

Universidade de Lisboa  
Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa  
Departamento de Biologia Animal



LISBOA

---

UNIVERSIDADE  
DE LISBOA

**Factores facilitadores da invasibilidade de *Acacia dealbata* em função do uso do solo**

**Sara Isabel Duarte Belo Freixo Coelho**

Dissertação  
Mestrado em Ecologia e Gestão Ambiental

2014



Universidade de Lisboa  
Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa  
Departamento de Biologia Animal



LISBOA

---

UNIVERSIDADE  
DE LISBOA

**Factores facilitadores da invasibilidade de *Acacia dealbata* em função do uso do solo**

**Sara Isabel Duarte Belo Freixo Coelho**

Dissertação orientada pelas  
Prof.<sup>a</sup> Doutora Cristina Máguas  
Prof.<sup>a</sup> Doutora Otilia Correia

Mestrado em Ecologia e Gestão Ambiental

2014



## RESUMO

Os ecossistemas mediterrânicos compreendem comunidades especializadas particularmente susceptíveis a invasões biológicas. *Acacia dealbata* Link, também conhecida como mimosa, constitui uma das acácias invasoras no Sul da Europa mais agressivas. Tem uma grande afinidade com habitats ripários e perturbação antropogénica. A sua capacidade de regeneração após o corte, fogo ou gelo permite-lhe uma grande resistência à maioria dos tipos de controlo mecânico, facilitando a rápida invasão de novos ambientes.

Este trabalho teve como objectivo contribuir para o conhecimento dos factores facilitadores da invasão por *Acacia dealbata* em diferentes situações de uso do solo. Pretende-se contribuir para uma avaliação do papel das plantações florestais e sua gestão na invasibilidade de *A. dealbata*, bem como o papel das linhas de água e áreas envolventes como facilitadores da invasibilidade. Foram seleccionadas sete plantações florestais e uma linha de água. Para cada plantação foi caracterizada a estrutura do estrato arbóreo, através da densidade, altura e diâmetro médio das árvores, bem como o número e dimensão dos indivíduos de *A. dealbata* presentes, ao longo de um gradiente de distância ao interior da plantação. Para avaliar o potencial invasor de *A. dealbata* ao longo da ribeira foi realizado o estudo da sua população na linha de água e áreas envolventes e respectivo banco de sementes.

Foram identificados dois vectores importantes de dispersão de *Acacia dealbata*: a linha de água, que actua especialmente no transporte de sementes e disponibilidade de recursos, e as estradas/caminhos não alcatroadas, que contribuem para a propagação da invasora. As plantações florestais não constituem locais facilitadores ao estabelecimento e dispersão de *A. dealbata*, pelo contrário, parecem dificultar a propagação da invasora a novos habitats.

*Palavras-chave:* *Acacia dealbata*; gestão; espécies exóticas invasoras; uso do solo; plantações florestais

## ABSTRACT

Mediterranean ecosystems comprise specialized and often highly endemic communities which are particularly endangered by invasive species. *Acacia dealbata* is one of the invasive *Acacia* species in southern Europe. It has a strong association with riparian habitats, roadsides and anthropogenic disturbances. Quickly resprouts following cutting, fire or frost, giving it a high capacity to resist most types of mechanical control, facilitating the rapid invasion of new environments.

The aim of the present study is to contribute to knowledge on *Acacia dealbata* invasion's facilitating factors in different land uses. In order to evaluate the role of forest plantations and their management, streams and surrounding areas as facilitators of invasiveness of *A. dealbata*, seven forest plantations and a watercourse were selected .

Each plantations' structure was characterized by determining the average density, height and diameter of trees, then *A. dealbata*'s individuals were counted and classified by its height, along a gradient of plantation's distance. To assess *Acacia dealbata*'s invasive potential along the watercourse the population study was carried in riverbank and evolving areas, where *A. dealbata*'s individuals were counted, measured respective height and diameter and was evaluated its seed bank.

Were identified two main vectors of acacia spread: the watercourse, which acts especially in the transport of seeds and availability of resources, and no paved roads, contributing to the spread of invasion, promoting acacia's vegetative reproduction. Forest plantations do not promote acacia's establishing and dispersion, instead they prevent it to spread the invasion to new habitats.

*Keywords:* *Acacia dealbata*; management; exotic alien species; land use; forest plantations

## Índice:

|  |    |
|--|----|
| RESUMO.....  | i  |
| ABSTRACT .....   | ii |
| 1. Introdução .....  | 1  |
| 2. Material e Métodos.....   | 6  |
| 2.1 Caracterização dos Locais de Estudo .....  | 6  |
| 2.1.1 Sistema Florestal .....  | 8  |
| 2.1.2 Linha de água .....  | 8  |
| 2.2 Desenho Experimental .....   | 11 |
| 2.2.1 Sistema Florestal .....  | 11 |
| 2.2.2 Linha de água .....  | 14 |
| 2.3 Análise estatística .....  | 17 |
| 3. Resultados .....  | 18 |
| 3.1 Sistema Florestal .....  | 18 |
| 3.1.1 Caracterização da estrutura das plantações florestais .....                      | 18 |
| 3.1.2 A floresta como factor facilitador da invasão por <i>A. dealbata</i> .....       | 19 |
| 3.2 Linha de Água.....   | 23 |
| 3.2.1 Influência da distância à linha de água na dispersão de <i>A. dealbata</i> ..... | 23 |
| 3.2.2 Efeito do uso do solo na estrutura etária da <i>Acacia dealbata</i> .....        | 25 |
| 3.2.3 Banco de sementes .....  | 30 |
| 4. Discussão .....   | 32 |
| 4.1 Sistema Florestal .....  | 32 |
| 4.2 Linha de Água.....   | 34 |
| 4.3 Considerações finais.....  | 36 |
| 5. Referências Bibliográficas .....  | 37 |
| AGRADECIMENTOS .....   | 41 |

## Índice de figuras:

- Fig. 1 Localização dos locais seleccionados: plantações de eucalipto E1, E2, E3, E4; pinhais de pinheiro bravo P1, P2 e P3 e a linha de água -Ribeira de Taveiró..... 7
- Fig. 2 Diagrama termopluviométrico da variação da temperatura média mensal (°C, linha) e precipitação total mensal (mm, barras), valores médios de 1981 a 2010, para a estação de Castelo Branco. (fonte I.P.M.A. (www.ipma.pt))..... 7
- Fig. 3 Localização do troço estudado, caracterização dos usos do solo da área envolvente e esquema ilustrativo dos pontos de amostragem efectuados na Ribeira de Taveiró, com indicação da presença ou ausência de *Acacia dealbata* em cada ponto, dos locais com ocorrência de corte e das parcelas onde foram recolhidas amostras de solo para avaliação do banco de sementes. .... 9
- Fig. 4 Aspecto de alguns dos locais com diferentes usos do solo encontrados ao longo da Ribeira de Taveiró. (A) Bifurcação da linha de água; (B) Represa; (C) Pinhal Bravo; (D) Olival com matos mediterrânicos; (E) Caminho; (F) Acacia; (G) Baldio e (H) Pinhal Manso. ....10
- Fig. 5 Esquema da amostragem. O-Orla: Parcela de 3x3 metros em torno do ponto inicial, centrado na orla da plantação, E-Exterior: Parcela de 3x3 metros centrada a 30m do ponto inicial no exterior da plantação; I-Interior: parcela de 3x3 m centrada a 30m do ponto inicial para o interior da plantação. F: Parcela de 10x10m, centrada a 30m do limite da plantação. A amostragem foi repetida a cada 50 metros ao longo dos limites da plantação, com a excepção da parcela F que foi definida a cada 200m.....11
- Fig. 6 Esquema ilustrativo dos pontos de amostragem efectuados nas plantações com indicação da presença ou ausência de *Acacia dealbata* em cada ponto, de acordo com os estádios de desenvolvimento ilustrados na Fig. 8. N representa o nº de levantamentos efectuados em cada plantação: NE1 = 105; NE2 = 66; NE3 = 36; NE4 = 45; NP1 = 75; NP2 = 30; NP3 = 42 . ....13
- Fig. 7 Esquema da amostragem com localização dos transeptos relativamente à linha de água e identificação das parcelas em Margem (M), Intermédio (I) e Distante (D). Cada transepto é composto por três parcelas e respectivas subparcelas, traçados no sentido da linha de água para o exterior. A parcela de margem é limitada pelo leito da linha de água. Todas as parcelas e subparcelas são quadradas, com 10m e 3m de lado, respectivamente. As três parcelas estão alinhadas e a distância entre elas é de 20m. Os transeptos são definidos para ambos os lados da linha de água.....14
- Fig. 8 Representação dos três estádios de desenvolvimento considerados: (A) Plântulas (até 10 cm); (B) Jovens estabelecidos (entre 10 e 100 cm) e (C) Adultos (superiores a 1 m).....15

|  |    |
|--|----|
| Fig. 9 Percentagem de ocorrência de indivíduos de <i>Acacia dealbata</i> no total dos pontos amostrados por localização no transepto em todas as plantações amostradas de eucaliptal e pinhal (Número de parcelas amostradas em cada localização: $n = 133$ ). .....   | 20 |
| Fig. 10 Percentagem de ocorrência de indivíduos de <i>A. dealbata</i> nas várias localizações das parcelas amostradas, de acordo com espécie florestal ( $n^{\circ}$ parcelas amostradas: $NEucalyptus\ globulus = 252$ e $NPinus\ pinaster = 147$ ) As diferenças significativas entre valores de Pinhal e Eucaliptal estão assinalados nas colunas respectivas com um asterisco. ....  | 20 |
| Fig. 11 Percentagem de ocorrência de indivíduos de <i>A. dealbata</i> nas parcelas amostradas nas plantações florestais estudadas (Eucaliptais – E e Pinhais – P) ( $N^{\circ}$ de parcelas amostradas: $NE1 = 105$ ; $NE2 = 66$ ; $NE3 = 36$ ; $NE4 = 45$ ; $NP1 = 75$ ; $NP2 = 30$ ; $NP3 = 42$ ). .....   | 23 |
| Fig. 12 Número médio de indivíduos de <i>A. dealbata</i> por hectare em função da distância à linha de água. ( $N^{\circ}$ de parcelas: $nMargem = 68$ ; $nIntermédio = 52$ ; $nDistante = 47$ ).....  | 24 |
| Fig. 13 Efeito o uso do solo na distribuição de <i>A. dealbata</i> relativamente à linha de água com estrutura diamétrica e respectiva linha de tendência logarítmica. (A) Acacial-Margem, $N=12$ ; (B) Acacial-Zona Adjacente, $N=8$ ; (C) Caminho-Margem, $N=7$ . Nota: a escala do eixo das abcissas varia de acordo com a grandeza dos dados. ....   | 26 |
| Fig. 14 Estrutura diamétrica e respectiva tendência logarítmica da população de <i>A. dealbata</i> . (A) Sem corte de <i>A. dealbata</i> ( $N=117$ ); (B) Com corte de <i>A. dealbata</i> ( $N=50$ ). Nota: a escala do eixo das abcissas varia de acordo com a grandeza dos dados. ....   | 28 |
| Fig. 15 Efeito do corte na estrutura diamétrica de <i>A. dealbata</i> em diferentes usos do solo e respectiva linha de tendência logarítmica. (A) Acacial com corte ( $n=7$ ) e sem corte ( $n=20$ ); (B) Olival com corte ( $n=20$ ) e sem corte ( $n=9$ ); (C) Baldio com corte ( $n=18$ ) e sem corte ( $n=19$ ) (D) Caminho com corte ( $n=5$ ) e sem corte ( $n=11$ ). Nota: a escala do eixo das abcissas varia de acordo com a grandeza dos dados. .... | 29 |
| Fig. 16 Número médio de sementes por metro quadrado (A) e o número médio de indivíduos <i>A. dealbata</i> por hectare (B) em diferentes áreas envolventes à ribeira (Acacial, Caminho, Eucaliptal, Baldio, Olival e Pinhal Manso) e em função da proximidade à linha de água (Margem e Adjacente).....   | 31 |

## Índice de tabelas:

|   |    |
|---|----|
| Tabela 1 – Localização e caracterização das plantações florestais seleccionadas para estudo. Pinhais (P1 a P3) e Eucaliptais (E1 a E4). (Plant. Flor.: Plantação Florestal; Alt.: Altitude) ...   | 8  |
| Tabela 2 – Distribuição do número de parcelas efectuadas em função da distância à linha de água (Margem e Zona Adjacente) e controlo de <i>A. dealbata</i> (com corte e sem corte) nos diferentes tipos de uso do solo. ....  | 15 |
| Tabela 3 – Distribuição do número de subparcelas para avaliação do banco de sementes em função da distância à linha de água (Margem e Zona Adjacente) nos diferentes tipos de uso do solo. ....   | 16 |
| Tabela 4 – Caracterização das plantações florestais seleccionadas para estudo. Pinhais (P1 a P3) e Eucaliptais (E1 a E4). (Plant. Flor.: plantações florestais; Trans.: número de transeptos realizados por plantação; Dens.(árv/ha): densidade da plantação em número de árvores por hectare; DAP: Diâmetro médio à altura do peito; Alt.: Altura; na: não aplicável).....               | 18 |
| Tabela 5 – Caracterização do subcoberto das plantações florestais seleccionadas: Pinhais (P1 a P3) e Eucaliptais (E1 a E4). (Plant. Flor.: plantações florestais; % Cobertura: percentagem de cobertura média; Altura: altura média do subcoberto; Tipos de Raunkier: tipo biológico dominante segundo a classificação de Raunkier; Folhada: altura aproximada da camada de folhada)..... | 19 |
| Tabela 6 – Distribuição de indivíduos de <i>A. dealbata</i> por diferentes classes de tamanho nas plantações estudadas no gradiente de distância à plantação (Interior, Orla e Exterior), percentagem de ocorrência de plântulas e número de indivíduos por hectare (Jovens e Adultos) (ver Fig. 8):.....   | 23 |
| Tabela 7 – Relatório detalhado da Correlação Gama entre a distância à linha de água e o número de sementes por metro quadrado e entre o número de indivíduos por hectare e o número de sementes por metro quadrado. As correlações são significativas para $p < 0,05000$ . ....   | 31 |

## 1. Introdução

Espécies invasoras são espécies exóticas que têm a capacidade de estabelecer populações ao longo de vários ciclos de vida, produzindo descendência fértil, muitas vezes em número elevado e com capacidade de dispersar ao longo de grandes distâncias, possivelmente levando a efeitos adversos no habitat invadido (Richardson & Rejmanek 2011). As plantas exóticas invasoras em particular têm tido um protagonismo crescente devido aos prejuízos económicos a elas associados (Pimentel *et al.* 2001). A invasão por exóticas é considerada uma das maiores ameaças à biodiversidade terrestre (Lorenzo *et al.* 2011), condicionando a sobrevivência de comunidades nativas e consequentemente dos ecossistemas naturais, competindo directamente pelos recursos do meio e alterando os processos do ecossistema (Vitousek 1990), como por exemplo os ciclos hidrológico e de nutrientes, a frequência e/ou intensidade de fogos ou a redução da biodiversidade nativa (Chapin *et al.* 2000; Grund *et al.* 2005; Liao *et al.* 2008). A existência de plantas invasoras leva ao decréscimo substancial na abundância de espécies nativas nos ambientes em que são introduzidas, estabelecendo com frequência monoculturas nos habitats que invadem (Daehler 2003; Lorenzo *et al.* 2011). A competição por luz, água e nutrientes e os mecanismos alelopáticos são factores que contribuem para que grandes povoamentos mono-específicos de espécies invasoras sejam extremamente difíceis de colonizar por espécies nativas (Carballeira & Reigosa 1999; Lorenzo *et al.* 2010). A pressão de propágulos e a actividade antropogénica está significativamente associada com a invasibilidade e este padrão é geralmente consistente em todos os taxa e estádios de invasão (Colautti *et al.* 2006; Lorenzo *et al.* 2010). Os factores de perturbação mais importantes, associados à intervenção do homem, que têm contribuído para a invasibilidade por espécies exóticas são o uso do solo e o fogo (Spooner 2005). A vulnerabilidade de uma comunidade à invasão é determinada tanto pelas características da espécie invasora como pelos atributos do ecossistema (Richardson & Pysek 2006; Hellmann *et al.* 2011).

Os ecossistemas mediterrânicos compreendem comunidades especializadas, frequentemente endémicas, particularmente susceptíveis a invasões biológicas (Medail & Quezel 1999; Gritti *et al.* 2006; Chytry *et al.* 2009; Gaertner *et al.* 2009; Gasso *et al.* 2009). A vegetação mediterrânica nativa tem tipicamente mecanismos de adaptação para minimizar as perdas de água, como forte controlo estomático, folhas esclerófilas e/ou alterações sazonais no rácio raiz/ parte aérea, para assim permitir a sobrevivência a períodos de seca no Verão (Werner & Correia 1996; Werner *et al.* 1999, 2002; Rascher *et al.* 2011). Em Portugal, o número de taxa de plantas não indígenas tem aumentado estando o género *Acacia* spp bem representado nas espécies invasoras mais problemáticas (Domingues de Almeida & Freitas

2001, 2006). As árvores da família das leguminosas são relativamente raras em ecossistemas mediterrânicos naturais e podem ter grandes impactos no seu funcionamento (Werner *et al.* 2010), através de mecanismos de feedback positivo por aumentar a disponibilidade de recursos, principalmente de azoto, e promover o crescimento não só de espécies nativas como das próprias espécies invasoras (Yelenik *et al.* 2004).

