

rePLANT

Relatório de identificação e justificação das espécies e proveniências de *Pinus* spp. mais produtivas e mais adaptadas às alterações climáticas

PPS 1. Atividade A.1.1 | Deliverable E1.1.1

Versão n 4. | dez 2020

David Almeida¹, Paula Soares¹, Filipe Costa e Silva¹, Isabel Carrasquinho²,
Teresa Soares David², Maria Emília Silva³, Maria João Gaspar³, José Luís
Louzada³, Jorge Cunha⁴, Nuno Calado⁵

¹ISA, ²INIAV, ³UTAD, ⁴ForestWISE, ⁵SONAE ARAUCO



www.replant.pt

grounding collaborative strategies for integrated mngt of forests & fire

Cofinanciado por:



Índice

| | | |
|------|---|----|
| 1. | CONTEXTUALIZAÇÃO DA AÇÃO | 1 |
| 2. | CRITÉRIOS DE SELEÇÃO DE ESPÉCIES E PROVENIÊNCIAS | 1 |
| 2.1. | Espécies do género <i>Pinus</i> utilizáveis em Portugal continental | 1 |
| 2.2. | Áreas potenciais em Portugal continental | 3 |
| 2.3. | Utilizações, crescimento e rotação | 5 |
| 2.4. | Suscetibilidade a pragas e doenças | 6 |
| 3. | SELEÇÃO DE ESPÉCIES PARA ARBORETOS, O PROJETO REINFFORCE | 7 |
| 3.1. | Área de distribuição | 7 |
| 3.2. | Tolerância climática | 8 |
| 3.3. | Tolerância edáfica | 8 |
| 3.4. | Valorização económica | 9 |
| 4. | ESPÉCIES PROPOSTAS PARA ENSAIO | 10 |
| 5. | FONTES DE INFORMAÇÃO | 17 |

Os autores agradecem a participação ativa da Susana Carneiro do Centro PINUS

1. CONTEXTUALIZAÇÃO DA AÇÃO

A tarefa A1.1.1. – Seleção de espécies e proveniências de *Pinus* spp. – visa a seleção das espécies do género *Pinus* e proveniências a ensaiar. Foram analisadas várias espécies e regiões de proveniência deste género tendo por base:

- As características ecológicas da espécie, discutindo o contexto edafoclimático de origem ou preferencial para a espécie, bem como a sua suscetibilidade a fatores de perturbação abiótica e a pragas e doenças.
- O potencial de crescimento e possível valorização dos recursos lenhosos - caracterização do potencial de produção e de usos da madeira – e outras aptidões da espécie - como o potencial resineiro ou efeito protetor.

2. CRITÉRIOS DE SELEÇÃO DE ESPÉCIES E PROVENIÊNCIAS

2.1. Espécies do género *Pinus* utilizáveis em Portugal continental

Para caracterizar as espécies, quanto às restrições em ações de arborização e re-arborização, utilizou-se a Lista das espécies arbóreas florestais utilizáveis em Portugal continental (ICNF, 2019b).

Segundo este documento, as espécies estão categorizadas como indígenas e não indígenas. As espécies indígenas são utilizáveis sem restrições legais, com exceção das decorrentes dos instrumentos de planeamento e gestão florestal, de instrumentos de ordenamento e gestão de áreas protegidas e de outros programas especiais.

As espécies não indígenas dividem-se em espécies naturalizadas não invasoras, espécies não indígenas com interesse para a arborização e espécies naturalizadas invasoras (DL nº 92/2019, de 10 de julho).

As espécies naturalizadas não invasoras e as espécies não indígenas com interesse para a arborização são utilizáveis, com exceção de restrições decorrentes de legislação específica, de planos de gestão florestal, de instrumentos de ordenamento e gestão de áreas protegidas e de outros programas especiais. As espécies naturalizadas invasoras são de utilização proibida em ações de (re)arborização.

As espécies não indígenas não introduzidas e outras já introduzidas não classificadas nas categorias anteriores são de utilização proibida com exceção para casos despachados favoravelmente pelo Governo da República.

Quanto ao género *Pinus*, encontram-se categorizadas 12 espécies, 3 indígenas, 2 naturalizadas e 7 não indígenas com interesse para a arborização, sendo que nenhuma espécie deste género é considerada invasora.

No Quadro 1, listam-se as espécies do género *Pinus* em função do seu estatuto (indígenas, não indígenas naturalizadas e não indígenas com interesse para a arborização), identificadas pelo nome científico da espécie, nome comum e ocorrência segundo o ICNF.

Na listagem de espécies arbóreas florestais utilizáveis em Portugal continental (ICNF, 2019b), a ocorrência das espécies apresenta-se categorizada como:

- Predominantes – espécies que formam extensos povoamentos, distribuídos ao longo do país;

- Abundantes: espécies que formam extensos povoamentos em regiões ou localidades restritas, ou que ocorrem disseminadas em diversos tipos de povoamentos numa extensa área de distribuição;
- Frequentes: espécies que ocorrem disseminadas em diversos tipos de formações em várias regiões do país;
- Ocasionais: espécies que ocorrem disseminadas em diversos tipos de formações, embora de distribuição restrita no território ou de forma isolada;
- Raras: espécies que ocorrem em pequenos núcleos ou através de indivíduos dispersos, em regiões ou localidades muito restritas.

Quadro 1 – Espécies de *Pinus* spp. utilizáveis em Portugal continental

| | | Espécie | Nome comum | Ocorrência |
|------------------------|----------------------------------|--|---------------------------|--------------|
| Espécies indígenas | | <i>Pinus pinaster</i> Aiton | Pinheiro-bravo | Predominante |
| | | <i>Pinus pinea</i> Linnaeus | Pinheiro-manso | Predominante |
| | | <i>Pinus sylvestris</i> Linnaeus | Pinheiro-silvestre | Frequente |
| Espécies não indígenas | Naturalizadas | <i>Pinus halepensis</i> Miller | Pinheiro-de-Calepo | Abundante |
| | | <i>Pinus nigra</i> Arnold | Pinheiro-larício | Abundante |
| | Com interesse para a arborização | <i>Pinus brutia</i> Tenot | Pinheiro-da-Calábria | Ocasional |
| | | <i>Pinus canarensis</i> Chr. Sm. ex Buch | Pinheiro-das-anárias | Ocasional |
| | | <i>Pinus eldarica</i> Medwedew | Pinheiro-da-transcaucásia | Ocasional |
| | | <i>Pinus muricata</i> D. Don | Pinheiro-do-bispo | Rara |
| | | <i>Pinus radiata</i> D. Don | Pinheiro-insigne | Frequente |
| | | <i>Pinus uncinata</i> Miller ex Mirbel | Pinheiro-montanhês | Ocasional |
| | | <i>Pinus wallichiana</i> Jackson | Pinheiro-do-Himalaia | Rara |

2.2. Áreas potenciais em Portugal continental

Em *Espécies arbóreas indígenas em Portugal continental – Guia de utilização* (ICNF, 2016) é apresentada uma distribuição das espécies arbóreas autóctones pelas macrozonas climáticas em que se consideram adequadas, segundo o tipo de estação florestal.

No Quadro 2 apresentam-se as espécies indígenas do género *Pinus*, cujo principal produto de exploração é o lenho, nas estações em que são consideradas aptas. Para além das estações apresentadas no quadro, o documento mencionado contempla ainda sítios higrófilos e estações com calcário ativo, no entanto não se consideram aptas quaisquer espécies enquadradas no âmbito do projeto rePlant.

