ESPAÇO EM REVISTA
ISSN: 1519-7816

A DISPERSÃO DE EXÓTICOS EM PORTUGAL CONTINENTAL: um estudo sobre *Acacia* na Bacia do Rio Arouce (Lousã)

Jorge Luis P. Oliveira-Costa
Investigador do CEGOT
Doutorando em Geografia Física. Universidade de Coimbra (Portugal)
Visiting Fellow. Trinity College Dublin (Irlanda)
ORCID: 0000-0002-1612-1910
E-mail: oliveiracostajorge@gmail.com

Resumo
A investigação desenvolvida no âmbito do presente artigo tem como tema a situação das invasões por espécies exóticas em Portugal, no geral, e a evolução da paisagem invadida por *Acacia* na área de influência da Bacia do Rio Arouce. O trabalho aplicado se deu a partir da análise temporal (1960-hoje), visando a obtenção de dados que permitissem o entendimento das mudanças e mapeamento da estrutura da paisagem invadida. A pesquisa prática partiu da premissa teórica de que a área de estudo, em conformidade com os encaminhamentos fundamentais dos trabalhos da ecologia da invasão, possui os recursos necessários para interligação dos dados provenientes das espécies exóticas com os dados sobre a ambiência local. Desse modo, optou-se pela aplicação da abordagem ao ambiente como um todo, o que significa que foi possível determinar as áreas invadidas e seu dinamismo. A área de estudo está localizada na Região Centro de Portugal (agregando o Rio Arouce - rio que nasce na Serra da Lousã e desagua no Rio Ceira formando uma microbacia hidrográfica que abrange parte do Concelho da Lousã), apresentando em sua extensão um gradiente bem marcado de paisagens, resultado da dinâmica dos fatores bióticos e abióticos locais. No trabalho teórico buscamos o entendimento acerca da situação das invasões biológicas em Portugal, inserindo novas informações sobre as espécies exóticas no país, e o comportamento invasor das espécies nativas em outros lugares do mundo.

Palavras-chave: Estrutura da Paisagem. Invasão Biológica. *Acacia*. Rio Arouce. Portugal.

THE INVASION OF EXOTIC SPECIES IN PORTUGAL CONTINENTAL: A Study on the *Acacia* in the Arouce River Basin (Lousã)

Abstract: This present work presents a practical and theoretical analysis, (i) about the situation of plant invasion in Portugal, and (ii) about the changes in the invaded landscape by Australian *Acacia* Species in the Arouce River Basin Area, through analysis of land-use maps available, 1:25.000 geographical scale (from 1960 to today). The results showed (i) a possible progressive accumulation of invasive species in Portugal, with a significant number of species that are invasive elsewhere in the world, and (ii) differences in the use composition of the invaded landscape according to the time scale considered, pointing to the intrinsic relationship of these changes with the characteristics of land-use in Portugal.

Keywords: Landscape Structure. Biological Invasion. *Acacia.* Arouce River. Portugal.

Breve introdução à área temática da pesquisa

Tem-se observado em estudos de espécies exóticas invasoras a necessidade de uma cooperação interdisciplinar, visando alcançar desde caracterizadores do potencial invasor da espécie introduzida (invasividade), como também compreender o meio em que se dá o processo da invasão (invasibilidade), ou seja, o ambiente em que as espécies se desenvolvem (tanto o natural quanto o perturbado). Para avançar nas discussões sobre a problemática resultante da introdução de Espécies Exóticas Invasoras (EEI) em Portugal, faz-se necessário um posicionamento histórico, a fim de poder contextualizar esta pesquisa.

Entender as características do ambiente (natural e antrópico) e seus efeitos sobre a invasão biológica é essencial para explicar porque algumas espécies exóticas tornam-se invasoras. A invasão biológica apresenta-se como um dos principais desafios à gestão do território, principalmente pelas elevadas perdas económicas ou custos associados ao controlo que estes processos podem implicar (Pimentel et al., 2005). A interação entre as características dos ecossistemas e o processo da invasão biológica tem sido apresentada como um fator determinante para o sucesso de plantas invasoras em habitats receptores (Richardson et al., 2011). Há evidências de que determinadas espécies vegetais possuem um maior feedback na relação 'invasão vs. estrutura da paisagem', quando comparadas a invasibilidade de outras espécies exóticas (Carvalho et al., 2010).

Plantas invasoras podem apresentar seus efeitos negativos de forma relativa ou absoluta, na dependência de fatores tal como os caracteres da estrutura da paisagem (Henderson et al., 2006). Entretanto, dados da interação entre o processo da invasão e as características do ecossistema receptor é um pobre preditor de aspectos da invasividade, nomeadamente o potencial invasor das espécies (Henderson et al., 2006). As formas de uso e ocupação do solo estão entre os atributos determinantes para o sucesso da invasão de espécies exóticas, criando oportunidades onde plantas invasoras podem trazer problemas indesejáveis (Richardson et al., 2011). Os efeitos das mudanças dos usos do solo na invasão biológica estarão provavelmente dependentes da variação temporal e espacial das demais condições abióticas (Oliveira-Costa, 2014).

Como exemplo de opção de uso e ocupação do solo, a perturbação dos ambientes a partir da abertura de zonas antropizadas, um dos mais importantes fatores na condução das invasões biológicas, pode ser determinante na relação 'invasão-ecossistema', aumentando a

probabilidade das invasões, permitindo às espécies a produção de mecanismos de dispersão, trazendo profundos impactos aos ambientes.

Numa cooperação interdisciplinar no âmbito do tema da invasão biológica, a Geografia pode contribuir para o entendimento, em diversas escalas, dos padrões de invasão dos organismos exóticos, relacionados a distribuição e interação entre as espécies, as relações contemporâneas com os componentes do ambiente físico, e a diversidade biológica nos ecossistemas.

A base conceitual da definição de espécie exótica está no princípio da tolerância das espécies a filtros naturais dos ecossistemas, onde são distinguidas duas formas de distribuição dos seres vivos: (i) a distribuição em tipos particulares de ecossistemas por espécies tolerantes aos filtros, denominadas nativas (McNelly, 2001, apud Espínola et al., 2007), e (ii) a distribuição procedente de outras áreas geográficas por espécies introduzidas pelo homem, denominadas espécies exóticas (Vilà et al., 2008).

Espínola et al. (2007) explicam que este processo depende de fatores como mecanismos de dispersão, distância do local de origem, barreiras geográficas e o acaso, em que, no caso das nativas, é resultado da hierarquia iniciada pelo fator geográfico (barreiras geográficas, ex. glaciação) como filtro biogeográfico, seguida do fator ecológico (condições abióticas) como filtro fisiológico, e do fator caracteres da espécie (aspectos bióticos) como filtro biótico. Para o caso das espécies exóticas, o fator introdução antrópica. O primeiro responsável pela introdução do elemento exótico na flora de um território foi a 1º migração humana há 100 mil anos (Espínola et al., 2007).

É no âmbito das consequências da introdução de espécies exóticas invasoras que se insere a presente investigação, estando sobretudo focada nos taxas australianos *Acacia dealbata* Link 1822 e *Acacia melanoxylon* R.Br. Naturais da Oceania, populações nativas destas espécies leguminosas distribuem-se originalmente em porções disjuntas da Austrália (Western Australia, Queensland, Tasmânia, Victoria, New South Wales, South Australia) (disponível em: www.worldwidewattle.com).

Na Europa (Reino Unido, Portugal, Espanha, Itália, França), nos Estados Unidos (Califórnia), na África (Egito, Namíbia, África do Sul, Argélia, Congo, Moçambique, Zâmbia, Zimbábue, Madagascar), na América do Sul (Argentina, Chile), na Ásia (Japão, Nepal, Israel, Indonésia, Índia, Sri Lanka) e na Oceania (Nova Zelândia), estas espécies foram introduzidas (fonte: www.cabi.org). O status da invasão descrito para as populações destas espécies na

Europa, classifica as espécies exóticas de *Acacia* em Portugal com nível 'estabelecidas' (established), com elevado potencial invasor (disponível em: www.europe-aliens.org).

A problemática do trabalho em epígrafe insere-se no âmbito da perturbação dos ambientes naturais por espécies invasoras, que facilitada nas oportunidades dos ecossistemas, constitui um fenómeno que preocupa no que se refere as repercussões ecológicas, socioeconómicas e políticas regionais. No caso do grupo de espécies em estudo, *Acacia* Mill., de distribuição global, ocupando sobretudo as áreas tropicais e temperadas do Mundo, ilustra satisfatoriamente esta problemática.

Em Portugal a *Acacia dealbata* e a *Acacia melanoxylon* são espécies invasoras listadas no anexo I do Decreto-Lei nº 565/99, de 21 de dezembro. As espécies são encontradas em todas as províncias de Portugal continental, e também nos arquipélagos da Madeira e dos Açores, preferindo os ambientes frescos dos vales, zonas montanhosas e margens de cursos d'água e vias de comunicação, invadindo depois de incêndios (disponível em: www.cabi.org).

O registro da introdução das Acácias em Portugal data cerca de 200 anos, antes do presente (Fernandes, 2012). O ambiente neste período era distinto do atual e certamente as espécies tiveram que se adaptar as necessidades advindas das mudanças ecológicas. Entretanto, as mudanças ocorridas na paisagem de Portugal nos últimos 200 anos, tem beneficiado o estabelecimento de espécies exóticas, sobretudo em função da intensa atividade antrópica contemporânea, reduzindo o componente nativo ao abrir caminhos para as novas 'hóspedes'. Entre as mais antigas práticas em Portugal, inseridas neste contexto, estão os incêndios, a intervenção para correção torrencial, e o reflorestamento.

No caso da correção torrencial e do reflorestamento, quando aplicados em Portugal visam corrigir a ausência da cobertura vegetal e a atividade erosiva decorrente do regime fluvial com caráter torrencial associado ao padrão climático vigente. No caso dos incêndios, quando não naturais, estão relacionados a ações clandestinas ou atividades agrícolas. Nos ambientes à montante das ribeiras portuguesas são corrigidas a falta de vegetação que podem gerar barrancos nos rios, como resultado do declive das vertentes. Já nos seus ambientes intermédios e mais próximos à jusante, nas áreas arenosas, são corrigidas a deposição de materiais, que, por sua vez, podem promover o assoreamento do leito dos rios, com redução da altura das águas, criando condições para possíveis cheias.

No caso das atividades de correção, estas começaram a ser desenvolvidas há cerca de 130 anos, desde a criação dos Serviços Florestais em 1886. A partir de 1919, com a criação da Direção Geral dos Serviços Florestais e Aquícolas, foram enfatizadas as discussões sobre o

tema, o que promoveu a elaboração do plano de povoamento florestal de 1938. As atividades prolongaram-se até finais da década de 70, sendo que atualmente verificam-se seus efeitos e consequências na paisagem, com grande destaque para a invasão de Acácias, já que em razão do seu eficiente efeito fixador do solo, constou como espécie prioritária nos planos de arborização. Outra atividade que contribui com a invasão são as faixas de gestão de combustível implantadas nas bermas das estradas.

Esta pesquisa parte da premissa de que a área de estudo, assim como é conspícuo em significativa porção do território português, está invadida por Acácias, possuindo os recursos necessários para permitir interligação entre os dados provenientes da paisagem física e da distribuição das espécies, com os dados do contexto da invasão e seus níveis de prejuízo. É investigada a relação entre a invasão e a estrutura da paisagem, no tempo (1960-hoje) e no espaço (Ribeira do Arouce), com base na relação entre os padrões de distribuição das espécies australianas de *Acacia* e as condições ambientais na Bacia do Rio Arouce, avaliando o efeito das diferentes formas de ocupação naturais e antrópicas. Com base neste enquadramento preliminar, definiram-se os temas abaixo para nortear a revisão da literatura.

Revisão da literatura

As Invasões Biológicas e a Paisagem

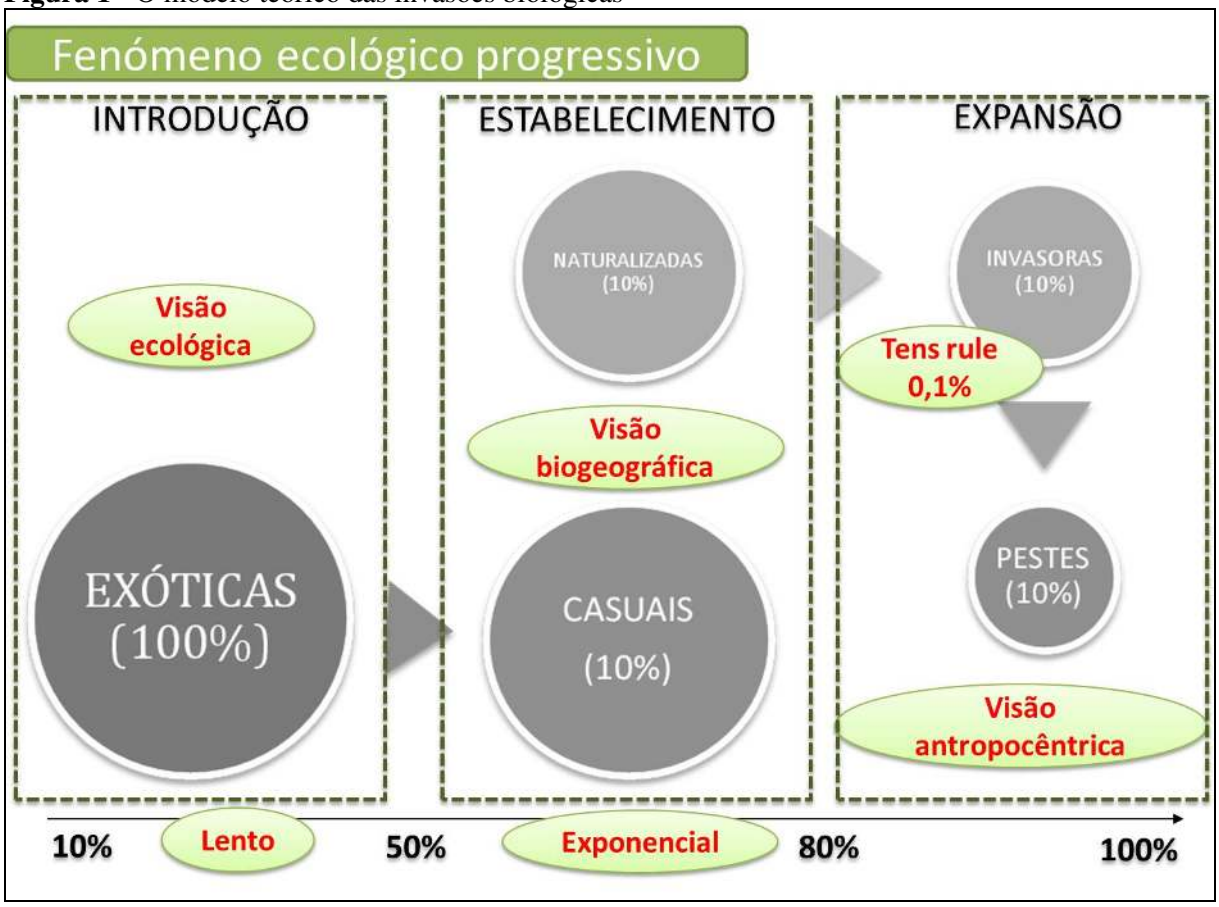
As invasões biológicas ocorrem quando num ambiente são introduzidas espécies exóticas, que ao transporem os filtros naturais dos ambientes através da intervenção humana, se estabelecem mantendo populações autónomas ao longo do tempo (IUCN, 1999). Salienta-se a regra geral das condições para uma espécie invasora: em menos de 50 anos se estabelecer a 100 metros do foco de entrada (espécies com reprodução por semente), ou a mais de 6 metros em 3 anos (espécies com reprodução por rizomas ou estolões) (Vilà et al., 2008).

Introduções em espaços naturalizados (casual-naturalizada-invasora-transformadora), junto as etapas para sucesso do processo (introdução-estabelecimento-expansão), obedecem a uma sequência de fases ligadas a traços relacionados a velocidade da dispersão (figura 1). O intervalo entre estas etapas segue um padrão, em que estas podem falhar, acarretando (ou não) no estabelecimento, na extinção, ou tornando as espécies exóticas não invasoras.

O modelo teórico no âmbito da ecologia da invasão - *introdução-estabelecimento-expansão* - está, certamente, passível de mudanças, onde uma espécie exótica (não invasora

por falha do processo) pode tornar-se uma espécie invasora após mudanças no clima ou por repetidas introduções, por exemplo. O sucesso das etapas do modelo teórico acarreta na modificação dos ecossistemas com exclusão de espécies nativas, e, como consequência, o fenômeno da *homogeneização biótica* (Espínola *et al*., 2007).

