

UNIVERSIDADE DOS AÇORES

**Estudo da adaptabilidade da
Quercus suber L. no Nordeste Transmontano**

Tese de Mestrado

Em Gestão e Conservação da Natureza

INSTITUTO POLITÉCNICO DE BRAGANÇA

Ivone Cláudia Barreira dos Santos Fachada

Bragança, Julho 2006

AGRADECIMENTOS

Este trabalho só foi possível devido à colaboração e contribuição de várias personalidades e Instituições de natureza diversa que não podem deixar de ser realçados. Por essa razão, desejo expressar os meus sinceros agradecimentos:

Ao Instituto Politécnico de Bragança, na pessoa do Presidente Professor Doutor Dionísio Gonçalves, aquando do início desta dissertação, e à Universidade dos Açores, na pessoa do seu Reitor, Professor Doutor Avelino de Freitas Meneses pelas condições proporcionadas para a realização deste estudo.

À Professora Maria do Sameiro Patrício, minha orientadora, da Escola Superior Agrária de Bragança, um profundo agradecimento pela sua disponibilidade, sugestões e ajuda constantes ao longo de todas as fases de desenvolvimento deste trabalho.

À Professora Maria do Loreto Maia, co-orientadora, um sincero agradecimento por toda a ajuda disponibilizada, especialmente na orientação concedida no delineamento inicial deste trabalho, na cedência de bibliografia e no facto de ser para nós, seus alunos, uma referência de sabedoria e apoio constantes.

Ao Professor Luís Nunes, um agradecimento particular pela ajuda disponibilizada no tratamento estatístico dos dados.

Aos responsáveis pela coordenação do Mestrado da Escola Superior Agrária de Bragança, Professor Carlos Aguiar e Professor João Azevedo pelo apoio logístico prestado.

À minha colega e amiga Sandra Caldas, pela ajuda e companheirismo constantes na elaboração da parte prática deste trabalho.

Aos amigos Machado, Mistério, Murça e Nuno pela ajuda no trabalho de campo.

As amigas Belinha, Carla Filipa, Sónia Batista e à minha prima Liliana por me apoiarem nesta e noutras teses da vida. Obrigada.

Ao meu namorado David, pelo incentivo e apoio emocional sempre presente.

À minha família, um agradecimento especial pelo apoio e amor sempre concedidos incondicionalmente.

Para terminar, a todos que prestaram a sua colaboração, directa ou indirectamente, na elaboração deste trabalho, um muito obrigado.

RESUMO

Neste trabalho estuda-se um ensaio de 34 proveniências de *Quercus suber* L. oriundas da bacia mediterrânica, com 7 anos de idade, com vista à definição da sua adaptabilidade às condições edafo-climáticas do Nordeste Transmontano, uma vez que a maioria da variação das características relacionadas com a adaptabilidade é ao nível da proveniência. Avalia-se a variabilidade inter-proveniência e a plasticidade fenotípica do crescimento, sobrevivência e estrutura morfológica.

Os resultados obtidos no ensaio de proveniências mostram que existe variabilidade na adaptabilidade entre as várias proveniências analisadas, para todas as características em estudo. Nesta fase, as populações marroquinas apresentam o maior crescimento médio em altura, seguidas de duas populações espanholas. Relativamente aos diâmetros, há três proveniências espanholas que se destacam das restantes por possuírem um maior crescimento médio em diâmetro.

Os resultados evidenciam ainda que a *Quercus suber* L. é uma espécie capaz de gerar populações muito diversas e com indivíduos diferenciados em que existe uma elevada variabilidade genética. Assim sendo, é necessário estar atento à escolha das populações a utilizar no futuro para acções de repovoamento, com vista a seleccionar os indivíduos que terão mais hipóteses de sucesso na sua adaptação e desta forma aumentar o potencial produtivo do sobreiro com especial relevo para a produção de cortiça e criar condições para o fornecimento abundante e regular de material reprodutivo de provada qualidade genética.

Palavras – Chave: Sobreiro, ensaio de proveniência, altura, diâmetro, sobrevivência, estrutura morfológica, variabilidade.

ABSTRACT

In this research we studied a trial with 34 provenances of *Quercus suber* L. from the Mediterranean Basin, with seven years old, to determine which provenances adapt better to the climate and soil conditions of the Northeast of Trás-os-Montes, because most of the variation of the characteristics related with adaptability relies at the provenance level. We evaluate the inter-provenance variation and the phenotypic plasticity of growth, survival and morphology structure.

