

Escola Superior Agrária de Coimbra – ESAC

Mestrado em Recursos Florestais

Caraterização de proveniências de *Pinus elliottii* e *Pinus taeda* para instalação de ensaios de proveniências

DISSERTAÇÃO DE Mestrado em Recursos Florestais



TRABALHO ELABORADO POR: Gonçalo Manuel Pereira Mendes – N.º Aluno: 21424004

Coimbra, 12 de abril de 2017



Escola Superior Agrária de Coimbra – ESAC

Mestrado em Recursos Florestais

**Caraterização de proveniências de
Pinus elliottii e *Pinus taeda* para
instalação de ensaios de proveniências**

DISSERTAÇÃO DE Mestrado em Recursos Florestais

TRABALHO ELABORADO POR: Gonçalo Manuel Pereira Mendes

ORIENTADOR: Professora Filomena Gomes

COORIENTADOR: Engenheiro Pedro Teixeira

TUTOR: Engenheiro Luís Damas

Coimbra, 12 de abril de 2017

AGRADECIMENTOS

Durante o período de desenvolvimento deste trabalho, tive o privilégio de ter a colaboração de diversas pessoas que me apoiaram a superar as dificuldades e obstáculos. Pretendo deste modo demonstrar a minha gratidão para com elas.

Em primeiro lugar, agradeço à minha orientadora, a Professora Filomena Gomes pela sua constante presença, disponibilidade e conselhos, por todo o trabalho que teve comigo e, sobretudo, pela sua gentileza e dedicação, orientação e cooperação, sem ela este trabalho não tinha iniciado.

Agradeço ao coorientador, o Eng.º Pedro Teixeira e ao Centro Pinus por toda a informação partilhada e conhecimentos transmitidos.

Ao tutor, Eng.º Luís Damas pelo apoio prestado e, nomeadamente, à Associação de Agricultores de Abrantes, Constância, Sardoal e Mação e todos os seus colaboradores, onde estive a trabalhar e a desenvolver este trabalho.

Agradeço também ao Eng.º Gonçalo Abecasis da Gama Castel' Branco, colaborador da Empresa Resinas Brasil e ao Eng.º Vinicius Santos, colaborador da ArborGen Tecnologia Florestal, pelo conhecimento e experiência partilhado.

Agradeço à Doutora Isabel Carrasquinho, do Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária (INIAV), pela prontidão na ajuda e partilha de informação sobre esta temática.

A todos os amigos e amigas que nunca me deixaram esquecer que tinha este trabalho em mãos, e era para terminar, pois foram muitas as vezes que me perguntaram pela “bendita” da tese e se precisava de ajuda.

À minha namorada pela ajuda, carinho e apoio incondicional para que concluísse este projeto.

Para finalizar, um agradecimento muito especial aos meus Pais, por toda a sua paciência, compreensão e apoio incondicional e, acima de tudo pela imensa força que me transmitiram e transmitem, tornando mais suave esta caminhada. E claro ao meu irmão, à minha cunhada e, sobrinhos, que em prol deste projeto, tive de abdicar de algum tempo com eles.

A todos o meu muito obrigado!

RESUMO

Portugal tem se deparado com um grave problema, que é o Nemátode da Madeira do Pinheiro (NMP), que afeta o Pinheiro Bravo (*Pinus pinaster*), o que incrementa a necessidade de procurar diversas soluções e o aumento do conhecimento. Assim, com este trabalho pretende-se demonstrar o interesse de avaliar a tolerância/resistência ao nemátode pela instalação de ensaios de espécies e proveniências resistentes ao NMP ou até mesmo a criação de híbridos, com os nossos melhores indivíduos de *P. pinaster*.

Irão ser analisadas duas espécies de *Pinus* (*Pinus elliottii* e *Pinus taeda*), que apresentam resistência ao nemátode, bem como, boa produtividade de madeira e de resina. Estas espécies são originárias da América do Norte (Canadá e Estados Unidos), em regiões onde o NMP é endêmico. A utilização de semente ou de plantas melhoradas geneticamente ou de pólen (para constituição de híbridos) e com posterior instalação de ensaios são no conjunto diferentes abordagens que permitem melhorar o nosso conhecimento sobre esta temática.

O objetivo deste trabalho é identificar as proveniências de *P. elliottii* e *P. taeda* e verificar a viabilidade da importação da semente, para constituição de ensaios com estas espécies e proveniências melhor adaptadas às nossas condições edafo-climáticas. Uma das preocupações é o fato de poderem ser espécies invasoras, no entanto, após estudos realizados verificou-se que isso só tem sido registado em países tropicais e a probabilidade de se tornarem invasoras na Europa é muito reduzida.

Posto isto, verificou-se que seria interessante definirem-se os locais em Portugal e instalar ensaios, onde poderíamos testar e avaliar o comportamento de *P. pinaster*, *P. taeda*, *P. elliottii* e mais tarde os respetivos híbridos, selecionando as melhores proveniências e/ou indivíduos, atendendo ao objetivo do produto final (resina/madeira).

As sementes deveriam ser importadas da América do Norte (região de origem destas espécies) e do Brasil (áreas importantes de produção das espécies). Em Portugal, os ensaios seriam instalados nas Regiões de Proveniência do Pinheiro Bravo.

PALAVRAS-CHAVE: *Pinus elliottii*, *Pinus taeda*, *Pinus pinaster*, Nematode da Madeira do Pinheiro.

ABSTRACT

Portugal has been facing a serious problem, which is the *Pine Wood Nematode* (PWN) that affects *Pinus pinaster* and increases the need to seek different solutions and increase the knowledge about it. Thus, this work intends to demonstrate the importance of evaluation the tolerance/resistance to nematode by the establishment of trials of species and provenances resistant to *Pine Wood Nematode* or even their hybridization, with our best individuals of *Pinus pinaster*.

Two species of *Pinus* (*Pinus elliottii* and *Pinus taeda*), both showing Nematode resistance, as well as good wood and resin productivity, will be analyzed. These species originate in North America (Canada and the United States) in regions where PWN is endemic. The use of seed or genetically improved plants or pollen (for hybridization) and subsequent installation of tests are altogether different approaches that allow us to improve our knowledge on this subject.

The objective of this work is to identify the provenances of *P. elliottii* and *P. taeda* and verify the viability of the seed importation, to constitute trials with these species and provenances better adapted to our soil and climatic conditions. One of our concerns is that they may be invasive species. However, different studies have shown that this behavior has only been recorded in tropical countries, the probability of becoming invasive in Europe is very low.

After this, it was verified that it would be interesting to identify the sites in Portugal and then after to establish trials with selected provenances, where we could assay and evaluate the behavior of *P. pinaster*, *P. taeda*, *P. elliottii* and later the respective hybrids, selecting the best provenances and/or individuals, taking into account the objective of the final product (resin/wood).

The seeds should be imported from North America (region of origin of these species) and Brazil (important areas of wood and resin production of these species). In Portugal, the trials should be installed in the Regions of Provenances of *Pinus pinaster*.

KEYWORDS: *Pinus elliottii*, *Pinus taeda*, *Pinus pinaster*, *Pine Wood Nematode*.

INDICE:

AGRADECIMENTOS.....	I
RESUMO	II
ABSTRACT	III
1 – INTRODUÇÃO.....	1
2 – OBJETIVO.....	3
3 – USO DO SOLO EM PORTUGAL.....	4
3.1 – USO DO SOLO	4
3.2 – ESPÉCIES FLORESTAIS	5
3.3 – PINHEIRO BRAVO (<i>Pinus pinaster</i> Aiton).....	6
3.3.1 – CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS DE PINHEIRO BRAVO	7
3.3.2 – DISTRIBUIÇÃO DE PINHEIRO BRAVO EM PORTUGAL	10
3.3.3 – TIPO DE CLIMA MAIS ADEQUADO AO DESENVOLVIMENTO DO PINHEIRO BRAVO.....	13
3.3.4 – TIPOS DE SOLOS MAIS ADEQUADOS AO DESENVOLVIMENTO DO PINHEIRO BRAVO.....	18
4 – DOENÇA DA MURCHIDÃO DO PINHEIRO.....	19
4.1 – PLANTAS HOSPEDEIRAS.....	22
4.2 – ESTRATÉGIAS DE CONTROLO DA DOENÇA DA MURCHIDÃO	22
4.3 – MELHORAMENTO GENÉTICO PARA A RESISTÊNCIA À DOENÇA DA MURCHIDÃO DOS PINHEIROS	23
5 – <i>Pinus elliotii</i>	26
5.1 – AS REGIÕES NATURAIS	26
5.2 – CLIMA.....	27
5.3 – SOLO E TOPOGRAFIA	28
5.4 – UTILIZAÇÃO DA MADEIRA	28
5.5 – DESCRIÇÃO MORFOFISIOLÓGICA	28

6 – <i>Pinus taeda</i>	30
6.1 – AS REGIÕES NATURAIS	30
6.2 – CLIMA.....	31
6.3 – SOLO E TOPOGRAFIA	32
6.4 – UTILIZAÇÃO DA MADEIRA	32
6.5 – DESCRIÇÃO MORFOFISIOLÓGICA	32
6.6 – AS ÁREAS DE PLANTAÇÃO COMERCIAL.....	33
7 – AS DIFERENÇAS ENTRE <i>Pinus elliottii</i> E <i>Pinus taeda</i>	34
8 – AS PLANTAÇÕES COMERCIAIS DE <i>Pinus elliottii</i> e <i>Pinus taeda</i> NO BRASIL E REGIÕES DE PROVENIÊNCIA DE SEMENTE	36
8.1 – CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA DA REGIÃO DE PROVENIÊNCIA - CAROLINA DO SUL	40
8.2 – CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA DA REGIÃO DE PROVENIÊNCIA – CAROLINA DO NORTE.....	40
8.3 – CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA DE PLANTAÇÕES COMERCIAIS EM RIO GRANDE DO SUL.....	41
8.4 – CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA DE PLANTAÇÕES COMERCIAIS EM SANTA CATARINA	42
8.5 – CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA DE PLANTAÇÕES COMERCIAIS NO PARANÁ..	44
8.6 – ESTUDO DE CASO EM SANTA MARIA – RIO GRANDE DO SUL.....	45
8.6.1 – CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA DE PLANTAÇÕES COMERCIAIS EM SANTA MARIA E RESPECTIVAS PROVENIÊNCIAS DAS REGIÕES NATURAIS	45
9 – <i>Pinus taeda</i> EM FRANÇA	48
9.1 - CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA DA ÁREA DE ESTUDO EM FRANÇA E RESPECTIVAS PROVENIÊNCIAS.....	48
10 – PRAGAS E DOENÇAS QUE AFECTAM <i>Pinus taeda</i> E <i>Pinus elliottii</i>	51
11 – <i>Pinus taeda</i> e <i>Pinus elliottii</i> EXÓTICAS E INVASORAS?	52
12 – BREVE ANÁLISE SOBRE <i>Pinus elliottii</i> NO BRASIL PARA PRODUÇÃO DE RESINA. 54	

13 – BREVE ANÁLISE SOBRE <i>Pinus taeda</i> E COMPARAÇÃO COM O CLIMA DE PORTUGAL CONTINENTAL	57
14 – PROCEDIMENTOS PARA IMPORTAÇÃO DA SEMENTE/PÓLEN E INSTALAÇÃO DE ENSAIOS DE PROVENIÊNCIAS.....	58
15 – POTENCIAIS EMPRESAS PARA IMPORTAÇÃO DE SEMENTE/PÓLEN	59
15.1 – ARBORGEM.....	59
15.2 – TERRAPINUS.....	59
15.3 – KLABIN S.A.	60
15.4 – RESIFLOR AGROFLORESTAL LDA.....	60
15.5 – ECOPLANT.....	60
15.6 – EMPRESAS OU INSTITUIÇÕES DE I&D / UNIVERSIDADES NOS USA – REGIÕES DE ORIGEM	61
16 – ANÁLISE SWOT.....	62
17 – INSTALAÇÃO DE ENSAIOS DE ESPÉCIES E PROVENIÊNCIAS EM PORTUGAL	63
17.1 – SELEÇÃO DAS REGIÕES DE PROVENIÊNCIA DE PINHEIRO BRAVO EM PORTUGAL PARA INSTALAÇÃO DE ENSAIOS	63
17.2 – PROPOSTA PARA O DELINEAMENTO DOS ENSAIOS DE PROVENIÊNCIA.....	66
17.3 – AVALIAÇÃO GLOBAL	67
18 – CONCLUSÃO.....	71
19 – BIBLIOGRAFIA	73
20 – ANEXOS	78
20.1 – MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA ORIGEM DE <i>Pinus elliottii</i> e <i>Pinus taeda</i>	79
20.2 – TABELA DAS REGIÕES DE PROVENIÊNCIA DE PINHEIRO BRAVO.....	80
20.3 – TEMPERATURA MÉDIA EM PORTUGAL CONTINENTAL.....	81
20.4 – PRECIPITAÇÃO MÉDIA EM PORTUGAL CONTINENTAL.....	82
20.5 – GEADA EM PORTUGAL CONTINENTAL	83
20.6 – TIPO DE SOLO EM PORTUGAL CONTINENTAL	84

20.7 – pH Do SOLO EM PORTUGAL CONTINENTAL	85
20.8 – POSSIBILIDADE DOS LOCAIS PARA INSTALAÇÃO DE ENSAIOS DE PROVENIÊNCIA EM PORTUGAL.....	86
20.9 – PEDIDO ESCLARECIMENTO ICNF	87
20.10 – ESPÉCIES NÃO INDÍGENAS – DECRETO-LEI N.º 565/99 DE 21 DEZEMBRO	88
20.11 – LOCALIZAÇÃO DE <i>Pinus Elliottii</i> E <i>Pinus Taeda</i> E POSSIBILIDADE DE INSTALAÇÃO DE ENSAIOS EM PORTUGAL	91
LISTA DE FIGURAS.....	VIII
LISTA DE TABELAS.....	IX
LISTA DE QUADROS	X
LISTA DE ABREVIATURAS	XI

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Uso do solo em Portugal [25].	4
Figura 2 - Espécies Florestais em Portugal [25].	5
Figura 3 - Pinheiro Bravo - <i>Pinus pinaster</i> (à esquerda) e Pinheiro Manso - <i>Pinus pinea</i> (à direita) [31].	8
Figura 4 - Regiões de Proveniência de <i>Pinus pinaster</i> Aiton (2003) [26].	9
Figura 5 - Distribuição das espécies florestais em Portugal [Fonte: IFN].	11
Figura 6 - Regiões de proveniência de <i>Pinus pinaster</i> Aiton por distrito.	14
Figura 7 - Nematode da Madeira do Pinheiro - <i>Bursaphelenchus xylophilus</i> [26].	19
Figura 8 - Longicórnio-do-pinheiro – <i>Monochamus galloprovincialis</i> [26].	21
Figura 9 - Interações entre os componentes principais (Nemátode da Madeira do Pinheiro - NMP, Inseto Vetor e Árvore Hospedeira) [39].	21
Figura 10 - Origem de <i>Pinus elliottii</i> .	26
Figura 11 - <i>Pinus elliottii</i> [41].	27
Figura 12 - Disco do tronco de <i>Pinus elliottii</i> evidenciando anéis de crescimento, típicos de espécies de zonas temperadas.	29
Figura 13 - Origem de <i>Pinus taeda</i> .	30
Figura 14 - <i>Pinus taeda</i> [41].	31
Figura 15 - Seção transversal de madeira da base do tronco de <i>Pinus taeda</i> [15].	33
Figura 16 - Região de Proveniência da Carolina do Sul.	38
Figura 17 - Região de Proveniência da Carolina do Norte.	39
Figura 18 - Dados Climáticos em Porto Alegre (Rio Grande do Sul - Brasil). A - Diagrama Ombrotérmico; B - Temperatura; C - Tabela Climática [10].	41
Figura 19 - Dados Climáticos em Florianópolis (Santa Catarina - Brasil). A - Diagrama Ombrotérmico; B - Temperatura; C - Tabela Climática [10].	43
Figura 20 - Dados Climáticos em Curitiba (Paraná - Brasil). A - Diagrama Ombrotérmico; B - Temperatura; C - Tabela Climática [10].	44
Figura 21 - Dados Climáticos em Santa Maria (Rio Grande do Sul - Brasil). A - Diagrama Ombrotérmico; B - Temperatura; C - Tabela Climática [10].	45

Figura 22 - Dados Climáticos em Telêmaco Borba (Paraná – Brasil). A - Diagrama Ombrotérmico; B - Temperatura; C - Tabela Climática [10].	46
Figura 23 - Dados Climáticos em Charleston (Carolina do Sul - USA). A - Diagrama Ombrotérmico; B - Temperatura; C - Tabela Climática [10].	47
Figura 24 - Região de Aquitaine (França).	48
Figura 25 - Produtividade de <i>Pinus taeda</i> em Aquitaine de acordo com as várias proveniências [17].	49
Figura 26 - Dados Climáticos em Waycross (Geórgia - USA). A - Diagrama Ombrotérmico; B - Temperatura; C - Tabela Climática [10].	50
Figura 27 - Principais etapas de um processo de invasão biológica [30].	52
Figura 28 - Dados Climáticos em Itapeva (SP – Brasil). A - Diagrama Ombrotérmico; B - Temperatura; C - Tabela Climática [10].	54
Figura 29 - Temperatura e Precipitação no Rio Grande - RS, Brasil.	55
Figura 30 - Temperatura e Precipitação no Porto, Portugal.	56
Figura 31 - Distribuição da Precipitação Total (à esquerda) e nº de dias de Geadas (à direita) em Portugal [5].	64
Figura 32 - Carta de solos e sua relação com o pH do solo [5].	65
Figura 33 – Identificação das áreas para instalação de ensaios de proveniências de <i>P. elliottii</i> e <i>P. taeda</i>	68

LISTA DE TABELAS

Tabela I - Distribuição de Pinheiro bravo (<i>Pinus pinaster</i>) por PROF (2005-2006).	12
Tabela II – Volume de madeira de Pinheiro bravo (<i>Pinus pinaster</i>) por PROF (Povoamento Puro - 2005-2006).	13
Tabela III - Características Climáticas das Regiões de Proveniência do Pinheiro Bravo – <i>Pinus pinaster</i> Aiton (RP I, RP II e RP III).	15
Tabela IV - Características Climáticas das Regiões de Proveniência do Pinheiro Bravo – <i>Pinus pinaster</i> Aiton (RP IV, RP V e RP VI).	16

Tabela V - Características Climáticas das Regiões de Proveniência do Pinheiro Bravo – *Pinus pinaster* Aiton (RP VII).17

LISTA DE QUADROS

Quadro I – Matriz SWOT para *Pinus elliottii* e *Pinus taeda*. 62

Quadro II - Regiões de Proveniência e Região em Portugal para a instalação de ensaios de espécies e proveniências. 70

LISTA DE ABREVIATURAS

AMA – Acréscimos Médios Anuais

Cfa – Clima temperado húmido com Verão quente

Cfb – Clima temperado húmido com Verão temperado

CNMB – Catálogo Nacional de Materiais de Base

DGAV – Direção-Geral de Alimentação e Veterinária

ha – Hectare

ICNF – Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas

IMA – Incrementos Médios Anuais

IPEF - Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais

NMP – Nemátode da madeira do Pinheiro

PWD – *Pine wilt Disease*

PWN - *Pine Wood Nematode*

RP – Região de Proveniência

SIG – Sistemas de Informação Geográfica

1 - INTRODUÇÃO

O Pinheiro bravo (*Pinus pinaster*) é uma espécie bem adaptada às condições do nosso país. Em 1988 foi desenvolvido um plano de melhoramento genético para o Pinheiro bravo em Portugal e observou-se que apesar da espécie se desenvolver maioritariamente em solos pobres, estações adversas e em áreas extensas de povoamentos regulares, não ocorriam problemas sanitários graves. Nessa data, os principais agentes bióticos que provocavam prejuízos económicos eram os escolítídeos (*Ips sexdentatus*, *Orthotomicus erosus*, *Tomicus piniperda* e *Tomicus destruens*) e em menor grau o desfolhador conhecido vulgarmente por processionária (*Thaumetopoea pityocampa*). No entanto, desde os anos 80, o declínio provocado por estas pragas tem-se vindo a agravar, em resultado do aumento da ocorrência de fogos florestais e devido a anos climáticos quentes e secos, assim como também ao abandono do mundo rural e diminuição da gestão florestal ativa [40].

Nos últimos anos, além destes agentes bióticos, Portugal tem se deparado com um grave problema que é o Nemátode da Madeira do Pinheiro (NMP), o que incrementa a necessidade de procurar uma solução para a proteção das coníferas.

Assim, com este trabalho, pretende-se demonstrar a importância de instalação de ensaios de espécies resistentes ao NMP ou até mesmo a criação de híbridos. Pretende-se estudar duas espécies de *Pinus* (*Pinus elliottii* e *Pinus taeda*), que apresentam resistência ao Nemátode da Madeira do Pinheiro, bem como, boa produtividade de madeira e de resina [24].

Ambas as espécies são originárias da América do Norte (Canadá e Estados Unidos), em regiões onde o NMP é endémico. Na América do Sul, em particular na região Sul e Sudeste do Brasil, estas espécies foram introduzidas e têm sido utilizadas para produção de madeira, com elevado sucesso [24].

Para ocorrer um sucesso no estudo e avaliação de espécies exóticas, é importante que se realize, previamente, a seleção de espécies e proveniências, ou seja, numa primeira fase devem ser estabelecidos ensaios/testes. Deve-se, contudo, ter em conta a minimização do impacto ambiental, através da mobilização dos solos (área e intensidade) e também a proteção das áreas mais frágeis (solos, água, diversidade biológica e paisagem) [19].

Por vezes, o sucesso no estudo e avaliação das espécies exóticas é baixo, pois algumas apresentam uma boa sobrevivência, mas sem crescimento, o que está relacionado com a má proveniência, ou seja, semente de elevada altitude é plantada em baixa altitude, tipo de solo e clima diferente da região de proveniência [19].

A utilização de “más” espécies e/ou proveniências, ocorre devido à falta de conhecimento das diferenças geográficas nos locais de origem e/ou processo de colheita da semente [19].

Para identificação das proveniências a testar, deve-se estudar as melhores relações entre os ambientes de origem e os recetores, considerar os fatores mais limitantes e ainda deve-se conhecer as características de crescimento ecofisiológico dos povoamentos nas regiões de origem [19].

A alocação deve ser a mais adequada em etapas sucessivas em função de acordo com as proveniências, famílias e clones (condições de crescimento, solo, profundidade e, disponibilidade em nutrientes) [19].

Para o sucesso da introdução, em primeiro lugar, deve-se ter conhecimentos detalhados sobre a espécie que se pretende introduzir, em relação à ecologia, qualidade da madeira, suscetibilidade a pragas e doenças. Através do conhecimento detalhado da espécie, pode-se avaliar se ela terá ou não condições de suprir as exigências de mercado e, provavelmente, adaptar-se às condições ecológicas. Paralelamente, deve-se proceder a um comparativo entre os fatores climáticos da região de origem e do local de introdução [1].

2 – OBJETIVO

Considerando a resistência ao Nemátode da Madeira de Pinheiro bravo (NMP) presente nas espécies de *Pinus elliottii* e *Pinus taeda*, manifestada na sequência do processo de seleção natural a que estas espécies têm sido sujeitas (pois o NMP é aí uma espécie endémica), pretende-se neste trabalho proceder:

- 1) Caracterização e posterior identificação das proveniências de *Pinus elliottii* e *Pinus taeda* com maior potencial para a instalação de ensaios de espécies e proveniências;
- 2) Identificação das Regiões Proveniência de pinheiro bravo, de acordo com o Catálogo Nacional de Materiais de Base (CNMB), com maior interesse e compatibilidade edafo-climática para a instalação de ensaios e posterior monitorização;
- 3) Identificação dos procedimentos legais para a importação de semente e posterior instalação de ensaios.

Caso se demonstre a viabilidade e interesse deste estudo, pretender-se-á importar:

- Semente para posterior instalação de ensaios de proveniência, para avaliação da sua adaptação às nossas condições e da sua produtividade, comparativamente às nossas proveniências de Pinheiro Bravo (*Pinus pinaster*);
- Pólen para posterior hibridação com o nosso material vegetal de pinheiro bravo (*Pinus pinaster*), com o objetivo de obter híbridos com tolerância ao NMP.

3 – USO DO SOLO EM PORTUGAL

3.1 – USO DO SOLO

Relativamente ao uso do solo, o uso florestal é o dominante em Portugal continental, ocupando 35% do território. Esta percentagem de uso florestal coloca Portugal na média dos 27 países da União Europeia. As áreas de uso florestal incluem as superfícies arborizadas e as superfícies temporariamente desarborizadas (superfícies ardidas, cortadas e em regeneração), para as quais se prevê a recuperação do seu coberto arbóreo no curto prazo. Os matos e pastagens constituem a classe seguinte de uso do solo com maior área, correspondendo os matos a 32% desta classe, seguindo-se o uso agrícola com 24% [25].

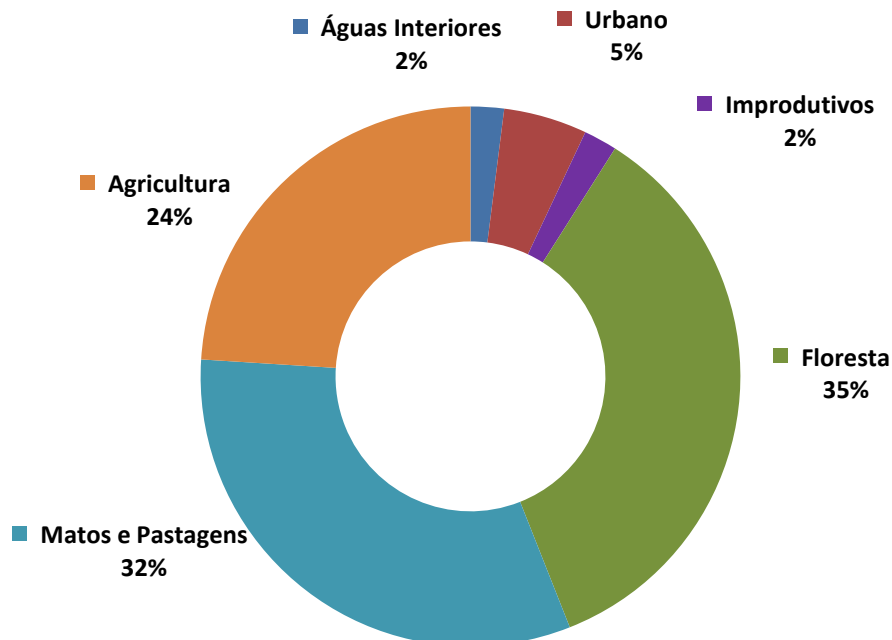


Figura 1 - Uso do solo em Portugal [25].

3.2 – ESPÉCIES FLORESTAIS

Portugal tem condições de solo, clima e de disponibilidade territorial, que permitem um desenvolvimento florestal competitivo [25].

Relativamente às espécies florestais, o Eucalipto é a espécie dominante (812 mil ha - 26%), o sobreiro a segunda (737 mil ha - 23%), seguido do pinheiro-bravo (714 mil ha - 23%). A área ocupada por espécies resinosas corresponde a 31% da floresta portuguesa, sendo a restante (69%) ocupada por espécies folhosas [25].