Figura 1 - O modelo teórico das invasões biológicas



Fonte: organização própria, baseado em diversos autores

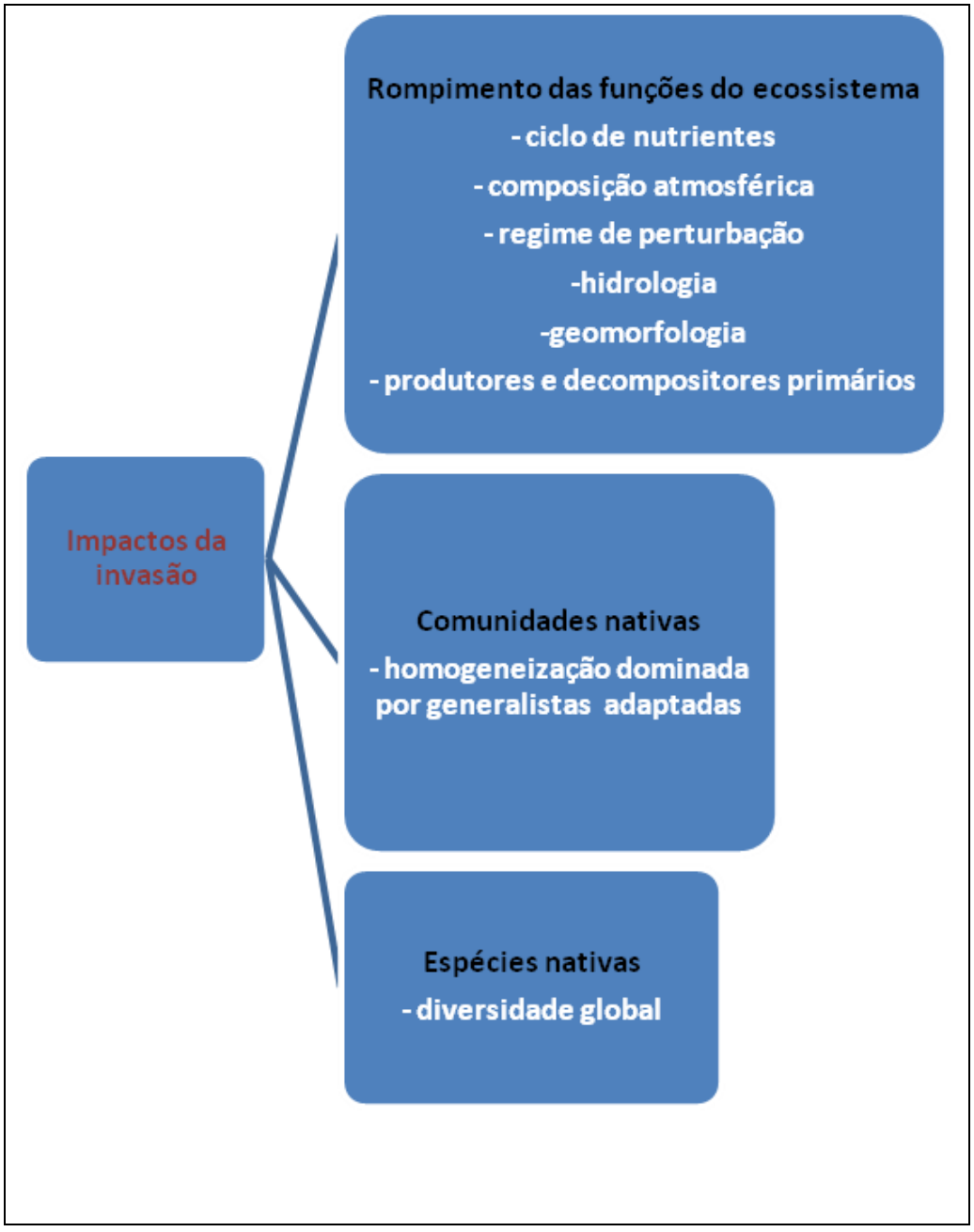
Nesse sentido, o modelo teórico acima admite para as quatro formas de introdução das espécies uma hierarquia, partindo do pressuposto de que nem toda espécie introduzida passa a naturalizada, nem toda espécie naturalizada se torna espécie invasora, e não existe uma proporção constante de espécies que passem de um estágio a outro (Vilà *et al.*, 2008).

Para a mensuração dos estágios da invasão, foi estabelecida a Regra dos 10% (*The Tens Rule*), onde a percentagem de espécies introduzidas que se tornam invasoras é de apenas 0,1%, já que 10% das introduzidas passam a subespontâneas, 10% naturalizam-se, 10% destas tornam-se invasoras, e 10% das invasoras tornam-se pestes ou pragas (figura 1).

Há dificuldades nesta regra, principalmente quando se sabe que a identidade da espécie, as características do ecossistema receptor e a frequência de introduções devem ser

rigorosamente analisadas neste diagnóstico. De modo resumido, a Regra dos 10% na ecologia da invasão representa o processo da invasão biológica como o fenômeno progressivo da sequência 'introdução-estabelecimento-expansão' de espécies exóticas. Os estágios de transição nesta sequência procedem do significado da dispersão da espécie e dos fatores ambientais, tais como a homogeneidade, especialmente quanto à estrutura espacial dos recursos disponíveis, e a perturbação (Henderson *et al.*, 2006) (Figura 2).

Figura 2 - Os principais impactos das invasões biológicas no ambiente

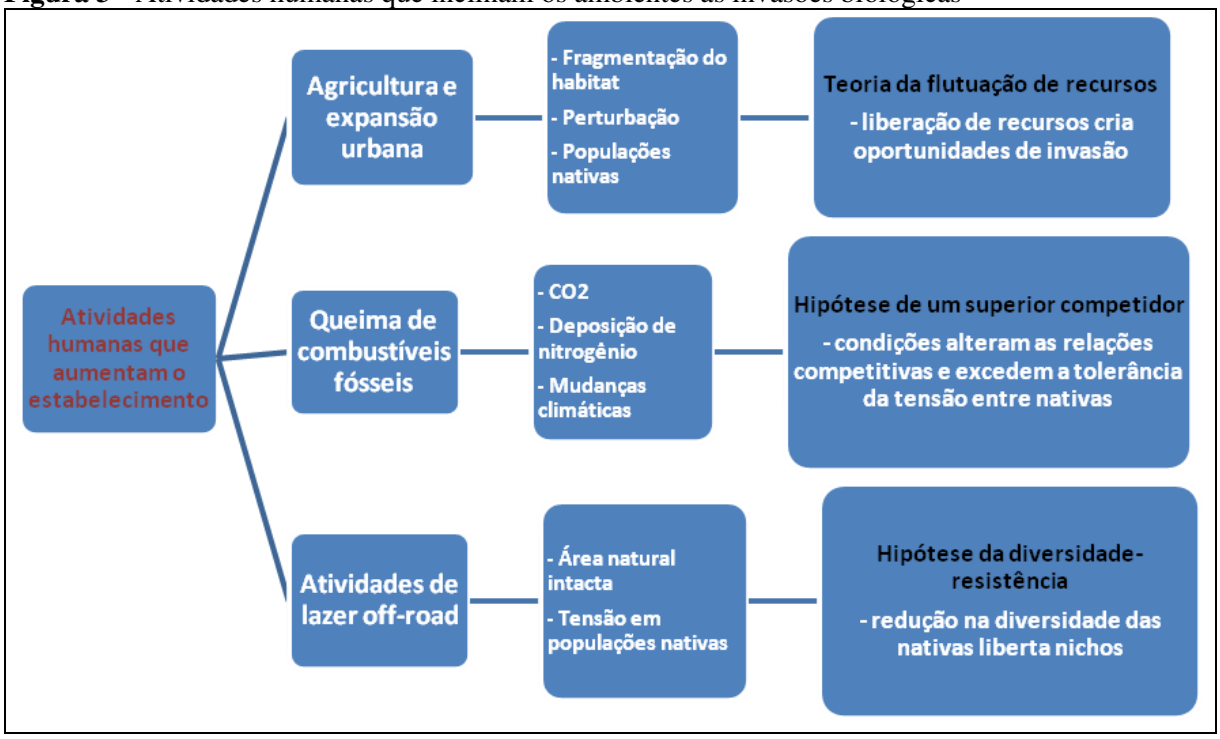


Fonte: organização própria, baseado em diversos autores

Os dois mais básicos modelos de dispersão das espécies são: dispersão difusa (baixa expansão na sequência de uma frente de invasão), e dispersão pontual (expansão com distância significativa da população parental). O primeiro modelo ocorre em espécies com habilidade de dispersão limitada, e em áreas relativamente homogeneizadas. O último padrão de dispersão é mais comum em espécies que tem habilidade de dispersão ampla, ou que são encontradas em ambientes heterogêneos (Henderson et al., 2006).

Impactos por plantas invasoras e fatores ambientais que permitem a invasão estão de perto ligados frequentemente a um positivo feedback. Distúrbios podem permitir uma invasão, que, por sua vez, pode causar mais distúrbios, que podem facilitar uma invasão adicional. Impactos têm sido notados em todos os níveis de organização biológica e são causados por plantas exóticas de todas as formas de vida, em praticamente todos os tipos de habitat (Henderson et al., 2006) (figura 3). Depois da extinção das espécies nativas, o mais significante impacto das invasões envolve modificações no funcionamento do ecossistema. Embora a reintrodução de espécies nativas com restauração de comunidades possa ajudar na remossão da invasão ou seu controle, voltar ao contexto anterior é praticamente impossível.

Figura 3 - Atividades humanas que inclinam os ambientes às invasões biológicas

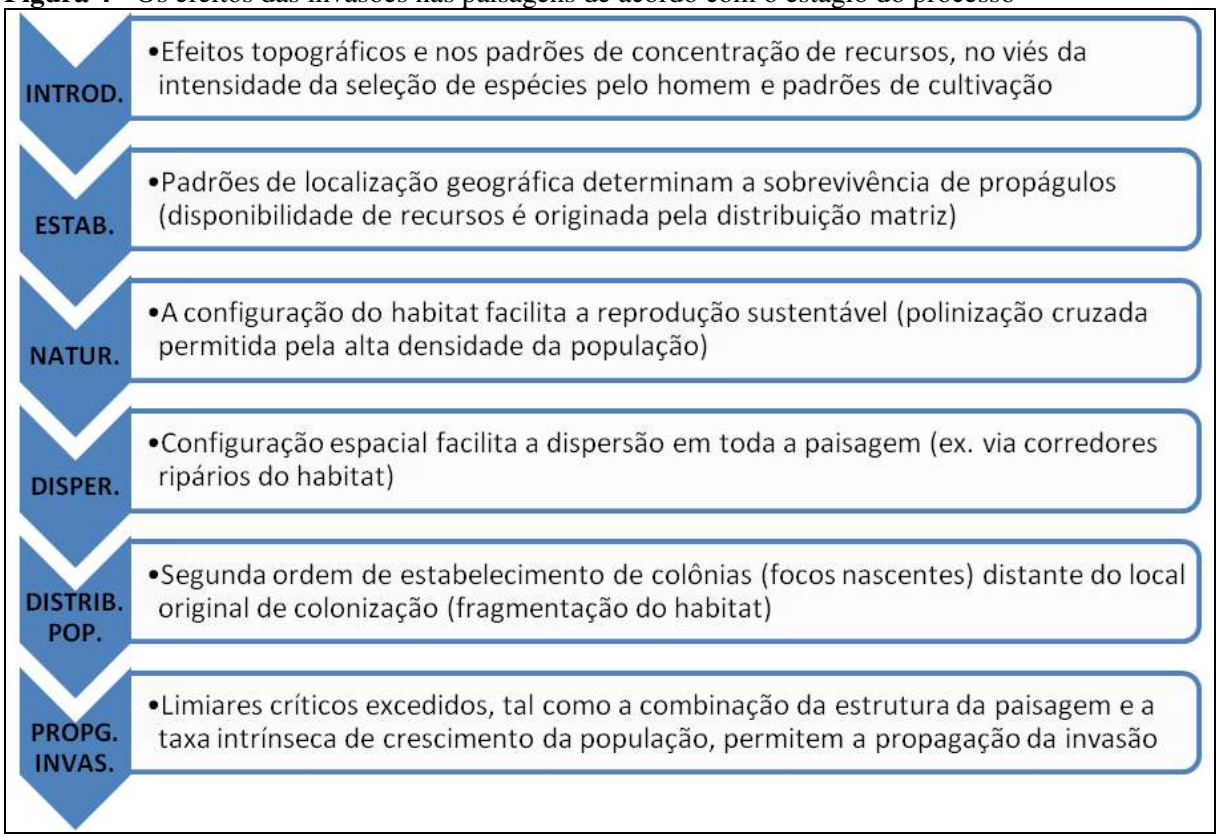


Fonte: organização própria, baseado em diversos autores

Quanto aos ambientes inclinados às invasões, alguns dos mais frequentes e citados preditores gerais da vulnerabilidade destes ambientes incluem latitude, água disponível,

formas do relevo e intervenção humana. Ilhas estão mais inclinadas às invasões que os continentes, zonas temperadas mais que os trópicos, zonas húmidas mais que zonas áridas, o Novo Mundo mais que o Velho Mundo, e áreas perturbadas mais que áreas intactas. Há exceções à regra, como no caso da aparente desproporcionalidade da invasibilidade em ecossistemas de clima mediterrâneo não europeu, tal como África do Sul, Califórnia e Sudeste da Austrália. Esta excessão tem sido atribuída à longa história humana e cultural da agricultura no mediterrâneo (Henderson et al., 2006).

Figura 4 - Os efeitos das invasões nas paisagens de acordo com o estágio do processo



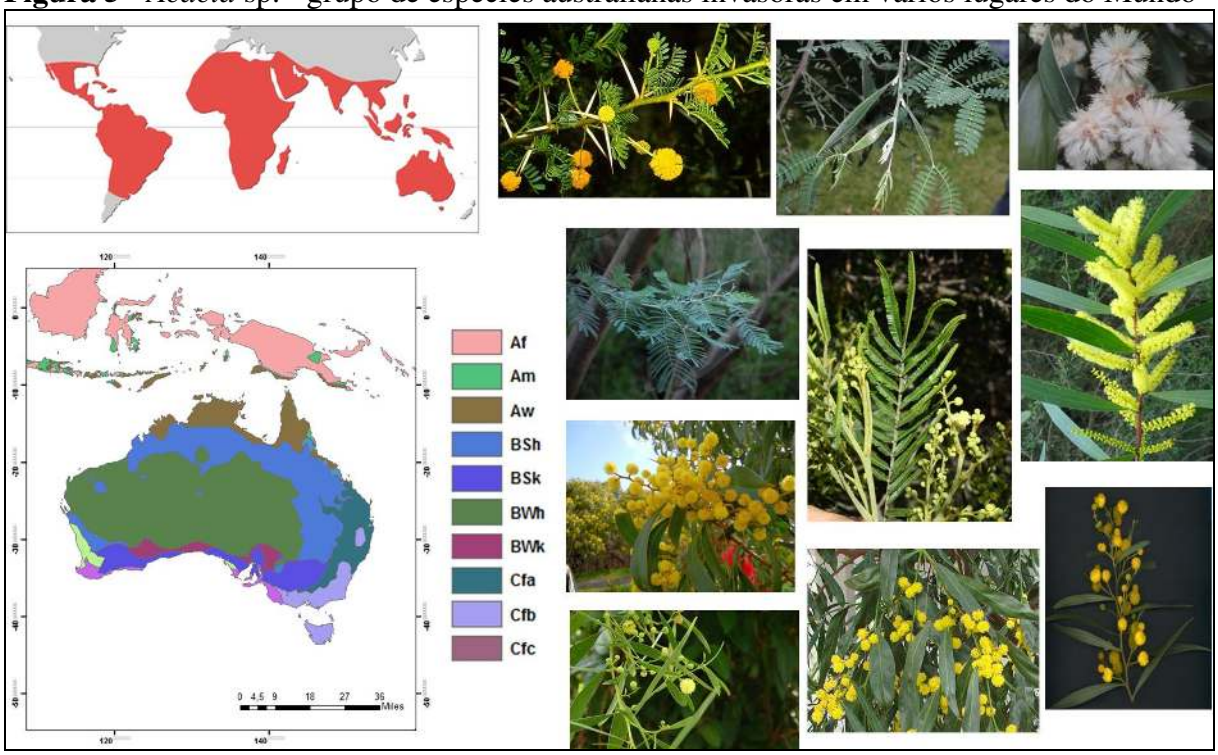
Fonte: organização própria, baseado em diversos autores

A Importância das Acácias para a Ciência da Invasão

Os géneros *Acacia* Mill., E*ucalyptus* L'Hér. e *Pinus* L. representam os três géneros de árvores do mundo com as maiores taxas de plantação para fora da sua distribuição nativa, além de se destacarem na representação das listas globais de espécies exóticas invasoras, assim como nos investimentos na investigação dos seus processos ecológicos específicos (Richardson *et al.*, 2011). A origem da científica descrição taxonômica do gênero *Acacia* é de 1754, estabelecida conforme a classificação taxonômica de Philip Miller.

Durante séculos as Acácias tem sido plantadas fora das suas regiões naturais, onde variadas espécies do género assumem comportamento diferente quando não nativas, mesmo sob condições ambientais similares ao alcance nativo. Hoje, diversas paisagens ao redor do mundo estão dominadas por plantações de Acácia. Algumas destas estão entre as maiores dispersoras de todas as plantas invasoras daquela região, outras são somente espécies exóticas, e há aquelas que não se sabe se são invasoras. A percepção humana sobre as Acácias Australianas difere entre as regiões do mundo, o que implica em diferentes formas de manejo e gestão, conforme as legislações, políticas ambientais, fatores culturais e sociopolíticos.

Figura 5 - *Acacia* sp. - grupo de espécies australianas invasoras em vários lugares do Mundo



Fonte: organização própria, baseado em diversas bases de dados (ex.worldwidewattle.com)

Richardson *et al*. (2011) explicam que a longa história de transferência de Acácias Australianas pelo mundo implicou na criação de um modelo experimental global considerando as oportunidades dos fatores determinantes do seu uso: 1) as vias com que as espécies são introduzidas tem sido correlacionadas com as características dos ecossistemas, ao valor dos sistemas (energia, climatologia), e como tem sido as trocas nos últimos anos sob diferentes circunstâncias; 2) porque as espécies têm mostrado diferentes graus de potencial invasor em novos ambientes; 3) porque certos ecossistemas são mais susceptíveis à invasão que outros; 4) a função das Acácias no ecossistema receptor e a sua capacidade na alteração dos serviços destes ecossistemas; 5) os fatores que influenciam na evolução da resposta do

ambiente em diferentes regiões do mundo. As múltiplas dimensões deste modelo têm proporcionado os aportes teóricos e metodológicos para a *Ciência da Invasão*, sobretudo como suporte ao campo da *conservação biogeográfica*, com princípios, teorias, e análise dos problemas ligados à conservação da biodiversidade (Richardson *et al.*, 2011).

