ESPAÇO EM REVISTA

ISSN: 1519-7816

A INVASORA *Acacia longifolia* Andrews (Willd.) EM PORTUGAL E NO BRASIL: INVESTIGAÇÃO PRELIMINAR INTEGRANDO REGISTROS GBIF COM DADOS DA LITERATURA E CONDICIONANTES AMBIENTAIS E REGIONAIS

Jorge Luis P. Oliveira-Costa
Centro de Estudos de Geografia e Ordenamento do Território, CEGOT, Universidade de Coimbra
E-mail: oliveiracostajorge@gmail.com

Rui Ferreira de Figueiredo
Departamento de Geografia e Turismo, Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra (FLUC), Universidade de Coimbra

Vânia Regina Pivello
Departamento de Ecologia, Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo (IB), Universidade de São Paulo

Resumo
A invasão biológica é um processo de degradação dos ecossistemas causado pela proliferação de espécies exóticas. No geral, a preocupação com esse processo é recente e decisões quanto à sua gestão e controle têm sido tomadas sem um suficiente conhecimento de todos os impactos envolvidos. O presente estudo tem por objetivo caracterizar o alcance da expansão e a suscetibilidade à invasão por uma espécie exótica – *Acacia longifolia* – nos ecossistemas portugueses e brasileiros, por meio dos caracterizadores dos territórios e dos atributos funcionais da espécie. A espécie com potencial invasor, *Acacia longifolia*, é um arbusto costeiro, originário da Austrália. Para caracterizar os seus atributos funcionais selecionou-se locais de amostragem, o que tem permitido aferir com maior rigor os parâmetros a incluir nas etapas seguintes do estudo, e de modelação da dinâmica espacial da espécie. Esta componente espacial tem recebido, ao longo de toda a investigação uma atenção muito particular pois, para além das implicações ecológicas, interessa aprofundar a compreensão das interações espaciais, permitindo assim a exploração de modelos preditivos espaciotemporais suportados em tecnologia SIG (Sistemas de Informação Geográfica). O estudo preliminar é uma primeira oportunidade para comparar a dinâmica desta espécie em dois locais com características espaciais e socioecológicas diferenciadas, sendo que em ambos os casos é dada particular relevância aos sistemas costeiros.
Palavras-chave: Análise espaciotemporal. Diversidade funcional. Suscetibilidade ambiental. Invasão biológica. Portugal. Brasil.

INVASIVE WEED *Acacia longifolia* Andrews (Willd.) IN PORTUGAL AND BRAZIL: PRELIMINAR APPROACH INTEGRATING GBIF RECORDS WITH LITERATURE DATA AND ENVIRONMENTAL AND REGIONAL CHARACTERISTICS

Abstract
The success of biological invasions depends on both on the environmental attributes and biological species features. There is a high biological diversity of invasive species, which in favorable conditions tend to expand and cover large areas. In Portugal and Brazil, the concern about this subject is recent, and decisions on the management of invasive species have been taken without sufficient knowledge, and thus, may generate negative unforeseen impacts. In this work, we present the preliminary phase of

an ongoing project that intends to characterize the range expansion of *Acacia longifolia* and analyze habitat susceptibility to invasion by that species. The tools to be used range from field surveys to laboratory work, as well as the use of spatiotemporal data sources of analysis implemented in GIS Systems. *Acacia longifolia* is a coastal weed native to Southern Australia, introduced in Portugal more than 100 years ago with the objective of stabilizing coastal dunes. More recently, this species was also introduced in Brazil for the same purpose but mostly for cattle feeding. Through evaluation of environmental attributes (climate dynamics, soil conditions, potential species distribution) and biological species features (taxonomic characteristics and functional traits) we intend to explain the *Acacia longifolia* distribution and characterize the environmental features of spatial analysis. This is an excellent opportunity to compare the dynamics of this invasive species in two locations with differentiated spatial and social-ecological characteristics, in which in both cases particular emphasis is given to coastal systems.
Keywords: Spatial-temporal analysis. Species functional diversity. Environmental susceptibility. Biological invasions. Portugal. Brazil.

Apresentação

Na nossa sociedade humana contemporânea, os processos de globalização e o desenvolvimento dos transportes à escala global, criaram condições para a propagação espacial muito mais facilitada das espécies (D'ANTONIO *et al*., 1996; VITOUSEK *et al*., 1990). Muitas dessas espécies exóticas são inofensivas, mas acarretam consequências profundamente negativas para os ecossistemas e a biodiversidade (CZECH; KRAUSMAN, 1997; MOONEY; HOBBS, 2000). Só na União Europeia estima-se que os prejuízos associados aos processos de invasão por espécies exóticas ascendam aos 12 bilhões de Euros por ano, com perspectiva de que esses processos continuem a aumentar no futuro imediato (SEEBENS *et. al.*, 2017).

O estudo da invasão biológica reveste-se de grande importância nos estudos ambientais. A invasão biológica é um processo de degradação dos ecossistemas resultante do estabelecimento de populações exóticas, após transferência de indivíduos, por ação humana, para áreas que geralmente guardam semelhanças (climáticas, edáficas, altitudinais, entre outros aspectos) com o local de origem. Duas medidas que tem sido tomadas para tentar minimizar os efeitos das invasões são: *(i) elaboração de listas das espécies mais agressivas, sobre as quais devem ser tomadas medidas de gestão urgentes*, partindo, num primeiro momento, de *(ii) investigações no âmbito dos caracterizadores das espécies de intervenção prioritária*.

Inúmeras espécies do gênero *Acacia* (Tourn.) Mill., originárias do Sudeste da Austrália, foram introduzidas em Portugal e no Brasil, entre os séculos XVIII e XIX, e encontram-se hoje nos catálogos de espécies invasoras destes Países, dado seu comprovado caráter invasor. Afetam sobretudo zonas de alto valor ecológico, a exemplo dos ecossistemas costeiros. Espécies de Acácias Australianas ocorrem em todas as províncias de Portugal continental e arquipélagos da Madeira e dos Açores, enquanto que, no Brasil, afetam

nomeadamente quatro Estados: Paraíba, Santa Catarina, Paraná, Rio Grande do Sul, além do Distrito Federal.

Posto que a detecção, combinada à obtenção de dados ecológicos, são indispensáveis na gestão da invasão biológica, o presente trabalho pretende contribuir para uma maior compreensão do potencial invasor e da susceptibilidade dos espaços geográficos português e brasileiro invadidos por *Acacia longifolia* Andrews (Willd.), onde procurou-se contribuir para estas áreas do conhecimento através da:

1 – caracterização dos diferentes contextos espaciais e temporais na escala global (diferentes percursos históricos de introdução da espécie e diferentes graus da invasão);

2 – identificação da espécie *Acacia longifolia* do espaço geográfico português e brasileiro, com verificação de alguns dos seus atributos funcionais;

3 – definição e localização dos núcleos regionais de invasão biológica da *A. longifolia*;

4 – caracterização destes núcleos de invasão e detecção das condições ambientais locais, procurando avaliar quais condições podem facilitar as invasões.

Estes objetivos envolvem uma proposta de definição, classificação e cartografia de núcleos regionais invadidos por *Acacia longifolia*, como suporte à avaliação dos padrões da distribuição e dos processos ecológicos da espécie, e a verificação do seu impacto local nos ecossistemas costeiros nas áreas estudadas. As limitações encontradas neste estudo estão ligadas aos aspectos bibliográficos, sobre o comportamento e os fortes impactos causados por *Acacia longifolia,* uma vez que a literatura da biologia da invasão desta espécie, além de fragmentada, é generalizada, abrangendo principalmente o seu alcance nativo no subcontinente australiano. A carência de conhecimento sobre a *Acacia longifolia* nas regiões onde é invasora são fatos justificáveis para que estudos sobre esta espécie sejam desenvolvidos.

Este trabalho foi desenvolvido originalmente como uma das etapas de estudo que integra o Projeto 'AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE DE INVASÃO E IMPACTOS DO ARBUSTO AUSTRALIANO *Acacia longifolia* Andrews (Willd.): UMA ABORDAGEM ECO-GEOGRÁFICA COMPARATIVA ENTRE PORTUGAL E BRASIL', objeto de parceria entre a Universidade de Coimbra (Centro de Estudos de Geografia e Ordenamento do Território/Portugal) e a Universidade de São Paulo (Brasil).

Em Portugal e no Brasil, o campo de estudo da invasão biológica da *Acacia longifolia* necessitou desenvolver inicialmente o trabalho de revisão cartográfica e bibliográfica, como suporte à análise das características ambientais e da espécie nestes Países. Assim, este estudo tem sido realizado desde 2014, iniciado num *internship* desenvolvido na Universidade de São

Paulo, entre 2014-2016, envolvendo desde o levantamento dos trabalhos já realizados que, de alguma forma, se referem a invasão por *Acacia longifolia*, à montagem de uma criteriosa metodologia de fundamentação ecológico-geográfica, compatível com a natureza do estudo.

Como objetivo geral, portanto, o presente trabalho visa fornecer subsídios para a compreensão das diferenças regionais na invasão biológica por *Acacia longifolia* entre Portugal e Brasil, através da proposição de uma base técnica sobre a qual poderão ser desenvolvidos os trabalhos de detalhamento sobre os fatores determinantes da invasão por *Acacia longifolia* e da susceptibilidade à invasão em áreas costeiras.

Pretendeu-se, sobretudo, iniciar o presente trabalho com uma revisão de literatura, explicitando os processos e os padrões gerais das invasões biológicas, da escala global à escala regional (Portugal e Brasil), realçando-se a necessidade de um aprofundamento maior destes estudos, visando não somente a detecção mas o conhecimento das relações entre os padrões e os processos responsáveis pela proliferação e a invasão de espécies exóticas invasoras.

Revisão da literatura

Através de análise da literatura disponível no âmbito dos temas focais desta pesquisa, observa-se que os estudos sobre a *Acacia longifolia* são desenvolvidos em escalas regionais muito reduzidas, o que implica num nível de grande generalização das características da sua invasividade/invasibilidade. Assim, destacam-se breves comentários sobre os principais temas, que, de alguma forma, ajudam no entendimento das invasões por *A. longifolia*, assim dispostas:

I. A natureza da problemática das invasões biológicas

Depois da destruição e alteração dos habitats, o segundo maior problema enfrentado pela conservação da biodiversidade são as invasões biológicas (IUCN, 1999). Cada vez são mais espécies que, através da ação humana, são capazes de transpor as barreiras bióticas e biogeográficas e se expandir para outras regiões geográficas, ameaçando a sobrevivência da fauna e flora autóctone (WILLIAMSON, 1996).

A comunidade científica internacional tem investigado o fenômeno das invasões biológicas por espécies exóticas há mais de 130 anos, desde um primeiro estudo, em 1882, sobre a invasão por *Mangifera indica* (manga), na Jamaica (ESPÍNOLA; FERREIRA, 2007), entretanto, tal processo ecológico só foi claramente definido em 1958, com a publicação de Charles Elton (1958). Outro marco da reflexão acerca das preocupações com as invasões biológicas remonta a 1964, com o simpósio da *International Union of Biological Sciences* nos

Estados Unidos, que incorporou, no bojo das discussões sobre espécies invasoras, aspectos genéticos e evolucionistas, do que resultou na obra *The Genetics of Colonizing Species*, de Hebert Baker e Leyard Stebbins (BAKER; STEBBINS, 1965).

A linguagem conceitual adotada na obra de Baker e Stebbins (1965) é diferente da usada em *The Ecology of Invasions by Animals and Plants* (ELTON, 1958), que hoje tem forte influência por conter preocupações no âmbito da conservação biológica. Um outro marco das discussões sobre invasão biológica foi a emergência da Conservação Biológica como área de pesquisa científica, na década de 1970, o que permitiu uma mudança de paradigma e, desse modo, a criação de um comitê de divisão científica com foco nos impactos das invasões, junto ao SCOPE (*Scientific Comittee on Problems of the Environment*) (DAVIS, 2006).

A partir das décadas de 1980 e 1990 a Ciência da Invasão ganhou várias dimensões, contemplando diversos aspectos (ecológico, social, político, económico, demográfico, cultural, institucional, espacial). Desde então, inúmeras iniciativas e trabalhos vêm sendo desenvolvidos visando à análise dos principais problemas encontrados nas áreas invadidas por espécies exóticas, bem como a proposição de alternativas que indiquem caminhos para o combate à invasão, contemplando as estratégias propostas pelo SCOPE (RICHARDSON *et. al.*, 2011).

Entre as iniciativas importantes, destaca-se a criação do *Guidelines for the Preventions of Biodiversity Loss Caused By Alien Invasive Species* e o *Global Invasive Species Programme* (GISP) pela The World Conservation Union (IUCN), os trabalhos pioneiros *Biological Invasions: A Global Perspective* (DRAKE *et. al.*, 1989) e a obra de Richard Groves e Francesco Di Castri, *Biogeography of Mediterranean Invasions* (GROVES; DI CASTRI, 1991).

De um modo geral, os estudos sobre invasão de espécies exóticas procuram integrar dados sobre o ambiente e as espécies em questão, de maneira a traduzir a complexidade da invasividade e invasibilidade (REJMÀNEK, 2011). A invasividade, ou capacidade invasora, refere-se aos traços biológicos que potenciam o estabelecimento das espécies, enquanto que a invasibilidade, ou susceptibilidade à invasão, refere-se aos atributos que caracterizam a vulnerabilidade dos indivíduos e dos ecossistemas receptivos (DRENOVSKY; JAMES, 2010; FALK-PETERSEN *et. al.*, 2006; PYSEK *et. al.*, 1995).

O processo de desenvolvimento do fenômeno da invasão congrega diferentes etapas, com início a partir da translocação de espécies potencialmente invasoras pelo homem para outros ecossistemas onde estas espécies não são encontradas (introdução). O processo segue com uma fase inicial lenta de estabelecimento dos indivíduos, onde a espécie exótica produz com êxito indivíduos viáveis (colonização). Esta etapa é seguida de uma fase de crescimento

populacional exponencial, que pode resultar no sucesso ou no insucesso da invasão biológica, tornando a espécie exótica invasora dominante, podendo causar mudanças tais no funcionamento dos ecossistemas, que poderão não se recuperar naturalmente (expansão) (COLAUTTI; MACISAAC, 2004; THEOHARIDES; DUKES, 2007).

Combinando as três etapas do processo da invasão, foram propostas quatro categorias gerais para a identificação das espécies exóticas (RICHARDSON *et. al.*, 2006). A espécie é dita 'casual' quando não é capaz de se reproduzir e propagar no novo ambiente, e é dita 'naturalizada' quando é capaz de formar populações autônomas no novo ambiente. A espécie 'invasora', por sua vez, rapidamente se expande para longe do epicentro da introdução, com populações estáveis e de numerosos indivíduos; a espécie 'invasora transformadora' é capaz de alterar profundamente o ambiente, causando danos no meio abiótico, desaparecimento de espécies nativas, alteração dos ciclos de nutrientes, ou transmissão de doenças.