The results obtained in the provenance trial show that there is variability in adaptability among the several provenances tested for all variables. At this stage, marroquin populations present the higher medium growth in height. In diameter, three spanish populations present the higher values for medium growth.

The results also show that the *Quercus suber* L. is a species able to generate many different populations, with many different individuals, in which the genetic variability is very high. Therefore, is necessary to choose carefully the populations we'll use in the future in reforestation, choose individuals with more survival success and adaptation so we can improve the productive potential of the cork oak, specially in the cork production and create conditions for the regular supply of reproductive material of good genetic quality.

Key – words: cork oak, provenance trial, height, diameter, survival, qualitative parameters, variability

ÍNDICE GERAL

| | |
|--|------|
| Agradecimentos | i |
| Resumo | ii |
| Abstract | iii |
| Índice Geral | iv |
| Índice de Gráficos | vi |
| Índice de Quadros | vii |
| Índice de Figuras | viii |
| Tabela de Símbolos | ix |
| 1. Introdução | 1 |
| 1.1. Apresentação, Justificação e Objectivos | 1 |
| 2. Revisão Bibliográfica | 6 |
| 2.1. O Sobreiro | 6 |
| 2.1.1. Distribuição Geográfica | 6 |
| 2.1.1.1. Distribuição Mundial do Sobreiro | 6 |
| 2.1.1.2. Distribuição do Sobreiro em Portugal | 9 |
| 2.1.1.3. Distribuição do Sobreiro em Trás-Os-Montes | 11 |
| 2.1.2. Caracterização da Espécie <i>Quercus Suber</i> L. | 11 |
| 2.1.2.1. Classificação Taxonómica | 11 |
| 2.1.2.2. Caracterização Morfológica | 12 |
| 2.1.3. Diversidade Genética da <i>Quercus suber</i> L. | 15 |
| 2.1.4. Caracterização Edafo-Climática | 16 |
| 2.1.5. Regime de Exploração | 18 |
| 2.1.6. Causas de Mortalidade do Sobreiro | 19 |
| 2.2. Melhoramento Florestal | 20 |
| 2.2.1. O Melhoramento Florestal do Sobreiro | 22 |
| 3. Área de Estudo | 28 |
| 3.1. Características Estacionais Gerais | 28 |
| 3.1.1. Situação Geográfica e Topográfica | 28 |
| 3.1.2. Breve Caracterização Climatológica | 29 |
| 3.1.3. Geologia e Pedologia | 30 |
| 3.1.4. Composição Florística | 30 |

| | |
|---|-----|
| 3.2. Metodologia de Recolha de Dados | 31 |
| 3.2.1. Descrição do Ensaio | 31 |
| 3.2.2. Recolha de Dados | 33 |
| 3.2.2.1. Variáveis Dendrométricas | 34 |
| 3.2.2.2. Dados Morfológicos | 36 |
| 4. Metodologia da Análise de Dados | 38 |
| 4.1. Variáveis Dendrométricas | 38 |
| 4.2. Sobrevivência | 42 |
| 4.3. Análise dos Parâmetros Morfológicos | 43 |
| 4.3.1. Análise dos Componentes Principais (PCA) | 46 |
| 4.3.2. Análise de Redundância (RDA) | 47 |
| 5. Resultados e Discussão | 48 |
| 5.1. Crescimento em Altura | 48 |
| 5.1.1 Crescimento médio em Altura por Proveniência | 48 |
| 5.1.2. Crescimento médio em Altura por Bloco | 50 |
| 5.2. Crescimento em Diâmetro | 52 |
| 5.2.1. Crescimento médio em Diâmetro por Proveniência | 53 |
| 5.2.2. Crescimento médio em Diâmetro por Bloco | 55 |
| 5.3. Relação entre Crescimentos médios em Altura e Diâmetro | 57 |
| 5.4. Sobrevivência | 58 |
| 5.5. Parâmetros Morfológicos | 61 |
| 6. Conclusões | 69 |
| Bibliografia | 73 |
| ANEXOS | 83 |
| ANEXO I | 84 |
| ANEXO II | 88 |
| ANEXO III | 94 |
| ANEXO IV | 97 |
| ANEXO V | 100 |
| ANEXO VI | 103 |
| ANEXO VII | 106 |
| ANEXO VIII | 112 |
| ANEXO IX | 114 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| | |
|--|----|
| Gráfico 3.1 – Diagrama ombrotérmico | 29 |
| Gráfico 5.1 – Altura média por proveniência, aos 7 anos | 50 |
| Gráfico 5.2 – Altura média por bloco, aos 7 anos | 52 |
| Gráfico 5.3 – Diâmetro médio por proveniência, aos 7 anos | 53 |
| Gráfico 5.4 – Diâmetro médio por bloco, aos 7 anos | 55 |
| Gráfico 5.5 – Alturas e diâmetros médios por proveniência, aos 7 anos | 57 |
| Gráfico 5.6 – Alturas e diâmetros médios por bloco, aos 7 anos | 58 |
| Gráfico 5.7 – Taxa de sobrevivência por proveniência, aos 7 anos | 59 |
| Gráfico 5.8 – Taxa de sobrevivência por bloco, aos 7 anos | 60 |
| Gráfico 5.9 – Triplot da Análise das Componentes Principais | 63 |
| Gráfico 5.10 – Biplot da Análise de Redundância | 65 |
| Gráfico 5.11 –Triplot da Análise das Componentes Principais, com h e $d_{0,10}$ | 66 |
| Gráfico 5.12 –Biplot da Análise de Redundância, com h e $d_{0,10}$ | 67 |

