mais “amigo do ambiente e dos ecossistemas” quando realizado de forma rigorosa e de acordo com as melhores práticas disponíveis. Este método baseia-se na introdução de um inimigo natural específico, oriundo da área de distribuição da espécie invasora, para controlá-la na sua área de invasão, depois da realização de testes de especificidade em ambiente controlado. Este método visa criar um equilíbrio dinâmico entre “presa-predador”, ou seja, entre a espécie invasora e o agente de controle, evitando a propagação da espécie para novos locais. Este método é muito utilizado na preservação de culturas e de ecossistemas no seu estado natural, não interferindo com as suas dinâmicas (Eilenberg et al., 2001). O planejamento deste método envolve três fases: a seleção e realização de testes pré-libertação, a libertação e a monitorização pós-libertação (Hajek & Eilenberg, 2018).

A primeira fase compreende a procura e a seleção de um agente de controle específico para a planta alvo. Após ser selecionado, é necessário avaliar o potencial e os riscos que esse agente pode causar aos ecossistemas. Apesar do excelente reconhecimento que o método detém, este tem sido alvo de duras críticas em consequência das falhas causadas por falta de rigor nos testes pré-libertação no passado que conduziram, por exemplo, à libertação de agentes não específicos. Algumas dessas falhas produziram graves problemas aos ecossistemas (Howarth, 1991).

Uma vez assegurada a especificidade do agente de controlo, poderá ser permitida a sua libertação. É muito importante que exista um bom planeamento nesta fase, de forma a facilitar o estabelecimento do agente, como por ex., a sincronicidade fenológica entre os ciclos de vida do agente de controlo e da planta hospedeira, especialmente para os insetos que formam galhas, para os parasitas, ou outros agentes que estejam dependentes de determinada fase fenológica da planta-alvo (López-Núñez et al., 2021).

O controlo biológico tem sido utilizado à escala global, onde cerca de 500 agentes foram libertados para controlar 175 espécies invasoras, com uma taxa de estabelecimento de 70.9% (Schwarzländer et al., 2018). A maioria destas libertações ocorreu na Austrália, na América do Norte, na África do Sul e no Havai. Na Europa, o controlo biológico contra as espécies de plantas invasoras é recente. Em Portugal, a luta biológica iniciou-se em 1962, na ilha da Madeira, através da libertação de *Procecidochares utilis* Stone, um pequeno inseto, contra a *Agerantina adenophora*, uma espécie invasora presente na ilha (Vieira, 2002). Mais recentemente, em 2015, de forma a combater a espécie invasora de acácia-de-espigas (*Acacia longifolia*), libertaram-se pequenos insetos (himenópteros) de *Trichilogaster acaciaelongifoliae*. Esta foi a primeira libertação de um agente de controlo biológico na Europa continental (Marchante et al., 2017). Este inseto foi utilizado com sucesso no controlo da acácia-de-espigas na África do Sul (Impson et al., 2023).

Apesar do historial de sucesso na África do Sul, entre 2005 e 2010 em Portugal, *T. acaciaelongifoliae* foi submetido a rigorosos testes de especificidade e avaliações de risco, entre os quais a reação a outras plantas, incluindo espécies silvestres, agrícolas e florestais e concluiu-se que o inseto é específico na sua escolha, ou seja, apenas a acácia-de-espigas lhe permite completar o seu ciclo de vida, não tendo conseguido formar galhas noutras plantas durante os testes (Marchante, 2001). Seguiu-se a fase de análise e validação, entre 2010 e 2015. Um processo que incluiu a análise detalhada por entidades Portuguesas e Europeias, permitindo que diferentes entidades de diferentes quadrantes e interesses tivessem oportunidade de avaliar os procedimentos e resultados e, portanto, validar a proposta de introdução (Shaw et al., 2018).

Como foi referido anteriormente, o controlo biológico requer uma monitorização contínua após a libertação do agente de controlo, de forma a garantir-se a sua funcionalidade (ou seja, que cumpre e tem a capacidade para controlar a espécie alvo), bem como para avaliar a sua segurança (que não causa problemas às restantes espécies e ao ecossistema). Esta monitorização após a libertação compreende a fase final do

processo do controlo biológico, ajudando na tomada de decisões e permitindo a adoção de medidas de gestão adaptativas por parte das entidades interessadas na sua utilização. Por ex., esta fase permite avaliar a aptidão do agente de controlo sobre as espécies alvo e a sua capacidade de dispersão para outros locais invadidos, assim como avaliar os eventuais efeitos causados pelo agente de controlo nas restantes espécies e no ecossistema (Schaffner et al., 2020).

Podemos afirmar que o controlo biológico é uma das metodologias mais promissoras para o controlo de espécies exóticas invasoras (Hirsch et al., 2017). No entanto, a sua utilização ainda é recente na Europa. A monitorização deste controlo, após a libertação, é fundamental para avaliar a eficácia do agente e se este é realmente capaz de controlar a espécie-alvo (Schaffner et al., 2020).

1.11. Caracterização do agente de controlo biológico da acácia-de-espigas (*Trichilogaster acaciaelongifoliae*)

Trichilogaster acaciaelongifoliae é uma pequena vespa australiana, da mesma região de origem da acácia-de-espigas, com cerca de 2-3mm, pertencente à classe *Insecta*; subclasse *Pterygota*; ordem *Hymenoptera*; subordem *Apocrita*; infraordem *Proctotrupomorpha*; superfamília *Chalcidoidea*; família *Pteromalidae*.

A ordem dos himenópteros é a segunda maior, com cerca de 200 000 espécies conhecidas. Estes insetos desempenham importantes funções nos ecossistemas enquanto polinizadores e agentes de controlo biológico (Pereira et al., 2012).

A família *Pteromalidae* é principalmente composta por espécies parasitoides. As fêmeas destas vespas possuem um ovipositor adaptado para perfurar a parede do corpo do hospedeiro e nele depositar os seus ovos. Quando eclodem, as larvas alimentam-se dos hospedeiros. Este grupo é formado por pequenas vespas parasitoides, cujas larvas se desenvolvem no interior de outros insetos ou nos tecidos das plantas (mas sem necessariamente as matar). Os himenópteros parasitoides são muito importantes na regulação das populações de outros insetos e por isso são imprescindíveis para o controlo de pragas (Pereira et al., 2012).

Trichilogaster acaciaelongifoliae é um dos inimigos naturais de *A. longifolia*, capaz de controlar a formação de flores, através da formação de galhas nos gomos florais das acácias, reduzindo até 100% a formação de novas sementes e estabilizando o banco de

sementes presente no solo. A formação de galhas por esta vespa acaba igualmente por reduzir o crescimento vegetativo das plantas, uma vez que formação de galhas consome muita energia. Adicionalmente, compromete a dispersão de sementes e a (re)invasão de outros locais (López-Núñez et al., 2021).

As fêmeas de *T. acaciaelongifoliae*, fulcrais para a reprodução e viabilidade das populações, são partenogenéticas, ou seja, podem reproduzir-se na ausência de machos.

A ovoposição por parte das fêmeas de *T. acaciaelongifoliae* nos gomos florais da acácia-de-espigas induz a formação de uma galha. A galha garante todos os recursos necessários ao desenvolvimento dos insetos, permitindo-os completar o seu ciclo de vida, que demora aproximadamente um ano (Noble, 1940). As câmaras larvares das fêmeas são visíveis (Figura 4) porquanto da formação de um lobo na superfície da galha, sendo possível efetuar uma contagem, ainda que com alguma margem de erro, do número de indivíduos por galha antes de completarem o seu ciclo e emergirem (nesta fase formam um furo que é bem visível e permite quantificar as fêmeas). As câmaras larvares dos machos são menores, periféricas e não são visíveis a olho nu, só sendo possível serem observadas/contadas após a dissecação da galha (Henriksen et al., 2017).

Após completarem o seu ciclo de vida, findo o qual furam a galha, as fêmeas de *T. acaciaelongifoliae* voam à procura de novas gemas de acácia-de-espigas para colocarem os seus ovos. Morrem passados poucos dias, sem se alimentarem (Noble, 1940).

2. Objetivos

Com este trabalho pretendeu-se avaliar o estabelecimento, a fase do ciclo fenológico que ocorre no final do verão (coincidente com a realização da parte de campo do trabalho) e os efeitos do controlo biológico clássico, através da utilização do agente *Trichilogaster acaciaelongifoliae* na planta-alvo, a invasora lenhosa acácia-de-espigas (*Acacia longifolia*), nas áreas da Mata Nacional dos Medos (MNM) e na Mata Nacional das Dunas de Albufeira (MNDA), ambas integradas na Paisagem Protegida da Arriba Fóssil da Costa da Caparica (PPAFCC).

Teve-se ainda como objetivo validar a utilização de dois métodos que complementam a avaliação do estabelecimento do agente: 1) levantamento feito com recurso à App Epicollect5 (formulário “Projeto para a recolha de dados de monitorização de galhas de *Trichilogaster acaciaelongifoliae*”), para a geolocalização e quantificação geral das áreas com presença e ausência de galhas de *T. acaciaelongifoliae* na área de estudo; 2) método quantitativo usado por López-Núñez (2021), com vista à quantificação mais detalhada de galhas de *T. acaciaelongifoliae* e os seus efeitos na planta invasora-alvo, nas áreas de estudo.

O objetivo final do trabalho foi o desenvolvimento de uma breve proposta de gestão das espécies de acácias nas áreas de trabalho, de forma a evitar que estas se dispersem e possam (re)invadir novas áreas.

3. Material e Métodos

3.1. Caracterização da Mata Nacional dos Medos (MNM) e da Mata Nacional das Dunas de Albufeira (MNDA) - Paisagem Protegida da Arriba Fóssil da Costa de Caparica.

A área de estudo inclui a Mata Nacional dos Medos (MNM, ca. 339 ha) e a Mata Nacional das Dunas de Albufeira (MNDA, ca. 116 ha) (Tabela 1), ambas integradas na Paisagem Protegida da Arriba Fóssil da Costa da Caparica (PPAFCC), a qual está incluída na Rede Nacional de Áreas Protegidas, pertencem ao Domínio Privado do Estado Português. Por despacho conjunto do Ministério da Agricultura, Pescas e Alimentação e do Ministério do Plano e Administração do Território, de 20 de agosto de 1986 (DR nº 202, II série, de 3/09), a gestão destas matas passou para o Serviço Nacional de Parques, Reservas e Conservação da Natureza, hoje designado por Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas I.P. As duas matas localizam-se na Península de Setúbal (Tabelas 2).

Tabela 1. Identificação, cadastro e área da Mata Nacional dos Medos e Mata Nacional das Dunas de Albufeira.

Mata	Inscrição Matricial	Área (ha)
Mata Nacional dos Medos (MNM)	Nº 1 e nº 2, Secção AM-AM1 (Almada);	338,89
	Nº 112, Secção A (Sesimbra);	
	Casa de Guarda Florestal: Nº 24, Secção AI (Almada)	
Mata Nacional das Dunas de Albufeira (MNDA)	Nº 1, Secção AM1 (Almada);	116,01
	Nº 112 e nº 111, Secção A (Sesimbra)	
Total		454,90

Tabela 2. Localização da área da Mata Nacional dos Medos e Mata Nacional das Dunas de Albufeira.

	MN dos Medos	MN das Dunas de Albufeira
Distrito	Setúbal	
NUT III	Península de Setúbal	
Concelho/ Freguesia	Almada/Charneca da Caparica (332,55 ha)	Almada/Charneca da Caparica (15,56 ha)
	Sesimbra/Nossa Senhora da Consolação do Castelo (5,39 ha)	Sesimbra/Nossa Senhora da Consolação do Castelo (100,44 ha)
Cartas Militares	Nº 442 e nº 453	nº 453

A Mata Nacional dos Medos (MNM) e a Mata Nacional das Dunas de Albufeira (MNDA) surgiram no reinado de D. João V (1706-1750). Foi ordenado que se semeasse um pinhal

(constituído essencialmente por espécimes de Pinheiro-bravo) no topo da arriba, uma zona relativamente plana, com o objetivo de proteger a área agrícola interior do progressivo avanço das areias dunares (ICNF, 2013). As matas situam-se no topo da arriba fóssil da Costa de Caparica, ocupando uma faixa de cerca de 7 km de comprimento por 0,5 a 1 km de largura.

A Mata Nacional dos Medos (MNM) é limitada a Norte e parcialmente a Este por um aceiro exterior (com o qual confinam pinhais e terrenos de domínio privado, alguns urbanizados); a Sul pelas Dunas de Albufeira, e a Poente, em toda a sua extensão, é limitada pela escarpa elevada acima do nível do mar, a arriba fóssil (Figura 4).

A Mata Nacional das Dunas de Albufeira (MNDA) situa-se no prolongamento da MNM a Sul, e é composta pelo prédio cedido à NATO (Organização do Tratado do Atlântico Norte) e pelas duas faixas laterais. Confina a Este e a Sul com os terrenos privados da Herdade da Apostiça e dos Medos de Albufeira, respetivamente; a Oeste é delimitada igualmente pela arriba fóssil (ICNF, 2013) (Figura 4).

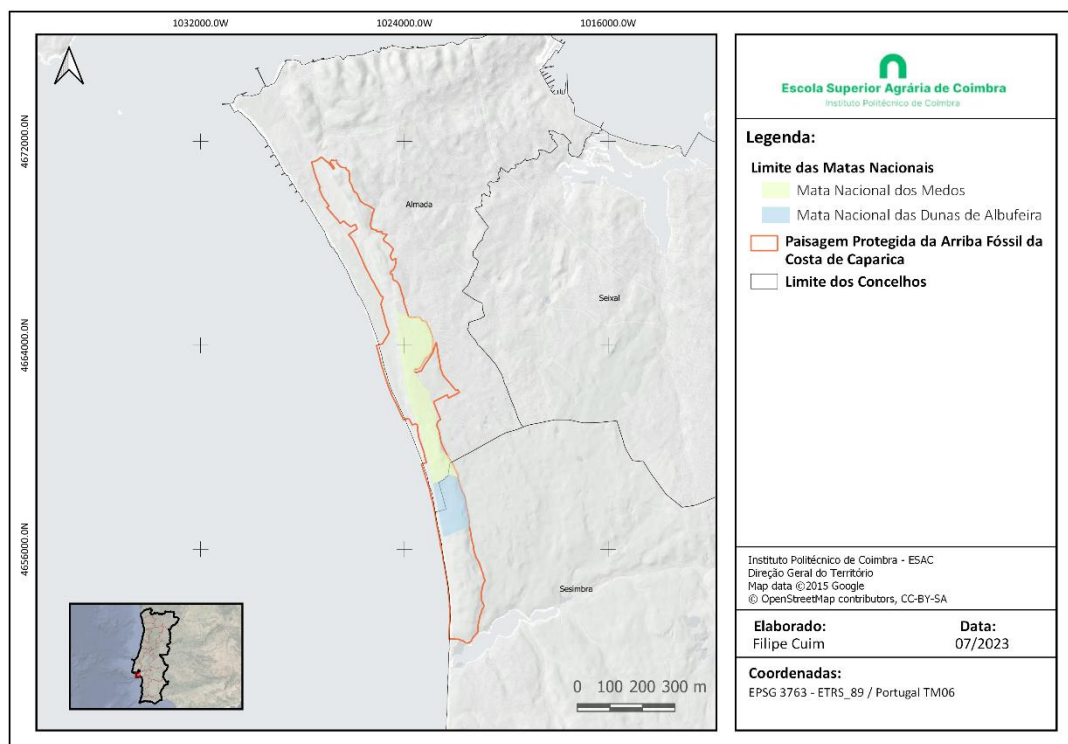


Figura 4. Localização da Mata Nacional dos Medos e da Mata Nacional das Dunas de Albufeira, na sub-região da Península de Setúbal, nos concelhos de Almada e Sesimbra e na Paisagem Protegida da Arriba Fóssil da Costa da Caparica.