Sabe-se que as invasões biológicas podem modificar os ecossistemas naturais e acarretar na exclusão de espécies nativas, por meio de interferências no crescimento, fenologia, valores funcionais e genéticos, riqueza e diversidade das espécies nativas, vindo então a alterar fluxos nos ecossistemas como a ciclagem dos nutrientes, o balanço hídrico, a produtividade (CADOTTE *et al.*, 2006; LOCKWOOD *et al.*, 2007; SHIGESADA; KAWASAKI, 1997).

Mesmo que os impactos diretos e indiretos causados pelas invasões ainda não estejam bem esclarecidos (LEVINE *et al.*, 2003), algumas das principais propriedades de espécies invasoras associadas aos seus impactos em áreas não nativas são comumente relacionados: a larga produção de sementes com alta viabilidade; o rápido crescimento do sistema radicular; a adaptação ao fogo; a habilidade de interferir no crescimento de plantas vizinhas; a alta produção de propágulos; a similaridade morfológica e fisiológica com as espécies nativas; a habilidade de fixação de nitrogênio por bactérias simbiontes (CRONK; FULLER, 1995).

Ainda, o sucesso da invasão biológica está fortemente relacionado com a pressão de propágulos das espécies no ambiente, ou seja, uma combinação do número de vezes em que a espécie é introduzida e o número de indivíduos em cada introdução, onde uma pequena proporção (cerca de 10%) das espécies introduzidas se naturalizam, e destas, outra pequena proporção (cerca de 10%) tornam-se invasoras (MCNELLY, 2011).

Quanto aos preditores gerais de ambientes mais propensos à invasão, são destacados atributos como: baixa altitude, disponibilidade de água, clima mésico e intervenção humana (gerando perturbações no ambiente e facilitando o estabelecimento de espécies exóticas invasoras) (CRALL *et al.*, 2013; GALLIEN *et al.*, 2010; GUO, 2006; LEVINE *et. al.*, 2003;

REJMÀNEK *et. al.*, 2013; VILÀ *et al.*, 2011). Por isso, áreas insulares são consideradas mais propensas às invasões biológicas que áreas continentais; zonas temperadas mais propensas que zonas tropicais; zonas húmidas mais que zonas áridas; e áreas perturbadas estão mais propensas que áreas intactas (HENDERSON *et al.*, 2006).

II. As invasões biológicas em Portugal e no Brasil por Acácias

As espécies exóticas invasoras em Portugal são estimadas em 670 espécies (ALMEIDA; FREITAS, 2012; MARCHANTE *et. al.*, 2014). No Brasil, a estimativa é de 459 espécies (I3N BRASIL, 2019). Por meio de decretos-lei e/ou resoluções oficiais, hoje, em ambos os Países, as principais espécies com comportamento invasor estão identificadas, sendo distinguidas relativamente quanto ao meio em que prosperam, sua utilização, seu local de origem, datas e razões de introdução, diversidade taxonômica e habitats onde ocorrem. Tanto em Portugal quanto no Brasil, a política no âmbito das invasões biológicas atende às questões sobre espécies exóticas com proibição da introdução de novas espécies, assim como age na detecção e fiscalização da criação, cultivo e comercialização das espécies consideradas invasoras e de risco ecológico. A legislação portuguesa é de 1999 (Decreto-lei n° 565/1999), e no Brasil há legislação para os Estados do Paraná (Resolução IAP nº 192/2005), Santa Catarina (Resolução COSEMA nº 08/2012) e Rio Grande do Sul (Resolução SEMA nº 79/2013).

Entre os grupos mais disseminados nos dois Países, assume destaque o gênero *Acacia* (BENTHAM, 1875; MILLER, 1754; PEDLEY, 1978). A área de ocorrência nativa deste grupo é a Austrália, com 1012 espécies (RICHARDSON *et al.*, 2011; TURNBULL, 1987). Adaptadas às diferentes condições ambientais da Austrália, as Acácias têm apresentado ampla capacidade de penetração em diferentes regiões do Mundo (LE MAITRE *et. al.*, 2011). Entre seus atributos, destaca-se a folha dotada de inúmeros filódios sempre-verdes, que auxiliam a planta na fixação de nutrientes, fazendo com que a espécie seja mais eficiente na aquisição e concentração de recursos (HOOPER; MASLIN, 1978; ROBINSON; HARRIS, 2000).

Em muitas espécies as sementes possuem tamanho e massa reduzidas, com capacidade de dormência, o que amplia o potencial de fertilidade/reprodução (O'DOWD; GILL, 1986; ORIANS; MILEWSKI, 2007). Nas raízes, possuem associação simbiótica com bactérias do gênero *Rhizobium*, que auxiliam na fixação do Nitrogénio atmosférico facilitando o estabelecimento e o crescimento da espécie (RODRÍGUES-ECHEVERRÍA, 2010).

Outros atributos funcionais propiciam maior sobrevivência das Acácias, como o tronco que lhes permite resistência ao fogo e a alocação de pouca energia para a produção de néctar

floral, que pode potencializar a reprodução de pólens (MASLIN, 2003; ORIANS; MILEWSKI, 2007). Todas essas características ajudam a explicar o vigor competitivo e a alta capacidade de resistência e colonização das Acácias em diferentes regiões do Mundo.

Nos diferentes ecossistemas portugueses e brasileiros são encontradas espécies de *Acácias* exóticas invasoras em solos da orla sedimentar costeira com abundância de dunas litorais (*Acacia cyanophylla*, *A. longifolia*, *A. pycnantha*, *A. podalyrialefolia*, *A. retinoides*), em solos calcários marítimos (*A. cyclops*, *A. farnesiana*, *A. karroo*), em solos derivados de granitos alcalinos ou xistos carbônicos de fácies marítima (*A. dealbata*, *A. mearnsii*), além das áreas de solos sedimentares das planuras sublitorais e solos das vertentes Atlânticas (*A. melanoxylon*).

III. A importância do estudo da diversidade funcional em plantas invasoras

A avaliação dos atributos funcionais de plantas invasoras pode fornecer informações importantes sobre as características da espécie invasora, podendo auxiliar na compreensão dos mecanismos e processos ecológicos que determinam o processo da invasão e o comportamento da espécie invasora na área afetada, bem como os impactos envolvidos (PYSEK, 2001). Por outro lado, o estudo da diversidade funcional fornece informações importantes sobre o potencial das espécies em expressar diferente comportamento ecológico em resposta às diferentes condições ambientais e representa um reforço importante à análise do processo de invasão biológica, sobretudo ao lidar com a mesma espécie invasora em diferentes situações de invasão.

A diversidade funcional é um dos temas mais desenvolvidos na ecologia vegetal, e refere-se, em linhas gerais, ao potencial de uma mesma espécie vegetal em expressar diferentes traços funcionais em resposta a diferentes condições ambientais (HEYWOOD, 1991; NEY, 1973; RICHARD *et. al.*, 2006; WILLIAMSON, 1996). Diferentes condições ambientais podem determinar diferentes caracteres funcionais nas espécies, num processo que pode afetar o desempenho competitivo e o sucesso reprodutivo das plantas invasoras, o que, por sua vez, tende a influenciar os processos evolutivos de conectividade entre as populações da espécie (LEE, 2002; HEYWOOD, 1991; ROBINSON; HARRIS, 2000).

A variação funcional pode influenciar a invasão biológica, ao oferecer às espécies de plantas exóticas invasoras a possibilidade de sucesso de estabelecimento em uma vasta gama de ambientes, e pode ser destacada em dois casos: quando as espécies exóticas têm distribuição mais ampla e ocupam maior variedade de ambientes que as espécies nativas, ou quando os ambientes afetados não apresentam condições estressantes para a espécie exótica (CRONK; FULLER, 2005; DRENOVSKY; JAMES, 2010; WILLIAMSON, 1996).

Desse modo, os padrões de diversidade funcional são quesitos importantes no controle das invasões por plantas exóticas, bem como na prevenção da colonização de novas áreas e, portanto, para promover a conservação dos ecossistemas, de seus processos e serviços, que dependem da integridade das comunidades nativas e do seu conjunto funcional de espécies.

IV. A representatividade da espécie Acacia longifolia (Andrews) Willd.

A *Acacia longifolia* (Andrews) Willd. (Fabaceae) – conhecida como Golden wattle – parece ser representativa desses pressupostos teóricos, pois apresenta ampla distribuição em diversos tipos de ambientes e em várias regiões do Mundo. É um arbusto de até 8 metros, cuja introdução na Europa e nas Américas, desde o final do século XVIII, deveu-se a seu potencial uso como fixador de dunas litorais, no combate à erosão do solo (FERNANDES, 2012). A partir da Australia a *A. longifolia* foi transportada para países da Europa (final do século XVIII) e das Américas (século XIX). Hoje é considerada uma das invasoras que mais trazem problemas para a conservação dos ambientes, em grande parte das áreas de sua distribuição fora da Austrália.

Em Portugal e no Brasil, essa espécie ocorre potencialmente nos sistemas costeiros, por toda a Faixa Atlântica, mais especialmente nas regiões do Centro de Portugal e no Sul do Brasil, sobre dunas litorais, áreas degradadas e em meio à vegetação nativa. Existem algumas variedades taxonômicas desta espécie, registradas em banco de dados globais, encontradas em várias partes do Mundo, sendo duas dessas subespécies as mais comuns, denominadas *Acacia longifolia longifolia* e *Acacia longifolia sophorae* (HOOPER; MASLIN, 1978).

As duas subespécies da *A. longifolia* parecem ser as mais abundantes, tanto a nível mundial como no subcontinente Australiano. Estão presentes também na Espanha, Itália, Califórnia, África do Sul, Israel, Índia, Argentina e Uruguai. Há esforços isolados para o controle da *A. longifolia* em Portugal e no Brasil. Em Portugal têm sido testados, com sucesso, métodos físicos (manual e mecânico) e químicos (herbicidas, ex. glifosato) (MARCHANTE *et. al.*, 2008), e, mais recentemente, houve a introdução de um agente para controle biológico de populações da *A. longifolia* (a vespa africana *Trichilogaster acaciaelongifoliae*). No Brasil, apesar de esforços de detecção, a *Acacia longifolia* ainda é pouco conhecida (OLIVEIRA-COSTA; PIVELLO, 2017), e não há nenhum programa em larga escala para a recuperação das áreas invadidas ou proteção de áreas ainda não colonizadas pela espécie.

Entre as diversas características da sua invasividade, na *Acacia longifolia* destaca-se a competitividade bastante agressiva, que a torna capaz de colonizar e rapidamente proliferar em ecossistemas costeiros, podendo chegar a cobrir extensas superfícies, sobre as dunas litorais,

limitando a chegada de luz, impedindo o intercâmbio gasoso entre o ar e o solo e aumentando os níveis de Nitrogênio (CARVALHO *et al.*, 2010; MARCHANTE *et. al.*, 2008).

Outras características da espécie invasora são a elevada capacidade de reprodução e dispersão, além do rápido crescimento, produzindo grande quantidade de pequenas sementes com alta viabilidade germinativa, o que lhe confere alta capacidade de invasão (MARCHANTE *et. al.*, 2011). Nas regiões Sul do Brasil e Centro de Portugal, a *A. longifolia* parece fixar mais Nitrogênio na parte aérea (folhas) e no solo do que espécies nativas das Zonas Costeiras desses Países (MARCHANTE, 2007; OLIVEIRA-COSTA; PIVELLO, 2017).

Todas essas características conferem à *Acacia longifolia* a capacidade de alterar a composição e a microbiologia dos solos e impedir o desenvolvimento da vegetação de Restinga, provocando a diminuição da diversidade local, em ambientes destacados pela pobreza na disponibilidade de nutrientes, o que tende a aumentar a sua possibilidade de resistência e colonização (CARVALHO *et. al.*, 2010). Além disso, trata-se de uma espécie com reprodução seminal, geradora de banco de sementes viável por até 10 anos (MARCHANTE *et al.*, 2008).

A capacidade de invasão de *A. longifolia* parece também ser fortemente determinada pelo regime de fogo (CARVALHO *et. al.*, 2010; MARCHANTE, 2007). Em Portugal, nas áreas costeiras e entorno, perturbadas por incêndios, o fogo pode favorecer a *Acacia longifolia* em relação às espécies nativas, já que estas, diferentemente da espécie invasora, não possuem alta resistência às queimadas (CARVALHO *et. al.*, 2010). Porém, em ambientes costeiros com pouca perturbação, a probabilidade de invasão por *A. longifolia* parece ser reduzida e as espécies nativas parecem levar vantagem competitiva (CARVALHO *et. al.*, 2010).

V. As principais etapas para detecção e mapeamento de espécies exóticas invasoras

Para o desenvolvimento de mapeamento e cartografia das invasões biológicas, são necessários dados sobre a ocorrência das espécies exóticas invasoras e os preditores ambientais de suas áreas invadidas (BROENNIMANN, *et. al.*, 2007; LONSDALE, 1999).

Preditores ambientais referem-se a mapas temáticos, com destaque para os mapas de dados climáticos, e os mapas de dados obtidos a partir de imagens orbitais e de satélites (topografia, substrato geológico, cobertura vegetal, uso do solo) (MENESES *et. al.*, 2001).

O trabalho de mapeamento tem como fase inicial a revisão cartográfica, com compilação da cartografia disponível no âmbito dos preditores ambientais, e uma inspeção preliminar das variáveis para identificar os preditores ambientais mais adequados a serem usados para explicar a ocorrência das espécies (MENESES *et. al.*, 2001).

Na literatura internacional há inúmeros trabalhos que avaliam o desempenho de variados preditores ambientais para explicar a distribuição de espécies (MENESES *et. al.*, 2001). Mapeamentos de dados climáticos são considerados os mais adequados para criar cartografia em escala generalista, enquanto, em escala regional, mapas temáticos sobre o uso e cobertura do solo tornam-se mais importantes (HIMANS *et. al*., 2005; PETERSON, 2003).

Para cada mapa temático de determinado preditor ambiental, é gerado um conjunto de *pixels* com valores associados. Os valores dos *pixels* correspondem a informação espacializada, que, por sua vez, pode ser validada, classificada e/ou homogeneizada, com auxílio de técnicas como a fotointerpretação e a detecção remota, em Sistemas de Informação Geográfica (SIG).

Mapas temáticos de preditores ambientais, quando aplicados às invasões biológicas, são usados, sobretudo, para análises espaciais e temporais sobre os graus de ocupação das áreas invadidas, verificando se estes preditores ambientais têm alguma relação com o processo da invasão biológica (HIMANS *et. al.*, 2005; PETERSON, 2003).

Em paralelo ao trabalho com preditores ambientais, para o mapeamento das invasões biológicas, é necessário compilar os registros de ocorrência das espécies. Estes referem-se às informações sobre sua presença, ausência e/ou abundância e são geralmente representados com pontos amostrais de localização com referência geográfica (coordenadas geográficas) (MENESES *et. al.*, 2001). Registros de ocorrência das espécies exóticas invasoras permitem avaliar aspectos como os graus de sociabilidade, a capacidade de dispersão e invasividade das espécies (BROENNIMANN, *et. al.*, 2007), verificando os níveis da invasão e se os registros de presença das espécies invasoras encontram-se dentro dos limites bioclimáticos apresentados nos mapas temáticos (MEINERS *et. al.*, 2001). Estes registros podem ser obtidos através de coleções de herbários, bases de dados online, e coleta de espécies e observações em campo.