Quadro 2. Orientação geral para a escolha das espécies do género *Pinus* mais adequadas para cada região, em Portugal continental (adaptado de ICNF, 2016).

| Estações | Portugal Atlântico | | | Portugal Mediterrânico | | |
|--------------------------|-----------------------|------------------------------|--|------------------------|------------------------------|---|
| | andar basal (0-400 m) | andar submontano (400-700 m) | andares montano e altimontano (>700 m) | andar basal (0-400 m) | andar submontano (400-700 m) | andares montano e altimontano (>700 m) |
| Sítios mesófilos | - | - | <i>P. sylvestris</i> | - | <i>P. pinaster</i> | <i>P. pinaster</i> , <i>P. sylvestris</i> |
| Sítios xerófilos | <i>P. pinaster</i> | <i>P. pinaster</i> | <i>P. sylvestris</i> | <i>P. pinaster</i> | <i>P. pinaster</i> | <i>P. pinaster</i> |
| Dunas e areais costeiros | <i>P. pinaster</i> | - | - | <i>P. pinaster</i> | - | - |

Em *Técnicas de Produção Florestal* (Alves, 1982) são sintetizados os limites de adaptação com sucesso de um conjunto de espécies para as quais à data se conheciam núcleos instalados, pelas Grandes Regiões de Arborização consideradas em Portugal continental.

Consideram-se 12 Regiões de Arborização, 11 das quais categorizadas em função das suas características por diferenciação dos pólos ecológicos - atlântico, ibérico e mediterrâneo - e em função de classes altimétricas - desde o nível basal ao altimontano. As classes de altitude são semelhantes às consideradas em ICNF (2016) – ver Quadro 2, com a diferença de que se assume para o andar montano cotas entre os 700 e os 1000 metros, correspondendo ao altimontano as cotas acima do limite superior do andar montano.

A 12ª região denominada “Zonas Edafoclimáticas” corresponde a zonas em que as características edáficas são preponderantes no planeamento da arborização, apesar de se encontrarem em situações climáticas diferentes. Nesta região inserem-se as dunas, os aluviões e os calcários.

No Quadro 3 apresenta-se uma síntese adaptada de Alves (1982) e Alves et al. (2012), das regiões de arborização, com um enquadramento da temperatura e pluviosidade média anual para estas áreas e respetivas espécies do género *Pinus* consideradas com aptidão para serem exploradas para produção de lenho. Apresenta-se, na Figura 1, também uma caracterização da distribuição geográfica destas zonas no território continental português, segundo Almeida et al (1999) e retirada de Correia e Oliveira (2003).

Quadro 3. Caracterização de Grandes Regiões de Arborização (adaptado de Alves 1982 e Alves et al. 2012).

| Região de Arborização | Clima | Espécies aptas |
|--|---------------------------------|-----------------------------------|
| I-Região Basal Atlântica | 1000-2400 mm | <i>P. pinaster, P. radiata</i> |
| | 12.5-16 °C | |
| II-Região Basal Mediterrâneo-Atlântica | 700-1000 mm | <i>P. pinaster, P. radiata</i> |
| | 12.5-17.5 °C | |
| III-Região Basal Atlante-Mediterrânea | 500-1400 mm | <i>P. pinaster, P. radiata</i> |
| | 7.5-16 °C | |
| IV-Região Submontana Subatlântica | 600-2000 mm | <i>P. pinaster</i> |
| | 7.5-15 °C | |
| V-Região Montana Subatlântica | 1000-1800 mm | <i>P. nigra, P. sylvestris</i> |
| | 7.5-15 °C | |
| VI-Região Montana Ibérica | 700-1200 mm | <i>P. nigra</i> |
| | 7.5-16 °C | |
| VII-Região Altimontana | >2000 mm | <i>P. nigra, P. sylvestris</i> |
| | <10 °C | |
| VIII-Região Basal Submediterrânea | 550-900 mm | <i>P. pinaster, P. halepensis</i> |
| | 15-18 °C | |
| IX-Região Basal Sub-Iberomediterrânea | 500-700 mm | <i>P. halepensis</i> |
| | 15.2-17.5 °C | |
| X-Região Basal Iberomediterrânea | 400-600 mm | - |
| | 16-18 °C | |
| XI-Região Basal Mediterrânea | 300-600 mm | <i>P. halepensis</i> |
| | 16-18 °C | |
| XII - Zonas Edafoclimáticas | | |
| Dunas | <i>P. halepensis</i> | |
| Calcários | <i>P. halepensis, P. brutia</i> | |
| Aluviões | - | |

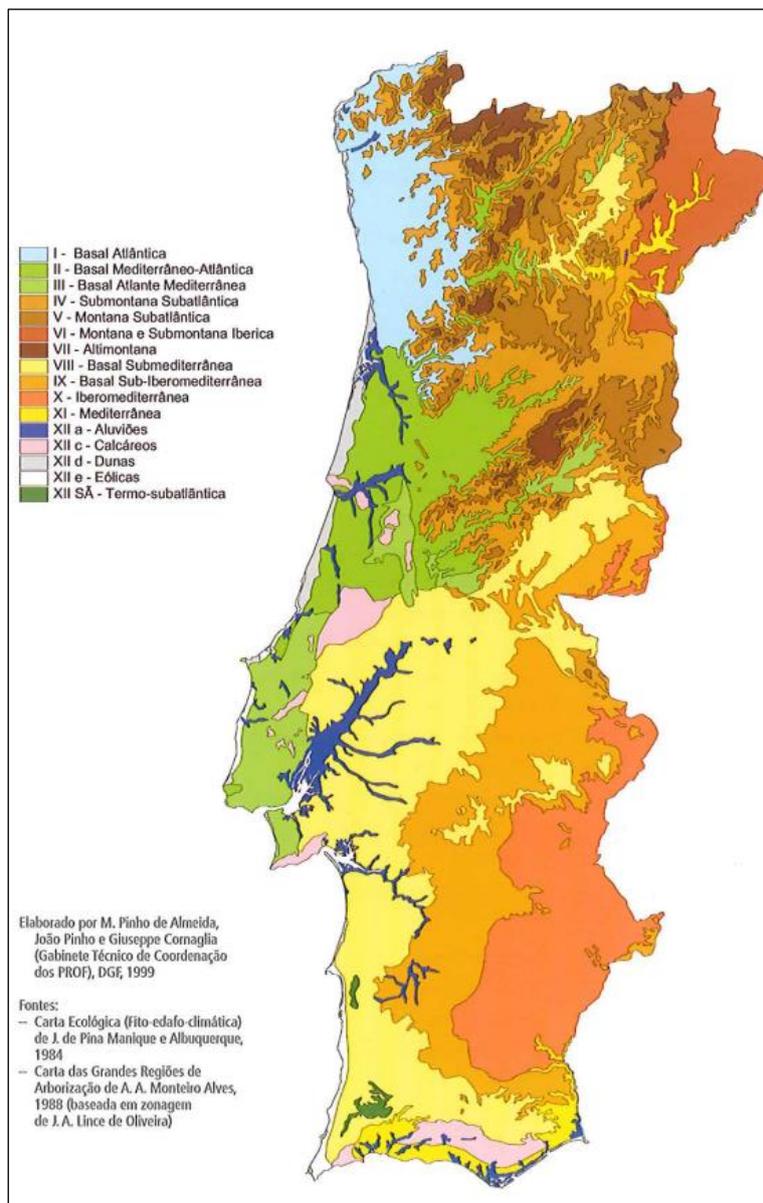


Figura 1. Grandes Regiões de Arborização em Portugal continental (Almeida et al 1999 em Correia e Oliveira 2003)

2.3. Utilizações, crescimento e rotação

Em Alves (1982) é referido que a introdução de resinosas resulta da “necessidade de diversificar a produção de material lenhoso, nalguns casos para, através delas, se poder conseguir determinadas qualidades de matérias-primas, mas sempre pela sua maior capacidade produtiva e porque, mesmo em termos de efeitos protetivos, (...) são possivelmente mais interessantes que as habitualmente utilizadas”.

Neste sentido, a discussão sobre que espécies exóticas (e nativas) utilizar depende não só da sua adaptação à estação, mas também dos objetivos das ações de arborização. Em termos de produção

de material lenhoso, procura-se espécies que apresentam, em estações adequadas, um potencial produtivo destacável. Procuram-se também espécies com capacidade de ocupar estações do andar montano e altimontano, potencial de proteção de solo e colonização de vegetar em condições pouco favoráveis.

2.4. Suscetibilidade a pragas e doenças

O nível de suscetibilidade/resistência de um qualquer indivíduo a pragas e doenças é dado em função de características internas e externas. De entre as características internas, o nível de suscetibilidade de uma planta é dado principalmente em função da espécie a que pertence, mas também pelas características particulares de cada indivíduo.