3.2. Caracterização Biofísica

No geral, o conjunto da MNM e da MNDA é homogêneo relativamente aos fatores declive, exposição, rocha-mãe e propriedades do solo.

3.2.1. Altitude e declive

Os níveis de altitude variam entre os 25 m junto à base da arriba e os 111 m no Cabo da Malha. Os valores de altitude concentram-se, na generalidade entre os 60 e os 80 m (Figura A1 – Anexos).

A área da MNM e MNDA apresenta uma ondulação característica das dunas, com predomínio de declives até aos 15%. Mais de 50% da área tem declives entre os 0 e os 8%, e 27% da área tem declives entre os 8% e o 15% (Figura A2. – Anexos). Existem alguns declives mais acentuados, essencialmente a Sul e na crista da arriba, mas com fraca representatividade (Figura A2 – Anexos). As zonas de maiores declives tendem a apresentar uma maior dificuldade de gestão, que por sua vez encarecem todo o tipo de operações desenvolvidas.

3.2.2. Exposição

Dada a ondulação característica das dunas, não há predomínio significativo de nenhuma classe de exposições. A orientação Oeste é a exposição com maior percentagem de área (27%), seguida das classes Plano (18%) e Sudoeste (14%) (Figura A3 – Anexos).

3.2.3. Solo

O solo tem funções básicas e muito importantes para os ecossistemas, inclusive para o desenvolvimento das plantas. A classificação pedológica da MNM e da MNDA apresenta-nos Regossolos Êutricos associados a Podzóis órticos (Figura A4 – Anexo). Os Regossolos êutricos caracterizam-se por serem solos minerais não consolidados com desenvolvimento pedológico incipiente. São solos com limitações muito severas e bastante sensíveis que propiciaram o desenvolvimento de espécies características destas condições. Sendo solos arenosos, possuem textura ligeira e permeabilidade forte. São solos com disponibilidade em nutrientes bastante baixa.

Os Podzóis órticos são solos evoluídos e que apresentam um horizonte subsuperficial espódico e um horizonte B pardo. Apresentam textura ligeira. Nestes locais, o solo possui

características mais favoráveis para o desenvolvimento vegetativo, atendendo à maior disponibilidade de água e nutrientes. A diferença entre os dois tipos de solos não afeta a distribuição de acácia-de-espigas ao longo das duas áreas.

3.2.4. Acidez do Solo

Este fator constitui-se como um valioso repositório de informação correlacionada com a nutrição, a produção e o crescimento das plantas.

Os solos existentes na MNM e MNDA são predominantemente ácidos, com o pH a variar entre os 4.6 e os 6.5 (Figura A5 – Anexos).

3.3. Caracterização climática

O clima português é muito influenciado pelos índices de pluviosidade e de secura. Os parâmetros climáticos e meteorológicos desempenham um papel fundamental no equilíbrio dos ecossistemas.

Para análise dos elementos do clima foram considerados os dados da estação meteorológica localizada no Monte da Caparica – concelho de Almada (dados médios do período 1987-2017), dada a sua disponibilidade e proximidade às áreas da MNM e MNDA. Foram igualmente considerados os dados presentes no Plano de Gestão Florestal da Mata Nacional dos Medos e Mata Nacional das Dunas de Albufeira e os dados que constam no Atlas do Ambiente para as áreas de estudo (dados médios do período entre 1931 e 1960).

O clima é um fator homogêneo para toda a área considerada. Clima de influência mediterrânica, época estival seca e quente, precedida de períodos favoráveis ao crescimento da biomassa vegetal (ICNF, 2013).

3.3.1. Temperatura do ar

A temperatura do ar é fortemente influenciada pela geografia e pela proximidade do Oceano Atlântico, da Serra da Arrábida e do Estuário do Rio Tejo. A proximidade do oceano contribui para suavizar as variações térmicas em toda a região litoral.

O Estuário do Tejo provoca um aumento das temperaturas médias e particularmente das temperaturas nos meses de Inverno. Nos meses de verão este efeito não é significativo.

A Serra da Arrábida influencia diretamente a temperatura, cuja proximidade se reflete numa diminuição mais pronunciada (Almada, 2018).

Assim, a MNM e MNDA podem caracterizar-se como tendo um clima temperado, com uma temperatura média anual em torno dos 17 °C. As temperaturas mais elevadas registam-se nos meses de Verão, normalmente entre junho e agosto, e as mais baixas no Inverno, nos meses de novembro, dezembro e janeiro (Figura 5).

3.3.2. Precipitação

A precipitação é um dos elementos do clima e um dos principais controladores do ciclo hidrológico. Os totais anuais e sazonais da precipitação no nosso país diminuem de Noroeste para Sudeste. Os valores médios anuais de precipitação para as áreas da MNM e MNDA situam-se entre os 500-600 mm. Os meses de maio-junho marcam a transição para o período mais seco; período que se manifesta sobretudo no verão (período estival), devido à forte insolação, às elevadas temperaturas máximas e à escassez e distribuição irregular das precipitações (Figura 5). Existe uma considerável variação sazonal na quantidade de precipitação, a qual se concentra essencialmente entre outubro e maio, sendo o mês de dezembro o mais chuvoso.

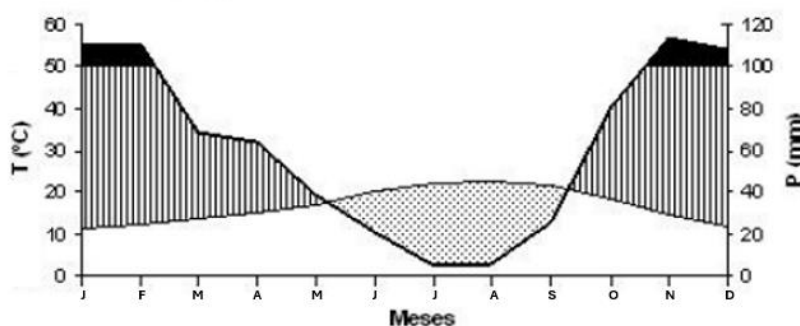


Figura 5. Diagrama ombrotérmico de Temperatura (°C) e Precipitação (mm) da estação meteorológica de Lisboa/Geofísico do período 1961-1990 (ICNF, 2013).

3.3.3. Humidade Relativa do Ar

A Humidade relativa do ar estabelece uma relação entre a quantidade de vapor de água existente na atmosfera, a uma determinada temperatura, e aquela para a qual o ar ficaria saturado a essa mesma temperatura. As variações de humidade relativa do ar são normalmente influenciadas pelas variações da temperatura. Geralmente, quando a

temperatura aumenta, a humidade relativa do ar baixa. A humidade relativa do ar tem um efeito direto na humidade das camadas mais superficiais do solo (Almada, 2018).

É possível observar que a média anual da Humidade relativa do ar na área da MNM e MNDA varia entre os 75 e os 80%, sendo que os meses de Verão são os que registam o valor de Humidade relativa do ar mais baixa (Figura 6). Valores elevados de Humidade relativa do ar ao longo do ano tendem a potenciar o desenvolvimento da vegetação ao longo de todo o ano.

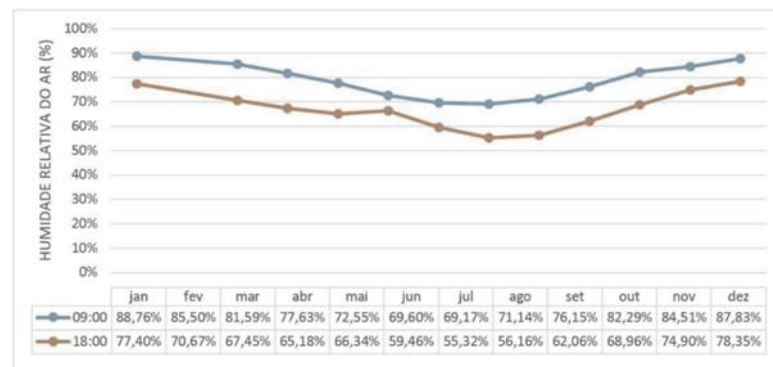


Figura 6. Representação gráfica dos valores de Humidade relativa do ar às 9 horas e às 18 horas na Estação meteorológica do Monte da Caparica (2001 a 2017).

3.3.4. Vento

O vento é definido como o movimento do ar com uma determinada direção e intensidade, provocado pela diferença de pressão entre duas regiões. A diferença de pressão atmosférica entre dois locais adjacentes faz com que o ar se desloque da região de maior pressão para a região de menor pressão (Rural Mark, 2015).

É possível observar que o regime de ventos nas áreas de estudo é caracterizado por apresentar um rumo predominante e mais intenso do quadrante Norte, seguindo-se o quadrante Noroeste. Por sua vez, o quadrante Sudeste é o que apresenta uma menor predominância e intensidade de vento (Figura 7). Este fator tende a facilitar a dispersão das sementes.

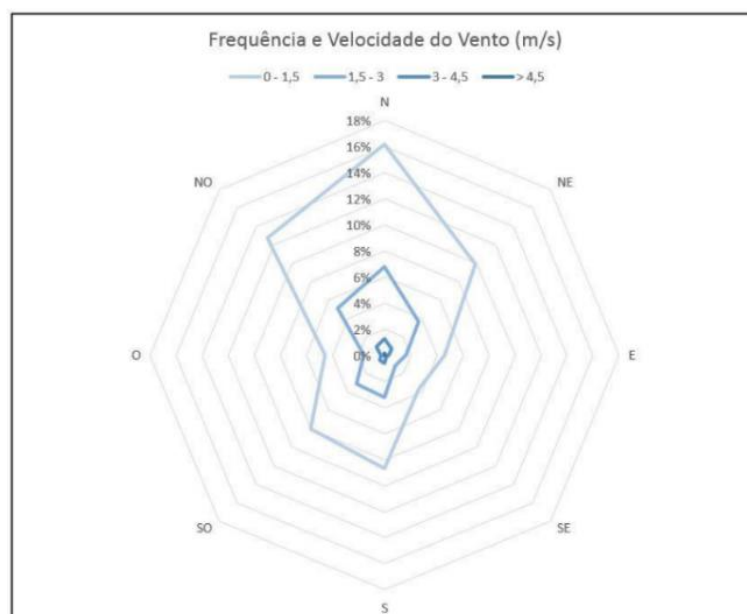


Figura 7. Representação gráfica dos valores médios mensais da frequência e velocidade do vento (m/s) nas diferentes direções registadas na estação meteorológica do Monte da Caparica (2001-2017).

3.4. Caracterização da Ocupação do Solo

Segundo Carta de Ocupação do Solo para 2018, disponibilizada pela Direção Geral do Território (DGT), as áreas classificadas como Floresta ocupam cerca de 436.12ha ($\approx 96\%$) da área total da MNM e da MNDA (Figura A9. – Anexos).

As espécies arbóreas mais representativas são o pinheiro-manso (*Pinus pinea*), o pinheiro-bravo (*Pinus pinaster*), o pinheiro-de-alepo (*Pinus halepensis*) e as espécies do género *Acacia* spp.

A vasta área de floresta está associada a comunidades vegetais bastante diversas.

Em 1971, a Mata Nacional do Medos foi considerada uma Reserva Botânica pela sua grande riqueza florística. As espécies arbustivas mais emblemáticas são a sabina-da-praia (*Juniperus turbinata*), de porte muito elevado, o carrasco (*Quercus coccifera*), o sanguinho-das-sebes (*Rhamnus alaternus*), a aroeira (*Pistacia lentiscus*), o lentisco-bastardo (*Phillyrea angustifolia*), o medronheiro (*Arbutus unedo*) e o espinheiro-preto (*Rhamnus lycioides* ssp. *oleoides*). Encontram-se também rosmaninho (*Lavandula luisieri*), sargaço (*Cistus salvifolius*), roselha (*Cistus crispus*), trovisco (*Daphne gnidium*), madressilva (*Lonicera* spp.) e camarinha (*Corema album*), entre outras. Existem outras espécies vegetais que estão classificadas como endemismos lusitanos, ibéricos ou europeus, ou classificadas em convenções internacionais, por ex., refira-se o

endemismo ibérico *Lavandula luisieri*, o endemismo português *Thymus capitellatus* e várias espécies de orquídeas (ICNF, 2013).

As espécies invasoras presentes do género acácia (*Acacia longifolia*, *A. retinodes* e *A. saligna*, com ocupação semelhante) embora não tenham uma ocupação significativa nas áreas da MNM e MNDA, vêm ganhando espaço e representam uma séria ameaça à conservação destes ecossistemas. Tal como aconteceu em outros locais, estas espécies foram introduzidas ao longo do sistema dunar, para formar barreiras de proteção contra as areias e ventos marítimos com a pretensão de proteger os terrenos agrícolas, que se estendem até áreas muito próximas da costa. Posteriormente acabaram por dispersar para além dos locais onde foram introduzidas, tendo atingido as matas nacionais.

São espécies com uma grande capacidade de dispersão e ocupação dos espaços, formando “núcleos” que oferecem resistência à permanência de outras espécies, e assegurando com grande eficácia a sua própria permanência no espaço (ICNF, 2013).

Na MNM, a ocupação por acácias ocorre essencialmente nas áreas mais a Sul, em áreas de povoamento jovem, e do lado da crista da Arriba. Aqui, encontram-se espécimes de *A. longifolia*, *A. retinodes* e *A. saligna*.

Na área da MNDA existe uma área considerável de acacial denso, e com um grande banco de sementes no solo junto à NATO, constituído por *A. retinodes* e *A. saligna*. *A. longifolia* surge neste local formando pequenos núcleos e/ou em exemplares isolados.

3.5. Geolocalização e estabelecimento de *T. acaciaelongifoliae*

Trichilogaster acaciaelongifoliae foi libertado na área da Paisagem Protegida da Arriba Fóssil da Costa de Caparica em 2018 com o objetivo de conter a invasão pela espécie de acácia-de-espigas.