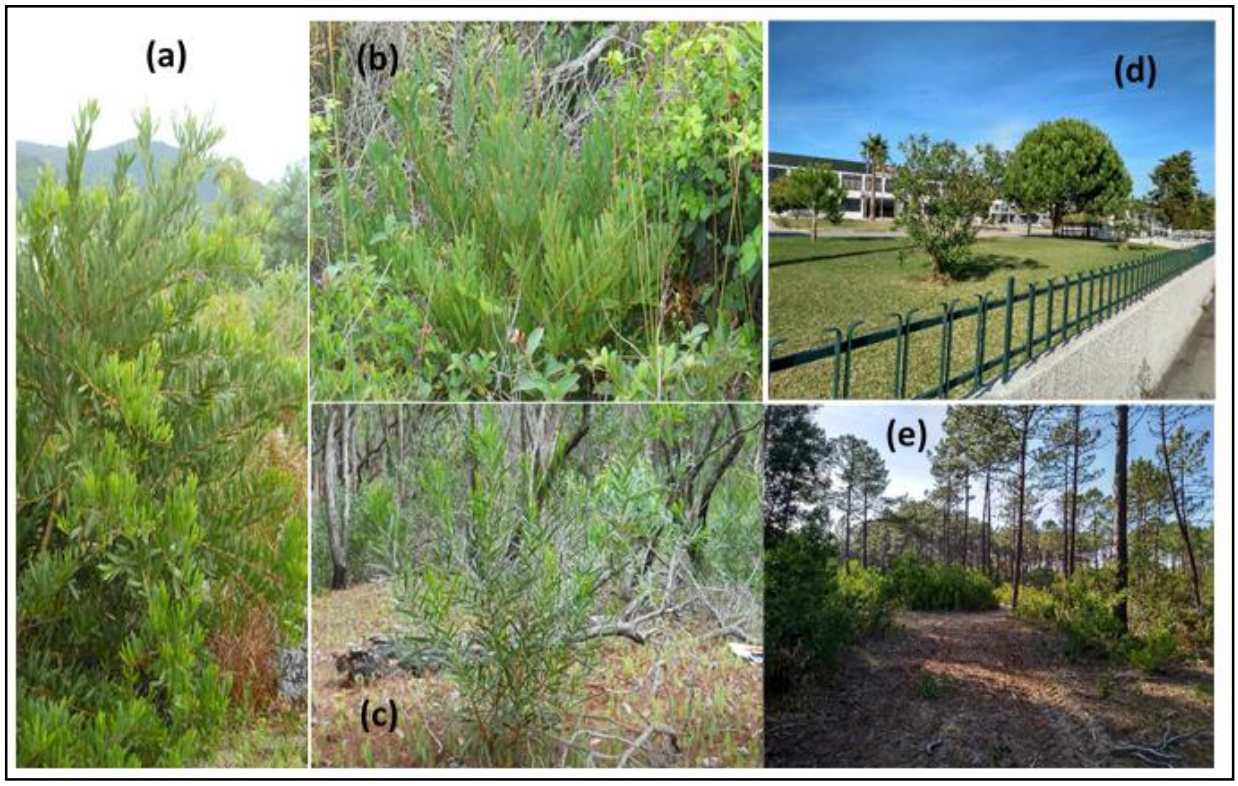
Os mapeamentos orientados para as invasões biológicas têm sido usados para diversos propósitos, sobretudo para: *(i)* explicar a distribuição das espécies em variadas escalas; *(ii)* verificar os limites do seu nicho bioclimático; *(iii)* ideantificar as áreas com maior probabilidade da presença da espécie e favoráveis ao seu estabelecimento; *(iv)* auxiliar gestores e tomadores de decisão por meio de mapas, para medidas proativas atuais e futuras de monitoramento e controle das populações nas áreas invadidas (BROENNIMANN *et. al*., 2007).

Estudo de caso e aplicação da metodologia

1. *Espécie focal*

Como espécie focal é eleita a espécie australiana *Acacia longifolia* Andrews (Willd.) (Figura 1) (CARVALHO *et al.,* 2010; DENNILL *et al.*, 1999; MARCHANTE *et. al.*, 2008; RASHER *et. al.*, 2011; LOURENÇO, 2009). A *Acacia longifolia* (família Fabaceae) possui como sinonímias *Mimosa longifolia* (Andrews), *Mimosa macrostachya* (Poir.) e *Racosperma longifolium* (Mart.). Popularmente, é conhecida como Acácia marítima (Brasil); Acácia-de-espigas (Portugal); Golden wattle (Austrália e EUA).

Figura 1: Mosaico de fotos mostrando formas de vida da espécie invasora *Acacia longifolia* no litoral do Brasil (a, b, c), e diferentes usos da espécie em Portugal (d, e).



Fotografias: Jorge Luis P. Oliveira-Costa, Rui Figueiredo & Vânia Pivello, Setembro/2015 e Outubro/2019.

A espécie *Acacia longifolia* possui folhas perenes pequenas e reduzidas a filódios laminares oblongo-lanceolados, e flores amarelo-vivo reunidas em espigas axilares com conspícua contorção cilíndrica das vagens na época da maturação, protegendo sementes de funículo curto e esbranquiçado (MARCHANTE *et al.*, 2014). A peculiaridade de sua coloração verde brilhante e das flores típicas tornam a planta de fácil identificação, sobretudo no período

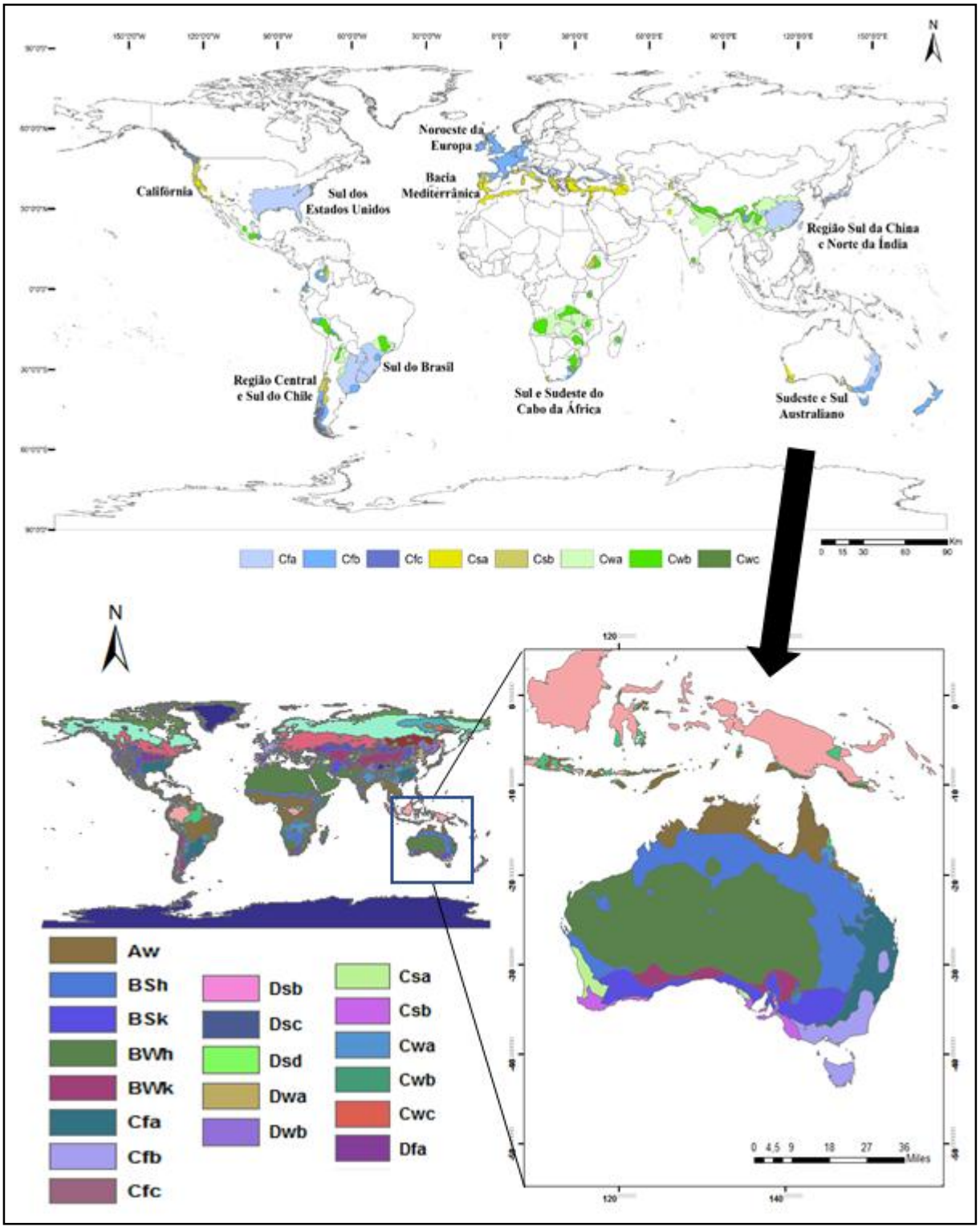
da sua floração entre Dezembro e Abril. Habita preferencialmente áreas de dunas, lagos, rios, margens de linhas d'água. Também são frequentemente invadidas áreas de vias de comunicação (estradas e linhas de alta tensão). Reconhecendo o problema das invasões por *Acacia longifolia*, em conformidade com as diretivas europeias no âmbito das invasões biológicas, a legislação portuguesa de 1999 (Decreto-lei n° 565/1999) regulamentou a introdução desta espécie exótica invasora no País. No Brasil, em 2008, a espécie foi identificada no litoral de Santa Catarina, sendo incluída no Catálogo Brasileiro de Espécies Exóticas Invasoras (INSTITUTO HÓRUS, 2019). Em 2010, o Conselho Estadual do Meio Ambiente de Santa Catarina classificou-a na Classe I, com urgência de intervenção baixa. Não obstante, em 2014 se reconheceu uma urgência de intervenção elevada, dada a detecção de grandes populações no Sul do Brasil.

2. Áreas de estudo

As regiões climáticas consideradas para efeito desta pesquisa caracterizam-se pela influência oceânica e estações do ano bem caracterizadas, sendo classificadas de acordo com Köppen (1948) como mesotérmicas e úmidas (Csa/Cfb), com estação seca indefinida e chuvas de inverno, correspondendo ao clima Temperado Mediterrânico e Subtropical Temperado, respectivamente, localizadas nas faixas climáticas de médias latitudes (Figura 2). Essas faixas abrangem todo o território Português, parte do Brasil Central e toda sua porção Sul. São marcadas pelo clima Temperado, com as quatro estações, sob influência de massas de ar quente provenientes das regiões Tropicais, assim como das correntes de ar frio dos polos. As temperaturas médias anuais são menores que 18°C e a precipitação superior a 30mm.

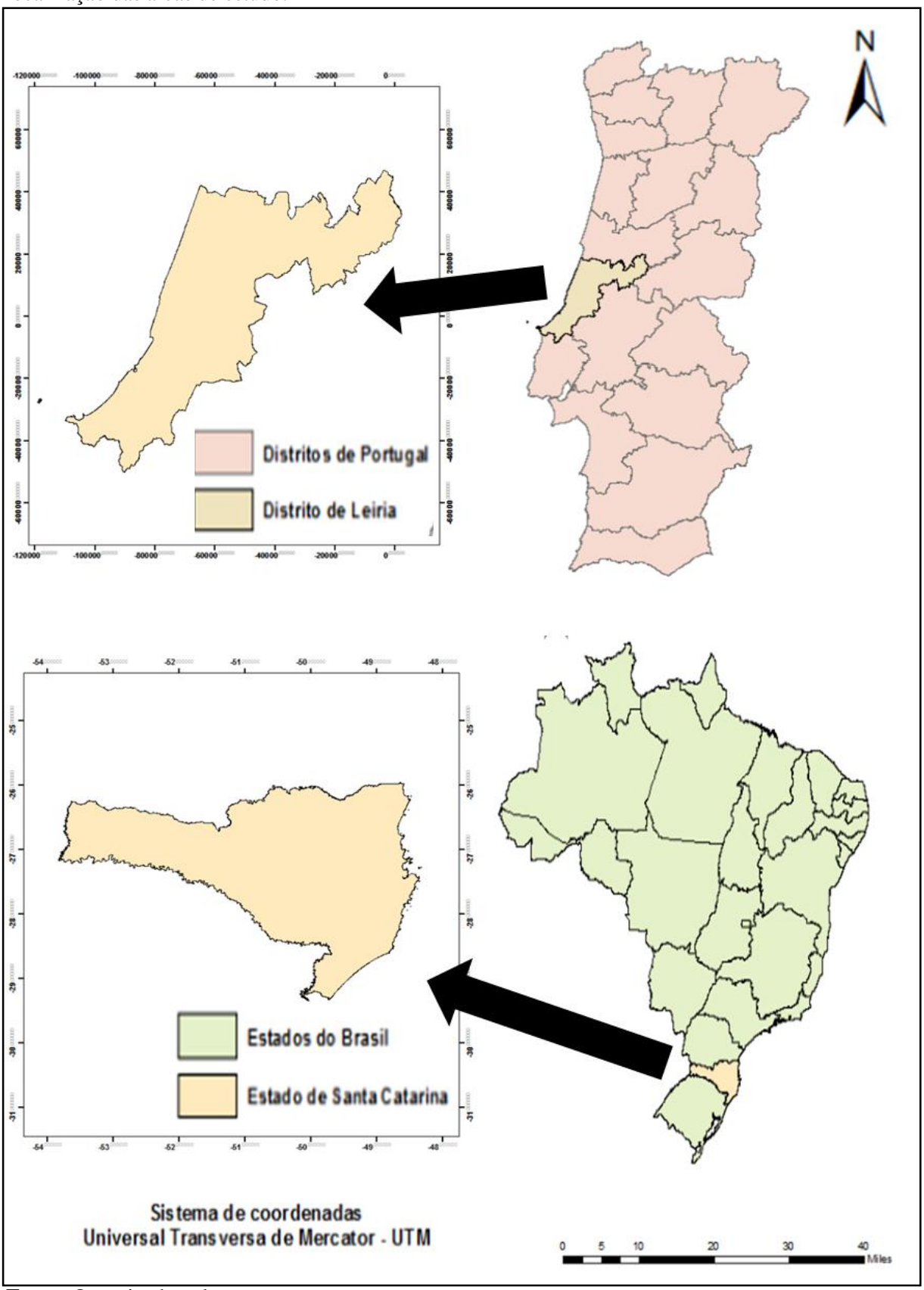
Como áreas invadidas por *A. longifolia* nessas faixas climáticas escolheu-se os sistemas litorais do Distrito de Leiria (Figura 3), localizada na região Centro de Portugal, e do Estado de Santa Catarina (Figura 3), localizada na região Sul do Brasil. Leiria, a capital do Distrito de Leiria, situa-se a 39°46'00" de latitude norte e 53°00'00" de longitude oeste, inserida na Sub-região de Leiria. Florianópolis, a capital do Estado de Santa Catarina, situa-se a 27°35'00" de latitude sul e 48°32'00' de longitude oeste, inserida na Mesorregião da Grande Florianópolis.