O género *Acacia* possui como área de distribuição nativa a Austrália com 1012 espécies. Há ocorrência também na América (185 espécies), na África (144 espécies), e na Ásia (89 espécies). Na Europa não há espécies nativas (tabela I). Na Austrália as espécies de *Acacia* ocupam o país de leste a oeste, com importante característica evolucionária dada as condições climáticas e edáficas deste país, assimilando-se a regiões como o Mediterrâneo, devido a ocorrência de climas comuns (há 50 espécies comuns entre as regiões). Como o mais característico atributo das Acácias, destaque para a folha e seus filódios sempreverdes (esclemórficos com mecanismos xeromórficos), de diferentes tamanhos e nervuras.

Tabela 1 - Distribuição de *Acacia* pelo Mundo

GÉNERO *ACACIA* MILL.	**NÚMEROS**
Espécies nativas na Austrália	1012 espécies
Recorte temporal da translocação de espécies	Ao longo dos últimos 250 anos
Espécies transportadas p/ fora da Austrália	386 espécies
Espécies classificadas como naturalizadas	71 espécies
Espécies categorizadas como invasoras	23 espécies
Espécies australianas nativas fora do país	17-20 das 1022 espécies *phyllodineae*
Espécies nativas exta-australianas	10 são excluvisas do indo-pacífico
Espécies nativas na América; África e Ásia	185 espécies; 144 espécies; 89 espécies

Em Richardson *et al.* (2011) são elencadas *12 razões* pela qual o género *Acacia* pode ser considerado um modelo global para a *Ciência da Invasão* (*Invasion Science*):

1) Alto número (1012 espécies), sendo o terceiro taxa mais disseminado para fora da região natural, com 23 espécies confirmadas invasoras, e muitas outras naturalizadas;

2) Taxonomia e filogenia determinadas, permitindo associar o potencial invasor ao significado filogenético, onde inúmeras EEI vêm dos maiores clades do género;

3) Presentes na maioria das regiões biogeográficas da Austrália, dinâmica que beneficia sua adaptação em diversas partes do mundo;

4) Conhecimento do alcance na distribuição das espécies nativas, com disponibilidade online dos dados locais, facilitando análises macroecológicas e biogeográficas, e a modelação da distribuição das espécies;

5) Altos níveis de divergências e variações intraespecíficas (diversidade genética, por exemplo), apresentados pelas populações das novas regiões de introdução;

6) Variação no uso do solo motivando seleções naturais das espécies para vários fatores (nível de crescimento, robustez, tolerância ambiental), permitindo sucesso da invasão;

7) Utilização para inúmeros propósitos nas áreas fora do alcance nativo, beneficiando o entendimento da necessidade de introdução, e sua assimilação na troca de cultura e outros elementos do sistema;

8) Vasta documentação existente a respeito da introdução de *Acacia* pelo mundo;

9) Maciçamente plantadas por motivos comerciais em outras partes do mundo, sendo hoje um componente dos ecossistemas de grande parte do globo;

10) Vasta literatura existente sobre muitas das espécies nativas australianas, como exóticas, facilitando a comparação intraespecífica entre muitas regiões;

11) A introdução de Acácias permite muitas oportunidades ao explorar a interação entre os níveis tróficos que contribuem no sucesso da invasão, mediante suas influências à biota nativa, e os efeitos da integridade das espécies de importância comercial;

12) A longa história de manejo de alguns países, relativamente à recente iniciação de outros no tema, cria uma situação ideal para construções generalizadas da melhor prática.

Os autores explicam que, assim como muitas outras espécies leguminosas, toda Acácia australiana tem associação simbiótica com rhizobia que permite fixar nitrogênio, combinando ectomycorrhizae fungal e simbiose bacteria. Além disso, possuem particular síndrome de polinização com alocação de pouca energia para o nectar floral, mas com alta reprodução de pólens, o que maximiza o banco de sementes após a polinização. Outras adaptações estão ligadas a persistência ao fogo, estimulando a germinação, e a utilização de animais na dispersão de sementes, com mecanismos atrativos neste âmbito.

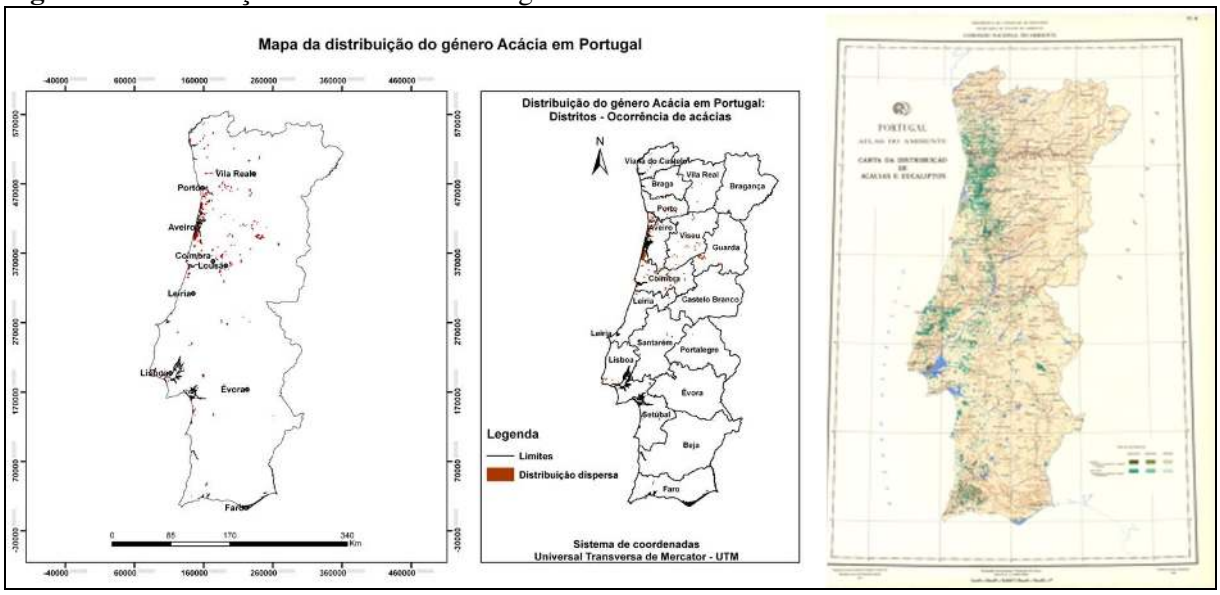
O movimento intercontinental na era colonial ocorreu do Novo Mundo para o Velho Mundo, com Acácias australianas e Eucaliptos representando um caso especial de *imperialismo ecológico* (Richardson *et al.*, 2011). A exportação de Acácias australianas para outras partes do mundo teve início após a chegada dos europeus na Austrália em 1788. Muitas

espécies de Acácias australianas tiveram crescimento na Europa no fim do primeiro quarto do século 19. Richardson *et al.* (2011) apresentam em seu trabalho uma proposta de divisão das principais fases de disseminação da Acácia australiana pelo mundo, com uma proposta de classificação das espécies de *Acacia* em quatro grandes grupos: *Acacia dos climas frios*, *Acacia melanoxylon*, *Acacia tropical*, e *Acacia das zonas áridas.*

As Invasões Biológicas por *Acacia* em Portugal

No caso de Portugal, como está bem documentado (Freitas, 2008; Marques, 2010; Carvalho *et al.*, 2010; Albuquerque, 2009; Lourenço, 2009; Sequeira e Espírito-Santo *et al.*, 2007; Almeida & Freitas, 2012, 2006), o país insere-se no contexto de regiões invadidas por espécies australianas do género Acácia. O primeiro mapeamento corresponde à *Carta de Distribuição de Acácias e Eucaliptos*, escala 1.1.000.000, do Serviço de Reconhecimento e Ordenamento Agrário (SROA - 1978) (figura 6). Nela são caracterizadas as espécies do género *Acacia* mais difundidas pelo país, considerando como mais representativas as espécies *Acacia melanoxylon, Acacia dealbata* e *Acacia longifolia.* Quanto à ocorrência em Portugal, foram identificadas espécies de Acácias nos distritos de Faro, Beja, Setúbal, Lisboa, Coimbra, Santarém, Leiria, Guarda, Aveiro, Viseu, Porto, Vila Real, Braga, Viana do Castelo. Não há sinalização apenas para os distritos de Évora, Portalegre, Castelo Branco e Bragança.

Figura 6 - Distribuição de *Acacia* em Portugal



Fonte: organização própria, baseado no mapeamento de 1978 do SROA

As primeiras referências a mencionar a existência de espécies do género *Acacia* no país foram os trabalhos de Coutinho de 1939, Bailey de 1951 e Franco de 1971, alertando para a ocorrência de doze espécies, seis com folhas adultas reduzidas a filódios laminares (*A. melanoxylon, A. longifolia, A. cyclops, A. pycnantha, A. cyanophylla* e *A. retinoides*), quatro com folhas bipinuladas com folíolos pequenos (*A. dealbata* e *A. mearnsii, A. farmesiana*, *A. karroo*), e duas cultivadas para fins ornamentais (*A. cultriformis* e *A. podalyriaefolia*).

O mapa da distribuição de Acácias em Portugal (Figura 6) não faz discriminação entre as espécies, apenas são indicados os tipos de povoamentos, onde entende-se por 'povoamento arbóreo' um conjunto de árvores distribuídas com regularidade e inferior a 50 hectares; 'povoamento estreme', constituído por uma única espécie, ou o número de árvores de uma mesma espécie dominam as restantes em pelo menos 75% da área; 'povoamento dominante', formado por mais de uma espécie em que a mais numerosa não atinge dominância; e 'povoamento dominado', povoamentos constituídos pelas outras espécies existentes. No povoamento disperso o número de árvores é superior a 5 por hectare, mas não atinge número suficiente para constituir povoamento propriamente dito. As áreas mínimas de representação adotadas foram 20-25ha para dominantes ou estremes, e 90-100ha para dominados. Embora tenham sido detectadas, só há visibilidade na escala da figura 6 para o povoamento disperso.

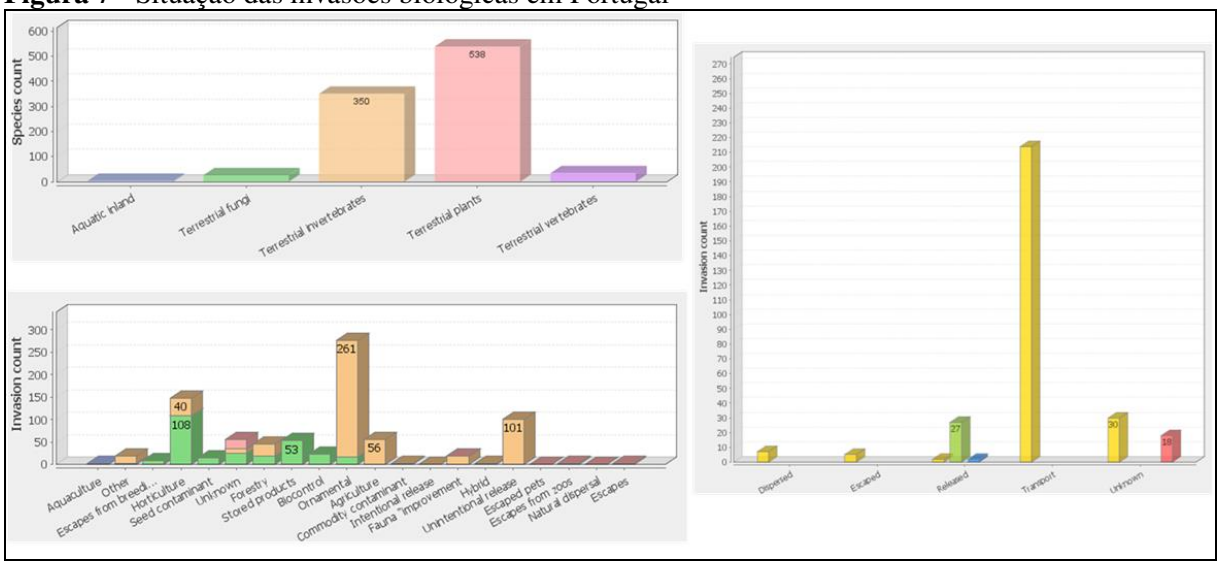
O mapeamento de 1978 do SROA distinguia as Acácias em Portugal segundo categorias quanto ao meio em que prosperam e sua utilização: (i) adaptadas aos solos da orla sedimentar costeira, regossolos (dunas litorais) e solos litólicos de arenitos (*A. cyanophylla, A. longifolia, A. pycnantha*); (ii) adaptadas a solos calcários marítimos (*A. cyclops, A. farnesiana e Acacia karroo*); (iii) adaptadas a solos derivados de granitos alcalinos ou de xistos carbônicos de fácies marítima (*A. dealbata, A. mearnsii*); (iv) adaptadas a solos sedimentares das planuras sublitorais e aos solos das vertentes atlânticas (*A. melanoxylon*).

Todas as espécies restantes (*A. farnesiana, A. podalyrialefolia, A. retinoides*) são de uso em parques e jardins. Quanto a utilização, o SROA classificava *Acacia* em: (i) fixação de dunas litorais (*A. cyanophylla, A. longifolia, A. pycnantha*); (ii) fixação de solos erosionáveis (*A. dealbata*); (iii) proteção contra os ventos, cortinas e quebra-ventos (*A. dealbata, A. melanoxylon, A. mearnsii*); (iv) sombreamentos em zonas semiáridas (*A. farnesiana, A. karroo*); (v) formação de sebes (*A. cultriformis, A. karroo*); (vi) obtenção de casca tanante (*A. dealbata, A. melanoxylon, A. mearnsii, A. pycnantha*); (vii) produção de madeira (*A. mearnsii,*

A. melanoxylon, A. pycnantha); (viii) ornamental pela folhagem ou floração vistosa (*A. dealbata, A. karroo, A. longifolia, A. mearnsii, A. melanoxylon, A. podalyriaefolia*).

Os números do último século para Portugal apontam para um aumento significativo na introdução e acumulação de espécies exóticas, alcançando a marca atual de 550 espécies (15% do total do total das espécies existentes - 8% são espécies invasoras). A figura 7 apresenta os detalhamentos no âmbito da situação das invasões biológicas em Portugal por espécies exóticas, apresentando: (i) os grupos biológicos principais que são introduzidos (onde são destaque as plantas terrestres); (ii) as causas do transporte e da introdução de espécies exóticas em Portugal (onde se destaca a causa ornamental); e (iii) os tipos de vetores e meios de transporte (onde é sublinhado o meio acidental como o principal meio de translocação das espécies exóticas para Portugal).

Figura 7 - Situação das invasões biológicas em Portugal



Fonte: organização própria, baseado na base do projeto DAISIE (www.europe-aliens.org)

Reconhecendo o problema, em conformidade com as diretivas europeias sobre gestão e controle da invasão, a legislação portuguesa de 1999 (Decreto-Lei nº 565/99) regulamentou a introdução com lista das espécies de comportamento invasor, além da proibição de novas introduções e o cultivo/comercialização. A gestão de espécies exóticas em Portugal vem acontecendo sob três frentes de atuação: prevenção, detecção precoce e resposta rápida, e controle. A prevenção contempla atividades como a criação da legislação regulamentadora, exclusão de pragas, investimentos em ações de educação ambiental e sensibilização. A detecção precoce agrega atividades de monitorização, focadas na resposta rápida com vistas a erradicar espécies invasoras pouco tempo após introdução (os custos podem aumentar com o

tempo). O controlo ocorre quando a erradicação já não é possível, com foco em reduzir os impactos, principalmente a partir da escolha da metodologia adequada e recuperação da área. Em Portugal vem sendo aplicado o controlo mecânico, manual e químico. Encontra-se em progresso a aplicação do controlo biológico para o caso da espécie *Acacia longifolia*.

Forma de análise dos dados

A Dispersão de Exóticos em Portugal - Componente Teórica da Pesquisa

Investigações relacionadas a aspectos da situação da invasão biológica constituem instrumentos importantes no planejamento ambiental, e na conservação. Este trabalho de revisão sistemática teve como objetivo avaliar a situação atual da invasão biológica em Portugal, e o status da invasão das espécies nativas de Portugal continental em outros lugares do Mundo, apresentando uma listagem dos indivíduos com comportamento invasor. Para alcançar este objetivo, o trabalho foi sistematizado, do ponto de vista metodológico, em três etapas principais: *(i) compilação dos dados das espécies nativas em Portugal com comportamento invasor em outros lugares do Mundo*; *(ii) investigação do componente invasor de acordo com sua taxonomia (filo, classe, família) e formas de vida*; *(iii) avaliação da distribuição geográfica das espécies nativas de Portugal, invasoras em outras regiões*.