*Acacia* spp. são espécies arbóreas e arbustivas (fanerófitos) fixadores de azoto (Sheppard *et al.* 2006). São valorizadas pelas suas flores (comércio directo e apicultura), madeira de qualidade e por providenciar uma rápida cobertura em áreas áridas (Sheppard *et al.* 2006). O género *Acacia* inclui aproximadamente 1300 espécies, a maioria originárias da Austrália e Tasmânia (Fuentes-Ramirez *et al.* 2011), das quais 320 são consideradas espécies invasoras em alguma parte do mundo. A subfamília Mimosoideae é exótica para a Europa (Sheppard *et al.* 2006; Fuentes-Ramirez *et al.* 2011). As espécies de acácia pertencem à lista das 10 plantas exóticas invasoras mais perigosas de Portugal e das Ilhas do Mediterrâneo, encontrando-se incluídas na lista das 30 plantas exóticas invasoras mais perigosas de Espanha e França (Lowe *et al.* 2000; Sheppard *et al.* 2006). A invasão por estas espécies ameaça os habitats nativos por competição com a vegetação indígena, substituindo comunidades herbáceas, reduzindo a biodiversidade nativa e homogeneizando as comunidades (Fuentes-Ramirez *et al.* 2010; Lorenzo *et al.* 2010; Fuentes-Ramirez *et al.* 2011). Invade facilmente maquis mediterrânicos e sistemas dunares, com ou sem floresta, ao longo da costa Atlântica de Espanha e Portugal, assim como vertentes de auto-estradas e terrenos baldios nos arredores das localidades (Sheppard *et al.* 2006). As espécies invasoras arbóreas dependem especialmente dos regimes de perturbação para ser bem-sucedidas, já que a maioria destas são intolerantes ao ensombramento e requerem uma grande disponibilidade de recursos para o seu estabelecimento, são normalmente espécies pioneiras colonizadoras, com rápido crescimento, fácil reprodução com elevada produção de sementes, a maioria delas está adaptada a radiação solar directa e tolera grandes períodos de seca (Fuentes-Ramirez *et al.* 2011).

*Acacia dealbata* Link, também conhecida como mimosa, constitui uma das 10 acácias invasoras ou naturalizadas no Sul da Europa de origem Australiana (Sheppard *et al.* 2006) e é provavelmente a espécie mais amplamente distribuída em França, Itália, Portugal e Espanha (Sheppard *et al.* 2006; Lorenzo *et al.* 2010), estando documentada como espécie invasora também na África do Sul e Madagáscar (Lorenzo *et al.* 2010). Foi introduzida na Europa em 1790, como espécie ornamental, tendo sido plantada no século XIX em diversas áreas do Sul da Europa (Sheppard *et al.* 2006; Lorenzo *et al.* 2010). Após a sua introdução, estabeleceu-se com sucesso em áreas de clima Atlântico e Mediterrânico (Lorenzo *et al.* 2010), tendo invadido o Sul de França por volta de 1860 (Sheppard *et al.* 2006). A sua relação

com a perturbação antropogénica é considerada um dos factores mais importantes para a propagação da invasão a diversas áreas mediterrânicas (Spooner 2005; Lorenzo *et al.* 2010; Fuentes-Ramirez *et al.* 2011). Em Portugal, o género *Acacia* foi introduzido no início do século XX para estabilizar dunas e para fins ornamentais (Marchante *et al.* 2008, 2009; Werner *et al.* 2010). Em meados do séc. XX, segundo informação de algumas pessoas locais, foi semeada *Acacia dealbata* em algumas zonas do distrito de Castelo Branco, ainda que sem grande sucesso, com o objectivo de obtenção de taninos para o curtume das peles (com. pessoal).

Algumas das características que fazem desta espécie uma invasora bem-sucedida são: a plasticidade fenotípica, que permite a sua adaptação e sucesso em diferentes tipos de ambientes (Pohlman *et al.* 2005); a dimensão e prevalência do banco de sementes que forma, a grande capacidade de regeneração vegetativa por raiz e touça após a perturbação, por exemplo por fogo ou corte (Sheppard *et al.* 2006) e as suas propriedades alelopáticas, inibindo o crescimento e estabelecimento das espécies nativas vizinhas (Carballeira & Reigosa 1999; Lorenzo *et al.* 2010). Na Península Ibérica invade bosques nativos, áreas aráveis abandonadas (Carballeira & Reigosa 1999), cursos de água e áreas protegidas (Lorenzo *et al.* 2011). Apesar do seu *status* de intolerante ao ensombramento consegue adaptar-se e crescer rapidamente em condições de ensombramento da floresta (Fuentes-Ramirez *et al.* 2011). Tem uma grande associação com habitats ripários, a envolvimento de estradas e outros tipos de perturbação antropogénica (Fuentes-Ramirez *et al.* 2011). Na Europa, mais concretamente em Espanha e Portugal, *A. dealbata* ocupa regiões húmidas temperadas que tenham sido severamente afectadas por fogos florestais nos últimos anos (Martinez *et al.* 2009), pelo que a área invadida está em expansão e a *A. dealbata* está a tornar-se uma espécie mais perigosa nestes locais (Lorenzo *et al.* 2010).

Na área de distribuição nativa de *A. dealbata* esta ocorre em florestas secas de esclerófilas, em encostas e em margens de cursos de água em solos ácidos, podendo atingir alturas superiores a 15m (Sheppard *et al.* 2006). *A. dealbata* suporta longos períodos de seca, distribuindo-se sobretudo por áreas áridas e semiáridas. Habita áreas acima dos 500 mm de precipitação, normalmente a altitudes entre 350 e 1 000 metros acima do nível do mar (May & Attiwill 2003; Lorenzo *et al.* 2010). No seu habitat natural, *A. dealbata* é comum numa ampla variedade de comunidades vegetais, desde florestas secas e húmidas a matos de gramíneas e vegetação rasteira e ecossistemas ripários (Lorenzo *et al.* 2010).

*Acacia dealbata* é reconhecida ao longo do Sul da Europa pela grande quantidade de pequenas flores amarelas que produz, podendo ser interpretado como um indicador de saúde da população e persistência no ambiente. Apesar da produção de flores, frutos e sementes, estas não contribuem obrigatoriamente para a expansão das plantas (Broadhurst & Young

2006). Apesar de não existirem muitos estudos sobre a sua reprodução vegetativa, é bem conhecida a forte capacidade que algumas espécies de *Acacia sp.* têm de crescimento vegetativo (Spooner 2005; Broadhurst & Young 2006), sendo um dos maiores mecanismos de dispersão na Europa para algumas espécies de Acácia (Lorenzo *et al.* 2010). A sua capacidade de regeneração após o corte, fogo ou gelo (Sheppard *et al.* 2006), permite às plantas uma grande resistência à maioria dos tipos de controlo mecânico, facilitando a rápida invasão de novos ambientes (Lorenzo *et al.* 2010).

Devido à presença de arilo branco nas suas sementes, é provável que estas possam ser transportadas por formigas (mirmecocoria), o que poderá ser importante para a dispersão de *A. dealbata* em novos habitats (Lorenzo *et al.* 2010). Na Austrália, as sementes de *A. dealbata* têm taxas elevadas de infestação por parasitas (particularmente coleópteros bruquídeos), os quais é possível que não estejam presentes na Europa (Lorenzo *et al.* 2010). Quando a espécie invasora é significativamente afectada por uma ou mais espécies coexistentes na sua distribuição nativa, a sua introdução num local onde estas não estejam presentes pode constituir uma vantagem para a sua proliferação (Daehler 2003).

A elevada riqueza específica em algumas zonas ripárias pode em parte ser explicada com a heterogeneidade do habitat, assim como pela elevada frequência de regimes de perturbação natural (Pollock *et al.* 1998), denominados recursos de elevada perturbação intrínseca, os quais podem contribuir para a susceptibilidade à invasão (Pysek & Prach 1994). As espécies exóticas em sistemas ripários portugueses representam uma pequena percentagem de todas as espécies encontradas, ao contrário do que acontece noutras partes do mundo (Aguiar *et al.* 2001). Em rios semiáridos do sudeste Espanhol foi encontrado igualmente um baixo nível de riqueza exótica (Tabacchi *et al.* 1996). Apesar da proporção de taxa exótica ser reduzida, a sua cobertura ao longo dos rios ibéricos pode ser elevada numa base per-site, não devendo portanto ser considerada apenas a riqueza, mas a sua abundância. A invasibilidade de zonas ripárias por exóticas é específica de cada local e depende sobretudo de três factores interrelacionados: o tipo do segmento do rio, as características biológicas das espécies presentes local e regionalmente, e a perturbação antropogénica no interior do canal ripícola e na paisagem envolvente (Aguiar *et al.* 2001).

Pertencendo ao grupo dos três únicos países europeus exportadores de produtos florestais, Portugal é um dos países da União Europeia onde o sector florestal representa um maior peso no PIB e 12% das exportações nacionais (Soporcel 2003). Em área, a ocupação florestal nacional é dominada pelo eucalipto (812 mil ha), seguindo-se o sobreiro (737 mil ha), e em terceiro lugar o pinheiro-bravo (714 mil ha). Sendo que 35,4% do território nacional continental é ocupado por floresta de produção (ICNF 2013). Associada à perturbação que lhes é

inerente, as florestas de produção em Portugal reúnem características favoráveis ao estabelecimento de comunidades de *Acacia* sp., tanto pelo corte frequente, limpeza de matos, abertura de estradas e circulação frequente de veículos como pela degradação do subcoberto vegetal no interior da floresta. No caso particular do *Eucalyptus globulus* Labill, a principal espécie florestal em Portugal, há estudos que apontam para um decréscimo da sua produtividade quando *Acacia* sp. ocorre no interior das plantações (Paulino 2009). Conhecer a importância na invasão por *Acacia* sp., destes locais constitui um passo importante no controlo das comunidades de exóticas que se têm vindo a estabelecer no país, através de medidas de gestão direccionadas para esse efeito.

O sucesso das espécies invasoras perante as espécies nativas depende das condições específicas do local, de modo que o tipo de gestão deve ser adaptado a cada situação (Daehler 2003). Para impedir a propagação de uma invasora é importante tomar medidas de gestão cujos objectivos passem por detectar as condições adversas e aquelas especialmente favoráveis às espécies invasoras (Fuentes-Ramirez *et al.* 2011).

Assim este trabalho teve como principal **objectivo**:

Contribuir para o conhecimento dos factores facilitadores da invasão por *Acacia dealbata* em diferentes situações de uso do solo. O estudo foi realizado em dois sistemas diferentes:

- (i) Avaliação da gestão das plantações florestais na facilitação da invasão e estabelecimento de *Acacia dealbata*.
- (ii) Avaliação da importância de linhas de água e tipos de uso do solo associados à dispersão e estabelecimento de *Acacia dealbata*.

## 2. Material e Métodos

De acordo com os objectivos do trabalho proposto, de forma a contribuir para uma avaliação do papel das plantações florestais e sua gestão na invasibilidade de *A. dealbata*, bem como o papel das linhas de água e áreas envolventes, como facilitadoras da invasibilidade, foram seleccionadas várias plantações florestais e uma linha de água.

### 2.1 Caracterização dos Locais de Estudo

Os locais de estudo seleccionados situam-se em diferentes zonas na região centro de Portugal, onde a invasão por *Acacia dealbata* tem sido observada, invadindo não só áreas florestais como zonas abandonadas, cursos de água e manchas de floresta nativa, nos municípios de Fundão, Penamacor, Abrantes, Mação e Pampilhosa-da-Serra. Foram seleccionadas 4 plantações de eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill), identificadas como E1, E2, E3 e E4, 3 pinhais de pinheiro bravo (*Pinus pinaster* Aiton), identificados como P1, P2 e P3 e um troço da Ribeira de Taveiró, localizada entre o eucaliptal E1 e o pinhal P1 (Fig. 1). A selecção dos locais foi realizada com a ajuda de Técnicos Florestais do Grupo Portucel Soporcel (GPS) e visitas de campo à região.

A região em estudo caracteriza-se por clima temperado com Verão seco, segundo a classificação de Köppen-Geiger. A caracterização climática foi feita com bases nos dados das normais climatológicas da estação de Castelo Branco (Localização: Lat. 39°50'N; Lon. 07°28'W; Alt. 386m; Período de funcionamento: desde 1986), disponíveis na página do IPMA, das quais resultou o diagrama termopluviométrico da Fig. 2 que representa a variação anual média da temperatura do ar e valores da precipitação total mensal. A temperatura média anual para o período representado é de 16 °C e a precipitação total anual de 783 mm.

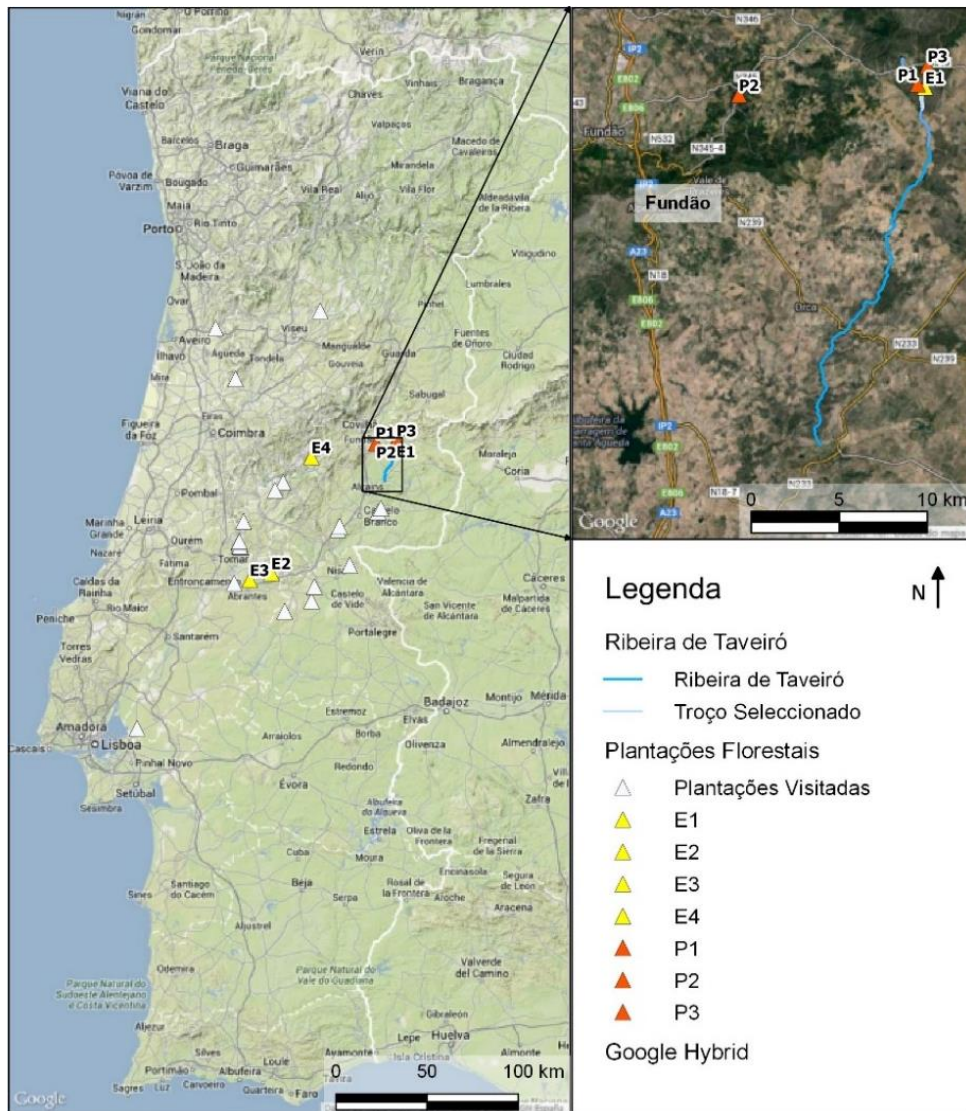


Fig. 1 Localização dos locais seleccionados: plantações de eucalipto E1, E2, E3, E4; pinhais de pinheiro bravo P1, P2 e P3 e a linha de água -Ribeira de Taveiró.