Sob este ponto discute-se o nível suscetibilidade, em condições normais, das espécies de *Pinus* spp. ao nemátodo-da-madeira-do-pinheiro (*Bursaphelenchus xylophilus*), às doenças dos anéis vermelhos (*Dothistroma pini* e *Dothiostroma septosporum*), à doença das manchas castanhas nas agulhas (*Lecanosticta acicola*) e à processionária do pinheiro (*Thaumetopoea pityocampa*).

O nemátodo-da-madeira-do-pinheiro (*Bursaphelenchus xylophilus*) é o agente causador da doença da murchidão do pinheiro. Esta praga, originária da América do Norte, não se apresenta como patogénico principal dos povoamentos de espécies indígenas na sua área de origem, aparecendo a doença da murchidão do pinheiro principalmente associada a espécies exóticas sob stress – principalmente *Pinus sylvestris* (Dwinell, 1997). Em Portugal, o *B. xylophilus* é vetorizado pelo longicórnio do pinheiro (*Monochamus galloprovincialis*) que se alimenta preferencialmente de *P. pinaster* podendo ocorrer noutras espécies (Naves et al, 2006). No contexto europeu destacam-se como hospedeiros do nemátodo as espécies *P. pinaster*, *P. nigra* e *P. radiata* (Schenk et al, 2020).

Todas as espécies do género *Pinus* podem ser hospedeiras da processionária do pinheiro (*Thaumetopoea pityocampa*), sendo que as plantações de *Pinus radiata*, *P. nigra*, *P. canariensis* e *P. sylvestris* são das mais suscetíveis a ataques desta espécie e as espécies *P. pinaster* e *P. halepensis* das menos suscetíveis (IEFC, 2002).

A *Dothistroma septosporum*, a *D. pini* e a *Lecanosticta acicola* são doenças fúngicas que afetam as agulhas e são favorecidas por ambientes quentes e húmidos. A *D. septosporum* e a *D. pini* correspondem aos agentes causais da doença dos anéis vermelhos, a *L. acicola* provoca a doença das manchas castanhas das agulhas. Até 2004 considerava-se que a doença dos anéis vermelhos era provocada por apenas um organismo patogénico (*D. septospora*) até que Barnes et al (2004) demonstrou que se tratam de duas espécies diferentes (*D. septosporum* e *D. pini*). Considera-se que a *D. septosporum* apresenta uma distribuição global e a *D. pini* uma distribuição reduzida à Europa e à América do Norte (EPPO, 2015), estando a sua presença confirmada em Espanha (Ortiz de Urbina, 2016).

De entre as espécies do género *Pinus* analisadas, a *Pinus radiata*, *P. nigra*, *P. sylvestris* e *P. ponderosa* são muito suscetíveis às duas espécies de *Dothistroma* referidas, destacando-se como mais sensíveis a *P. nigra* e a *P. radiata*. A espécie *P. halepensis* é pouco suscetível a ambos os organismos, o comportamento da *P. pinaster* é considerado entre moderadamente suscetível e pouco suscetível. A espécie *P. taeda* é considerada moderadamente suscetível à doença; a *P. brutia* está reportada como muito suscetível à *D. septosporum* (Drenkhan et al, 2016).

De entre os hospedeiros de *L. acicola* importa destacar que as espécies *P. radiata*, *P. sylvestris* e *P. ponderosa* são das mais suscetíveis. Afeta também, mas com pouca severidade, as espécies *P. halepensis*, *P. nigra*, *P. taeda* e *P. pinaster* (EPPO, 2015; Ortíz de Urbina, 2016).

3. SELEÇÃO DE ESPÉCIES PARA ARBORETOS, O PROJETO REINFFORCE

No processo de seleção de espécies para os arboretos do Projeto Reinfforce, o qual incidiu sobre a sustentabilidade dos recursos florestais atlânticos num contexto de alterações climáticas, foram ajustados indicadores que se consideram adequados para quantificar e controlar a adaptação das espécies escolhidas (Orazio et al, 2009).

Apresenta-se para as espécies categorizadas em Orazio et al (2009) passíveis de ser ensaiadas, uma descrição dos indicadores considerados, através de uma chave numérica e da respetiva classificação associada.

3.1. Área de distribuição

A área de distribuição das espécies é categorizada pela sua distribuição geográfica e pela sua distribuição climática em função do número de bioclimas em que a espécie pode ocorrer (Quadro 4). É condição preferencial para ambos os indicadores uma distribuição alargada, sendo as espécies *P. ponderosa* e *P. sylvestris* as que apresentam maior plasticidade.

Quadro 4. Indicadores de área de distribuição (adaptado de Orazio et al, 2009).

| Área de distribuição | | |
|----------------------------------|-------------------------|------------------------|
| Espécies | Distribuição geográfica | Distribuição climática |
| <i>Pinus brutia</i> | 2 | 3 |
| <i>Pinus nigra</i> | 3 | 2 |
| <i>Pinus nigra sub. salzmani</i> | 3 | 2 |
| <i>Pinus pinaster</i> | 3 | 2 |
| <i>Pinus ponderosa</i> | 4 | 3 |
| <i>Pinus radiata</i> | 2 | 2 |
| <i>Pinus sylvestris</i> | 4 | 3 |
| <i>Pinus taeda</i> | 3 | 2 |
| LEGENDA: | | |
| 1 | Endémica | 1 bioclima |
| 2 | Pequenos núcleos | 2 ou 3 bioclimas |
| 3 | Regional | Mais de 3 bioclimas |
| 4 | Amplamente distribuída | Desconhecida |
| 5 | Desconhecida | - |

3.2. Tolerância climática

Para categorizar a tolerância climática das espécies foram considerados 4 indicadores: a sensibilidade às geadas, a tolerância a temperaturas e radiações elevadas, a tolerância à seca – indicadores em que se tem preferência por espécies com maior tolerância – e as necessidades hídricas anuais – em que se pretende espécies com menores exigências (Quadro 5). Deve-se notar que a espécie *P. radiata* é aquela que, considerando todos os indicadores, apresenta menor tolerância climática e que as espécies *P. brutia*, *P. pinaster* e *P. ponderosa* apresentam elevada tolerância à seca e baixas necessidades hídricas anuais.

Quadro 5. Indicadores de tolerância climática (adaptado de Orazio et al, 2009).

| Tolerância Climática | | | | |
|----------------------------------|----------------------------|-------------------------------------|-----------------|------------------------------|
| Espécies | Sensibilidade geada | Tolerância temp. e radiação elevada | Tolerância seca | Necessidades hídricas anuais |
| <i>Pinus brutia</i> | 4 | 3 | 3 | 1 |
| <i>Pinus nigra</i> | 4 | 2 | 2 | 2 |
| <i>Pinus nigra sub. salzmani</i> | 5 | 3 | 1 | 2 |
| <i>Pinus pinaster</i> | 4 | 3 | 3 | 1 |
| <i>Pinus ponderosa</i> | 4 | 3 | 3 | 1 |
| <i>Pinus radiata</i> | 2 | 2 | 2 | 3 |
| <i>Pinus sylvestris</i> | 5 | 2 | 1 | 2 |
| <i>Pinus taeda</i> | 4 | 3 | 2 | 2 |
| LEGENDA: | | | | |
| Classificação | Sensibilidade geada | Tolerância temp. e radiação elevada | Tolerância seca | Necessidades hídricas anuais |
| 1 | Baixa | Baixa | Baixa | Baixa |
| 2 | Sensível a geadas precoces | Média | Média | Média |
| 3 | Sensível a geadas tardias | Elevada | Elevada | Elevada |
| 4 | Média | Desconhecida | Desconhecida | Muito elevada |
| 5 | Adaptada à geada | - | - | Desconhecida |
| 6 | Desconhecida | - | - | - |

3.3. Tolerância edáfica

Os indicadores de classificação da tolerância edáfica foram a disponibilidade de nutrientes, espessura e humidade do solo (Quadro 6). A tolerância à perturbação foi diferenciada em perturbação biótica e abiótica. Destaca-se pela sua rusticidade edáfica e tolerância à perturbação a espécie *P. pinaster*; as espécies *P. taeda* e *P. radiata* são as que apresentam maiores exigências de humidade no solo. À semelhança da espécie *P. pinaster*, as espécies *P. taeda* e *P. ponderosa* apresentam elevada tolerância à perturbação biótica e as espécies *P. radiata* e *P. sylvestris* apresentam baixa tolerância à perturbação abiótica.