Compilação dos dados das espécies com comportamento invasor

Foi elaborada lista incluindo exclusivamente plantas nativas a nível continental. Os dados sobre o comportamento das espécies foram analisados em conformidade com os objetivos do trabalho, considerando somente espécies categorizadas como ‘invasora’ e/ou ‘estabelecida’. São apresentadas abaixo as três definições no âmbito dos status das espécies, estabelecendo conceitos universais importantes para o desenvolvimento deste trabalho:

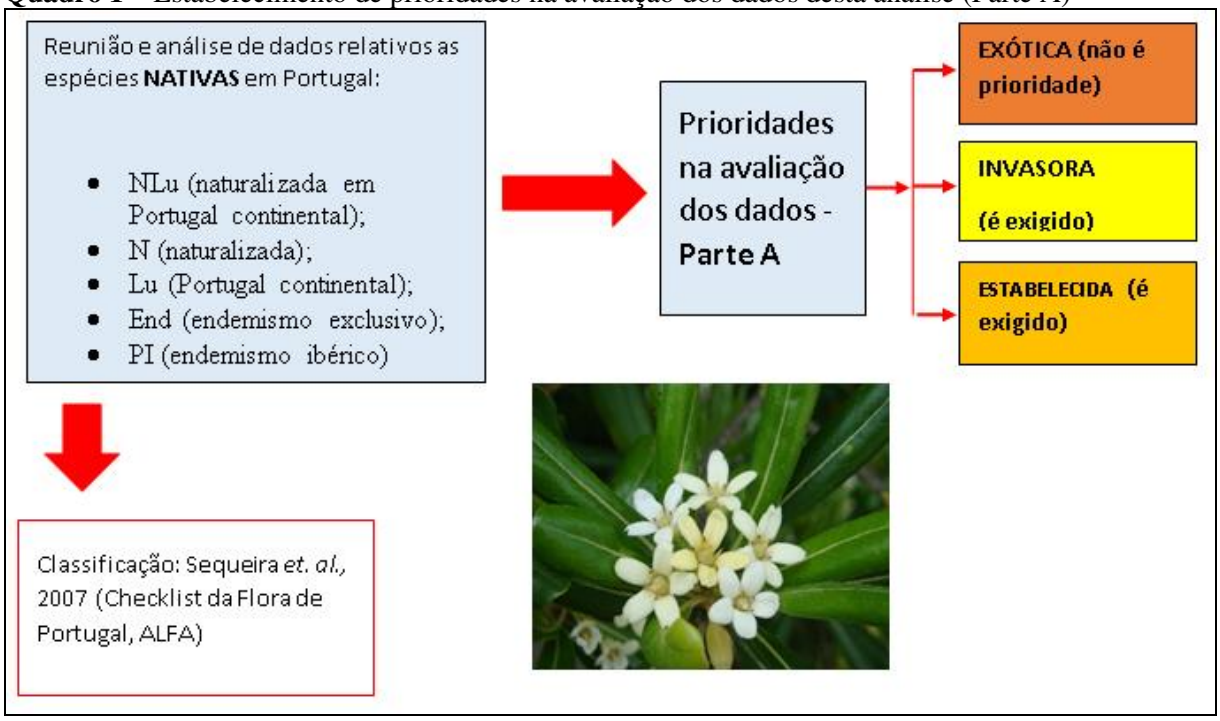
Nativa (Native): (=*indígena*; =*autóctona*) espécie natural ou original da região onde vive há milhões de anos (Simberloff & Rejmànek, 2010). A compilação dos dados a respeito da flora de Portugal baseou-se nas seguintes designações para Portugal continental (Sequeira, M. M; Espírito-Santo, D. *et al.* 2007): Lu (Portugal continental); NLu (nativa em Portugal continental); End (endemismo exclusivo); PI (endemismo ibérico) (Quadro 1).

Invasora (Invasive): espécie frenquentemente exótica, que se expande naturalmente e rapidamente (sem necessidade da intervenção direta do homem), em habitats naturais e semi-

naturais, produzindo importantes alterações ao nível da composição, estrutura e dos processos dos ecossistemas, podendo eliminar outras espécies (definição diferente do conceito de 'infestante' ou 'super-dominante') (Simberloff & Rejmànek, 2010) (Quadro 2).

Estabelecida (alien established): forma populações auto-sustentáveis para diversos ciclos de vida da espécie sem a intervenção do homem, apesar de sua atuação que muitas vezes recruta prole livremente, geralmente perto de plantas adultas, com persistência que não depende da entrada contínua de propágulos (Simberloff & Rejmànek, 2010) (Quadro 2).

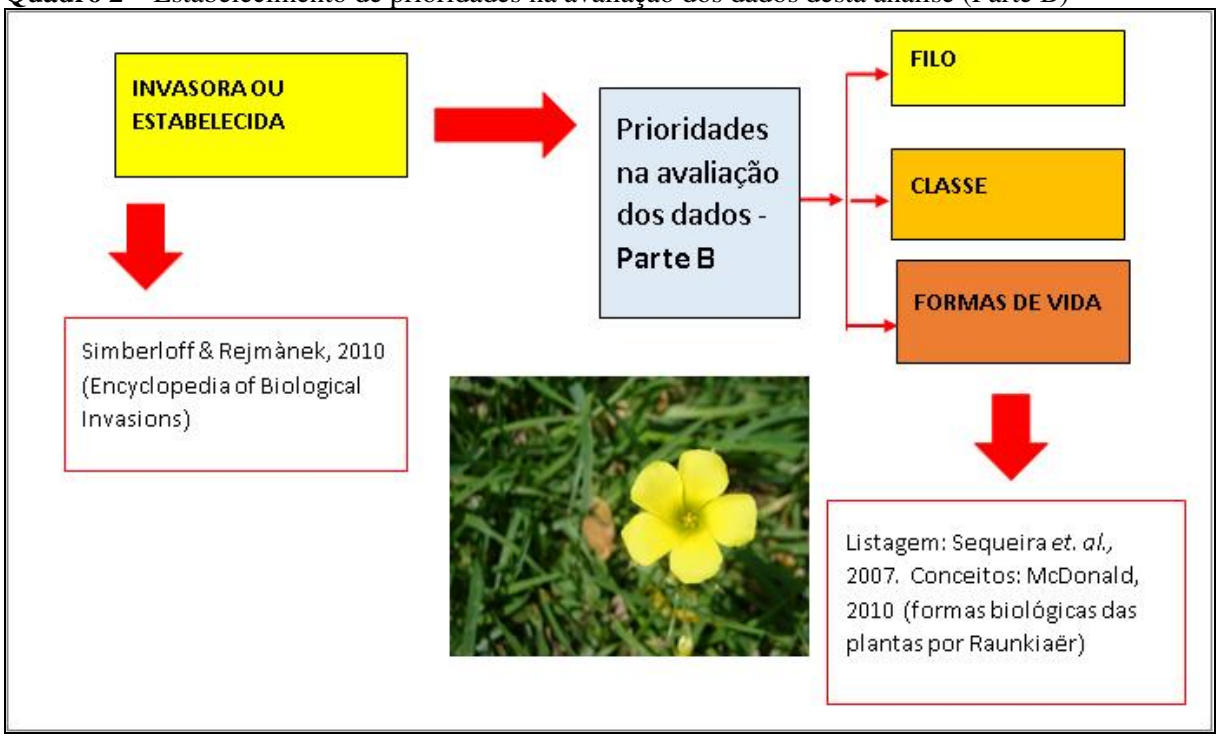
Quadro 1 – Estabelecimento de prioridades na avaliação dos dados desta análise (Parte A)



Tratamento dos dados dos filos, classes e formas de vida

A análise dos filos, classes taxonómicas e formas biológicas baseou-se em dados da flora de Portugal continental (Sequeira, M. M; Espírito-Santo, D. et. al. 2007), na qual as espécies estão agrupadas em dois filos principais e cinco classes: *(i) filo pteridophyta* (classes equisetopsida e filicopsida), e *(ii) filo spermatophyta* (classes pinopsida, magnoliopsida e liliopsida). As formas biológicas baseiam-se no modelo de Raunkiaer (2001), que divide o *reino plantae* em seis formas de vida principais: *(i) hydrophytes* (plantas aquáticas); *(ii) geophytes* (plantas com gema abaixo do solo no inverno); *(iii) hemicryptophytes* (plantas com gema acima ou logo abaixo do solo no inverno); *(iv) chamaephytes* (plantas com gema até 50cm acima do solo no inverno); *(v) phanerophytes* (plantas com gema no mínimo 50cm acima do solo - árvores, arbustos e lianas); e *(vi) therophytes* (plantas anuais) (Quadro 2).

Quadro 2 – Estabelecimento de prioridades na avaliação dos dados desta análise (Parte B)



Tratamento dos dados das famílias taxonômicas e suas regiões de distribuição e ocorrência

Na presente avaliação foram identificadas: (i) as famílias nativas de Portugal continental (144 famílias); (ii) as famílias naticas com comportamento invasor em outras regiões do mundo (69 famílias); e (iii) avaliadas as regiões onde as plantas nativas de Portugal continental são invasoras (67 regiões) (Quadro 3). Esta análise baseou-se nos dados disponibilizados nas *databases* dos projetos sobre invasões do DAISIE (disponível em: www.europe-aliens.org); ISSG (disponível em: www.issg.org), e CABI (disponível em: www.cabi.org) (Figura 8), o que gerou informações compiladas na forma de *top-ten* das famílias e regiões no mundo onde espécies nativas de Portugal continental são invasoras.

Quadro 3 – Estabelecimento de prioridades na avaliação dos dados desta análise (Parte C)

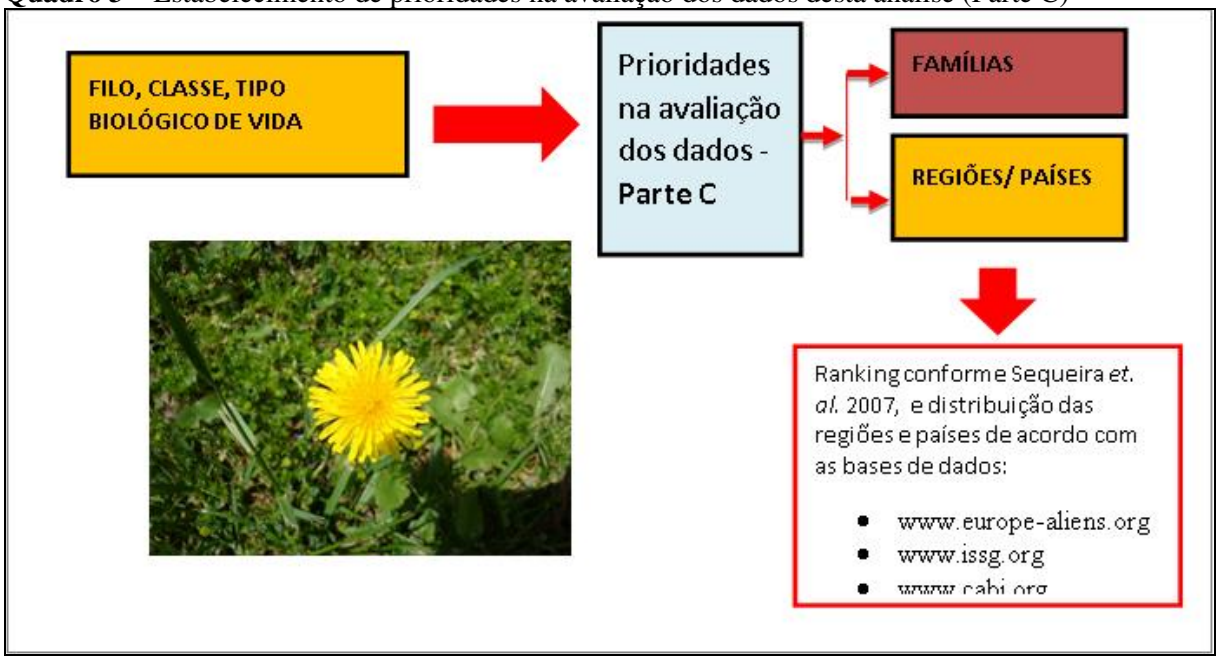


Figura 8 – Principais databases globais com informações sobre invasões biológicas



O Estudo de *Acacia* na Bacia do Arouce - Componente Prática da Pesquisa

O estabelecimento de um quadro da paisagem onde as modificações naturais e antrópicas estão inseridas, assim como sua inter-relação com o ambiente, tem se mostrado,

para o caso particular da Bacia do Rio Arouce, o método de abordagem mais adequado para a compreensão da estrutura da paisagem entre 1965-2011.

Um dos enfoques principais em relação ao presente artigo está direcionado á procura por dados de uso e ocupação do solo, dos recursos naturais e dos impactos ambientais, que possam expressar informações sobre as mudanças da paisagem local em diferentes épocas.

Desse modo, foram utilizados dados de uso e ocupação do solo com base na Carta Agrícola e Florestal de Portugal (CAF-1965) e na Carta de Ocupação do Solo (COS-2011), ambas na mesma escala cartográfica (1/25.000) para efeito de comparação, com vistas à obtenção de dados sobre a evolução da área a partir de recortes temporais diferentes.

Para a análise do uso do solo, foram consideradas as categorias de uso propostas nos mapeamentos CAF 1965 e COS 2011, resultando no estabelecimento de uma classificação generalista para a área: **1. Áreas Artificiais** (urbanas, verdes, indústria, comércio); **2. Áreas Agrícolas** (permanentes, temporárias, heterogêneas); **3. Floresta de Pinheiros**; **4. Floresta de Eucaliptos**; **5. Floresta de Castanheiros**; **6. Floresta de Acácias**; **7. Zonas Mistas** (agroflorestais, folhosas, resinosas, exóticas); **8. Zonas Semi-naturais** (descobertas ou com pouca vegetação); **9. Zonas Húmidas** (superfícies com água).

O mapeamento das categorias de uso e ocupação do solo foi realizado por meio dos mapas de uso da terra, sendo elaborado a partir da interpretação e compilação dos dados publicados pela Carta Agrícola e Florestal de Portugal (CAF) do ano de 1965, e da Carta de Ocupação do Solo (COS) do ano de 2011.

Para processamento digital e elaboração dos mapas de uso da terra utilizou-se o software ArcGIS. Este trabalho seguiu as seguintes etapas:

1. Elaboração de um mapa base da área de estudo, contendo o limite da bacia, a rede de drenagem, e o sistema de coordenadas geográficas envolvido;
2. Definição da chave de identificação, ou seja, os elementos que pudessem permitir a identificação dos tipos de opções de usos do solo no mapa;
3. Interpretação preliminar, onde foram delimitados os tipos de uso presentes na área.

Com os mapas finais de cada ano (1965 e 2011) foram comparadas as somatórias das áreas de cada tipo de uso e cobertura do solo, evidenciando o nível de fragmentação das áreas naturais e antrópicas de cada ano considerado.

O objetivo primordial aqui foi analisar a evolução espacio-temporal da área nos últimos 50 anos, identificando as formas de uso do solo que mais têm contribuído para as

invasões biológicas. A partir da análise das mudanças do uso do solo, procurou-se criar uma cronologia das áreas invadidas, de forma a confirmar se as mudanças e os tipos de uso do solo que se sucederam têm alguma relação com os processos locais de invasão biológica.

As espécies invasoras *Acacia dealbata* e *Acacia melanoxylon*, que co-ocorrem no sistema de montanhas interiores de Portugal continental, são as duas espécies de *Acacia* encontradas na área de estudo. Correspondem a duas espécies de árvores leguminosas nativas do sudeste da Austrália, com crescimento de até 15m. Estas espécies são consideradas duas das maiores invasoras dos ecossistemas de Portugal. Foram introduzidas no país há quase 200 anos para controle da erosão do solo (FERNANDES, 2012), entretanto, após poucas décadas no ambiente português, estas espécies proliferaram extensivamente na maior parte dos ambientes de Portugal Continental, particularmente após perturbações por fogo, com sérios prejuízos principalmente para a comunidade nativa. Ambas as espécies podem estabelecer junto à comunidade nativa uma simbiose com *vesicular arbuscular mycorrhizae*, com fixação de nitrogênio da atmosfera (RICHARDSON *et al.*, 2011). Sua larga produção de sementes com alta viabilidade e longevidade, juntamente com a germinação por fogo, e o significativo crescimento rápido, são fatores que têm sido atribuídos ao sucesso das espécies *A. dealbata* e *A. melanoxylon* nos ecossistemas portugueses (OLIVEIRA-COSTA, 2014).

Figura 9 – Aspectos dos hábitos de vida das espécies *A. dealbata* e *A. melanoxylon*



Resultados e Discussões

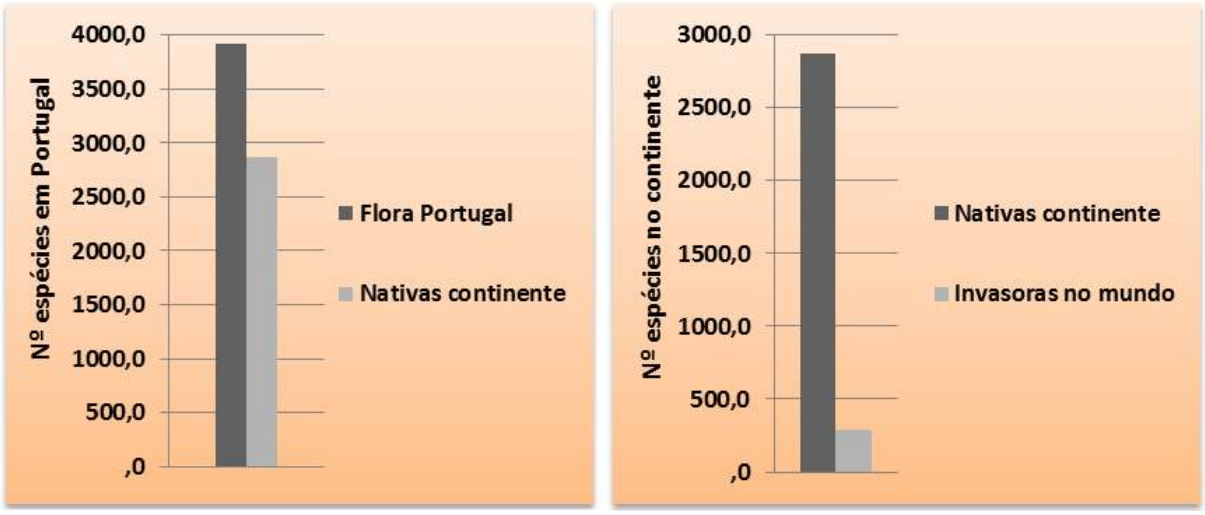
Distribuição Geográfica Mundial de Plantas Nativas de Portugal Continental

Estão listadas na flora de Portugal 3.915 espécies (espécies nativas e exóticas). Entre as espécies com indicação de nativa para Portugal continental estão listadas 2.875 espécies (73%). O restante (1.040 espécies – 27%) inclui todas as espécies introduzidas em Portugal continental, além do componente nativo e exótico das ilhas (Açores e Madeira) (Tabela 2).