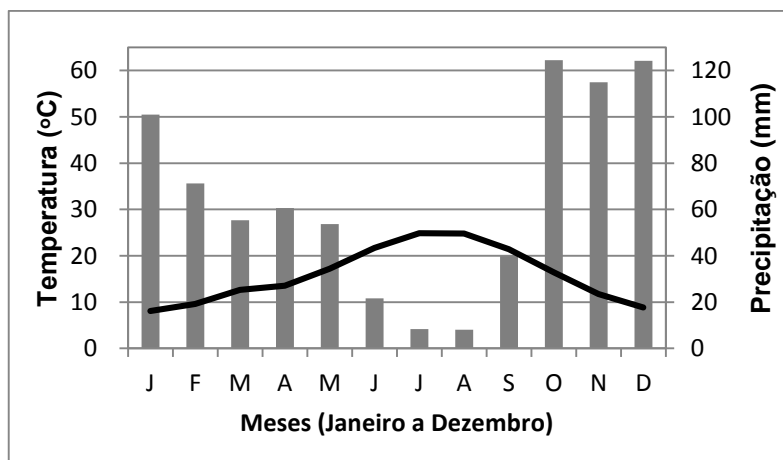


Fig. 2 Diagrama termopluiométrico da variação da temperatura média mensal (°C, linha) e precipitação total mensal (mm, barras), valores médios de 1981 a 2010, para a estação de Castelo Branco. (fonte I.P.M.A. ([www.ipma.pt](http://www.ipma.pt))).

### 2.1.1 Sistema Florestal

Para a selecção das zonas florestais, quer de eucaliptal quer de pinhal, foi considerado como critério a presença de pelo menos uma árvore adulta de *Acacia dealbata* nos 50 metros adjacentes a qualquer um dos seus limites. Foram seleccionadas sete plantações florestais, quatro das quais correspondem a eucaliptais de *Eucalyptus globulus* e as restantes três a pinhais de *Pinus pinaster*.

Os três pinhais seleccionados localizam-se no município do Fundão, em zonas não declivosas e com áreas entre 0,7 e 3,5 ha e altitude variável de 400 a 530m. Dois dos pinhais apresentam uma estrada e uma faixa de protecção de linha eléctrica na sua orla e o outro encontra-se adjacente a uma linha de água. Os eucaliptais têm localizações mais distantes entre si, sendo que se distribuem por Penamacor, Abrantes, Mação e Pampilhosa-da-Serra. Três dos eucaliptais localizam-se em encostas, orientadas a Norte e a Este, e os restantes localizam-se em zonas relativamente planas. As altitudes dos quatro locais variam desde 110 a 511 m. As áreas das plantações são igualmente muito variáveis, entre 1,3 ha e 18,8 ha. Um dos eucaliptais encontra-se junto a uma estrada e dois têm na sua orla linhas de água (Tabela 1).

Tabela 1 – Localização e caracterização das plantações florestais seleccionadas para estudo. Pinhais (P1 a P3) e Eucaliptais (E1 a E4). (Plant. Flor.: Plantação Florestal; Alt.: Altitude)

| <i>Plant. Flor.</i> | <i>Local</i>        | <i>Relevo</i> | <i>Alt. (m)</i> | <i>Área (ha)</i> |
|---------------------|---------------------|---------------|-----------------|------------------|
| <i>E1</i>           | Penamacor           | Plano         | 437             | 18,8             |
| <i>E2</i>           | Mação               | Encosta N     | 250             | 4,9              |
| <i>E3</i>           | Abrantes            | Encosta E     | 110             | 1,3              |
| <i>E4</i>           | Pampilhosa-da-Serra | Encosta E     | 511             | 2,5              |
| <i>P1</i>           | Fundão              | Plano         | 400             | 8,6              |
| <i>P2</i>           | Fundão              | Plano         | 530             | 0,7              |
| <i>P3</i>           | Fundão              | Plano         | 415             | 3,5              |

### 2.1.2 Linha de água

Foi seleccionado um troço da Ribeira de Taveiró, a linha de água situada entre os municípios de Fundão e Penamacor, de cerca de 1800 m e inserido na zona de exploração florestal dentro da qual se incluem as plantações E1 e P1 (Fig. 1). Corresponde a um local com bastante intervenção humana tanto das margens como do leito. Contém uma pequena represa, a partir da qual existe uma bifurcação. Nas suas margens é evidente a invasão por *Acacia dealbata*. As áreas envolventes ao local seleccionado apresentam diferentes usos do solo, desde plantações de *Eucalyptus globulus*, *Pinus pinaster* e *Pinus pinea*, Olival e terrenos baldios

(Fig. 3 e Fig. 4). A área de estudo é atravessada por diversos caminhos, alguns dos quais com tráfego diário de veículos motorizados e/ou de tracção animal.

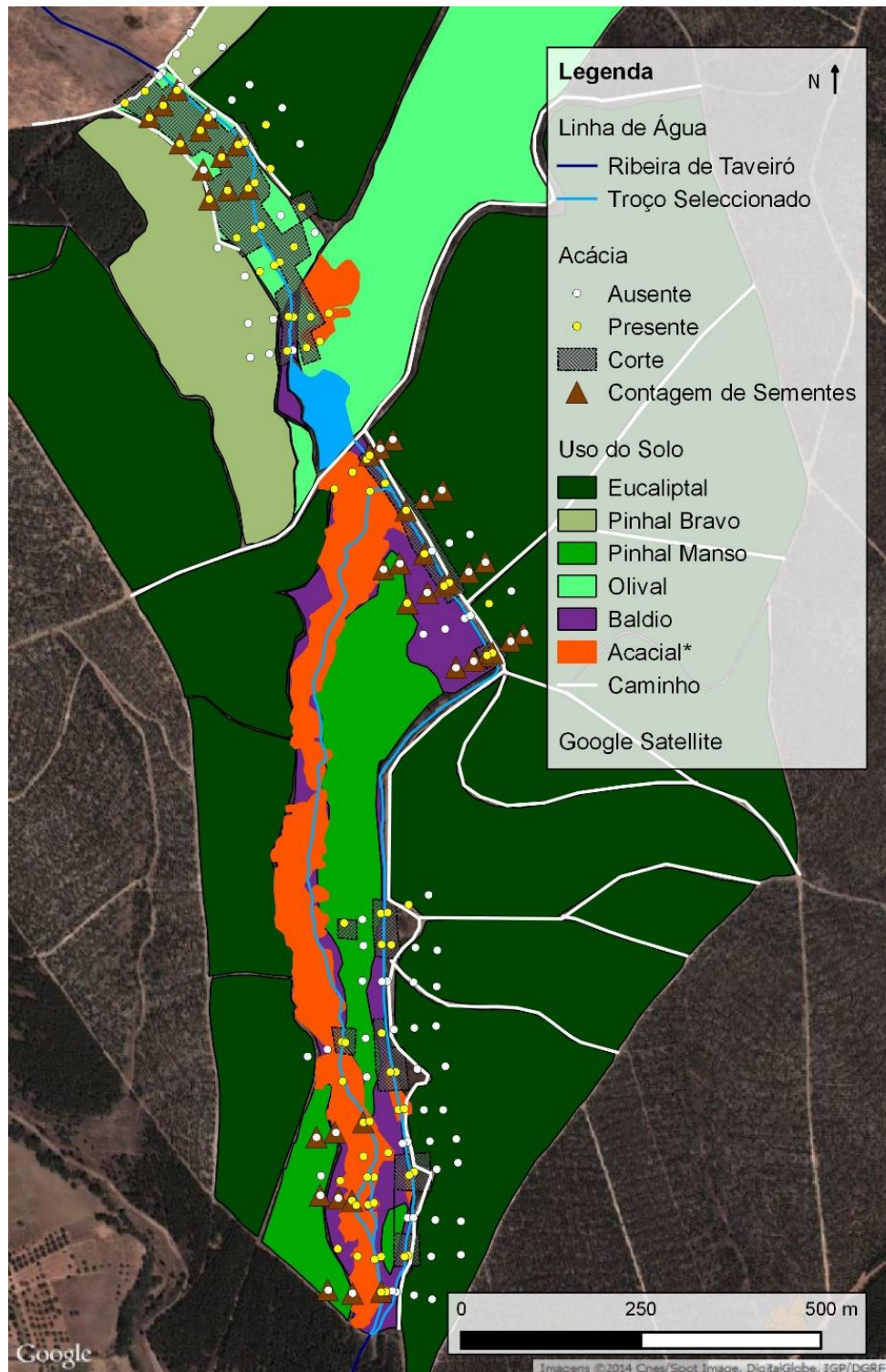


Fig. 3 Localização do trecho estudado, caracterização dos usos do solo da área envolvente e esquema ilustrativo dos pontos de amostragem efectuados na Ribeira de Taveiró, com indicação da presença ou ausência de *Acacia dealbata* em cada ponto, dos locais com ocorrência de corte e das parcelas onde foram recolhidas amostras de solo para avaliação do banco de sementes.



Fig. 4 Aspecto de alguns dos locais com diferentes usos do solo encontrados ao longo da Ribeira de Taveiró. (A) Bifurcação da linha de água; (B) Represa; (C) Pinhal Bravo; (D) Olival com matos mediterrânicos; (E) Caminho; (F) Acacial; (G) Baldio e (H) Pinhal Manso.

## 2.2 Desenho Experimental

### 2.2.1 Sistema Florestal

Os estudos foram realizados em 7 plantações florestais seleccionadas: 4 eucaliptais e 3 pinhais. Em cada plantação foi caracterizada: (i) estrutura do estrato arbóreo através da determinação da sua densidade, altura e diâmetro médio das árvores e (ii) número de indivíduos de *A. dealbata* presentes e as suas dimensões ao longo de um gradiente de distância ao interior da plantação.

Para o estudo da estrutura da plantação (i) foram estabelecidas parcelas de 100m<sup>2</sup> (10 m x 10 m), com o centro localizado a 30 m do extremo da plantação (Fig. 5). Estas parcelas de 100m<sup>2</sup> foram localizadas no interior da plantação e distanciadas entre si no mínimo 200m, o número de parcelas realizadas variou de 3 a 4 nos eucaliptais e de 3 a 5 nos pinhais. Em cada uma destas parcelas foi contabilizado o número de árvores da espécie dominante (eucalipto ou pinheiro), foi realizada a medição da circunferência à altura do peito de todas as árvores presentes para posterior cálculo do Diâmetro à Altura do Peito (DAP). Para cada plantação foi determinada a altura das árvores com o auxílio de um hipsómetro digital e registados alguns factores topográficos, como a exposição, tipo de relevo, presença de linhas de água, linhas de alta tensão e estradas.

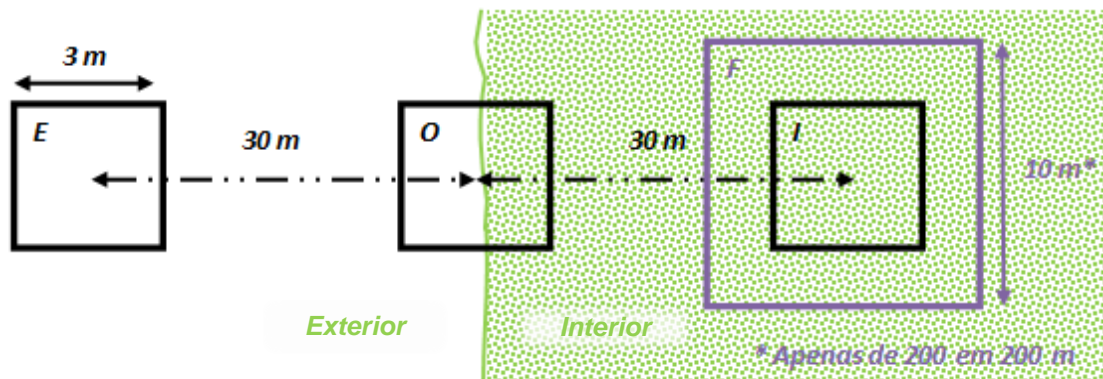


Fig. 5 Esquema da amostragem. O-Orla: Parcela de 3x3 metros em torno do ponto inicial, centrado na orla da plantação, E-Exterior: Parcela de 3x3 metros centrada a 30m do ponto inicial no exterior da plantação; I-Interior: parcela de 3x3 m centrada a 30m do ponto inicial para o interior da plantação. F: Parcela de 10x10m, centrada a 30m do limite da plantação. A amostragem foi repetida a cada 50 metros ao longo dos limites da plantação, com a excepção da parcela F que foi definida a cada 200m.

Para avaliação do número de indivíduos de *A. dealbata* (ii) foram estabelecidos transeptos cujo ponto central se localizou no limite da plantação (Orla- O), um ponto para o interior da mesma (Interior- I) e um para o exterior (Exterior - E), ambos distanciados 30 metros do ponto inicial. Em cada um destes pontos foram estabelecidas parcelas de 9 m<sup>2</sup> (3x3 metros) de acordo com o esquema da Fig. 5. Os transeptos foram realizados ao longo de todo o perímetro da plantação e distanciados entre si de 50 m, o número de transeptos realizados variou de 12 a 35 nos eucaliptais e de 10 a 25 nos pinhais, cada um com 3 parcelas cada (Fig. 6). O início da amostragem de cada limite da plantação foi sempre a 30 m do seu vértice, assegurando que as parcelas localizadas no interior da plantação nunca se encontrem a menos de 20m do seu exterior para nenhuma direcção (Fig. 5). Em cada uma destas parcelas foram contados todos os indivíduos jovens (até 2 metros) e adultos (superiores a 2 metros) de *A. dealbata* e registada a ocorrência ou não de plântulas. Foi estimada nas mesmas parcelas a percentagem do subcoberto e registada a sua altura média e o tipo biológico de Raunkier dominante (Odum 2004).

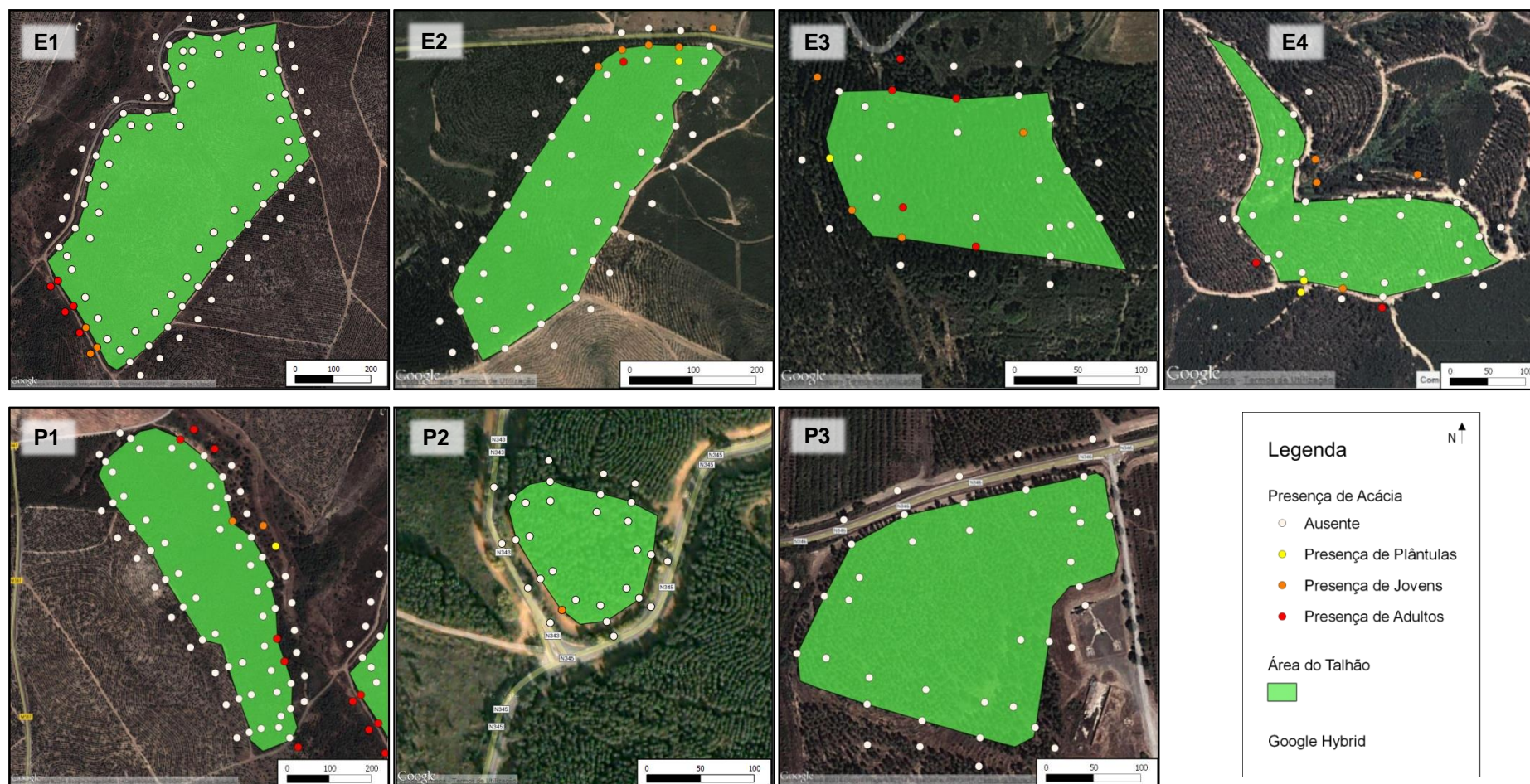


Fig. 6 Esquema ilustrativo dos pontos de amostragem efectuados nas plantações com indicação da presença ou ausência de *Acacia dealbata* em cada ponto, de acordo com os estádios de desenvolvimento ilustrados na Fig. 8. N representa o nº de levantamentos efectuados em cada plantação:  $N_{E1} = 105$ ;  $N_{E2} = 66$ ;  $N_{E3} = 36$ ;  $N_{E4} = 45$ ;  $N_{P1} = 75$ ;  $N_{P2} = 30$ ;  $N_{P3} = 42$ .