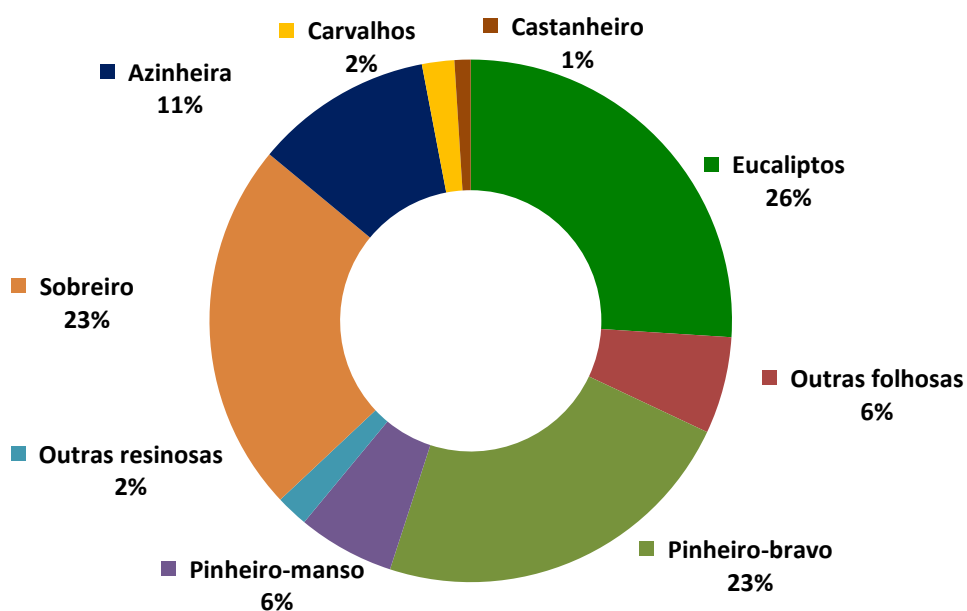


Figura 2 - Espécies Florestais em Portugal [25].

Quanto à distribuição geográfica das espécies autóctones, os carvalhos estão presentes em quase todo o território nacional, nomeadamente: O carvalho-alvarinho (*Quercus robur*) no Noroeste, ao longo da faixa litoral Minho-Leiria, onde a temperatura é amena e a humidade elevada; O carvalho-negral (*Quercus pyrenaica*), juntamente com o castanheiro (*Castanea sativa*) na Beira Interior e Trás-os-Montes. O carvalho-português (*Quercus faginea*) é dominante no litoral centro. Relativamente ao sobreiro (*Quercus suber*)

está presente em todo o país, mas é uma espécie dominante no litoral sul e a azinheira (*Quercus ilex*) é mais frequente no interior do país, espécie melhor adaptada a áreas de maior influência ibérica.

Quanto ao pinheiro-manso é a espécie dominante e presente de forma mais relevante na península de Setúbal.

O pinheiro-bravo é uma espécie de influência atlântica e por isso encontrada a norte do Tejo, e mais raramente a sul (em pequenos núcleos) ou em subzonas do interior do país.

O eucalipto é uma espécie exótica, de influência atlântica e encontra-se em zonas próximas das áreas de distribuição do pinheiro-bravo.

3.3 – PINHEIRO BRAVO (*Pinus pinaster* Aiton)

O pinheiro bravo (*Pinus pinaster* Aiton) é uma espécie resinosa de folha persistente característica de zonas de influência atlântica. A área de distribuição atual do pinheiro bravo em Portugal corresponde sensivelmente à faixa litoral que vai desde a bacia do Sado até ao rio Minho, estendendo-se para o interior nas regiões Norte e, principalmente, no Centro, onde cresce até altitudes entre os 700-900m [14].

O pinheiro bravo ocupa uma variedade de solos e continua a ter uma grande função de fixação das dunas do litoral em areias pobres em matéria orgânica e nutrientes. Esta espécie contribui como um importante fator de desenvolvimento económico dos espaços rurais, quer pela comercialização da sua madeira, quer através de uma série de atividades complementares, como a apicultura, a caça, a produção de cogumelos, a venda do ritidoma ou a resinagem [14].

Esta espécie é sensível ao frio prolongado e à neve. As geadas de Primavera são indesejáveis se as agulhas novas já estiverem formadas (abril/maio). Os melhores povoamentos de pinheiro bravo estão situados em altitudes mais baixas (inferior a 600m). A partir dos 800m de altitude nas situações de vento forte e neve, a espécie tem dificuldade em vegetar [14].

Prefere solos siliciosos ou silicoargilosos, no entanto, desenvolve-se e resiste bem em solos pobres de texturas ligeiras. O pinheiro bravo mostra uma nítida preferência por solos permeáveis, onde o sistema radicular superficial se desenvolve melhor. Tolera mal a compactação do solo, solos hidromórficos¹ e de texturas pesadas, bem como solos com calcário ativo [14].

Propaga-se por semente, por regeneração natural, com muita facilidade, embora uma parte importante dos povoamentos seja obtida por regeneração artificial (sementeira ou plantação) [31].

3.3.1 – CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS DE PINHEIRO BRAVO

As condições edafoclimáticas² de Portugal são propícias para o crescimento e desenvolvimento do pinheiro bravo. Hoje em dia, esta espécie apresenta uma das principais manchas florestais no continente, tendo também algum relevo nos arquipélagos dos Açores e da Madeira. O pinheiro bravo correspondeu à 1ª espécie de ocupação da área florestal em Portugal até ao inventário florestal nacional de 2005. Atualmente ocupa a 2ª posição após o eucalipto.

As espécies *Pinus* dominantes em Portugal, são: o pinheiro bravo (*Pinus pinaster* Aiton), e o pinheiro-manso (*P. pinea* L.) [2].

¹ Relativo a um solo que em condições naturais se encontra saturado por água, ou excesso de humidade, permanentemente ou em determinado período do ano.

² Características relativas ao solo e clima (Litologia, Tipo de solo, pH do solo, Relevo, Temperatura, Humidade Relativa do ar, Precipitação).



Figura 3 - Pinheiro Bravo - *Pinus pinaster* (à esquerda) e Pinheiro Manso - *Pinus pinea* (à direita) [31].

De entre as duas espécies de pinheiros mais abundantes, o pinheiro bravo distingue-se pela sua usual copa piramidal, com manifesta dominância apical. No que diz respeito à ecologia, o pinheiro bravo constitui formações vegetais que mantêm elevada biodiversidade da fauna e flora e, em alguns casos, refúgio ou nichos de espécies endémicas portuguesas [2].

Os pinhais apresentam uma grande diversidade de tipologias, que variam com as condicionantes geográficas e, em particular, com o tipo de substrato e clima, e também com a gestão realizada [2].

A vegetação tende a ser muito abundante no interior dos povoamentos de pinheiro bravo, devido essencialmente ao baixo índice de área foliar em relação a outros povoamentos de resinosas e de folhosas [2].

Na Figura seguinte (Figura 4) podemos observar as regiões de proveniência do Pinheiro Bravo e no anexo 20.2 a respetiva descrição de cada uma.

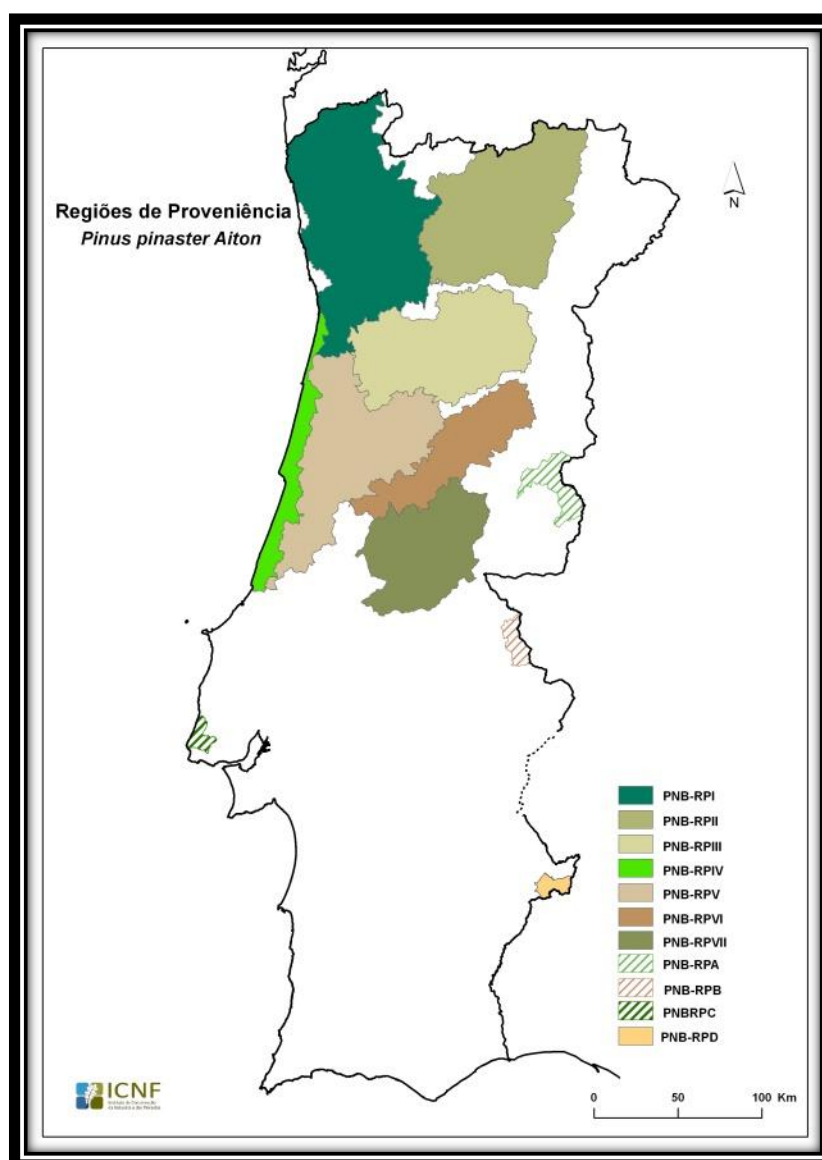


Figura 4 - Regiões de Proveniência de *Pinus pinaster* Aiton (2003) [26].

As regiões de proveniência têm como objetivo identificar para a espécie as diferentes regiões edafo-climáticas que justificam a seleção de povoamentos e de árvores individuais nesses povoamentos que devem integrar o catálogo nacional de materiais de base para fornecimento de semente de forma a garantir adaptação à região (sobrevivência e crescimento) e boa produtividade.

3.3.2 – DISTRIBUIÇÃO DE PINHEIRO BRAVO EM PORTUGAL

Atualmente, a área de distribuição do pinheiro bravo em Portugal resulta fundamentalmente da ação Humana, quer pela destruição das florestas naturais, quer pela arborização de determinados locais [37].

A sua distribuição natural não é conhecida com exatidão em Portugal, dado que todos os povoamentos existentes se encontram profundamente antropizados³ [37].

No entanto, com base em Sistemas de Informação Geográfica (SIG) foi possível criar um mapa com a distribuição das espécies florestais em Portugal e, nomeadamente do pinheiro bravo (Figura 5) [37].

³ Alterados por consequência da atividade Humana.

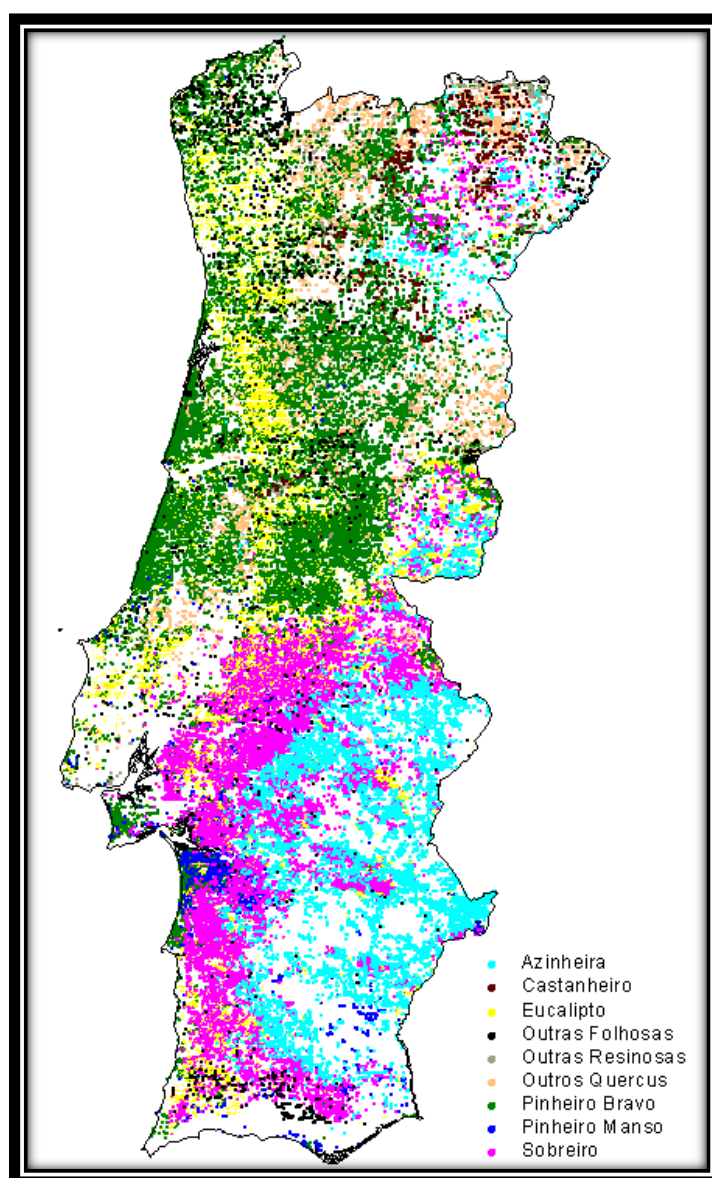


Figura 5 - Distribuição das espécies florestais em Portugal [Fonte: IFN].

A partir da Figura 5, verifica-se que o pinheiro bravo está maioritariamente localizado na zona litoral e interior e no norte e centro de Portugal, ou seja, em Zona de influência Atlântica.

Na Tabela I, está presente a distribuição de pinheiro bravo (*Pinus pinaster*) em Portugal de acordo com o Inventário 5 do IFN e por Plano Regional de Ordenamento Florestal (PROF).

Tabela I - Distribuição de Pinheiro bravo (*Pinus pinaster*) por PROF (2005-2006).

PLANO REGIONAL DE ORDENAMENTO FLORESTAL (PROF)	Área (ha)
Alto Minho	28 033
Baixo Minho	33 721
Tâmega	40 480
AMP e Entre Douro e Vouga	14 348
Barroso e Padrela	48 629
Nordeste	43 199
Douro	50 864
Centro Litoral	140 411
Dão e Lafões	106 231
Pinhal Interior Norte	75 449
Beira Interior Norte	67 901
Beira Interior Sul	50 826
Pinhal Interior Sul	52 014
Ribatejo	42 209
Oeste	19 700
AML	15 924
Alto Alentejo	11 875
Alentejo Central	1 847
Alentejo Litoral	33 777
Baixo Alentejo	1 607
Algarve	5 973

Através da Tabela I, verifica-se que as maiores áreas de pinheiro bravo estão nos PROF's: Centro Litoral e Dão Lafões. Verifica-se também áreas consideráveis nos PROF's de: Pinhal Interior Norte, Beira Interior Norte, Pinhal Interior Sul, Douro e Beira Interior Sul.

Na Tabela II, é possível observar o volume (m^3/ha) de madeira de pinheiro bravo por PROF, sendo que é no Oeste ($168,5m^3/ha$), Dão Lafões ($154,7m^3/ha$) e Centro Litoral ($135,1m^3/ha$) as Zonas com maior produção.

Tabela II – Volume de madeira de Pinheiro bravo (*Pinus pinaster*) por PROF (Povoamento Puro - 2005-2006).

PLANO REGIONAL DE ORDENAMENTO FLORESTAL (PROF)	Volume existente m³/ha
Oeste	168,5
Dão Lafões	154,7
Centro Litoral	135,1
Pinhal Interior Norte	107,0
Baixo Minho	102,3
Douro	91,5
Alto Minho	90,4
Ribatejo	78,2
Tâmega	77,4
Barroso e Padrela	76,8
Alentejo Litoral	58,4
Beira Interior Sul	57,3
Pinhal Interior Sul	56,1
Beira Interior Norte	54,2
Nordeste	45,4
Algarve	34,0

3.3.3 – TIPO DE CLIMA MAIS ADEQUADO AO DESENVOLVIMENTO DO PINHEIRO BRAVO

O pinheiro bravo é uma espécie de enorme flexibilidade quanto às condições climáticas em que sobrevive, encontrando-se praticamente em todo o país, com exceção do Alentejo interior [37].

A área de distribuição, em Portugal, corresponde essencialmente às regiões com precipitação média anual de 800mm a 1200mm e temperatura média anual de 13°C a 15°C [37].

Na Figura 6, estão identificadas as Regiões de proveniência do pinheiro bravo – *Pinus pinaster* Aiton por distrito. Nas tabelas III, IV e V estão registadas as características Climáticas dessas Regiões (as maiores áreas de RP de acordo com a Figura 4), nomeadamente os respetivos diagramas ombrotérmicos, para a identificação do período seco, a sua amplitude e caracterização do stresse hídrico a que as plantas estão sujeitas.

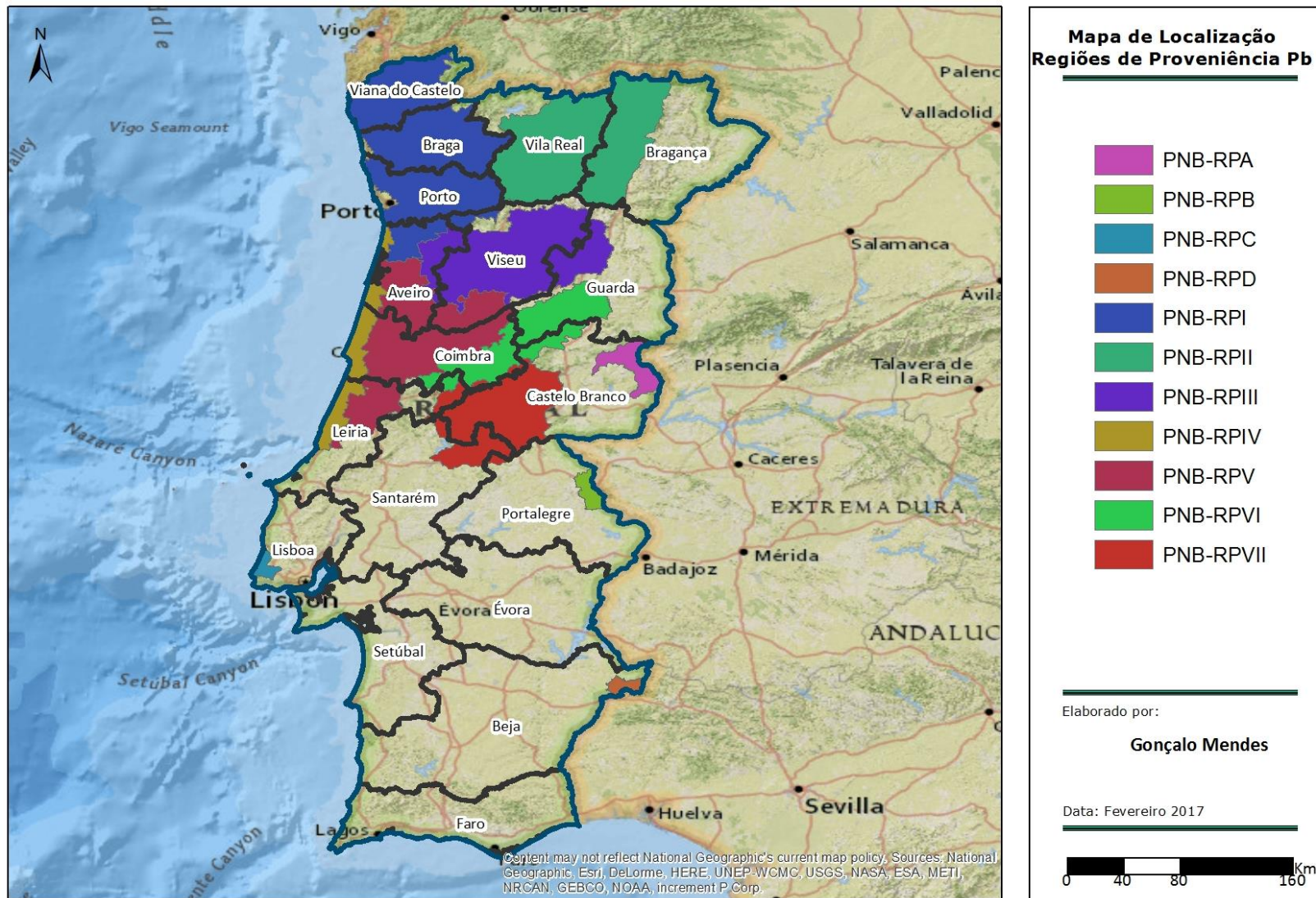


Figura 6 - Regiões de proveniência de *Pinus pinaster* Aiton por distrito.

Tabela III - Características Climáticas das Regiões de Proveniência do Pinheiro Bravo – *Pinus pinaster* Aiton (RP I, RP II e RP III).

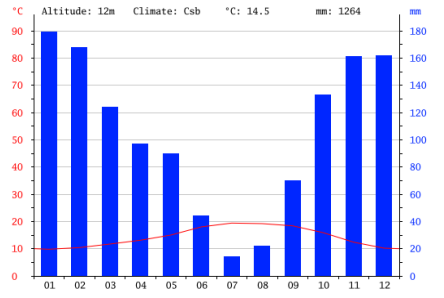
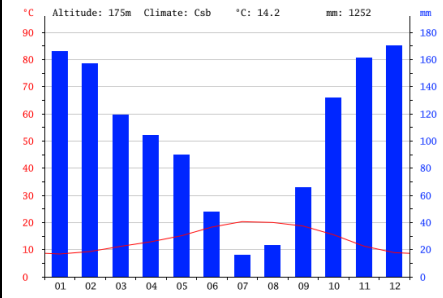
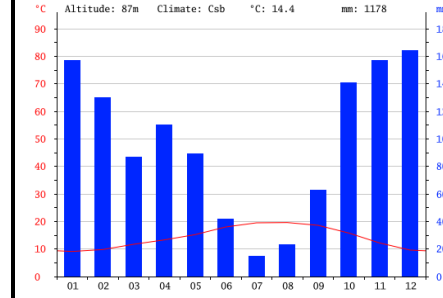
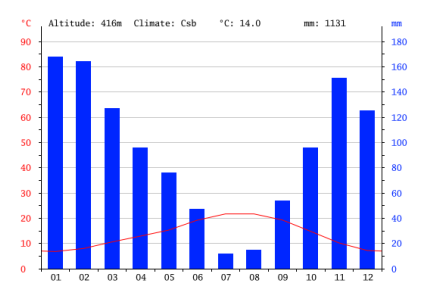
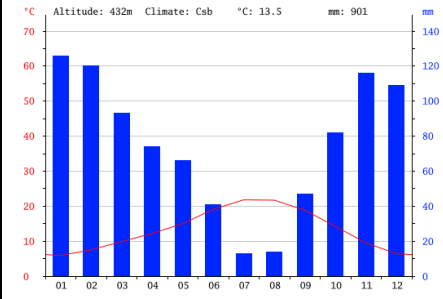
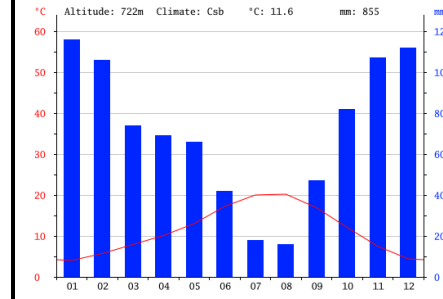
REGIÕES DE PROVENIÊNCIA (RP)	PRECIPITAÇÃO MÉDIA ANUAL (mm)	TEMP. MÉDIA ANUAL (°C)	Nº DIAS COM GEADA	DIAGRAMA OMBROTÉRMICO						
RP I (Viana do Castelo, Braga, Porto)	1200mm	14°C	10-20	 <p>Viana do Castelo</p>	 <p>Braga</p>	 <p>Porto</p>				
				RP II (Vila Real, Valpaços, Vinhais)	900mm	13°C	60-80	 <p>Vila Real</p>	 <p>Valpaços</p>	 <p>Vinhais</p>
								RP III (Viseu, Moimenta da Beira, Arouca)	1200mm	13°C

Tabela IV - Características Climáticas das Regiões de Proveniência do Pinheiro Bravo – *Pinus pinaster* Aiton (RP IV, RP V e RP VI).

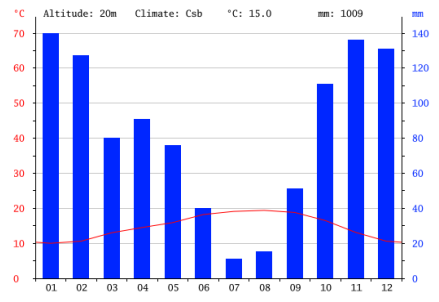
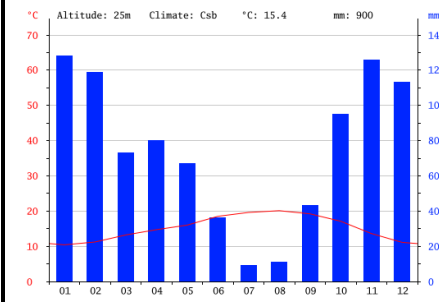
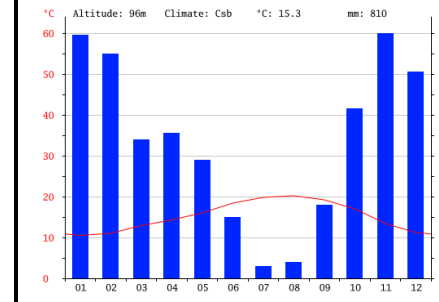
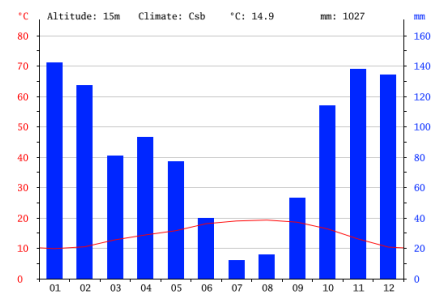
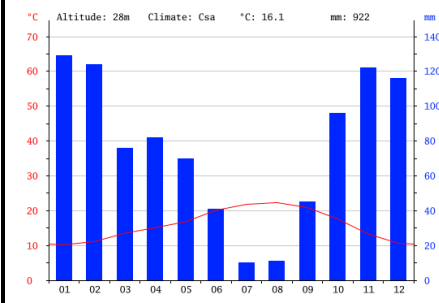
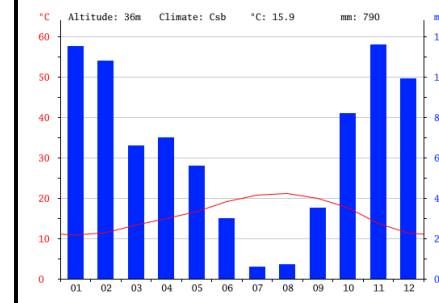
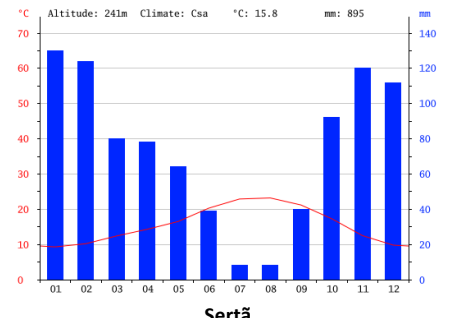
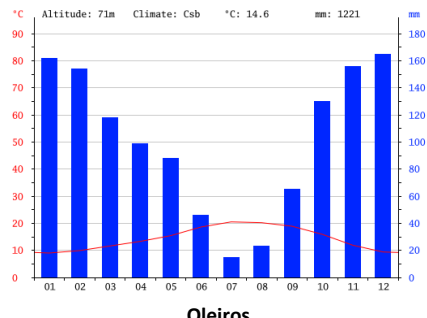
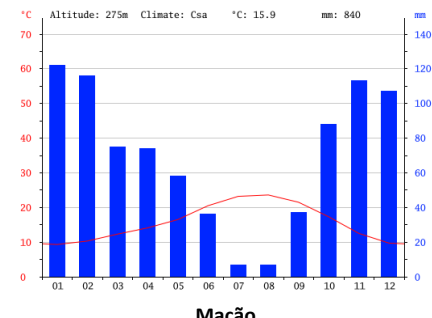
REGIÕES DE PROVENIÊNCIA (RP)	PREC. MÉDIA ANUAL (mm)	TEMP. MÉDIA ANUAL (°C)	DIAS COM GEADA	DIAGRAMA OMBROTÉRMICO					
IV (Vagos, Figueira da Foz, Marinha Grande)	900mm	15°C	1-5	 <p>Vagos</p>	 <p>Figueira da Foz</p>	 <p>Marinha Grande</p>			
				900mm	15°C	1-5	 <p>Aveiro</p>	 <p>Coimbra</p>	 <p>Leiria</p>
							1100mm	13°C	30-40

Tabela V - Características Climáticas das Regiões de Proveniência do Pinheiro Bravo – *Pinus pinaster* Aiton (RP VII).