Figura 2: Regiões climáticas temperadas do Mundo e o Clima da Austrália segundo o Sistema de Koppen (1954) – um típico exemplo de modelo hídrico-climatológico em equilíbrio.



Fonte: Organizado pelos autores.

Figura 3: Mapas das áreas de estudo com os núcleos do Distrito de Leiria e do Estado de Santa Catarina (amarelo) destacados, inserção de um mapa de Portugal continental e um mapa do Brasil mostrando a localização das áreas de estudo.



Fonte: Organizado pelos autores.

3. *Tratamento dos dados regionais*

A abordagem para a caracterização do comportamento ecológico da espécie estudada e das condicionantes ambientais como base para a avaliação do potencial invasor e impactos das invasões por *A. longifolia* entre Sistemas Costeiros Portugueses e Brasileiros, requer a combinação de diferentes métodos. Para a análise das invasões por *A. longifolia*, a metodologia aplicada baseou-se em quatro aspectos: *(i) histórico da introdução versus graus da invasão*; *(ii) condições ambientais versus susceptibilidade à invasão*; *(iii) traços funcionais versus capacidade de colonização*; *(iv) comportamento ecológico versus vigor competitivo*.

A investigação em escala regional foca-se em porções dos sistemas costeiros das regiões Centro de Portugal e Sul do Brasil, nas áreas do Distrito de Leiria e do Estado de Santa Catarina, respectivamente, locais onde a introdução da *A. longifolia* tem importância histórica e atual. O estudo foi conduzido em ambientes nativos de Restingas, dentro e fora de áreas protegidas, onde a presença da espécie já foi detectada. Para efeito do estudo preliminar, nessa parte inicial da pesquisa, foram mapeadas em SIG algumas das áreas estudadas. Em cada área, foi realizado trabalho de campo, onde foi percorrido um transecto paralelo à linha da Costa, e transectos perpendiculares demarcados aleatoriamente para recolha de informações. Foram escolhidos dois locais em Florianópolis (SC - Brasil) para a coleta de amostras da *A. longifolia* e do solo, e de uma espécie nativa ecologicamente equivalente, localizados respectivamente no Parque Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição e no Parque Estadual do Rio Vermelho. Os dados foram coletados nas estações de inverno de 2019 em Portugal, e de inverno de 2015 no Brasil.

3.1. Caracterização da invasibilidade

Histórico da introdução da espécie versus graus da invasão

Este trabalho desenvolveu-se a partir das etapas de: levantamento e análise da documentação bibliográfica sobre a história da introdução da *Acacia longifolia*; mapeamento e caracterização dos graus de ocorrência da espécie em diferentes regiões do Mundo. Os registros de ocorrência da *A. longifolia* foram obtidos através de calibração de pontos georreferenciados da base de dados Global Biodiversity Information Facility (http://www.gbif.org/). Para determinação dos graus de ocorrência da espécie foi aplicado o Índice de Kernel, um dos índices mais utilizados para esse propósito. Em função da grande extensão do território (1/10.000.000), a verificação dos graus de presença da *A. longifolia* à escala global teve um caráter exploratório ao nível dos núcleos invadidos pela espécie. O mapeamento produzido permite uma visão

global da invasão pela espécie, e facilita, ainda, a identificação do estabelecimento e das relações históricas com o percurso da espécie, e geográficas com a dinâmica climática.

Condições ambientais versus susceptibilidade à invasão

Para auxiliar a análise preliminar da distribuição da *A. longifolia*, caracterizando a amplitude de ambientes em que o fenômeno da invasão ocorre à escala regional (Portugal e Brasil), foi utilizado um Sistema de Informação Geográfica (SIG), contendo dados secundários sobre alguns preditores ambientais (clima, tipos de solos, e uso e ocupação do solo) e sobre a presença da espécie. Para a caracterização dos graus de presença da *A. longifolia*, foram usados registros de ocorrência da espécie através da base de dados do Global Biodiversity Information Facility (http://www.gbif.org/). Para a caracterização das condições ambientais, foram usados mapas climáticos, geológicos, pedológicos, biogeográficos/regiões florísticas, disponibilizados para as regiões Centro de Portugal e Sul do Brasil (Tabela I) (ver anexo 1).

Partindo do pressuposto que caracteres químicos e físicos dos solos, considerado o período de déficit hídrico na estação seca e de saturação hídrica na estação chuvosa, poderão ser limitantes na capacidade de colonização das plântulas tanto de espécies nativas quanto invasoras, foram avaliadas características químicas (pH e matéria orgânica) e físicas (densidade aparente e granulometria) do solo. Para tanto, foram coletadas amostras individuais de cerca de 1-2 kg do solo, nas profundidades de 0-5 e 20-30 cm (MEGURO, 2000), em pontos aleatórios de transecção de amostragem nas áreas de estudo em Florianópolis. Foram quantificadas as características do solo, conforme Camargo *et al.* (1986). Também foram medidas as concentrações de nitrogênio pelo método de Kjeldahl (GALVANI; GAERTNER, 2006). Ainda, com as amostras de volume constante foi avaliada a capacidade de campo (MEGURO, 2000).

3.2. Caracterização da invasividade

Traços funcionais versus capacidade de colonização

A capacidade de colonização da *Acacia longifolia* foi avaliada por meio da verificação de alguns traços funcionais dos indivíduos observados nas áreas de estudo em Florianópolis (Brasil). Para a determinação das características funcionais da espécie foram realizadas: *(i)* consultas em material bibliográfico e herbários; *(ii)* observações em campo; *(iii)* coleta de amostras da espécie; *(iv)* trabalhos em laboratório. Em campo, foram coletadas folhas da *Acacia longifolia*, de acordo com seus atributos funcionais (pelo método descrito em SMITH *et al.*, 1997), e em laboratório, com as amostras de folhas saudáveis, foram feitas determinações do conteúdo e concentrações de nitrogênio (pelo método de Kjeldahl, descrito em GALVANI;

GAERTNER, 2006). Ainda, foram coletadas amostras de folhas saudáveis em indivíduos de *Acacia podariilyfolia*, e de uma espécie nativa ecologicamente equivalente (*Dodonaea viscosa*), onde foram realizadas determinações do conteúdo de nitrogênio total (NT).

Comportamento ecológico versus vigor competitivo

Para testar a hipótese de que o potencial invasor de *Acacia longifolia* lhe atribui melhor poder competitivo em relação às espécies nativas e exóticas, foram feitas comparações dos traços funcionais e das condições do solo observadas em *Acacia longifolia* e numa espécie nativa (*Dodonaea viscosa*) e outra exótica (*Acacia podariilyfolia*) ecologicamente equivalentes, nas Restingas do litoral de Santa Catarina. As espécies nativa e exótica foram selecionadas sob dois parâmetros principais: *(i)* deveriam pertencer ao mesmo tipo funcional da espécie invasora, a fim de garantir comparabilidade entre as medidas de sucesso competitivo; *(ii)* deveriam ser abundantes no local de origem e, portanto, mais representativas de sua comunidade, o que confere uma maior aplicabilidade ao estudo.

Resultados preliminares

Caracterização da invasibilidade

O transporte da *Acacia longifolia*, a partir do seu alcance nativo no Sudeste da Austrália, possui mais de 200 anos (ver anexos 2-3): teve início no século XVIII, através dos exploradores europeus, entretanto os primeiros registros indicam que essa transposição é mais remota, com registros que datam do final do século XVI e início do século XVII (FERNANDES, 2006). Num primeiro momento, o processo da introdução da *A. longifolia* em regiões extra-australianas esteve ligado sobretudo a interesses ornamentais e/ou composição em coleções botânicas de herbários e jardins de aclimatação europeus, e avançou para uma segunda fase do processo, com introdução intencionalmente voltada ao seu uso no combate a erosão do solo.

Da primeira fase de transporte, a partir da Austrália (século XVII), há registros de introdução da espécie em vários países do Norte da Europa, com destaque para as regiões Norte e Noroeste do Reino Unido como um dos primeiros registros do continente Europeu (FERNANDES, 2006); a segunda fase de transporte (século XVIII), definiu a configuração atual da distribuição da *A. longifolia* no Mundo, tendo entre seus principais núcleos de invasão: *(i) as porções Sul e Oeste da África do Sul*; *(ii) a Bacia do Mediterrâneo*; *(iii) o Sul e Sudeste Asiático (sobretudo as zonas Sul da China e Sul da Índia*); *(iv) a Califórnia e a região Centro-*

Norte da Costa Leste dos Estados Unidos; *(v) a Região Sul do Brasil*; *(vi) o Uruguai e a porção Norte da Argentina* (Figura 4). Atualmente estão registradas as seguintes ocorrências da espécie *A. longifolia* na base do GBIF: 20.631 ocorrências na Austrália; 5.780 em Portugal; 619 no subcontinente Antártico e na Tasmânia; 601 no Brasil; 264 na Nova Zelândia; 239 na África do Sul; 158 nos Estados Unidos da América; 103 na Espanha; 44 na França; e 85 ocorrências da espécie em outros locais (México, Costa Rica, Bélgica, Suíça, Indonésia, e outros) (Figura 5).

Combinado à sua introdução pela ação humana, os padrões e os processos atuais da *Acacia longifolia* e da sua invasão são resultantes, sobretudo à escala global, das dinâmicas hídrico-climáticas. Assim, são as condições climáticas que refletem os atuais padrões de distribuição e expansão da espécie *A. longifolia* em diferentes regiões do Mundo. Todas as áreas com presença da Australiana *A. longifolia* são classificadas como 'áreas de clima Temperado', classe mais generalista dos sistemas climáticos vigentes (Koppen, Holdridge, Whitaker, Walter) (COSTA *et. al.*, 2012). Inseridas nessa zona climática, as áreas com presença da *A. longifolia* podem ser classificadas segundo as três grandes subzonas: *(i) áreas com Clima Oceânico (Cfb)*; *(ii) áreas com Clima Mediterrânico (Csa); (iii) áreas com Clima Subtropical Úmido (Cfa).*

No contexto geográfico de Portugal, as áreas de Clima Oceânico (Cfb) estão localizadas em região latitudinal classificada como 'Temperada Fria', em classes de latitude entre 56°30'00" e 42°00'00", pisos altitudinais dominantes do tipo 'Montano' (entre 3000m-4000m), biotemperatura média entre 6°C e 12°C, com precipitação média entre 1000mm-2000mm, em províncias de umidade do tipo Perúmido/Úmido (0.25-1.00), cujas zonas de vida dominantes são Florestas Úmidas e o Páramo Chuvoso; na sequência, as áreas de Clima Mediterrânico (Csa) estão localizadas em região latitudinal classificada como 'Temperada Mediterrânica', em classes de latitude entre 42°00'00" e 27°30'00", pisos altitudinais dominantes do tipo 'Montano baixo' (entre 2000m-3000m), biotemperatura média entre 12°C e 18°C, com precipitação média entre 2000mm-4000mm, em províncias de umidade do tipo Superúmido/Perúmido (0.25-0.50), cujas zonas de vida dominantes são Florestas muito Úmidas e Florestas Úmidas (Tabela I)

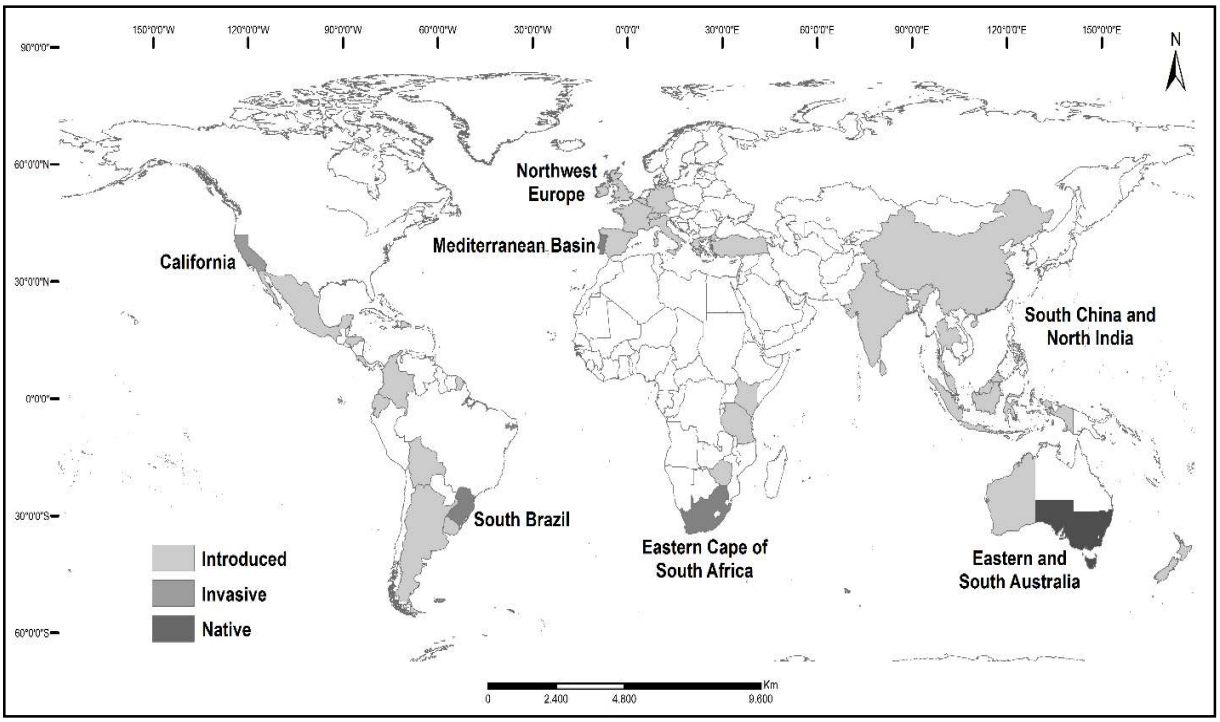
No contexto geográfico do Brasil, as áreas de Clima Subtropical Úmido (Cfa) estão localizadas em região latitudinal classificada como 'Temperada Subtropical', em classes de latitude entre 27°30'00" e 13°00'00", pisos altitudinais dominantes do tipo 'Basal/Premontano' (1000m-2000m), biotemperatura média entre 18°C e 24°C, com precipitação média entre 4000mm-8000mm, em províncias de umidade do tipo Superúmido (0.125-0.25), cujas zonas de vida dominantes são Florestas Chuvosas (Tabela I).

Numa integração das características climáticas entre estes dois contextos (Portugal e Brasil), é destacada a Biotemperatura, que no modelo de Holdridge (COSTA *et. al.*, 2012) representa o ponto de equilíbrio entre todos os elementos abióticos. Verifica-se que os valores de biotemperatura variam com as diferenças de latitude (sentido N-S), e com as diferenças de altitude (sentido E-W) (de 6° até 18° no contexto português, e entre 18° até 24° no contexto brasileiro). Assim, quanto maior a latitude menor a biotemperatura, e quanto maior a altitude menor será a biotemperatura. Esse fato é importante para entendimento da distribuição da *A. longifolia* na escala regional, combinado com dados do demais elementos do quadro natural.