## 2.2.2 Linha de água

Para avaliar o potencial invasor de *Acacia dealbata* ao longo ribeira foi realizado o estudo da população na linha de água e áreas envolventes e respectivo banco de sementes.

### *Avaliação da população de A. dealbata ao longo da linha de água e áreas envolventes*

Foram estabelecidos transeptos de 70 metros de comprimento para cada lado do troço seleccionado da linha de água, perpendiculares à mesma e afastados entre si 50 metros. Ao longo de cada transepto estabeleceram-se três parcelas de 100m<sup>2</sup> (10x10m), distanciadas 20 m entre si, a primeira das quais foi localizada na linha de margem. Cada parcela definida foi georreferenciada com um dispositivo de GPS. Dentro de cada parcela foi definida uma subparcela de 9 m<sup>2</sup> (3 x 3m), cujo lado centra o limite de parcela mais próximo da linha de água (Fig. 7).

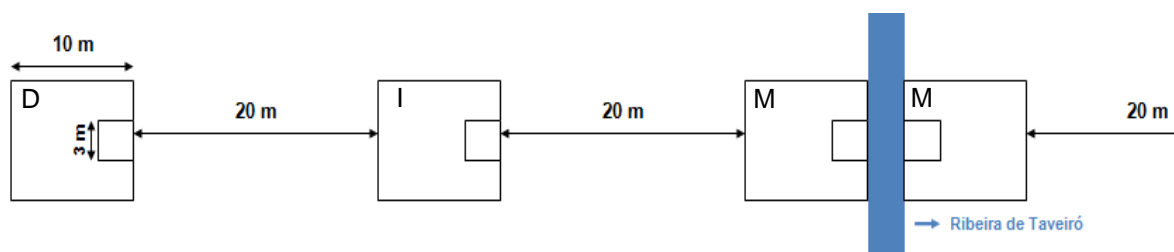


Fig. 7 Esquema da amostragem com localização dos transeptos relativamente à linha de água e identificação das parcelas em Margem (M), Intermédio (I) e Distante (D). Cada transepto é composto por três parcelas e respectivas subparcelas, traçados no sentido da linha de água para o exterior. A parcela de margem é limitada pelo leito da linha de água. Todas as parcelas e subparcelas são quadradas, com 10m e 3m de lado, respectivamente. As três parcelas estão alinhadas e a distância entre elas é de 20m. Os transeptos são definidos para ambos os lados da linha de água.

Estes transeptos foram estabelecidos nos diferentes usos do solo ao longo da linha de água. Na zona de bifurcação, sempre que a segunda ou terceira parcela de um transepto ficasse a menos de 30 ou 60m da linha de água adjacente, esta não foi estabelecida. Cada parcela foi inicialmente designada consoante a sua distância à linha de água em: Margem (M), quando o limite da parcela é adjacente ao leito da ribeira, Intermédio (I), as parcelas localizadas a 30 metros da linha de água, e Distante (D), fora da zona adjacente à linha de água (Aguiar *et al.* 2001). As parcelas foram também caracterizadas de acordo com o uso do solo dominante: eucaliptal, pinhal bravo, olival, baldio e pinhal manso. Foram ainda categorizadas como Acacial todas as parcelas nas quais a população de *A. dealbata* existente tornou impossível a determinação do uso do solo original e como Caminho as parcelas nas quais o caminho e respectivas bermas ocupassem a maior parte do solo. (Tabela 2) (Fig. 4)

Tabela 2 – Distribuição do número de parcelas efectuadas em função da distância à linha de água (Margem e Zona Adjacente) e controlo de *A. dealbata* (com corte e sem corte) nos diferentes tipos de uso do solo.

| Tipos de Uso do Solo | Margem    |           | Zona Adjacente |           | Total geral |
|----------------------|-----------|-----------|----------------|-----------|-------------|
|                      | com corte | sem corte | com corte      | sem corte |             |
| <i>Acacial</i>       | 7         | 12        | -              | 8         | 27          |
| <i>Caminho</i>       | 4         | 7         | 1              | 4         | 16          |
| <i>Eucaliptal</i>    | -         | -         | -              | 37        | 37          |
| <i>Baldio</i>        | 16        | 8         | 2              | 11        | 37          |
| <i>Olival</i>        | 9         | 5         | 11             | 4         | 29          |
| <i>Pinhal Bravo</i>  | -         | -         | -              | 10        | 10          |
| <i>Pinhal Manso</i>  | -         | -         | -              | 11        | 11          |
| <i>Total geral</i>   | 36        | 32        | 14             | 85        | 167         |

Para avaliar a estrutura demográfica da comunidade de *A. dealbata* e facilitar a contagem do número de plantas de *A. dealbata* foram estabelecidas três classes de tamanho de acordo com o seu desenvolvimento: (1) indivíduos maiores que 1 m de altura, (2) indivíduos entre 10 cm a 1 m de altura e (3) plântulas, indivíduos com altura inferior a 10 cm, adaptado de Rascher *et al.* (2011) (Fig. 8). As plântulas e os indivíduos jovens (de altura inferior a 1m) foram contados na subparcela de 9m<sup>2</sup>. Na parcela de 100m<sup>2</sup> foram contados todos os indivíduos adultos (com altura superior a 1m), tendo-se medido a altura e circunferência basal do tronco de todos os indivíduos. Estas medições foram realizadas entre Maio e Junho de 2013, após o período das chuvas, que favorecem a germinação de algumas sementes presentes no solo, e já no período seco que por sua vez contribui para a mortalidade de algumas plântulas.

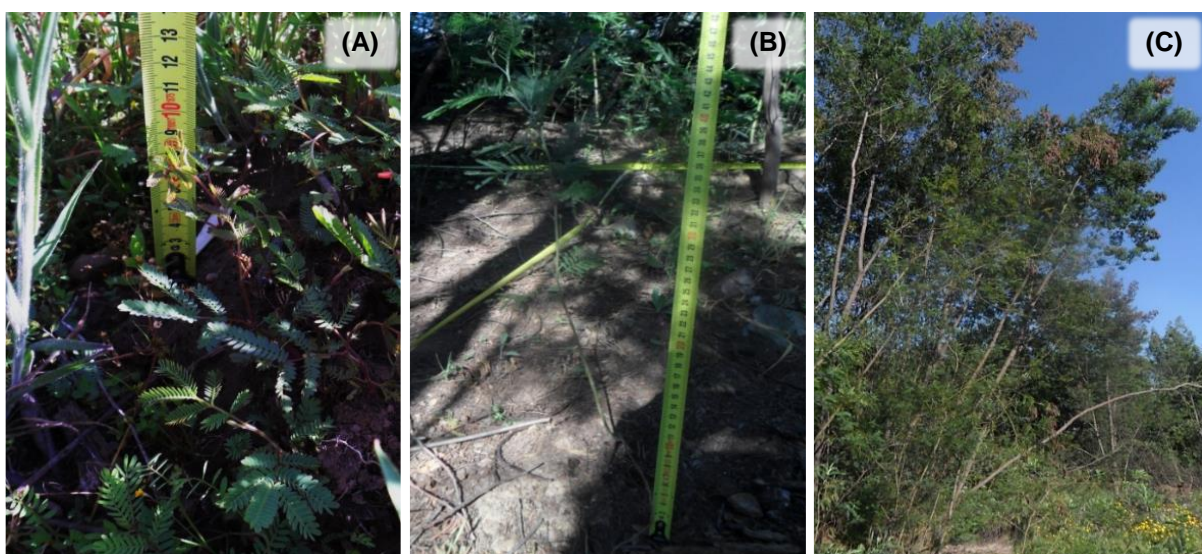


Fig. 8 Representação dos três estádios de desenvolvimento considerados: (A) Plântulas (até 10 cm); (B) Jovens estabelecidos (entre 10 e 100 cm) e (C) Adultos (superiores a 1 m).

No decorrer da amostragem foram observados indícios de corte de *A. dealbata*. Sempre que uma parcela apresentava alguma evidência de corte de plantas de *A. dealbata* adultas, esta foi assinalada. Por observação de imagens consecutivas no *software* Google Earth, a ocorrência do corte foi localizada no tempo entre 11 de Abril de 2011 e 16 de Agosto de 2012. Na Tabela 2 apresenta-se um resumo do número de parcelas estudadas para cada uma das situações relativamente ao uso do solo e controlo de *A. dealbata* (corte). No total foram amostradas 167 parcelas, das quais 68 de Margem e as restantes 99 de Zona Adjacente nesta última zona o número de parcelas com controlo de *A. dealbata* foi muito reduzido, apenas 14 de 99. Foram considerados 7 diferentes unidades de uso do solo (Tabela 2).

#### *Avaliação do banco de sementes de A. dealbata*

A avaliação do banco de sementes foi realizada em amostras de solo em catorze dos transeptos realizados para o estudo da população (Fig. 7). Os transeptos foram escolhidos de modo que houvesse um mínimo de três transeptos adjacentes cuja parcela de margem tivessem o mesmo tipo de uso do solo. O número total de amostras por área encontra-se resumido na Tabela 3. As amostras de solo foram realizadas dentro da subparcela de 9m<sup>2</sup> pré definida, consistindo de 4 amostras retiradas em cada um dos seus cantos. A amostra de solo foi realizada numa área de 10 x 10cm até uma profundidade de cerca de 8cm num total de 0,8 dm<sup>3</sup> de solo. As amostras de solo foram recolhidas em Agosto de 2013, após a queda e abertura de algumas vagens. As sementes foram separadas do solo remanescente à lupa e contabilizadas, com a ajuda de agulha e um pequeno pincel.

Tabela 3 – Distribuição do número de subparcelas para avaliação do banco de sementes em função da distância à linha de água (Margem e Zona Adjacente) nos diferentes tipos de uso do solo.

| <i>Tipos de Uso do Solo</i> | <i>Margem</i> | <i>Zona Adjacente</i> | <i>Total geral</i> |
|-----------------------------|---------------|-----------------------|--------------------|
| <i>Acacial</i>              | 3             | -                     | 3                  |
| <i>Caminho</i>              | 4             | -                     | 4                  |
| <i>Eucaliptal</i>           | -             | 8                     | 8                  |
| <i>Baldio</i>               | 3             | 9                     | 12                 |
| <i>Olival</i>               | 4             | 8                     | 12                 |
| <i>Pinhal Manso</i>         | -             | 3                     | 3                  |
| <i>Total geral</i>          | 14            | 7                     | 42                 |

### 2.3 Análise estatística

Toda a estatística descritiva foi elaborada recorrendo ao *software* Excel 2013, assim como a classificação diamétrica. As classes diamétricas foram calculadas segundo a fórmula:  $IC = \frac{A}{NC}$ , sendo que:  $IC = \text{Índice de Classes}$ ;  $A = \text{Amplitude de diâmetros}$  e  $NC = \text{Número de Classes}$ . Por sua vez o número de classes foi determinado segundo a fórmula:  $NC = 1 + 3,3 \log N$ , sendo  $N = \text{Número de Indivíduos}$  (Spiegel 1976).

O restante tratamento estatístico apresentado foi elaborado com recurso ao *software* STATISTICA 12. Depois de avaliados os pressupostos de normalidade e homocedasticidade, foram utilizados apenas testes não paramétricos, de acordo com a natureza dos dados: foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis sempre que foram comparadas mais de duas amostras independentes, o teste de Mann-Whitney para comparação de duas amostras independentes e por fim foi calculado o Coeficiente de Correlação Gama para avaliar a relação entre a densidade de sementes com a densidade de indivíduos de *A. dealbata* correspondente e com a distância à linha de água. Os resultados foram considerados estatisticamente significantes para  $p < 0,05$ .

### 3. Resultados

#### 3.1 Sistema Florestal

##### 3.1.1 *Caracterização da estrutura das plantações florestais*

A caracterização da estrutura arbórea das plantações florestais estudadas encontra-se resumida na Tabela 4. Os quatro eucaliptais seleccionados são bastante heterogêneos, com densidade média de plantação a variar entre 866 e 1175 árvores por hectare, diâmetro médio à altura do peito variável entre 5cm e 21cm e alturas médias compreendidas entre 5m e 30m, certamente relacionadas com a idade após o último corte. O Eucaliptal E1 é o mais jovem, com DAP de 5cm e altura média de 5m, estando na segunda rotação, antes da selecção de varas. O eucaliptal mais desenvolvido, E3, corresponde possivelmente à plantação mais recente, visto ser o único dos estudados que se encontra em primeira rotação, com diâmetro médio de 21cm e altura média de 30m. Os eucaliptais E2 e E4 têm diâmetros médios à altura do peito muito próximos, sendo de 11cm e 10cm, respectivamente, tendo sofrido provavelmente o corte no mesmo ano. Apesar disso a sua altura média é muito diferente, sendo de 13m no primeiro e 27m no segundo, provavelmente devido à grande diferença de densidade média, que no primeiro caso é de 1175 indivíduos por hectare e no segundo é de 866 indivíduos por hectare. Os três pinhais seleccionados apresentam estruturas relativamente semelhantes, com densidade de plantação entre 700 e 780 árvores por hectare, diâmetro médio à altura do peito a variar entre 19cm e 24cm e a altura médias das árvores a variar entre 11m e 14m.

Tabela 4 – Caracterização das plantações florestais seleccionadas para estudo. Pinhais (P1 a P3) e Eucaliptais (E1 a E4). (Plant. Flor.: plantações florestais; Trans.: número de transeptos realizados por plantação; Dens.(árv/ha): densidade da plantação em número de árvores por hectare; DAP: Diâmetro médio à altura do peito; Alt.: Altura; na: não aplicável)

| <i>Plant. Flor.</i> | <i>Trans.</i> | <i>Dens.<br/>(árv/ ha)</i> | <i>DAP<br/>(cm)</i> | <i>Alt.<br/>(m)</i> | <i>Rotação</i> |
|---------------------|---------------|----------------------------|---------------------|---------------------|----------------|
| <i>E1</i>           | 35            | 933                        | 5                   | 5                   | Segunda        |
| <i>E2</i>           | 22            | 1175                       | 11                  | 13                  | Segunda        |
| <i>E3</i>           | 12            | 933                        | 21                  | 30                  | Primeira       |
| <i>E4</i>           | 15            | 866                        | 10                  | 27                  | Segunda        |
| <i>P1</i>           | 25            | 780                        | 19                  | 14                  | na             |
| <i>P2</i>           | 10            | 700                        | 24                  | 12                  | na             |
| <i>P3</i>           | 14            | 733                        | 21                  | 11                  | na             |

Nenhum dos eucaliptais apresenta evidências de gestão recente. De entre os pinhais, P1 é o único que apresenta sinais evidentes de gestão recente, por fogo controlado.

O subcoberto vegetal de todos os eucaliptais é dominado por fanerófitos. A percentagem de cobertura da vegetação do subcoberto varia entre 4% a 29% com altura média variável entre 14cm a 95cm. A altura da folhada pode atingir 40cm de altura no caso da existência de valas profundas. Nos pinhais a percentagem de subcoberto varia entre 1% e 13% e a sua altura varia entre 4cm e 29cm. O subcoberto dos pinhais P1 e P2 é dominado por fanerófitos e o pinhal P3 é a única plantação cujo subcoberto é dominado por terófitos. Nos três casos a altura da folhada é de aproximadamente 2cm (Tabela 5).