REGIÕES DE PROVENIÊNCIA (RP)	PREC. MÉDIA ANUAL (mm)	TEMP. MÉDIA ANUAL (°C)	DIAS COM GEADA	DIAGRAMA OMBROTÉRMICO		
VII (Sertã, Oleiros, Mação)	1000mm	15°C	30-40	 <p>Altitude: 241m Climate: Csa °C: 15.8 mm: 895</p>	 <p>Altitude: 71m Climate: Csb °C: 14.6 mm: 1221</p>	 <p>Altitude: 275m Climate: Csa °C: 15.9 mm: 840</p>

A partir da Figura 6, verifica-se que as Regiões de proveniência do pinheiro bravo encontram-se acima do distrito de Santarém e na zona litoral e interior de Portugal Continental. Observa-se, ainda, que a maior mancha está localizada na Região do Minho.

A partir da Tabela III, IV e V, verificou-se que a RP I e RP III são as regiões onde ocorre maior precipitação. Relativamente à RP III apresenta um maior número de dias de geada comparativamente com a RP I, isto deve-se, em parte, ao fato de se encontrar a altitudes maiores.

A RP II, RP IV e RP V são as zonas onde ocorre menor precipitação média anual (900mm). Verifica-se, ainda, que em todas as Regiões de Proveniência estão bem demarcados pelo menos dois meses de estação seca, ou seja, em que a precipitação é inferior à temperatura. No entanto, em toda a costa litoral (RP I, RP IV e RP V) o efeito do stress hídrico é minimizado devido à ocorrência de precipitações ocultas e à humidade relativa elevada, observadas predominantemente durante o período da manhã.

3.3.4 – TIPOS DE SOLOS MAIS ADEQUADOS AO DESENVOLVIMENTO DO PINHEIRO BRAVO

O pinheiro bravo mostra uma nítida preferência por solos permeáveis, onde o sistema radical superficial se desenvolve melhor, demonstrando grande suscetibilidade à compactação do solo e ao encharcamento [20].

Ecologicamente, o pinheiro bravo é uma espécie pioneira da sucessão ecológica, isto é, é uma das primeiras espécies arbóreas a colonizar um solo nu ou incipiente. As suas características biológicas mais relevantes são [20]:

- Espécie de luz;
- Intolerante ao ensombramento;
- Capacidade de vegetar em substratos extremamente pobres;
- Grande produção de semente com uma alta capacidade de dispersão.

O seu carácter iminente pioneiro é de resto patente no sucesso que teve a sua utilização na fixação das dunas primárias do litoral (arenossolos ou regossolos psamíticos), em que foi introduzido por sementeira em areias, pobres em matéria orgânica e nutrientes [20].

4 - DOENÇA DA MURCHIDÃO DO PINHEIRO

As pragas e doenças fazem parte dos ecossistemas florestais, tal como os restantes elementos da fauna e flora que os constituem. A ação das pragas e outros fatores bióticos de degradação pode ser e é cada vez mais responsável por grandes perdas de produtividade, podendo mesmo pôr em causa a própria existência de alguns destes sistemas [3].

Em 1999 na Península de Setúbal aconteceu algo que provocou uma alteração drástica no equilíbrio populacional do inseto de nome Longicórneo-do-pinheiro que, conseqüentemente, teve impacto nos pinhais existentes na região. Apesar dos esforços para conter a doença, esta disseminou-se por todo o território português [3].

O comércio internacional de bens, que teve como destino o porto de Setúbal, difundiu a introdução do Nemátode da Madeira do Pinheiro (NMP). O NMP é um verme⁴ microscópico (Figura 7) que mede cerca de 1mm de comprimento e tem como nome científico *Bursaphelenchus xylophilus* [3].

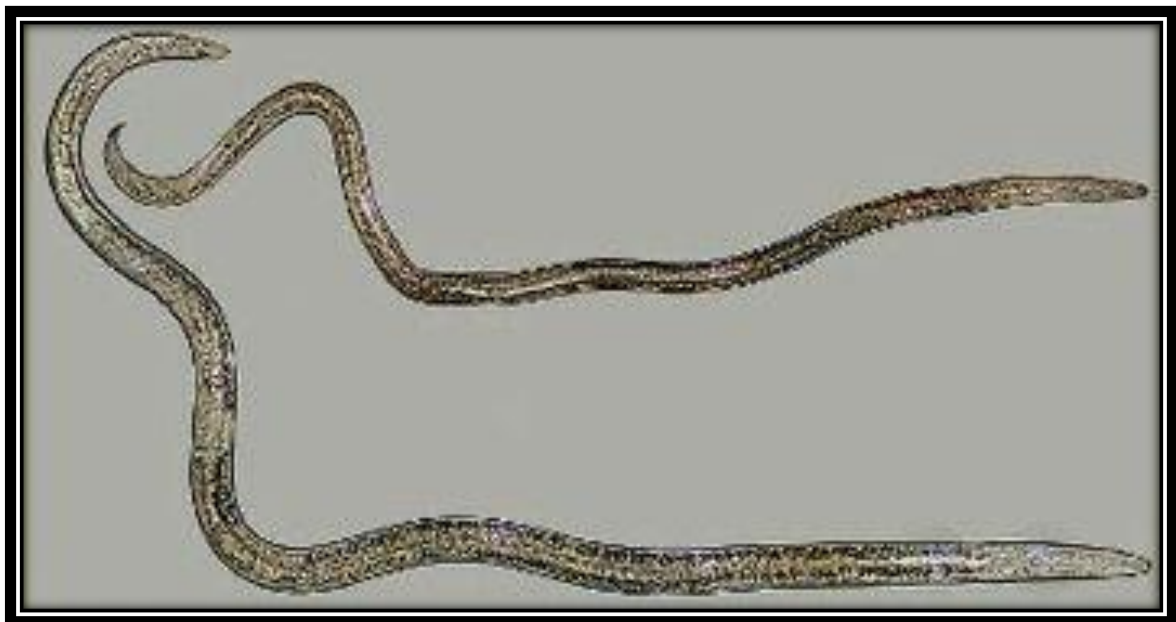


Figura 7 - Nemátode da Madeira do Pinheiro - *Bursaphelenchus xylophilus* [26].

⁴ Invertebrado de corpo mole, semelhante à lombriga; Larva.

Nos anos anteriores à deteção do NMP, ocorreram dois acontecimentos que levaram ao acréscimo da chegada de material proveniente do Médio Oriente, designadamente a passagem de Macau para a administração chinesa, que implicou o retorno de muitos portugueses aí radicados, e a Expo 98. Coloca-se assim a hipótese de que o material lenhoso infetado pelo NMP possa ter sido descarregado no porto de Setúbal [3].

O NMP é um agente nativo da América do Norte, ocorrendo designadamente nos Estados Unidos da América e no Canadá, onde se encontra em equilíbrio com as árvores hospedeiras autóctones [3].

A doença da murchidão do pinheiro é uma doença grave que afeta florestas de coníferas com uma elevada taxa de mortalidade. A enfermidade é causada pelo nemátode *Bursaphelenchus xylophilus*, conhecido como Nemátode da Madeira do Pinheiro (NMP). Este organismo é originário da América do Norte, onde não está associado a uma elevada prevalência da doença [29].

Nos países onde o NMP está associado a doença epidémica, os efeitos sociais e económicos são elevados, uma vez que a indústria da madeira dá emprego a milhares de pessoas. Apesar de décadas de investigação, ainda não foi possível encontrar um tratamento eficaz para esta doença [29].

A árvore apresenta diminuição do fluxo de resina, algumas semanas após a infeção, o que leva a uma descoloração da copa, com a secura e murchidão das agulhas [3].

A presença deste verme só pode ser detetada em laboratório após colheita de material lenhoso, a qual pode ser identificada a partir de caracteres morfológicos ou moleculares. No entanto, a complexidade da taxonomia do nemátode do género *Bursaphelenchus* e a existência de espécies muito semelhantes ao NMP torna difícil a sua identificação [3].

Sendo-lhe impossível migrar de uma árvore infetada para outra, por muito próximas que se encontrem, o NMP necessita de um vetor para ser introduzido nos tecidos do hospedeiro. Esse vetor é o inseto longicórnio-do-pinheiro – *Monochamus galloprovincialis* (Figura 8) e trata-se de uma espécie secundária e autóctone em Portugal [3].



Figura 8 - Longicórnia-do-pinheiro – *Monochamus galloprovincialis* [26].

Uma vez que o longicórnia-do-pinheiro não é um agente direto da mortalidade do arvoredo, o conhecimento da sua bioecologia foi relativamente escasso até há pouco tempo [3].

A dispersão da doença está limitada ao período de voo do inseto, ou seja, entre abril e outubro. Desta forma, o melhor meio de controlar as populações e, simultaneamente, evitar a propagação do NMP, é eliminar criteriosamente todas as árvores mortas antes do inseto vetor emergir. Na figura seguinte é possível observar o ciclo de transmissão da doença [3].

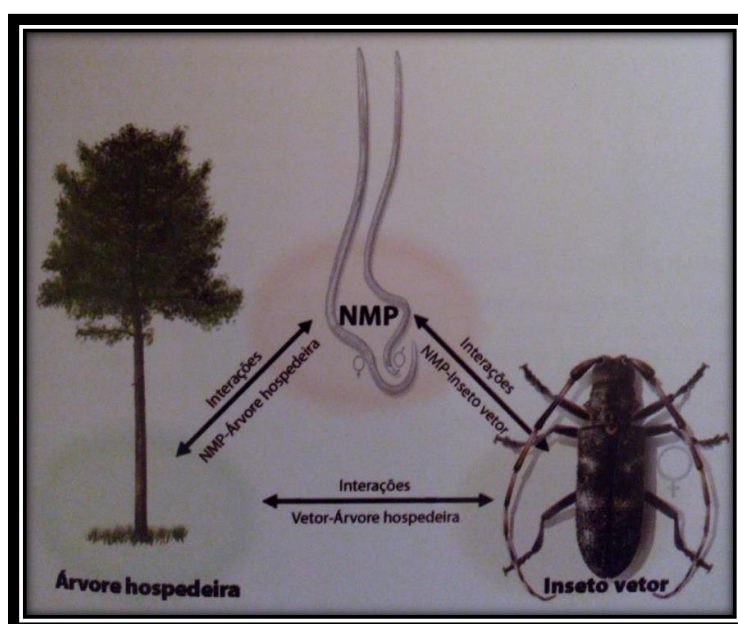


Figura 9 - Interações entre os componentes principais (Nemátode da Madeira do Pinheiro - NMP, Inseto Vetor e Árvore Hospedeira) [39].

É possível observar através da figura anterior que a doença da murchidão é o resultado da interação entre o Nemátode da Madeira do Pinheiro (NMP), *Bursaphelenchus xylophilus*, o seu inseto vetor (*Monochamus galloprovincialis*, e a árvore hospedeira, *Pinus* spp [39].

Aparentemente, qualquer árvore verde e sã poderá ser alvo do ataque do inseto, no entanto, são as da bordadura e as de maior dimensão, aquelas que são mais propícias a que tal ocorra. Contudo, o inseto vetor só coloniza as partes mais finas da árvore, ou seja, são os raminhos mais finos que serão infetados. Estes deverão constituir o material vegetal a ser colhido para posterior análise [49].

4.1 – PLANTAS HOSPEDEIRAS

As principais espécies hospedeiras do NMP pertencem ao género *Pinus*, nomeadamente: Pinheiro-silvestre (*Pinus sylvestris*), Pinheiro bravo (*Pinus pinaster*), Pinheiro negro (*Pinus nigra*) e Pinheiro insigne (*Pinus radiata*) [39].

O inseto vetor é um dos primeiros colonizadores de áreas ardidadas ou que tenham tido algum tipo de distúrbios (tempestades, por exemplo). Relativamente às áreas queimadas, estas são atrativas para os insetos e, nomeadamente, para o inseto vetor, pois há a libertação de compostos voláteis, favoráveis ao desenvolvimento de muitas espécies de insetos [39].

4.2 – ESTRATÉGIAS DE CONTROLO DA DOENÇA DA MURCHIDÃO

A doença da murchidão dos pinheiros ou também designada por *Pine Wilt Disease* (PWD), é causada pelo Nemátode da Madeira do Pinheiro (NMP). Esta doença resulta de uma interação complexa entre: o nemátode, o inseto vetor e a árvore hospedeira. Assim, é necessário uma quebra neste circuito, para interromper o ciclo de infeção e controlar a doença [33].

As estratégias a utilizar poderão ser [33]:

- **Culturais** - remoção de árvores mortas ou com sintomas antes da emergência do vetor, abate e sua destruição e/ou queima;
- **Químicas** - injeção de nematicidas em troncos e aplicação aérea de inseticidas;
- **Biotécnicas** - armadilhas para captura do inseto vetor;
- **Biológicas** - parasitoides, predadores, microrganismos entomopatogénicos e nematodes não patogénicos;
- **Melhoramento genético da árvore hospedeira** - aumento da resistência dos hospedeiros à doença, plantação de árvores resistentes;

Até à data, o único método de controlo prático e com alguns resultados satisfatórios, tem sido o método cultural. Há a registar ainda a instalação de armadilhas. Contudo, é importante que a gestão se realize durante todas as fases do processo, tendo-se especial cuidado com o transporte da madeira proveniente de pinheiros infetados. Relativamente ao transporte, existe legislação específica para o transporte de madeira de coníferas, Decreto-Lei nº 95/2011, de 8 de agosto e Decreto-Lei n.º 123/2015, de 3 de julho [33].

4.3 - MELHORAMENTO GENÉTICO PARA A RESISTÊNCIA À DOENÇA DA MURCHIDÃO DOS PINHEIROS

O melhoramento genético é uma das várias estratégias para controlar a doença da murchidão dos pinheiros, através da obtenção e produção de plantas que apresentem algum grau de resistência/tolerância a esta doença. Trata-se de uma medida indireta de combate, numa perspetiva de médio e longo prazo. A resistência não significa imunidade (ausência de infeção), mas sim a capacidade de um hospedeiro em eliminar o desenvolvimento e reprodução do nemátode. De acordo com este conceito, um hospedeiro suscetível permite que o nemátode se reproduza livremente. Assim, a resistência pode ser avaliada através da capacidade de reprodução e desenvolvimento do NMP dentro da planta [33].

Por outro lado, a tolerância é, tal como a resistência, um conceito relativo, descrevendo a sensibilidade de um hospedeiro ao parasitismo ou quantidade de danos que

esse hospedeiro consegue suportar, e pode ser avaliado em termos de diminuição do rendimento. Tolerância e resistência são qualidades independentes de um hospedeiro, e a seleção para ambas as características pode ser feita em conjunto ou em separado num programa de melhoramento genético [33].

O melhoramento genético, para uma espécie florestal, consiste no desenvolvimento de um conjunto de ações que visam analisar a variabilidade existente para uma determinada característica, juntar a componente genética dessa variabilidade em indivíduos superiores/selecionados, e reproduzi-los em massa de forma a obter o máximo de ganho/rendimento, aliado a uma elevada base genética. O melhoramento genético (florestal) baseia-se na teoria da genética quantitativa clássica, ou seja, as características são herdadas através da ação de vários genes em diferentes locais, cada um produzindo um pequeno efeito (efeitos genéticos “aditivos”). O fenótipo é determinado pela soma dos efeitos genético e ambiental. Esta estratégia implica manipular a variabilidade das características, com o intuito de a reduzir e simultaneamente a conservar, de forma a assegurar a elasticidade de adaptação a diversas condições ambientais. Para isso, torna-se necessário criar uma ampla base genética de plantas melhoradas. A avaliação do potencial sucesso de uma seleção fenotípica é realizada através do conceito heritabilidade, que corresponde à proporção da variância fenotípica total que é devida à variância genética [33].

Alguns programas de melhoramento genético no campo florestal desenvolveram-se com o objetivo de produção de madeira, nomeadamente, o aumento em volume, a melhoria da forma do tronco e das propriedades da madeira, especialmente da densidade. Contudo, alguns programas também se focaram na resistência a doenças [7].

Um programa de melhoramento genético corresponde a um trabalho de décadas que deve ser estabelecido cuidadosamente, pois a oportunidade de modificar características de seleção ou outras circunstâncias é difícil [7].

Devido a ser um processo moroso, implicando não só as limitações de orçamento como fatores biológicos, nomeadamente atingir as idades reprodutivas que permitam o cruzamento entre indivíduos com características desejadas, a maioria dos programas de melhoramento para a resistência encontra-se hoje em dia em fases iniciais [43].

O início de um programa de melhoramento para a resistência envolve a seleção fenotípica de árvores saudáveis em florestas naturais, plantações, ou parques urbanos, onde a doença afetou um grande número de indivíduos [43].

A inoculação é um válido preditor de sensibilidade ou tolerância em espécies de árvores e útil para descortinar patogenicidade ou ausência dela no NMP. Um aspeto fundamental num programa de melhoramento para a resistência passa necessariamente pelo estabelecimento de ensaios de campo, como forma de examinar a longevidade dessa resistência/tolerância em diferentes condições ambientais [43].

Os programas de melhoramento contribuem para a seleção de árvores resistentes e, para o estabelecimento de pomares clonais com vista à produção de semente [33].

Em 2009, Portugal iniciou um programa de melhoramento genético para a resistência/tolerância ao NMP com a seleção de árvores adultas de pinheiro bravo, numa área que apresentava alta incidência da doença em Portugal. O critério de seleção destas árvores candidatas foi a dominância (árvores dominantes), idade (árvores adultas), diâmetro à altura do peito (DAP) (maior que 20cm - 25cm) e ausência de sintomas externos. Durante cerca de dois anos estas árvores têm sido monitorizadas como forma de obter informação relevante quanto ao grau de tolerância e resistência à doença, ajudando na seleção das melhores famílias [20].

A seleção de árvores aparentemente saudáveis em zonas altamente fustigadas pela doença, mantê-las sob observação, cloná-las e analisar estes indivíduos e as suas descendências para a tolerância e resistência à doença constitui a metodologia de ação do programa de melhoramento para esta espécie [33].

A existência de um programa de melhoramento genético para o pinheiro bravo, que visa o aumento do volume e a melhoria da forma do tronco, estabelecido desde 1988 e já com resultados de avaliações genéticas, possibilita o estudo da hipótese de junção de objetivos de melhoramento para a produção de madeira de qualidade e ainda, para a resistência ao NMP [33].

5 – *Pinus elliottii*

5.1 – AS REGIÕES NATURAIS

Pinus elliottii é uma espécie de pinheiro originária do Novo Mundo, nomeadamente de florestas temperadas. Faz parte do grupo de espécies de pinheiros com área de distribuição no Canadá e Estados Unidos da América (com exceção das áreas adjacentes à fronteira com o México). Existem muitas áreas de reflorestamento com este tipo de *pinus* na América do Sul, especialmente na região sul do Brasil [41].

A região de ocorrência natural do *Pinus elliottii* corresponde ao Estado da Flórida, no Sudeste dos Estados Unidos, onde é conhecido como “*slasphine*” ou “*american-pitch-pine*”, em latitudes compreendidas entre 28°N e 33°N e em altitudes entre 0 e 2500 metros [13].

Na Figura seguinte, podemos observar a localização da origem da espécie.

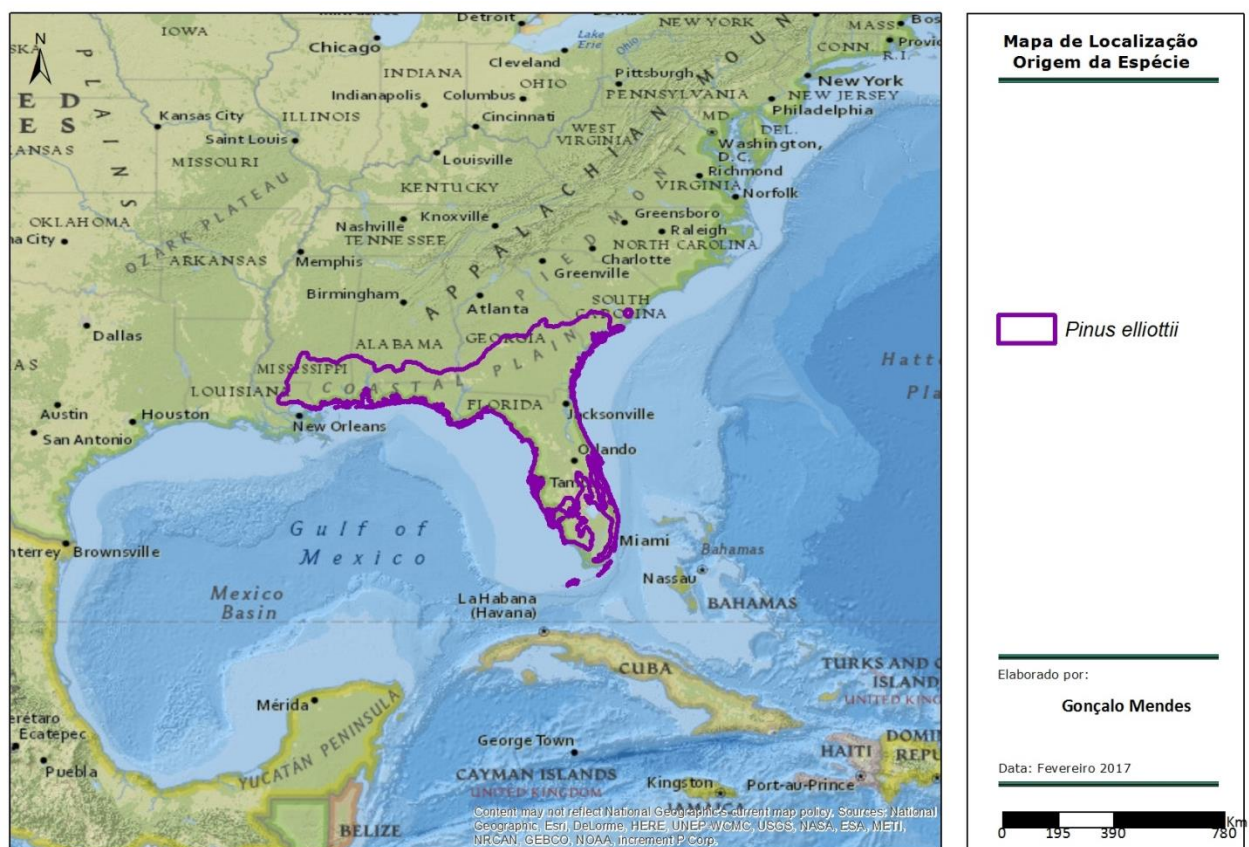


Figura 10 - Origem de *Pinus elliottii*.

A espécie *P. elliottii* é uma árvore de rápido crescimento e, apresenta uma elevada rentabilidade e qualidade para extração de resina [24].

Na Figura 11 podemos observar o aspeto da árvore *Pinus elliottii*, assim como o ritidoma da mesma.

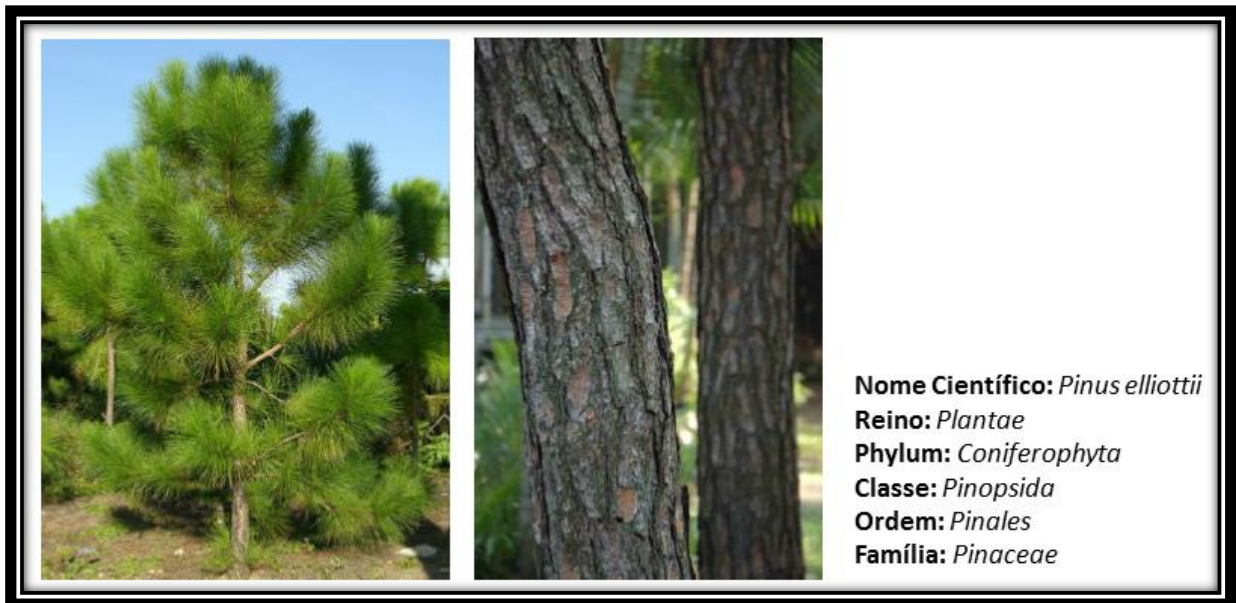


Figura 11 - *Pinus elliottii* [41].

5.2 – CLIMA

Relativamente ao Clima, onde esta espécie é originária, verifica-se que a precipitação varia de 650mm a 2500mm e o regime de distribuição de chuvas é periódico, com 2 a 4 meses secos [13].

A temperatura média anual situa-se entre 15°C e 24°C e, a média das máximas do mês mais frio, entre 4°C e 12°C [13].

5.3 – SOLO E TOPOGRAFIA

Os solos são de textura ligeira a pesada, geralmente com pH ácido e bem drenados. A espécie suporta alagamentos periódicos curtos e tolera solos de profundidade reduzida (40cm) e com a presença de fragmentos de material rochoso da rocha-mãe [13].

5.4 – UTILIZAÇÃO DA MADEIRA

Com densidade compreendida entre 0,50 e 0,56g/cm³ em idade adulta, a madeira pode ser utilizada para construções leves ou pesadas, construção de barcos, produção de laminados, compensados, chapas de fibras e de partículas e produção de celulose de fibra longa. É considerada excelente para a produção de resina [13].