Quadro 6. Indicadores de tolerância edáfica e às perturbações biótica e abiótica (adaptado de Orazio et al, 2009).

| Espécies | Tolerância edáfica | | | Tolerância à perturbação | |
|----------------------------------|-------------------------------|-------------------|------------------|--------------------------|----------|
| | Disponibilidade de nutrientes | Espessura do solo | Humidade no solo | Biótica | Abiótica |
| <i>Pinus brutia</i> | 4 | 1 | 3 | 2 | 2 |
| <i>Pinus nigra</i> | 4 | - | 3 | 2 | 2 |
| <i>Pinus nigra sub. salzmani</i> | 4 | - | 3 | 2 | 4 |
| <i>Pinus pinaster</i> | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 |
| <i>Pinus ponderosa</i> | 4 | - | 3 | 3 | 1 |
| <i>Pinus radiata</i> | 4 | 3 | 2 | 2 | 1 |
| <i>Pinus sylvestris</i> | 4 | 1 | 3 | 2 | 1 |
| <i>Pinus taeda</i> | 2 | 2 | 2 | 3 | 1 |

LEGENDA:

| Classificação | Disponibilidade de nutrientes | Espessura do solo | Humidade no solo | Biótica | Abiótica |
|---------------|-------------------------------|----------------------|------------------|--------------|--------------|
| 1 | Baixa | Delgados | Elevada | Baixa | Baixa |
| 2 | Média | Média | Média | Média | Média |
| 3 | Elevada | Profundos | Baixa | Elevada | Elevada |
| 4 | Ampla adaptabilidade | Ampla adaptabilidade | Desconhecida | Desconhecida | Desconhecida |
| 5 | Desconhecida | Desconhecida | - | - | - |

3.4. Valorização económica

De entre os restantes indicadores considerados selecionou-se a relevância silvícola com valor económico, o seu uso em plantações florestais, a qualidade da madeira e o tipo de produtos a que pode dar origem (Quadro 7). Todas as espécies têm uma relevância silvícola importante e encontram-se amplamente distribuídas em plantações florestais, exceto a *P. brutia*. Considera-se que a espécie *P. radiata* é a que apresenta melhor qualidade do lenho e que a *P. ponderosa* e a *P. sylvestris* são as espécies com capacidade para produzir matéria prima para produtos com maior valorização (folheado).

Quadro 7. Indicadores de valorização económica (adaptado de Orazio et al, 2009).

| Valorização económica | | | | |
|----------------------------------|----------------------------|-------------------|---------------|-------------------------|
| Espécies | Relevância silvícola | Plant. florestais | Qual. madeira | Produtos |
| <i>Pinus brutia</i> | 4 | 2 | 2 | 4 |
| <i>Pinus nigra</i> | 4 | 3 | 2 | 4 |
| <i>Pinus nigra sub. Salzmani</i> | 4 | 3 | 2 | 4 |
| <i>Pinus pinaster</i> | 4 | 3 | 2 | 4 |
| <i>Pinus ponderosa</i> | 4 | 3 | 2 | 5 |
| <i>Pinus radiata</i> | 4 | 3 | 3 | 4 |
| <i>Pinus sylvestris</i> | 4 | 3 | 2 | 5 |
| <i>Pinus taeda</i> | 4 | 3 | 2 | 4 |
| LEGENDA: | | | | |
| Classificação | Relevância silvícola | Plant. florestais | Qual. madeira | Qual. produtos |
| 1 | Nenhuma | Raras | Baixa | Celulose |
| 2 | Local | Ocasionais | Média | Serração não estrutural |
| 3 | Relevante mas substituível | Abundantes | Elevada | Bioenergia |
| 4 | Muito importante | - | Muito elevada | Serração estrutural |
| 5 | Desconhecida | - | Desconhecida | Folheado |

4. ESPÉCIES PROPOSTAS PARA ENSAIO

Após consideração dos pressupostos enunciados anteriormente, apresenta-se a listagem de espécies propostas a ensaio no âmbito do projeto rePlant, com caracterização da ecologia, potencial produtivo, utilizações do lenho e outros possíveis usos.

Pinheiro-bravo (*Pinus pinaster* Ait.)

A espécie *Pinus pinaster* é pioneira indígena, com elevada rusticidade. De acordo com o IFN6 é a terceira espécie florestal portuguesa em termos de área total, atrás do eucalipto e do sobreiro, e é aquela que ocupa uma maior área em todos os andares de altitude superior ao basal (ICNF, 2019a).

Ecologia da espécie

O pinheiro-bravo tem uma elevada capacidade de adaptação edáfica e preferência por áreas de influência atlântica. Encontra o seu ótimo climático nas zonas Basal Mediterrâneo-atlântica, Basal Atlante-mediterrânica e Basal Submediterrânica, às quais correspondem, de um modo geral, temperaturas médias anuais entre os 13 e 15 °C, temperatura média do mês mais quente inferior a 20°C e temperatura média do mês mais frio de 8 a 10 °C. Apresenta também potencial para ocupar o andar submontano. Encontra severas limitações a partir dos 800 m de altitude, que se traduzem em menor crescimento e maior suscetibilidade a pragas e doenças. Tem como zonas preferenciais em território continental, áreas com precipitação desde os 500 aos 1200-1400 mm médios anuais (Alves et al, 2012).

Esta espécie com comportamento pioneiro, tem capacidade de colonizar quaisquer condições edáficas exceto solos com calcário solúvel (pH elevado), solos hidromórficos ou solos com má drenagem (Alves, 1982). Apresenta preferência por solos permeáveis de textura ligeira, apresentando suscetibilidade à compactação (Correia e Oliveira, 2003).

O pinheiro-bravo é dotado de resistência à neve em pó mas, no entanto, resiste mal à neve húmida que – pela sua maior densidade – pode provocar quebra ou dobra do tronco ou ramos. As proveniências portuguesas suportam mal situações de frio intenso, podendo ocorrer mortalidade das plantas após alguns dias seguidos com temperaturas inferiores a 15°C. As geadas primaveris podem danificar as folhas do ano (Correia e Oliveira, 2003).

Considera-se que apresenta alguma tolerância aos organismos causadores da doença dos anéis vermelhos, situando-se de um modo geral entre as espécies com suscetibilidade baixa ou moderada (Drenkhan et al, 2016); apesar de ser hospedeira da *L. acicola* não se encontra entre as espécies mais sensíveis (EPPO, 2015; Ortíz de Urbina, 2016). É um dos hospedeiros com menor suscetibilidade à *T. pityocampa* (IEFC, 2002); no entanto é particularmente suscetível a *B. xylophilus* (Evans et al, 1996; Naves et al, 2006).

Produção e utilizações da madeira

O termo de exploração ocorre geralmente entre os 35-40 anos; segundo a *Tabela de Produção para o Pinhal do Vale do Tâmega* (Moreira e Fonseca, 2002) apresenta produções de volume total para estações de qualidade média ($SI_{35}=16$, sendo SI_{35} o índice de qualidade da estação aos 35 anos) na ordem dos $9 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$. Por outro lado, as tabelas de produção ajustadas por Santos Hall e Martins (Santos Hall e Martins, 1986) para pinhal-bravo da região centro litoral apresentam-se centradas entre os $6 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ ($SI_{50}=16$) e os $8 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ ($SI_{50}=20$).