Tabela 5 – Caracterização do subcoberto das plantações florestais seleccionadas: Pinhais (P1 a P3) e Eucaliptais (E1 a E4). (Plant. Flor.: plantações florestais; % Cobertura: percentagem de cobertura média; Altura: altura média do subcoberto; Tipos de Raunkier: tipo biológico dominante segundo a classificação de Raunkier; Folhada: altura aproximada da camada de folhada)

| <i>Plant. Flor.</i> | <i>% Cobertura</i> | <i>Altura (cm)</i> | <i>Tipos de Raunkier</i> | <i>Folhada (cm)</i> |
|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------------|---------------------|
| <i>E1</i>           | 17                 | 39                 | Fanerófitos              | 5                   |
| <i>E2</i>           | 4                  | 14                 | Fanerófitos              | 20                  |
| <i>E3</i>           | 29                 | 95                 | Fanerófitos              | 40                  |
| <i>E4</i>           | 25                 | 51                 | Fanerófitos              | 20                  |
| <i>P1</i>           | 11                 | 29                 | Fanerófitos              | 2                   |
| <i>P2</i>           | 13                 | 10                 | Fanerófitos              | 2                   |
| <i>P3</i>           | 1                  | 4                  | Criptófitos              | 2                   |

### 3.1.2 A floresta como factor facilitador da invasão por *A. dealbata*

A percentagem de parcelas com ocorrência de *A. dealbata*, de acordo com a sua localização no transecto, encontra-se representada na Fig. 9, independentemente da plantação florestal. O local com o registo da maior percentagem de ocorrência de *A. dealbata* é na Orla das plantações, na qual foram registados indivíduos em 14,3% das parcelas. Segue-se o Exterior das plantações, com indivíduos de *A. dealbata* a ocorrer em 9,8% das parcelas amostradas e por fim o Interior das plantações, na qual foram registados indivíduos de *A. dealbata* em apenas 3,8%. Embora haja diferenças na percentagem de ocorrência entre as 3 classes de parcelas, não foi observada uma diferença estatisticamente significativa nas três localizações ( $p = 0,123$ , teste de Kruskal-Wallis;  $p_{Interior;Orla} = 0,424223$ ,  $p_{Interior;Exterior} = 1$ ,  $p_{Orla;Exterior} = 1$ , comparação múltipla de *p-values*).

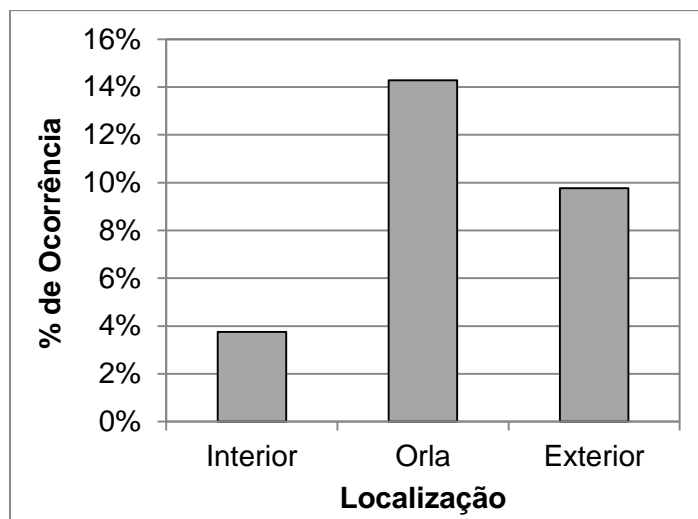


Fig. 9 Percentagem de ocorrência de indivíduos de *Acacia dealbata* no total dos pontos amostrados por localização no transepto em todas as plantações amostradas de eucaliptal e pinhal (Número de parcelas amostradas em cada localização:  $n = 133$ ).

Na comparação dos dois tipos de floresta como elementos facilitador de invasibilidade, foi observado uma ocorrência de *A. dealbata* superior no Eucaliptal que no Pinhal, independentemente da sua localização. Nos dois, e à semelhança da Fig. 9, observa-se a maior percentagem de ocorrência de *A. dealbata* na Orla, seguindo-se o Exterior e por fim o Interior. No interior do Pinhal não foi registada a presença de nenhum indivíduo de *A. dealbata* (Fig. 10).

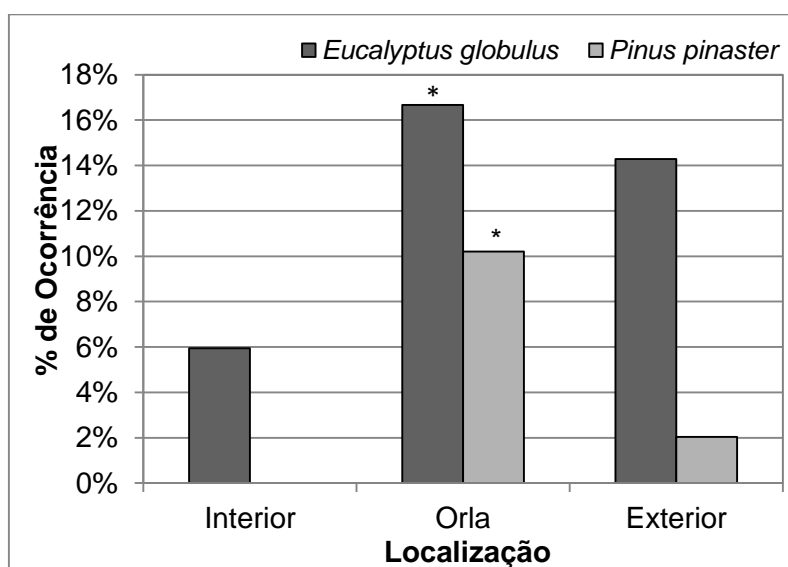


Fig. 10 Percentagem de ocorrência de indivíduos de *A. dealbata* nas várias localizações das parcelas amostradas, de acordo com espécie florestal ( $n^{\circ}$  parcelas amostradas:  $N_{Eucalyptus\ globulus} = 252$  e  $N_{Pinus\ pinaster} = 147$ ) As diferenças significativas entre valores de Pinhal e Eucaliptal estão assinalados nas colunas respectivas com um asterisco.

A percentagem de ocorrência de *A. dealbata* no Exterior do Eucaliptal é significativamente maior que no Exterior do Pinhal ( $p = 0,022571$ ). Entre a Orla do Pinhal e do Eucaliptal a diferença não é significativa ( $p = 0,307879$ ), teste de Mann-Whitney. Uma vez que não foram registados indivíduos de *A. dealbata* no Interior do Pinhal não foram comparadas estatisticamente as variáveis Interior do Pinhal e Interior do Eucaliptal.

A percentagem de ocorrência de *A. dealbata* nos eucaliptais e pinhais em estudo encontra-se representada na Fig. 11. Apresenta-se também o número de indivíduos por hectare de diferentes classes de tamanho de *A. dealbata* por plantação e nas diferentes condições de estudo bem como a percentagem de ocorrência de plântulas (Tabela 6).

Apesar dos valores elevados de ocorrência de *A. dealbata* no Eucaliptal E3 comparativamente com as restantes plantações amostradas não serem estatisticamente significantes, esta plantação destaca-se pela elevada percentagem de ocorrência de indivíduos de *A. dealbata* em todos os locais; Interior, Orla e Exterior (33%, 33% e 25%, respectivamente), e pela elevada percentagem de ocorrência de plântulas, igual ou superior a 25% em todos os locais (Fig. 11 e Tabela 6). Este eucaliptal (E3) apresenta a menor área de plantação, apenas 1,3 hectares e está localizado a menor altitude (110 m), numa encosta exposta a nascente e provavelmente com condições microclimáticas diferentes (Tabela 1). A percentagem de cobertura e altura média da vegetação no subcoberto apresentam valores mais elevados que nos outros eucaliptais (Tabela 5) assim como a altura da folhada (40 cm), indiciando uma fraca gestão da plantação. Este eucaliptal encontra-se em primeira rotação estando provavelmente próximo da idade de corte, apresentando as árvores de maior porte com uma altura média de 30 m e DAP médio de 21 cm (Tabela 4).

Os restantes eucaliptais encontram-se em 2ª rotação, sendo o Eucaliptal E2 o que apresenta ocorrência de *A. dealbata* também em todos os locais, embora em menor percentagem que no anterior (Fig. 11). É também a única plantação com ocorrência de plântulas no interior da plantação tal como o Eucaliptal 3 embora em menor percentagem (Tabela 6). Este eucaliptal apresenta a maior densidade (1175 árvores/ha) e apresenta um menor desenvolvimento do subcoberto vegetal, provavelmente devido a limpeza recente da plantação, apenas com uma percentagem de subcoberto de 4% e uma altura média da vegetação de 14 cm. Em termos de localização é o único que se encontra numa encosta exposta a Norte a 250 m de altitude.

Os eucaliptais E1 e E4 não apresentaram ocorrência de plântulas nem de indivíduos juvenis e adultos de *A. dealbata* no interior da plantação. Eucaliptal E4 é a única plantação estudada em que a percentagem de ocorrência de *A. dealbata* no Exterior é superior à encontrada na Orla (26,7% e 13,3%, respectivamente), (Fig. 11). É também no exterior deste eucaliptal que se verifica um maior número de indivíduos quer juvenis quer adultos assim como uma maior

ocorrência de plântulas em relação à orla (Tabela 6). Este eucaliptal apresenta uma área reduzida, com cerca de 2,5 ha, tendo também uma percentagem de cobertura e altura da vegetação do subcoberto relativamente elevadas assim como a cobertura de folhada com cerca de 20 cm (Tabela 5). Apesar de este eucaliptal apresentar a menor densidade de eucaliptos por hectare (866 árvores/ha), o que poderia diminuir o ensombramento e assim facilitar o estabelecimento da espécie invasora, apresenta no entanto árvores de altura elevada (27m).

O eucaliptal E1 apesar de apresentar uma percentagem de ocorrência de indivíduos na Orla e Exterior da plantação relativamente baixa (11% em ambas), apresenta o maior número médio de indivíduos jovens e adultos no Exterior (1011 jovens/ha e 574 adultos/ha) (Tabela 6). Uma vez que os pontos de ocorrência de *A. dealbata* no Exterior se concentram numa pequena percentagem dos pontos amostrados estes valores elevados de indivíduos podem indicar que a pressão de colonização neste local pela *A. dealbata* seja superior à das restantes plantações.

Os três pinhais apresentam valores inferiores aos observados nos eucaliptais, não tendo sido observada a presença de *A. dealbata* no seu interior (Fig. 11). No pinhal P3 não foi registada a ocorrência de *A. dealbata* enquanto no pinhal P2 se registou a ocorrência apenas na Orla da plantação, registando-se também uma percentagem de ocorrência de plântulas de 10% e com cerca de 50 indivíduos jovens por hectare (Tabela 6). No pinhal P1 a *A. dealbata* está presente na orla e exterior da plantação com um número mais elevado de ocorrência de indivíduos na orla (Fig. 11), verificando-se no entanto uma percentagem de ocorrência de plântulas semelhante de 16% nos dois locais. A densidade de indivíduos jovens e adultos é mais elevada no exterior (388 jovens/ha e 260 adultos/ha) do que na orla (64 ind/ha).

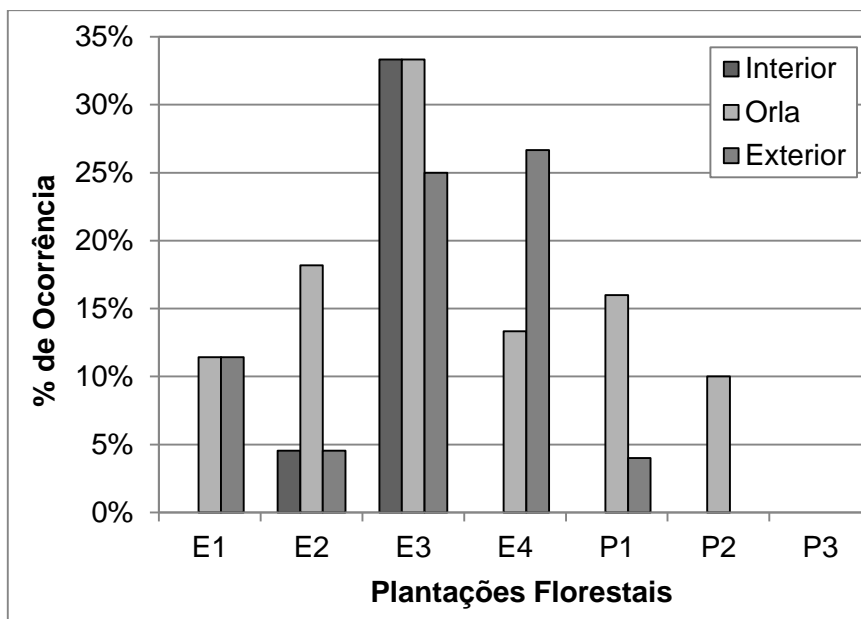


Fig. 11 Percentagem de ocorrência de indivíduos de *A. dealbata* nas parcelas amostradas nas plantações florestais estudadas (Eucaliptais – E e Pinhais – P) (Nº de parcelas amostradas:  $N_{E1} = 105$ ;  $N_{E2} = 66$ ;  $N_{E3} = 36$ ;  $N_{E4} = 45$ ;  $N_{P1} = 75$ ;  $N_{P2} = 30$ ;  $N_{P3} = 42$ ).

Tabela 6 – Distribuição de indivíduos de *A. dealbata* por diferentes classes de tamanho nas plantações estudadas no gradiente de distância à plantação (Interior, Orla e Exterior), percentagem de ocorrência de plântulas e número de indivíduos por hectare (Jovens e Adultos) (ver Fig. 8):

| Plantação Florestal      | E1   | E2  | E3  | E4  | P1  | P2  | P3 |
|--------------------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|----|
| <b>Interior</b>          |      |     |     |     |     |     |    |
| Plântulas (% Ocorrência) | 0%   | 9%  | 33% | 0%  | 0%  | 0%  | 0% |
| Jovens (ind./ha)         | 0    | 5   | 600 | 0   | 0   | 0   | 0  |
| Adultos (ind./ha)        | 0    | 9   | 242 | 0   | 0   | 0   | 0  |
| <b>Orla</b>              |      |     |     |     |     |     |    |
| Plântulas (% Ocorrência) | 11%  | 18% | 42% | 20% | 16% | 10% | 0% |
| Jovens (ind./ha)         | 134  | 105 | 217 | 40  | 64  | 50  | 0  |
| Adultos (ind./ha)        | 51   | 0   | 58  | 0   | 64  | 0   | 0  |
| <b>Exterior</b>          |      |     |     |     |     |     |    |
| Ocorrência de Plântulas  | 11%  | 5%  | 25% | 33% | 16% | 0%  | 0% |
| Jovens (ind./ha)         | 1011 | 18  | 675 | 147 | 388 | 0   | 0  |
| Adultos (ind./ha)        | 574  | 0   | 642 | 40  | 260 | 0   | 0  |

### 3.2 Linha de Água

#### 3.2.1 *Influência da distância à linha de água na dispersão de A. dealbata*

Para estudar a influência da linha de água na distribuição de *A. dealbata* a amostragem realizou-se ao longo das margens da ribeira e em função da distância a esta, tendo em

consideração também a área envolvente à ribeira em termos do tipo de uso do solo. Na Fig. 3 estão representados os pontos onde ocorreu a presença de *A. dealbata* ao longo da ribeira do Taveiró, verificando-se uma distribuição regular de *A. dealbata* ao longo de toda a ribeira.

O número médio de indivíduos por hectare no gradiente de distância à linha de água (Margem, Intermédio e Distante) encontra-se representado na Fig. 12, observando-se um número médio de indivíduos mais elevado nas parcelas mais próximas do leito da ribeira.

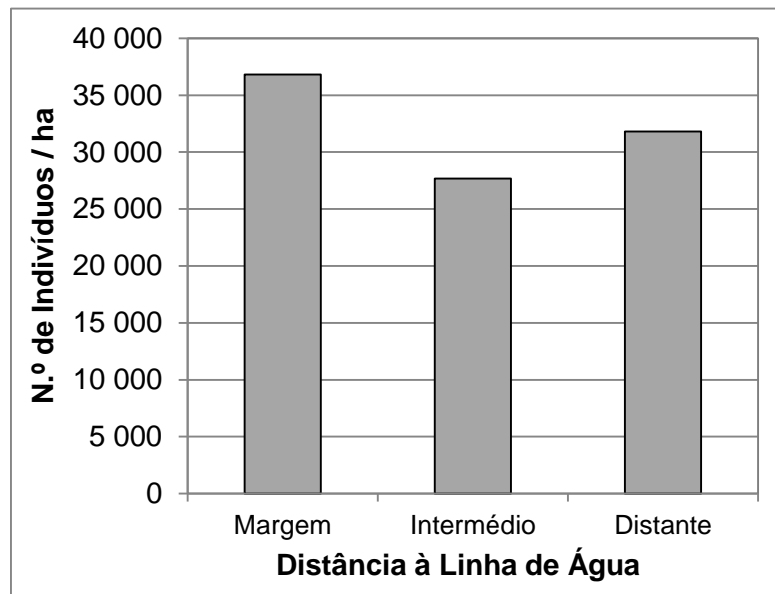


Fig. 12 Número médio de indivíduos de *A. dealbata* por hectare em função da distância à linha de água. (Nº de parcelas:  $n_{Margem} = 68$ ;  $n_{Intermédio} = 52$ ;  $n_{Distante} = 47$ ).

O número médio de indivíduos verificado nas parcelas Margem é significativamente superior ao das restantes parcelas ( $p = 0,0000$ , teste de Kruskal-Wallis;  $p_{Margem-Intermédio} = 0,000181$  e  $p_{Margem-Distante} = 0,000007$ , comparação múltipla de *p-values*). Como as parcelas situadas a alguma distância das margens (Intermédia e Distante) não apresentavam diferenças significativas ( $p = 0,289682$ , teste de Mann-Whitney), foram agrupadas numa única zona designada Zona Adjacente para posteriores análises.