5.5 – DESCRIÇÃO MORFOFISIOLÓGICA

Esta espécie pode atingir 30 metros de altura e apresenta um ritidoma sulcado e acinzentado em indivíduos jovens e castanha-avermelhada em indivíduos adultos. As agulhas estão reunidas em grupos de 2 ou 3 (com 21 a 36cm de comprimento), de cor verde-brilhante e com a margem finamente serrilhada. Produzidos no início da primavera, os estróbilos⁵ masculinos concentram-se na extremidade de rebentos jovens e os estróbilos femininos são pedunculados, em grupos de 2 a 4, raramente 6, a princípio eretos, depois, horizontais e finalmente voltados para baixo, ovais ou cilíndricos, comumente 12 a 15cm de comprimento. Sementes triangulares, de 5 a 7mm de comprimento, pretas e aladas. O *Pinus elliotii* é um simbiote obrigatório de fungos micorrízicos (basidiomicetes). A associação micorrízica tem maior probabilidade de se estabelecer em solos ácidos e de baixa fertilidade, com pouca disponibilidade de nutrientes. A associação entre o fungo e as raízes da planta

⁵ Pinha, cone, gomo floral.

facilita o estabelecimento de *P. elliotii* em solos pobres, onde a micorriza auxilia a absorção de água e nutrientes pela árvore, enquanto recebe hidratos de carbono da mesma [41].

P. elliotii é uma espécie de origem temperada na medida em que evidenciam no crescimento da madeira, corte transversal uma nítida paragem de crescimento em diâmetro, demonstrada pela formação nítida dos anéis de crescimento (Figura 12). Este fato mostra que a espécie apresenta um crescimento fixo ou pré-determinado (com interrupção/entrada em dormência no período de inverno), com a inerente formação de gomos dormentes que a protegem da geada. A Figura 12 mostra ainda que a transição entre o lenho juvenil para o lenho adulto, caracterizado por uma maior densidade, devido à maior proporção de lenho de outono ou tardio, é uma transição abrupta e verifica-se a partir dos 7-8 anos.



Figura 12 - Disco do tronco de *Pinus elliotii* evidenciando anéis de crescimento, típicos de espécies de zonas temperadas.

Pinus taeda é conhecido como: o pinheiro-amarelo, pinheiro-rabo-de-raposa, pinheiro-do-banhado, pinos, pinho-americano. Ocorre entre as latitudes de 28°N e 39°N, e as longitudes de 75°W e 97°W, em altitudes compreendidas entre 0 e 2400 metros [13].

Na Figura seguinte (Figura 14) podemos observar o aspeto da árvore *Pinus taeda*, assim como o ritidoma da mesma.



Figura 14 - *Pinus taeda* [41].

6.2 - CLIMA

Nas áreas onde *Pinus taeda* é autóctone o clima é húmido, de temperaturas moderadas, com verões quentes e longos, e invernos temperados [8].

A precipitação média anual varia entre 900mm e 2200mm. O regime de chuvas pode ser periódico, com período seco de até dois meses ou de distribuição uniforme ao longo do ano. A temperatura média anual situa-se entre os 13°C e 19°C, com a média das máximas do mês mais quente entre 20°C e 25°C e a média das mínimas do mês mais frio, entre 4°C e 18°C [13].

Os fatores que limitam a espécie são os invernos com temperaturas muito baixas associados à neve, ao gelo e aos estragos provocados pelo frio durante a floração [8].

6.3 – SOLO E TOPOGRAFIA

Pinus taeda cresce numa grande variedade de solos, desde as áreas sem drenagem externa e pouco drenadas da zona costeira até às zonas relativamente secas do interior e nas terras altas de “Provinces” [8].

Esta espécie ocorre essencialmente em solos de textura ligeira a pesada, com pH geralmente ácido e drenagem média. Ocasionalmente, a espécie pode ocorrer em solos sujeitos a alagamento por um período curto de dias [13].

6.4 – UTILIZAÇÃO DA MADEIRA

Por apresentar uma densidade entre 0,47 e 0,51g/cm³, a madeira é utilizada em construções leves ou pesadas, na produção de laminados, compensado, chapas de fibras e de partículas e na produção de celulose de fibra longa. A espécie não é boa produtora de resina [13].

P. taeda tem uma capacidade de aumento rápido de volume, pelo que tem sido motivo de investigação para produção de biomassa para a produção de energia [27].

6.5 – DESCRIÇÃO MORFOFISIOLÓGICA

Esta espécie pode atingir mais de 20 metros de altura e apresenta um ritidoma gretado e ramos acinentados. As agulhas estão reunidas em grupos de 3 (com 15 a 20cm de comprimento), de cor verde-escura. Os estróbilos masculinos são cilíndricos e amarelados. Os estróbilos femininos são de forma oval e oblongos, sésseis ou subsésseis, muito persistentes e dotados de escamas espinhosas. As sementes são pequenas, com cerca de 5mm de comprimento e com asas de até 25mm [41].

O ritidoma de *P. taeda* é muito espesso, o que favorece a resistência da espécie ao fogo, pela proteção das células do câmbio líbero-lenhoso [21].

É de salientar, ainda, que é uma espécie de origem temperada, na medida em que evidencia no crescimento em diâmetro, no corte transversal de uma seção de um toro de madeira,

uma nítida paragem de crescimento em diâmetro, evidenciada pela formação dos anéis de crescimento (Figura 15).



Figura 15 - Seção transversal de madeira da base do tronco de *Pinus taeda* [15].

A Figura 15 mostra que a transição do lenho juvenil para o lenho adulto é mais tardia comparativamente ao *P. elliotii*, fato que vai afetar a densidade da madeira.

6.6 – AS ÁREAS DE PLANTAÇÃO COMERCIAL

P. taeda tem sido plantado em regiões tropicais e subtropicais com altitudes entre 0 e 900m, precipitação média anual entre 900 e 2200mm, com uma estação seca de 0 a 6 meses, com a temperatura média anual entre 14°C e 24°C, temperatura média do mês mais quente entre 20°C e 35°C e a temperatura média do mês mais frio entre 1°C e 18°C [23].

Esta espécie é tolerante a geadas e pode suportar períodos de alagamento do solo e deficit hídrico. Embora apresente grande plasticidade, apresenta também grande variação de produtividade em função das condições edafoclimáticas, assim, cresce em uma grande variedade de solos, de diferentes texturas, capacidade de retenção de água e acidez, mas apresenta baixa produtividade em solos de baixa fertilidade [23].

Segundo outros autores o *P. taeda* é tolerante a solos com teor médio de argila, areia, ácidos e bem drenados. No que diz respeito à seca apresenta uma tolerância moderada [21].

7 – AS DIFERENÇAS ENTRE *Pinus elliottii* E *Pinus taeda*

Pinus elliottii apresenta algumas características marcantes, nomeadamente: exsudação de resina mais abundante pelos cortes e ferimentos na madeira, ramos e agulhas. As agulhas são mais densas, longas e de coloração mais escura. Os estróbilos apresentam pedúnculo e escama sem espinho. *P. elliottii* distingue-se do *P. taeda* por apresentar folhas mais arredondadas e pinhas maiores [44].

P. elliottii apresenta maior crescimento que *P. taeda* em regiões da baixa altitude, como na planície costeira de toda a Região Sul do Brasil, desenvolvendo-se bem, mesmo em solos com lençol freático próximo da superfície. Isto permite a sua instalação e produção de madeira em áreas marginais onde outras espécies não têm condições de sobreviver, oferecendo, assim, oportunidade de otimizar a produtividade nas áreas agrícolas. *Pinus elliottii* é a espécie predominante que se estende desde a planície costeira do sul da Carolina do Sul até à região central da Flórida e, para leste, até à Louisiana. O clima predominante na sua região de ocorrência natural caracteriza-se pelos verões chuvosos, com precipitação média anual em torno de 1270mm e temperatura média anual de 17°C, ocorrendo, esporadicamente, temperaturas extremas de -18°C até 41°C. No Brasil, esta espécie requer clima fresco com inverno frio e disponibilidade de humidade constante durante o ano. *Pinus elliottii* é indicado para a plantação em toda a Região Sul e Sudeste do Brasil, inclusive nas planícies costeiras e em locais com solos encharcados [44].

De maneira geral, *P. elliottii* apresenta um acréscimo em volume menor do que *P. taeda*. Mas, a sua produção de madeira adulta inicia-se mais cedo, a partir dos 7 a 8 anos de idade, ao contrário de *P. taeda*, que começa com 12 a 15 anos. Esta característica apresenta um diferencial importante para a produção de madeira, destinada ao processamento mecânico, visto que a madeira de *P. elliottii* apresenta melhor qualidade física e mecânica do que a de *P. taeda* [1].

P. taeda é a espécie mais plantada entre os *Pinus*, no planalto da Região Sul do Brasil, para produção de celulose, papel, madeira serrada e painéis [44].

Inicialmente as plantações foram realizadas sem controlo de qualidade, ou seja, de povoamentos com baixa qualidade, devido à proveniência da semente, o que resultava em povoamentos de má qualidade em fuste e ramos. Atualmente estão disponíveis no mercado,

sementes melhoradas que permitem a formação de povoamentos comerciais de maior produtividade e melhor qualidade da madeira [44].

No Brasil, esta espécie desenvolve-se bem nas regiões com clima fresco e inverno frio, com disponibilidade constante de humidade durante o ano [44].

Esta condição é encontrada em todo o planalto das Regiões Sul e Sudeste, onde se encontram as maiores áreas com *Pinus taeda* e na presença de solo com boas condições de drenagem [44].

O *Pinus elliottii* necessita de invernos frios com temperaturas mínimas de 0°C e não suporta períodos secos com deficit hídrico [1]. Esta será provavelmente a principal restrição para a identificação das regiões de proveniência de pinheiro bravo em Portugal para a instalação de ensaios.

8 – AS PLANTAÇÕES COMERCIAIS DE *Pinus elliottii* e *Pinus taeda* NO BRASIL E REGIÕES DE PROVENIÊNCIA DE SEMENTE

P. elliottii e *P. taeda* correspondem às principais espécies do género *Pinus* plantadas com sucesso comercial no Brasil. Estas espécies são utilizadas para extração de resina (*P. elliottii*) e para a produção de celulose de fibra longa (*P. taeda*) [24].

No Brasil, *Pinus elliottii* é uma das espécies mais plantadas nas Regiões Sul e Sudeste, porém, em menor escala do que *P. taeda*, visto que sua madeira não é usada pelas indústrias de celulose e papel mas, antes para a produção de madeira para processamento mecânico e para a extração de resina [44].

O clima é determinante na produtividade de plantações florestais, além de ser um dos fatores de maior risco, quando não adequado à espécie [24].

P. elliottii e *P. taeda*, foram introduzidos inicialmente no estado de São Paulo no ano de 1948. Hoje estas duas espécies são cada vez mais plantadas, principalmente em regiões mais frias, do Sudeste ao Sul, indo do estado de São Paulo ao Rio Grande do Sul [16].

Muitas plantações foram efetuadas fora das condições ecológicas normais exigidas, resultando que o *Pinus elliottii* e o *Pinus taeda* não encontraram condições de desenvolvimento favoráveis, principalmente nas regiões de solos pobres e secos [1]. Nestes casos, provavelmente será indicado testar semente de proveniências melhor adaptadas a essas condições (influência continental, maior altitude e maior latitude).

P. taeda é uma das espécies do género de maior desenvolvimento na Região Sul do Brasil, alcançando acréscimos médios anuais (AMA) superiores a 40 m³/ha/ano aos 18 anos e níveis de produtividade entre os maiores do mundo para a espécie [23].

Pinus taeda adaptou-se muito bem na região Sul do Brasil, principalmente por ter boa resistência ao frio. Algumas proveniências, como a da Carolina do Norte, por exemplo, apresentam grande tolerância a invernos rigorosos [45].

Nos Estados Unidos, a média é 10m³/ha/ano, ou seja, valores muito abaixo aos obtidos nas plantações no Sul do Brasil [23].

Numa determinada área no Estado de Santa Catarina, *P. taeda* produziu 69,3m³/ha aos 9 anos e 132,3m³/ha aos 14 anos, enquanto, no Estado da Carolina do Sul, nos Estados

Unidos, 69,3 m³/ha só foi alcançado aos 15 anos de idade na realização do primeiro desbaste [23].

P. elliottii apresenta muitas vantagens económicas, pelo rápido crescimento e alta tolerância ao frio e a solos de baixa fertilidade, mas suporta menos o stresse hídrico no Verão. Logo, os planos de incentivo florestal para a mesma, são bastante compreensíveis considerando estas vantagens. Contudo, utilizações adequadas incluindo as de evitar sua disseminação como planta invasora, em regiões tropicais e subtropicais, devem ser incentivadas [16].

É importante salientar que não basta as características climáticas e do solo, para o melhor desenvolvimento das espécies, é importante realizar práticas corretas de silvicultura, nomeadamente: a preparação do solo, a adubação, o compasso e o regime de desbastes para obter uma melhor produtividade da espécie [23].

O *Pinus taeda*, é plantado em várias zonas do sul do Brasil, nomeadamente em altitudes superiores a 1200m, apresenta um bom crescimento e até superior ao do *Pinus elliottii* [1].

O *P. elliottii* e o *P. taeda* introduzidos no Brasil tiveram origem no Sudeste dos Estados Unidos [1].

A Região Sudeste dos Estados Unidos abrange os Estados de Alabama, Arkansas, Carolina do Norte, Carolina do Sul, Flórida, Geórgia, Kentucky, Mississippi, Tennessee, Virgínia e Virgínia Ocidental [1].

Com base nos testes de proveniências, em várias regiões do Brasil, verificou-se que as proveniências da planície costeira da Carolina do Sul são mais produtivas e com melhor qualidade de fuste nas regiões Sul e Sudeste do País, nomeadamente nas partes serranas do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná, bem como no sul do estados de São Paulo e Minas Gerais (Figura 16). Já no que diz respeito à Serra Gaúcha e ao planalto Catarinense, onde ocorrem invernos rigorosos, as proveniências da Carolina do Norte tendem a ser mais produtivas (Figura 17) [1].



Figura 16 - Região de Proveniência da Carolina do Sul.



Figura 17 - Região de Proveniência da Carolina do Norte.

8.1 - CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA DA REGIÃO DE PROVENIÊNCIA - CAROLINA DO SUL

A Carolina do Sul possui um clima subtropical, com invernos amenos e verões muito quentes. A temperatura média desce em função da latitude e longitude, isto é, à medida que se viaja em direção ao norte, e do litoral em direção ao interior. As temperaturas mais altas são registadas no extremo sul da Carolina do Sul, e as temperaturas mais baixas, no extremo noroeste [10].

No inverno, as temperaturas médias variam entre 11°C no sul e 5°C no noroeste. A média das mínimas é de 8°C no sul e de 2°C no noroeste, e a média das máximas é de 16°C no sul e 12°C no noroeste [10]. No verão, as temperaturas médias variam entre 27°C no sul e 22°C no noroeste. A média das mínimas é de 24°C no sul e de 19°C no noroeste, e a média das máximas é de 32°C no sul e de 31°C no noroeste [10]. A taxa de precipitação média anual de chuva é de 1140mm em todo o estado [10].

Neste caso, poderão ser mais interessantes para Portugal as proveniências de maior latitude e longitude.

8.2 - CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA DA REGIÃO DE PROVENIÊNCIA - CAROLINA DO NORTE

A Carolina do Norte possui um clima temperado, com invernos amenos e verões quentes. A temperatura média reduz à medida que se viaja em direção a oeste (maior longitude), por causa da crescente distância em relação ao oceano Atlântico e em maiores altitudes. A temperatura média do sudeste do estado é de 9°C no inverno e 27°C no verão [10].

A precipitação média anual é maior nas Regiões Naturais de Montanha *Blue Ridge* e ao longo do litoral, onde a média anual é superior a 1300mm. A região central do estado e regiões isoladas dentro das Montanhas *Blue Ridge* apresentam valores inferiores a 1150mm de precipitação média anual [10].

Neste caso, poderão apresentar maior potencial, para estabelecer ensaios de espécies e proveniências, as sementes/pólen de regiões naturais de maior longitude e maior altitude e ainda da região central do estado, caracterizada por uma menor precipitação.

8.3 – CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA DE PLANTAÇÕES COMERCIAIS EM RIO GRANDE DO SUL

Porto Alegre é a capital do estado de Rio Grande do Sul. Para a caracterização do clima nesta região do Brasil, recorreu-se aos dados climáticos de Porto Alegre.

A região apresenta um clima quente e temperado, uma pluviosidade significativa ao longo de todo o ano e até no mês mais seco ocorre pluviosidade (i.e. não há ocorrência de período de stresse hídrico). Segundo a Köppen e Geiger o clima é classificado como Cfa. Porto Alegre apresenta uma temperatura média de 19,5°C e uma pluviosidade média anual de 1397mm (Figura 18) [10].

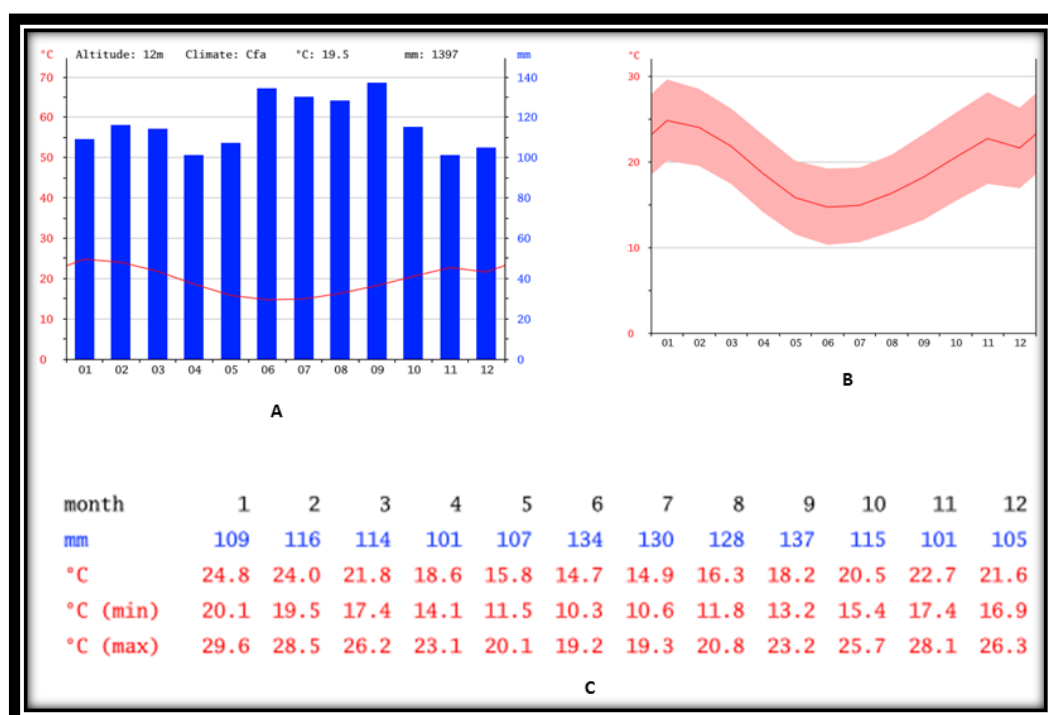


Figura 18 - Dados Climáticos em Porto Alegre (Rio Grande do Sul - Brasil). A - Diagrama Ombrotérmico; B - Temperatura; C - Tabela Climática [10].

A partir da Figura 15, verifica-se que o mês com menor precipitação é abril com cerca de 101mm e o mês com maior precipitação é setembro com 137mm [10].

O mês de janeiro é o mais quente do ano, com 24,8°C e é no mês de junho que ocorre a menor temperatura com 14,7°C, com precipitações superiores a 105mm e a 125mm, respetivamente [10].

8.4 – CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA DE PLANTAÇÕES COMERCIAIS EM SANTA CATARINA

Florianópolis é a capital do estado de Santa Catarina. Para a caracterização do clima nesta região do Brasil recorreu-se aos dados climáticos de Florianópolis.

O clima é quente e temperado em Florianópolis. Existe uma pluviosidade significativa ao longo do ano e até no mês mais seco ocorre pluviosidade (i.e. não há ocorrência de período de stresse hídrico). De acordo com a Köppen e Geiger a classificação do clima é Cfa. Florianópolis tem uma temperatura média de 20,1°C e 1462mm é a pluviosidade média anual [10].

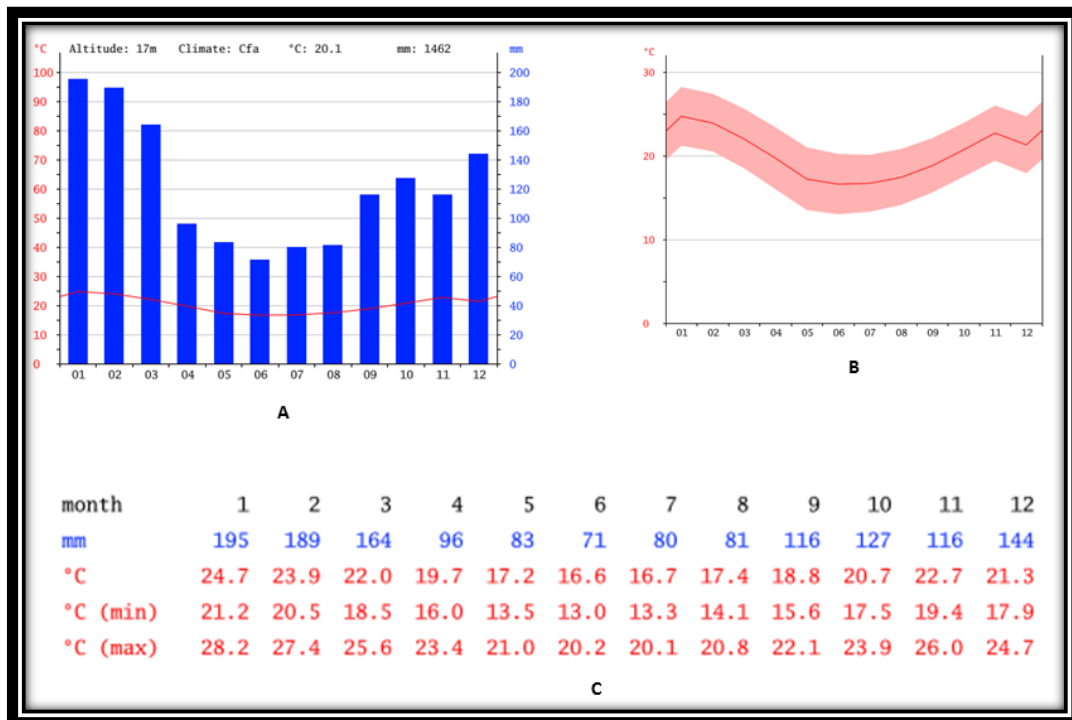


Figura 19 - Dados Climáticos em Florianópolis (Santa Catarina - Brasil). A - Diagrama Ombrotérmico; B - Temperatura; C - Tabela Climática [10].

A partir da Figura 19, pode-se verificar que junho é o mês mais seco com 71mm e janeiro é o mês com maior precipitação com 195mm. Observa-se, ainda, que o mês mais quente é janeiro com 24,7°C e o mês mais frio é junho com 16,6°C [10].

8.5 - CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA DE PLANTAÇÕES COMERCIAIS NO PARANÁ

Curitiba é a capital do Paraná. Para a caracterização do clima nesta região do Brasil recorreu-se aos dados climáticos de Curitiba.

O clima é quente e temperado e apresenta uma pluviosidade significativa ao longo do ano. Até no mês mais seco ocorre pluviosidade (i.e. não há ocorrência de período de stresse hídrico). Segundo Köppen e Geiger o clima é temperado húmido com Verão temperado (Cfb). A temperatura média em Curitiba é de 17,1°C e a pluviosidade média anual de 1390mm (Figura 20) [10].

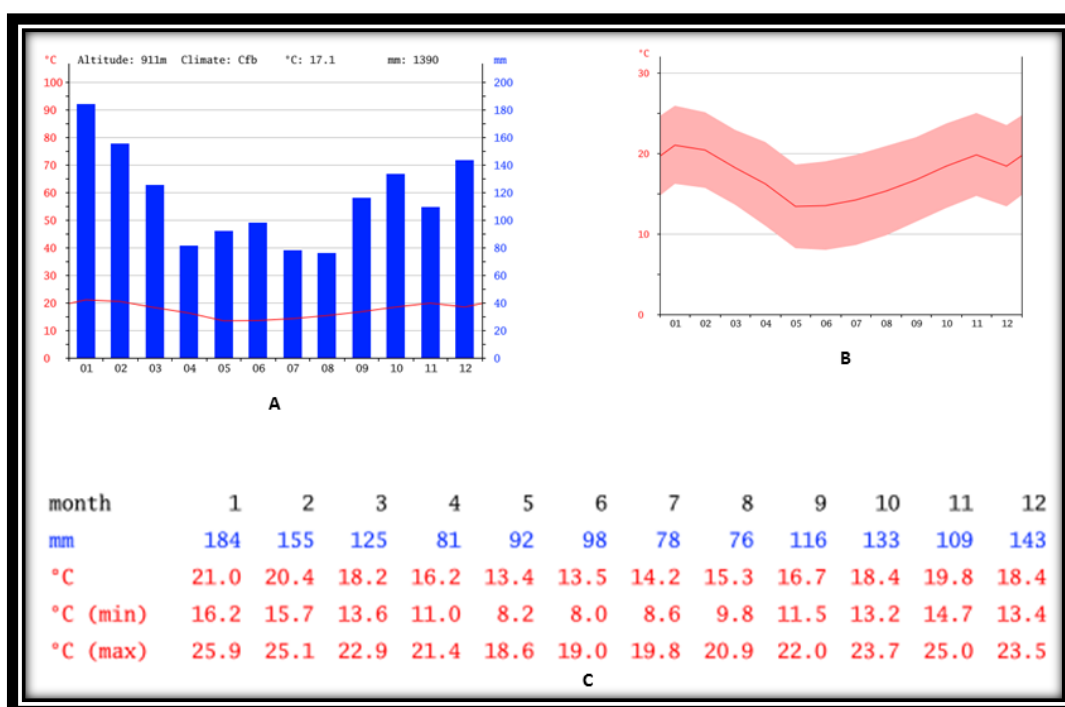


Figura 20 - Dados Climáticos em Curitiba (Paraná - Brasil). A - Diagrama Ombrotérmico; B - Temperatura; C - Tabela Climática [10].

Atendendo à Figura 20, verifica-se que o mês mais seco é agosto e apresenta 76mm de precipitação, sendo que o mês com maior precipitação é janeiro com 184mm [10].

Observa-se, ainda, que o mês de janeiro é o mais quente do ano, com uma temperatura média de 21,0°C, sendo que o mês mais frio é maio com 13,4°C [10].

8.6 – ESTUDO DE CASO EM SANTA MARIA – RIO GRANDE DO SUL

8.6.1 – CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA DE PLANTAÇÕES COMERCIAIS EM SANTA MARIA E RESPECTIVAS PROVENIÊNCIAS DAS REGIÕES NATURAIS

Relativamente a *Pinus taeda*, estudos realizados no Sul do Brasil, nomeadamente em Santa Maria – Rio Grande do Sul (RS), indicaram que a procedência de Charleston (Carolina do Sul) tem um potencial para produzir até 15% mais volume de madeira naquela região comparado com a testemunha, produzida em Telêmaco Borba, no Paraná [42].

Na Figura 21 é possível observar os dados climáticos de Santa Maria – RS [10].