A acácia-de-espigas surge na Mata Nacional dos Medos e na Mata Nacional das Dunas de Albufeira em pequenos núcleos, essencialmente em clareiras ou em áreas de povoamentos jovens, mas que rapidamente se desenvolvem e formam grandes bancos de sementes no solo. Esta espécie representa uma séria ameaça à conservação dos ecossistemas presentes nas matas. Periodicamente são levadas a cabo ações de controlo, no entanto devido a sua disseminação pela área, estas ações têm pouco impacto (ICNF, 2013). Com a introdução do agente *Trichilogaster acaciaelongifoliae* foi possível reduzir a capacidade de dispersão da acácia-de-espigas. Este agente atua diretamente no

desenvolvimento desta espécie, interferindo com o seu crescimento e reduzindo significativamente a sua produção de sementes, e consequentemente diminuindo o banco de sementes no solo (Marchante et al., 2011).

De forma a avaliar o estabelecimento e dispersão do agente de controlo nas áreas onde outrora ocorreu a sua libertação, procedeu-se à geolocalização e quantificação geral de *T. acaciaelongifoliae*. Foi também realizado o acompanhamento e registo de novas (re)invasões pela espécie-alvo, de forma que possam ser tratadas o quanto antes.

Para o registo de *T. acaciaelongifoliae* utilizou-se o formulário “Projeto para a recolha de dados de monitorização de galhas de *Trichilogaster acaciaelongifoliae*”, disponibilizado na App Epicollect5, desenvolvido pela equipa do Invasoras.Pt.

A App Epicollect5 é uma aplicação desenvolvida pela Cutting Edge of Genimic Technologies (CGPS), baseada em formulários de recolha de dados, com componente espacial (GPS) e media. Este *software* funciona em smartphones, portáteis ou desktops. A grande particularidade desta aplicação é a sua simplicidade, o que permite a recolha rápida de informações, com questões predefinidas que usam a lógica e fornecem opções fáceis de preencher. A aplicação é 100% gratuita, o que permite o envolvimento dos cidadãos em atividades de investigação científica para as quais contribuem ativamente com o seu esforço intelectual, com o seu conhecimento ou com as suas ferramentas e recursos (Aanensen et al., 2009).

O formulário utilizado pode ser consultado em <https://five.epicollect.net/project/registo-de-trichilogaster-acaciaelongifoliae> ou através do ANEXO II e inclui 17 questões divididas entre questões de escolha única (Tipo de habitat; Espécie; Densidade de ocupação; Tamanho da planta; Presença de galhas; N.º de galhas; Tipo de galhas), grelha de escolha única (% de cobertura de galhas; % de cobertura de folhas/filódios; % de cobertura de flores; % de cobertura de vagens), resposta curta (Usuário; Localização; Data), resposta longa (Observações) e registo fotográfico (Planta/núcleo; Área).

Para se efetuarem os registos percorreram-se alguns dos aceiros e o principal trilho que atravessa a MNM e a MNDA (Figura 8) e procedeu-se ao registo dos exemplares de acácia-de-espagas que foram identificados por observação direta de forma, ao acaso. Efetuaram-se 60 registos, dos quais 30 na MNM e 30 na MNDA. Os registos foram efetuados durante os meses de agosto e setembro de 2023.

O tratamento dos dados recolhidos foi feito com recurso ao *software* QGIS (QGIS.org, 2023), um sistema de informação geográfica que permite a análise, visualização e

manipulação de dados espaciais e que permite a criação, edição, visualização e análise de mapas interativos.

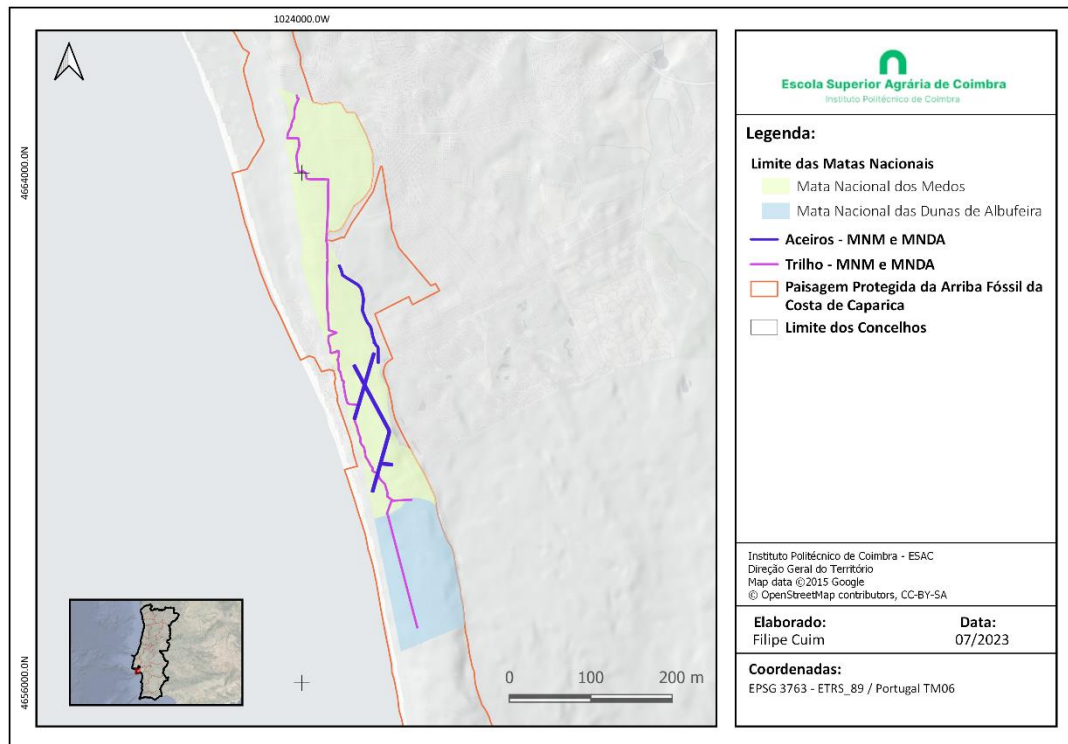


Figura 8. Locais percorridos na Mata Nacional dos Medos e na Mata Nacional das Dunas da Albufeira.

3.6. Avaliação dos efeitos diretos de *T. acaciaelongifoliae* nos parâmetros reprodutivos e de crescimento de *A. longifolia*

De forma a quantificar quais os efeitos de *T. acaciaelongifoliae* no crescimento e reprodução de *A. longifolia*, foram selecionados ao acaso, 24 dos 60 registos efetuados através do formulário disponibilizado na App Epicollect5. Nas 24 amostras selecionadas, as acácias foram caracterizadas identificando-se as que apresentavam, e as que não apresentavam, galhas de *T. acaciaelongifoliae*. Nas árvores onde se verificou a presença de galhas de *T. acaciaelongifoliae*, foram selecionados ao acaso, 5 ramos com galhas de *T. acaciaelongifoliae* e 5 ramos sem galhas. Nas árvores que não apresentavam galhas apenas foram selecionados ao acaso, apenas 5 ramos. Posteriormente, foi feita a caracterização de cada ramo, tendo-se registado: presença e quantificação das vagens; número de filódios; presença, tamanho, posição e quantificação de galhas; número de câmaras; presença e quantificação de gomos florais (Figura 9).

De salientar que a utilização da App Epicollect5 na realização dos formulários de caracterização mais geral garantiu a georreferenciação das acácias. A aplicação deste método ocorreu no final do verão, nos meses de agosto e setembro.

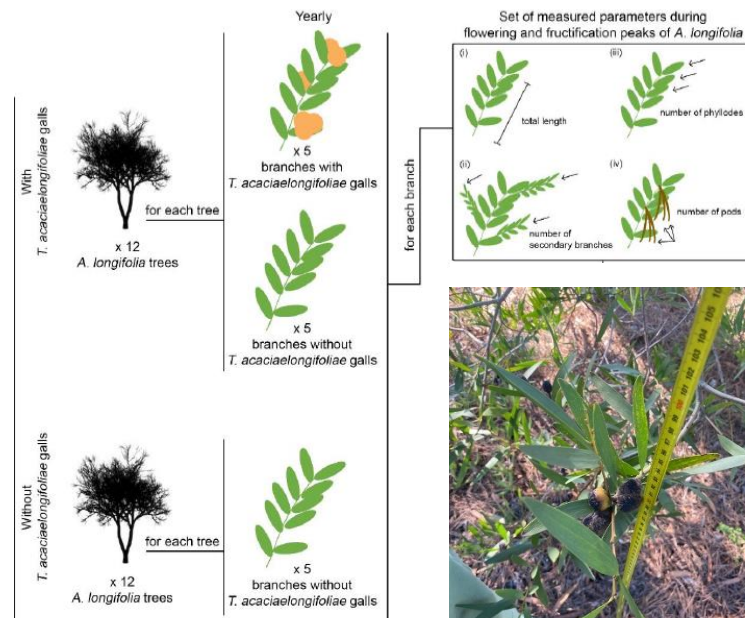


Figura 9. Metodologia para a avaliação dos efeitos diretos de *T. acaciaelongifoliae* sobre *A. longifolia* (Adaptado de López-Núñez, 2021).

3.7. Avaliação do ciclo fenológico de *T. acaciaelongifoliae*

Com o objetivo de compreender melhor o ciclo de vida do agente de controlo biológico, procedeu-se à caracterização do estado fenológico das galhas de *T. acaciaelongifoliae*. No final do verão, nos meses de agosto e setembro, foram selecionadas ao acaso, 6 árvores com presença de galhas de *T. acaciaelongifoliae*, onde se procedeu à recolha de 20 galhas. A recolha das galhas também foi feita ao acaso, sendo cada galha foi analisada individualmente com o objetivo de se registar o tamanho, forma, cor, textura, crescimento e depois dissecada para observação do estágio em que se encontrava *T. acaciaelongifoliae*. Esse tipo de avaliação permitiu compreender melhor a interação entre a vespa e a planta hospedeira, bem como para estudar os efeitos das galhas nas plantas e no ecossistema em geral. Adicionalmente, permite ajudar a determinar o estado de saúde e o sucesso reprodutivo da vespa e sua adaptação ao ambiente.

3.8. Análise de dados

Para a análise e interpretação dos dados recolhidos recorreu-se à App Epicollect5, ao programa de organização e análise de dados Microsoft Excel e ao programa de análise estatística IBM SPSS Statistics (IBM Corp. Released, 2021).

Através da App Epicollect5 efetuou-se o registo da distribuição de *A. longifolia* e do agente de controlo biológico *Trichilogaster acaciaelongifoliae* na Mata Nacional dos Medos e na Mata Nacional das Dunas de Albufeira. De seguida recorreu-se ao programa de análise estatística IBM SPSS Statistics, a fim de se comparar/correlacionar os dados e interpretar os diferentes resultados obtidos. Foi avaliada a normalidade da quantidade de vagens, o seu tamanho e o número de sementes em cada vagem, nas plantas com e sem galhas com o teste de Shapiro-Wilk. Os mesmos testes foram realizados para se avaliar a influência da presença de vagens no estabelecimento de *T. acaciaelongifoliae*. Verificou-se que as amostras não seguiam uma distribuição normal. Assim, recorreu-se ao teste não paramétrico de Kruskal-Wallis e ao teste não paramétrico Qui-quadrado para avaliar o efeito de *T. acaciaelongifoliae* sobre vigor reprodutivo de *A. longifolia*, e para avaliar a influência da presença de vagens no estabelecimento do agente de controlo.

4. Resultados e discussão

4.1. Distribuição de *Acacia longifolia* e do agente de controlo biológico *Trichilogaster acaciaelongifoliae* na Mata Nacional dos Medos e na Mata Nacional das Dunas de Albufeira

Os locais invadidos por acácia-de-espigas estão na sua grande maioria concentrados a Sudoeste da Mata Nacional dos Medos e a Oeste da Mata Nacional das Dunas de Albufeira (Figura 10).

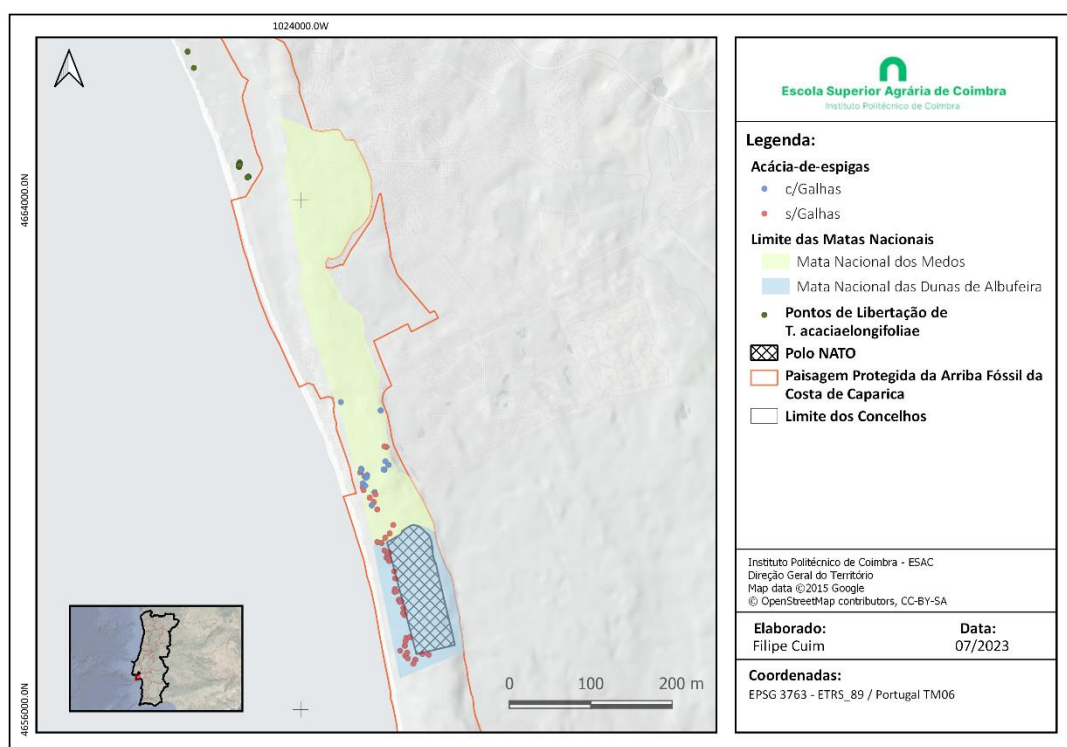


Figura 10. Distribuição de *Trichilogaster acaciaelongifoliae* na Mata Nacional dos Medos e na Mata Nacional das Dunas de Albufeira.