Para além da influência da distância à linha de água foi avaliado também o efeito de diferentes usos do solo envolventes à linha de água como por exemplo o efeito do corte de indivíduos adultos de *A. dealbata* e a influência de áreas de caminho, olival, eucaliptal, pinhal bravo e pinhal manso.

### 3.2.2 Efeito do uso do solo na estrutura etária da *Acacia dealbata*

Para a análise da estrutura diamétrica foram utilizados histogramas de frequência, com intervalos de classes determinados a partir da fórmula de Spiegel (1976). Após a avaliação do número de classes etárias e o estabelecimento das classes diamétricas com base na amplitude dos diâmetros e do número de indivíduos estabeleceram-se 13 classes com uma amplitude de classe de 1,18 cm. A relação da distribuição dos indivíduos por classes de diâmetro foi avaliada através de análise de regressão com tendência logarítmica.

Para conhecer qual o efeito do uso do solo na distribuição de *A. dealbata* foram seleccionadas apenas as parcelas onde não ocorreu corte de *A. dealbata*, tendo sido avaliado também para cada população a sua estrutura etária. As parcelas correspondentes às áreas envolventes: Caminho-Zona Adjacente, Olival-Margem e Olival-Zona Adjacente foram excluídas da análise da estrutura etária dado o seu reduzido número de réplicas (n=4, n=5 e n=4, respectivamente). As parcelas Eucaliptal-Zona Adjacente (n=37), Pinhal Bravo-Zona Adjacente (n=10) e Pinhal Manso-Zona Adjacente (n=11) apresentam para todas as classes diamétricas menos de 1 indivíduo de *A. dealbata* por hectare não sendo por isso analisadas.

Na Fig. 13 encontra-se representada a estrutura etária das populações de *A. dealbata* em áreas envolventes à ribeira com diferentes usos de solo: acacial, baldio e caminho. Na área do, Acacial na margem da ribeira a população de *A. dealbata* não apresenta regeneração muito acentuada, tendo o seu máximo na terceira classe de indivíduos correspondente a indivíduos jovens. No Acacial na Zona Adjacente a estrutura diamétrica apresenta uma estrutura em J invertido, indicando que está a ocorrer renovação da população.

Nos terrenos baldios há um número de indivíduos reduzido, inferior a um indivíduo por hectare em cada classe diamétrica à excepção dos indivíduos mais jovens, com valores mais elevados na zona adjacente. O Caminho apresenta números reduzidos e semelhantes nas várias classes diamétricas, estando a classe de menor diâmetro sem qualquer representação (Fig. 13)

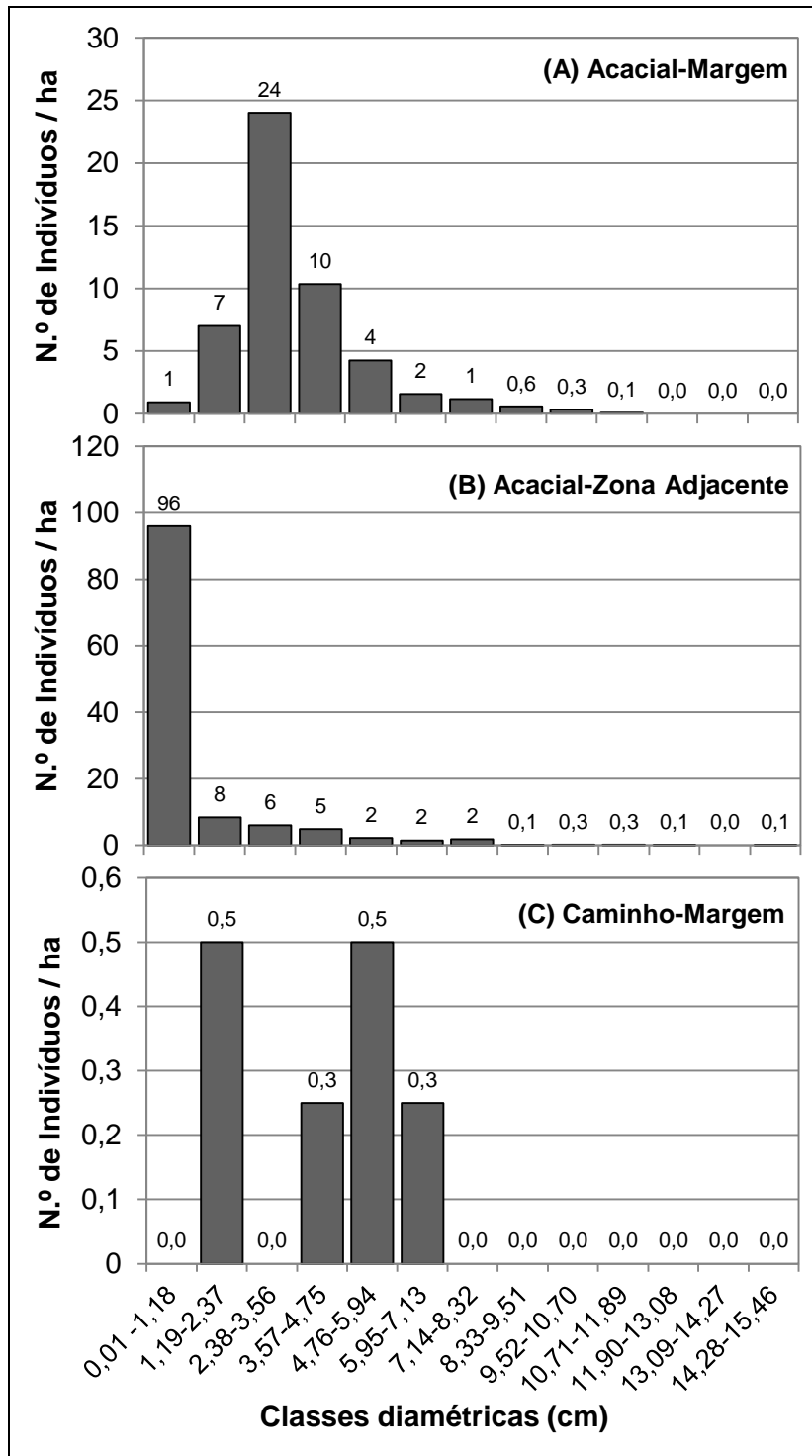


Fig. 13 Efeito o uso do solo na distribuição de *A. dealbata* relativamente à linha de água com estrutura diamétrica e respectiva linha de tendência logarítmica. (A) Acacial-Margem, N=12; (B) Acacial-Zona Adjacente, N=8; (C) Caminho-Margem, N=7. Nota: a escala do eixo das abcissas varia de acordo com a grandeza dos dados.

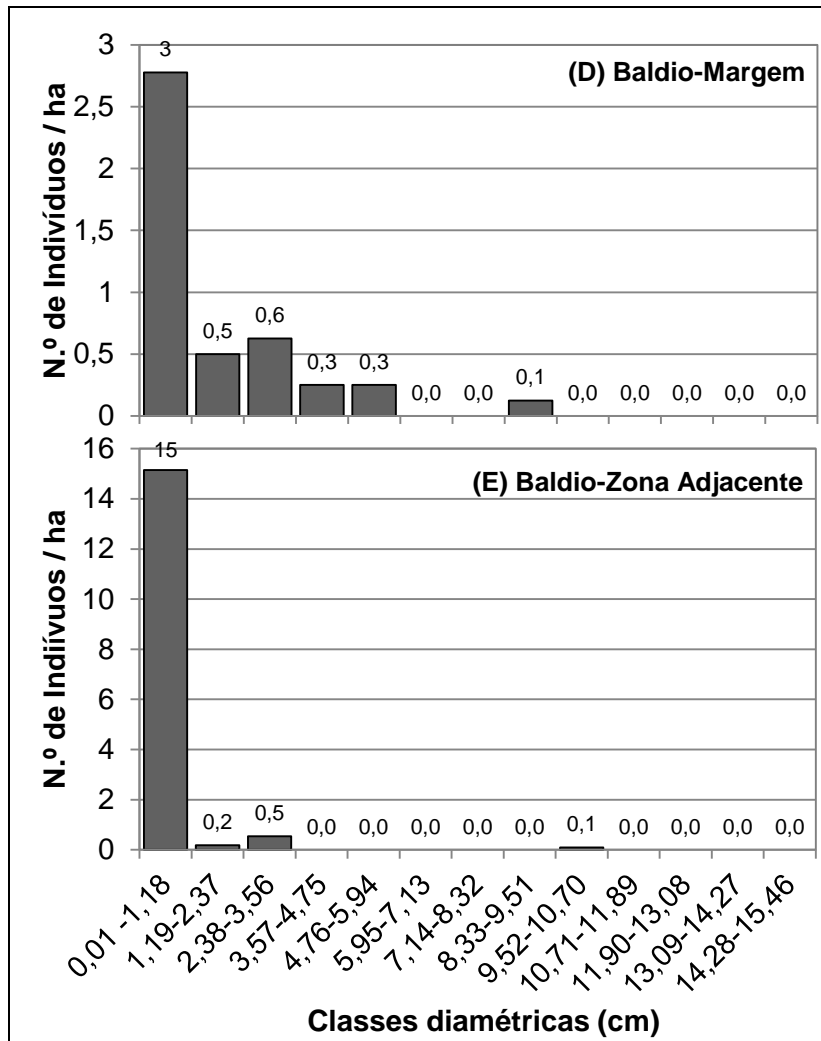


Fig. 13 (cont.) Efeito o uso do solo na distribuição de *A. dealbata* relativamente à linha de água com estrutura diamétrica e respectiva linha de tendência logarítmica. (D) Baldio-Margem, N=8; (E) Baldio-Zona Adjacente, N=11. Nota: a escala do eixo das abcissas varia de acordo com a grandeza dos dados.

No decorrer do trabalho de campo foi observado que em algumas parcelas, identificadas na Fig. 3, existiam indivíduos de *A. dealbata* cortados pela base tendo sido avaliado o efeito do corte na população de *A. dealbata* nas duas situações com corte (B) e sem corte (A).

Na Fig. 14 representa-se a distribuição da estrutura diamétrica por classes etárias das populações de *A. dealbata* sob o efeito do corte e sem corte, podendo observar-se um aumento muito acentuado do número de indivíduos de menor dimensão correspondentes às classes de menor diâmetro nas parcelas com corte, enquanto nas parcelas sem corte o número de indivíduos jovens apresenta valores muito baixos, semelhantes às classes de maiores dimensões.

Este efeito do corte no número médio total de indivíduos é estatisticamente significativo ( $p = 0,000015$ , teste de Mann-Whitney) sendo o número de indivíduos mais elevado registado nas parcelas com corte (Fig. 14). De facto o corte parece ter potenciado drasticamente o aparecimento de indivíduos das três classes de diâmetro inferior devido à capacidade de rebentação de *A. dealbata*, potenciada após o corte, e provavelmente também pela germinação de sementes. Foi difícil no campo separar a regeneração vegetativa da regeneração seminal sendo estes indivíduos jovens provavelmente provenientes dos dois tipos de regeneração.

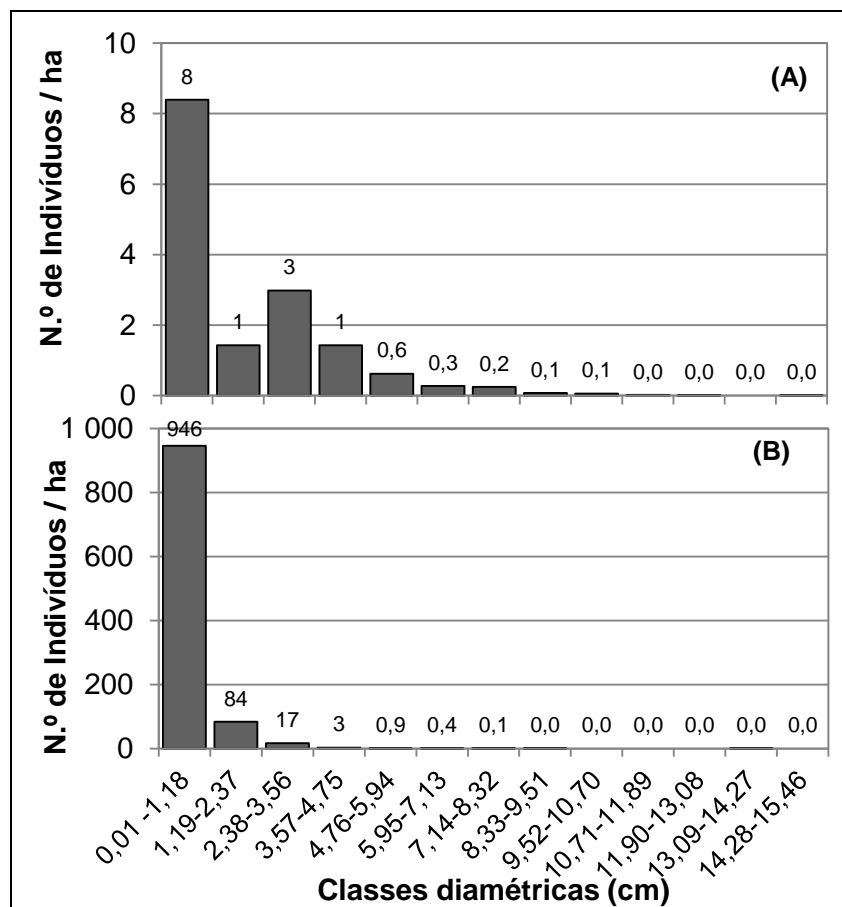


Fig. 14 Estrutura diamétrica e respectiva tendência logarítmica da população de *A. dealbata*. (A) Sem corte de *A. dealbata* (N=117); (B) Com corte de *A. dealbata* (N=50). Nota: a escala do eixo das abcissas varia de acordo com a grandeza dos dados.

Foi avaliado então o efeito do corte em áreas envolventes à ribeira com diferentes usos do solo. Dado a inexistência de corte em parcelas de floresta (eucaliptal, pinhal manso e pinhal bravo), foram apenas analisado o efeito do corte em zonas de Acacial, Olival, Baldio e Caminho (Fig. 15).

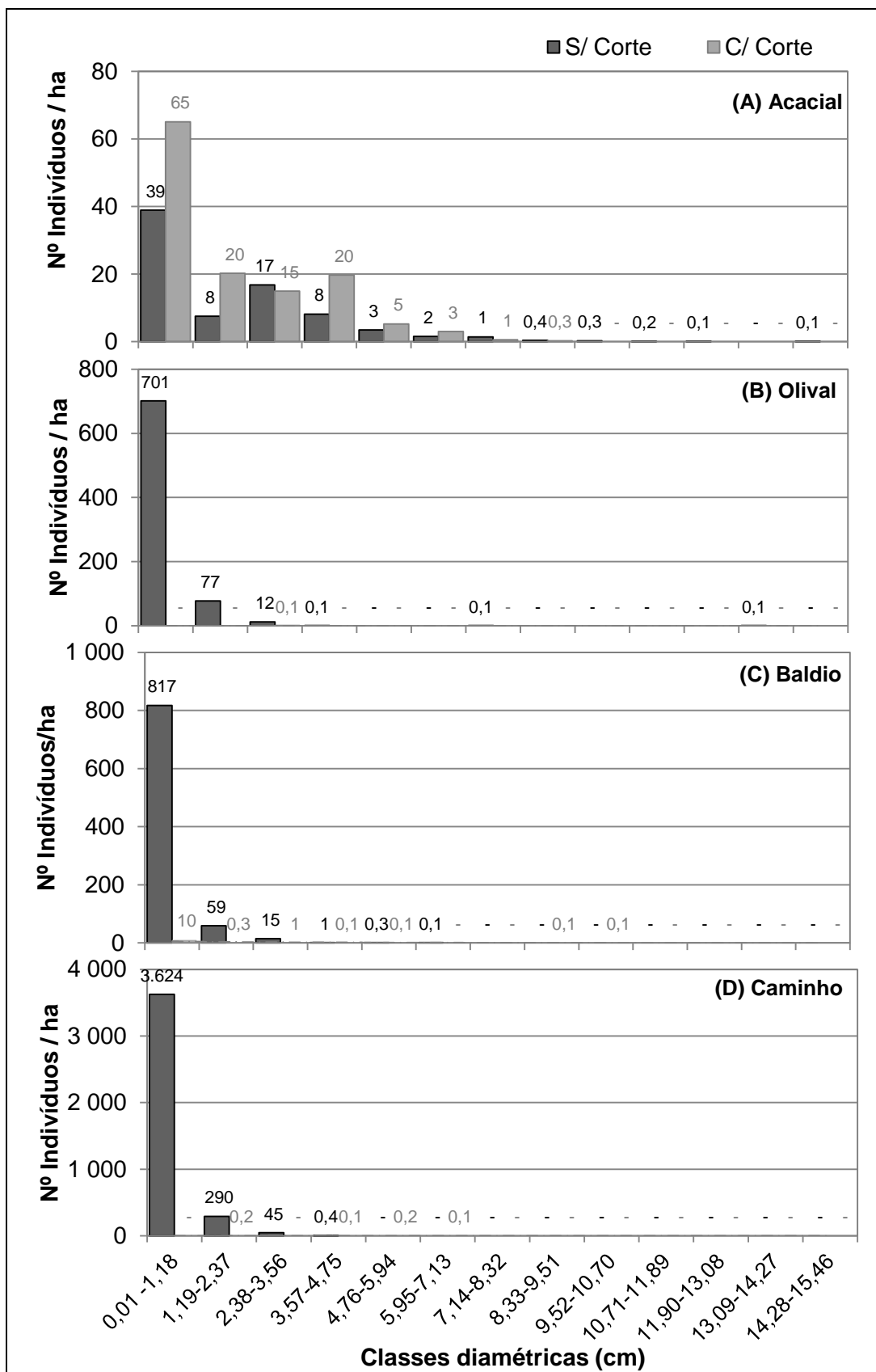


Fig. 15 Efeito do corte na estrutura diamétrica de *A. dealbata* em diferentes usos do solo e respectiva linha de tendência logarítmica. (A) Acacial com corte (n=7) e sem corte (n=20); (B) Olival com corte (n=20) e sem corte (n=9); (C) Baldio com corte (n=18) e sem corte (n=19) (D) Caminho com corte (n=5) e sem corte (n=11). Nota: a escala do eixo das abcissas varia de acordo com a grandeza dos dados.