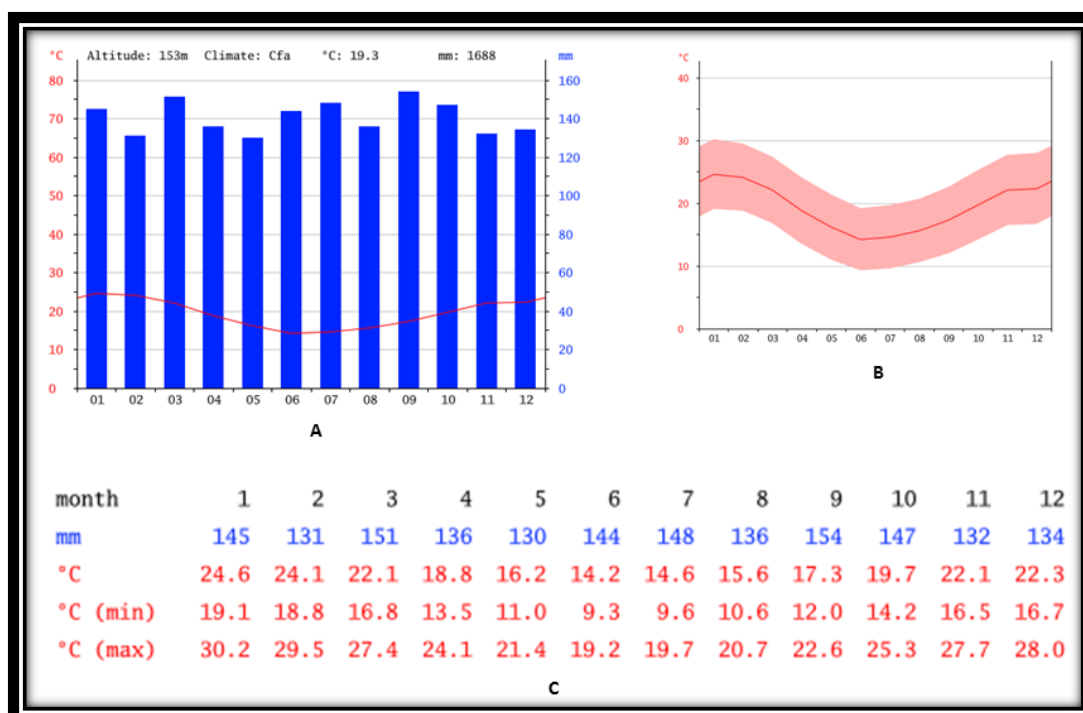


Figura 21 - Dados Climáticos em Santa Maria (Rio Grande do Sul - Brasil). A - Diagrama Ombrotérmico; B - Temperatura; C - Tabela Climática [10].

A partir da Figura anterior, verifica-se que Santa Maria está a uma altitude de 153m, a Precipitação Média Anual é de 1688mm e a temperatura média anual é de 19,3°C. Verifica-se, ainda, que estamos perante um clima Cfa e, não há a ocorrência de meses secos, ou seja, a precipitação em todos os meses é superior à Temperatura.

Na Figura 22 estão registados os dados climáticos de Telêmaco Borba (Paraná – RS).

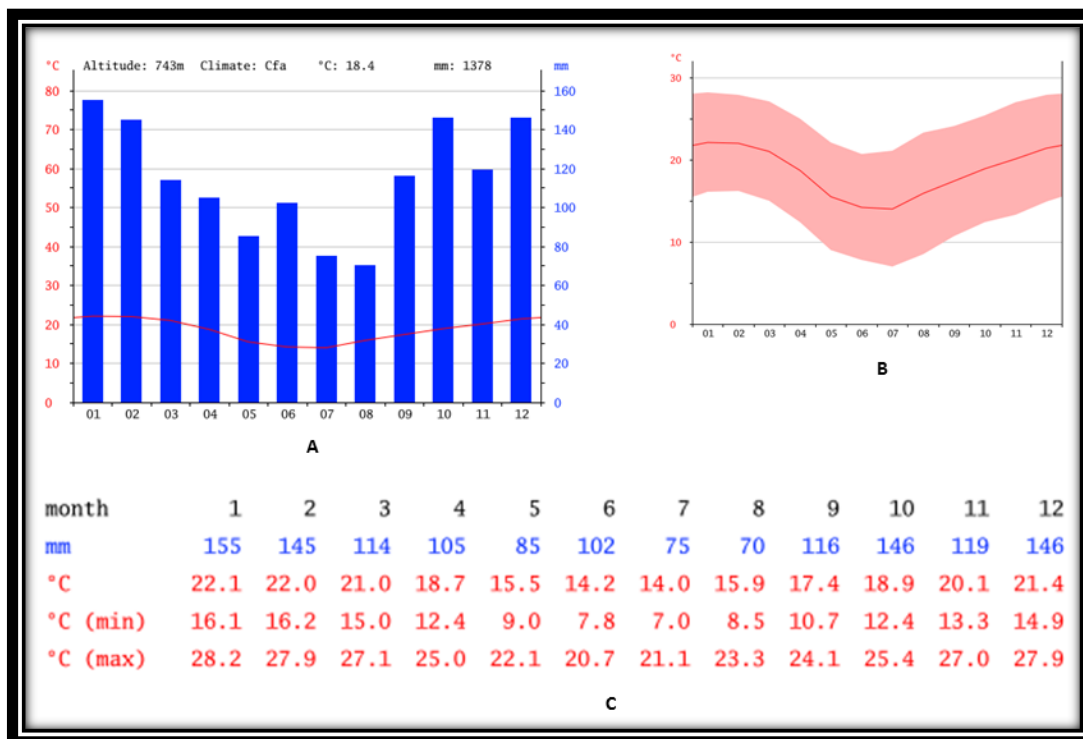


Figura 22 - Dados Climáticos em Telêmaco Borba (Paraná – Brasil). A - Diagrama Ombrotérmico; B - Temperatura; C - Tabela Climática [10].

A partir da Figura 22, verifica-se que Telêmaco Borba (Paraná – Brasil) está a uma altitude de 743m, a precipitação média anual é de 1378mm e a temperatura média anual é de 18,4°C. Observa-se, ainda, que estamos perante um clima Cfa e, não há a ocorrência de meses secos, ou seja, a precipitação em todos os meses é superior à temperatura.

Na Figura 23 estão registados os dados climáticos de Charleston, de onde foi colhida a proveniência de *Pinus taeda* para Santa Maria (Rio Grande do Sul – Brasil) e para Telêmaco Borba (Paraná – Brasil).

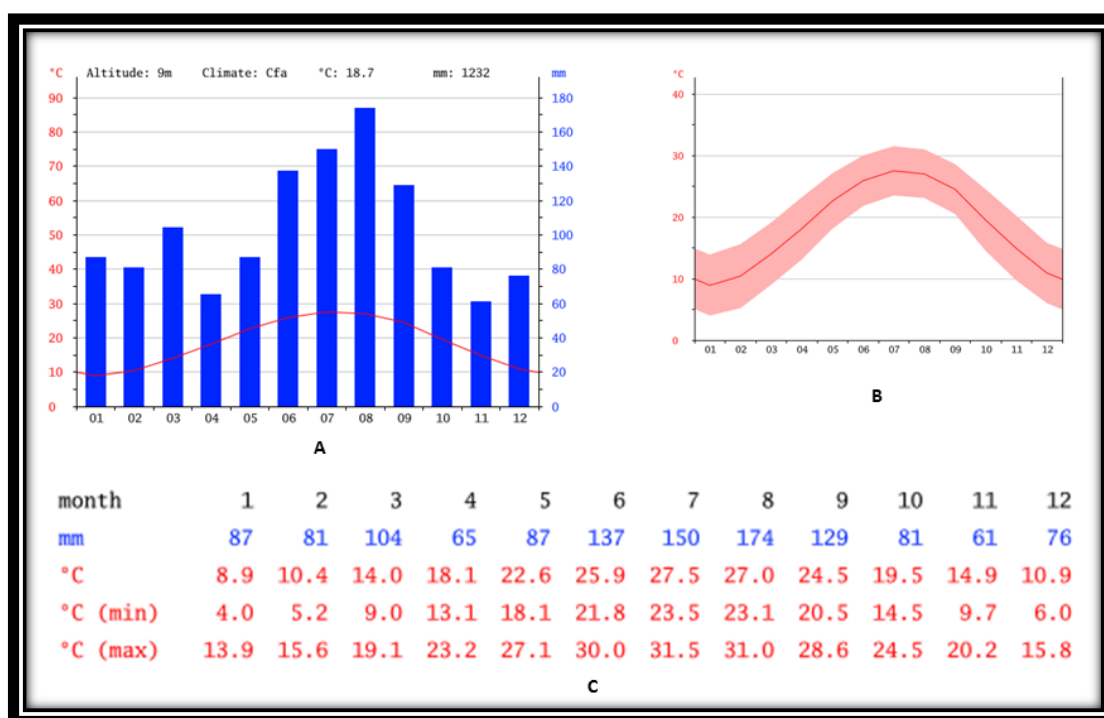


Figura 23 - Dados Climáticos em Charleston (Carolina do Sul - USA). A - Diagrama Ombrotérmico; B - Temperatura; C - Tabela Climática [10].

A partir da Figura anterior, verifica-se que Charleston está a uma altitude de 9m, a precipitação média anual é de 1232mm e a temperatura média anual é de 18,7°C. Verifica-se, ainda, que estamos perante um clima Cfa e não há a ocorrência de meses secos, ou seja, a precipitação em todos os meses é superior à temperatura.

Relativamente ao fato de haver maior produtividade da espécie em Santa Maria, comparado com Telêmaco Borga, deve-se possivelmente às diferenças de altitude, pois a proveniência da semente vem de uma altitude de 9m e Telemaco Borga e Santa Maria estão a 743m e 153m, respetivamente. Provavelmente, esta proveniência poderá não ser a melhor adaptada para este local.

9 – *Pinus taeda* EM FRANÇA

9.1 - CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA DA ÁREA DE ESTUDO EM FRANÇA E RESPECTIVAS PROVENIÊNCIAS

De acordo com Hervé Jactel (2014), em França foram realizadas plantações de *Pinus taeda* na zona sudoeste, nomeadamente na região de *Aquitane*, pois é considerada a região mais resistente a temporais e é também a região do *Pinus pinaster*. No entanto, estudos mostram que esta espécie é sensível ao ataque da processionária e aos ataques de *Ips sexdentatus* [28].

Aquitane (Figura 24) é a região do sudoeste francês que compreende desde a península de *Pointe de Grave* até à cadeia dos Pireneus, do Atlântico ao sopé das montanhas do Massivo Central [18].

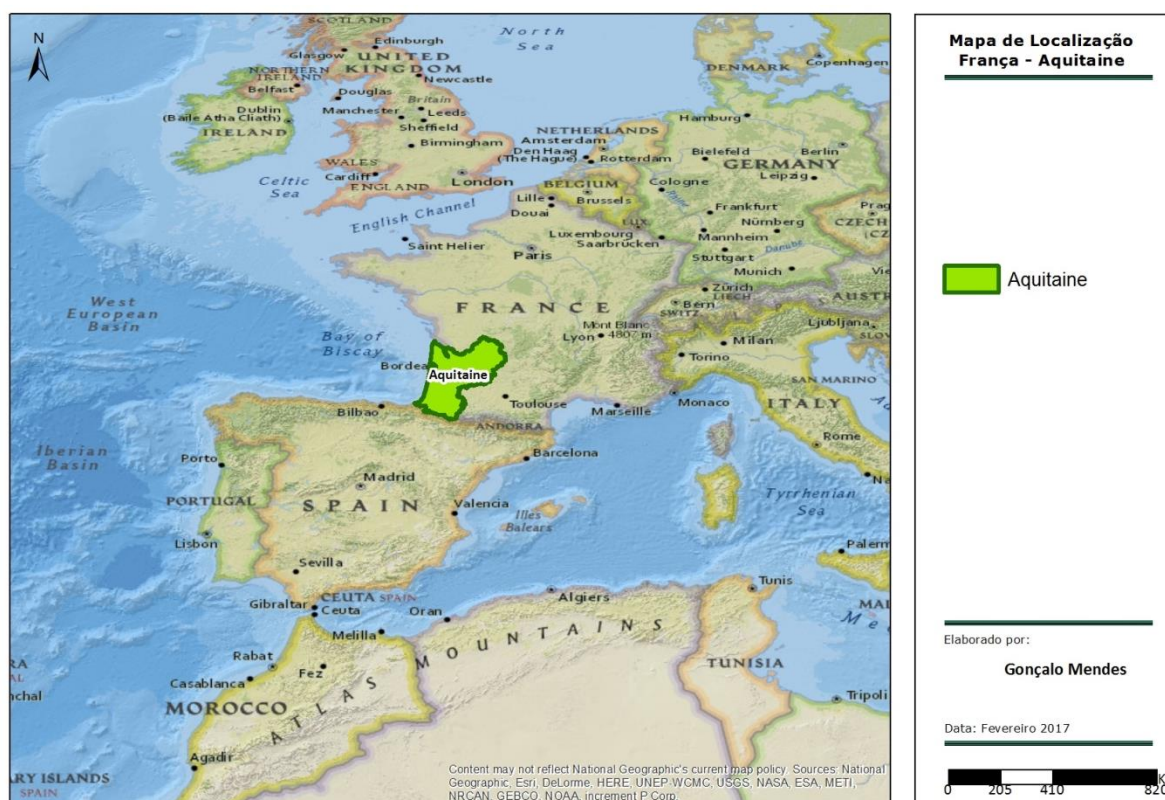


Figura 24 - Região de Aquitaine (França).

A diversidade sempre foi uma das principais marcas em *Aquitaine*, contribuindo consideravelmente para sua riqueza. A diversidade está presente em níveis étnicos e culturais, mas o aspeto mais marcante é a variedade de suas paisagens, nomeadamente vastas extensões de praias enfileiradas com dunas, vinhas, florestas, e lagos [18].

A principal característica do seu clima é a “amenidade”, devido à influência atlântica acrescida pela corrente quente do Golfo. A temperatura média anual é de 13°C, aumentando para 20°C no verão e a Precipitação Média Anual é de 931mm [18].

De meados de julho a meados de agosto, as temperaturas podem atingir 30°C, mas mesmo os dias mais quentes nunca são abafados, graças à proximidade com o oceano Atlântico e do vento de influência atlântica. No entanto, proveniências Portuguesas do Pinhal de Leiria não resistiram a geadas fortes nesta região [18].

Na Figura seguinte pode-se observar os acréscimos de volume de *Pinus taeda*, de acordo com as várias regiões de proveniência [17].

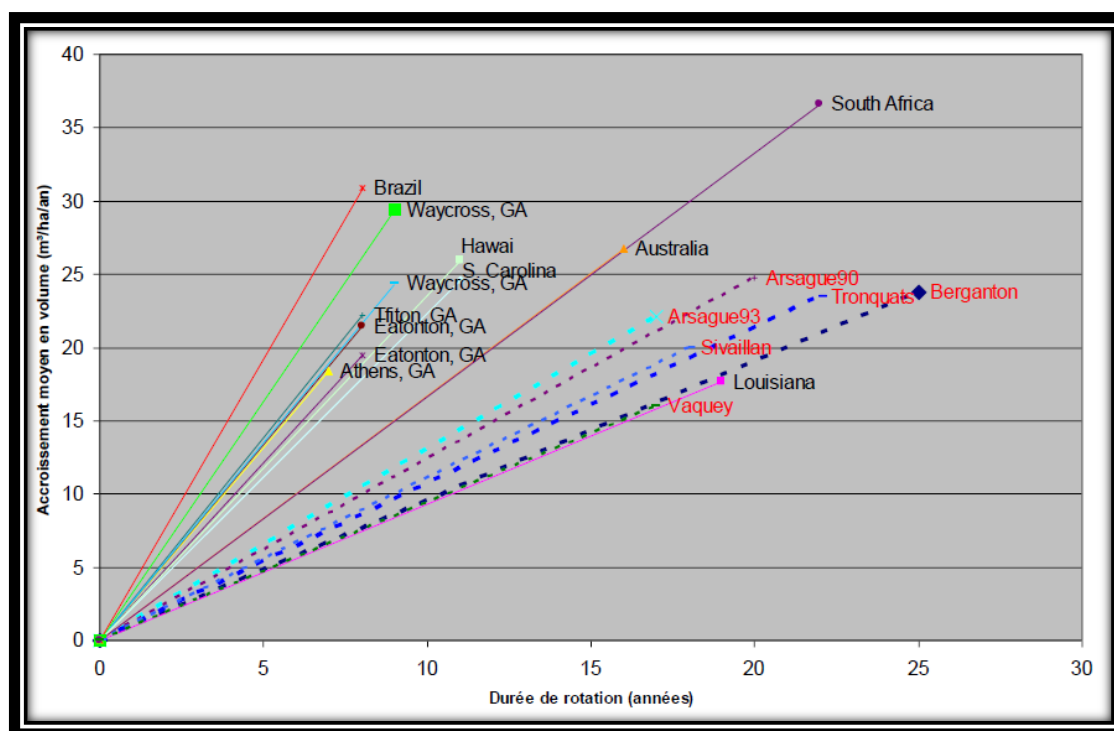


Figura 25 - Produtividade de *Pinus taeda* em Aquitaine de acordo com as várias proveniências [17].

A partir da Figura 25, observa-se que as espécies de proveniência do Brasil e da Geórgia (Waycross, GA) são as que apresentam um maior acréscimo de volume, num curto

período de tempo (7 a 8 anos). A espécie de proveniência do Sul de África é a que apresenta um maior acréscimo de volume, mas ao fim de 20 a 25 anos [17].

Em Waycross, GA o clima é quente e temperado e existe uma pluviosidade significativa ao longo do ano. No mês mais seco ocorre também alguma pluviosidade. Segundo Köppen e Geiger o clima é classificado como clima temperado húmido com verão quente (Cfa). Waycross tem uma temperatura média de 19,3°C e a média anual de pluviosidade é de 1265mm (Figura 26) [10].

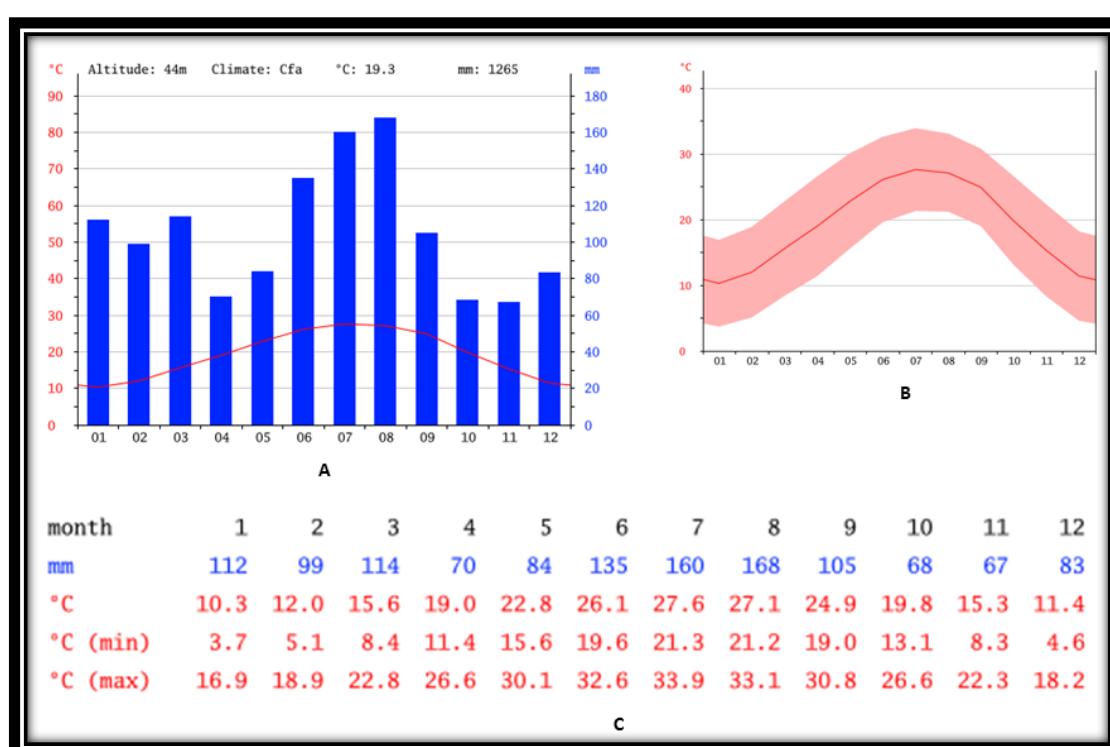


Figura 26 - Dados Climáticos em Waycross (Geórgia - USA). A - Diagrama Ombrotérmico; B - Temperatura; C - Tabela Climática [10].

A partir da Figura 26, verifica-se que novembro é o mês mais seco com cerca de 67mm e é em agosto que ocorre maior precipitação, cerca de 168mm. No que diz respeito à temperatura, o mês mais quente é julho com uma temperatura média de 27,6°C e janeiro o mês mais frio com uma temperatura média de 10,3°C [10].

Waycross está a uma altitude de 76m e verifica-se nestas condições também que não há a ocorrência de meses secos.

10 – PRAGAS E DOENÇAS QUE AFECTAM *Pinus taeda* E *Pinus elliottii*

As espécies *Pinus taeda* e *Pinus elliottii* apresentam problemas em particular nas plantas em viveiro [16].

As doenças mais relevantes para *Pinus elliottii* são: a ferrugem (*Cronartium quercuum* f. sp. *fusiforme*) e a podridão da raiz (*Heterobasidion annosum*), que ocorrem nas plantas em viveiro [48].

Para que a ferrugem se inicie, são necessárias duas árvores hospedeiras, o pinheiro e folhas de carvalho (vivo), que permitem completar o ciclo de vida. O fungo não se pode espalhar de pinheiro para pinheiro, mas ao regressar às folhas de carvalho induz e favorece a produção de esporos que por sua vez, infetam os pinheiros [48].

A podridão da raiz é uma doença fúngica, que afeta toijas recém-cortadas de pinheiro e se transmite para outras árvores, pela raiz dessas mesmas árvores. As árvores doentes, normalmente encontram-se em grupo e em condições de maior humidade, mais favorável ao desenvolvimento do fungo patogénico [48].

Pinus taeda, geralmente não é afetado por pragas, contudo pode ser suscetível à ferrugem [21].

11 – *Pinus taeda* e *Pinus elliottii* EXÓTICAS E INVASORAS?

As espécies exóticas invasoras são, de fato, uma das principais ameaças à biodiversidade a nível global e tem grandes impactos sobre o nosso modo de vida [30].

Uma planta pode ser exótica e, não ser considerada invasora. Uma planta exótica é uma espécie que ocorre fora da sua área de distribuição natural, depois de ser transportada e introduzida pelo homem (de forma intencional ou acidental), ultrapassando as barreiras biogeográficas. Já uma planta invasora é uma espécie naturalizada que produz descendentes férteis, frequentemente, em grande quantidade e os dispersa muito para além das plantas mãe, com potencial para ocupar áreas extensas, em habitats naturais ou seminaturais. Pode produzir alterações significativas ao nível dos ecossistemas, nomeadamente superando o desenvolvimento das espécies nativas [30].

Na Figura seguinte (Figura 27) é possível observar as etapas do processo de invasão biológica [30].

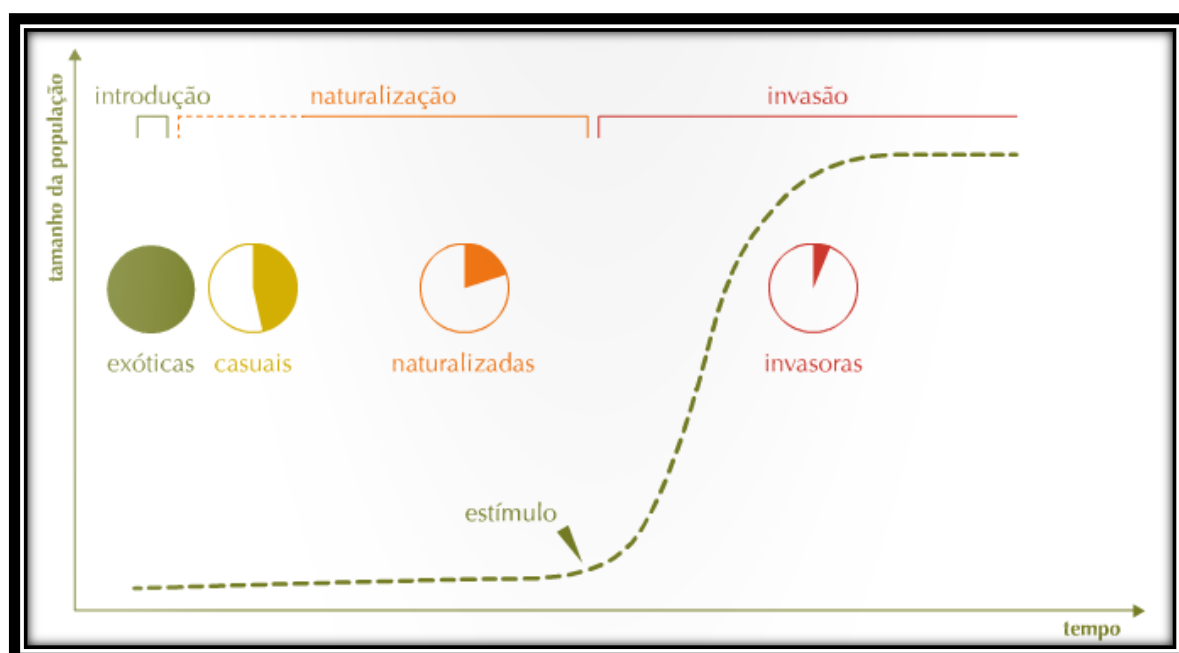


Figura 27 - Principais etapas de um processo de invasão biológica [30].

Alerta-se, ainda, que o tamanho da população e a duração de cada etapa varia de espécie para espécie. De todas as espécies exóticas que são introduzidas, apenas uma pequena parte se naturaliza e só uma pequena percentagem dessas revela comportamento invasor [30].

Segundo o website "*The Global Invasive Species Team*" o gênero *Pinus* foi classificado pela "União Mundial para a Conservação da Natureza" (IUCN) como sendo uma das 100 espécies mais invasoras no planeta. Esta classificação ocorre, devido à fácil disseminação das sementes que, por serem de tamanho reduzido e apresentarem estruturas adaptadas à disseminação anemófila, podem-se dispersar a 100 metros ou mais da planta mãe [16].

As sementes do *Pinus* também podem ser disseminadas pelo solo, água ou através dos animais como agentes dispersivos. Os *Pinus* possuem alta capacidade de produção a partir da semente, o que aumenta ainda mais a probabilidade de suas sementes virem a tornar-se árvores em outros locais que não sejam as áreas efetivamente plantadas. As sementes possuem quiescência, isto é germinando apenas nas épocas em que as condições ambientais lhes são favoráveis [16].

Nos locais onde *P. elliotii* tem um comportamento como planta invasora, as plantas pequenas podem ser removidas à mão, puxando, particularmente em solo húmido, tendo o cuidado de remover as raízes. As plantas maiores podem ser escavadas com uma enxada ou uma ferramenta similar [9].

No website da *CABI compêndio de Invasoras*, onde se encontram identificados os locais onde *Pinus elliotii* dá problemas como invasor, verifica-se que na América do Sul e na Oceânia, *Pinus elliotii* é considerada uma espécie invasora, não havendo quaisquer referências a regiões europeias, com climas temperados, verões quentes e secos e invernos mais frios [9].

Em Espanha foi realizada uma análise do risco potencial de plantas invasoras para esse País, onde se testou a espécie de *Pinus elliotii* e, verificou-se que a espécie tinha um baixo risco de se tornar invasora [4].

Atendo ao que foi referido, verifica-se que *P. elliotii* dá problemas como invasor no hemisfério Sul, com a exceção do Hawaii onde esta espécie é invasora mas em ambiente tropical e subtropical.

12 – BREVE ANÁLISE SOBRE *Pinus elliottii* NO BRASIL PARA PRODUÇÃO DE RESINA

De acordo com Engenheiro Gonçalo Abecasis da Gama Castel' Branco, colaborador da Empresa Resinas Brasil, o sucesso desta espécie no Brasil deve-se ao facto de o clima ter uma particularidade interessante, que é o facto de o período de maior pluviosidade ocorrer sempre no Verão (21 de dezembro a 21 de março), na estação mais quente, exatamente o oposto das regiões temperadas.

Gonçalo Castel' Branco informou (Comunicação pessoal), ainda, que no estado de São Paulo, existem áreas importantes de *Pinus elliottii* com bons desenvolvimentos e posterior produção de resina.

Na Figura 28 é possível observar os dados climáticos em Itapeva, SP – Brasil.