Nestes locais, podem-se observar a existência de algumas áreas com grandes densidades de plantas, no entanto, é muito comum serem encontrados alguns núcleos e/ou exemplares isolados. É importante referir que uma grande parte da área da MNDA não pôde ser percorrida por pertencer ao polo militar NATO e o seu acesso ser restrito. No polo militar NATO a gestão de combustíveis é recorrente (anual) por forma a não interferir com as operações, pelo que a presença de vegetação é praticamente nula neste local. No entanto, a zona Este da MNDA, fora da área militar, não se verificam quaisquer exemplares desta espécie de acácia (Figura 10). É de salientar, que nos percursos realizados, foram

detetadas outras espécies de acácias (*A. saligna* e *A. retinodes*), como referido no Plano de Gestão Florestal para a Mata Nacional dos Medos e Mata Nacional das Dunas de Albufeira.

A distribuição da acácia-de-espigas na região Sudoeste da Mata Nacional dos Medos e na região Oeste da Mata Nacional das Dunas de Albufeira pode estar relacionada com os ventos dominantes nestas áreas, que sopram geralmente do quadrante Norte/Noroeste, com maior intensidade. Este tipo de fator tende a favorecer a dispersão das sementes ao longo da linha da crista da arriba o que promove a invasão de novas áreas por parte destas espécies (ICNF, 2013).

De acordo com Marchante (2010), esta dispersão de sementes também pode ser facilitada pelos animais (por ex., pelos insetos), que tendem a percorrer longas distâncias e a dispersar as sementes para longe do seu local de origem.

Trichilogaster acaciaelongifoliae, como já foi referido anteriormente, surgiu na área da Paisagem Protegida da Arriba Fóssil da Costa de Caparica em 2018, após a libertação controlada do agente a Norte da Área Protegida (Figura 10). Embora *T. acaciaelongifoliae* tenha uma dispersão relativamente lenta, com a maioria das fêmeas a voarem entre árvores mais próximas (López-Núñez et al., 2021), o agente já foi identificado nas áreas mais a Sul/Sudoeste, a cerca de 4 km do ponto de libertação inicial. Esta capacidade de dispersão para pontos mais distantes pode estar relacionada com os ventos locais, que facilitam a sua dispersão, e promovem o estabelecimento de novas populações mais distantes (López-Núñez et al., 2021).

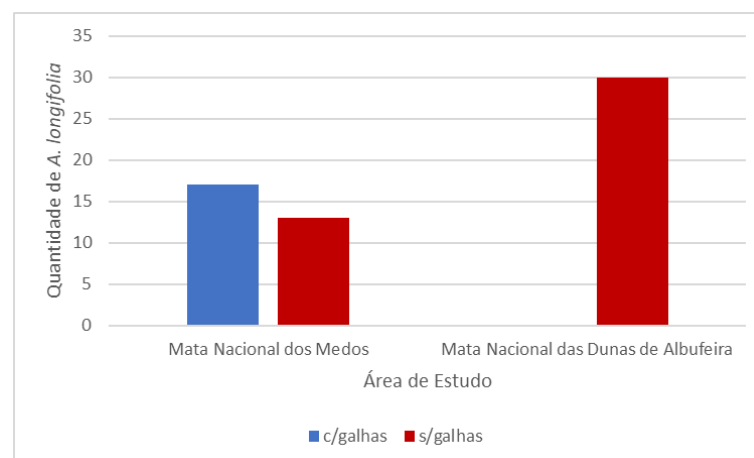


Figura 11. Registo de *Trichilogaster acaciaelongifoliae* na MNM e MNDA, considerando 30 indivíduos da invasora *Acacia longifolia* amostradas em cada uma das áreas, entre agosto e setembro de 2023.

Embora se tenha registado a presença de acácia-de-espigas nas duas áreas, apenas na área da MNM, localizada mais perto do ponto de libertação inicial, foram observadas e contabilizadas galhas de *T. acaciaelongifoliae* (Figuras 10 e 11). Na área de estudo registou-se um total de 17 árvores (28%) com a presença de galhas e 43 árvores (72%) sem a presença de galhas de *T. acaciaelongifoliae*.

Uma nova libertação, agora mais a sul do ponto de libertação inicial, poderia potenciar a dispersão e facilitar o estabelecimento do agente de controlo nestes “novos” locais invadidos.

4.2. Avaliação dos efeitos diretos de *T. acaciaelongifoliae* sobre *A. longifolia*

Das 24 amostras seleccionadas ao acaso, 12 na MNM e 12 na MNDA, apenas 8 árvores apresentavam galhas de *T. acaciaelongifoliae* e nestas apenas 25% dos ramos seleccionados aleatoriamente (n= 40 ramos) apresentavam galhas. Quando se comparou estes ramos com os ramos de *A. longifolia* sem presença de galhas, verificou-se que a presença de galhas de *T. acaciaelongifoliae* reduz significativamente o número de vagens desenvolvidas ($X^2_1=8.973$, $p<0.05$) (Figura 12), a sua dimensão ($X^2_1=8.705$, $p<0.05$) (Figura 13) e a quantidade de sementes produzidas por cada vagem ($X^2_1=8.674$, $p<0.05$) (Figura 14).

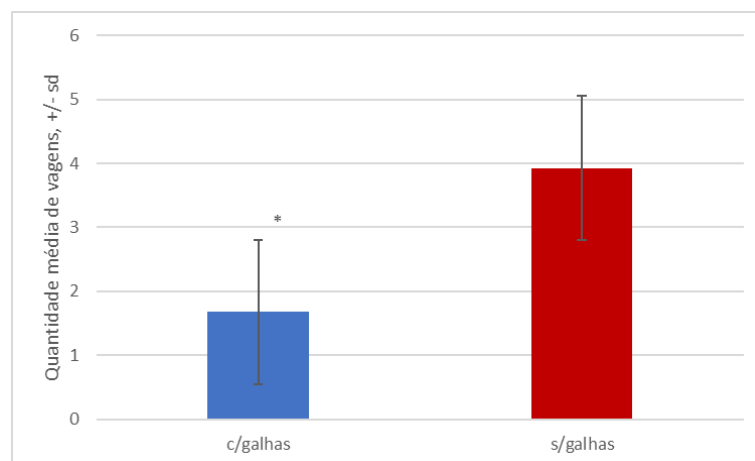


Figura 12. Quantidade média de vagens (+/- erro padrão) nos ramos de *A. longifolia* com e sem galhas de *Trichilogaster acaciaelongifoliae*. (* significância do teste estatístico).

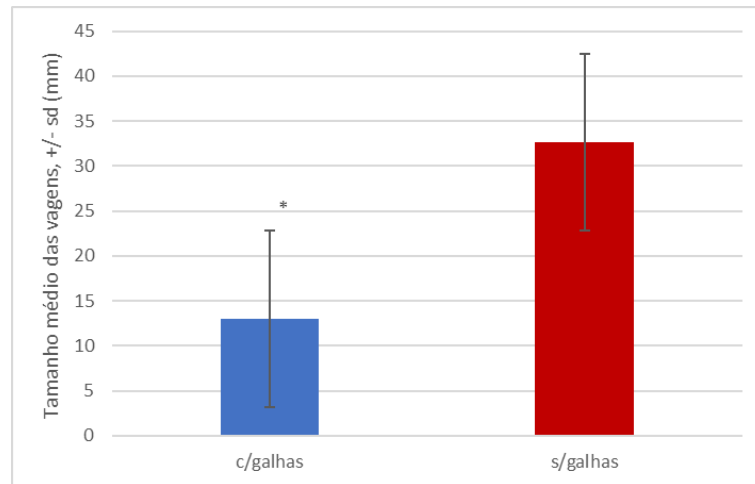


Figura 13. Tamanho médio das vagens (mm) (+/- erro padrão) nos ramos de *A. longifolia* com e sem galhas de *Trichilogaster acaciaelongifoliae*. (* significância do teste estatístico).

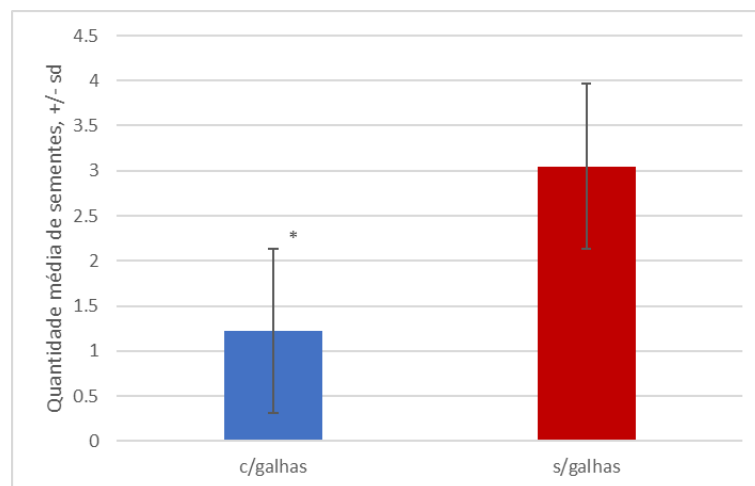


Figura 14. Quantidade média de sementes (+/- erro padrão) nos ramos de *A. longifolia* com e sem galhas de *Trichilogaster acaciaelongifoliae*. (* significância do teste estatístico).

Este resultado é idêntico ao obtido por López-Núñez et al. (2021), em que a produção de vagens e de sementes foi sensivelmente inferior nas árvores com a presença de galhas. Podemos afirmar que a presença de galhas diminui significativamente o potencial invasor da *A. longifolia*.

As plantas com galhas apresentaram também uma redução significativa ($X_1^2=5.140$, $p<0.05$; $X_1^2=5.383$, $p<0.05$) na quantidade média de filódios (-50%) (Figura 15) e de gomos florais (-98.5%) (Figura 16). O elevado investimento energético da planta necessário para a formação de galhas de *T. acaciaelongifoliae* pode estar associado com esta redução ou supressão do crescimento vegetativo de *A. longifolia* (Marchante, 2001).

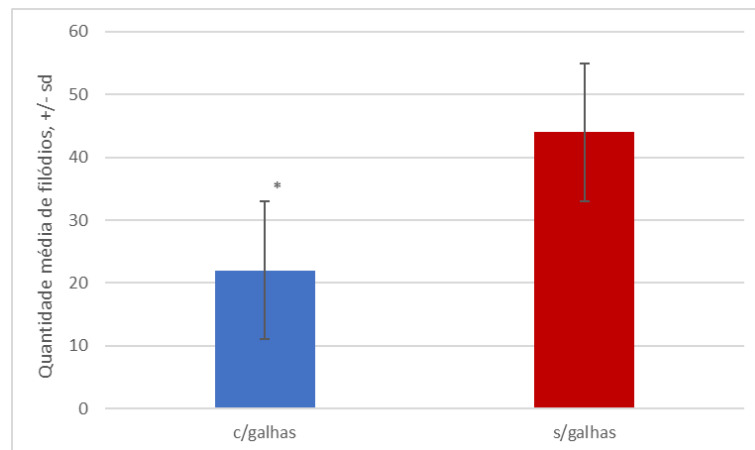


Figura 15. Quantidade média de filódios (+/- erro padrão) nos ramos de *A. longifolia* com e sem galhas de *Trichilogaster acaciaelongifoliae*. (* significância do teste estatístico).

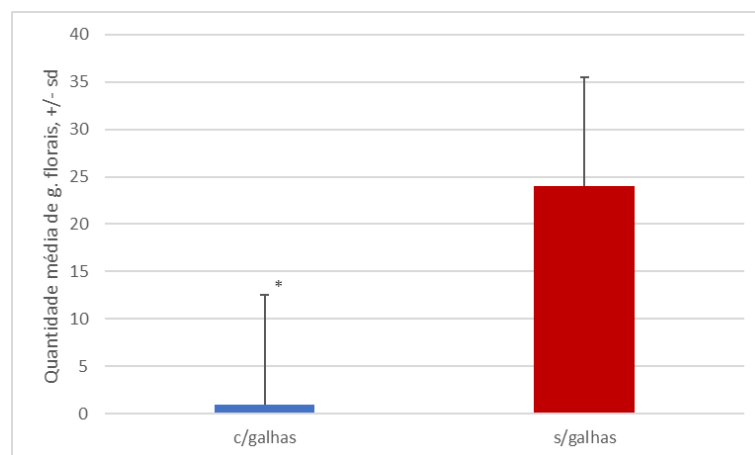


Figura 16. Quantidade média de gomos florais (+/- erro padrão) nos ramos de *A. longifolia* com e sem galhas de *Trichilogaster acaciaelongifoliae*. (* significância do teste estatístico).

Analisando a quantidade total de ramos com vagens, observa-se que as árvores com galhas apresentam menos vagens (-78%), em comparação com as árvores sem a presença de galhas (Figura 17). Esta diferença pode estar associada à competição pelos nutrientes, que são canalizados para a formação da galha como mecanismo de defesa da planta e assim não conseguem formar tantas vagens (López-Núñez et al., 2021).

O número reduzido de árvores com a presença de galhas pode limitar a validade dos dados obtidos, pelo que se propõe que no futuro este trabalho possa ser alargado a outras áreas.

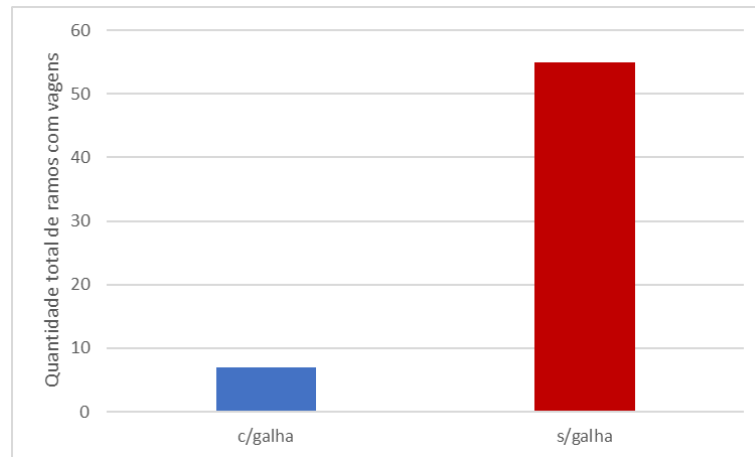


Figura 17. Quantidade total de ramos com vagens em 62 ramos amostrados.

Analisando as Figuras 18 a 20, observamos que a presença de vagens tende a influenciar o número médio de galhas, embora estatisticamente não existam diferenças significativas ($\chi^2=0.892$, $p<0.345$) (Figura 18). Ainda que não existam diferenças significativas entre ramos com ou sem vagens nas plantas de *A. longifolia*, o tamanho das galhas parece ter uma tendência a ser superior nas plantas com vagens ($\chi^2=0.465$, $p=0.495$) (Figura 19), e o número médio de câmaras por galha ($\chi^2=0.465$, $p=0.801$) (Figura 20) a ser inferior em ramos que apresentam vagens.

Estes resultados podem estar relacionados com a reduzida presença de galhas nos ramos de *A. longifolia* nestes locais.