Tabela 2 - Visão geral do componente nativo de Portugal com alcance global

PLANTAS NATIVAS DE PORTUGAL (Nº/%)	PLANTAS DE PORTUGAL INVASORAS PELO MUNDO (Nº/%)
Componente nativo e exótico em Portugal (3915/100%)	Componente nativo no continente (2875/73%)
Componente nativo no continente (2875/73%)	Componente invasor em outros lugares do mundo (289/10%)
Componente nativo fora do continente (1040/27%)	Componente nativo não invasor ou sem dados sobre invasão (2586/90%)

Gráficos 1 e 2 - Visão geral do componente nativo de Portugal com alcance global



Após realizada a pesquisa sobre o comportamento invasor das 2.875 espécies de plantas nativas de Portugal continental, foram encontradas informações de invasora ou exótica/estabelecida para 289 espécies (10%). Estão incluídas no restante (2.586 espécies – 90%) todas as espécies nativas pelas quais não foram encontrados dados ou não são invasoras, ou tiveram outras categorizações (diferentes de 'invasora' ou 'estabelecida').

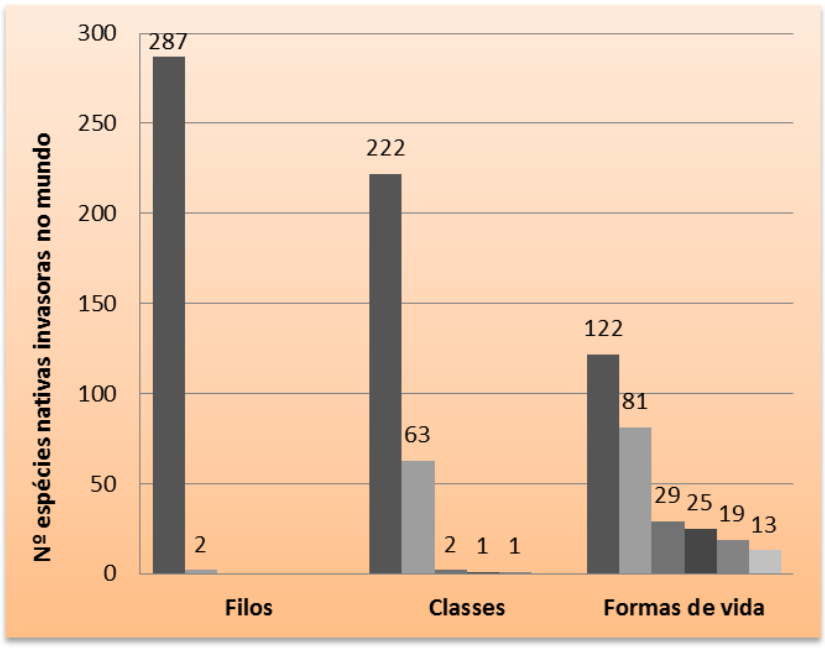
O número e o percentual de plantas nativas de Portugal continental que são invasoras em outros lugares do mundo, de acordo com o filo, indicam que a maioria das espécies são *spermatophyta* (287 espécies - 99%) (Tabela 3).

Somente duas espécies com comportamento invasor pertencem ao filo *pteridophyta* (1%). Acerca das classes destas espécies, o número e percentual encontrados para cada classe taxonômica, indicam que a maioria pertence a classe *magnoliopsida* (222 espécies - 77%) ou *liliopsida* (66 espécies - 22%). As outras classes são pouco representadas: *equisetopsida* (1 espécie - 0%), *filicopsida* (1 espécie - 0%) e *pinopsida* (2 espécies - 1%) (Gráfico 3).

Tabela 3 - Plantas invasoras de Portugal pelo mundo segundo a taxonomia e formas de vida

PHYLUM (Nº/%)	CLASSE (Nº/%)	FORMAS DE VIDA (Nº/%)
spermatophyta (287/99%)	magnoliopsida (222/6.8%) liliopsida (63/1.8%) pinopsida (2/0.7%)	therophytes (122/42%) hemicryptophytes (81/28%) geophytes (29/10%) phanerophytes (25/9%) chamaephytes (19/7%) hydrophytes (13/4%)
pteridophyta (2/1%)	filicopsida (1/0.35%) equisetopsida (1/0.35%)	

Gráfico 3 - Plantas invasoras de Portugal pelo mundo segundo a taxonomia e formas de vida



No que tange as formas biológicas, a maior parte das espécies que são invasoras tem forma de *therophytes* (122 espécies - 42%). Na sequência, destacam-se espécies com hábitos de *hemicryptophytes* (81 species - 28%), *geophytes* (29 species – 10%), *phanerophytes* (25 species – 9%), *chamaephytes* (19 species - 7%) e *hydrophytes* (13 species - 4%).

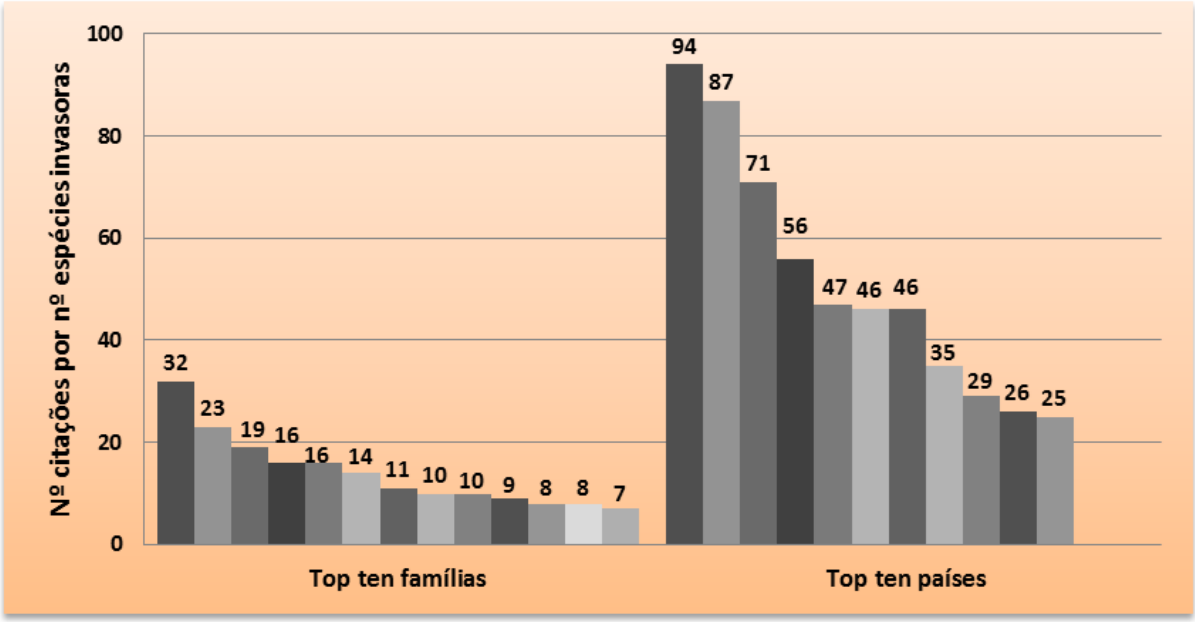
Das 144 famílias nativas em Portugal continental (76%), 69 famílias têm comportamento invasor ou exótico/estabelecido pelo mundo (48%). O *top-ten* (número e percentual) de famílias nativas de Portugal continental invasoras em outros lugares é composto por: 1º *poaceae* (32 espécies/11%), 2º *asteraceae* (23 espécies/8%), 3º *caryophyllaceae* (19 espécies/7%), 4º *apiaceae* (16 espécies/6%), 4º *brassicaceae* (16 espécies/6%), 5º *lamiaceae* (14 espécies/5%), 6º *chenopodiaceae* (11 espécies/4%), 7º *scrophulariaceae* (10 espécies/3%), 7º *liliaceae* (10 espécies/3%), 8º *papaveraceae* (9 espécies/3%), 9º *geraniaceae* (8 espécies/3%), 9º *rubiaceae* (8 espécies/3%), 10º *ranunculaceae* (7 espécies/2%) (Tabela 4).

Tabela 4 - Famílias nativas em Portugal segundo as regiões onde são invasoras

REGIÕES (Nº/%)	TOP TEN - FAMÍLIAS (Nº)	TOP TEN - PAÍSES (Nº)
1º Europa (561/71%) 2º América do Norte (122/15%) 3º Oceania (51/6%) 4º América do Sul (24/3%) 5º África (19/2%) 6º Ásia (13/2%) 7º América Central (6/1%)	1º poaceae (32) 2º asteraceae (23) 3º caryophyllaceae (19) 4º apiaceae (16)/ brassicaceae (16) 5º lamiaceae (14) 6º chenopodiaceae (11) 7º scrophulariaceae (10)/ liliaceae (10) 8º papaveraceae (9) 9º geraniaceae (8)/ rubiaceae (8) 10º ranunculaceae (7)	1º Estados Unidos (94) 2º Reino Unido (87) 3º Suécia (71) 4º Alemanha (56) 5º República Tcheca (47) 6º Noruega (46)/ Dinamarca (46) 7º França (35) 8º Bélgica (29) 9º Austrália (26)/ Irlanda (26) 10º Nova Zelândia (25)

A Europa é a região mais representativa entre os continentes (71% de todas as indicações), seguida pela América do Norte (15%/122 indicações), Oceania (6%/51 indicações), América do Sul (3%/24 indicações), África (2%/19 indicações), Ásia (2%/13 indicações), e América Central (1%/6 indicações). Integram o *top-ten* de países (número e percentual) com espécies invasoras (67 regiões ao redor do mundo): 1º Estados Unidos (94 espécies/11%), 2º Reino Unido (87 espécies/11%), 3º Suécia (71 espécies/9%), 4º Alemanha (56 espécies/7%), 5º República Tcheca (47 espécies/6%), 6º Noruega (46 espécies/6%), 6º Dinamarca (46 espécies/6%), 7º França (35 espécies/4%), 8º Bélgica (29 espécies/4%), 9º Australia (26 espécies/3%), 9º Irlanda (26 espécies/3%), 10º Nova Zelândia (25 species/3%).

Gráfico 4 - Famílias nativas em Portugal segundo as regiões onde são invasoras



As Invasões na Bacia do Rio Arouce – Mudanças na Paisagem entre 1960 e 1990

A área da pesquisa, o Rio Arouce, constitui num dos afluentes da margem direita (centro) do Rio Ceira, que, por sua vez, constitui num dos afluentes da margem esquerda (sul) do Rio Mondego. Desse modo, o Rio Arouce corresponde a um afluente de 3º ordem, contemplando uma microbacia da Bacia Hidrográfica do Rio Mondego, situando-se à jusante no Rio Ceira, aproximadamente no centro de sua bacia hidrográfica.

A Bacia do Rio Arouce está localizado entre as coordenadas 36º 44’ de latitude norte e 8º 50’ de longitude oeste, ocupando uma área de 4.251 hectares e um perímetro de 33.823 metros, compreendendo significativa área da freguesia da Lousã, e pequena porção das freguesias de Gândaras, Foz do Arouce e Vilarinho, limitando-se ainda com outras duas freguesias do concelho da Lousã: Serpins e Casal de Ermio.

Com mencionado anteriormente, foram utilizados para avaliação das mudanças da paisagem e das condições de uso do solo na área da Bacia do Rio Arouce, os documentos cartográficos Carta Agrícola e Florestal de 1965 e Carta de Ocupação do Solo de 1990.