O lenho é de serragem e secagem fácil, com risco de exsudação de resina. Apresenta muitas valências, com aptidão para construção, carpintaria, pavimentos, paletes, postes, folheado, aglomerados e celulose (Carvalho, 1997). Em *Madeiras Portuguesas vol. II* (Carvalho, 1997) descreve-se o pinheiro-bravo da Mata Nacional de Leiria e o pinheiro-bravo de Viana. O primeiro é descrito por uma densidade de 640 kg/m^3 (H=12%) e destacam-se as suas qualidades para elementos estruturais maciços, carpintarias exteriores, pavimentos e parquetes. O segundo apresenta uma densidade inferior (565 kg/m^3 , com H=12%) e tem particular aptidão para paletes, desenrolamento e folheamento, laminados-colados, microlaminados colados e LVL, carpintaria de interiores e caixilharias, mobiliário maciço e de elementos reconstituídos (lamelados).

Outros usos

É a espécie em território nacional mais utilizada para extração de resina. A sua rusticidade confere-lhe aptidão para recuperação de solos; é também utilizada para consolidação de dunas (AFN, 2012).

Pinheiro-silvestre (*Pinus sylvestris* L.)

O pinheiro-silvestre é uma indígena e pioneira de altitude. Tipicamente continental, resistente a grandes amplitudes térmicas, ao frio e dotada de grande plasticidade edáfica, é a espécie do género *Pinus* que apresenta uma maior área de distribuição mundial (AFN, 2012).

Ecologia da espécie

Na Península Ibérica vegeta entre os 800 e os 2000 metros, encontrando-se os melhores povoamentos entre os 1200-1600 metros, apresentando potencial para colonização de estações no andar altimontano, em área com temperaturas médias anuais entre os 4-12°C, com um ótimo entre os 6 e

9°C. Requer precipitações médias anuais entre 700 e 1300 mm com, pelo menos, 70 mm nos meses mais secos (Correia e Oliveira, 2003), com capacidade para tolerar verões longos, quentes e secos das montanhas mediterrânicas (Alves, 1982).

Tem capacidade de se desenvolver em todo o tipo de solos, mesmo os mais pobres e superficiais, suportando solos secos, com alguma compactação e pouco férteis. Tem preferência por solos profundos de textura franca (Bravo e Montero, 2008); em solos turfosos ou muito compactados o desenvolvimento é deficiente (Correia e Oliveira, 2003).

É uma espécie com capacidade de resistir ao gelo e ao vento, no entanto pode sofrer danos ao nível da copa por golpes de vento e pelo peso da neve húmida (Alves, 1982). Em termos fitossanitários, o pinheiro-silvestre é uma das espécies mais suscetíveis aos fungos patogénicos anteriormente referidos (EPPO, 2015; Drenkhan et al, 2016), à processionária do pinheiro (IEFC, 2002) e ao nemátodo (Evans et al, 1996).

Produção e utilizações da madeira

O corte de realização desta espécie ocorre por volta dos 60 anos e apresenta, na comunidade de Castilha e Leão (del Río et al, 2006), produções de volume total de 4-5 m³·ha⁻¹·ano⁻¹(SI₅₀=18).

A madeira desta espécie produzida nos países nórdicos é conhecida como pinho-de-Riga, mas apresenta propriedades tecnológicas diferentes das do pinheiro-silvestre português. O pinheiro-silvestre apresenta uma densidade de 550 kg/m³ (H=12%), a madeira é compacta, de secagem e serragem fáceis, sendo possível o desenrolamento dos toros mais limpos. É comum a presença de bolsas de resina. Utilizada no mobiliário rústico e modulado, travessas, postes, embalagens, paletes, na construção em estruturas e carpintarias de interiores e exteriores (Carvalho, 1997).

Outros usos

A espécie *P. sylvestris* é uma importante produtora de resina na Europa Central. Por resinagem das árvores dominantes e codominantes – com d>20 cm –, na Eslovénia, num período de 102 dias, obteve-se uma produção média de resina de 0.61 kg/árv (Gajsek et al, 2018). É também utilizada para proteção e recuperação de solos (AFN, 2012).

Pinheiro-larício (*P. nigra* Arnold ssp. *laricio* Poiret (var *corsicana*))

O pinheiro-larício é considerado para efeitos de arborização uma espécie não indígena naturalizada (ICNF, 2019b). A subespécie *laricio* apresenta duas variedades, *corsicana* e *calabrica*. A área de origem desta última compreende a Sicília e a Calábria, a forma *corsicana* tem a sua área natural circunscrita à ilha da Córsega em altitudes dos 600 aos 1500 metros (Alves, 1982).

Ecologia da espécie

O *Pinus nigra* é uma espécie mediterrânica de montanha muito robusta e de grande plasticidade. Destaca-se pela sua simultânea rusticidade e capacidade produtiva (Aunós, 2008), apresentando-se interessante para ocupação de estações pouco favoráveis, como cabeços ventosos acima dos 700 m e solos pobres como os litossolos de xistos (Alves, 1982).

Exige precipitações anuais mínimas de 800-900 mm (Alves, 1982), tolera grandes variações em temperatura, desenvolvendo-se bem com temperatura média das mínimas nos meses de dezembro a março inferior a 0°C e temperaturas médias anuais na ordem dos 10°C. Na sua área natural vegeta em altitudes entre os 600 e os 1500 metros, encontrando-se o ótimo entre os 1000 e os 1300 m (Alves, 1982).

Tem capacidade de se desenvolver em solos pobres, apresentando preferência por solos com origem em rochas eruptivas (granitos e gneisses desagregáveis), apresentando tolerância ao calcário desde que a humidade do solo seja abundante, com preferência por solos de reação ácida ou sub-ácida. Desenvolve-se bem em solos siliciosos, desde que não se encontrem compactos e sejam bem drenados, mas prefere solos argilosos. Apresenta mecanismos fisiológicos de resistência ao vento e pela sua rebentação tardia, apresenta resistência às geadas primaveris (Alves, 1982).

A espécie apresenta alguma tolerância à *L. acicola*, no entanto está – juntamente com o *P. radiata* – entre os principais hospedeiros de *D. septosporum* e *D. pini* (EPPO, 2015; Drenkhan et al, 2016). A subespécie *laricio* é altamente suscetível à doença dos anéis vermelhos, tendo, por este motivo, sido aplicadas restrições à sua expansão em países como Inglaterra, França e República Checa (Bulman et al, 2016). As plantações desta espécie encontram-se entre os povoamentos mais suscetíveis a danos pela *T. pityocampa* (IEFC, 2002) e pelo *B. xylophilus* (Evans et al, 1996).

Produção e utilizações da madeira

O termo de explorabilidade situa-se entre os 50-60 anos; para a comunidade de Castilha e Leão (Espanha) (del Río et al, 2006) estimam-se produções de volume total de $5 \text{ m}^3\text{-ha}^{-1}\text{-ano}^{-1}$ ($SI_{50}=18$). Em Portugal, Dias et al (2022) observou para vários povoamentos localizados no norte e centro de Portugal continental, valores de acréscimo médio anual a variar entre 3.5 (aos 58 anos com hdom=16 m) e 12.9 (aos 58 anos com hdom=28.6 m) $\text{m}^3\text{-ha}^{-1}\text{-ano}^{-1}$

Apresenta uma densidade de 520 kg/m^3 ($H=12\%$), o fuste é geralmente tortuoso, consequentemente a madeira não apresenta aptidão para desenrolamento ou corte plano. É durável, rica em resina – sendo comum a presença de bolsas de resina - e fácil de trabalhar. É utilizada na construção para estruturas e carpintaria de interiores e exteriores, mobiliário maciço e modulado, aglomerados, embalagens, paletes, travessas e cofragens (Carvalho, 1997).

Outros usos

O *P. nigra*, tal como o *P. sylvestris*, é uma espécie resinosa importante na Europa Central, segundo Gajsek et al (2018), por resinagem de exemplares de *P. nigra* selecionados pela mesma metodologia mencionada anteriormente para o *P. sylvestris*, obteve-se uma produção média de resina de 1.1 kg/árv, num período de 102 dias.

Pinheiro-de-alepo (*P. halepensis* Miller)

O pinheiro-de-alepo é uma espécie intolerante considerada como espécie não indígena naturalizada, com reduzido potencial de produção lenhosa, no entanto, dotada de uma grande plasticidade ecológica em ambiente mediterrânico, com elevada capacidade de vegetar em solos degradados e calcários e de suportar a seca prolongada.