Com exceção das plantas adultas que formavam a mancha de Acacial, ocorreu sempre um aumento muito acentuado (de, pelo menos, 700 indivíduos por hectare) do número de indivíduos das três primeiras classes diamétricas nos locais onde houve corte de *A. dealbata*. Nos locais de Acacial onde ocorreu corte foi registado um número de indivíduos da primeira e segunda classe diamétricas mais elevado, sendo no entanto os valores inferiores aos observados nas outras áreas. Considerando a distribuição diamétrica dos indivíduos nos locais sem corte verificamos que o seu efeito é muito menos acentuado no Acacial quando comparado com o Olival, Baldio ou Caminho.

### 3.2.3 Banco de sementes

Tendo presente que a regeneração de *A. dealbata* também está dependente da germinação das sementes a avaliação do banco de sementes no solo, que em condições de perturbação podem vir a aumentar drasticamente os efectivos da população, é fundamental em estudos de colonização/invasão. O banco de sementes (número de sementes/m<sup>2</sup> de solo) foi avaliado no gradiente de distância à linha de água, bem como nas áreas envolventes com diferentes usos de solo.

Tanto no Eucaliptal como no Pinhal Manso não foram encontradas sementes nas amostras de solo, do mesmo modo que não foram contabilizados quaisquer indivíduos de *A. dealbata*. O maior número de sementes observado verificou-se no Acacial-Margem, com uma média de 6375 sementes/m<sup>2</sup>, embora apresente o menor nº de indivíduos (8933 indivíduos/ha) em comparação com o caminho, o baldio, e o olival. No Caminho-Margem foi registado um número relativamente baixo de sementes (163 sementes/m<sup>2</sup>), contrastando com o maior número de indivíduos (153025 indivíduos/ha). Nas parcelas em terreo Baldio, o número de sementes mais elevado foi observado junto à margem (1.575 sementes/ m<sup>2</sup>) e um número consideravelmente menor na zona adjacente (83 sementes/ m<sup>2</sup>), semelhante ao que ocorre com o número de indivíduos da mesma categoria, muito superior na margem (91.133 indivíduos/ ha) do que na zona adjacente (1.889 indivíduos/ ha). No Olival o maior número de sementes foi encontrado junto à ribeira (1.038 sementes/m<sup>2</sup>) sendo que na área adjacente foi encontrada uma média de 156 sementes/m<sup>2</sup>. O número médio de indivíduos no Olival é mais elevado na zona adjacente, com uma média de 146.025 indivíduos por hectare do que nas margens da ribeira, com uma média de 29.200 indivíduos por hectare (Fig. 16).

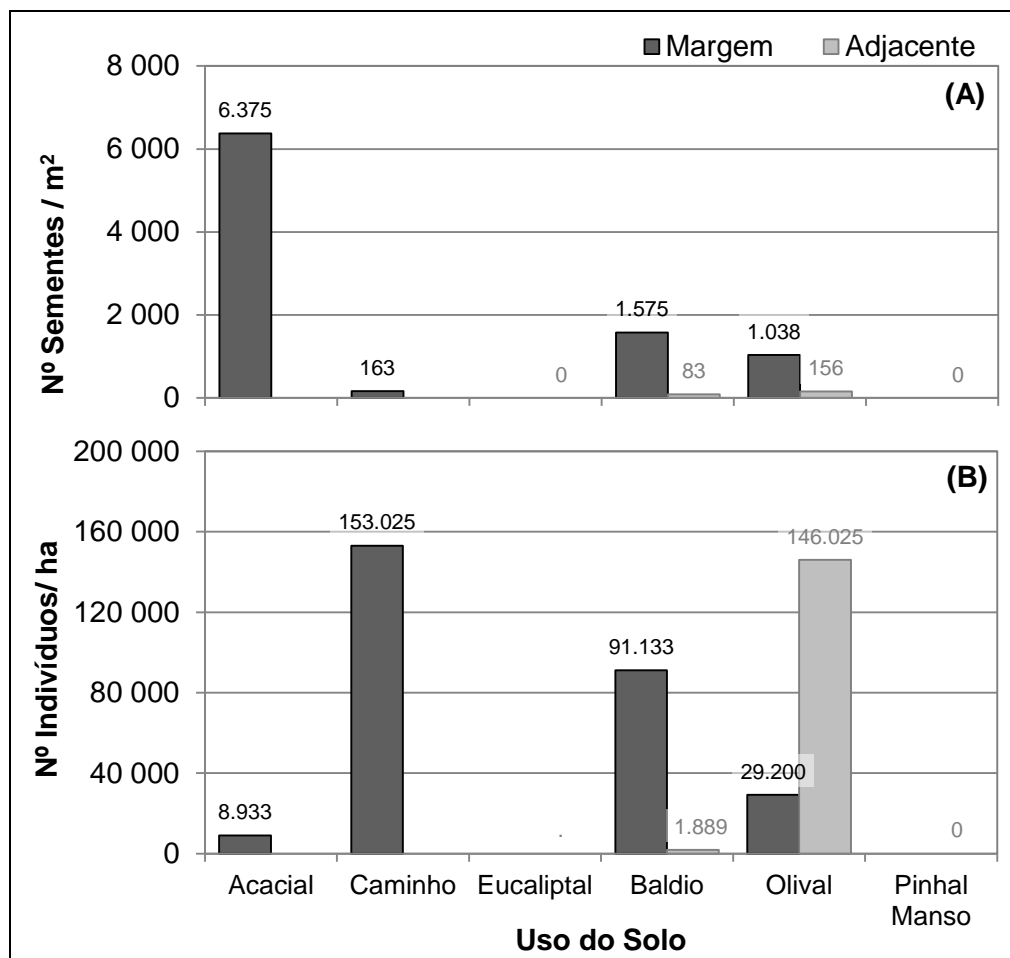


Fig. 16 Número médio de sementes por metro quadrado (A) e o número médio de indivíduos *A. dealbata* por hectare (B) em diferentes áreas envolvidas à ribeira (Acacial, Caminho, Eucaliptal, Baldio, Olival e Pinhal Manso) e em função da proximidade à linha de água (Margem e Adjacente)

Relacionou-se o banco de sementes com o número de indivíduos por hectare e a distância à linha de Água (Tabela 7). Foi verificada uma correlação negativa entre o número de sementes e a distância à linha de água ( $Gama = -0,777347$ ;  $p = 0,000000$ , Coeficiente de Correlação Gama). O número de sementes correlaciona-se positivamente com o número de indivíduos de *A. dealbata* ( $Gama = 0,428749$ ;  $p = 0,000000$ , Coeficiente de Correlação Gama).

Tabela 7 – Relatório detalhado da Correlação Gama entre a distância à linha de água e o número de sementes por metro quadrado e entre o número de indivíduos por hectare e o número de sementes por metro quadrado. As correlações são significativas para  $p < 0,05000$ .

| Pares de Variáveis                    | N   | Gama      | Z        | p-value  |
|---------------------------------------|-----|-----------|----------|----------|
| Distância (m) & N.º Sementes/ m²      | 168 | -0,777347 | -9,34505 | 0,000000 |
| N.º Indivíduos/ ha & N.º Sementes/ m² | 168 | 0,428749  | 6,12699  | 0,000000 |

## 4. Discussão

### 4.1 Sistema Florestal

Tendo em conta o local de estudo, e as plantações escolhidas, este estudo sugere que a floresta de eucaliptal tem maior propensão para o estabelecimento de *A. dealbata*, tanto no Interior como na Orla e Exterior da plantação, no entanto este resultado deve ser analisado com alguma precaução, uma vez que a invasibilidade irá depender da pressão externa de propágulos vindos do exterior da plantação. De facto no Exterior da plantação a percentagem de ocorrência de indivíduos de *A. Dealbata* é significativamente superior no Eucaliptal, comparativamente ao Pinhal. O facto do exterior das plantações de Eucaliptal ter uma percentagem de ocorrência de indivíduos de *A. dealbata* significativamente superior ao exterior das plantações de Pinhal e de terem sido consideradas apenas três plantações de pinheiro e quatro plantações de eucalipto bastante heterogéneas são factores impeditivos de tecer considerações sobre a maior invasibilidade de um tipo de floresta relativamente a outro. Em valores médios no exterior dos eucaliptais a densidade de indivíduos jovens e adultos é cerca de 72% superior ao que se verifica nos pinhais (463 a 314 indivíduos jovens e adultos de *A. dealbata* por hectare de eucaliptal e 129 a 87 indivíduos jovens e adultos de *A. dealbata* por hectare de pinhal). Verifica-se a mesma tendência relativamente à percentagem de ocorrência de plântulas que varia de 19% nos eucaliptais para 5% nos pinhais indicando uma regeneração cerca de 70% superior no exterior dos eucaliptais. Estes resultados indicam pois que a diferença entre plantações se deve possivelmente à proximidade ou ausência de um foco de propágulos, ou seja, indivíduos adultos capazes de produzir e dispersar propágulos para a orla e interior das plantações. No entanto os resultados obtidos devem ser analisados com precaução dado que o número de plantações estudadas foi reduzido e a escolha dos locais não foi aleatória, tendo havido alguma dificuldade na selecção de locais que cumprissem os pressupostos estipulados.

Por outro lado devido a relação entre a presença de *Acacia dealbata* e a existência de perturbação nesses habitats (Lorenzo *et al.* 2010), leva a concluir que é possível que os eucaliptais sejam também mais susceptíveis à invasão por esta espécie, uma vez que estão normalmente sujeitos a medidas de gestão mais frequentes que os pinhais. Também, segundo alguns autores a possível introdução de fungos ectomicorrízicos exóticos associada à plantação da espécie australiana *Eucalyptus globulus* tem um grande potencial para favorecer a expansão de *Acacia dealbata* (Diez 2005). Outros estudos no entanto referem que solos perturbados pela introdução de *E. globulus* não favorecem a invasão por *A. dealbata*, inibem pelo contrário a sua germinação e crescimento, aumentando também a mortalidade

das jovens plântulas e que por outro lado a interação de *Pinus pinaster* com *Acacia dealbata* parece ser positiva para a espécie invasora (Rodríguez-Echeverría *et al.* 2013).

No nosso estudo não foi possível tirar conclusões sobre o papel destas duas plantações na invasibilidade pela *A. dealbata*, no entanto tudo indica que a existência na envolvente às plantações (exterior das plantações) de focos dispersores (indivíduos adultos produtores de propágulos) seja um factor crucial para a invasibilidade.

Apesar de apresentar uma densidade de indivíduos muito inferior ao Exterior, foi na Orla que se observou uma maior percentagem de ocorrência de *A. dealbata* por parcela, frequentemente em transeptos adjacentes (Fig. 6). Apesar de constituir um factor de propagação de *A. dealbata*, a sua densidade de indivíduos é muito inferior quando comparado com o Exterior das plantações, em especial de indivíduos adultos, indicando que será este a principal fonte de propágulos.

De um modo geral a probabilidade de invasão pode estar também associada a factores topográficos, tipos de uso do solo ou presença de actividade humana na área envolvente e que se conhecem ser propícios à invasão por esta leguminosa, nomeadamente sistemas ripários e estradas. *A. dealbata* tem grande afinidade com habitats ripários, na envolvência de estradas e perturbação antropogénica (Fuentes-Ramírez *et al.* 2011), sendo frequente na Europa a invasão na orla de pinhais (Aguilar *et al.* 2001; Lorenzo *et al.* 2010). Apesar de todas as plantações estudadas terem pelo menos um limite adjacente a uma outra plantação florestal, todas as parcelas com ocorrência da invasora, sem qualquer excepção, encontram-se em transeptos cujo ponto Exterior localiza-se nas imediações de Estradas Nacionais e ribeiras ou em linhas de escorrência e matos não geridos. Apesar da perturbação antropogénica ser normalmente um factor facilitador da invasão, as duas plantações que apresentam indivíduos de *A. dealbata* em todo o seu contorno são também aquelas cuja última medida de intervenção parece ter ocorrido há mais tempo, com a altura média das árvores superior e maior desenvolvimento do subcoberto, podendo resultar num habitat cuja vegetação se encontra mais próxima da encontrada em floresta nativa. Rodríguez-Echeverría *et al.* (2013) concluiu que o solo da floresta nativa promove o estabelecimento de *Acacia dealbata* ao contrário do que acontece com o solo da floresta de produção.

O Interior das plantações não parece propício ao estabelecimento de *A. dealbata*, no entanto é possível que seja apenas uma questão de tempo até os propágulos do exterior se estabelecerem nas plantações. Apenas foram encontrados indivíduos de *A. dealbata* no interior de duas plantações, numa das quais apenas em parcelas localizadas em clareiras existentes no interior da plantação. Fuentes-Ramírez *et al.* (2011) observou uma taxa de crescimento de *Acacia dealbata* elevada em áreas abertas, podendo ter sido um factor

fundamental para a invasão nesta plantação. Tanto quanto foi observado durante a prospeção na região, o trabalho de campo e conversas com técnicos florestais, a invasão de plantações florestais na região da beira baixa não é frequente, sendo que as áreas com invasões problemáticas representam casos pontuais, concentrados em focos bem identificados, como é o caso da ribeira em estudo. Existem no entanto áreas infestadas de matos não geridas e próximos de linhas de água que representam uma ameaça pela proximidade a zonas plantadas e ocorrências pontuais de indivíduos de *A. dealbata* entre as plantações existentes que devem ser alvo de medidas de gestão.

#### 4.2 Linha de Água

Segundo alguns autores *Acacia dealbata* tem uma grande associação com habitats ripários, que constituem um importante factor de dispersão de propágulos e proporcionam recursos favoráveis ao seu estabelecimento (Aguiar *et al.* 2001; Lorenzo *et al.* 2010). A diferença significativa observada entre o número de indivíduos de *A. dealbata* nas parcelas de margem e as restantes sugere que a linha de água tenha uma influência muito marcada na sua invasibilidade, especialmente nos 10 metros adjacentes ao leito. De acordo com estes estudos, foram obtidos números de sementes por metro quadrado mais elevados quanto mais próximos da linha de água sejam as parcelas, sugerindo que esta tenha um papel importante na dispersão de *A. dealbata* no local estudado. Gibson *et al.* (2011) sugere que seja a água a par com a gravidade os principais mecanismos de dispersão de sementes na ausência de mirmecocoria, sendo esta pouco frequente no hemisfério Norte (Lorenzo *et al.* 2010). Foi verificado que o número de sementes por metro quadrado se encontra, de facto, correlacionado com o número de indivíduos, no entanto estas duas variáveis nem sempre são proporcionais, como se observa no Acacial presente na margem, no Caminho próximo da margem e no olival presente na zona adjacente à ribeira. O facto de o Acacial apresentar o número mais elevado de sementes e um número relativamente reduzido de indivíduos de *A. dealbata* pode prender-se com a sua estrutura demográfica neste local, que apesar de ter um número de indivíduos de menor diâmetro substancialmente reduzido tem um número relativamente elevado de indivíduos de maiores diâmetros (Fig. 13), o que corresponde normalmente a uma maior canópia e conseqüente maior produção anual de sementes, assim como a uma maior idade da plantação, relevante no caso da *Acacia dealbata* cujas sementes têm uma grande longevidade. No Caminho o número reduzido de sementes contabilizado, tendo em conta que o local regista o maior número de indivíduos da análise, pode prender-se com uma situação contrária à descrita acima: ser um local cuja densidade populacional se concentra nas classes de diâmetro inferior, não produtoras de sementes ou com uma produção anual reduzida. O facto de ser um local com tráfego diário de veículos motorizados

e de tracção animal pode actuar como perturbação mecânica e favorecer a germinação e rebentação por raiz, verificada localmente, o que pode explicar o número elevado de indivíduos jovens tendo em consideração o número relativamente reduzido de sementes. No olival o número relativo de sementes é aparentemente independente do número de indivíduos, verificando-se, à semelhança dos terrenos baldios, uma densidade de sementes por metro quadrado muito superior junto à margem, o que corrobora a hipótese de que a linha de água actua como factor de dispersão de sementes de *A. dealbata*.