ÍNDICE DE QUADROS

| | |
|--|----|
| Quadro 2.1 – Códigos nacionais e internacionais das proveniências | 27 |
| Quadro 5.1 – Análise da variância para a altura | 48 |
| Quadro 5.2 – Comparação de médias das alturas das proveniências | 49 |
| Quadro 5.3 – Comparação de médias das alturas dos blocos | 51 |
| Quadro 5.4 – Análise da variância para o diâmetro | 52 |
| Quadro 5.5 – Comparação de médias de diâmetros por proveniência | 54 |
| Quadro 5.6 – Comparação de médias de diâmetros por bloco | 56 |
| Quadro 5.7 – Análise da variância para a sobrevivência | 59 |
| Quadro 5.8 – Coeficientes de correlação parciais entre as variáveis | 61 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 2.1 – Mapa de distribuição mundial do sobreiro | 8 |
| Figura 2.2 – Mapa de distribuição do sobreiro em Portugal | 10 |
| Figura 2.3 – Sobreiro adulto existente na Quinta da Nogueira, Mogadouro | 12 |
| Figura 2.4 – Regiões de proveniência da <i>Quercus suber</i> L. e localização dos povoamentos portugueses amostrados. | 25 |
| Figura 2.5 – Localização das proveniências, ao longo da área de distribuição natural do sobreiro. | 26 |
| Figura 3.1 – Localização do ensaio de proveniências da <i>Quercus suber</i> L. | 28 |
| Figura 3.2 – Esquema representativo dos blocos casualizados completos | 31 |
| Figura 3.3 – Esquema representativo da distribuição das parcelas | 32 |
| Figura 3.4 – Medição das alturas dos sobreiros no ensaio de Mogadouro | 34 |
| Figura 3.5 – Medição das alturas dos sobreiros no ensaio de Mogadouro | 35 |
| Figura 3.6 – Medição dos diâmetros dos sobreiros no ensaio de Mogadouro | 35 |

TABELA DE SÍMBOLOS

| SÍMBOLO/SIGLA | DESCRIÇÃO | UNIDADES |
|-------------------------------|---|----------|
| h ou h1 | Altura total da árvore | cm |
| d | Diâmetro a 130 cm do solo | cm |
| d_{0,10} ou d1 | Diâmetro a 10 cm do solo | cm |
| F | Fuste | - |
| F1A | Vigor do Fuste | - |
| F2A | Rectidão do Fuste | - |
| F3A | Vigor da Árvore | - |
| INC | Inclinação | - |
| DOM | Dominância | - |
| PCA | Análise dos Componentes Principais | - |
| RDA | Análise de Redundância | - |
| DCA | Análise de Correspondência | - |
| ANOVA | Análise de Variância | - |
| MANOVA | Análise Multivariada de Variância | - |
| LSD | Teste da mínima diferença significativa | - |
| HSD | Teste de Tukey | - |
| X | Média | cm |
| C.V. | Coefficiente de Variação | % |
| S | Desvio Padrão | - |

1. INTRODUÇÃO

1.1. APRESENTAÇÃO, JUSTIFICAÇÃO E OBJECTIVOS

As florestas em Portugal ocupam actualmente cerca de um terço da superfície do território do Continente. De acordo com o Inventário Florestal Nacional, publicado em 2001, baseado na cobertura aerofotográfica de 1995, as florestas possuem uma área de 3 201 000 ha, sendo as principais espécies o pinheiro bravo, o eucalipto, o sobreiro e a azinheira, que representam, em conjunto, 88% do total. Segundo a mesma fonte, o sobreiro ocupa cerca de 713 mil hectares da superfície nacional, ou seja, 22% da área florestal nacional, o que faz dele a segunda espécie de maior representatividade no país, logo a seguir ao pinheiro bravo. Corresponde a cerca de um terço da área ocupada pelo sobreiro a nível mundial (somos o país com maior área de sobreiro).