Tabela I – Dados da presença da *Acacia longifolia* e condicionantes ambientais e regionais

	BRASIL	**PORTUGAL**
Registros de ocorrência da espécie *Acacia longifolia* (GBIF, 2020)	601 registros (*Acacia longifolia*) **REGIÃO SUL - ESTADO DE SANTA CATARINA** Áreas invadidas: Florianópolis (Grande Florianópolis, Lagoa da Conceição, Rio Vermelho), Laguna, Araranguá	5.780 registros (*Acacia longifolia* e *Acacia sophorae*) **REGIÃO CENTRO - DISTRITO DE LEIRIA** Áreas invadidas: Leiria, Osso da Baleia, Leirosa, São Pedro de Moel, Marinha Grande, Pinhal de Leiria
Clima (KOPPEN, 1954)	**A.1 - Cfa (Clima Subtropical Úmido); A.2 - Cfb (Clima Oceânico)** Temperado Subtropical (região latitudinal) 4000mm – 8000mm (precipitação média) 18°C – 24°C (biotemperatura média) Superúmido (província de umidade)	**A.1 - Csa (Clima Mediterrânico); A.2 - Cfb (Clima Oceânico)** Temperado Mediterrânico (região latitudinal) 2000mm – 4000mm (precipitação média) 12°C – 18°C (biotemperatura média) Perúmido (província de umidade)
Solos predominantes (FAO, 1961) (http://www.fao.org/soils-portal/soil-survey/soil-maps-and-databases/faounesco-soil-map-of-the-world/en/)	**B.1 - Argissolos Vermelho-Amarelos;** **B.2 - Neossolos Quartzarenicos; B.3 - Cambissolos Haplicos;** **B.4 - Espodossolos Ferrihumiluvicus;** **B.5 - Neossolos Litolicos; B.6 - Gleissolos Haplicos**	**B.1 – Cambissolos; B.2 – Fluvissolos;** **B.3 – Litossolos; B.4 – Luvissolos;** **B.5 – Podzois; B.6 – Regossolos; B.7 - Solonchaks**
Vegetação (CAF, 1960/IBGE, 1990, 2012) (Carta Agrícola e Florestal de Portugal, e Carta de Acácias e Eucaliptos/1958, 1960) (Manual Técnico e Novo Manual Técnico da Vegetação Brasileira do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística/1990, 2012)	**C - Bioma Pampa** Estepes florestadas, arborizadas, e do tipo 'parque' **D - Bioma Mata Atlântica** Florestas ombrófilas, estacionais e mistas (com Araucária) **E - Formações Pioneiras** Manguezais, Restinga	**C - Bioma Mediterrânico** Bosques e sub-bosques mediterrânicos **D - Florestas de Resinosas** Pinhais (Pinus L'er) **E - Florestas de Outras Folhosas (nativas e exóticas)** Eucalipto, Castanheiros, Carvalhos (Quercus), Acácias
Uso da Terra (COS, 1990, 2015/ORTOFOTOS, 1940, 1950, 1960/IBGE, 1990) (Carta da Ocupação do Solo/1990, 2015) (Ortofotomapas/1945, 1950, 1960) (Manual do Uso da Terra do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística/1990)	**F - Zonas agrícolas** subsistência, tradicional, modernizada **G – Pecuária** extensiva, semi-intensiva, intensiva **H – Mineração; I - Extrativismo** **J - Áreas urbanas; L – Reflorestamento; M - Pastagens**	**F – Zonas de incultos** comunidades arbustivas, subarbustivas e herbáceas **G - Culturas agrícolas de Sequeiro** **H - Culturas agrícolas de Regadio** **I - Zonas mistas (naturais e artificiais)** **J – Áreas urbanas e industriais**
Unidades ambientais e sub-compartimentos	**Planície Costeira Quaternária (A.2/B.5/D/E/F/J); Planalto Central Sedimentar (A.1/B.1/C/D/F/G); Serras do Leste Catarinense (A.1//B.1/B.3/D/J/L/M)**	**Centro-Norte (A.1/B.5/D/G/H); Centro-Oeste Arenoso (A.2/B.2C/D/E/F/J); Centro-Oeste Calcário (A.1/E/I); Nordeste Montanhoso (A.1/B.1C/F/J)**

Figura 4: Mapa da presença atual da espécie invasora *A. longifolia* no Mundo, destacando as diferenças nos graus de ocorrência e status da invasão da espécie: *1. espécie introduzida; 2. espécie invasora; 3. espécie nativa.*



Fonte: Organizado pelos autores.

Figura 5: Mapa com a distribuição atual e os graus de ocorrência da espécie *A. longifolia* à escala global, obtido por meio da aplicação do Índice de Kernel: <0 – 0-25 – 25-50 – 50-100 - >100 (densidade de espécies) em SIG.

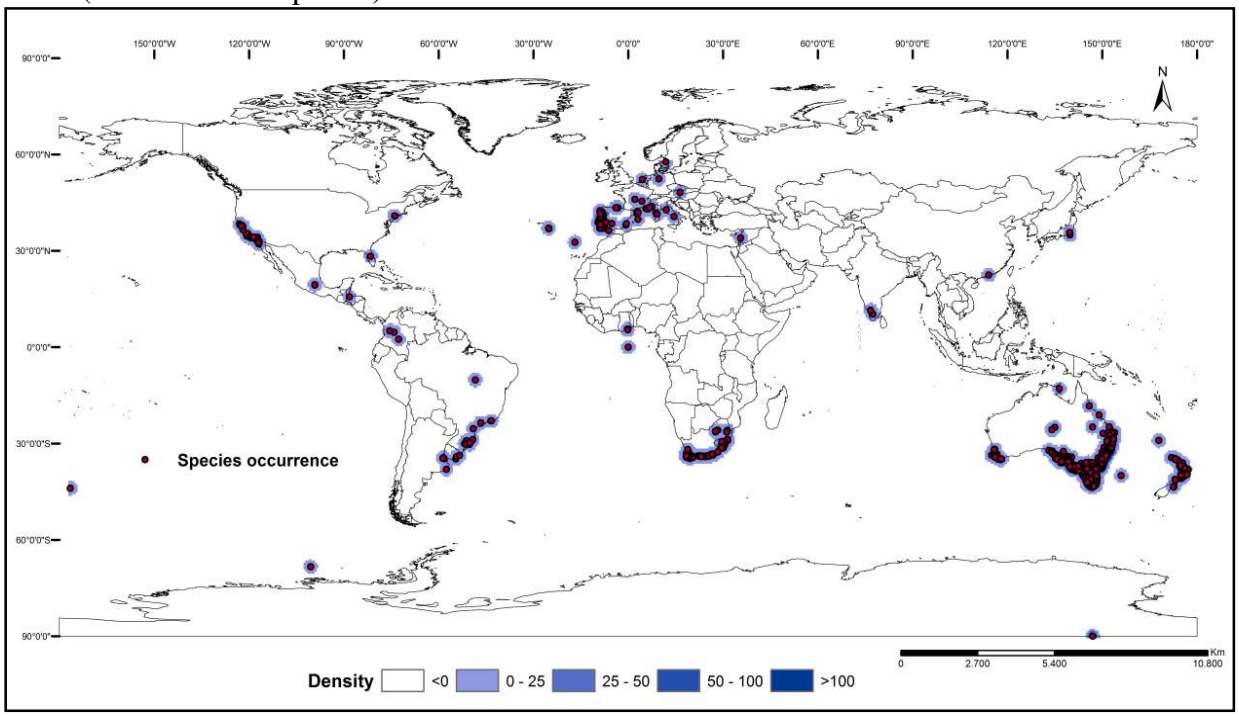
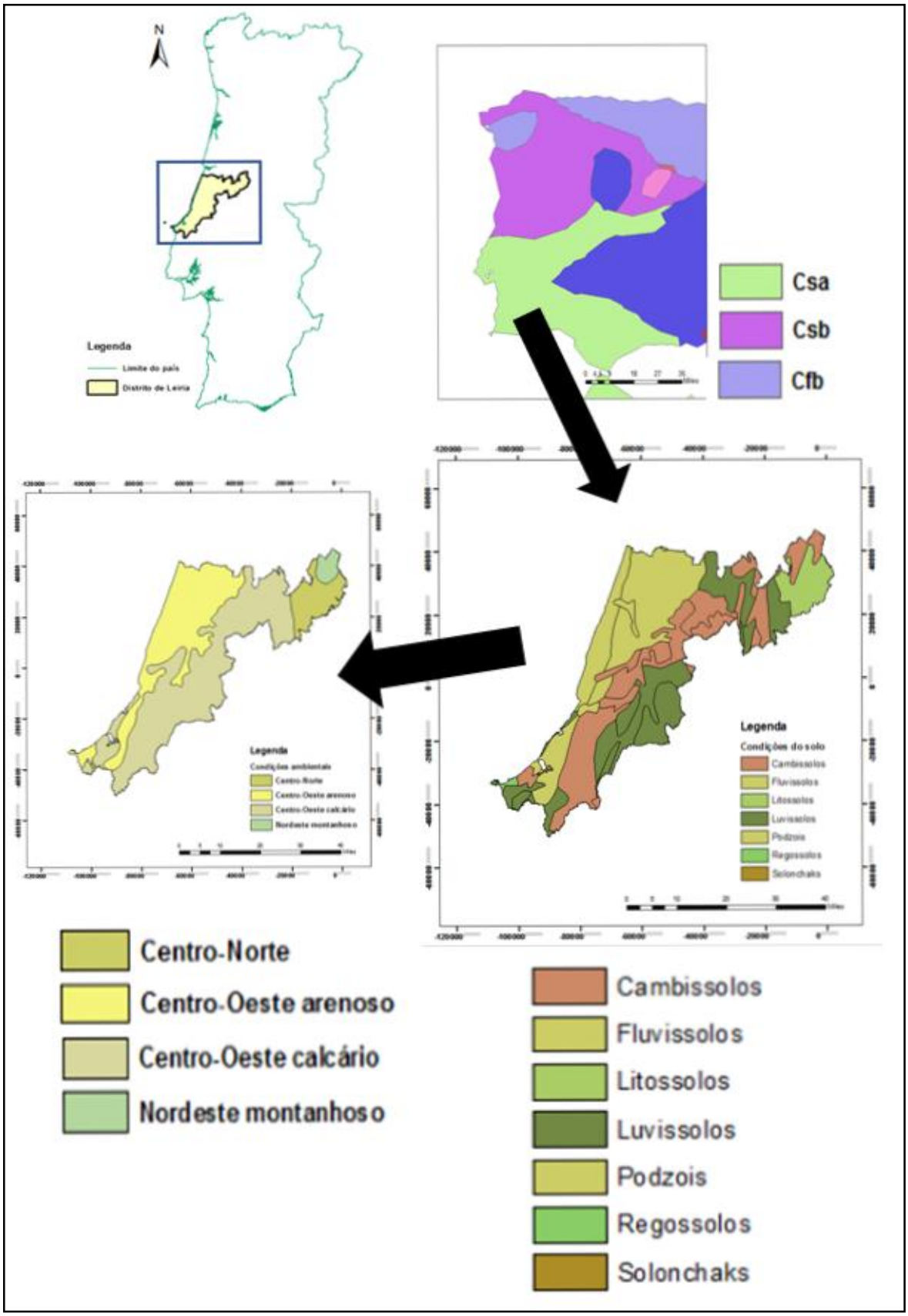
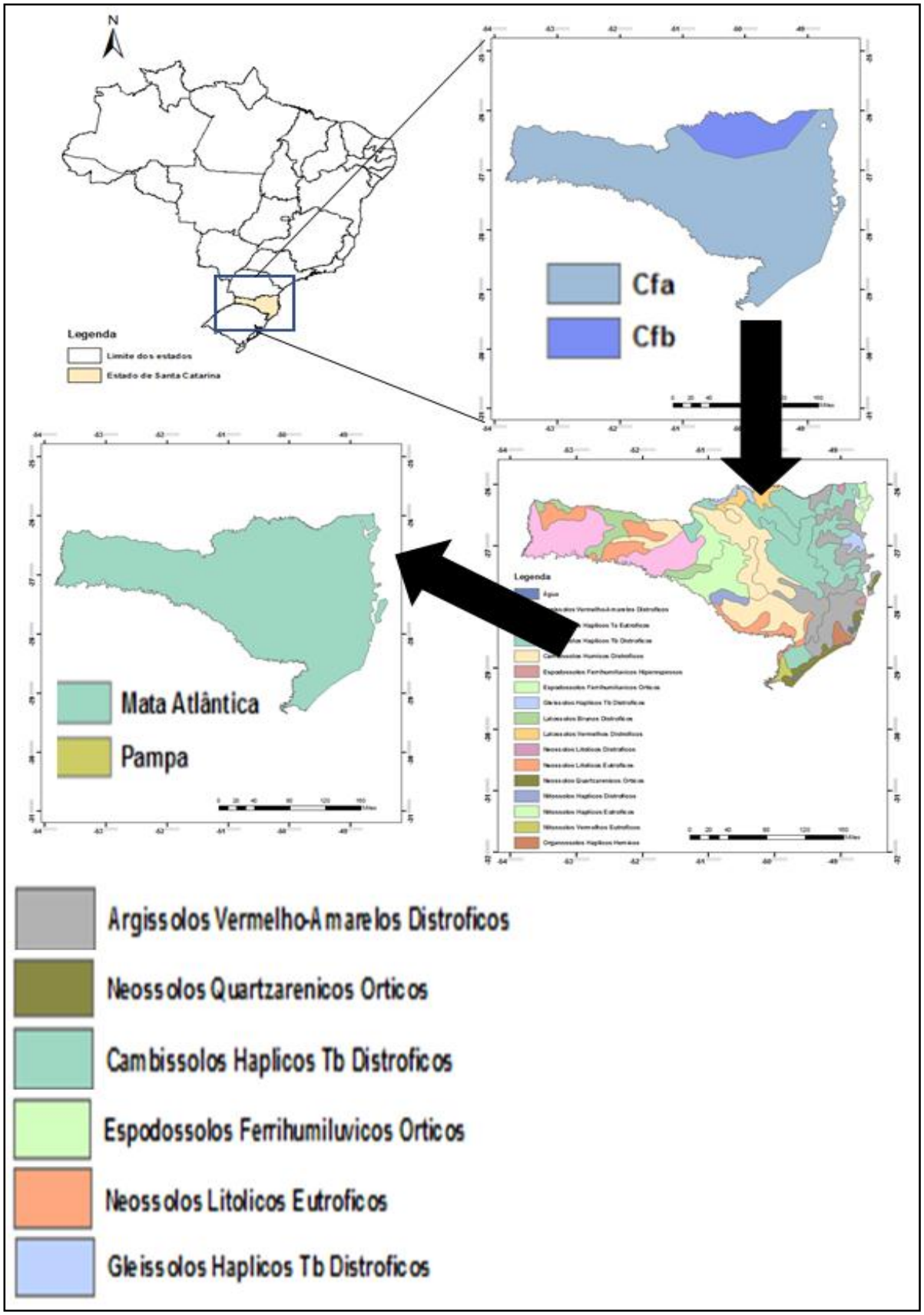


Figura 6: Mapa das condicionantes ambientais na área de Leiria: *1. Dinâmica climática; 2. Tipos de solos; 3. Regiões florísticas (unidades ambientais).*



Fonte: Organizado pelos autores

Figura 7: Mapa das condicionantes ambientais na área de Santa Catarina: *1. Dinâmica climática; 2. Tipos de solos; 3. Regiões florísticas (biomas).*



Fonte: Organizado pelos autores

Caracterização da invasividade

Amostras do solo e das folhas de duas Acácias australianas (*A. longifolia* e *A. podariilyfolia*), e de uma espécie nativa das dunas de Santa Catarina (*Dodonaea viscosa*) (Figura 8), foram coletadas nas áreas invadidas pela *A. longifolia* em Florianópolis (Parque Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição e Parque Estadual do Rio Vermelho), durante as estações de Inverno e Primavera de 2015, e foram submetidas a testes do teor de Nitrogênio (Figura 9) onde se verificou que as espécies de *Acacia* acumulam maiores quantidades de N2 nas folhas que a espécie nativa, e reduzida concentração de N2 no solo, corroborando com o observado no Brasil, por Balieiro *et. al.* (2000), e em Portugal, por Marchante (2007).