Figura 10 - Localização geográfica da Bacia do Rio Arouce

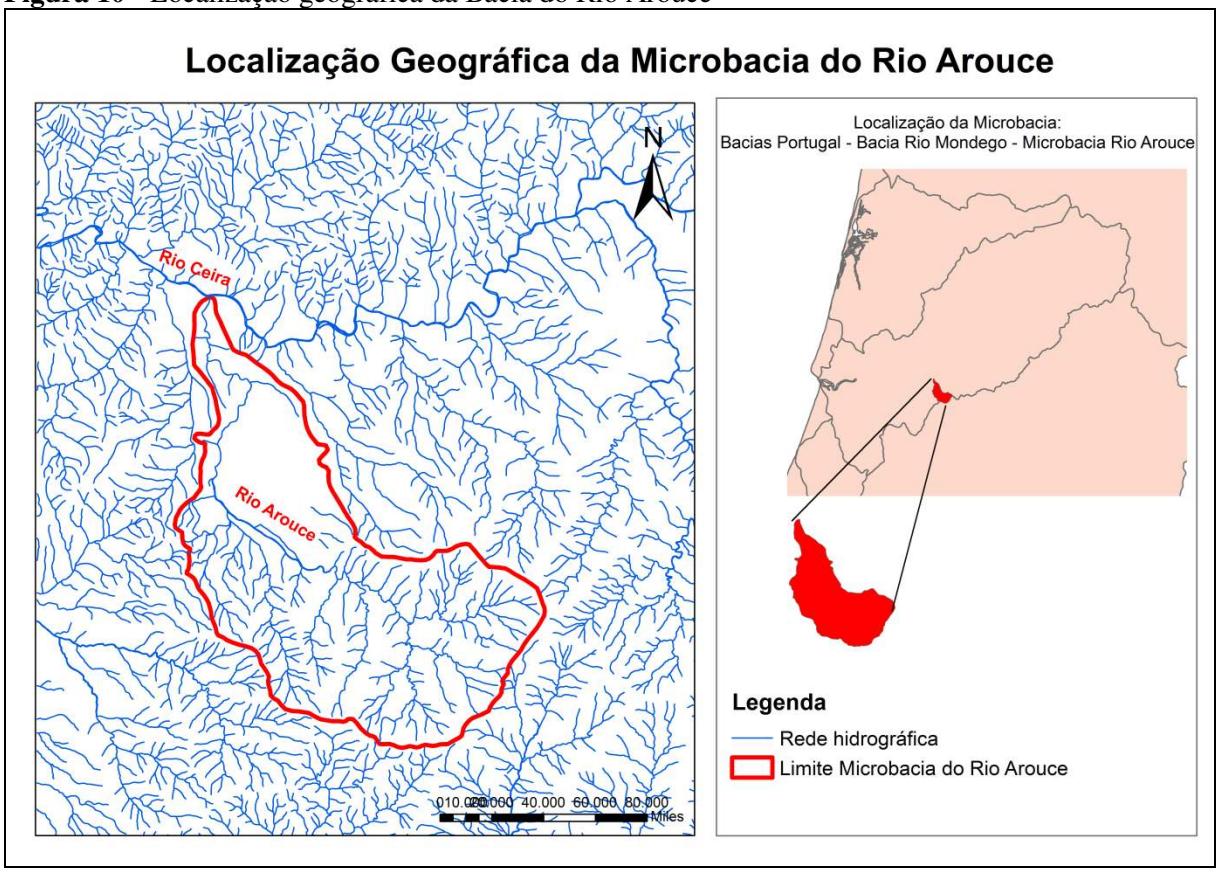


Figura 11 - Localização da Bacia do Rio Arouce segundo sua área de influência

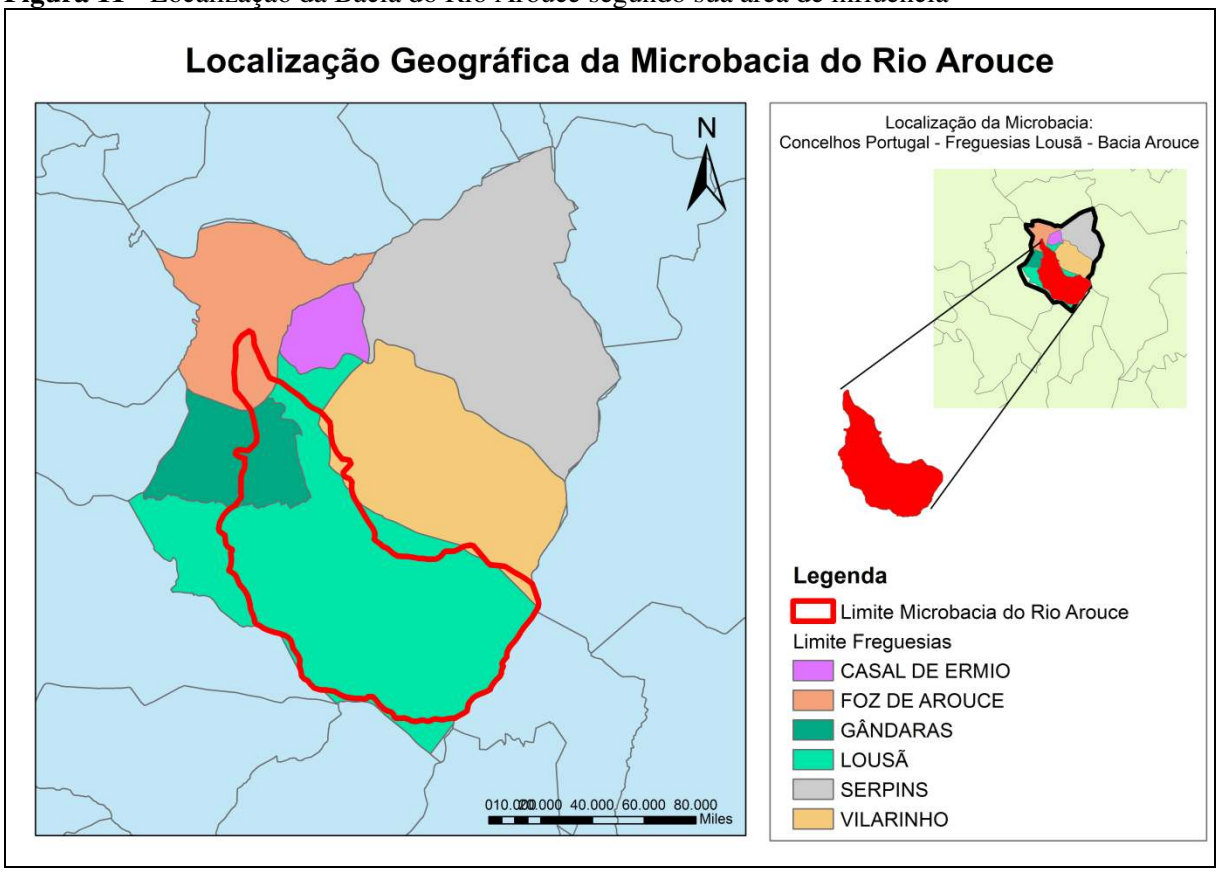


Figura 12 - Tipos de solos na área da Bacia do Rio Arouce

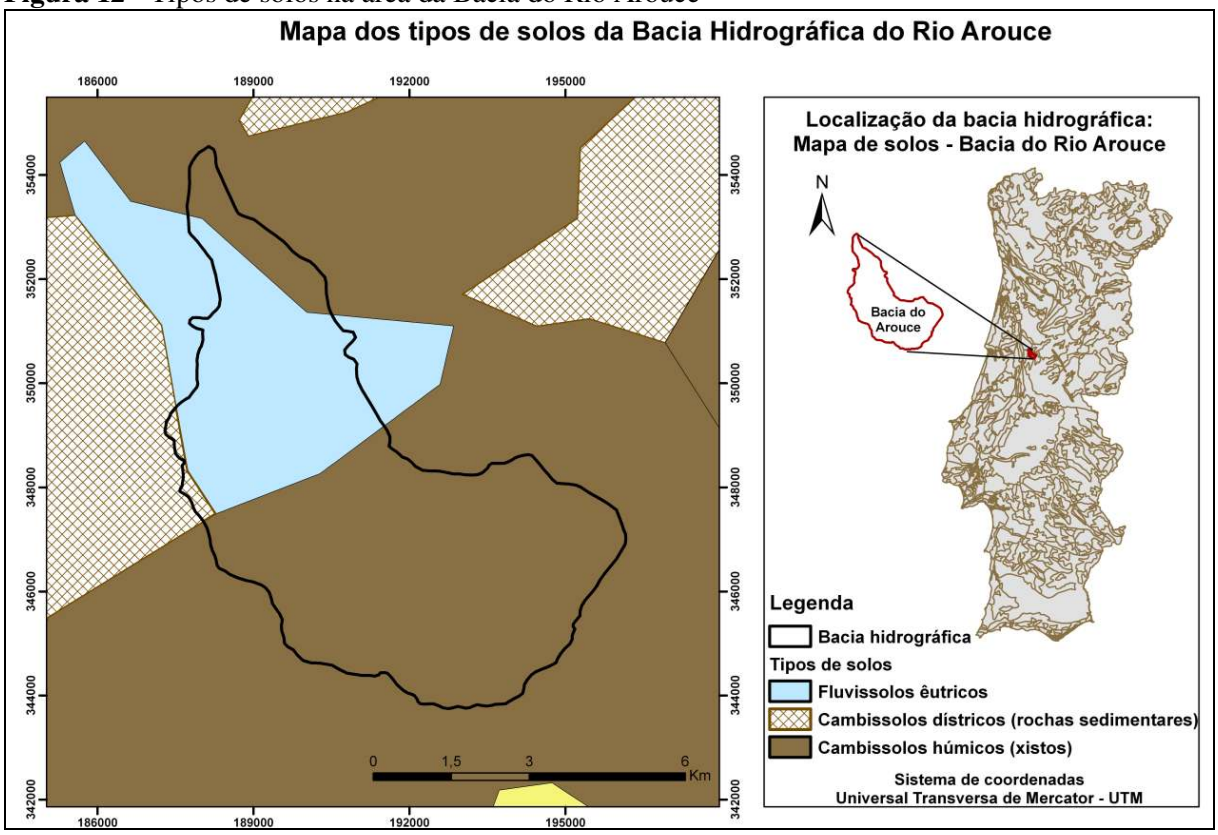


Figura 13 - Substrato geológico na área da Bacia do Rio Arouce

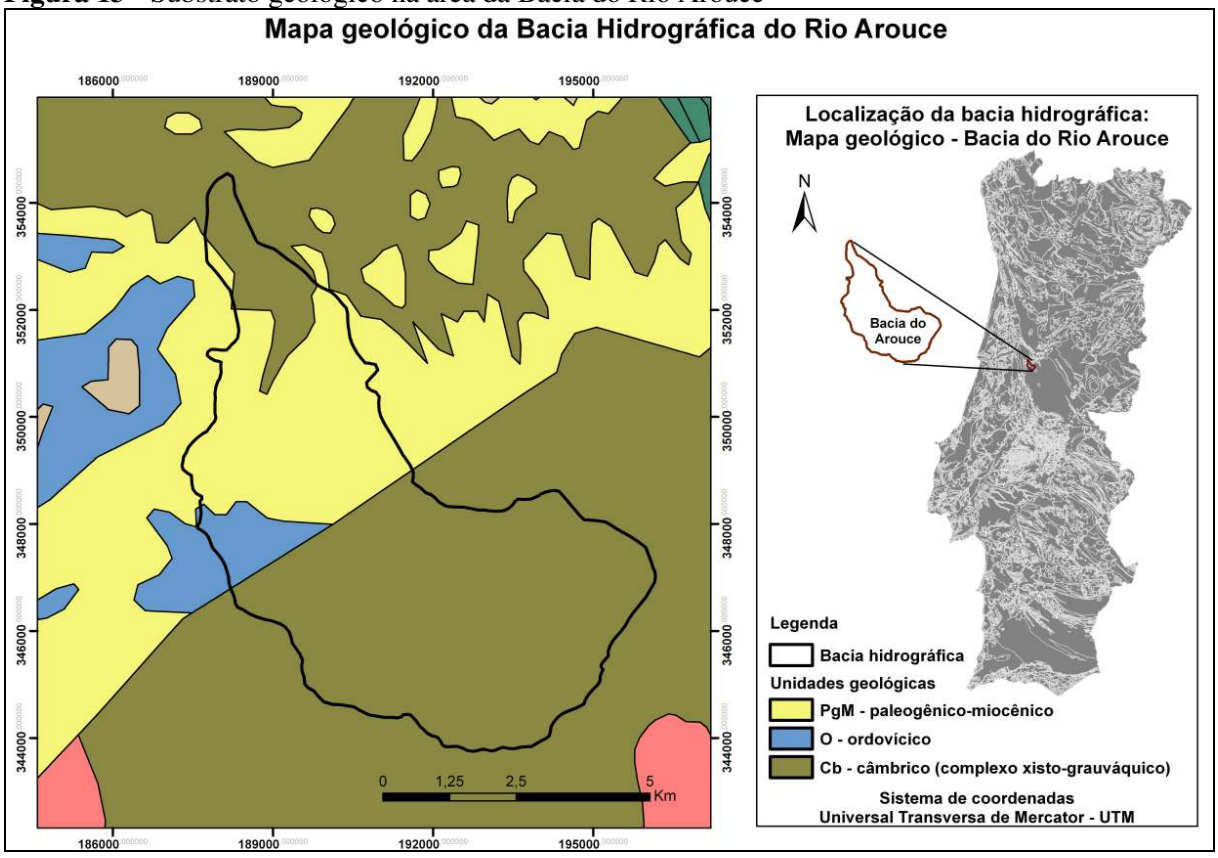


Figura 14 - Litologia na área da Bacia do Rio Arouce

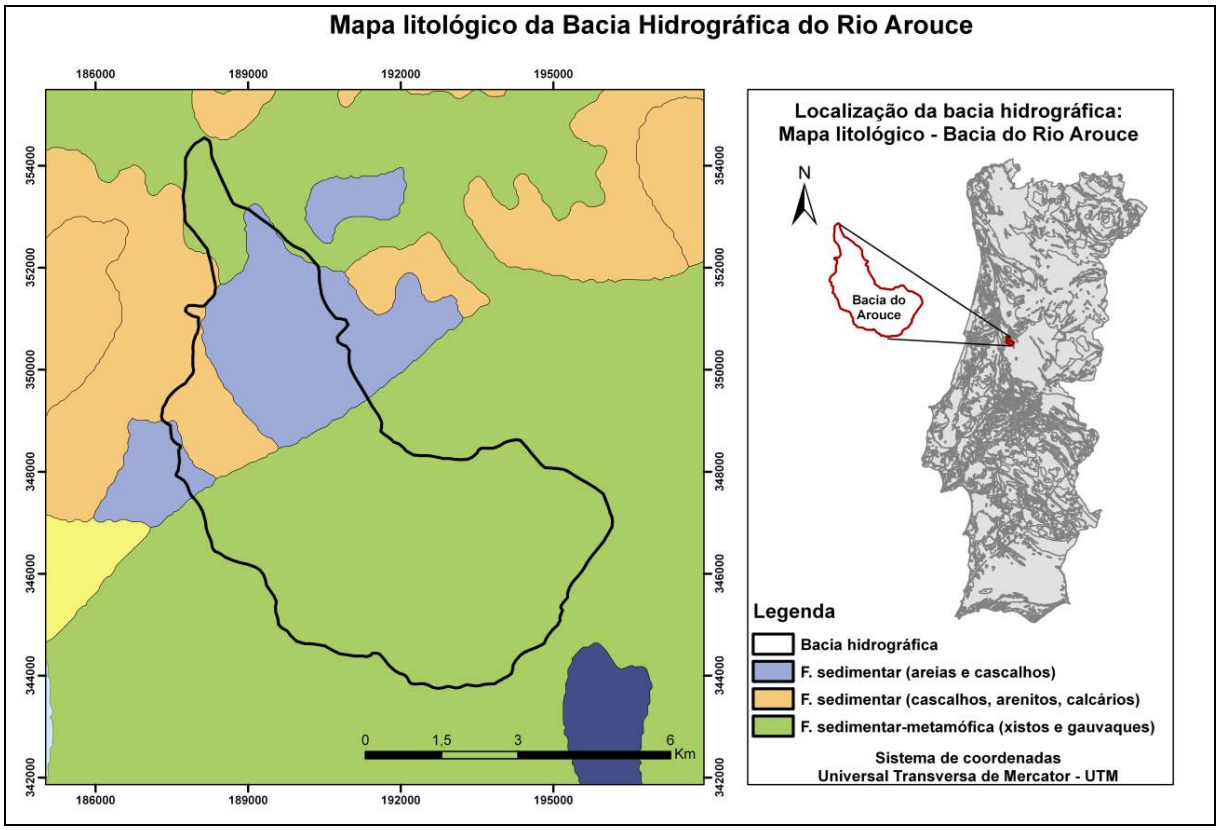
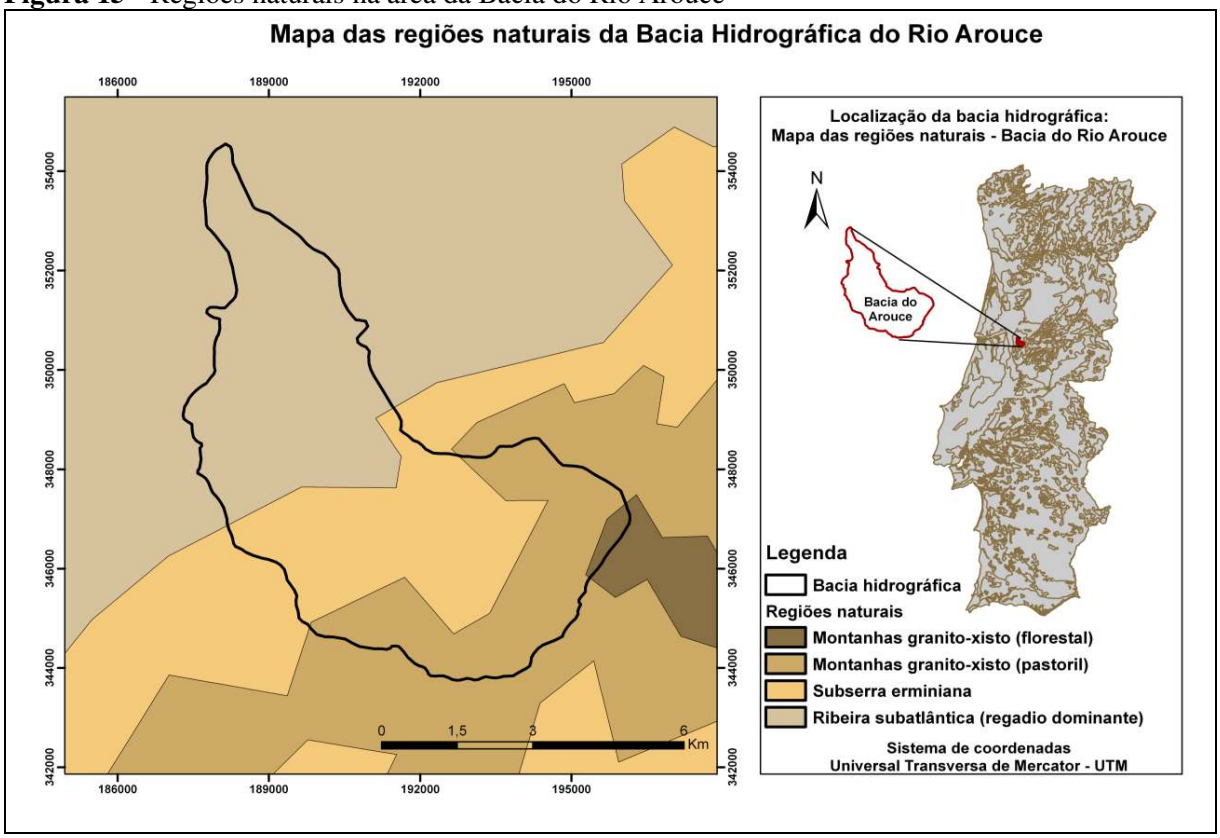


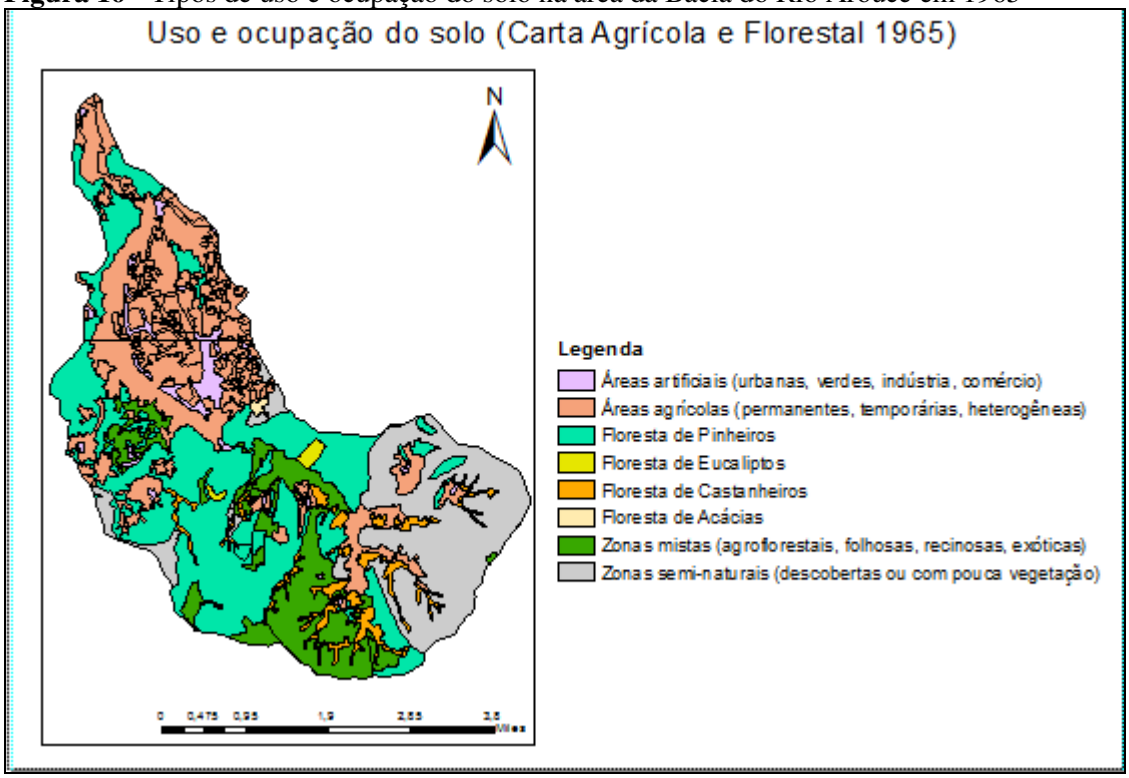
Figura 15 - Regiões naturais na área da Bacia do Rio Arouce



A começar pelo mapeamento de 1965 da Carta Agrícola e Florestal, esta delimita para a área de estudo 13 diferentes formas de ocupação (**Ic** – inculto; **As** – área social; **Ol** –

olivais; **Cr** – culturas arvenses de regadio; **Cm** – castanheiro manso; **Ec** – eucalipto; **Ac** – acácia; **Mc** – macieira; **Ca** – culturas arvenses de sequeiro; **Cv** – carvalho; **Pnb** – pinheiro bravo; **Pns** – *pinus sylvestris*; **V** – vinha). Seguindo a classificação proposta pelo presente trabalho, a abreviação **Ic** passa a estar relacionada às **zonas semi-naturais** (descobertas ou com pouca vegetação), a abreviação **As** está relacionada às **áreas artificiais** (urbanas, verdes, indústria, comércio); as abreviações **Ol, Cr, Ca, V, Mc** estão relacionadas às **áreas agrícolas** (permanentes, temporárias, heterogêneas); a abreviação **Cm** está relacionada à **Floresta de Castanheiros**; a abreviação **Ec** está relacionada à **Floresta de Eucaliptos**; a abreviação **Ac** está relacionada à **Floresta de Acácias**; a abreviação **Cv** está relacionada à **Floresta de Carvalhos** e as abreviações **Pnb e Pns** estão relacionadas à **Floresta de Pinheiros**.