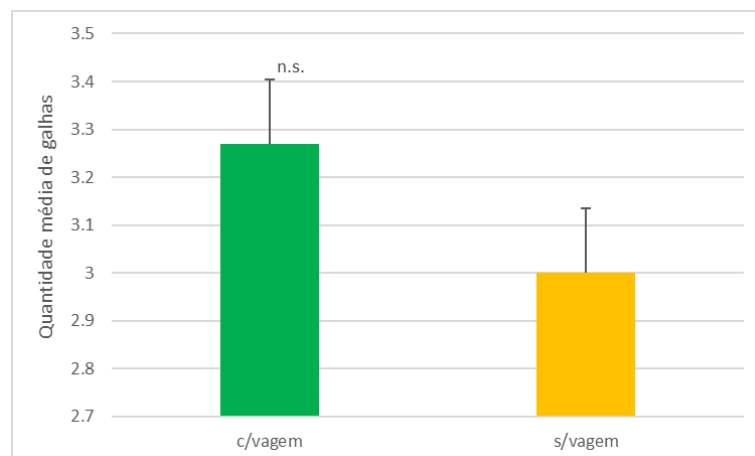


Figura 18. Quantidade média de galhas (+/- erro padrão) nos ramos de *A. longifolia* com e sem vagens. (n.s. - não se verificam diferenças significativas).

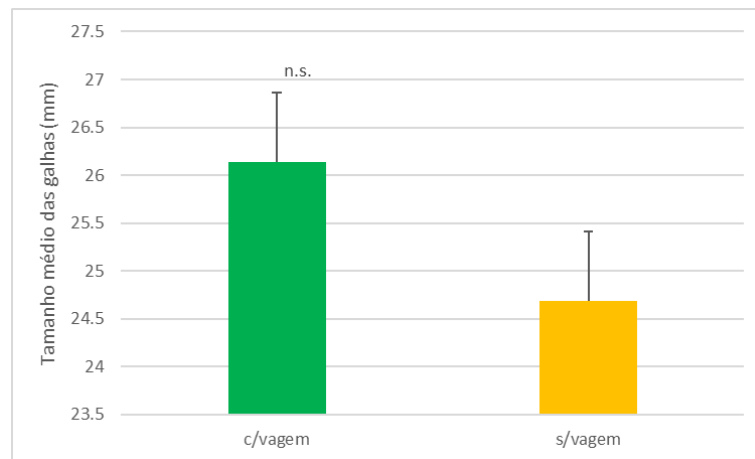


Figura 19. Tamanho médio das galhas (+/- erro padrão) nos ramos de *A. longifolia* com e sem vagens. (n.s. - não se verificam diferenças significativas).

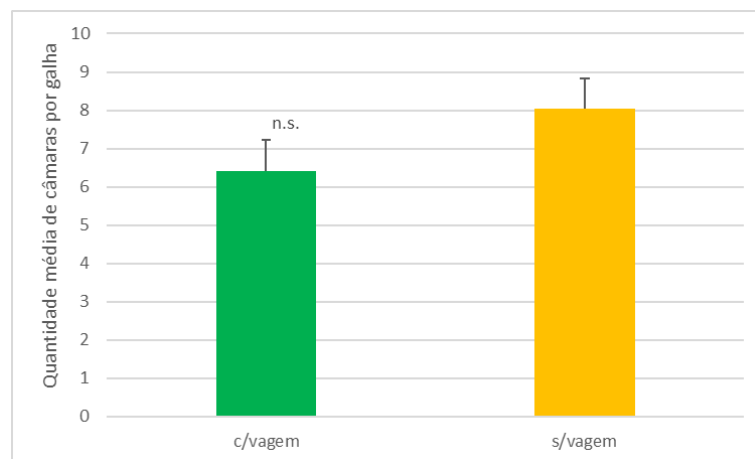


Figura 20. Quantidade média de câmaras (+/- erro padrão) por galha nos ramos de *A. longifolia* com e sem vagens. (n.s. - não se verificam diferenças significativas).

4.3. Avaliação do ciclo fenológico de *T. acaciaelongifoliae*

Quanto à caracterização do estágio fenológico de *T. acaciaelongifoliae*, das 120 amostras recolhidas aleatoriamente entre agosto e setembro de 2023 provenientes de 6 árvores, verificou-se que a maioria das galhas (107) de *T. acaciaelongifoliae* estavam secas e enrugadas, correspondendo provavelmente a galhas do ano anterior. Outras 11 galhas eram novas (verdes), mas encontravam-se já furadas e desprovidas do agente de controlo, enquanto que 2 galhas novas ainda continham o agente de controlo no seu interior na fase de inseto adulto. Não foi encontrada nenhuma galha em estágio inicial, quer nas gemas florais, quer nas vegetativas (Figura 21).

Dada a época de recolha das galhas, e tal como constatado por Nunes (2022), nesta fase já ocorreu a emergência dos adultos.

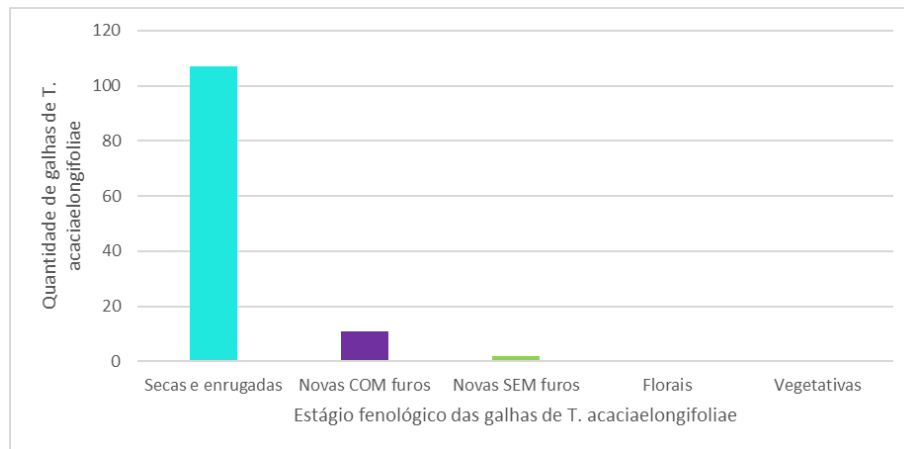


Figura 21. Caracterização das galhas de *T. acaciaelongifoliae*.



Figura 22. a) Galha de *T. acaciaelongifoliae* seca e enrugada; b) Galha de *T. acaciaelongifoliae* verde e com furos.

Quanto à exposição das galhas em função do seu estado de maturação, a grande maioria das galhas não apresentou diferenças no seu estágio fenológico. Este fator foi ponderado porque a exposição solar e as temperaturas mais elevadas podem estar relacionadas com um desenvolvimento mais rápido da *T. acaciaelongifoliae* (Nunes, 2022). No entanto,

uma vez que a maioria das galhas já se apresentavam secas e enrugadas (acastanhadas) as eventuais conclusões que se poderiam tirar ficaram aquém do esperado. Ainda assim, observou-se que uma pequena parte das galhas que se encontrava exposta ao sol ainda estavam verdes (o que foi raro na parte das plantas não exposta), a maioria das quais apresentavam furos de saída do inseto. Apenas duas galhas ainda se encontravam verdes e apresentavam o inseto no seu interior. Não foram detetadas quaisquer galhas em formação inicial, quer nas gemas florais ou vegetativas (Figura 23).

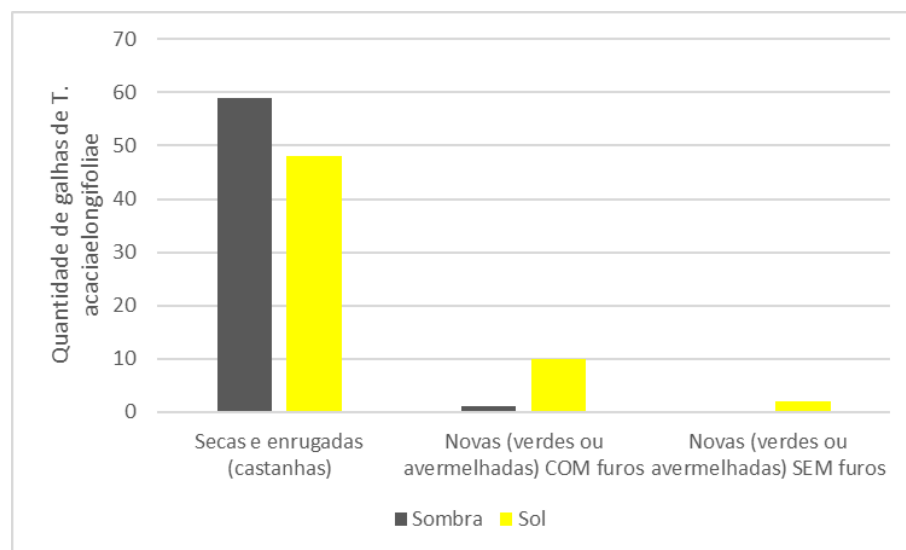


Figura 23. Influência da exposição no estágio fenológico das galhas de *T. acaciaelongifoliae*.

É importante frisar que outros fatores, como a genética da planta, as interações entre espécies, a disponibilidade de nutrientes, e até mesmo os mecanismos de defesa da planta, desempenham papéis significativos no ciclo fenológico das galhas (Dorchin et al., 2006). Portanto, enquanto a exposição ao sol pode ter alguma influência indireta, a maturação das galhas é um processo complexo que envolve múltiplos fatores.

É crucial abordar a necessidade de considerar um período mais longo para a realização deste estudo, o que lamentavelmente não se concretizou devido a restrições de tempo e recursos. Essa limitação intrínseca inevitavelmente têm impacto nos resultados alcançados e nas conclusões que derivam do estudo. No entanto, é imperativo reconhecer que, mesmo diante dessas restrições, o trabalho mantém a sua relevância ao contribuir com mais uma peça para o problema das espécies invasoras, oferecendo insights valiosos dentro das circunstâncias que o moldaram, e contribuindo para a compreensão global do tema.

4.4. Proposta de gestão de Acácia para a área de estudo

Sensibilizar e dotar a sociedade de conhecimentos sobre as espécies invasoras e os seus impactes é uma componente crucial para conter a dispersão das espécies exóticas invasoras (Silva, 2021). No entanto, quando as espécies invasoras já se encontram estabelecidas (como é o caso da área de estudo) é também necessário intervir, através de métodos de controlo, com vista à eliminação das espécies. Os métodos de controlo devem ser ajustados às espécies invasoras presentes, ao seu estado de desenvolvimento e às próprias condições do local, sem negligenciar as condições logísticas existentes (Marchante, 2011).

Ao longo do trabalho de campo identificaram-se várias espécies de acácias jovens, isoladas e/ou em pequenos núcleos. A prioridade dos trabalhos de eliminação deve incidir nestes locais de ocorrência pontual que ainda não constituem um problema, mas têm grande probabilidade de expansão. Nestas situações, o arranque pode ser uma excelente solução para os indivíduos mais jovens e o descasque pode ser interessante para os indivíduos adultos, de maior porte e não ramificados (principalmente de *A. retinodes* e *A. saligna* que formam rebentos mais vigorosamente).

Nos locais onde *A. longifolia* já se encontra bem estabelecida e forma núcleos de maiores dimensões, a intervenção será mais difícil, dispendiosa e morosa.

Nesses locais é importante desde já promover um aumento do estabelecimento do agente de controlo biológico, através da libertação de *T. acaciaelongifoliae* mais perto destes locais. Este agente de controlo biológico não elimina a população de acácia-de-espigas, mas atua diretamente na redução da produção de semente o que reduz a sua capacidade de dispersão, a curto prazo, e adicionalmente diminui as sementes que se acumulam no banco de sementes (López-Núñez et al., 2021) o que, a médio e longo prazo, incluindo na sequência de operações de controlo físico, diminuir a reinvasão. Posteriormente, deve recorrer-se ao método de controlo físico/mecânico, através de cortes e/ou arranques. Devem priorizar-se as plantas e/ou núcleos que não apresentem galhas. O método de descasque deve ser executado nos meses de Primavera e Outono, quando a planta está em crescimento e o câmbio se encontra ativo, removendo-se o floema e os tecidos exteriores; o descasque deve ser executado desde o anel de incisão até à superfície do solo e/ou se possível até à raiz. Este método provoca a morte das árvores de pé e ainda que não seja o mais recomendado. Após se encontrarem totalmente secas as acácias devem ser cortadas

e os sobrantes devem ser triturados e depositados no local, por forma a provocarem o ensombramento do banco de sementes e evitarem a sua germinação.

Após aplicação dos métodos de controlo, os quais devem obrigatoriamente incluir as intervenções de continuidade, quer para controlar germinação, quer rebentos quer invasões secundárias por outras plantas invasoras que beneficiem da perturbação resultante das intervenções, devem iniciar-se aos trabalhos de mitigação e restauração da área afetada. Devem ser desenvolvidas ações de reflorestação e adensamento de espécies autóctones, por norma recorrendo-se à vegetação outrora existente através da plantação e/ou sementeira. Devem ser priorizados os extratos arbustivos e arbóreos. Estas ações são fundamentais para conter uma nova invasão de espécies exóticas invasoras.

Deve manter-se uma monitorização a longo-prazo nestes locais e controlar a recuperação que se verifique de forma a evitar uma nova reinvasão.

5. Conclusão

As florestas e outros habitats desempenham um papel crucial no equilíbrio dos ecossistemas e é de extrema importância preservá-las; nas áreas litorais esta importância é reforçada pelo papel crucial que podem ter na fixação das areias. Em Portugal, assim como em muitas outras regiões do mundo, as espécies invasoras constituem um desafio significativo do ponto de vista ambiental (e não só) exigindo o seu controlo e gestão os quais podem ocorrer de várias formas.

O presente trabalho avalia o estabelecimento e os efeitos de um agente de controlo biológico clássico, *Trichilogaster acaciaelongifoliae*, na planta invasora lenhosa acácia-de-espigas (*Acacia longifolia*). A invasora domina na zona Sudoeste e Oeste da MNM e MNDA, possivelmente dispersa pelos ventos dominantes, tendo confirmado o estabelecimento de *T. acaciaelongifoliae* apenas na área da Mata Nacional dos Medos. O agente de controlo biológico está a ter um impacto muito significativo no desenvolvimento vegetativo das plantas-alvo, verificando-se também uma redução da sua capacidade reprodutiva. É de salientar a capacidade de dispersão de *T. acaciaelongifoliae* na área da Paisagem Protegida da Arriba Fóssil da Costa de Caparica a partir de um único ponto onde ocorreu a sua libertação em 2018.

As galhas recolhidas durante o período de estudo (final de verão) encontravam-se maioritariamente (89%) secas e enrugadas (acastanhadas).