Figura 8: Acácias Australianas invasoras (*A. longifolia* e *A. podariilyfolia*) e uma espécie nativa de ambiente de Restinga (*Dodonaea viscosa*), nos sistemas dunares do Sul do Brasil.



Fotografias: Jorge Luis P. Oliveira-Costa & Vânia Regina Pivello, Setembro/2015.

Em Santa Catarina (Brasil), com distância aleatória entre os pontos de coleta, este estudo abrangeu três unidades ambientais (UA) sobre Restinga: (UA1) Restingas subarbustivas de praias e dunas frontais primárias (primeiro ponto de coleta no Parque do Rio Vermelho); (UA2) Restingas subarbustivas de dunas internas secundárias e planícies (segundo ponto de coleta no Parque do Rio Vermelho); (UA3) Restingas subarbustivas ou transição de interdunas da sucessão dunar com lagunas e banhados (ponto de coleta no Parque da Lagoa da Conceição).

No que se refere as condições do solo (Tabela II), todos as áreas invadidas por *A. longifolia* apresentaram solos com baixos teores de N2, acumulando, em média, 0,1 mg/g de N2: o valor mais elevado de N2 (0,2 mg/g) foi observado na UA2. Na camada superior do solo das áreas invadidas por *A. longifolia*, foram encontrados, em média, as concentrações de 85% (partículas grossas), 10% (partículas finas) e 2% (matéria orgânica), para os níveis de cada matéria respectiva. O pH e a densidade estimados dos solos invadidos por *A. longifolia* foi de 5,5% de pH, e 1,5 g/ml de densidade aparente. A capacidade de campo mensurada dos solos ocupados por *A. longifolia* foi de 25-30% (sob tempo de análise em laboratório de 72 horas).

Tabela II: Condições dos solos ocupados por *A. longifolia* em Santa Catarina (Brasil)

Unidades ambientais	Partículas grossas	Partículas finas	Matéria orgânica	pH	Densidade aparente	Capacidade de campo	Conteúdo de N2
UA1	86,6%	10,4%	2,9%	5,9%	1,5 g/ml	31%	0,1 mg/g
UA2	85,3%	10,8%	3,9%	4,2%	1,5 g/ml	25%	0,2 mg/g
UA3	86,2%	11,5%	1,9%	4,8%	1,4 g/ml	25%	0,1 mg/g

Figura 9: Amostras em laboratório para verificação das condições do solo (textura, conteúdo de N2 total e capacidade de campo) e dos teores de N2 foliar (*A. longifolia* e *A. podariilyfolia)*.



Fotografias: Jorge Luis P. Oliveira-Costa & Vânia Regina Pivello, Setembro/2015.

No que se refere ao conteúdo de nitrogênio foliar (Tabela III), as duas espécies invasoras de *Acacia* (*A. longifolia* e *A. podariilyfolia*) apresentaram alta eficiência na acumulação e fixação desse nutriente na parte aérea (folhas), concentrando, em média, 30 mg/g de N2: o teor mais elevado de N2 (30.545 mg/g) foi encontrado na *A. longifolia* da UA1; o segundo maior valor de N2 (29.745 mg/g) foi observado para a *A. podalyriifolia* na UA2. A espécie nativa dos ecossistemas de Santa Catarina, *Dodonaea viscosa*, ecologicamente equivalente à *A. longifolia*, apresentou concentração média de apenas 20.810 mg/g de N2, na sua parte superior (folhas).

Tabela III – Conteúdo de Nitrogênio foliar das Acácias invasoras e da espécie nativa (*Dodonaea viscosa*) nas Restingas de Santa Catarina (Brasil).

Unidades ambientais	*Acacia longifolia*	*Acacia podalyriifolia*	*Dodonaea viscosa*
UA1	30,5 mg/g	27,0 mg/g	22,9 mg/g
UA2	25,7 mg/g	29,7 mg/g	22,7 mg/g
UA3	22,5 mg/g	26,2 mg/g	20,8 mg/g

Discussão e conclusões preliminares

As etapas já desenvolvidas que foram apresentadas, no âmbito do projeto de pesquisa em andamento sobre as invasões biológicas por *Acacia longifolia* – a espécie exótica do Gênero *Acacia* mais frequente nos Ecossistemas Costeiros Portugueses e Brasileiros, mostraram que há uma forte tendência para apontar a variação fenotípica da *A. longifolia* e as condicionantes ambientais como fatores determinantes da invasividade da espécie e da invasibilidade dos ecossistemas, ameaçando as espécies nativas dos Sistemas Costeiros Portugueses e Brasileiros a ponto de provocar impactos no nível das comunidades, podendo confirmar a hipótese central desta pesquisa de que traços funcionais das espécies e a estrutura dos ecossistemas podem aumentar o potencial invasor ou a capacidade invasora da Australiana *A. longifolia*.

Os resultados sobre a fixação de N2 foliar destacaram diferenças significativas nas concentrações deste nutriente entre as Acácias invasoras e a espécie nativa, o que ajuda a corroborar o pressuposto teórico de que espécies invasoras possuem maior eficiência na acumulação de recursos que as espécies nativas. Os resultados sobre as condições do solo confirmaram a fragilidade dos ambientes costeiros e suas deficiências quanto a disponibilidade de recursos, onde as Acácias parecem levar vantagem competitiva, com maior potencial de acumulação de recursos que as espécies nativas, o que representa uma vantagem metabólica para a espécie invasora, propiciando seu maior crescimento e aumento do potencial invasor.

Marchante (2007) e Balieiro *et. al.* (2000) encontraram para os Ecossistemas Costeiros Portugueses e Brasileiros, invadidos por *A. longifolia*, não apenas uma elevada concentração de N2 nas folhas de Acácias Australianas invasoras – até 2 ou 3 vezes superior que a vegetação nativa, mas também foi observado que as maiores concentrações de nitrogênio estão referidas as espécies invasoras das áreas com as maiores densidades de indivíduos de Acácia, e que estas áreas costeiras, sobretudo de ambientes dunares, são bastante sensíveis às perturbações (naturais e antropogênicas), possuindo significativa fragilidade frente às invasões biológicas, visto que muitas destas áreas estão adaptadas a areias pobres em nutrientes.

Desse modo, sendo a *Acacia longifolia* eficiente na fixação de nutrientes, são esperados teores elevados de alguns nutrientes, a exemplo do nitrogênio, nesta espécie invasora. A alta acumulação de nutrientes e as condições ambientais nos sistemas costeiros, podem representar uma vantagem para as Acácias invasoras, com reserva de nutrientes para o sucesso da sua invasão, e, por outro lado, uma desvantagem para as espécies nativas, com perdas em termos de diversidade e competitividade, sobretudo em áreas inclinadas a invasões frequentes.

Agradecimentos

A todas as pessoas que de alguma forma contribuíram para esta pesquisa, com um especial obrigado: ao Maurício Perine (LEPaC-USP), pela valiosa ajuda nos trabalhos de laboratório com os dados das condições do solo e da fixação de N2 foliar; à querida Silvia Ziller (Instituto Hórus), pela colaboração na inspeção de campo e na coleta de amostras em Florianópolis; à professora Dra. Carla D'Antonio (University of California Santa Barbara UCSB), pela oportunidade de estágio no D'Antonio Lab e assistência durante visita técnica para inspeção preliminar das populações invasoras de *Acacia* em Santa Bárbara (EUA); à professora Dra. Cristina Máguas (Centro de Biologia Ambiental CBA, Universidade de Lisboa). Este trabalho de investigação preliminar é uma produção acadêmico-científica como parte das atividades do projeto de doutoramento intitulado *"Assessment of the invasiveness and impacts of Australian Weed Acacia longifolia Andrews (Willd.): a comparative ecogeographical approach between Portugal and Brazil"*, de Jorge Luis P. Oliveira-Costa, sob a orientação do Prof. Dr. Rui F. Figueiredo (Departamento de Geografia e Turismo, Universidade de Coimbra), e da Profa. Dra. Vânia R. Pivello (Departamento de Ecologia, Universidade de São Paulo).

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J. D. & FREITAS, H. **Exotic naturalized flora of continental Portugal** – a reassessment. Botanica Complutensis. 30: 117-130. 2006.

ALMEIDA, J. D. & FREITAS, H. **Exotic flora of continental Portugal** – a new assessment. Bocconea. 24: 231-237. 2012.

BAKER, R; STEBBINS, L. **The Genetics of Colonizing Species**. New York, Academic Press. 1965.

BENTHAM, G. **Revision of the suborder mimosae. Transactions of the Linnaean Society of London**. 30: 335-664. 1875.

BROENNIMANN, O. *et. al.* **Evidence of climatic niche shift during biological invasion. Ecology letters**. 10: 701-9. 2007.

CADOTTE, M. W; MCMAHON, S. M; FUKAMI, T. **Conceptual ecology and invasion biology**: reciprocal approaches to nature. Springer. 2006.

CARVALHO, L. M. *et al.* **Disturbance influences the outcome of plant** – soil biota interactions in the invasive Acacia longifolia and in native species. Oikos. 119: 1172–1180. 2010.

COLAUTTI, R. I; MACISAAC, H. J. **A neutral terminology to define invasive species. Diversity Distribution**. 10: 135-141. 2004.

COSTA, J. L. P. O., VELOSO FILHO, F. A., AQUINO, C. M. S., CASTRO, A. A. J. F. Visão Geral da Biogeografia e dos Sistemas Universais de Classificação Fitogeográfica. **GEOGRAFIA** (UFPI), v. 10, p. 5-22. 2012.

CRALL, A. W. *et al.* Using habitat suitability models to target invasive plant species surveys. **Ecological Applications**. 23: 60-72. 2013.

CRONK, Q; FULLER, J. L. **Plant Invaders: the threat to natural ecosystems**. Springer. 241p. 1995.

CZECH, B; KRAUSMAN, P. Distribution and causation of species endangerment in the United States. **Science**. 277 (5329): 1116-1117. 1997.

D'ANTONIO, C. *et al.* Biological invasions as global environmental change. **American Scientist**. 84(5). 1996.

DAVIS, M. **Invasion biology 1958-2005**: The pursuit of science and conservation. In: Conceptual ecology and invasions biology: reciprocal approaches to nature. Springer, London. 2006.

DI CASTRI, F; MOONEY, H. Mediterranean Type Ecosystems: Origin and Structure. Springer - Verlag Berlin, Heidelberg. 1973.

DRAKE, J. A. *et. al.* **Biological Invasions**: A Global Perspective. SCOPE. 1989.

DRENOVSKY, R; JAMES, J. **Designing invasion-resistant plant communities**: the role of plant functional traits. Society for Range Management. 2010.

ESPÍNOLA, L. A; FERREIRA, H. Espécies invasoras: conceitos, modelos e atributos. **Interciencia**. 32 (9): 580-585. 2007.

ELTON, C. The ecology of invasions by animals and plants. London: Methuen. 1958.

FALK-PETERSEN, J. *et. al.* On the Numerous Concepts in Invasion Biology. **Biological Invasions**. 8(6):1409-1424. 2006.

FERNANDES, M. M. **Acácias e geografia histórica: rotas de um percurso global**. Cadernos do curso de doutoramento em Geografia. Faculdade de Letras da Universidade do Porto. 23-40p. 2012.

FRIDLEY, J. D. **Invasibility of communities and ecosystems**. In: Encyclopedia of Biological Invasions. University of California Press, London. 2011.

GALLIEN, L. *et al.* Predicting potential distributions of invasive species: where to go from here? **Diversity and Distribution**. 16: 331-342. 2010.

GUO, Q. F. Intercontinental biotic invasions: what can we learn from native populations and habitats? **Biological Invasions**. 8: 1451-1459. 2006.

GALVANI, F; GAERTNER E. **Adequação da metodologia Kjeldahl para determinação de Nitrogênio Total e Proteína Bruta**. Circular Técnica. 1-9p. 2006.

GROVES, R. H; DI CASTRI, F. **Biogeography of Mediterranean Invasions**. Springer, London. 1991.

HEYWOOD, J. Spatial Analysis of Genetic Variation in Plant Populations. **Annual Review of Ecology and Systematics** 22: 335-355. 1991.

HENDERSON, S. *et al.* Progress in invasive plants research. **Progress in Physical Geography**. 30: 25–46. 2006.

HIJMANS, R. *et. al.* Very high-resolution interpolated climate surfaces for global land areas. **International Journal of Climatology**. 25: 1965-1978. 2005.

HOOPER, S; MASLIN, B. Phytogeography of Acacia in Western Australia. **Australian Journal of Botany**. 26: 63-78. 1978.

I3N BRASIL. **Acacia longifolia**. In: Red de Información sobre Especies Invasoras. IABIN International. Disponível em: <http://www.institutohorus.org>. Acesso em: 18 Jan. 2019.

IUCN [International Union for the Conservation of Nature]. Guidelines for the prevention of biodiversity loss due to biological invasion. **Species**. 31/32: 28-42p. 1999.

KOPPEN W, GEIGER R. **Klima der Erde. Darmstadt**, DE: Justus Perthes. 1954.

LE MAITRE, D. *et. al.* Impacts of invasive Australian acacias: implications for management and restoration. **Diversity and Distributions**. 17(5): 1015-1029. 2011.

LEE, C. Evolutionary genetics of invasive species. **Trends in Ecology & Evolution** 17: 386-39. 2002.

LEVINE, J. *et. al.* Mechanisms underlying the impacts of exotic plant invasions. Proceedings **Biological Sciences**. 270(1517): 775–781. 2003.

LOCKWOOD, J. L. *et al.* **Invasion Ecology**. Blackwell Publishing. 2007.