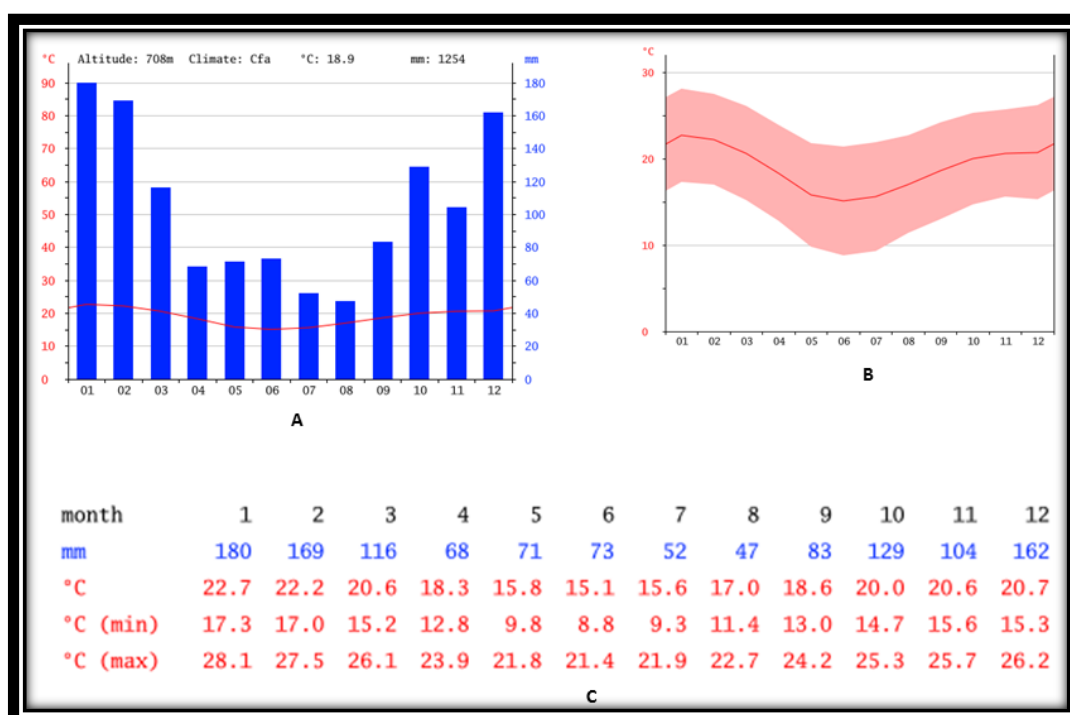


Figura 28 - Dados Climáticos em Itapeva (SP – Brasil). A - Diagrama Ombrotérmico; B - Temperatura; C - Tabela Climática [10].

Itapeva apresenta um clima quente e temperado e ocorre uma pluviosidade significativa ao longo de todo o ano. De acordo com Köppen e Geiger o clima é classificado como Cfa e até no mês mais seco ocorre pluviosidade (não há ocorrência de período de

stress hídrico). A temperatura média anual é de 18,9°C e a média anual de pluviosidade é de 1254mm [10].

As introduções de espécies de *Pinus spp.* que se adaptaram no Brasil, são justamente as espécies em que nos países de origem têm uma distribuição de precipitação com o mesmo padrão, nomeadamente a concentração de chuva no período mais quente.

É um facto que na tentativa de introduzir *Pinus spp.* no Brasil, algumas espécies como *Pinus radiata* (origem Califórnia), *Pinus pinaster* (origem zona costeira atlântica da Europa) não se adaptaram ao Brasil. A humidade mais intensa no Verão ocasiona stress, baixo desenvolvimento, mau estado sanitário, e morte. Assim, à partida, a introdução em Portugal de espécies que se adaptaram no Brasil, como o *Pinus elliottii* corre riscos. Haverá que seleccionar outras proveniências de semente (regiões naturais de maior latitude, altitude e longitude).

No entanto, no Sul do Brasil, perto da cidade do Rio Grande, a baixa altitude e junto à faixa costeira, existem povoamentos de *Pinus elliottii* que apresentam um bom desenvolvimento da espécie. Nesta zona do Brasil o clima apresenta algumas semelhanças com o clima de Portugal. Na Figura seguinte podemos observar os valores de temperatura e precipitação para essas zonas.

	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	Ano
T média	23,3	23,5	22,2	19,3	16,4	13,3	13,0	13,8	15,3	17,5	19,5	21,8	18,2
P mm	112,8	100,7	112,6	51,5	86,9	109,6	174,9	126,2	143,2	81,2	74,1	59,9	1233,6
Rio Grande - RS, Brasil. Fonte: Normais Climatológicas do Brasil 1961-1990 - INMET													Gonçalo Castel' Branco, 9/8/2016, São Paulo

Figura 29 - Temperatura e Precipitação no Rio Grande - RS, Brasil.

A partir da Figura 29, verifica-se que no Rio Grande a máxima precipitação é nos meses de julho, agosto, e setembro, o que no hemisfério Norte corresponde aos meses de Inverno. Muito semelhante à distribuição em Portugal. Relativamente aos mínimos de pluviometria, já é bem diferente, existem duas épocas (abril e dezembro), o que corresponde a Outono e Primavera em Portugal.

Em Portugal continental, o clima mais semelhante a este, observa-se na faixa atlântica a norte do rio Douro até ao rio Minho.

	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	Ano
T média	9,4	10,2	11,2	12,6	14,7	17,4	19,2	19,1	18,4	16,0	12,1	10,0	14,2
P mm	163,5	142,3	123,2	111,1	89,9	51,6	19,3	24,7	67,1	145,4	165,7	156,7	1260,4
Porto, Portugal. Fonte: PORTO/PEDRAS RUBRAS data derived from GHCN 1. 797 months between 1862 and 1990 Gonçalo Castel' Branco, SP													

Figura 30 - Temperatura e Precipitação no Porto, Portugal.

Porém, a Norte do Douro temos temperaturas médias um pouco inferiores às de Rio Grande. Por outro lado, é bom saber que também há *Pinus elliottii* com fantásticos desenvolvimentos na Serra do Canguçu no Rio Grande do Sul, com temperaturas constantemente mais baixas que na costa (cidade de Rio Grande). Em Portugal continental é possível que qualquer área fora da região referida não tenha condições mínimas de pluviometria no Verão para o desenvolvimento em pleno período vegetativo do *Pinus elliottii*.

As regiões referidas, em Portugal, para o *Pinus elliottii* devem ter potencialidade para o *Pinus taeda*. Embora ambas as espécies sejam resistentes a períodos de geada, talvez o *Pinus taeda* se adapte melhor aos longos períodos de baixas temperaturas da faixa atlântica a norte do rio Douro até ao rio Minho. Porém, o *Pinus taeda* não produz resina em quantidades que interessem à extração comercial. Assim, esta espécie não é interessante para a resinagem.

A hibridação entre o *Pinus elliottii* e o *Pinus pinaster* poderá ser interessante. Neste caso, será necessário posteriormente testar a descendência.

13 – BREVE ANÁLISE SOBRE *Pinus taeda* E COMPARAÇÃO COM O CLIMA DE PORTUGAL CONTINENTAL

De acordo com o Eng.º Vinicius Santos, Engenheiro de Pesquisa e Desenvolvimento de Produtos na ArborGen Tecnologia Florestal, com elevada experiência em *Pinus taeda* no sul do Brasil, nordeste da Argentina e Uruguai, salienta que nestes locais os períodos de chuvas são bem distribuídas o ano todo e, um pouco mais concentradas no Verão, praticamente sem deficit hídrico e, pluviosidades que vão de 1400mm a 2000 mm anual. As temperaturas médias são altas, variando de 15°C a 21°C.

Vinicius Santos (Comunicação pessoal) sugere que *Pinus radiata* seria uma boa escolha para Portugal, pois apresenta um verão seco e inverno chuvoso.

No entanto, atendendo à pluviosidade e à temperatura média, as proveniências de *Pinus taeda* da *Atlantic Coastal Plain* (ACP), ou seja, da Carolina do Sul, Carolina do Norte e Geórgia seriam as que melhor se adaptariam às condições climáticas de Portugal Continental. Sugere, ainda, que dever-se-ia testar as proveniências da Florida, pois há diversas áreas com proveniências deste local com elevado sucesso no Brasil, nomeadamente em regiões com temperatura médias de 17°C a 21°C.

Relativamente a Organismos/Entidades para posterior importação de sementes, recomenda: no Brasil o Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (IPEF), que se encontra vinculado à Universidade de São Paulo (USP) no campus de Piracicaba; nos Estados Unidos da América (EUA) sugere a Cooperativa de Melhoramento da *North Carolina State University* (NCSU) e da Florida e também a CAMCORE – *Department of Forestry & Environmental Resources*.

14 - PROCEDIMENTOS PARA IMPORTAÇÃO DA SEMENTE/PÓLEN E INSTALAÇÃO DE ENSAIOS DE PROVENIÊNCIAS

Foi contactado o ICNF, nomeadamente por e-mail e contato telefónico, para saber quais os procedimentos a adotar, para a importação de pólen e semente para instalação de ensaios de proveniências e hibridação (Anexo 20.9).

Considerando que as espécies *Pinus elliottii* e *Pinus taeda* são espécies não indígenas e não constam nos anexos do Decreto-Lei n.º 565/99, de 21 de dezembro, deverão ser cumpridas as instruções do respetivo Decreto-Lei. Para a instalação de um Ensaio Controlado, é necessário tomar como ponto de partida uma autorização junto das entidades competentes (ICNF e DGAV) e cumprimento do presente Decreto-Lei nomeadamente, o Artigo 4º e 5º que se encontram de forma sucinta no anexo 20.10, deste trabalho.

15 – POTENCIAIS EMPRESAS PARA IMPORTAÇÃO DE SEMENTE/PÓLEN

P. elliotii é nativo do sudeste EUA, e foi introduzido em outros estados dos EUA, incluindo o Havaí, assim como outros países para a produção de madeira e resina. Introduções em grande escala têm ocorrido no Brasil, Chile, Argentina, Venezuela, China (região de Jiangxi), África do Sul, Nova Zelândia e Austrália [9].

P. taeda já foi introduzido em muitos países e é cultivada em plantações florestais em grande escala, nomeadamente na África do Sul, Brasil, China, Austrália e Nova Zelândia [27].

No período de pesquisa para este trabalho realizou-se um levantamento de empresas para importação de semente, tais como:

15.1 – ARBORGEN

A ArborGen é a produtora líder de plantas de espécies florestais incluindo plantas de tecnologia avançada para a indústria de base florestal, nomeadamente *Pinus taeda*. Com mais de 50 anos de pesquisa em melhoramento genético em florestas, a ArborGen desenvolve produtos concebidos para responder aos desafios da indústria florestal no mundo. A ArborGen trabalha com muitos dos maiores mercados florestais no mundo, com entidades de investigação e produção na Austrália, Brasil, Nova Zelândia e nos Estados Unidos [6].

A ArborGen está localizada no Brasil, Rua Dr. Emílio Ribas 174 – salas 81 e 82 Campinas – SP CEP 13025-140 com o contato telefónico +55 19 3253-3800 [6].

15.2 – TERRAPINUS

A Empresa Terrapinus iniciou sua produção de plantas em 2002, dedicando-se exclusivamente ao segmento florestal, tendo como principal objetivo fornecer plantas florestais com alto padrão de qualidade [44].

Terrapinus está localizada no Brasil, Rua Jacy Guidalli, 101, Restinga Seca Lages SC CEP-88519-722. O contato telefónico é: +55 49 3224-4344 [44].

15.3 – KLABIN S.A.

Relativamente à espécie *Pinus taeda*, sabe-se que há a presença dessa espécie na África do Sul, sendo algumas delas oriundas da empresa Klabin S. A. e verificou-se que apresentam diferenças dendrológicas com relação à proveniência Norte-Americana [22].

Apesar da pequena homogeneidade na madeira de *Pinus taeda* de proveniência da África do Sul, esta madeira apresenta potencial para a produção de papel [22].

A Klabin tem 17 unidades industriais, das quais 16 no Brasil e 1 na Argentina. Os escritórios encontram-se no Brasil e nos Estados Unidos, além de representantes e agentes comerciais em vários países. A Sede fica na cidade de São Paulo [22].

15.4 – RESIFLOR AGROFLORESTAL LDA

A Resiflor Agroflorestal, Lda. está localizada no Complexo Florestal São Pedro, Guareí-SP (Brasil) e tem um pomar de sementes clonais onde o objetivo de produção de plantas de *Pinus elliottii* é para a produção de resina.

15.5 – ECOPLANT

Empresa focada na produção de plantas, prestação de serviços e comercialização de produtos agroflorestais e está localizada em: Rodovia SP-249, Km 3 – ITAPEVA – SP (Brasil).

A ECOPLANT pretende ter as melhores plantas, pois o melhoramento genético é procurado por empresas com tecnologia de ponta e por órgãos de pesquisa como o Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (IPEF), dando assim garantia de uma planta com qualidade. O objetivo é fazer a seleção das melhores plantas aumentando a produtividade florestal e consequentemente maiores lucros para os investidores.

15.6 - EMPRESAS OU INSTITUIÇÕES DE I&D / UNIVERSIDADES NOS USA – REGIÕES DE ORIGEM

Com o objetivo de selecionar os melhores indivíduos seria necessário importar semente dos locais de origem destas espécies, nomeadamente da Carolina do Norte, Carolina do Sul e Georgia. Assim, nos E.U.A. dever-se-ia entrar em contato com:

➤ COOPERATIVA DE MELHORAMENTO DA NCSU

Está localizada na The Graduate School, North Carolina State University, 1020 Main Campus Drive, room 2300A, Campus Box 7102, Raleigh, NC 276995-7102.

➤ CAMCORE

É uma Cooperativa para conservação dos Recursos Genéticos de Coníferas do México e América Central, está sediada em Raleigh, NC, EUA, na Universidade Estadual da Carolina do Norte (NCSU) onde reúne empresas e instituições de diversos países interessados na Conservação Genética e utilização de espécies de coníferas do México e da América Central. A CAMCORE realiza a colheita de sementes dessas espécies e distribui-as entre as empresas/instituições para a instalação de testes de proveniências e bancos de conservação genética.

16 – ANÁLISE SWOT

A análise SWOT é uma forma de realizar um diagnóstico estratégico a um determinado produto. O que se pretende é identificar as relações existentes entre os pontos fortes e fracos desse produto.

Consiste, na análise das Forças ou Pontos Fortes (*Strengths*), Fraquezas ou Pontos Fracos (*Weaknesses*), Oportunidades (*Opportunities*) e Ameaças (*Threats*). As oportunidades e pontos fortes são os atributos que ajudam a atingir os objetivos. As ameaças e os pontos fracos, são os fatores que podem impedir a concretização desses mesmos objetivos, sendo por isso necessário ultrapassá-los.

A partir do levantamento dos pontos fortes, deve-se trabalhar para que estes sejam potencializados. Com a identificação dos pontos fracos, pretende-se identificar o tipo de esforços e medidas a tomar, para que estes sejam minimizados ou eliminados.

Posto isto, elaborou-se uma matriz onde se pretendeu identificar os pontos fortes e fracos relativos a esta espécie e à possível importação de sementes e/ou pólen da mesma, de forma a testar e avaliar o seu comportamento em diferentes condições edafo-climáticas.

Quadro I – Matriz SWOT para *Pinus elliottii* e *Pinus taeda*.

PONTOS FORTES	PONTOS FRACOS
<ul style="list-style-type: none"> • Resistência ao NMP • Produção Resina/Madeira • Criação de emprego • Controlo de pragas e doenças na floresta • Conservação de habitats de espécies de caça • Criação de riqueza local • Conhecimento do valor adaptativo da (s) espécie (s) a diferentes condições 	<ul style="list-style-type: none"> • Dificuldade em obter informação das entidades públicas (ICNF e DGAV), para possível importação de semente e instalação de ensaios de proveniências; • Adaptabilidade das espécies em Portugal Continental; • Falta de informação/investigação científica das espécies em Portugal; • Importação de semente (custo); • Correta identificação das diferentes e diversas regiões de proveniência para importação de semente e pólen; • Identificação de entidades e organismos competentes, nas regiões de origem e/ou naturais, para a importação de semente e/ou pólen;
OPORTUNIDADES	AMEAÇAS
<ul style="list-style-type: none"> • Melhoramento genético Pinheiro-bravo • Apoios económicos ao setor – PDR2020 	<ul style="list-style-type: none"> • A não adaptabilidade às condições climáticas das espécies; • A importação de semente de regiões de proveniência não aconselhada e/ou adaptada aos locais de destino e/ou teste com recurso à instalação de ensaios de espécies e proveniências;

17 - INSTALAÇÃO DE ENSAIOS DE ESPÉCIES E PROVENIÊNCIAS EM PORTUGAL

17.1 - SELEÇÃO DAS REGIÕES DE PROVENIÊNCIA DE PINHEIRO BRAVO EM PORTUGAL PARA INSTALAÇÃO DE ENSAIOS

É importante identificar e selecionar as diferentes proveniências, de acordo com as nossas condições ecológicas e regiões a testar. Os critérios para a seleção das proveniências de ambas espécies deverão ter por base:

- 1) Latitude, longitude e altitude, ou seja, indicadores para tolerância ao frio e geadas e período de stress hídrico;
- 2) Distribuição da precipitação e zonas de interior, ou seja, indicadores para tolerância ao stress hídrico.

Relativamente aos indicadores para a tolerância ao frio e geadas, as regiões do Sul e Sudoeste do Brasil serão, provavelmente, mais semelhantes às condições climáticas de Portugal Continental.

Na Figura seguinte é possível observar a Precipitação Total e o n.º de dias de Geadas, em Portugal Continental.

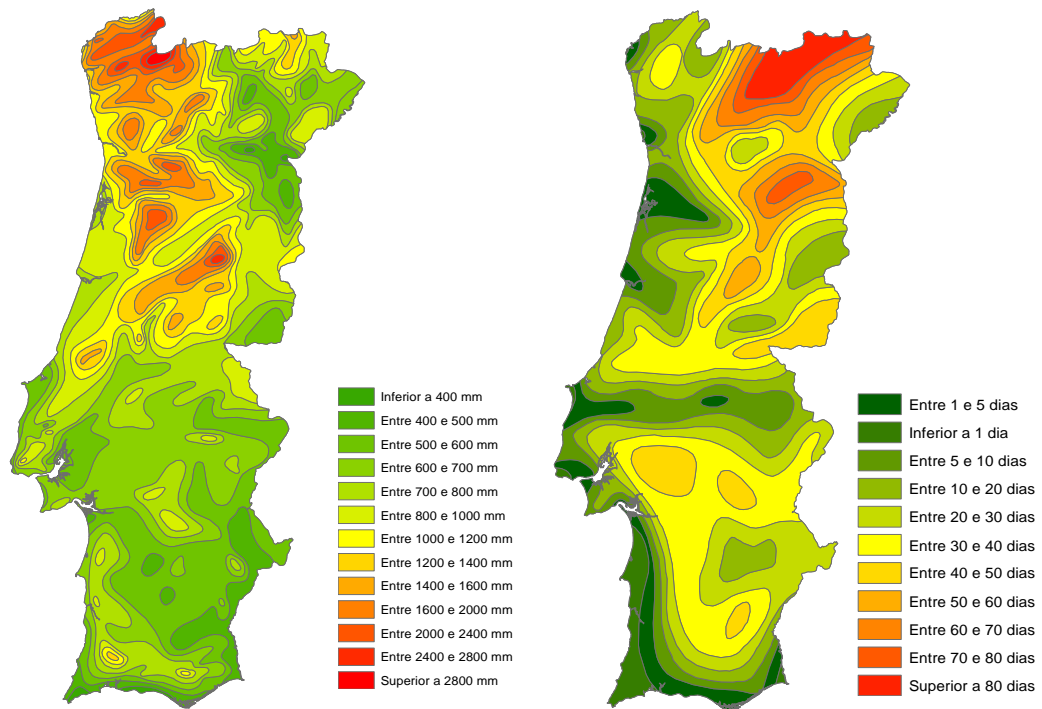


Figura 31 - Distribuição da Precipitação Total (à esquerda) e nº de dias de Geadas (à direita) em Portugal [5].

Outros critérios de seleção a ter em consideração são (Figura 32):

- 3) A profundidade do solo/tolerância a solos delgados;
- 4) pH do solo, associado ao tipo de rocha-mãe ou material originário do solo.

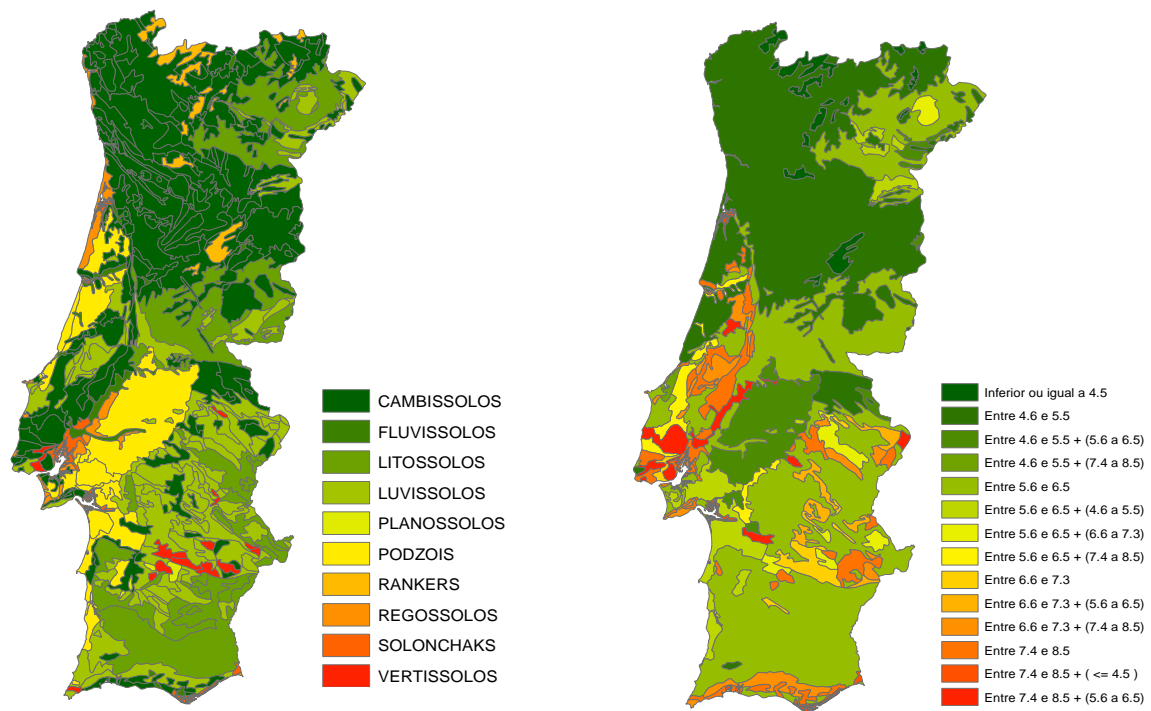


Figura 32 - Carta de solos e sua relação com o pH do solo [5].

Os solos florestais, são normalmente: Litossolos (espessura do solo inferior a 10cm), e Cambissolos (solos pouco evoluídos, com profundidade superior a 10cm).

Poderá considerar-se, ainda, a importação de sementes de híbridos *P. elliotii* e *P. taeda*, para testar em ensaios. A quantidade de semente a importar seria função em de:

- 1) Número de ensaios a instalar e repetições;
- 2) Grau de pureza da semente;
- 3) Taxa de germinação do lote de semente.

Após a receção da semente as plantas seriam produzidas e aclimatizadas em viveiro para a instalação dos ensaios.

A preparação do solo seria mínima, para que haja uma redução de custos e uma minimização do impacto ambiental.

17.2 – PROPOSTA PARA O DELINEAMENTO DOS ENSAIOS DE PROVENIÊNCIA

Para a realização dos ensaios de proveniência deveriam ser instalados ensaios completos (0,5ha a 1,0ha) e causalizados, nomeadamente:

- 1) 4 Blocos / Repetições com 5 plantas por tratamento (espécie e proveniência), por Bloco;
- 2) Nº total de plantas/proveniência e espécie = 5 plantas/proveniência e espécie x 4 blocos = 20 plantas / por proveniência e espécie e local. Considera-se este o número mínimo de plantas para posterior tratamento estatístico de dados.

A taxa de sobrevivência, 1 ano após a plantação, será a 1ª variável a ser monitorizada, para informação da adaptabilidade às nossas condições testadas. Os ensaios deverão ser posteriormente monitorizados anualmente com os seguintes itens:

- Crescimento/produção;
- Tolerância à geadas/bifurcação do fuste;
- Tolerância ao stresse hídrico;
- Presença de pragas e doenças.

A avaliação destes parâmetros seria realizada até ao corte final, pois assim poderá-se identificar a idade para estabelecer uma boa correlação entre o estado juvenil e o adulto, com o objetivo de antecipar a seleção do material vegetal, num estado mais jovem, mais precoce. Esta informação é importante pois poderá ser aplicada posteriormente no melhoramento desse material vegetal (obtenção de híbridos, com os nossos melhores indivíduos), com o objetivo de ganhar tempo/produção.

A referir ainda que a médio e longo prazo será conveniente investir na produção de híbridos entre as plantas destas espécies melhor adaptadas às nossas condições e às plantas de Pinheiro bravo, boas produtoras de madeira e que têm demonstrado maior tolerância ao NMP. A solução pela produção de híbridos a testar, poderá passar também pela hibridação entre as melhores plantas de ambas espécies testadas.

17.3 – AVALIAÇÃO GLOBAL

O Pinheiro bravo é uma espécie autóctone de Portugal e consequentemente está bem adaptada às condições edafo-climáticas. No entanto, na sequência da globalização e circulação de material, surgiu uma praga (NMP) que associada à falta de práticas silvícolas mais adequadas no pinhal, tem afetado a fileira do pinheiro bravo.

Atendendo aos resultados obtidos e as experiências realizadas em outros locais, estas duas espécies (*P. elliotii* e *P. taeda*) são sem dúvida interessantes pela sua resistência ao nemátode associada à produção de madeira e resina.

Ambas as espécies são de origem temperada, na medida em que evidenciam no crescimento da madeira, corte transversal uma nítida paragem de crescimento em diâmetro, evidenciada pela formação dos anéis de crescimento. Este fato indica que a espécie no período de inverno, mediante um estímulo exterior (fotoperíodo, temperatura) para o crescimento em altura e em diâmetro, formando-se anéis de crescimento evidentes em diâmetro e gomos hibernantes, que só vão abrolhar na primavera, mediante um novo estímulo exterior. A presença de gomos hibernantes é um indicador de entrada em dormência, paragem do crescimento e tolerância à geada. É provável que as proveniências em maior latitude e altitude ou em regiões caracterizadas por maior continentalidade evidenciem maior tolerância à geada, na medida em que foram sujeitas a um maior stresse ambiental ou seja a um processo de seleção natural.

Assim, faria todo o sentido instalar ensaios com estas duas espécies originárias da América do Norte (*P. elliotii* e *P. taeda*) com o objetivo de se verificar a sua adaptabilidade ao nosso clima, nunca pondo em causa a continuidade de *Pinus pinaster* no nosso País.

Após a verificação desses ensaios e a adaptabilidade dessas espécies, poder-se-ia passar à hibridação de pinheiro bravo com material genético de *Pinus elliotii* e *Pinus taeda*, pois de certeza que se iriam obter híbridos mais resistentes ao nemátode e plantas com boa qualidade de resina (*P. pinaster* x *P. elliotii*) e madeira (*P. pinaster* x *P. taeda*), para posterior monitorização em ensaios de descendência.

Ao longo deste trabalho verificou-se que as condições de precipitação média anual, nas regiões naturais de ambas as espécies, estão entre 650mm e 2500mm e a temperatura média anual entre 13°C e 18°C. Relativamente ao tipo de solo, estas espécies preferem solos

ácidos. Posto isto, e com recurso ao Software *ArcGis* (sobreposição de temperatura média anual, precipitação média anual, tipo de solo) foi possível obter o seguinte mapa (para Portugal Continental), com as possíveis áreas para a instalação de ensaios de proveniências (Figura 33).