Em resumo, a utilização do agente de controlo biológico *T. acaciaelongifoliae* é uma ferramenta muito promissora no combate à invasão da acácia-de-espigas. Embora apresente benefícios significativos, é fundamental implementar medidas de gestão integrada para garantir o sucesso a longo prazo. Esta abordagem oferece uma alternativa sustentável e ecologicamente responsável para enfrentar o desafio, que são as plantas invasoras.

Referências bibliográficas

- Aanensen, D. M., Huntley, D. M., Feil, E. J., Al-Own, F., & Spratt, B. G. (2009). *EpiCollect: Linking Smartphones to Web Applications for Epidemiology, Ecology and Community Data Collection*. PLoS ONE 4(9): E6968. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0006968>
- Almada, C. M. de. (2018). Plano Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios de Almada. *Caderno I - Diagnóstico*, 1–78.
- Almeida, J. D. (2012). Catálogo das plantas vasculares exóticas que ocorrem subespontâneas em Portugal continental e compilação de informações sobre estas plantas. In *Flora Exótica Subespontânea de Portugal Continental (Plantas Vasculares) - 5.^a Edição*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.18461.38889>
- Almeida, J. D., & Freitas, H. (2001). The exotic and invasive flora of Portugal. *Botanica Complutensis*, 25, 317–327. https://www.researchgate.net/publication/39282662_The_exotic_and_invasive_flora_of_Portugal
- Amaro, P. (2003). *A proteção integrada* (P. Amaro (Ed.); ISA/Press). <http://hdl.handle.net/10400.5/4306>
- Collinge, S. K. (1996). Ecological consequences of habitat fragmentation: Implications for landscape architecture and planning. *Landscape and Urban Planning*, 36(1), 59–77. [https://doi.org/10.1016/S0169-2046\(96\)00341-6](https://doi.org/10.1016/S0169-2046(96)00341-6)
- Dorchin, N., Cramer, M. D., & Hoffmann, J. H. (2006). *Photosynthesis and sink activity of wasp-induced galls in Acacia pycnantha*. *Ecology* 87. [https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1890/0012-9658\(2006\)87%5B1781:PASAOW%5D2.0.CO%3B2](https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1890/0012-9658(2006)87%5B1781:PASAOW%5D2.0.CO%3B2)
- Eilenberg, J., Hajek, A., & Lomer, C. (2001). *Suggestions for unifying the terminology in biological control*. *Biocontrol* 46, 387–400. <https://doi.org/10.1023/A:1014193329979>
- Europeiras, C. das C. (1993). Decisão 93/626/CEE do Conselho relativa à celebração da Convenção sobre a diversidade biológica. *Jornal Oficial Das Comunidades Europeias*. <https://doi.org/1012-9219>
- Estratégia de Biodiversidade da UE para 2020. (2011). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=celex%3A52020DC0380>
- Hajek, A. E., & Eilenberg, J. (2018). Natural enemies: An introduction to biological control - 2nd Edition. In *Cambridge University Press, Cambridge, Uk*. <https://www.cambridge.org/core/books/natural-enemies/F961729482D60446C8B66C41304E36EF>
- Henriksen, M. V., Chapple, D. G., Chown, S. L., & McGeoch, M. A. (2017). Gall wasp biocontrol of invasive *Acacia longifolia* : implications of strong bottom-up effects. *Ecosphere* 8, 8(December). <https://doi.org/10.1002/ecs2.2043>
- Howarth, F. G. (1991). Environmental Impacts of Classical Biological Control. *Annual Review of Entomology*, 485–509. <https://doi.org/10.1146/annurev.en.36.010191.002413>
- Humphries, C. J., Press, J. R., & Sutoon, D. A. (1996). *Árvores de Portugal e Europa* (FAPAS (Ed.); Guia FAPAS).
- IBM Corp. Released. (2021). IBM SPSS Statistics for Windows, Version 28.0. <https://www.ibm.com/spss>

- ICNF. (2013). *Plano de Gestão Florestal - Mata Nacional dos Medos e Mata Nacional das Dunas de Albufeira*.
- Impson, F., Marchante, H., Marchante, E., López-Núñez, Hill, F. A., & Minter, R. (2023). Biological control of Acacia species: History, progress, and prospects. *Wattles – Australian Acacia Species around the World*, 327–341.
- Invasoras.pt. (2023). <https://invasoras.pt/>
- IPBES, I. S. P. (2023). Summary for policymakers of the thematic assessment of invasive alien species and their control of the Intergovernmental Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. *The Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Service, Advanced U*, 1–41.
- Lei de Bases do Ambiente. (1987). Lei de Bases do Ambiente - Lei N.º 11/87, de 07 de abril. Assembleia Da República, Série 1 - N.º 81, 1386–1397. https://www.pgdlisboa.pt/leis/lei_mostra_articulado.php?nid=752&tabela=lei_velhas&nversao=1&so_miolo=
- López-Núñez, F. A., Marchante, E., Heleno, R., Duarte, L. N., Palhais, J., Impson, F. A. C., Freitas, H., & Marchante, H. (2021). Establishment, spread and early impacts of the first biocontrol agent against an invasive plant in continental Europe. *Journal of Environmental Management*, 206. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112545>
- Marchante, H., (2011). *Invasion of Portuguese dunes by Acacia longifolia: present status and perspectives for the future* [Universidade de Coimbra]. <https://hdl.handle.net/10316/18181>
- Marchante, E., Canha, P., Vaz, A. S., Morais, M. C., Pinto, M., Almeida, C., Fernandes, M. R., Graça, M. S., Figueiredo, A., Figueira, R., Matos, M., Sequeira, M. M., Pupo, A., & Marchante, H. (2018). Prevenção e Detecção Precoce. *As Invasões Biológicas Em Portugal: História, Diversidade e Gestão*, 261–290.
- Marchante, H. (2001). *Invasão dos ecossistemas dunares portugueses por Acacia : uma ameaça para a biodiversidade nativa*. (Dissertação de Mestrado). FCT - Universidade de Coimbra.
- Marchante, H., Freitas, H., & Hoffmann, J. H. (2011). *Post-clearing recovery of coastal dunes invaded by Acacia longifolia: is duration of invasion relevant for management success?* 1295–1304. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2011.02020.x>
- Marchante, H., Galhano, C. I. C., Gomes, C. J., & Duarte, L. N. (2018). *Erradicação, contenção e controlo de espécies invasoras*. Arte e Ciência.
- Marchante, H., Gomes, C. P., Galhano, C., Duarte, L., & Marchante, E. (2018). Erradicação, Contenção e Controlo de Espécies Invasoras. *As Invasões Biológicas Em Portugal: História, Diversidade e Gestão*, 291–321.
- Marchante, H., López-Núñez, F. A., Freitas, H., Hoffmann, J. H., Impson, F., & Marchante, E. (2017). First report of the establishment of the biocontrol agent *Trichilogaster acaciaelongifoliae* for control of invasive *Acacia longifolia* in Portugal. *EPPO Bull*, 47, 274–278. <https://doi.org/10.1111/epp.12373>
- Marchante, H., Marchante, E., & Freitas, H. (2003). Invasion of the Portuguese dune ecosystems by the exotic species *Acacia longifolia*. *Plant Invasions: Ecological Threats and Management Solutions*, 75–85. <https://www.researchgate.net/publication/232717067%0AInvasion>
- Noble, N. S. (1940). *Trichilogaster acaciae-longifoliae* (Froggatt)(Hymenopt., Chalcidoidea), a wasp causing galling of the flower-buds of *Acacia longifolia* Willd.,

- A. floribunda Sieber and A. sophorae. *Transactions of the Royal Entomological Society of London.*, 13–98.
- Nunes, A. S. (2022). *Controlo biológico da espécie invasora Acacia longifolia: contributos para a compreensão do ciclo de vida do agente Trichilogaster acaciaelongifoliae no hemisfério norte*. (Dissertação de Mestrado). FCT - Universidade de Coimbra.
- Pereira, J. S. (2014). *O Futuro da Floresta em Portugal* (R. D. Editores 110 (Ed.); Fundação F).
- Pereira, P. G., Monteiro, E., Vala, F., & Luís, C. (2012). *Insetos em Ordem*. http://www.tagis.pt/uploads/4/7/9/5/47950987/_insetos_em_ordem.pdf
- Pheloung, P. C., Williams, P. A., & Halloy, S. R. (1999). A weed risk assessment model for use as a biosecurity tool evaluating plant introductions. *Journal of Environmental Management*, 239–251. <https://doi.org/10.1006/jema.1999.0297>
- QGIS.org. (2023). *QGIS Geographic Information System*. Open Source Geospatial Foundation Project. <http://qgis.org>.
- Regulamento de Execução (UE) 2016/1141 da Comissão, (2016). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX%3A32016R1141>
- Rural Mark. (2015). *Plano Intermunicipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios de Palmela, Sesimbra e Setúbal - Caderno I*.
- Schaffner, U., Hill, M., Dudley, T., & D'Antonio, C. (2020). Post-release monitoring in classical biological control of weeds: assessing impact and testing pre-release hypotheses. *Current Opinion in Insect Science*, 38, 99–106.
- Schwarzländer, M., Hinz, L. H., Winston, R. L., & Day, M. D. (2018). Biological control of weeds: an analysis of introductions, rates of establishment and estimates of success, worldwide. *BioControl* 63, 319–331. <https://doi.org/10.1007/s10526-018-9890-8>
- Shaw, R., Ellison, C., Marchante, H., Pratt, C., Schaffner, U., Sforza, R., & Deltoro, V. (2018). Weed biocontrol in the EU: from serendipity to strategy. *Biocontrol*, 333–347. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10526-017-9844-6>
- Silva, J. (2021). *Levantamento e análise de requisitos de empresas florestais para a prestação de serviços no âmbito do controlo de espécies de plantas invasoras*. (Dissertação de Mestrado). ESAC - Instituto Politécnico de Coimbra.
- Simberloff, D., Martin, J. L., Genovesi, P., Maris, V., Wardle, D. A., Aronson, J., Courchamp, F., Galil, B., García-Berthou, E., Pascal, M., Pyšek, P., Sousa, R., Tabacchi, E., & Vilà, M. (2013). Impacts of biological invasions: What's what and the way forward. *Trends in Ecology and Evolution*, 28(1), 58–66. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2012.07.013>
- St. Louis, E., Stastny, M., & Sargent, R. D. (2020). The impacts of biological control on the performance of *Lythrum salicaria* 20 years post-release. *Biological Control*, 140. 104123. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2019.104123>
- Stiling, P., & Cornelissen, T. (2005). What makes a successful biocontrol agent? A meta-analysis of biological control agent performance. *Biological Control*, 34(3 SPEC. ISS.), 236–246. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2005.02.017>
- Vicente, J. raquel;, Queiroz, A. I., Silva, L., Marchante, E., & Honrado, J. P. (2018). As invasões biológicas em Portugal: História, Diversidade e Gestão. In *As invasões biológicas em Portugal: História, Diversidade e Gestão*. Arte e Ciência. <https://novaresearch.unl.pt/en/publications/as-invasoes-biologicas-em-portugal-historia-diversidade-e-gestao>

- Vieira, R. M. da S. (2002). *Flora da Madeira - Plantas Vasculares Naturalizada no Arquipélago da Madeira*. (C. M. do Funchal (Ed.)). Museu Municipal do Funchal - Suplemento N.º 8.
- Williamson, M., & Fitter, A. (1996). The varying success of invaders. *Ecology*, 77(6), 1661–1666. <https://doi.org/10.2307/2265769>

ANEXO I – Caracterização da Mata Nacional dos Medos e da Mata
Nacional das Dunas de Albufeira

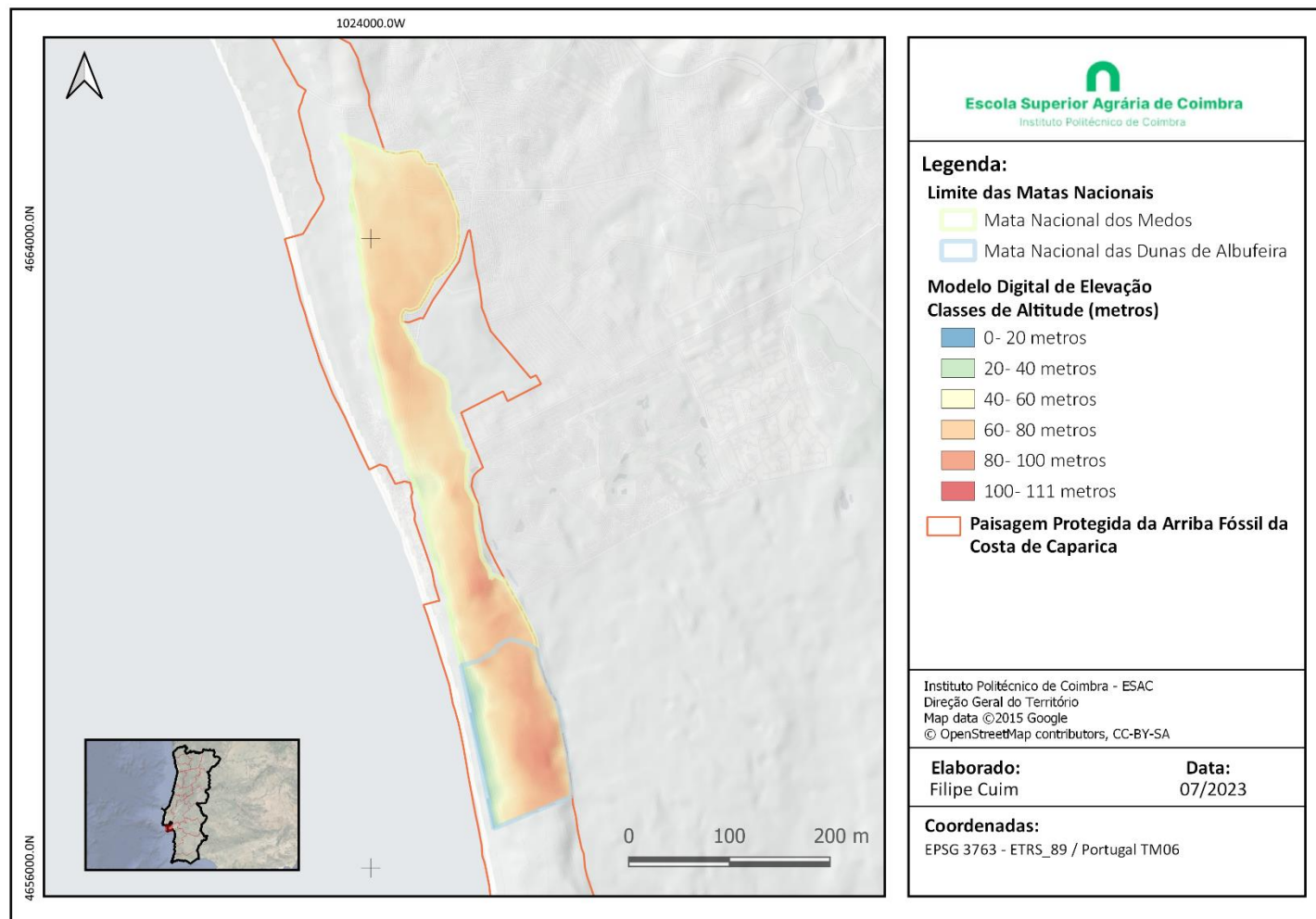


Figura A1. Carta Hipsométrica da Mata Nacional dos Medos e da Mata Nacional das Dunas de Albufeira.