LONSDALE, W. Global patterns of plant invasions and the concept of invasibility. Ecology 80(5): 1522-1536. 1999.

LOURENÇO, D. **Avaliação de áreas invadidas por espécies de Acácia na paisagem protegida da arriba fóssil da Costa de Caparica**. Tese de Mestrado. Universidade de Lisboa. 2009.

MARCHANTE, H. *et al.* The potential role of seed banks in the recovery of dune ecosystems after removal of invasive plant species. **Application Vegetation Science**. 14: 107-119. 2011.

MARCHANTE, E. *et al.* Short and long-term impacts of Acacia longifolia invasion on the belowground processes of a Mediterranean coastal dune ecosystem. **Applied Soil Ecology**. 40: 210217. 2008.

MARCHANTE, H. *et. al.* **Guia prático para a identificação de plantas invasoras em Portugal**. Imprensa da Universidade de Coimbra. 208p. 2014.

MARCHANTE, E. **Invasion of Portuguese coastal dunes by Acacia longifoli**a: impacts on soil ecology. Tese de Doutoramento. Universidade de Coimbra. 2007.

MARCHANTE, H. **Invasão dos ecossistemas dunares portugueses por Acacia: uma ameaça para a biodiversidade nativa**. Tese de Doutoramento. Universidade de Coimbra. 2001.

MCNELLY, J. Invasive species: a costly catastrophe for native biodiversity. **Land Use Water Resource**. 1: 1-10. 2001.

MALAVASI M. *et. al.* Landscape fragmentation, land-use legacy and propagule pressure promote plant invasion on coastal dunes: a patch-based approach. **Landscape Ecology**. 29:1541–1550. 2014.

MASLIN, B. *et. al.* Overview of the generic status of Acacia (Leguminosae: Mimosoideae). **Australian Systematic Botany**. 16: 1-18. 2003.

MEINERS, S. *et. al.* Effects of plant invasions on the species richness of abandoned agricultural land. **Ecography**. 24(6): 633-644. 2001.

MENESES, P. **Sensoriamento remoto: reflectância dos alvos naturais**. Brasília, Editora UnB. 262p. 2001.

MILLER, P. **The Gardeners Dictionary. Self-published**, London. 4th edition. 1754.

MOONEY, H. A; HOBBS, R. J. **Invasive Species in a Changing World**. Island Press, Washington DC. 2000.

NEI, M. Analysis of gene diversity in subdivided populations. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America** 70: 3321-3. 1973.

O'DOWD, D; GILL, A. Seed dispersal syndromes of Australian acacia. In: **Seed Dispersal. Academic Press**, New York. 1986.

OLIVEIRA-COSTA, J. L. P; PIVELLO, V. R. Acacia Ecology on Brazilian Dune Systems - First Data on The Ecology of Australian Acacia Longifolia (Fabaceae) Across Coastal Dunes of Florianopolis, Santa Catarina, South Brazil. In: 14th International Conference on Ecology and Management of Alien Plant Invasions, EMAPI 14th, 2017, Lisbon - Portugal. Book of Abstracts of EMAPI 14th. 2017.

ORIANS, G; MILEWSKI, A. Ecology of Australia: the effects of nutrient-poor soils and intense fires. **Biological Reviews**. 82: 393-423. 2007.

PEDLEY, L. A revision of Acacia Mill. In Queensland. **Austrobaileya**. 1: 75-234. 1978.

PETERSON, A. T. Predicting the geography of species' invasions via ecological niche modeling. **Quarterly Review of Biology** 78: 419–43. 2003.

PIMENTEL, D. *et. al.* Economic and environmental threats of alien plant, animal, and microbe invasions. **Agriculture, Ecosystems & Environment**. 84: 1-20. 2001.

PYSEK, P. Past and future of predictions in plant invasions: a field test by time. **Diversity and Distributio**n. 7: 145-151. 2001.

PYŠEK P; PRACH K; REJMÀNEK M; WADE M. **Plant invasions: general aspects and special problems**. SPB Academic Publishing, Amsterdam. 1995.

RASCHER, K. *et. al.* Acacia longifolia invasion impacts vegetation structure and regeneration dynamics in open dunes and pine forests. **Biological Invasions**. 13(5): 1099-1113. 2011.

REJMÀNEK, M. *et. al.* Plant invasions and invasibility of plant communities. **Vegetation Ecology**. 2: 387-424. 2013.

REJMÀNEK, M; RICHARDSON, D; PYŠEK, P. Plant invasions and invasibility of plant communities. **Vegetation Ecology**. 13: 332-355. 2005.

REJMÀNEK, M. Invasiveness. In: **Encyclopedia of Biological Invasions**. University of California Press, Berkeley & Los Angeles. 2011.

RICHARDSON, D. M. **Fifty years of invasion ecology**. The legacy of Charles Elton. Wiley-Blackwell, Oxford. 2011.

RICHARDSON, D. M. *et al.* Human- mediated introductions of Australian Acacias – a global experiment in biogeography. **Diversity and Distribution**. 17(5): 771-787p. 2011.

RICHARDSON, D; PYSEK, P. Plant invasions: merging the concepts of species invasiveness and community invasibility. **Progress in Physical Geography**. 30 (409). 2006.

RICHARDS, C. *et. al.* Jack of all trades, master of some? On the role of phenotypic plasticity in plant invasions. **Ecology Letters**. 9(8): 981-99. 2006.

ROBINSON, J; HARRIS, S. A plastid DNA phylogeny of the genus Acacia Miller (Acacieae, Leguminoseae). **Bolanical Journal of The Linnean Society**. 132: 195-222. 2000.

RODRÍGUES-ECHEVERRÍA, S. Rhizobial hitchhickers from down under: invasional meltdown in a plant-bacteria mutualism? **Journal of Biogeography**. 37: 1611-1622. 2010.

SEEBENS, H. *et. al.* No saturation in the accumulation of alien species worldwide. **Nature Communications**. 8: 14435. 2017.

SHIGESADA, N; KAWASAKI, K. **Biological Invasions**: Theory and Practice. Oxford University Press, Oxford Series in Ecology and Evolution. 1997.

SIMBERLOFF, D; REJMÀNEK, M. **Encyclopedia of Biological Invasions**. University of California Press, Berkeley and Los Angeles, California. 2011.

SMITH, T. M. *et. al.* **Plant functional types**: their relevance to ecosystem properties and global change. Cambridge University Press, Great Britain. 290p. 1997.

THEOHARIDES, K; DUKES, J. Plant invasion across space and time: factors affecting nonindigenous species success during four stages of invasion. **New Phytologist**. 176: 256-273. 2007.

TURNBULL, J. Australian acacias in developing countries: proceedings of an international workshop held at the Forestry Training Centre, Gympie, Qld., Australia. **ACIAR Proceedings** No. 16, 196 p. 1987.

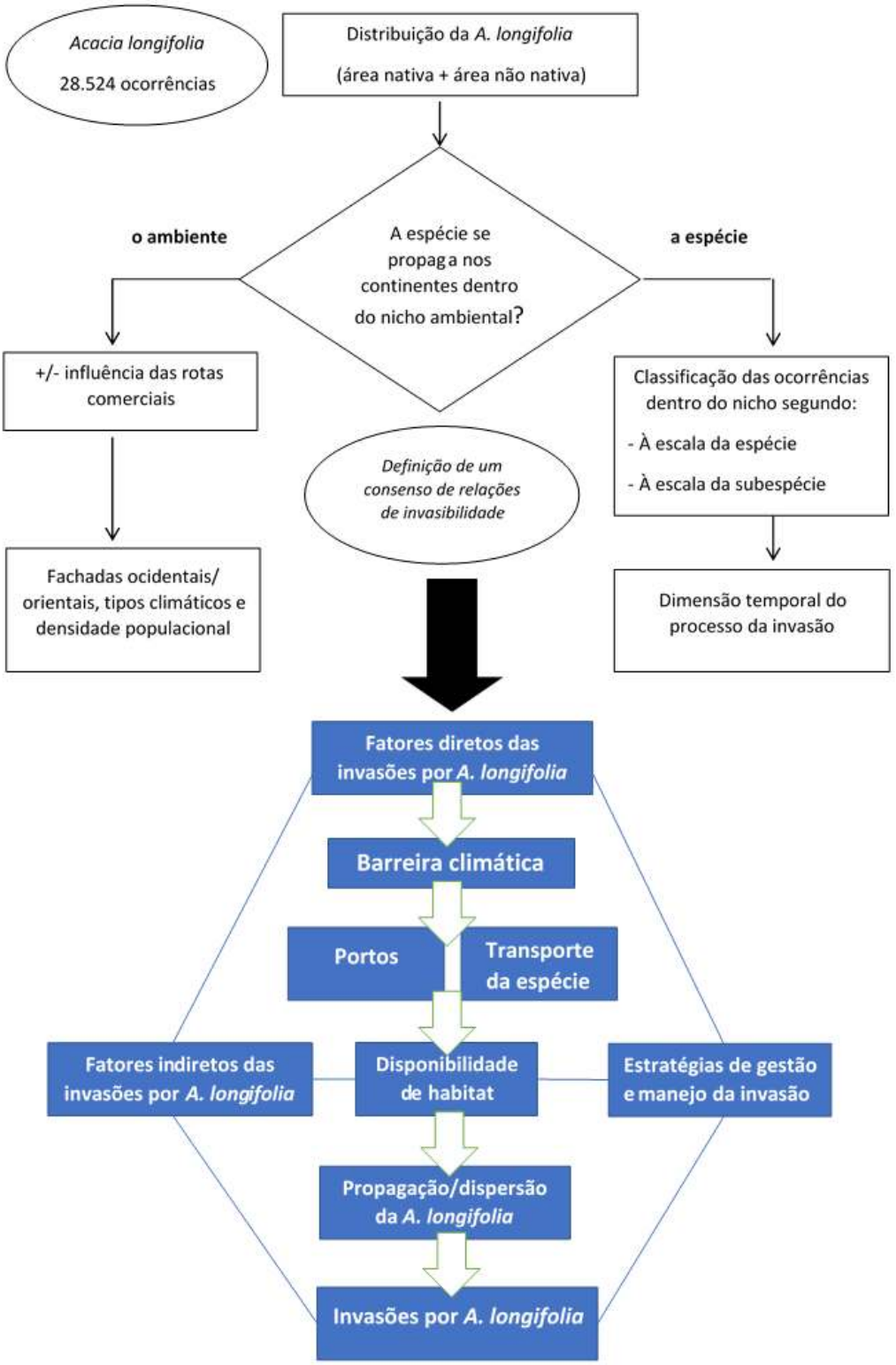
VITOUSEK, P. Biological invasions and ecosystem processes: towards an integration of population biology and ecosystem studies. **Oikos**. 57: 7-13. 1990.

VILÀ, M. *et al.* Ecological impacts of invasive alien plants: a meta-analysis of their effects on species, communities and ecosystems. **Ecology Letters**. 14(7): 702-8. 2011.

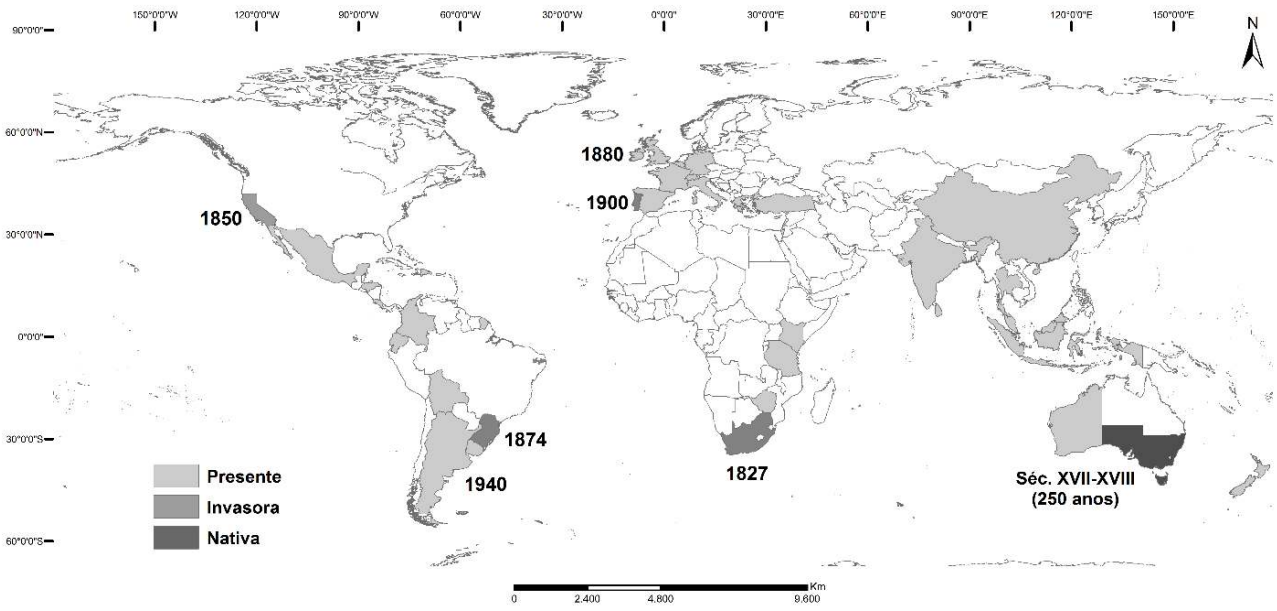
WILLIAMSON, M. **Biological Invasions**. Chapman & Hall Publishing. London. 244p. 1996.

ANEXOS

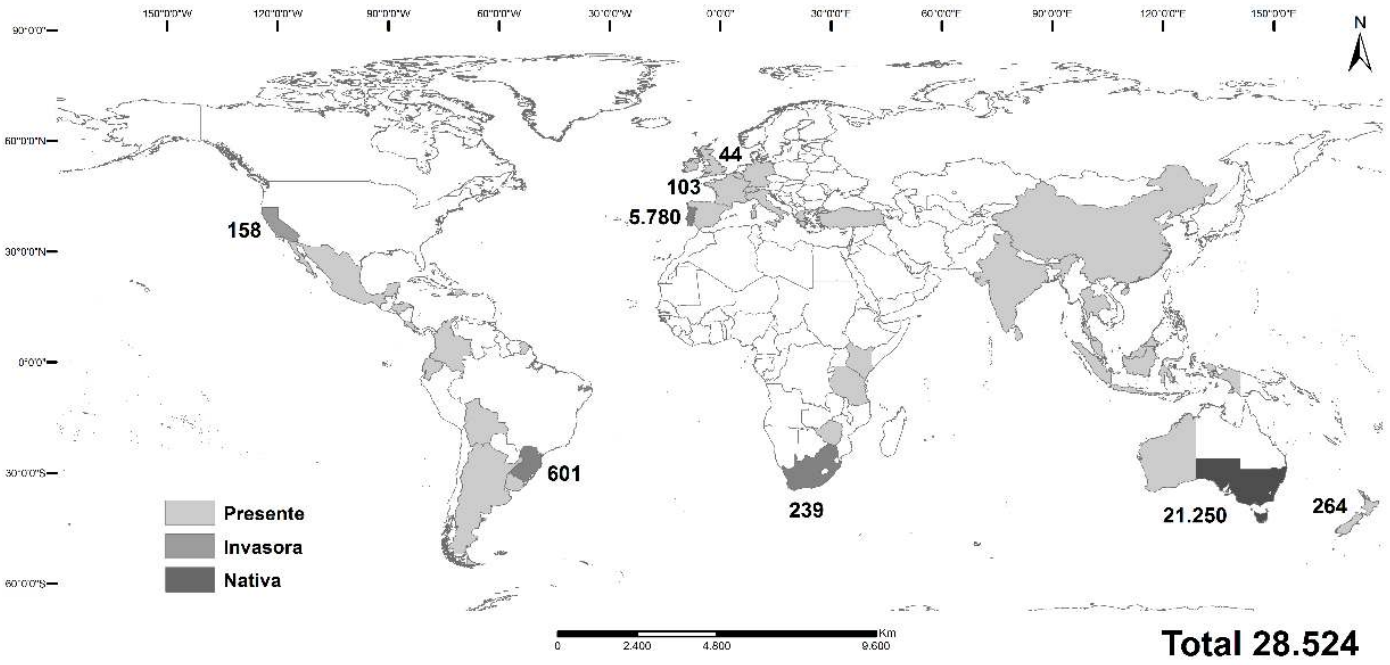
1 – Um mapa conceitual das invasões biológicas por *Acacia longifolia* Andrews (Willd.) – integrando as principais hipóteses sobre invasões biológicas dentro de um modelo teórico.