Ecologia da espécie

Apresenta uma elevada plasticidade em termos de ocupação em altitude, estando registada – no Norte de África - a existência de povoamentos desde o nível do mar até 2000 m (Alves, 1982), no entanto considera-se como máximo os 1400m com um ótimo entre os 300 e os 1000 metros de altitude (Bravo e Montero, 2008). No Norte de África e Próximo Oriente vegeta em áreas com precipitações anuais de 250- 300 mm, suportando bem períodos prolongados de seca (Alves, 1982), no contexto nacional esta desenvolve-se com médias anuais desde os 200 aos 1500 mm, com o ótimo entre os 350 e os 700 mm (Correia e Oliveira, 1999).

É uma espécie pouco exigente em nutrientes e com elevada rusticidade edáfica, tolerando solos esqueléticos e pedregosos (Correia e Oliveira, 1999). Apresenta grande tolerância a condições adversas de acidez e de teores de calcário ativo, sendo por este motivo particularmente recomendada para solos calcários (Alves, 1982). Apresenta um sistema radicular plástico, com capacidade de desenvolver uma raiz principal profundante em solos profundos e de desenvolver um sistema radicular secundário abundante em solos esqueléticos (Bravo e Montero, 2008).

O *Pinus halepensis* apresenta-se pouco suscetível à doença dos anéis vermelhos (Drenkhan et al, 2016), apesar de ser hospedeira de *L. acicola* os ataques apresentam pouca severidade (EPPO, 2015). Apresenta-se pouco suscetível à processionária (IEFC, 2002) e suscetibilidade moderada ao nemátodo (Evans et al, 1996).

Produção e utilizações da madeira

Apresenta crescimento pouco interessante – entre $1.5 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$ ($SI_{80}=11$) e $4 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$ ($SI_{80}=20$) – em revoluções compreendidas entres os 40 e os 70 anos, no entanto existem registo de crescimentos superiores $10\text{m}^3\text{ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$ nas melhores estações de Valência (Espanha) (del Río et al, 2008).

A madeira apresenta uma densidade de 550 kg/m^3 ($H=12\%$) e elevado teor de resina. A secagem é fácil, mas pode originar deformações e fendimentos. A serragem também é fácil, dificultada pela tortuosidade do fuste, esta característica impede também o desenrolamento. Entre as utilizações preferenciais do lenho destacam-se possíveis utilizações em construção, embalagens, postes, travessas, aglomerados e celulose (Carvalho, 1997).

Outros usos

Produz resina de boa qualidade, com produções superiores ao pinheiro-bravo ($6-7 \text{ kg.árvore}^{-1}\text{.ano}^{-1}$ na resinagem à morte e $3-4 \text{ kg.árvore}^{-1}\text{.ano}^{-1}$ na resinagem à vida) e é utilizada na recuperação de solos degradados (Alves, 1982). Pela sua rusticidade tem capacidade de colonizar estações descobertas, em plena exposição, recém-ardidas e áreas agrícolas abandonadas (del Río et al, 2008).

Pinheiro-insigne (*P. radiata* D. Don)

O pinheiro-insigne é uma exótica de rápido crescimento originária da Califórnia, apresenta uma área de expansão vasta, amplamente distribuída nos hemisférios norte e sul, em Portugal considera-se que a área mais favorável à sua implantação será a faixa litoral a norte da Figueira da Foz, no andar basal (Alves, 1982).

Ecologia da espécie

Espécie de meia luz, com preferência por exposição plena no início do desenvolvimento (Correia e Oliveira, 2003), típica de climas mediterrânicos, o corre numa grande variedade de solos, apresentando preferência por solos fundos, frescos e bem drenados (Alves, 1982).

Originária de zonas com invernos suaves – de mínima absoluta superior a -5°C – e seca estival, temperatura média do mês mais frio de $10-11^\circ\text{C}$ e do mês mais quente entre 21 e 27°C e precipitações anuais entre os 425 e os 875 mm , em altitudes até aos 330 m (Alves, 1982). No contexto espanhol considera-se que exige $1000-2000 \text{ mm}$ de precipitação anual, com pelo menos 100 mm no verão, ocorrendo em cotas entre os 100 e os $500-550 \text{ m}$ (em exposições umbrias ou soalheiras respetivamente) e que não apresenta tolerância à seca (Bravo e Montero, 2008).

É sensível às geadas, mas reage bem às temperaturas elevadas e apresenta resistência aos ventos marítimos fortes (AFN, 2012). Altamente suscetível às doenças fúngicas em discussão (Piou e loos,

2014; Ortíz de Urbina et al, 2016), sendo que a incidência de *Dothistroma septosporum* levou, no século passado, ao abandono da cultura do pinheiro-insigne em partes do continente africano, norte-americano e na Índia (Bulman et al, 2016). É também altamente suscetível a danos pela *T. pityocampa* (IEFC, 2002), no entanto apresenta suscetibilidade moderada ao nemátodo (Evans et al, 1996).

Produção e utilizações da madeira

As revoluções têm duração próxima de 30 anos, obtendo-se para rotações desta duração, na Galiza, produções totais centradas entre 13.9 m³·ha⁻¹·ano⁻¹ (SI₂₀=17) e 21.0 m³·ha⁻¹·ano⁻¹ (SI₂₀=21) (Sanchez-Rodriguez et al, 2003).

O lenho apresenta uma densidade de 500 kg/m³ (H=12%) de serragem e secagem fácil e com desenrolamento possível em toros pouco nodosos. Tem como utilizações preferenciais carpintarias de interiores, embalagens, mobiliário, contraplacado, paletes e aglomerados, a sua boa aptidão para colagem torna-a interessante para o uso em reconstituição (Carvalho, 1997).

Pinheiro-de-ponderosa (*P. ponderosa* Laws)

O *Pinus ponderosa* é uma espécie originária da costa ocidental dos EUA, não listada entre as espécies florestais utilizáveis em Portugal continental. Em *Técnicas de Produção Florestal*, Monteiro Alves (1982) defende que “haverá todo o interesse em estudar profundamente a sua adaptabilidade entre nós, pelo alto valor tecnológico do lenho produzido”.

Ecologia da espécie

Espécie pioneira dotada de uma grande plasticidade térmica e edáfica, adaptada a fracas precipitações, considera-se que, de grosso modo, a sua área de distribuição coincidirá com a da forma *corsicana* do pinheiro-larício. Na sua área de origem ocorre desde o nível do mar – no Canadá - até cotas de 2700 metros – na Califórnia -, vegetando em estações com uma média dos mínimos de janeiro de -10°C e média dos máximos em julho de 31.4°C, sendo indiferente às variações de temperatura. Adaptada a regiões com precipitações anuais entre os 400-600 mm, dos quais apenas 10-12% ocorrem nos meses de junho a agosto. Tem capacidade de vegetar em solos litólicos e pouco desenvolvidos, com pH entre 4.9-9.1, dotada de uma raiz principal apumada e profundante que lhe confere resistência à secura e aos ventos, apresentando também resistência às geadas (Alves, 1982).

Foi detetada recentemente a infeção de *P. ponderosa* por *Lecanosticta acicola* e *Dothistroma septosporum* no País Basco, Espanha (Mesanza et al, 2019). Espécie muito suscetível à *L. acicola* (EPPO, 2015) e aos agentes causais da doença dos anéis vermelhos (Drenkhan et al, 2016), sendo que a entrada de *D. septosporum* na Nova Zelândia levou ao fim da exploração silvícola de *P. ponderosa* (Bulman et al, 2016).

Tratando-se de uma espécie do género *Pinus* spp., será também um potencial hospedeiro da processionária do pinheiro (IEFC, 2002). Quanto ao nemátodo, apresenta suscetibilidade moderada (Evans et al, 1996).