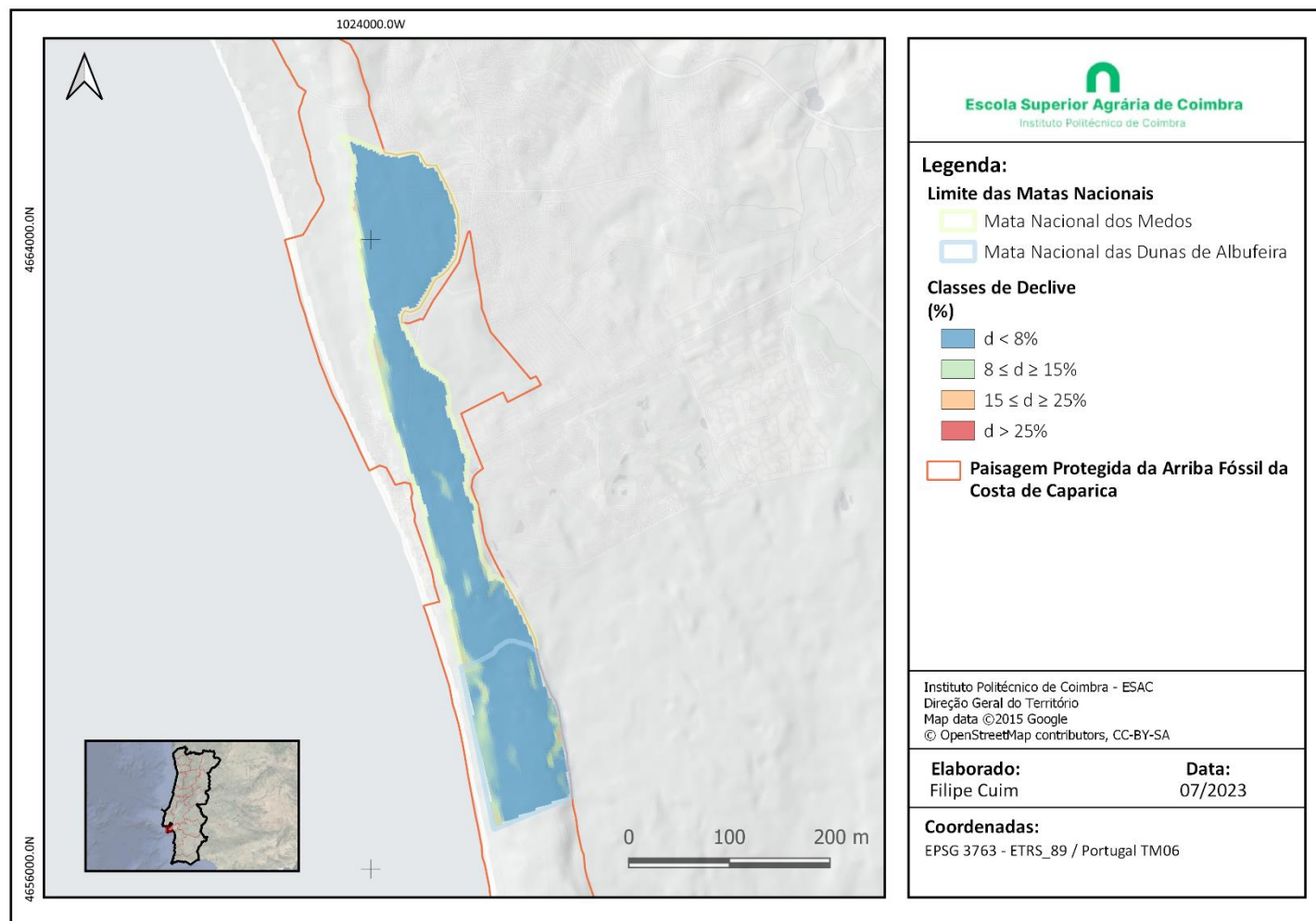


Figura A2. Carta de Declives da Mata Nacional dos Medos e da Mata Nacional das Dunas de Albufeira.

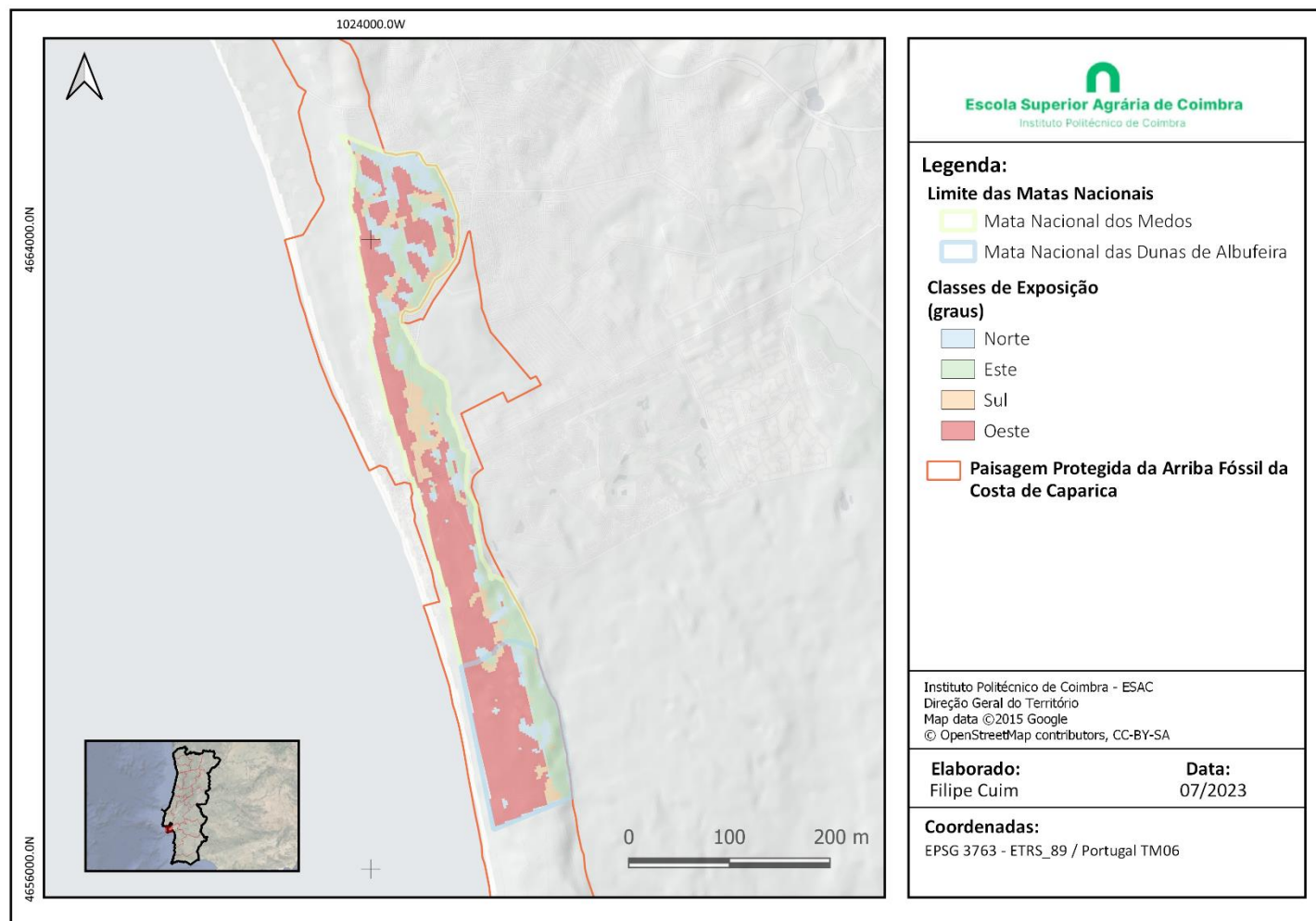


Figura A3. Carta de exposições da Mata Nacional dos Medos e da Mata Nacional das Dunas de Albufeira.



Figura A4. Carta de solos da Mata Nacional dos Medos e da Mata Nacional das Dunas de Albufeira.

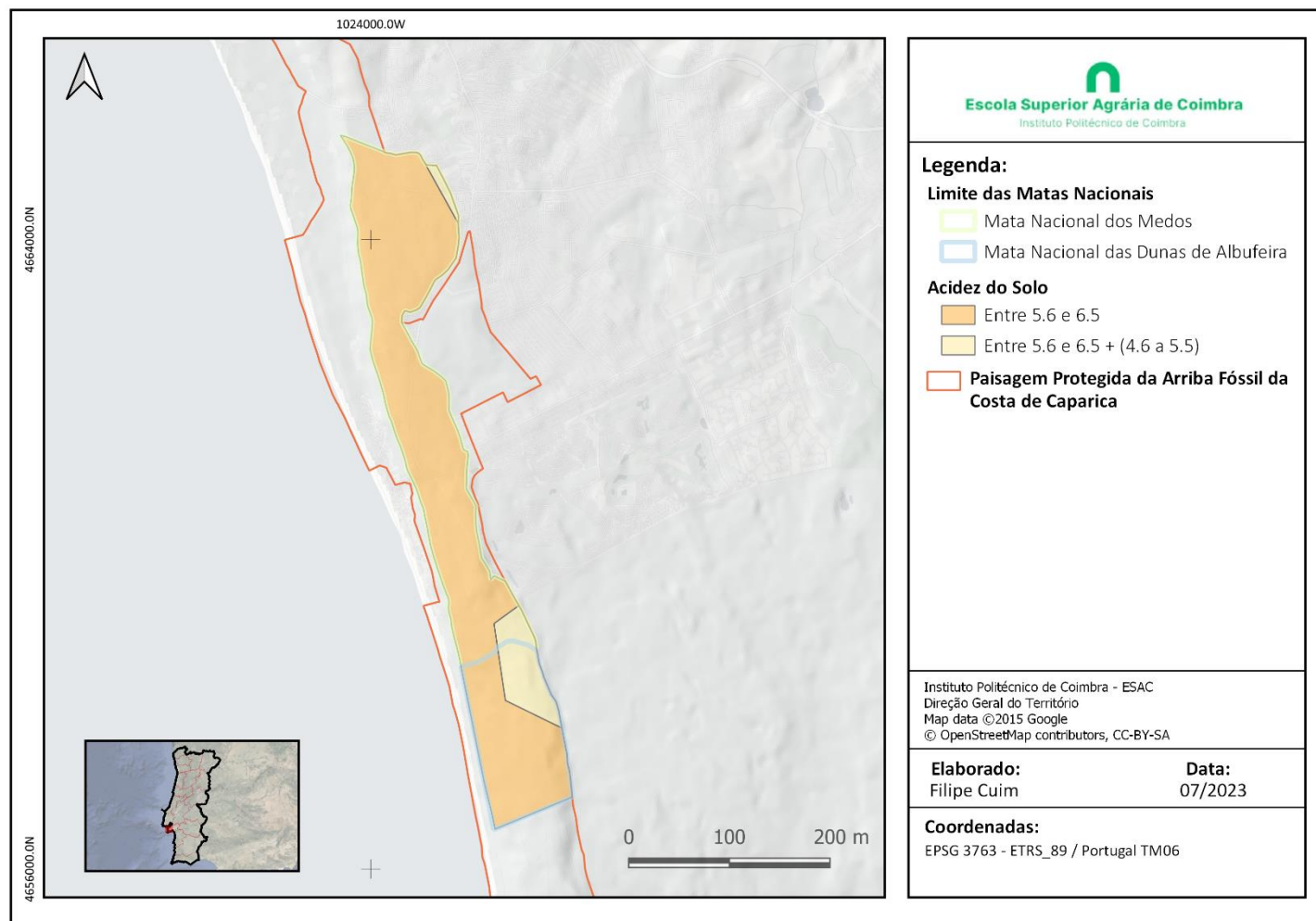


Figura A5. Carta de acidez dos solos da Mata Nacional dos Medos e da Mata Nacional das Dunas de Albufeira.

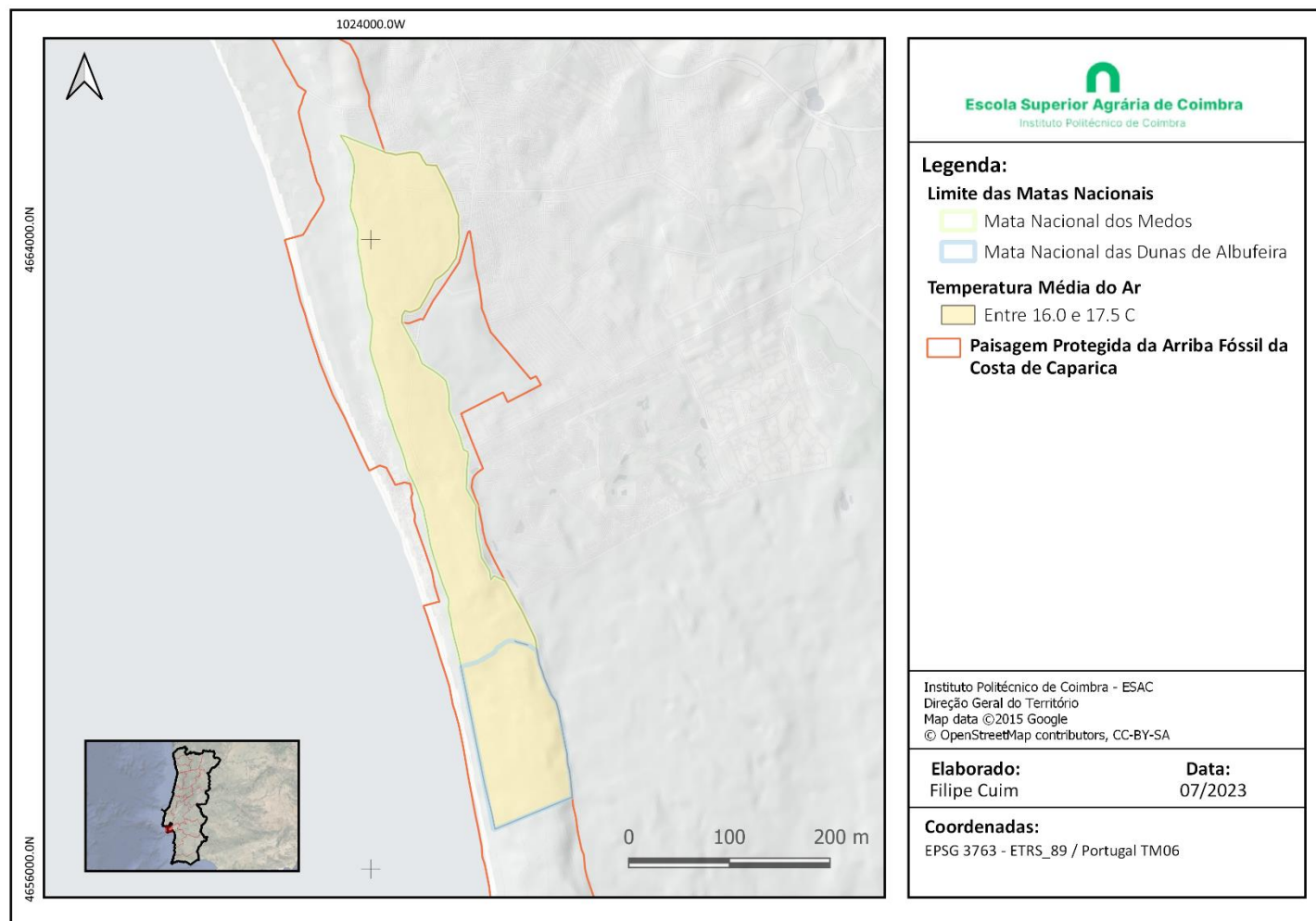


Figura A6. Carta de temperatura média anual do ar na Mata Nacional dos Medos e na Mata Nacional das Dunas de Albufeira.