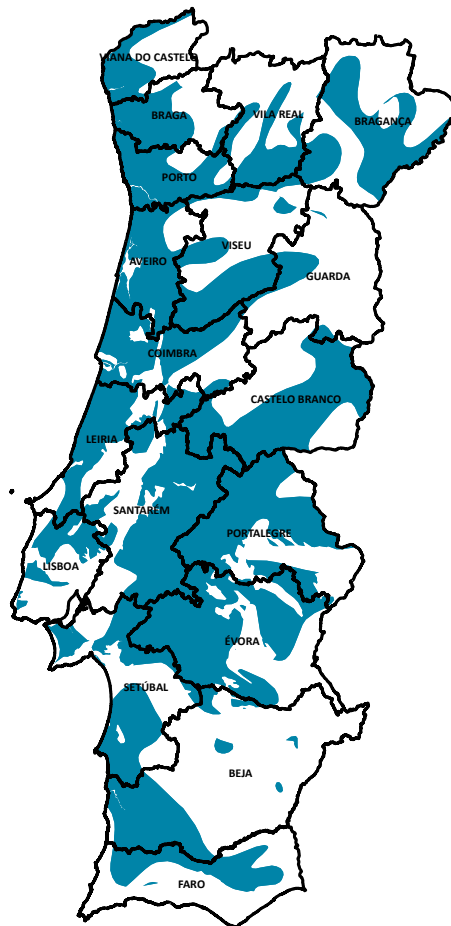


Figura 33 – Identificação das áreas para instalação de ensaios de proveniências de *P. elliottii* e *P. taeda*.

Observando a Figura 33, verifica-se que um pouco por todo o país poder-se-ia ter condições para avaliar o comportamento destas espécies. No entanto, não se pode só ter em consideração os valores médios anuais de temperatura e precipitação, assim como o tipo de solo que a espécie necessita, devem também ser analisados os diagramas ombrotérmicos das regiões e a altitude de origem da semente para cada região, de modo a selecionar a(s) proveniência(s) com características similares aos da área em Portugal a testar.

Ao longo deste trabalho verificou-se que em todas as zonas (relatadas neste documento), em que existe *Pinus elliottii* e *Pinus taeda* a precipitação é sempre superior à temperatura, ou seja, não há a ocorrência de meses secos.

Apesar de nas áreas, onde se encontram as espécies em exploração comercial, não existir a ocorrência de meses secos (período de stresse hídrico associado ao Verão), considera-se que, de acordo com a pesquisa efetuada, as espécies toleram condições ambientais com 2 a 4 meses secos para *Pinus elliottii* e de 0 a 4 meses secos para *Pinus taeda*.

Assim e atendendo aos dados climáticos de Portugal, será relevante a instalação de ensaios de proveniência, em particular, na zona litoral (Pinhal de Leiria) e na zona do Minho, considerando ainda que o *P. elliottii* poderá apresentar menor tolerância ao frio e ao stresse hídrico.

De acordo com a Tabela III, IV, V e em função das Regiões Naturais e das áreas com plantações, no Quadro II estão indicados os locais/Regiões de Proveniência do pinheiro bravo (de acordo com o CNMB) para a instalação de ensaios de espécies e proveniências em Portugal. A identificação destes locais foi efetuada considerando: a precipitação média anual (PMA), a temperatura média anual (TMA), a altitude, latitude, longitude e também os diagramas ombrotérmicos.

Seria importante importar também pólen de *P. elliottii* e *P. taeda* das regiões de proveniência e das regiões testadas para ensaios de hibridação com *Pinus pinaster* (*Pinus pinaster* x *P. elliottii* e *P. pinaster* x *P. taeda*).

Saliento que no Quadro seguinte, encontram-se representadas as Regiões de Proveniências e locais onde foram testadas e/ou estão presentes as duas espécies de *Pinus*, de acordo com a pesquisa efetuada para a elaboração desta dissertação. Atendendo às condições climáticas em Portugal, nas diferentes regiões de proveniências identificadas no CNMB, poderá ser conveniente testar outras proveniências mais tolerantes ao stresse hídrico e geada.

Quadro II - Regiões de Proveniência e Região em Portugal para a instalação de ensaios de espécies e proveniências.

ESPÉCIE	REGIÃO DE ORIGEM	REGIÃO TESTADA	ESPÉCIE	REGIÃO A TESTAR – PT*
<i>P. elliottii</i> e <i>P. taeda</i>	Carolina do Sul (EUA) Planícies Costeiras Latitude: 32°46'35" N Longitude: 79°55'51" W Altitude: 9m	Rio Grande do Sul (Brasil) Latitude: 30°01'59" S Longitude: 51°13'48" W Altitude: 3m	<i>P. elliottii</i>	RP I, IV, V
			<i>P. taeda</i>	Além das acima referidas, RP VI e RP VII
		Santa Catarina (Brasil) (Florianópolis) Latitude: 27°35'48" S Longitude: 48°32'57" W Altitude: 3m	<i>P. elliottii</i>	RP I, IV, V
			<i>P. taeda</i>	Além das acima referidas, RP VI, VII
		Paraná (Brasil) (Curitiba) Latitude: 31°44'28" S Longitude: 60°30'41" W Altitude: 66m	<i>P. elliottii</i>	RP I, IV, V
			<i>P. taeda</i>	Além das acima referidas, RP VI, VII
	Carolina do Norte (EUA) (Raleigh) Latitude: 35°46'19" N Longitude: 78°38'18" W Altitude: 99m	Serra Gaúcha (Brasil) (Gramado) Latitude: 29°22'44" S Longitude: 50°52'26" W Altitude: 830m	<i>P. elliottii</i>	RP I, III, VI, VII ou todas as RP
			<i>P. taeda</i>	RP I, III, VI, VII ou todas as RP
		Planalto Catarinense (Brasil) Latitude: 25°42'58" S Longitude: 53°45'58" W Altitude: 400m	<i>P. elliottii</i>	RP I, III, VI, VII ou todas as RP
			<i>P. taeda</i>	RP I, III, VI, VII ou todas as RP
<i>P. taeda</i>	Charleston (Carolina do Sul - EUA) Latitude: 32°46'35" N Longitude: 79°55'51" W Altitude: 9m	Santa Maria, RS (Brasil) Latitude: 29°41'03" S Longitude: 53°48'25" W Altitude: 151m	<i>P. taeda</i>	RP I, IV, V
<i>P. taeda</i>	Waycross GA (Geórgia - EUA) Latitude: 31°12'48.78" N Longitude: 82°21'14.46" W Altitude: 44m	Aquitaine (França) Latitude: 44°50'16" N Longitude: 0°34'45" W Altitude: 12m	<i>P. taeda</i>	RP I, III, IV, V ou todas as RP
<i>P. taeda</i>	África do Sul	Aquitaine (França) Latitude: 44°50'16" N Longitude: 0°34'45" W Altitude: 12m	<i>P. taeda</i>	RP I, II, IV, V ou todas as RP
<i>P. taeda</i>	África do Sul	Alfredo Wagner Santa Catarina (Brasil) Latitude: 27°42'01" S Longitude: 49°20'01" W Altitude: 480m	<i>P. taeda</i>	RP I, II, IV, V ou todas as RP

*Regiões de Proveniência de pinheiro bravo em Portugal, de acordo com o CNMB.

18 – CONCLUSÃO

O Nemátode da Madeira do Pinheiro (NMP) constitui um grave problema para a floresta, pelo que é importante encontrar soluções para eliminar este problema que as florestas se deparam. Assim, é relevante o conhecimento que possa ser adquirido pela instalação de ensaios de espécies e proveniências que apresentam resistência ao nemátode, bem como boa produtividade de madeira e resina. As espécies que foram selecionadas, neste estudo de caso, foram: *Pinus elliottii* e *Pinus taeda*, pois uma produz elevada quantidade de resina e outra boa produtividade de madeira.

Ambas as espécies são originárias da América do Norte (Canadá e Estados Unidos), em regiões onde o NMP é endémico. Assim, ambas espécies apresentam resistência ao NMP, devido ao processo de seleção natural a que foram sujeitas.

P. elliottii e *P. taeda* têm sido utilizadas para produção de madeira na América do Sul, em particular na região sul e sudeste do Brasil e, ambas correspondem às principais espécies do gênero *Pinus* plantadas com sucesso comercial no Brasil. Estas espécies são utilizadas para a produção de celulose de fibra longa e para a extração de resina. A espécie *P. elliottii*, para a extração de resina, é caracterizada por maior rentabilidade e qualidade comparativamente à *P. taeda*.

Após a pesquisa verificou-se que *P. elliottii* apresenta melhores índices de crescimento em relação ao *P. taeda* em regiões de baixa altitude, desenvolvendo-se bem, mesmo em solos com lençol freático próximo à superfície. Apresenta ainda uma produção de resina mais abundante pelos cortes e ferimentos na madeira, ramos e agulhas [44].

As regiões com elevada temperatura e deficit hídrico, durante o ano, limitam o desenvolvimento de *P. taeda* [44].

Como perspetiva futura, há a considerar a importação de sementes e pólen para posterior instalação de ensaios de proveniências de *P. elliottii* e *P. taeda* e desenvolver os estudos necessários para a hibridação com *Pinus pinaster*. A maior desvantagem dos programas de melhoramento é o tempo. No melhoramento florestal para a resistência a doenças, o objetivo é, além de aumentar na população de propagação a frequência de alelos associados à resistência, também o de manter uma diversidade genética que permita

adaptabilidade ao meio envolvente, às alterações climáticas globais e à procura de novos produtos no mercado.

Após a germinação das sementes, as plantas deveriam ser colocadas nas respetivas Zonas de Proveniência de Pinheiro Bravo de acordo com a Tabela VI deste trabalho, ou ainda testando no total de 9 proveniências comparativamente com a proveniência de pinheiro bravo melhor adaptada às referidas condições.

As espécies provenientes do Brasil deveriam ser testadas e avaliadas na zona centro e litoral do país e, na região norte do Douro ao Minho.

Relativamente ao perigo de comportamento como espécies invasoras, isso não parece constituir um risco, pois os estudos realizados indicam que estas espécies só se comportam como invasoras em regiões com climas tropical e subtropical.

19 – BIBLIOGRAFIA

- [1] AGUIAR, Ananda V.; SOUSA, Valderês A.; SHIMIZU, Jarbas Y.. **Espécies de *Pinus* mais plantadas no Brasil**. Revista da Madeira – Edição N.º 135. Maio 2013.
- [2] ALVES, António Monteiro; PEREIRA, João Santos; CORREIA, Alexandre Vaz. **Silvicultura - A Gestão dos Ecossistemas Florestais**. Fundação Calouste Gulbenkian, 2012.
- [3] AMADOR, Lúcia Maria Cesteiro. **Zonas de Incidência da Doença da Murchidão do Pinheiro na Herdade da Comporta com recurso a SIG**. Lisboa, 2011.
- [4] ANDREU, Jara; VILA, Montserrat. **Risk analysis of potential invasive plants in Spain**. Fevereiro 2009.
- [5] APA – Agência Portuguesa do Ambiente. [Consultado a 09/09/2016]. Disponível em: <http://www.apambiente.pt>.
- [6] ARBORGEN. [Consultado a 08/10/2016]. Disponível em: www.arborgen.com.br.
- [7] Carson, S. D.; Carson, M. J.,. **Breeding for Resistance in Forest Trees – A Quantitative Genetic Approach**. 1989.
- [8] CABRAL, Isabel Maria Resende de Oliveira Morais. **Análise do Crescimento dos Híbridos de *Pinus Taeda* e *Pinus Rigida* em Massachusetts**. Boston. Março 1994.
- [9] CABI.ORG. [Consultado a 17/10/2016]. Disponível em: www.cabi.org
- [10] CLIMATE DATA ORG. **Dados climáticos para cidades mundiais**. [Consultado a 10/12/2016]. Disponível em: <http://pt.climate-data.org>.
- [11] Decreto-Lei n.º 205/2003, de 12 de Setembro.
- [12] DGRF. 2003. Transposição da Diretiva 1999/105/CE para o direito nacional.
- [13] EMERENCIANO, Dartagnan Baggio. **Avaliação da Produção e Economicidade de um Desbaste em um Ensaio para Povoamentos de *Pinus elliottii* e *Pinus taeda***. Curitiba, 1990.

- [14] Fernandes, L.; Pessoa, J.; Aguiar, A e Carrasquinho, I. **Manual de Estacaria de Pinheiro bravo**. Centro PINUS 18 págs. 2007. ISBN 978-972-98308-3-9.
- [15] FILHO, M. Tomazello; LATORRACA, J. Vicente Figueiredo; e outros. **Avaliação da Dispersão de Sementes de Pinus taeda L. pela Análise dos Anéis de Crescimento de Árvores de Regeneração**. Floresta e Ambiente. ISSN 2179-8087.
- [16] FOELKEL, Ester; FOELKEL, Celso. **Os Pinus no Brasil**. Pinus letter. Edição n.º 4. Abril 2008. Disponível em: http://www.celso-foelkel.com.br/pinus_04.html
- [17] FCBA INFO. **La Sylviculture du Pin taeda en Aquitaine**. Janeiro 2014.
- [18] FRANCE.FR. [Consultado a 19/10/2016]. Disponível em: www.br.france.fr
- [19] Zobel, B. & Talbert, J.,1984. **Applied Forest Tree Improvement**. North Carolina State University. Waveland Press, Inc. ISBN: 0-88133-604-1
- [20] GONÇALVES, César Nunes Pires. **Contributos para uma Maior e Melhor Utilização da Madeira de Pinheiro Bravo em Portugal**. Porto 2010.
- [21] GILMAN, Edward F.; WATSON, Dennis G. **Pinus taeda Loblolly Pine**. October 1994.
- [22] HASSEGAWA, Mariana. **Qualidade da Madeira de Pinus taeda L. de Procedência da África do Sul**. Curitiba 2003.
- [23] HIGA, Rosana C. V.; WREGGE, Marcos S.; RADIN, Bernadete e Outros. **Zoneamento Climático: Pinus taeda no Sul do Brasil**. Embrapa Florestas. Colombo 2008. ISSN 1679-2599.
- [24] IPC/ESAC. **Proposta para o estabelecimento de ensaios de proveniências de Pinus elliottii e Pinus taeda**.
- [25] IFN6. **Áreas dos usos do solo e das espécies florestais de Portugal Continental**. Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas (ICNF). Lisboa, Fevereiro 2013.
- [26] ICNF – Instituto da Conservação e da Natureza. [Consultado a 06/09/2016]. Disponível em: www.icnf.pt.

-
- [27] IUCN – Global Species Programme Red List Unit. [Consultado a 06/09/2016]. Disponível em: <http://www.iucnredlist.org>
- [28] JACTEL, Hervé. Informação pessoal de um investigador Francês
- [29] LIMA, Marta R. M.; RAMOS, M.; PÉREZ, Luis S.; TOMÉ, Xoaquín M.; ARREGUI, Rafael Z.; VASCONCELOS, Marta W. **Teste de Susceptibilidade ao Nemátode da Madeira do Pinheiro (*Bursaphelenchus xylophilus*) - Optimização para Utilização em Larga Escala**. 2012.
- [30] MARCHANTE, Hélia; MORAIS, Maria; FREITAS, Helena; MARCHANTE, Elizabete. **Guia Prático para identificação de Plantas Invasoras em Portugal**. Imprensa da Universidade de Coimbra. 2014. ISBN 978-989-26-0785-6.
- [31] NATURLINK. [Consultado a 06/09/2016]. Disponível em: www.naturlink.com.
- [32] Ribeiro, B., Espada, M., Vu, T., Nóbrega, F., Mota, M. e Carrasquinho, I., 2012. **Pine wilt disease: detection of the pinewood nematode (*Bursaphelenchus xylophilus*) as a tool for a pine breeding program**. Forest Pathology. (aceite para publicação).
- [33] RIBEIRO, Bruno E. D. **Variabilidade de Resposta ao Nemátode da Madeira do Pinheiro, *bursaphelenchus xylophilus*, de Plantas Jovens de Pinheiro Bravo, *Pinus pinaster*, Provenientes de uma População de Melhoramento**. Lisboa, 2012.
- [34] RIBEIRO, Dina. Produção e Comercialização de Materiais Florestais de Reprodução. Direcção-Geral dos Recursos Florestais. 2005.
- [35] RICHARDSON, David M.; PETIT, Remy J.; **Pines as invasive aliens: outlook on transgenic pine plantations in the southern hemisphere**. 2006.
- [36] RICHARDSON, David M.; REJMÁNEK, Marcel. **Conifers as invasive aliens: a global survey and predictive framework**. 2004.
- [37] SANDE, Silva J. E OUTROS. **Pinhais e Eucaliptais, a floresta cultivada**. Público/Fundação Luso Americana, Lisboa, 2007. ISBN. 978-989-619-101-6
-

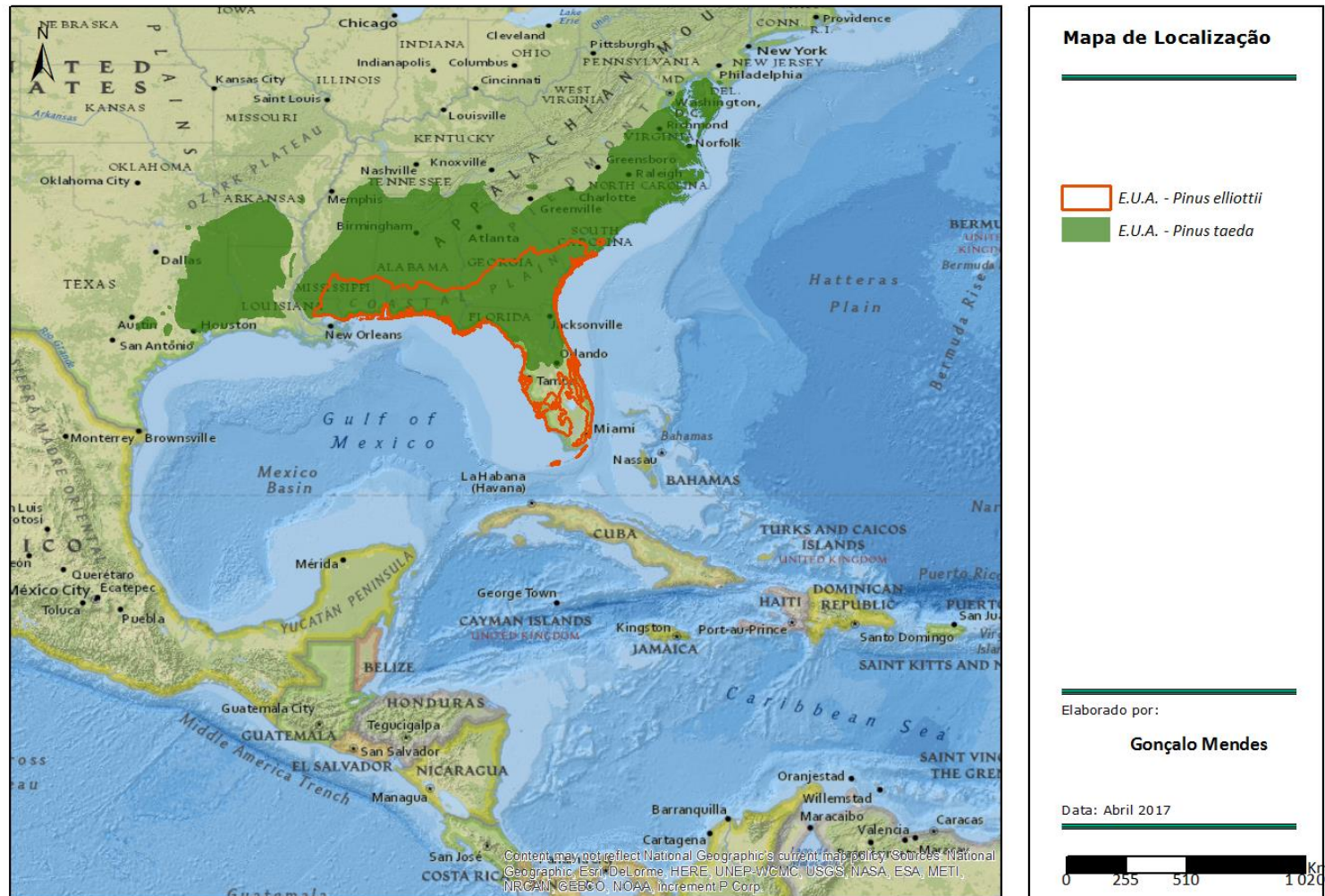
-
- [38] SANTOS, Carla; Vasconcelos, Marta. **Resposta Fisiológica de *Pinus spp.* nas Primeiras Horas após Infecção com *Bursaphelenchus xylophilus* (Nematoda: Aphelenchoididae).** Oeiras, 2011.
- [39] SOUSA, Edmundo; VALE F.; ABRANTES, I.; RODRIGUES, J. M.; FONSECA, L. **Doença da Murchidão do Pinheiro - Guia de Campo e Laboratório.** FNAPF – Federação Nacional das Associações de Proprietários Florestais. 1ª Edição. 2015. ISBN 978-989-99365-1-5.
- [40] SOUSA, Edmundo; NAVES, Pedro; BONIFÁCIO, Luís; INÁCIO, Lourdes. **Boas Práticas Fitossanitárias em Pinhal.** Centro PINUS – Associação para a Valorização da Floresta do Pinho, 2011. ISBN: 978-972-98308-4-6
- [41] SEMENTES CAIÇARA. **Importação e Exportação de Sementes.** [Consultado a 06/09/2016] Disponível em: <http://www.sementescaicara.com>.
- [42] SHIMIZU, Jarbas Y. AMARAL, Henrique R. B. **Variação entre Procedências de *Pinus taeda* L. na Região de Santa Maria, RS.**
- [43] Snieszko, R. A. **Resistance breeding against nonnative pathogens in forest trees – current successes in North America.** 2006.
- [44] TERRAPINUS. [Consultado a 08/10/2016]. Disponível em: www.terrapinus.com.br.
- [45] TEO, S. Jorge; BRESSAN, Diego R.; COSTA, Reinaldo H.; **Uso de Modelos Estatísticos para Classificação de Sítios em Povoamentos de *Pinus taeda* na Região de Caçador – SC.** Junho de 2010.
- [46] The Global Invasive Species Team. The Nature Conservancy. [Consultado a 08/10/2016]. Disponível em: <http://tncinvasives.ucdavis.edu/>
- [47] USDA – Unites States Departmente of Agriculture. ***Pinus elliottii* Engelm. var. elliottii.** Natural Resources Conservation Service. Março, 2016.
- [48] USDA – Unites States Departmente of Agriculture. **Slash Pine - *Pinus elliottii* Engelm.** Plant Guide. Natural Resources Conservation Service. Junho 2006.
-

[49] VASCONCELOS, Teresa Maria Pinto C. A. **Apoio às aulas da disciplina de Proteção Florestal Contra Fatores Bióticos do Mestrado de Recursos Florestais na Escola Superior Agrária de Coimbra (ESAC).** 2014.

[50] Vasconcelos, Teresa e Duarte, Isabel, 2016. **Fatores Abióticos/Bióticos-Planta**, Cap. VI In: *Redes temáticas de informação e Divulgação. A doença da Murchidão do Pinheiro em Portugal e na Europa.* FNAPF, UC, INIAV, ESAC, Grupo Portucel Soporcel (Ed). Financiamento: ProDer Ref.^a: 020313015192, 2016.

20 - ANEXOS

20.1 - MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA ORIGEM DE *Pinus elliottii* e *Pinus taeda*