Produção e utilizações da madeira

Segundo Monteiro Alves (1982) “nas zonas mais húmidas durante as épocas de crescimento encontram-se acréscimos médios anuais da ordem dos 14 m³/ha/ano, na área de origem”. Segundo o portal *The Wood Database*, o lenho desta espécie apresenta uma densidade média (H=12%) de 450 kg/m³, é fácil de trabalhar tanto com maquinaria como com ferramentas manuais e tem boa qualidade para colagem e acabamentos. Os usos mais comuns para a madeira desta espécie são o folheado, contraplacado, embalagens, postes e varas, acabamentos de interior, marcenaria e madeira para

construção. Albino de Carvalho (1997) considera para esta espécie uma densidade ligeiramente inferior (435 kg/m^3 , $H=12\%$) e destaca a apreciável estabilidade desta madeira.

Pinheiro-amarelo (*P. taeda* L.)

Esta espécie é considerada uma espécie com características intermédias entre o *P. radiata* e o *P. pinaster*, apresentando uma plasticidade edáfica superior à do primeiro e com produção e qualidade da madeira superior à do segundo (Amiano, 2002).

Ecologia da espécie

Tem uma área de distribuição natural que vai desde o oeste do Texas até ao estado de Maryland ao longo da costa sudoeste dos Estados Unidos, ocorrendo sobre um amplo leque de tipos de solo. Os melhores povoamentos encontram-se em solos aluviais, mal drenados ou com um teor de humidade elevado e moderadamente ácidos (Amiano, 2002).

É natural de climas com verões quentes e invernos amenos, em altitudes até 365m, com temperatura média anual entre os 13 e 24°C, médias de janeiro entre 4 e 16°C e de julho na ordem nos 27°C, com precipitações anuais entre os 1020-1520 mm anuais (Baker e Langdon, 1990).

É suscetível a danos pelo gelo, neve e granizo (Baker e Langdon, 1990). Em termos bióticos, apresenta-se moderadamente suscetível à doença dos anéis vermelhos (Drenkhan et al, 2016) e os danos por *L. acicola* não apresentam grande severidade (EPPO, 2015). O *P. taeda* aparenta sofrer ataques de intensidade intermédia pela *T. pityocampa*, (Mateus, 2008) e apresenta-se moderadamente suscetível a *B. xylophilus* (Evans et al, 1996).

Produção e utilizações da madeira

A produção na sua área de origem, para povoamentos não desbastados, apresenta valor médio à volta de $10 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ (Baker e Langdon, 1990), sendo a madeira utilizada para madeira serrada e celulose (Carey, 1992). Segundo o portal *The Wood Database* a madeira desta espécie apresenta uma densidade média ($H=12\%$) de 570 kg/m^3 , é fácil de trabalhar, tem boa capacidade para receber acabamentos e colas, tendo como usos mais comuns a construção e usos de interior com possibilidade de ser utilizada no exterior se tratada com preservantes.

Outros usos

A dotação de um extenso sistema radicular, rápido desenvolvimento inicial e produção de folhada tornam esta espécie apta para estabilização de solos, reabilitação e ocupação de estações sujeitas à erosão (Baker e Langdon, 1990), é também empregada na reabilitação de solos de minas (Carey, 1992).

Pinheiro-da-calábria (*P. brutia* Ten.)

O pinheiro-da-calábria é nativo da região leste da bacia mediterrânica, sendo os povoamentos desta espécie os ecossistemas de resinosas com maior distribuição na sua zona de origem, ocupando cerca de 26% da superfície florestal da Turquia (Miguel, 2014).

Ecologia da espécie

Espécie heliófila típica de climas mediterrânicos, adaptada a seca estival, contudo apresenta exigências de precipitação superiores ao pinheiro-de-Alepo. Na Turquia ocorre entre os 0-1500 m de altitude, em áreas com temperaturas médias anuais entre os 12 e os 20°C e precipitações médias

anuais entre os 400-2000 mm, encontrando o seu ótimo a partir dos 900 mm. Dotada da capacidade de crescer em diversos tipos de solo, tem preferência por solos de origem calcária, e apresenta bons desenvolvimentos em solos com pH elevado. Caso exista semente disponível nas pinhas nas árvores, tem uma boa capacidade de colonizar estações descobertas após fogo (Boydak, 2004).

Em termos fitossanitários, foi detetada recentemente a infeção de *Pinus brutia* por *Lecanosticta acicola* e *Dothistroma septosporum* no País Basco, Espanha (Mesanza et al, 2019), sendo a espécie muito suscetível a este último fungo (Drenkhan et al, 2016). Quanto ao nemátodo, apresenta-se moderadamente suscetível (Evans et al, 1996). O *P. brutia* apresenta na sua composição compostos com características olfativas que o tornam um hospedeiro atrativo para a processionária (Paiva et al, 2011), sofrendo os povoamentos turcos desta espécie danos pela *T. pityocampa* (Kanat et al, 2005).

Produção e utilizações da madeira

Segundo Miguel (2014) estima-se para o leste do Mediterrâneo, em estações de qualidade média ($SI_{50}=14.8$), produções próximas de $5 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de volume total, para uma rotação de 49 anos. O lenho apresenta uma densidade média de 486 kg/m^3 ($H=12\%$) e tem como potenciais usos a construção, construção naval, carpintarias de interior – como portas e janelas – marcenaria e celulose (Blaskova, 2009), sendo esta última utilização, o principal produto florestal em estações de qualidade média ou inferior (Miguel, 2014).

Outros usos

Esta espécie é resinada na Turquia, onde os produtos derivados da resina de *P. brutia* têm relevância social (Satil et al, 2011). Na presença de *Marchalina helenica*, inseto sugador de seiva – cuja área de distribuição não inclui a Península Ibérica - há potencial para produção de melada de pinho. No entanto, este sugador provoca reduções no crescimento dos povoamentos (Miguel, 2014).

5. FONTES DE INFORMAÇÃO

- AFN 2012. Regiões de Proveniência, Portugal. Autoridade Florestal Nacional, Lisboa.
- Almeida MP, Pinho J, Cornaglia G 1999. Grandes regiões de arborização. Gabinete Técnico de Coordenação dos PROF, Direção-Geral das Florestas, Lisboa.
- Alves AAM 1982. Técnicas de produção Florestal. Instituto Nacional de Investigação Científica, Lisboa.
- Alves AM, Pereira JS, Correia AV 2012. Silvicultura – a gestão dos ecossistemas florestais. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa.
- Amiano AC 2002. Criterios de elección de espécies forestales: *Pinus taeda*. Basogintza nº62, Euskadis Forestal.
- Aunós A 2008. Silvicultura de *Pinus nigra* Arn. subsp. *laricio* (Poiret) Maire. Compendio de Silvicultura Aplicada en España, 357:366.
- Baker JB, Langdon OG 1990. *Pinus taeda* L., Loblolly Pine. USDA Forest Services.
- Barnes I, Crous PW, Wingfield BD, Wingfield MJ 2004. Multigene phylogenies reveal that red band needle blight of *Pinus* is caused by two distinct species of *Dothistroma*, *D. septosporum* and *D. pini*. *Studies in Micology* (50), 551-566.
- Blaskova G, Tashev A, Bardarov N 2009. Structure, properties and possibilities of use of wood of turkish pine (*Pinus brutia* Ten). Second scientific-technical conference: Innovations in woodworking industry and engineering design.
- Boydak M, 2004. Silvicultural characteristics and natural regeneration of *Pinus brutia* Ten. – a review. *Plant Ecology* 171: 153–163, Kluwer Academic Publishers.