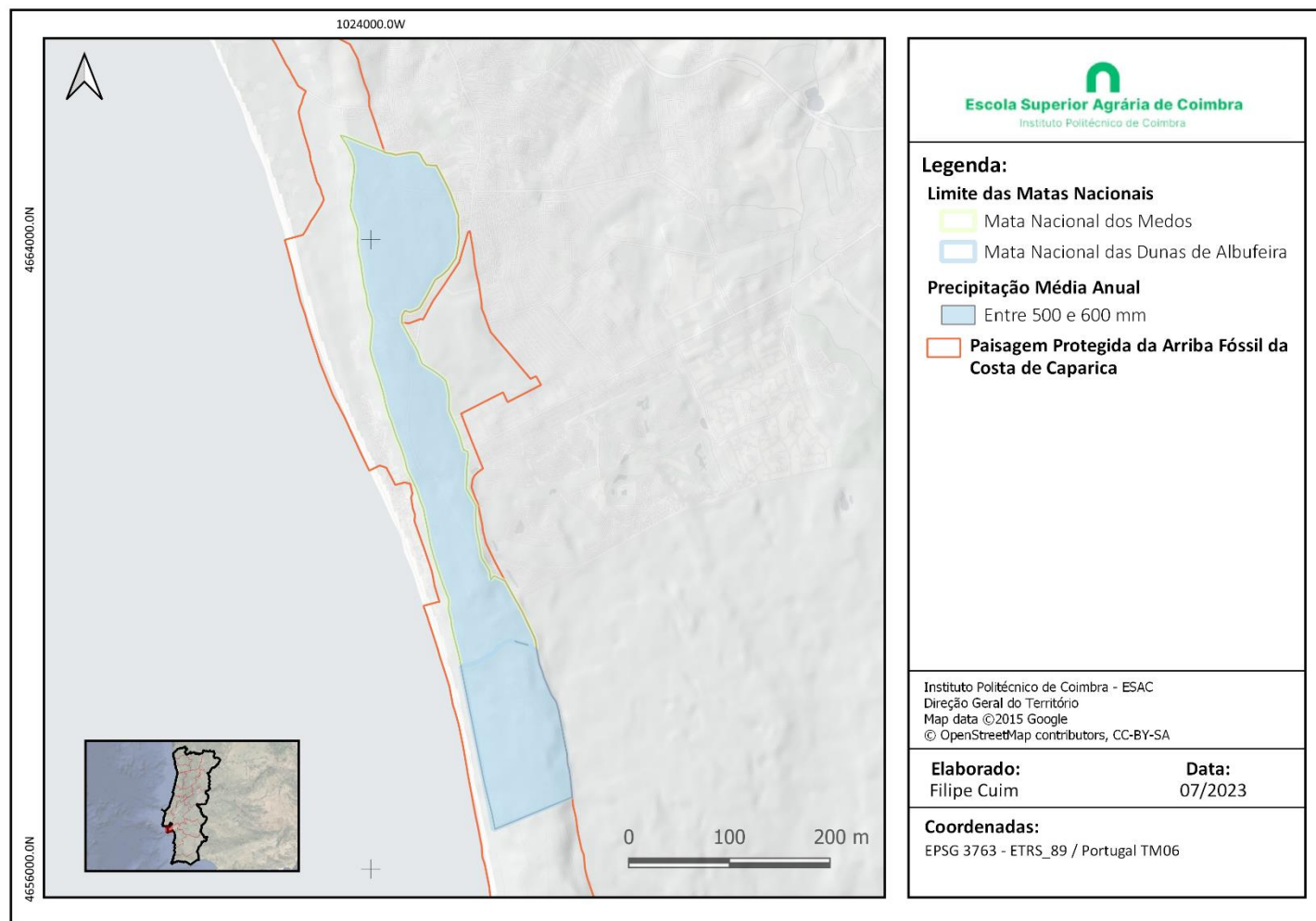


Figura A7. Carta de precipitação média anual na Mata Nacional dos Medos e na Mata Nacional das Dunas de Albufeira.

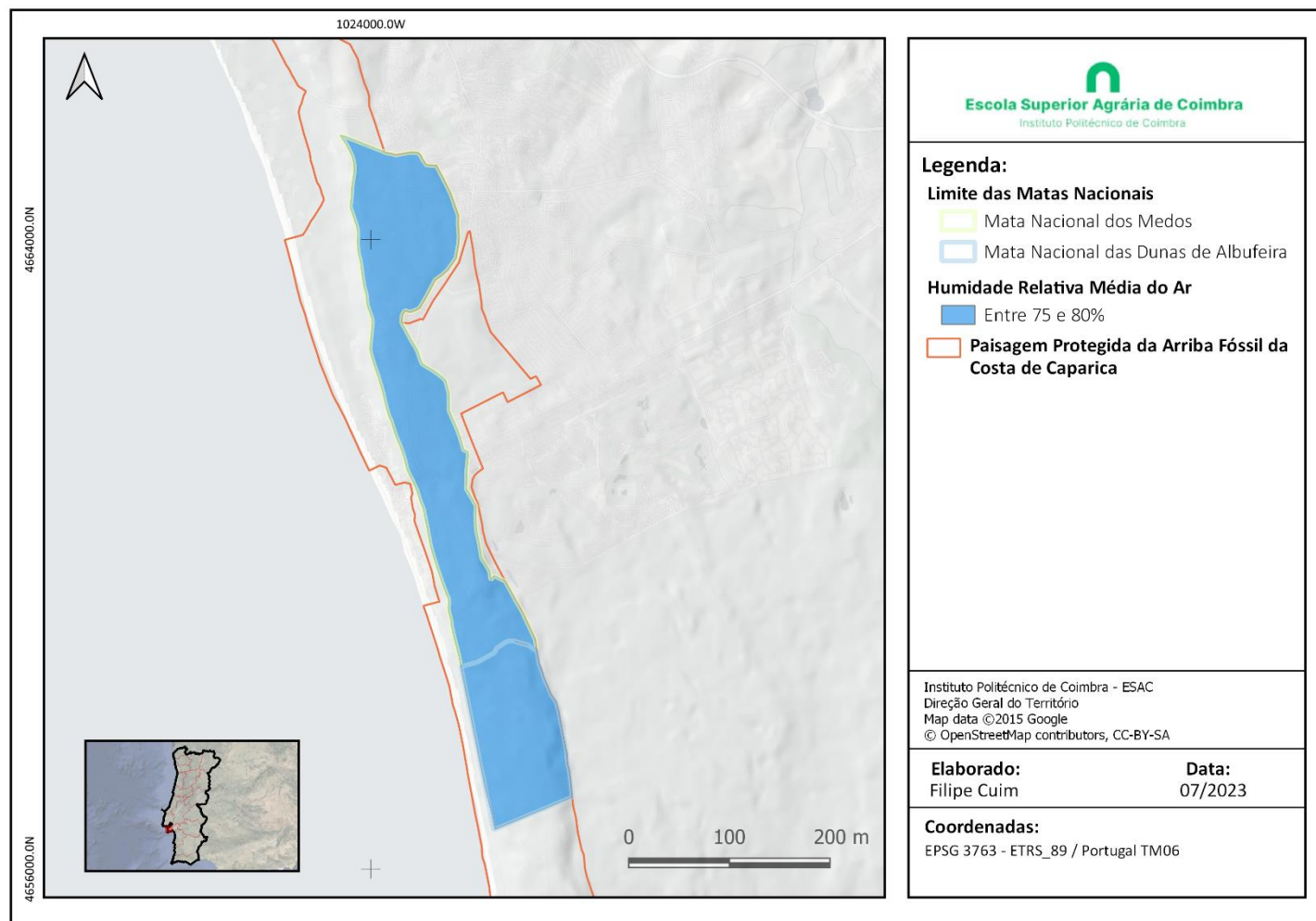


Figura A8. Carta de humidade relativa média do ar na Mata Nacional dos Medos e na Mata Nacional das Dunas de Albufeira.

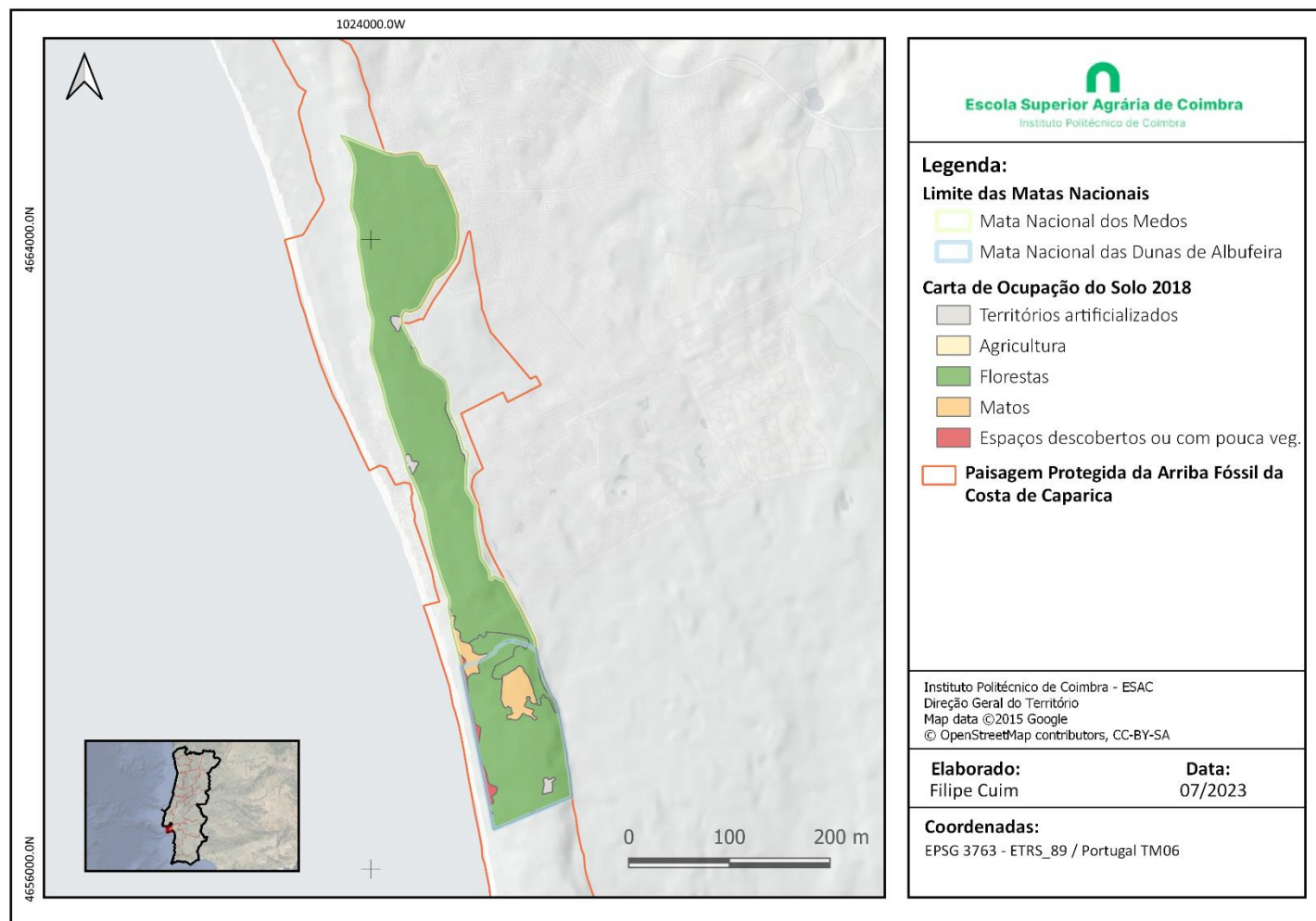


Figura A9. Carta de ocupação do solo 2018 da Mata Nacional dos Medos e da Mata Nacional das Dunas de Albufeira.

ANEXO II – Formulário de registo de *T. Acaciaelongifoliae*

Question	Answer
Usuário	
Localização	
Data	
Tipo de habitat [considere o habitat nas imediações da(s) planta(s) que está a registar]	
Espécie que está a registar	
Selecione a densidade/ tamanho da mancha para a qual está a fazer este registo (foque-se na espécie que está a registar)	
Qual o tamanho dominante da(s) planta(s) que está a registar?	
A planta que está a observar tem galhas de Trichilogaster?	
Quantas galhas observa?	
As galhas que observa são (selecione AS opções dominantes que observa; se dominar apenas uma, seleccione essa e adicione a outra opção em Observações):	
Observando a copa da(s) planta(s) que está a registar, assinale qual a % de cobertura das galhas:	
Observando a copa da(s) planta(s) que está a registar, assinale qual a % de cobertura de folhas/ filódios:	
Observando a copa da(s) planta(s) que está a registar, assinale qual a % de cobertura de flores:	
Observando a copa da(s) planta(s) que está a registar, assinale qual a % de cobertura de vagens:	
Fotografia de detalhe da planta e/ou galhas (tente fotografar um ramo representativo da(s) planta(s)/ mancha em que se focou ao fazer o registo)	
Fotografia geral da área (tente fotografar a(s) planta(s)/ mancha em que se focou ao fazer o registo)	
Observações (por ex. nome de planta não listada, área com vestígios de intervenções recentes, fogo, planta seca, libertação de Trichilogaster...)	

ANEXO III - Registo Fotográfico do Trabalho de Campo