Figura 16 - Tipos de uso e ocupação do solo na área da Bacia do Rio Arouce em 1965



O quadro a seguir apresenta o alcance das áreas (em hectares e porcentagem), segundo cada tipo de uso, onde se verifica dominância de áreas ocupadas por ambientes florestais, com destaque para as classes Pnb e Pns (Floresta de Pinheiros representada no mapa sob a cor verde claro), distribuindo-se especialmente pelo centro da bacia e setores à jusante junto à foz. Contemplando o segundo maior percentual de opção de uso em 1965 estão às áreas agrícolas, seguidas pelas zonas mistas e semi-naturais. As áreas artificiais aparecem com um dos menores percentuais entre os usos, com destaque para o Tecido Urbano, pouco

expressivo em 1965, concentrando-se nos setores à jusante, próximos à foz no Rio Ceira, que, relacionado ao mapeamento mais recente, obteve um aumento expressivo da sua extensão.

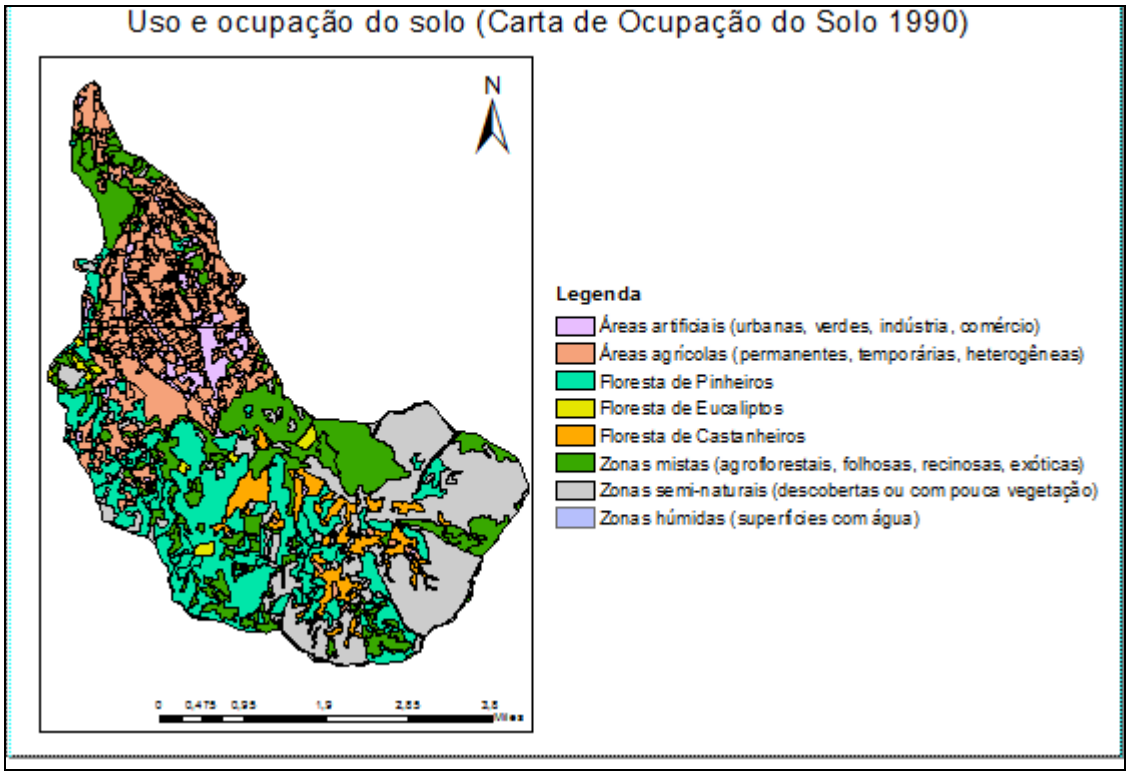
Tabela 6 - Os usos do solo na série história de 1960 na Bacia do Rio Arouce

Extensão das áreas de uso do solo na Bacia do Arouce em 1965		
CLASSES	**ÁREAS (ha)**	**ÁREAS (%)**
1. Áreas Artificiais	115,38	2,7
2. Áreas Agrícolas	1.228,15	28,8
3. Floresta de Pinheiros	1.371,47	32,2
4. Floresta de Eucaliptos	19,83	0,4
5. Floresta de Castanheiros	179,86	4,2
6. Floresta de Acácias	7,34	0,1
7. Zonas Mistas	532,29	12,5
8. Zonas Semi-Naturais	800,73	18,8

O mais recente levantamento de ocupação do solo aqui considerado, o COS 1990, apresenta para a área da Bacia do Arouce 58 diferentes formas de ocupação (onde as abreviações **PP3, PF3, PE1, PE3, PE2, PP2, PM1, PF2, PP1, PN3, PN2, PF1, PE4** estão relacionadas a **pinheiros**; **CC1, CC2, OO1, CO1, OC1, AAX, VV1, AA3, AO1, AA2, CFO, CX1, CNO, OO4, OCI, AOX** estão relacionadas a **áreas agrícolas**, **FF3, FF6, FE5, FF2, FP3, RR3, FN3, FE3, FN2, RPB, RR4** estão relacionadas a **outras folhosas**, **UU2, SW1, SL1, UU9** estão relacionadas a **áreas artificiais**, **EE3, EE2, EP3** estão relacionadas a **eucaliptos**, **II2, JY1, IPO, II1, IFO, INO** estão relacionadas a **meios semi-naturais**, **NN2, NN3, NQ2** estão relacionadas a **castanheiros**, **HH1** está relacionada a **áreas húmidas**).

Seguindo a classificação proposta pelo presente trabalho, as abreviações relacionadas a pinheiros passam a pertencer à classe **Floresta de Pinheiros**, áreas agrícolas passam a pertencer a **Áreas Agrícolas**, outras folhosas passam a pertencer a **Zonas Mistas**, áreas artificiais são mantidas como **Áreas Artificiais**, eucaliptos passam a pertencer a **Floresta de Eucaliptos**, meio semi-naturais passam a pertencer a **Zonas Semi-naturais**, castanheiros passam a pertencer a **Floresta de Castanheiros** e áreas húmidas a **Zonas Húmidas**.

Figura 17 - Tipos de uso e ocupação do solo na área da Bacia do Rio Arouce em 1990



O quadro a seguir apresenta o tamanho das áreas (ha e %) segundo cada tipo de uso, onde se verifica dominância de áreas ocupadas por ambientes agrícolas, com destaque também para as zonas mistas (que contemplam interfaces entre áreas florestais e agrícolas com culturas anuais distribuindo-se com espécies florestais, chamadas zonas agroflorestais, representada no mapa sob a cor verde escuro), se distribuindo especialmente pelo centro da bacia e setores à jusante próximos à foz. Quanto ao restante das manchas no mapa, são todas pontuais, sendo a maioria relacionada a áreas agrícolas. Destaque para o Tecido Urbano, pouco expressivo em 1965, mas, em razão das necessidades humanas, sua área cresceu concentrando-se especialmente nos setores mais à jusante, próximos à foz no Rio Ceira.

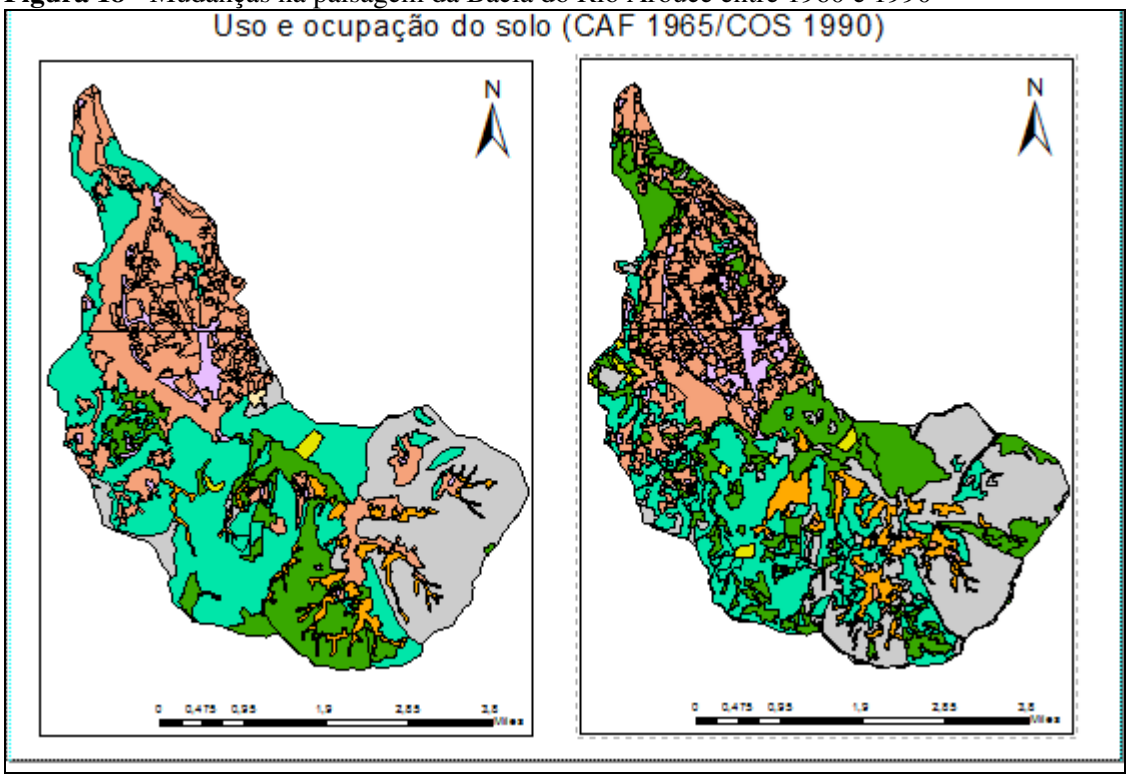
Tabela 7 - Os usos do solo na série história de 1990 na Bacia do Rio Arouce

Extensão das áreas de uso do solo na Bacia do Arouce em 1990		
CLASSES	**ÁREAS (ha)**	**ÁREAS (%)**
1. Áreas Artificiais	182,68	4,2
2. Áreas Agrícolas	980,90	23
3. Floresta de Pinheiros	941,35	22,1
4. Floresta de Eucaliptos	41,01	0,9
5. Floresta de Castanheiros	236,72	5,5
7. Zonas Mistas	911,4	21,4
8. Zonas Semi-Naturais	961,1	22,5
8. Zonas Húmidas	0,02	0,0004

No que diz respeito à área da Bacia do Rio Arouce, ficou constatado uma significativa mudança nos usos desde o levantamento mais antigo (CAF 1965) até o mapeamento posterior da década de 1990 (COS 1990). Os resultados apontam para uma diminuição na dominância de áreas naturais bem conservadas, constituídas por formações florestais (observa-se que em 1965 as formações florestais cobriam a área quase por completo, sendo reduzidas após modificações advindas das atividades humanas, que foram tão expressivas a ponto destas formações perderem suas áreas no mapeamento de 1990).

A diminuição das áreas naturais bem conservadas deu-se em detrimento do aumento das áreas artificiais e agrícolas, com forte expansão de culturas permanentes, temporárias e heterogêneas, além do significativo aumento do tecido urbano ao longo do recorte temporal em análise. Esses aspectos gerais já demonstram a conivência das características do uso e ocupação do solo com a contemporaneidade da interface urbano/rural e natural/artificial pela qual passam os concelhos e freguesias da Região Centro de Portugal.

Figura 18 - Mudanças na paisagem da Bacia do Rio Arouce entre 1960 e 1990



O quadro abaixo apresenta a variação entre os resultados apresentados pelos mapeamentos de 1965 e 1990 das áreas e porcentagens das formas de uso na Bacia do Rio Arouce. Observa-se significativa diminuição das florestas, especialmente Florestas de

Pinheiro, alvo principal na modificação da paisagem, que dominavam em 1965 com significativa cobertura do solo na área da bacia. Na sequencia das Formações Florestais, destaque para as Áreas Agrícolas, onde se destacam culturas temporárias, com queda de -5,8. Os três usos que aparecem com significativa porcentagem de crescimento são as Áreas Artificiais (1,5 %), as Zonas Semi-naturais (3,7%) e as Zonas Mistas (8,9%), conspicuamente dominantes entre os usos que mais cresceram na área. Esses usos juntos já somam quase 100% da área, com queda nas formações florestais e áreas agrícolas, e aumento de zonas mistas e áreas artificiais. O restante dos usos distribui-se entre as formas de ocupação com variação de menos de 1% de área para cada unidade de ocupação do solo.

Tabela 8 - Variação dos usos do solo na série história entre 1960 e 2011

Extensão das áreas de uso do solo na Bacia do Arouce entre 1965/1990			
CLASSES	**ÁREAS 1965 (%)**	**ÁREAS 1990 (%)**	**VARIAÇÃO**
1. Áreas Artificiais	2,7	4,2	1,5
2. Áreas Agrícolas	28,8	23	-5,8
3. Floresta de Pinheiros	32,2	22,1	-10,1
4. Floresta de Eucaliptos	0,4	0,9	0,5
5. Floresta de Castanheiros	4,2	5,5	-1,3
6. Floresta de Acácias	0,1	0	0
7. Zonas Mistas	12,5	21,4	8,9
8. Zonas Semi-Naturais	18,8	22,5	3,7
9. Zonas Húmidas	0	0,0004	0

As Invasões na Bacia do Rio Arouce – Mudanças na Paisagem entre 1960 e 2011

No âmbito do presente estudo de caso, sobre as mudanças na paisagem da Bacia do Rio Arouce entre 1960 e 2011, considerando as relações entre a presença de acaciais e as mudanças no uso do solo ao nível generalista (Ng), apresentar-se-á a seguir uma avaliação dos resultados para os termos da análise generalista do uso do solo: *i)* termos de âmbito geral (mudanças nas grandes unidades), *ii)* e âmbito específico (mudanças e destinos nas classes de uso do solo com acaciais).

Os resultados das mudanças das grandes unidades de uso do solo podem ser visualizados num plano geral na tabela 8. Constata-se uma significativa variação nas grandes classes de uso do solo, durante a série histórica de 1960 a 2011, com os valores mais representativos variando com decréscimo de *15%* para as áreas de *culturas agrícolas de regadio* e para as áreas de *floresta de resinosas* (pinhais); assim como um decréscimo de *12%* para as áreas dominadas por *culturas agrícolas de olivais/pomares*; em oposição aos

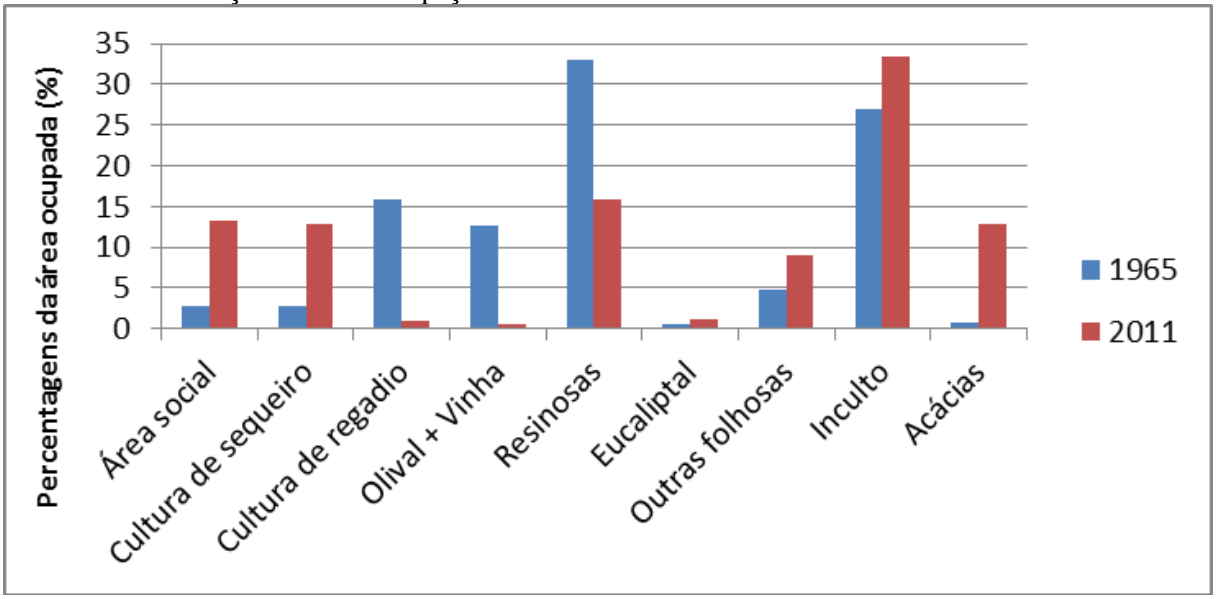
acréscimos de *10%* obtidos para as *áreas sociais*, para as áreas com *culturas de sequeiro*, e para as áreas associadas a *presença de acaciais*.

Tabela 9 - Variação dos usos do solo na série história entre 1960 e 2011

Usos Nível 0	**Simbologia Nível 1 - Ng**	**Áreas ocupadas (*ha*) na série histórica (1965-2011)**		**Áreas ocupadas (%) na série histórica (1965-2011)**	
		1965	**2011**	**1965**	**2011**
Sociais	As	198,579	972,034	2,719	13,310
Agrícolas	Ca*	205,252*	937,724*	2,811*	12,840*
	Cr	1165,881	70,622	15,965	0,967
	OlPm	917,29	42,818	12,561	0,586
Florestais	Pn	2413,141	1165,499	33,044	15,959
	Ec	33,936	78,726	0,465	1,078
	Fof	351,657	654,135	4,815	8,957
	Ac	55,236	936,231	0,756	12,820
Incultos	In	1961,942	2445,125	26,865	33,481
Total (área da bacia)			**7302,914**		**100**

As demais unidades apresentaram variações temporais menos representativas: as áreas de *inculto* variaram com acréscimo de *6%*, e as áreas de *folhosas* com acréscimo de *5%*. Os decréscimos e acréscimos nas classes de uso do solo (ver gráfico 5) tiveram importante reflexo nos resultados da análise detalhada entre os usos do solo no nível generalista e a presença das espécies invasoras, como foi discutido no tópico anterior (sobre as mudanças da paisagem na Bacia do Rio Arouce entre 1960 e 1990).