Relativamente ao tipo de uso do solo os resultados sugerem que, à semelhança do estudo anterior, as plantações florestais estudadas (Eucaliptal, Pinhal Manso e Pinhal Bravo) não são locais vulneráveis ao estabelecimento e dispersão de *Acacia dealbata*, não tendo sido encontrados quaisquer indivíduos ou sementes de *A. dealbata* nas parcelas correspondentes.

Como seria de esperar, o corte potencia drasticamente o número de indivíduos de *A. dealbata*, em especial o aparecimento de indivíduos de diâmetro inferior. *A. dealbata* reproduz-se por sementes mas pode propagar-se por touça e rebentar vigorosamente após eventos de perturbação, sendo este um importante mecanismo de propagação na Europa (Sheppard *et al.* 2006), responsável também por uma grande resistência das espécies exóticas invasoras à maioria dos tipos de controlo mecânico (Lorenzo *et al.* 2010).

Na ausência de corte, a ocorrência de *A. dealbata* é muito reduzida tanto nas áreas utilizadas como Caminho bem como nas áreas de matos (Baldio) e Olival. Assumindo que o corte ocorreu em todos os locais na mesma época, entre Abril de 2011 e Agosto de 2012, este parece ter um efeito semelhante de aumento do número de indivíduos das três classes diamétricas inferiores entre 80 a mais de 3.500 vezes, tanto no Olival como nos terrenos Baldios e no Caminho, no entanto esse padrão é diferente no interior do Acacial, no qual apenas ocorre um aumento marcado do número de indivíduos da primeira classe diamétrica e em cerca de 50%. Esta diferença vai ao encontro dos resultados de Fuentes-Ramirez *et al.* (2011) que verificou que são as áreas menos invadidas aquelas onde *Acacia dealbata* é mais competitiva relativamente ao seu estabelecimento e sobrevivência e com a conclusão de Rodriguez-Echeverria *et al.* (2013) que observou que o crescimento da *A. dealbata* é superior na presença de espécies nativas comparativamente a monoculturas da invasora.

Apesar de actualmente apresentar uma densidade de indivíduos de *Acacia dealbata* muito inferior, a estrutura etária em “J” invertido obtida nas áreas de Olival e Baldio sugere que a população está a regenerar e é possível que seja apenas uma questão de tempo para que estes usos do solo atinjam densidades de indivíduos de *A. dealbata* semelhantes às áreas classificadas como Acacial. O próprio Acacial apresenta também uma estrutura demográfica

de *A. dealbata* indicadora de rejuvenescimento da população, tanto junto à Margem como na Zona Adjacente.

#### 4.3 Considerações finais

Foram identificados dois importantes factores facilitadores da dispersão de *Acacia dealbata* na paisagem: linhas de água, que actuam especialmente no transporte de sementes e na disponibilidade de recursos, permitindo a sua germinação e sobrevivência nas margens ou mesmo no leito no caso de linhas de água temporárias e as estradas, tanto alcatroadas como caminhos, que sem dúvida contribuem para a propagação da invasora.

As plantações florestais geridas não constituem locais propícios ao estabelecimento e dispersão de *A. dealbata*, pelo contrário, parecem actuar como tampão, impedindo a propagação da invasora a novos habitats. É no entanto importante ter em atenção que a actividade florestal leva à fragmentação da paisagem e abertura de estradas que, alcatroadas ou não, devem ser desenhadas com ponderação e de modo a minimizar o seu impacte.

## 5. Referências Bibliográficas

- Aguiar F.C., Ferreira M.T. & Moreira I. (2001). Exotic and native vegetation establishment following channelization of a western Iberian river. *Regul River*, 17, 509-526.
- Broadhurst L.M. & Young A.G. (2006). Reproductive constraints for the long-term persistence of fragmented *Acacia dealbata* (Mimosaceae) populations in southeast Australia. *Biol Conserv*, 133, 512-526.
- Carballeira A. & Reigosa M.J. (1999). Effects of natural leachates of *Acacia dealbata* link in Galicia (NW Spain). *Bot Bull Acad Sinica*, 40, 87-92.
- Chapin F.S., Zavaleta E.S., Eviner V.T., Naylor R.L., Vitousek P.M., Reynolds H.L., Hooper D.U., Lavorel S., Sala O.E., Hobbie S.E., Mack M.C. & Diaz S. (2000). Consequences of changing biodiversity. *Nature*, 405, 234-242.
- Chytry M., Pysek P., Wild J., Pino J., Maskell L.C. & Vila M. (2009). European map of alien plant invasions based on the quantitative assessment across habitats. *Divers Distrib*, 15, 98-107.
- Colautti R.I., Grigorovich I.A. & MacIsaac H.J. (2006). Propagule pressure: A null model for biological invasions. *Biol Invasions*, 8, 1023-1037.
- Daehler C.C. (2003). Performance comparisons of co-occurring native and alien invasive plants: Implications for conservation and restoration. *Annual Review of Ecology Evolution and Systematics*, 34, 183-211.
- Diez J. (2005). Invasion biology of Australian ectomycorrhizal fungi introduced with eucalypt plantations into the Iberian Peninsula. *Biol Invasions*, 7, 3-15.
- Domingues de Almeida J. & Freitas H. (2001). The exotic and invasive flora of Portugal. *Botanica Complutensis*, 25, 17-327.
- Domingues de Almeida J. & Freitas H. (2006). Exotic naturalized flora of continental Portugal - A reassessment. *Botanica Complutensis*, 30, 117-130.
- Fuentes-Ramirez A., Pauchard A., Cavieres L.A. & Garcia R.A. (2011). Survival and growth of *Acacia dealbata* vs. native trees across an invasion front in south-central Chile. *Forest Ecol Manag*, 261, 1003-1009.
- Fuentes-Ramirez A., Pauchard A., Marticorena A. & Sánchez P. (2010). Relación entre la invasión de *Acacia dealbata* Link (*Fabaceae: Mimosoideae*) y la riqueza de especies vegetales en el centro-sur de Chile. In: *Gayana Bot.*, pp. 188-197.
- Gaertner M., Den Breeyen A., Hui C. & Richardson D.M. (2009). Impacts of alien plant invasions on species richness in Mediterranean-type ecosystems: a meta-analysis. *Prog Phys Geog*, 33, 319-338.
- Gasso N., Sol D., Pino J., Dana E.D., Lloret F., Sanz-Elorza M., Sobrino E. & Vila M. (2009). Exploring species attributes and site characteristics to assess plant invasions in Spain. *Divers Distrib*, 15, 50-58.
- Gibson M.R., Richardson D.M., Marchante E., Marchante H., Rodger J.G., Stone G.N., Byrne M., Fuentes-Ramirez A., George N., Harris C., Johnson S.D., Le Roux J.J., Miller J.T., Murphy D.J., Pauw A., Prescott M.N., Wandrag E.M. & Wilson J.R.U. (2011). Reproductive biology of Australian acacias: important mediator of invasiveness? *Divers Distrib*, 17, 911-933.
- Gritti E.S., Smith B. & Sykes M.T. (2006). Vulnerability of Mediterranean Basin ecosystems to climate change and invasion by exotic plant species. *J Biogeogr*, 33, 145-157.
- Grund K., Conedera M., Schroder H. & Walther G.R. (2005). The role of fire in the invasion process of evergreen broad-leaved species. *Basic Appl Ecol*, 6, 47-56.
- Hellmann C., Sutter R., Rascher K.G., Maguas C., Correia O. & Werner C. (2011). Impact of an exotic N-2-fixing *Acacia* on composition and N status of a native Mediterranean community. *Acta Oecol*, 37, 43-50.
- ICNF (2013). IFN6 – Áreas dos usos do solo e das espécies florestais de Portugal continental em 1995, 2005 e 2010. In: Instituto da Conservação da Natureza e Florestas, I.P. Lisboa, p. 34.

- Liao C.Z., Peng R.H., Luo Y.Q., Zhou X.H., Wu X.W., Fang C.M., Chen J.K. & Li B. (2008). Altered ecosystem carbon and nitrogen cycles by plant invasion: a meta-analysis. *New Phytol*, 177, 706-714.
- Lorenzo P., Gonzalez L. & Reigosa M.J. (2010). The genus *Acacia* as invader: the characteristic case of *Acacia dealbata* Link in Europe. *Ann Forest Sci*, 67.
- Lorenzo P., Palomera-Perez A., Reigosa M.J. & Gonzalez L. (2011). Allelopathic interference of invasive *Acacia dealbata* Link on the physiological parameters of native understory species. *Plant Ecol*, 212, 403-412.
- Lowe S., Browne M., Boudjelas S. & DePoorter M. (2000). 100 of the World's Worst Invasive Alien Species A selection from the Global Invasive Species Database. In: The Invasive Species Specialist Group (ISSG) a specialist group of the Species Survival Commission (SSC) of the World Conservation Union (IUCN), p. 12.
- Marchante E., Kjoller A., Struwe S. & Freitas H. (2008). Short- and long-term impacts of *Acacia longifolia* invasion on the belowground processes of a Mediterranean coastal dune ecosystem. *Appl Soil Ecol*, 40, 210-217.
- Marchante E., Kjoller A., Struwe S. & Freitas H. (2009). Soil recovery after removal of the N-2-fixing invasive *Acacia longifolia*: consequences for ecosystem restoration. *Biol Invasions*, 11, 813-823.
- Martinez J., Vega-Garcia C. & Chuvieco E. (2009). Human-caused wildfire risk rating for prevention planning in Spain. *J Environ Manage*, 90, 1241-1252.
- May B.M. & Attiwill P.M. (2003). Nitrogen-fixation by *Acacia dealbata* and changes in soil properties 5 years after mechanical disturbance or slash-burning following timber harvest. *Forest Ecol Manag*, 181, 339-355.
- Medail F. & Quezel P. (1999). Biodiversity hotspots in the Mediterranean basin: Setting global conservation priorities. *Conserv Biol*, 13, 1510-1513.
- Odum E.P. (2004). *Fundamentos de Ecologia*. 7ª Edição edn, Lisboa.
- Paulino I.F.C. (2009). Implicações ecológicas da invasibilidade de *Acacia spp.* em Eucaliptais do Centro de Portugal. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.
- Pimentel D., McNair S., Janecka J., Wightman J., Simmonds C., O'Connell C., Wong E., Russel L., Zern J., Aquino T. & Tsomondo T. (2001). Economic and Environmental Threats of Alien Plant, Animal, and Microbe Invasions. *Agr Ecosyst Environ*, 84, 1-20.
- Pohlman C.L., Nicotra A.B. & Murray B.R. (2005). Geographic range size, seedling ecophysiology and phenotypic plasticity in Australian *Acacia* species. *J Biogeogr*, 32, 341-351.
- Pollock M.M., Naiman R.J. & Hanley T.A. (1998). Plant species richness in riparian wetlands - A test of biodiversity theory. *Ecology*, 79, 94-105.
- Pysek P. & Prach K. (1994). How important are rivers for supporting plant invasions? In: *Ecology and Management of Invasive Riverside Plants* (eds. L. dW, L. C, M. WP & J. B). John Wiley & Sons Ltd Chichester, pp. 19-26.
- Rascher K.G., Grosse-Stoltenberg A., Maguas C., Meira-Neto J.A.A. & Werner C. (2011). *Acacia longifolia* invasion impacts vegetation structure and regeneration dynamics in open dunes and pine forests. *Biol Invasions*, 13, 1099-1113.
- Richardson D.M. & Pysek P. (2006). Plant invasions: merging the concepts of species invasiveness and community invasibility. *Prog Phys Geog*, 30, 409-431.
- Richardson D.M. & Rejmanek M. (2011). Trees and shrubs as invasive alien species - a global review. *Divers Distrib*, 17, 788-809.
- Rodriguez-Echeverria S., Afonso C., Correia M., Lorenzo P. & Roiloa S.R. (2013). The effect of soil legacy on competition and invasion by *Acacia dealbata* Link. *Plant Ecol*, 214, 1139-1146.
- Sheppard A.W., Shaw R.H. & Sforza R. (2006). Top 20 environmental weeds for classical biological control in Europe: a review of opportunities, regulations and other barriers to adoption. *Weed Res*, 46, 93-117.
- Soporcel G.P. (2003). O país da UE onde a floresta mais pesa no PIB URL <http://www.portucelsoporcel.com/pt/group/docs/08.html>

- Spiegel M.R. (1976). *Estatística*. McGraw-Hill do Brasil, São Paulo.
- Spooner P.G. (2005). Response of Acacia species to disturbance by roadworks in roadside environments in southern New South Wales, Australia. *Biol Conserv*, 122, 231-242.
- Tabacchi E., PlantyTabacchi A.M., Salinas M.J. & Decamps H. (1996). Landscape structure and diversity in riparian plant communities: A longitudinal comparative study. *Regul River*, 12, 367-390.
- Vitousek P.M. (1990). Biological Invasions and Ecosystem Processes - Towards an Integration of Population Biology and Ecosystem Studies. *Oikos*, 57, 7-13.
- Werner C. & Correia O. (1996). Photoinhibition in cork-oak leaves under stress: Influence of the bark-stripping on the chlorophyll fluorescence emission in *Quercus suber* L. *Trees-Struct Funct*, 10, 288-292.
- Werner C., Correia O. & Beyschlag W. (1999). Two different strategies of Mediterranean macchia plants to avoid photoinhibitory damage by excessive radiation levels during summer drought. *Acta Oecol*, 20, 15-23.
- Werner C., Correia O. & Beyschlag W. (2002). Characteristic patterns of chronic and dynamic photoinhibition of different functional groups in a Mediterranean ecosystem. *Funct Plant Biol*, 29, 999-1011.
- Werner C., Zumkier U., Beyschlag W. & Maguas C. (2010). High competitiveness of a resource demanding invasive acacia under low resource supply. *Plant Ecol*, 206, 83-96.
- Yelenik S.G., Stock W.D. & Richardson D.M. (2004). Ecosystem level impacts of invasive *Acacia saligna* in the South African fynbos. *Restor Ecol*, 12, 44-51.



## AGRADECIMENTOS

Na elaboração desta tese contei com o apoio de muitas pessoas a quem quero expressar os mais sinceros agradecimentos:

À Professora Cristina Máguas, pela orientação, pelo entusiasmo contagiante, pela grande ambição e por ter envolvido na minha tese pessoas fundamentais para a sua realização.

À Professora Otília Correia, pela disponibilidade, por todos os conselhos, pelo vasto conhecimento e pelas longas horas despendidas, pelas críticas construtivas e sensatas.

À Patrícia Fernandes, pelo empenho no meu trabalho, pelas viagens pelo país em busca de acácias, pelos contactos e informações indispensáveis à realização da minha tese e pelo grande exemplo de luta e sucesso.

À Gláucia Tolentino e à Carolina Nunes, fundamentais para a realização da amostragem, pela disponibilidade, pela ajuda incansável no campo, pelas discussões e sugestões para o meu trabalho, pelo ânimo inesgotável, pela fraternidade e carinho que senti durante todo o tempo, pelo prazer que foi recebê-las junto da minha família, por todos os momentos que passei convosco e que me fizeram sentir como vossa irmã mais nova, muito muito obrigada.

Aos meus grandes amigos, que me ajudaram todos os dias neste trabalho, com palavras e bons momentos, por me fazerem sentir que estão e estarão sempre comigo, em especial:

À Inês, pelos óptimos momentos e pela motivação extra para ir à faculdade todos os dias.

À Márcia, pela grande cumplicidade, disparates e conversas sérias e pela nova amizade.

À Sara, pelo interesse constante no meu trabalho e pela amizade de muito longa data.

Ao João, pela disponibilidade e amizade e pelo interesse em compreender a minha tese.

À minha família, que me ajudou em cada etapa deste trabalho:

Aos meus pais que me deram todas as oportunidades que me permitiram chegar a este dia, por todos os conselhos, por toda a ajuda no campo e em casa, pela compreensão nos momentos mais atribulados e pela felicidade demonstrada no meu sucesso, muito obrigada.

Ao João, pela ajuda no campo e ao Pedro e à minha tia Laurinda por se manterem sempre interessados.

Ao meu avô e à D. Conceição, por toda a ajuda, apoio e preocupação e por terem recebido a Carol e a Gláucia como parte da nossa família.

Ao André, por confiar sempre em mim e no meu trabalho, por ter as palavras certas para cada momento, por estar sempre do meu lado e me incentivar cada dia a ser melhor e ir mais longe, pela ajuda no campo e na escrita, pela motivação e compreensão, por todo carinho e amor e por tornar os meus dias tão felizes, muito obrigada.