- Bravo A, Montero G 2008. Descripción de los caracteres culturales de las principales especies forestales de España. Compendio de Silvicultura Aplicada en España.
- Bulman LS, Bradshaw RE, Fraser S, Martín-García J, Barnes I, Musolin DL, La Porta N, Woods AJ, Diez J, Koltay A et al 2016. A worldwide perspective on the management and control of *Dothistroma* needle blight. *Forest Pathology* (46) 472–488.
- Carey JH 1992. *Pinus taeda*. Fire Effects Information System. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Fire Sciences Laboratory
- Carvalho A 1997. Madeiras portuguesas – estrutura anatómica, propriedades, utilização. 2º vol. Direção-Geral das Florestas, Lisboa.
- Correia AV, Oliveira AC 1999. Principais espécies florestais com interesse para Portugal. Zonas de influência mediterrânica. *Estudos e Informação* nº 318, DGF, Lisboa.
- Correia AV, Oliveira AC 2003. Principais espécies florestais com interesse para Portugal. Zonas de influência atlântica. *Estudos e Informação* nº 322, DGF, Lisboa.
- Dias A, Giovannelli G, Fady B, Spanu I, Vendramin GG, Bagnoli F, Carvalho A, Silva ME, Lima-Brito J, Lousada JL, Gaspar MJ 2020. Portuguese *Pinus nigra* J.F. Arnold populations: genetic diversity, structure and relationships inferred by SSR markers. *Annals of Forest Science* 77:64.
- Dias A, Louzada J, Fonseca T 2022. Growth pattern of European black pine outsider its current natural range. A case study in Portugal. *Land* 11(6), 794.
- Drenkhan R, Tomešová-Haataja V, Fraser S, Bradshaw R.E, Vahalík P, Mullett MS, Martín-García J, Bulman LS, Wingfield MJ, Kirisits T et al 2016. Global geographic distribution and host range of *Dothistroma* species: A comprehensive review. *Forest Pathology* (46) 408–442.
- Dwinell LD 1997. The pinewood nematode: regulation and mitigation. *Annual Review of Phytopathology* 1997 (35) 153-166.
- EPPO 2015. *Lecanosticta acicola* (formerly *Mycosphaerella dearnessii*), *Dothistroma septosporum* (formerly *Mycosphaerella pini*) and *Dothistroma pini*. EPPO Bulletin (45) 163-182.
- EPPO 2018. *Bursaphelenchus xylophilus* and its vectors: procedures for official control. EPPO Bulletin (48) 503-515.
- Evans HF, McNamara DG, Braasch H, Chadoeuf J, Magnusson C 1996. Pest risk analysis (PRA) for the territories of the European Union (as PRA area) on *Bursaphelenchus xylophilus* and its vectors in the genus *Monochamus*. *Bulletin OEPP* 26(2) 199-249.
- Fabby B, Semerci H, Vendramin GG 2003. EUFORGEN - Technical Guidelines for genetic conservation and use for Aleppo pine (*Pinus halepensis*) and Brutia pine (*Pinus brutia*). International Plant Genetic Resources Institute, Roma.
- Gajsek D, Breclj M, Jarni K, Brus R 2018. Resin yield of *Pinus nigra* and *Pinus sylvestris* in the Slovenian Karst. *Acta Silvae et Ligni* (115) 21:28.
- ICNF 2016. Espécies arbóreas indígenas em Portugal continental – guia de utilização. Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas, Lisboa.
- ICNF 2019 A. Inventário Florestal Nacional VI. Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas, Lisboa.
- ICNF 2019 B. Lista das espécies arbóreas florestais utilizáveis em Portugal: espécies indígenas, espécies não indígenas, espécies invasoras (Decreto-Lei n.º 92/2019, 10 junho). Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas, Lisboa.
- IEFC 2002. Pragas e doenças das florestas do Sul da Europa. Institute Européen de la Forêt Cultivée, Cestas, França.
- Kanat M, Alma H, Sivrikaya F 2005. Effect of defoliation by *Thaumetopoea pityocampa* (Den. & Schiff.) (Lepidoptera: Thaumetopoeidae) on annual diameter increment of *Pinus brutia* Ten. in Turkey. *Annals of Forest Science* (62) 91-94.
- Lanier L 1994. Précis de sylviculture. 2ª ed. ENGREF, Nancy.

- Mateus EP 2008. Characterization of *Pinus* spp. needles by gas chromatography and mass spectrometry, Application to plant-insect interactions. Tese de doutoramento, Faculdade de Ciência e Tecnologias, Universidade Nova de Lisboa.
- Mendes G 2017. Caracterização de proveniências de *Pinus elliottii* e *Pinus taeda* para instalação de ensaios de proveniências - Dissertação de mestrado em Recursos Florestais. Escola Superior Agrária de Coimbra.
- Mesanza N, Raposo R, Elvira-Recueno M et al 2019. New hosts for *Lecanosticta acicola* and *Dothistroma septosporum* in newly established arboreta in Spain. Forest Pathology (51).
- Miguel SM de 2014. Growth and yield modelling for optimal multi-objective forest management of eastern Mediterranean *Pinus brutia*. Dissertationes Forestales 170.
- Montero G, Grau JM, Ruiz-Peinado R, Ortega C, Cañellas I 2000. Tablas de producción para *Pinus halepensis* Mill. Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales 10. CIFOR-INIA, Madrid.
- Montero G, Cañellas I, Ruiz-Peinado R 2008. Growth and Yield Models for *Pinus halepensis* Mill. CIFOR-INIA, Madrid.
- Moreira AM, Fonseca T 2002. Tabela de Produção para o Pinhal do Vale do Tâmega. Silva Lusitânica (10).
- Naves PM, de Sousa EM, Quartau JA 2006. Feeding and oviposition preferences of *Monochamus galloprovincialis* for certain conifers under laboratory conditions. Entomologia Experimentalis et Applicata (120) 99–104.
- Orazio et al 2013. Arboretum & demonstration site catalogue. Projeto Reinforce. EFI - European Forest Institute.
- Orazio C, Lara FU, LucchioLD 2009. Species and genetic units selection process for REINFFORCE ARBORETA. European Forest Institute.
- Ortiz de Urbina E, Mesanza N, Aragonés A, Raposo R, Elvira-Recueno M, Boqué R, Patten C, Aitken J, Iturrutxa E, 2016. Emerging needle blight diseases in Atlantic *Pinus* ecosystems of Spain.
- Paine TD, Lieutier F (eds) 2016. Insects and Diseases of Mediterranean Forest Systems. Springer International Publishing, Suíça.
- Paiva MR, Mateus ER, Santos MH, Branco M 2011. Pine processionary moth females use semiochemicals for host selection. IOBC/WPRS Bulletin (72) 159–164.
- Piou D, Ioos R 2014. First report of *Dothistroma pini*, a recent agent of the *Dothistroma* needle blight (DNB), on *Pinus radiata* in France. Plant Dis.(98), 841.
- Río M del, López E, Montero G 2006. Manual de gestión para masas procedentes de repoblación de *Pinus pinaster* Ait., *Pinus sylvestris* L. y *Pinus nigra* Arn. En Castilla y León. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Castilla y León.
- Río M del, Calama R, Montero G. Selvicultura del *Pinus halepensis* Mill. Compendio de Selvicultura Aplicada en España.
- San-Miguel-Ayanz J, de Rigo D, Caudullo G, Durrant, TH, Mauri A 2016. European atlas of forest tree species. European Commission.
- Sanchez F, Rodriguez R, Rojo A, Alvarez JG, Lopez C, Gorgoso J, Castedo F 2003. Crecimiento y tablas de producción de *Pinus radiata* D. Don en Galicia. Investigación agraria. Sistemas y recursos forestales (12) 65–83.
- Santos Hall A, Martins L 1986. Tabelas de Produção para o Pinheiro Bravo. Projecto Florestal Português. Ministério da Agricultura, Pescas e Alimentação. Lisboa.
- Satil F, Selvi S, Polat R 2011. Ethnic uses of pine resin production from *Pinus brutia* by native people on the Kazdag moun-tain (Mt. Ida) in western Turkey. Journal of Food Agriculture and Environment (3) 1059-1063
- Serrada R, Montero G, Reque JA (eds) 2008. Compendio de Selvicultura Aplicada en España. INIA, Madrid.

Schenk M, Loomans A, Nijs, L den, Hoppe B, Kinkar M, Vos S 2020. Pest survey card on *Bursaphelenchus xylophilus*. European Food Safety Authority.

Sevrin E 2011. Valorisation des stations et des habitats forestiers - guide de reconnaissance et de gestion pour la région Centre.

Sites:

Centro Nacional de Sementes Florestais - <https://www.icnf.pt/florestas/plantasesementes/cenasef>

European Forest Genetic Resources Programme - <http://www.euforgen.org/>

Projeto Reinforce - <http://www.iefc.net/newsite/sitereinforce/pt/>

The Gymnosperm Database - <https://www.conifers.org/>

The Wood Database - <https://www.wood-database.com>