Gráfico 5 - Mudanças no uso e ocupação do solo na área de estudo desde 1960



Dentre as mudanças, faz-se necessário destacar a significativa variabilidade nos índices de área ocupada para as *áreas sociais*. O quadro detalhado da evolução e dos destinos do uso do solo de 1965 para 2011, pode ser visualizado na tabela 9. No caso das áreas com *As*, houve uma evolução positiva de 198ha em 1965 (2,7% da área de estudo) para o significativo valor de 972ha em 2011 (13% da área de estudo). Os dados sobre os destinos desse uso mostram que os atuais 972ha pertenciam em 1965 sobretudo a *culturas agrícolas de regadio* (298ha) e a *culturas agrícolas de olivais/pomares* (248,6ha). Nesse sentido, verifica-se que os números tem apontado para um incremento nas áreas sociais em oposição a redução das áreas agrícolas. No entanto, quando investigadas as possíveis causas dessa dinâmica, salienta-se o fato de que pode estar associada sobretudo ao aumento da densidade da rede viária e das vias de comunicação (abertura de novas estradas e de linhas de alta tensão), o que contempla tanto as vias principais em meio urbano e rural, como também as vias secundárias. O incremento das áreas sociais e a abertura de corredores na paisagem tem reflexo na dinâmica dos processos das invasões de Acácia na área de estudo.

Tabela 10 - Destino dos usos do solo na Bacia do Arouce entre 1960 e 2011

Usos em 1965		**Mudanças dos usos do solo na série histórica (1965-2011)**								
Tipo	*ha*	As	Ca	Cr	OlPm	Pn	Ec	Fof	In	Ac
As	198,579	165,444	15,506	2,203	1,338	5,480	-	1,301	5,988	1,320
Ca	205,252	23,625	23,724	2,924	-	22,750	-	16,744	92,700	22,784
Cr	1165,881	298,485	574,022	59,716	8,254	48,718	2,530	44,884	78,368	50,904
OlPm	917,290	248,662	288,966	3,913	32,529	70,326	3,003	81,129	60,388	128,373
Pn	2413,141	159,178	29,561	1,866	0,697	656,421	64,111	416,841	547,053	537,413
Ec	33,936	1,761	-	-	-	8,145	6,594	1,550	-	15,886
Fof	351,657	8,798	-	-	-	134,241	-	25,346	165,704	17,568
In	1961,942	64,536	5,945	-	-	215,577	-	33,927	1492,820	149,137
Ac	55,236	1,545	-	-	-	3,841	2,488	32,413	2,104	12,846
Total	**7302,914**	**972,034**	**937,724**	**70,622**	**42,818**	**1165,499**	**78,726**	**654,135**	**2445,125**	**936,231**

Todavia, qualquer análise no âmbito das mudanças nos usos do solo entre 1965 e 2011 na Bacia do Rio Arouce estará passível de incongruências. O fato de estar sendo utilizado para a presente análise dois documentos cartográficos de resoluções diferentes (para 1965 a Carta Agrícola e Florestal e para 2011 a Carta de Ocupação do Solo) e, para além da resolução, o fato de terem sido selecionadas cartografias com informações tratadas para objetivos diferentes, corrobora o fato da possibilidade de incongruências nos resultados.

O alto incremento para as áreas com *culturas de sequeiro* pode estar inserido neste contexto, já que, segundo Nunes *et al.* (2007, 2010, 2011), a tendência em Portugal é de redução das áreas ocupadas com culturas tradicionais. Foram obtidos valores representativos no âmbito da evolução das áreas com *Ca*, como um dos usos do solo que tiveram maior incremento na área de estudo.

Houve uma evolução positiva de 205ha no ano de 1965 (2,8% da área da bacia) para significativos 937,7ha em 2011 (12,8% da área da bacia). Os destinos de *Ca* mostram, assim

como no caso das áreas sociais, que seu domínio atual contemplava em 1965 áreas com *culturas agrícolas de regadio* (574ha) e com *culturas de olivais/pomares* (288ha). Desse modo, as duas das mais significativas mudanças no uso do solo que ocorreram na área de estudo (*As* e *Ca* detém atualmente quase 2 mil hectares da área total da bacia) indicam substituição de áreas agrícolas de regadio e culturas de olivais/pomares por áreas sociais e culturas arvenses.

Entretanto, nessa evolução podem haver incongruências, e a explicação está na escala cartográfica, no fato da co-ocorrência entre os usos do solo, que tem sido considerada tanto no mapeamento de 1965 da CAF como no atual mapeamento de 2011. A dificuldade em desagregar determinadas opções de uso do solo levou a integração desses usos em outras classes consideradas. Isso explica as incongruências no âmbito das mudanças em *Ca*, na qual foram consideradas as co-ocorrências deste uso com outros usos agrícolas. No âmbito dos destinos das áreas sociais e das áreas com acaciais é de salientar que também podem haver incongruências, como na evolução de uma área social para cultura de sequeiro (*Ca*) ou floresta de resinosas (*Pn*), e também no caso em que áreas com acacial (*Ac*) tenham se transformado em áreas com outras folhosas (*Fof*).

Dada a presente análise das mudanças do uso do solo/nível generalista, pode-se concluir que, considerando o total das áreas ocupadas pelos usos em 1965 e em 2011, as mudanças enquadram-se nas tendências da evolução do uso do solo do território português (Nunes *et al.;* 2007, 2010, 2011). A análise sequencial do destino dos usos do solo na sequencia histórica indica significativa variação ao nível da ocupação, com redução das áreas agrícolas e das áreas com florestas de resinosas, em oposição ao incremento das áreas com acaciais, áreas sociais e incultos, embora tenha havido ligeiro acréscimo nas áreas de florestas de folhosas (carvalhais e castanheiros), e um acréscimo significativo nas culturas de sequeiro fruto de sua co-ocorrência com outros usos agrícolas.

Considerações finais

A dispersão de exóticos em Portugal - componente teórica

O fator histórico-geográfico, como a tradição do uso e ocupação do solo com abertura de corredores naturais e antrópicos, nas regiões suscetíveis a invasão biológica (zonas temperadas, áreas mediterrâneas, ilhas), considerando suas variações espaciais e

temporais, é determinante na degradação dos recursos naturais (água, vegetação, solos), impondo assim limitações a gestão e ao controle de plantas invasoras.

O conhecimento do status da invasão das espécies favorece o planejamento da gestão e as práticas de controle, disponibilizando informações (listagem) que permitem aos interessados identificar a espécie invasora e o status da sua invasão, o que auxiliará na detecção das fragilidades, sendo uma ferramenta essencial para sucesso de um plano de gestão, que inclui a decisão de optar ou não por determinadas técnicas de controle.

Considerando as categorizações 'invasive' e 'alien/established' como parâmetros terminológicos determinantes na identificação das espécies nativas de Portugal continental com comportamento invasor em outros lugares do mundo, e reconhecendo a importância da listagem destas espécies na otimização em planos de gestão de invasão, e consequentemente do ordenamento do território, objetivou-se no presente estudo: i) avaliar o status da invasão das espécies nativas de Portugal continental em outros lugares do mundo; ii) realizar uma caracterização geral da invasão no mundo por espécies nativas de Portugal continental, com base no cálculo do número e percentual de a) plantas nativas que são invasoras, b) das classes taxonômicas, dos filos e das formas de vida das espécies, c) além de considerar as famílias e regiões no mundo com o maior número de plantas invasoras nativas de Portugal continental; iii) produzir lista das espécies nativas de Portugal continental com comportamento invasor no mundo, agregando todos os aspectos analisados na pesquisa, de modo a subsidiar futuros estudos e pesquisas sobre a dinâmica global das espécies nativas da área de estudo.

Os resultados foram apresentados na forma de gráficos e tabelas onde é possível identificar as mais importantes diferenciações numéricas (locais e globais) existentes, e a forma significativa com que condicionam a dinâmica regional e mundial das invasões pela flora nativa de Portugal continental. A afirmativa de Pimentel *et al.* (2005) de que o processo de invasão por IAS (Invasive Alien Species) apresenta-se como um dos principais desafios à gestão e ordenamento do território, principalmente pelas elevadas perdas económicas ou custos associados ao controlo que estes processos podem implicar, reforça a necessidade de realização do presente trabalho teórico.

Portugal localiza-se no sul da Europa e possui uma área de 92.092 km. É um dos menores países em extensão da Europa. Suas características histórico-geográficas refletem a condição da área para processos de invasão por plantas exóticas, localizado numa transição entre o domínio atlântico com clima e vegetação específicos, as áreas de floresta temperada

recobrindo os planaltos a norte de Portugal, e a grande área sob domínio climático e das formações vegetais do mediterrâneo.

Com uma população de 10,5 milhões de habitantes e densidade populacional de 115 hab/km, o país está inclinado à processos de invasão por plantas exóticas, em razão de fatores histórico-geográficos, tal como localização (região costeira), rotas de migração naturais e antrópicas abrindo oportunidades de colonização, além de sua longa história de uso e ocupação do solo, diversificando a paisagem (reflorestação) ao torná-la um mosaico heterogêneo. Esse cenário faz do país um modelo adequado para estudos regionais de padrões de distribuição e dispersão de plantas invasoras.

A última década tem sido um período de intensa pesquisa em invasão biológica, com aparecimento das primeiras listas de plantas introduzidas em Portugal continental (Marchante, E. e Freitas, H. *et al.* 2008; Almeida, J. D. & Freitas, H. 2006, 2012; Sequeira, M. M. e Espírito-Santo, D. *et. al.* 2007). Importante parte da coleção de dados regionais da flora exótica/invasora está disponível no website INVASORAS.PT (www.invasoras.uc.pt).

De todos os taxa da flora de Portugal (3.915 espécies entre nativas e exóticas), 2.875 são nativas no continente. Através dos projetos Europe Alien Database (www.europe-aliens.com); Global Invasive Species Database (www.issg.org); e Invasive Species Compendium (www.cabi.org), o presente trabalho apresentou a distribuição mundial das plantas nativas de Portugal continental, destacando o comportamento destas espécies em outros lugares do mundo.

O estudo de A*cácia* na bacia do rio Arouce - componente prática

Mudanças significativas na área ocupada pelas opções de cobertura e uso do solo avaliadas pelo presente trabalho. após compilação dos documentos cartográficos, foram observadas através da análise comparada dos mapas disponíveis de 1960 a 2011.

Devido a impossibilidade de aferição da verdade do mapa de 1965, deve ser considerado uma menor acuracidade no mapa de uso e ocupação deste ano. No entanto, foi possível comparar e analisar mudanças gerais na cobertura do solo 50 anos depois.

As classes de uso do solo avaliadas nos dois períodos de investigação (de 1960 a 1990, e de 1960 a 2011), apesar da possibilidade real de utiliza-las para comparações, é importante destacar que algumas áreas podem ter sido ambientes de transição de uma paisagem diferente, ou sofreram diferentes níveis de perturbações no ambiente natural.

O alto percentual do alcance espacial das áreas vegetacionais, mesmo sendo maior em 1965 do que os valores encontrados para 1990 e 2011, mantiveram-se significativamente constantes e em equilíbrio durante todo o recorte temporal considerado.

A destacada e significativa diminuição das áreas com formações florestais no mapeamento de 1990 e 2011, comparado ao mapa de 1960, clarifica o papel do homem como determinante na ocupação destas áreas para a expansão agroflorestal. A privilegiada localização geográfica da Bacia do Arouce em relação aos mercados crescentes da Região Centro de Portugal, como é o caso da cidade da Lousã, contribuiu para esta expansão.

A classe 'zonas seminaturais' (descobertas ou com pouca vegetação), poderá estar relacionada aos incêndios na área, de diferentes alcances, ocasionados entre 1960 e 2011. É possível que a diminuição da cobertura vegetal também esteja ligada a este fator.

A zona intermédia e terminal são as áreas mais críticas da mudança da paisagem na Bacia do Rio Arouce. Nestas áreas poderão ser feitos trabalhos junto à comunidade local para recomposição das comunidades vegetais, com espécies de interesse para a região.

Observando as modificações da paisagem ao longo do tempo (de 1960 para 2011), nos padrões de invasão entre as zonas ocupadas por *Acacia* na área estudada, verifica-se uma diminuição das possibilidades de recuperação destas paisagens. Estas mudanças nos padrões de distribuição espacial das Acácias podem refletir em mudanças na organização das interações ecológicas entre as espécies nativas. Sendo assim, a heterogeneidade nos padrões da paisagem e as interações ecológicas podem ser diretamente afetadas**,** com consequências como a modificação nas interações interespecíficas, nos padrões de predação e competição, modificações nos nutrientes do solo e na composição genética das populações locais.

Por fim, sugere-se que sejam incentivadas pesquisas, para que se possa compreender o funcionamento e a capacidade da área em estudo, permitindo um desenvolvimento que atue, mais equitativamente, no âmbito dos benefícios do progresso econômico, e proteja o meio ambiente em benefício das futuras gerações melhorando a qualidade de vida.

REFERÊNCIAS

Albuquerque, A. F. M. *Gestão de eucaliptais invadidos e não invadidos por Acacia dealbata e os seus impactos na herpetofauna*. Tese de Mestrado. Universidade de Lisboa. 2009.

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.

CABI International, Wallingford, UK. 1910. *Invasive Species Compendium*. Disponível: http://www.cabi.org/isc [Consultado: 2013-2014].

CAL-IPC, Berkeley, California, Estados Unidos. 1992. California Invasive Plant Council. Disponível: www.cal-ipc.org [Consultado: 2013-2014].

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.

Costa, J. C. *et al. Biogeografia de Portugal Continental*. Quercetea, p. 1-56. 1998.

DAISIE, Praga, República Checa. 2003. *Delivering Alien Invasive Species Inventories for Europe*. Disponível: http://www.europe-aliens.org [Consultado: 2013-2014].

Espínola, A. L. *et. al. Espécies invasoras: conceitos, modelos e atributos*. Interciência, v. 32, n. 9, set. 2007.

Fernandes, M. M. *Acacias e geografia histórica: rotas de um percurso global.* Cadernos do curso de doutoramento em Geografia. Faculdade de Letras da Universidade do Porto. Março de 2012.

Freitas, R. M. S. *A invasibilidade da flora exótica para o norte de Portugal*. Tese de Mestrado. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. 2008.

Henderson, S. *et al. Progress in invasive plants research.* Progress in Physical Geography: 30, 1. pp. 25–46. 2006.

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

Jardim Botânico da UTAD. 2007. *Flora digital de Portugal*. Disponível: http://www.jb.utad.pt/flora [Consultado: 2013-2014].

Lourenço, D. C. G. R. *Avaliação de áreas invadidas por espécies de Acacia na paisagem protegida da arriba fóssil da Costa de Caparica*. Tese de Mestrado. Universidade Nova de Lisboa. 2009.

MacDonald, G. *Biogeography: Introduction to Space, Time and Life*. Willey, 1°edition. 2003.

Marchante, E. *Invasion of portuguese coastal dunes by Acacia longifolia: impacts on soil ecology*. Tese de Doutoramento. Universidade de Coimbra. 2007.

Marchante, E; Freitas, H. *et al. Guia prático para a identificação de plantas invasoras de Portugal Continental*. Universidade de Coimbra. 2008.

Marques, D. N. *Influência espacial da invasora Acacia longifolia (Andrews) Willd. num ecossistema dunar português*. Tese de Mestrado. Universidade de Lisboa. 2010.

NOBANIS. *Gateway to information on Invasive Alien Species in North and Central Europe*. 2002. European Network on Invasive Alien Species [online]. Disponível: www.nobanis.org [Consultado: 2013-2014].

Nunes, A.; Figueiredo, A. & Almeida, A. C. *Abandono agrícola no interior centro e norte de Portugal: dinâmica da vegetação e impactes hidrogeomorfológicos.* VI Congresso da Geografia Portuguesa, Lisboa, 17-20 de Outubro de 2007.

Nunes, A. N. *et al. Soil erosion and hydrological response to land abandonment in a central inland area of Portugal.* Land Degradation & Development. 21: 260–273. 2010.

Nunes, A.; Almeida, A. C. & Coelho, C. O. A. *Impacts of land use and cover type on runoff and soil erosion in a marginal area of Portugal.* Applied Geography: 31, 687-699. 2011.

Pimentel, D. *et al. Update on the environmental and economic costs associated with alien-invasive species in the United States*. Ecological Economics. 52: 273-288. 2005.

Richardson, D. M. e Pysek, P. *et al. A compendium of essential concepts and terminology in invasion ecology.* In: Fifty years of invasion ecology: the legacy of Charles Elton, 1st edition, chapter 30. 2011.

Richardson, D. M. *et al. Human-mediated introductions of Australian acacias—a global experiment in biogeography.* Editorial from papers of Diversity and Distribution. 2011.

Richardson, D. M., Pyšek, P., e Rejmánek, M., *et. al. Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions*. Diversity and Distributions, 6: 93-107. 2000.

Sequeira, M. M. e Espírito-Santo, D. *et al. Checklist da Flora de Portugal (Continental, Açores e Madeira).* Associação Lusitana de Fitossociologia. 2007.

Sociedade Portuguesa de Botânica. 2012. *Flora On*. Disponível: http://www.flora-on.pt. [Consultado: 2013-2014].

Vilà, M. *et al. ¿Qué son las invasiones biológicas?* Invasiones Biológicas. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, CSIC/Madrid. 2008.