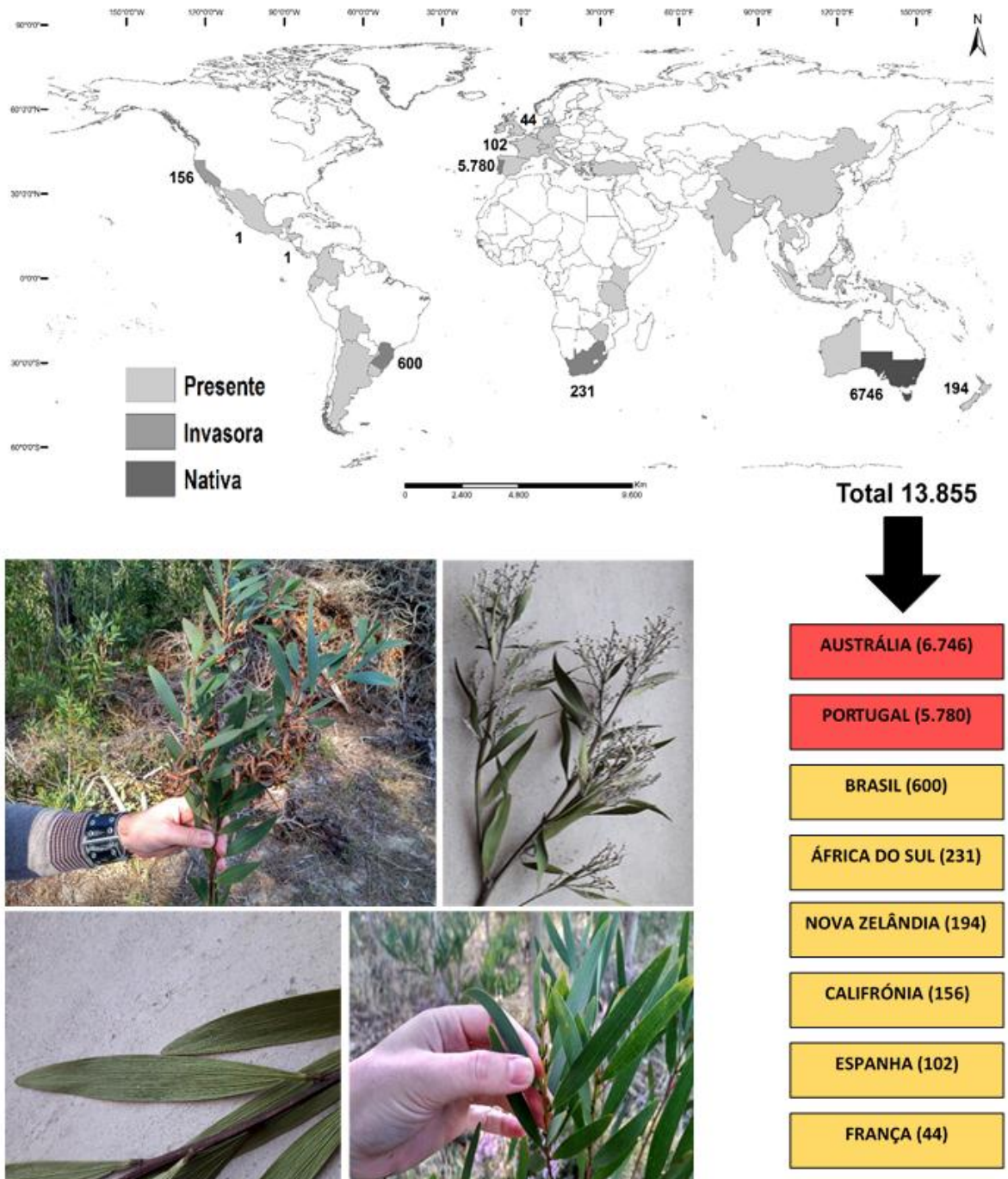
2 – Processo histórico da introdução da espécie Australiana *A. longifolia* pelo Mundo, destacando suas duas fases principais: Séculos XVI-XVII (primeiros registros), e Séculos XVIII-XIX. Percursos principais da introdução da espécie: 1880 - Reino Unido; 1827 - África do Sul; 1850 - Califórnia; 1874 - Brasil; 1900 - Portugal. Fonte: Organizado pelos autores.



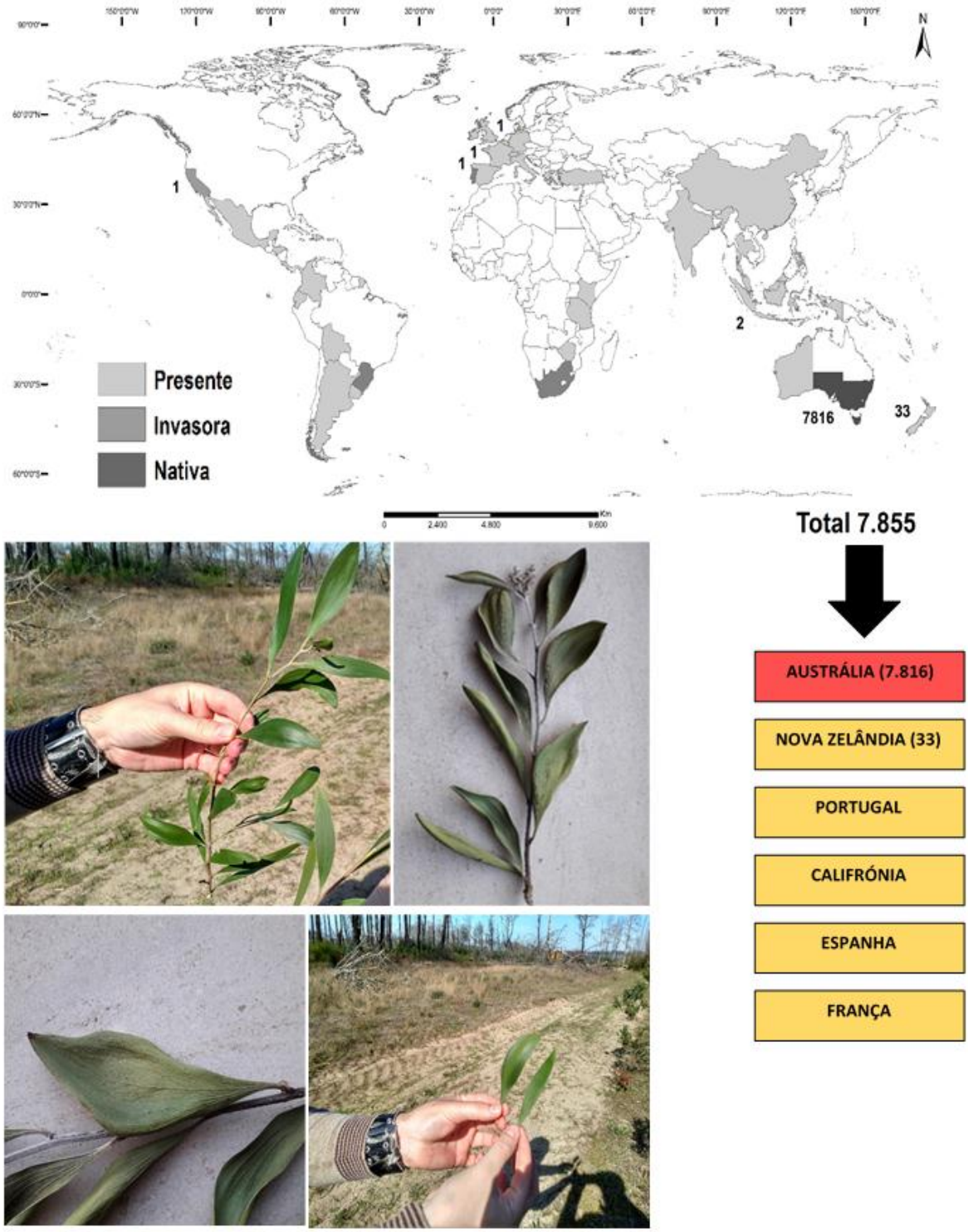
3 – Mapa com os registros atuais de ocorrência da espécie *A. longifolia* no Mundo (28.524 registros), onde Austrália (21.250), Portugal (5.780), Brasil (601) e África do Sul (239) são os destaques. Fonte: Global Biodiversity Information Facility (GBIF), organizado pelos autores.



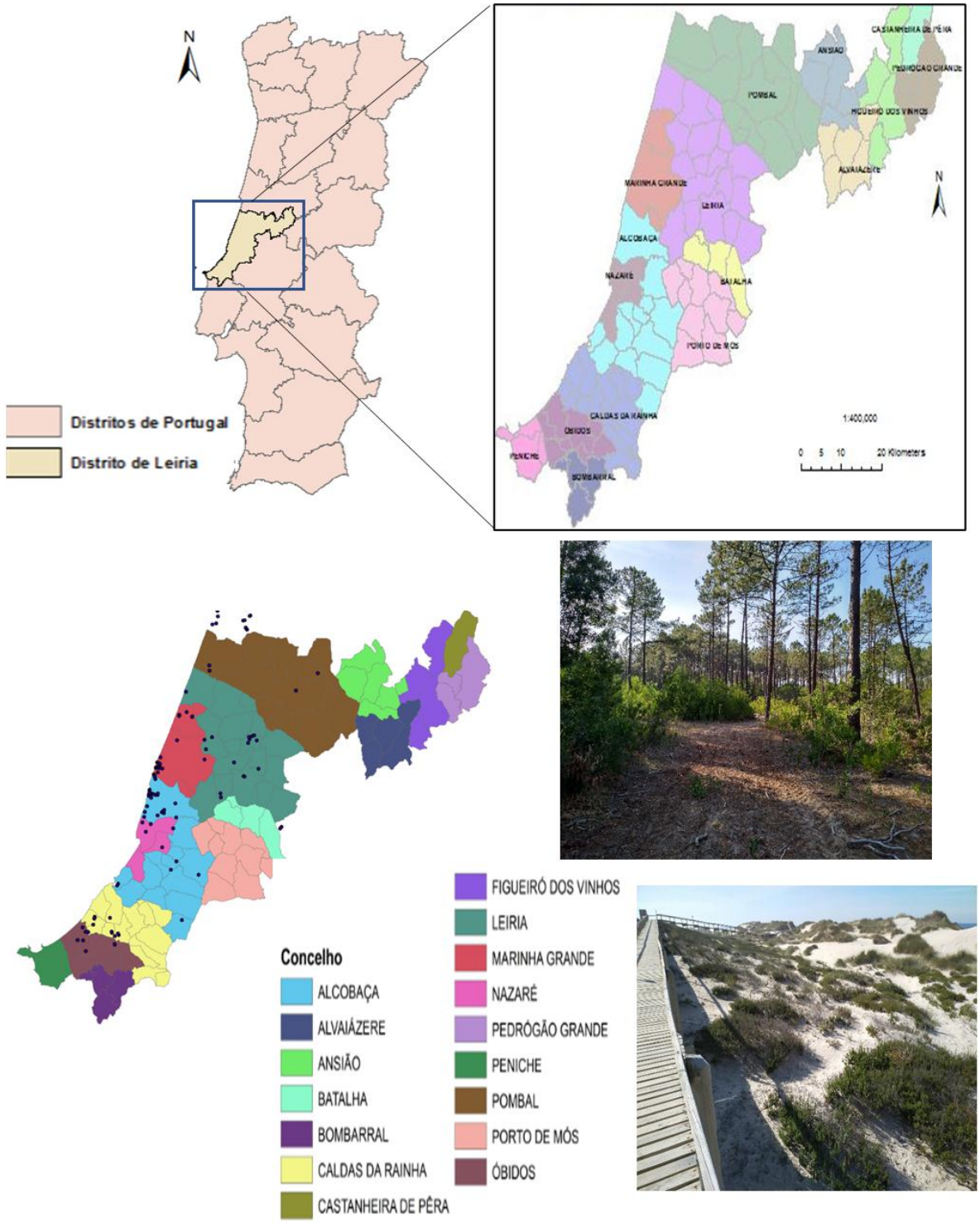
4 – Mapa com os registros atuais de ocorrência da espécie *Acacia longifolia longifolia* no Mundo (13.855 registros), destacando as áreas com maior (vermelho) e menor (amarelo) presença. Fonte: Global Biodiversity Information Facility (GBIF), organizado pelos autores. Fotografias: Jorge Luis P. Oliveira-Costa & Rui Ferreira de Figueiredo, Outubro/2019.



5 – Mapa com os registros atuais de ocorrência da espécie *Acacia longifolia sophorae* no Mundo (7.855 registros), destacando as áreas com maior (vermelho) e menor (amarelo) presença. Fonte: Global Biodiversity Information Facility (GBIF), organizado pelos autores. Fotografias: Jorge Luis P. Oliveira-Costa & Rui Ferreira de Figueiredo, Outubro/2019.



6 – Mapa com pontos de distribuição da espécie *Acacia longifolia* na área do Distrito de Leiria, com inserção de um mapa de Portugal e de Leiria (divisão administrativa). Fonte: Global Biodiversity Information Facility (GBIF), organizado pelos autores. Fotografias: Jorge Luis P. Oliveira-Costa & Rui Ferreira de Figueiredo, Outubro/2019.



7 – Mapa com pontos de distribuição da espécie *Acacia longifolia* na Região Sul do Brasil (incl. Santa Catarina), com inserção de um mapa do Brasil (divisão administrativa). Fonte: Instituto Hórus (Santa Catarina – Brasil), organizado pelos autores. Fotografias: Jorge Luis P. Oliveira-Costa & Vânia Regina Pivello, Setembro/2015.