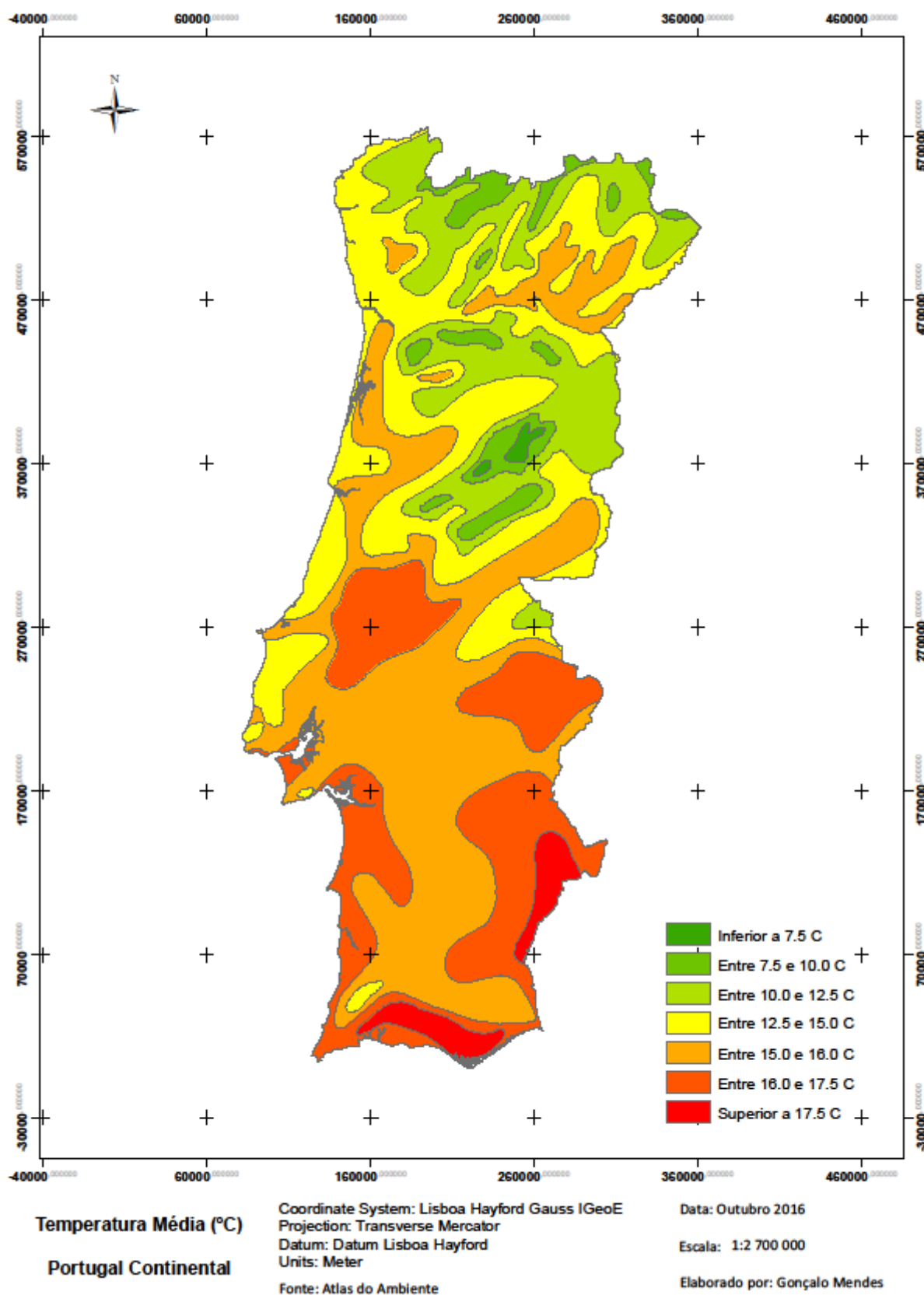


20.2 – TABELA DAS REGIÕES DE PROVENIÊNCIA DE PINHEIRO BRAVO

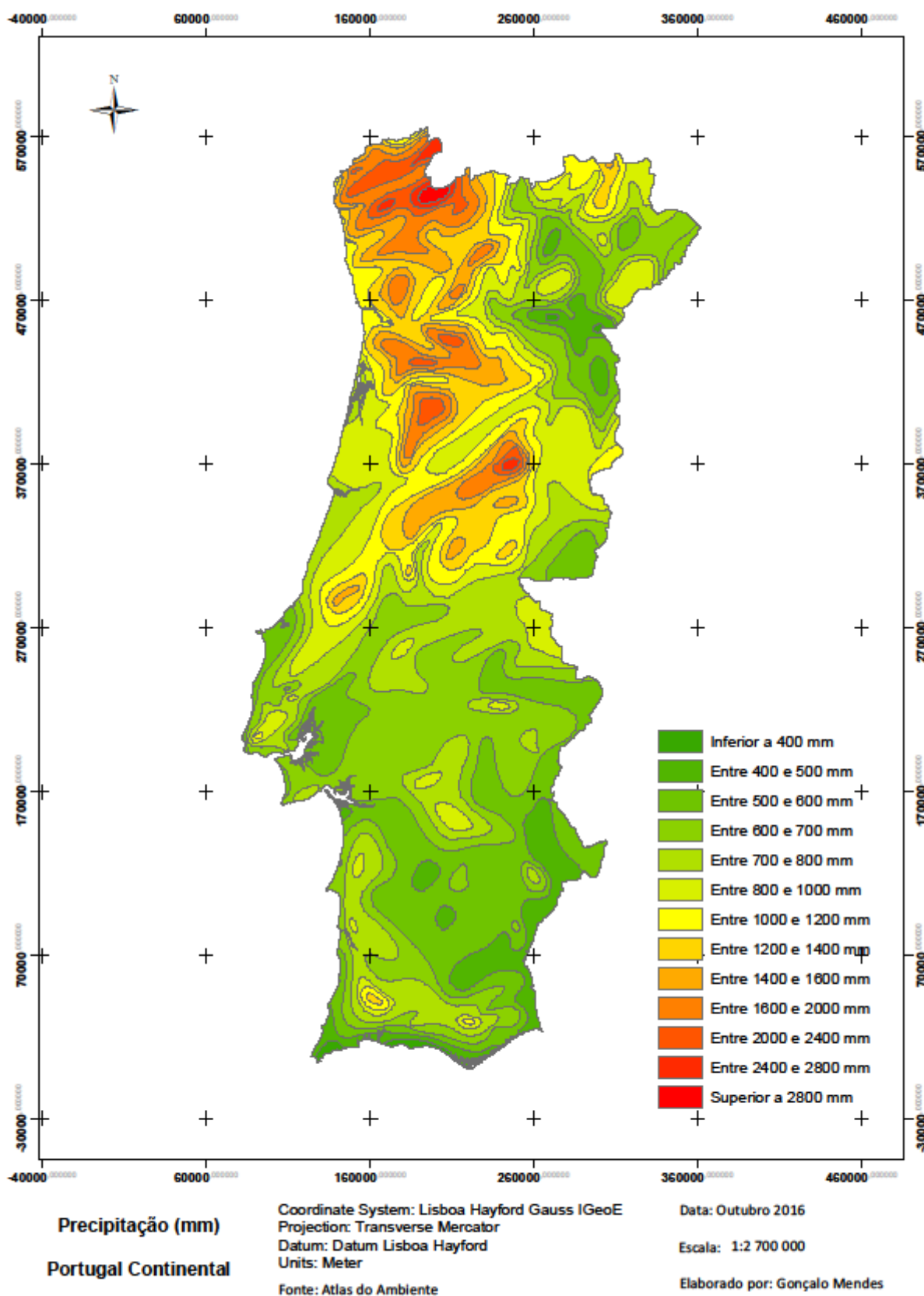


DESCRIÇÃO DAS REGIÕES DE PROVENIÊNCIA <i>Pinus pinaster</i> Aiton.										
RP	Superfície km ²	Altitude média (m)	Rocha mãe	Solos	ph	Dados Climáticos				Classificação ecológica
						Precipitação média anual (mm)	N.º de dias com precipitação	Temperatura média anual °C	N.º dias com geada	
PNB-RP I	7608	450 (50-1400)	Granitos e rochas afins; Xistos, grauvaques. No litoral dunas e areias eólicas	Cambissolos húmicos	4.6-5.5	1400-1600 (800 a >2800)	75-100 (50 a >100)	12.5-15 (7.5-16)	10-20	Basal e Submontano
PNB-RP II	5974	680 (100-1300)	Xistos, grauvaques. Granitos e rochas afins	Cambissolos húmicos. Inclusões de Rankers	4.6-5.5	800-1000 (400-2000)	75-100 (50 a >100)	10-12.5 (7.5-16)	60-80	Submontano e Montano
PNB-RP III	5098	600 (100-1300)	Xistos, grauvaques	Cambissolos húmicos	4.6-5.5	1000-1400 (500-2000)	75-100 (50 a >100)	12.5-15 (7.5-16)	30-40	Submontano e Montano
PNB-RP IV	1348	70 (50-200)	Areia e calhaus rolados; Dunas e areias eólicas. Bolsas de rocha calcária	Podzóis órticos e Regossolos distrícos; Bolsas de fluvisolos calcários e cambissolos calcícos	4.6-5.5	700-800 (700-1400)	75-100 (75 a >100)	12.5-15 (12.5-16)	1-5	Basal
PNB-RP V	5337	270 (50-900)	Arenitos, calcários, calcários margosos e margas; Dunas e areias eólicas	Cambissolos húmicos e Podzóis órticos	6.6-7.3	700-800 (700-2000)	75-100 (75 a >100)	12.5-15 (7.5-16)	1-5	Mediterrânea com influência atlântica Basal
PNB-RP VI	2783	800 (100-1800)	Xistos, grauvaques. Granitos e rochas afins	Cambissolos distrícos e húmicos	5.6-6.5	1200-1400 (800-2000)	75-100 (75 a >100)	7.5-10 (<7.5-15)	30-40	Montano e Submontano
PNB-RP VII	3619	470 (50-1100)	Granitos e rochas afins; Xistos, grauvaques. Bolsas de areias e arenitos pouco consolidados	Litossolos éutícos Luvisolos órticos	4.6-5.5	1000-1200 (600-1600)	75-100 (50 a >100)	12.5-15 (7.5-16)	30-40	Basal e Submontano
PNB-RP A	592	570 (300-1000)	Xistos, grauvaques	Litossolos éutícos e férricos	5.6-6.5	800-1000 (500-1200)	75-100 (50 -100)	12.5-15 (10-16)	20-40	Montano e Submontano
PNB-RP B	270	700 (400-1000)	Xistos, grauvaques. Granitos e rochas afins	Cambissolos distrícos e húmicos	4.6-5.5	800-1000 (700-1000)	75-100	12.5-15 (10-17.5)	10-20	Montano e Submontano
PNB-RP C	170	150 (50-400)	Arenitos, calcários, calcários margosos e margas; Dunas e areias eólicas; granitos e rochas afins	Cambissolos calcícos, éutícos e húmicos	6.5-7.4	800-900 (400-1200)	75-100 (50 -100)	12.5-15 (10-17.5)	1-5	Basal
PNB-RP D	179	350 (200-500)	Xistos, grauvaques. Xistos argilosos	Litossolos éutícos	5.6-6.5	400-600	< 50	15-17 (16- >17.5)	20-30	Basal

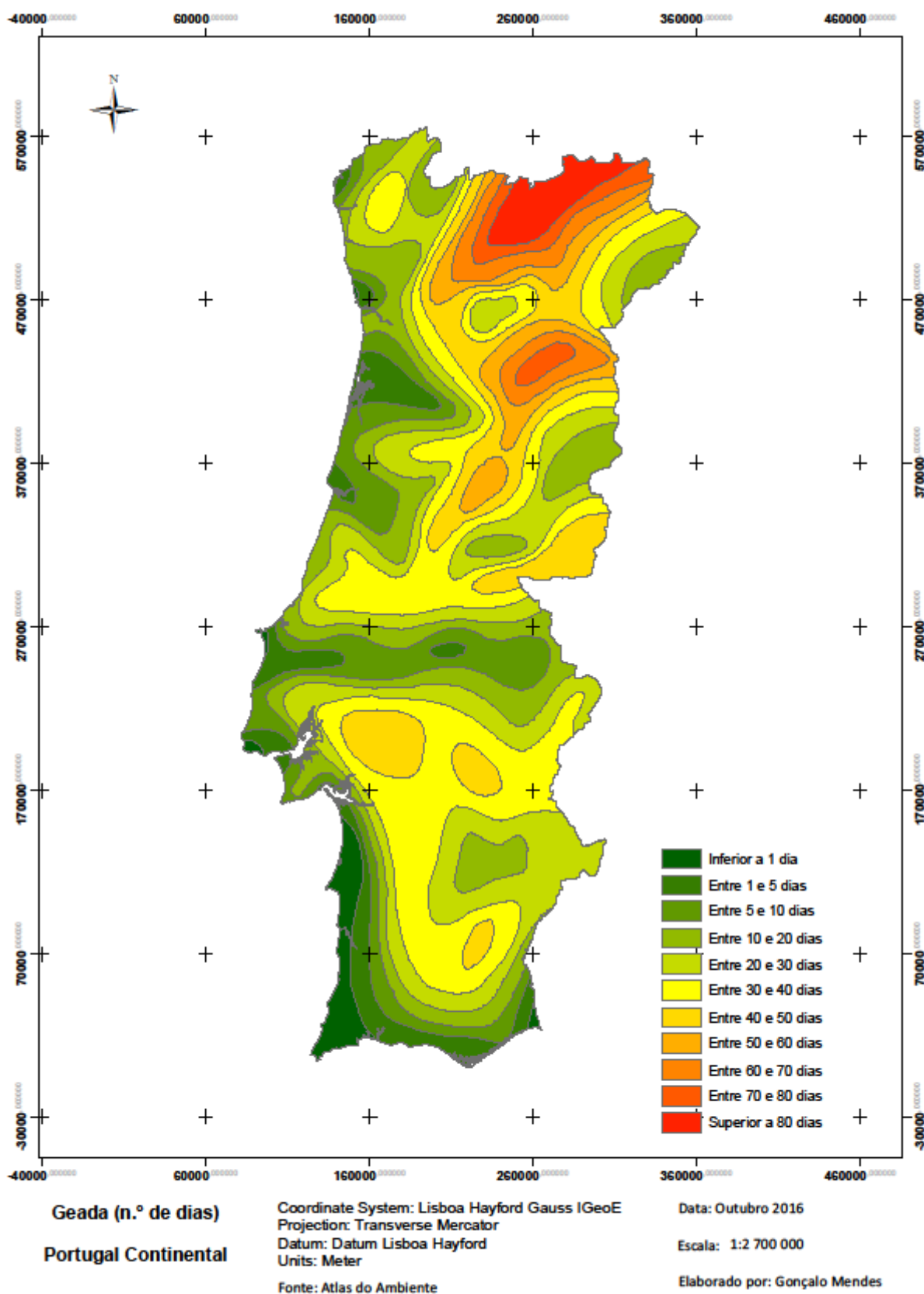
20.3 – TEMPERATURA MÉDIA EM PORTUGAL CONTINENTAL



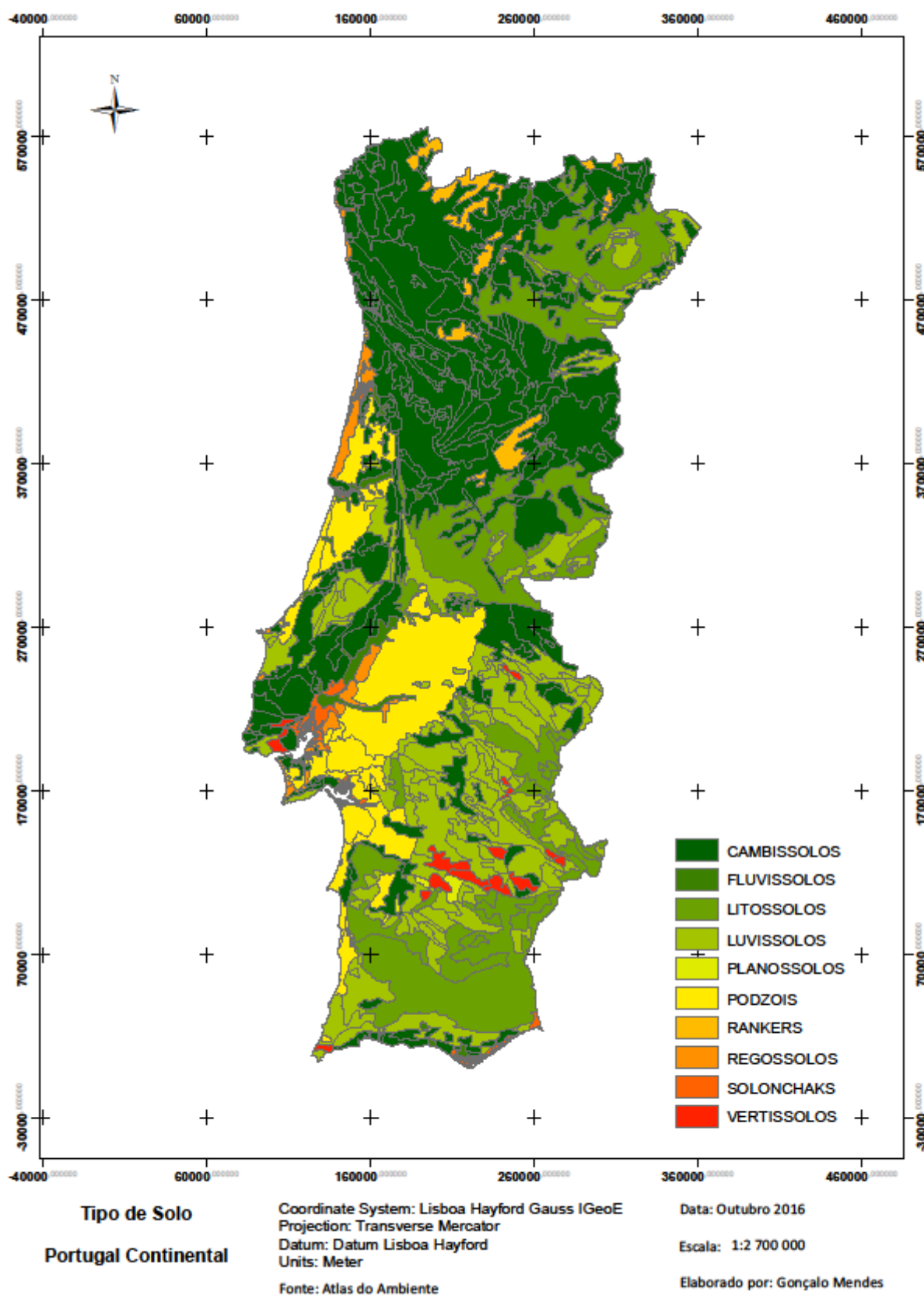
20.4 – PRECIPITAÇÃO MÉDIA EM PORTUGAL CONTINENTAL



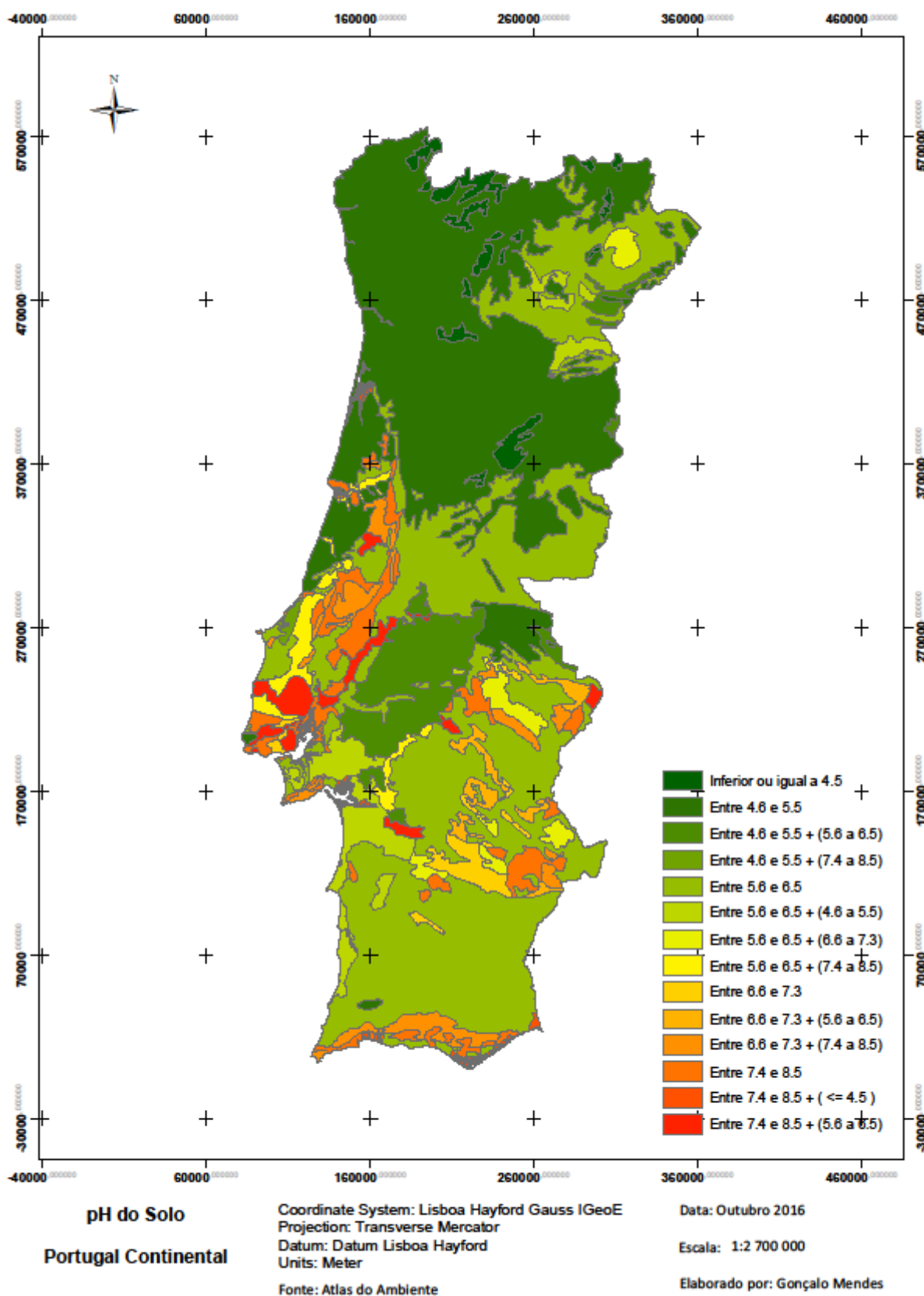
20.5 – GEADA EM PORTUGAL CONTINENTAL



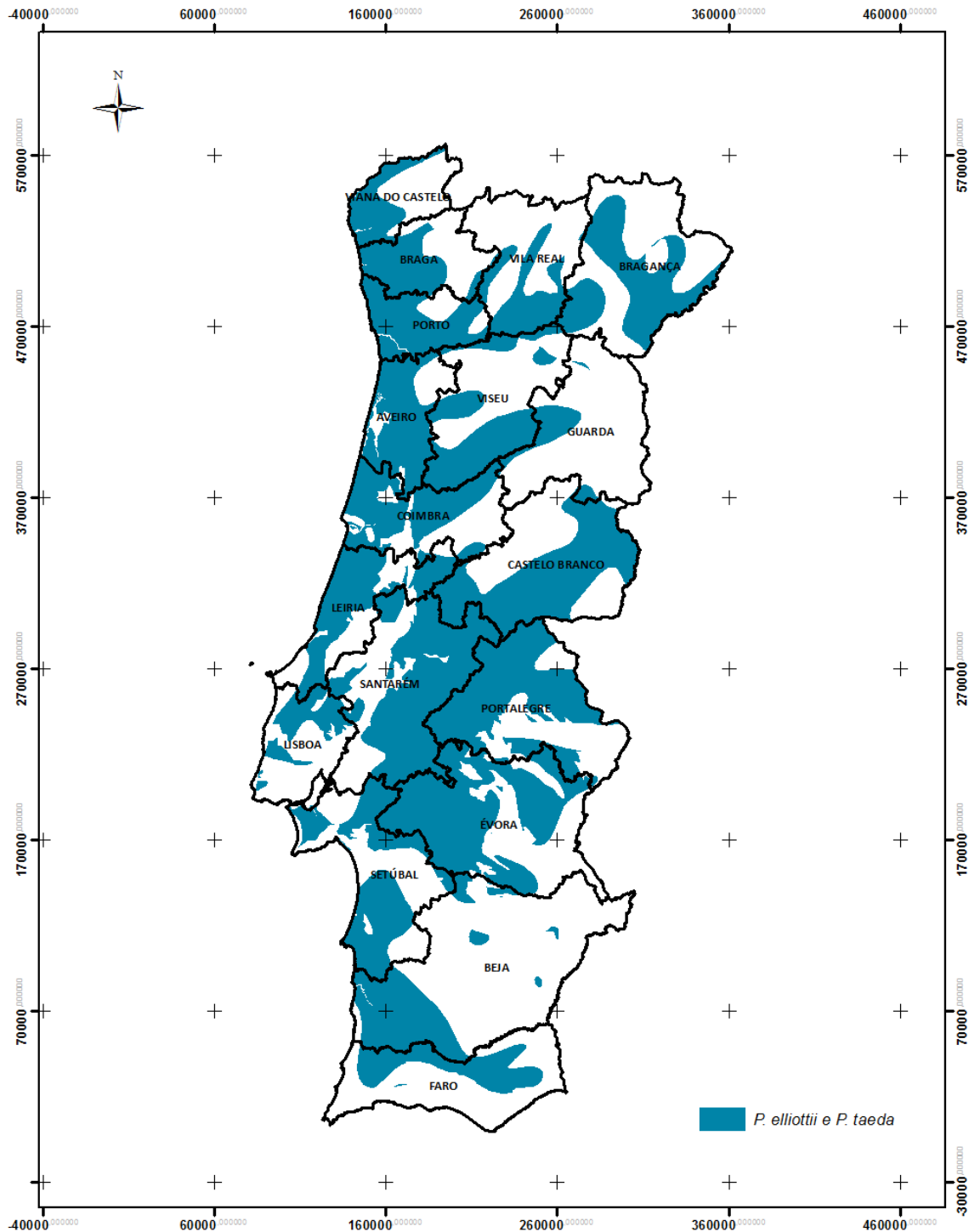
20.6 – TIPO DE SOLO EM PORTUGAL CONTINENTAL



20.7 – pH Do SOLO EM PORTUGAL CONTINENTAL



20.8 – POSSIBILIDADE DOS LOCAIS PARA INSTALAÇÃO DE ENSAIOS DE PROVENIÊNCIA EM PORTUGAL



Locais Possíveis
Portugal Continental

Coordinate System: Lisboa Hayford Gauss IGeoE
Projection: Transverse Mercator
Datum: Datum Lisboa Hayford
Units: Meter
Fonte: Atlas do Ambiente

Data: Março 2017
Escala: 1:2 700 000
Elaborado por: Gonçalo Mendes

20.9 – PEDIDO ESCLARECIMENTO ICNF

Obrigado — ICNF

<http://www.icnf.pt/portal/icnf/serv/formularios/contactar>

Obrigado

Acusamos a receção da sua mensagem.

De acordo com o assunto indicado, aquela será reencaminhada para o departamento respetivo.

Em breve terá resposta à sua solicitação.

Os nossos agradecimentos pelo seu contributo.

_____ Cópia da mensagem que nos enviou

Nome:

Gonçalo Mendes

E-Mail:

mendes.gonzalo@gmail.com

Assunto:

[Pedido de informações]

Tema:

[Florestação]

Texto:

Boa tarde,

Exmo. (a) Senhor (a)

Sou aluno de Mestrado em Recursos Florestais, na Escola Superior Agrária de Coimbra (ESAC) e neste momento estou a desenvolver a Tese em novas espécies florestais, então, gostava de saber o que é necessário para pedir autorização para a plantação de novas espécies florestais, não existentes em Portugal.

No caso de querer fazer uma plantação com uma determinada espécie florestal existente em outro País, o que devo fazer? Qual é o procedimento que devo ter junto do ICNF?
Desde já muito obrigado.

Cumprimentos,
Gonçalo Mendes

20.10 - ESPÉCIES NÃO INDÍGENAS - DECRETO-LEI N.º 565/99 DE 21 DEZEMBRO

De acordo com o Capítulo I, Artigo 1º, do Decreto-Lei n.º 565/99 de 21 de Dezembro, este diploma tem como objeto:

- Regular a introdução na Natureza de espécies não indígenas da flora e da fauna;
- Informar que a introdução, utilização e detenção de organismos geneticamente modificados, ou de produtos que os contenham, é regulado por legislação própria;
- As espécies não indígenas constantes do anexo I do Decreto-Lei, que faz parte integrante deste diploma, com exceção das indicadas como invasoras, são consideradas para efeitos deste diploma, em cada um dos territórios em que estejam referenciadas, como espécies indígenas;
- As espécies não indígenas constantes do anexo II, que faz parte integrante deste diploma, são consideradas para efeitos deste diploma como espécies indígenas;

Artigo 4º

Exceções

1 - Mediante despacho conjunto dos membros do Governo com a tutela do ambiente, da saúde e da atividade económica ou científica em causa, sob proposta do Instituto da Conservação da Natureza (ICN), e ouvida a Direcção-Geral das Florestas (DGF), pode excecionalmente ser permitida uma introdução na Natureza, verificadas cumulativamente as seguintes situações:

- a) Existam vantagens inequívocas para o Homem ou para as biocenoses naturais;

- b) Não haja nenhuma espécie indígena apta para o fim pretendido;
- c) Seja precedida da elaboração de um estudo de impacte aprofundado e minuciosamente planificado, cujas conclusões são relevantes para a autorização;

2 - Sempre que esteja em causa a introdução de espécies para fins florestais, cinegéticos ou aquícolas, a proposta referida no artigo anterior é da competência da DGF, ouvido o ICN, com exceção das áreas referidas no n.º 4 do presente artigo

3 - O estudo de impacte referido na alínea c) do n.º 1 é da responsabilidade do interessado e deve conter elementos sobre:

- a) A taxonomia, teologia e ecologia, nomeadamente habitat, dieta e relações interespecíficas, da espécie em causa;
- b) A biologia da reprodução, as patologias, a capacidade de dispersão e os riscos de hibridação com espécies indígenas;
- c) O habitat de suporte, compreendendo a avaliação das consequências da introdução sobre esse habitat e os circundantes e das medidas apropriadas para reduzir ou minimizar os seus efeitos negativos;
- d) Os riscos da introdução em causa, bem como das medidas que possam ser tomadas para eliminar ou controlar a população introduzida, caso surjam efeitos imprevistos e danosos dessa introdução;
- e) As introduções da espécie em causa noutros locais, quando existam, e as suas consequências;
- f) A identificação da entidade responsável pelo processo de introdução em causa e a descrição dos métodos a utilizar

4 - A exceção referida no n.º 1, quando referente a introduções em áreas protegidas, zonas de proteção especial, sítios da lista nacional de sítios, ilhas sem população humana residente, lagoas e lagunas naturais, só é aplicável no caso de essa introdução ser a única ação eficaz para a conservação da Natureza ou para a salvaguarda da saúde ou segurança públicas

Artigo 5º

Ensaio Controlado

1 - O despacho conjunto previsto no n.º 1 do artigo anterior pode fazer depender essa autorização da realização de um ensaio controlado, com espécimes da espécie em causa, em local confinado com características ecológicas idênticas às do território onde se pretende efetuar a introdução

2 - Para efeitos do número anterior, o despacho conjunto identifica as entidades administrativas responsáveis pelo acompanhamento do ensaio, dependendo a autorização da apreciação positiva do seu resultado

20.11 – LOCALIZAÇÃO DE *Pinus Elliottii* E *Pinus Taeda* E POSSIBILIDADE DE INSTALAÇÃO DE ENSAIOS EM PORTUGAL