O sobreiro é a única espécie capaz de produzir cortiça, com o valor económico que lhe está associado. De facto, os bens directos e indirectos propiciados pelo sobreiro e pela exploração económica da cortiça fazem dele muito mais que uma espécie florestal, mas um sistema produtor de bens económicos, ecológicos, culturais e sociais insubstituíveis (Varela, 1999). Os sobreiros de Portugal originam cerca de 50% da cortiça consumida no mundo (DGF, 2001).

Segundo os dados da DGRF (2003), no comércio externo de produtos florestais de 2001, os produtos de cortiça representaram 34% das exportações, ocupando o 1º lugar no que respeita às exportações. Sendo a cortiça um produto florestal de grande importância para a economia nacional, devem efectuar-se todos os esforços no sentido de melhorar e aumentar a sua produção. Dado que a UE produz 80% da cortiça (Portugal 50%, Espanha 25% e França e Itália 5%), e dado também o interesse ecológico dos montados e sobreirais como componente dos ecossistemas mediterrânicos e o seu interesse socio-económico por situar-se em zonas deprimidas com tendência ao despovoamento, a silvicultura e o ordenamento dos sobreirais converteu-se numa matéria de grande interesse (Montero & Cañellas, 2003).

Através destes quatro países, a União Europeia alcança a posição de líder na produção, processamento industrial e mercado de cortiça. Inteiramente baseado na tecnologia e conhecimentos internos, enfatizado por uma falta de concorrência dentro

do cenário florestal, a cortiça beneficia de uma rara posição no défice da economia florestal da U.E. (Varela, 2003).

Toda a importância e atenção atribuída ao sobreiro deve-se não só ao factor económico mas também porque, actualmente, a mortalidade dos sobreiros se tornou preocupante, quer através de doenças quer pela destruição massiva provocada pelos incêndios, pelo que urge encontrar soluções para salvaguardar esta enorme valia ambiental, ecológica e cultural. A conservação da diversidade biológica florestal, incluídos os recursos genéticos florestais, é fundamental para sustentar os valores produtivos dos bosques, para manter o estado sanitário e a vitalidade dos ecossistemas florestais e, deste modo, manter as suas funções protectoras e ambientais (Palmberg-Lerche, 2001).

Como complemento da pertinência deste assunto, refere-se de seguida o enquadramento histórico e legal relativo às medidas de florestação de terras agrícolas, através das quais foram criados incentivos para o incremento desta espécie, entre outras folhosas produtoras de madeira de qualidade. O Tratado de Roma, que instituiu a Comunidade Económica Europeia (CEE) em 25 de Março de 1957, refere no seu Art.º 3.º que, para atingir os seus fins, a Comunidade estabelecerá políticas comuns, entre outras «a instauração de uma política comum no domínio da agricultura». Os objectivos da Política Agrícola Comum (PAC), referidos no Art.º 39.º do tratado, eram os seguintes:

- Aumentar a produtividade da agricultura desenvolvendo o progresso técnico, assegurando o desenvolvimento racional da produção agrícola assim como uma utilização óptima dos factores de produção, nomeadamente mão-de-obra;
- Assegurar assim um nível de vida equitativo à produção agrícola, designadamente pelo aumento do rendimento individual dos que trabalham na agricultura;
 - Estabilizar os mercados,
 - Garantir a segurança dos abastecimentos;
 - Assegurar preços razoáveis aos consumidores (Ministério da Agricultura, 2001).

Os agricultores da Comunidade alcançaram, na sua maioria, os objectivos da PAC, o que conduziu a um problema de excedentes e consequentes encargos. A revisão da PAC tornou-se inevitável e, em 1992, deu-se a Reforma da PAC.

No âmbito desta reforma, foi instituído um regime de ajudas às medidas florestais na agricultura, o Regulamento (CEE) n.º2080/92, que se aplicava a todo o território continental e foi dividido em planos zonais, através da Portaria n.º199/94.

Tinha por objectivo fomentar a utilização alternativa das terras agrícolas com recurso à sua arborização, bem como beneficiar superfícies arborizadas em explorações agrícolas e contribuir para a redução do défice da Comunidade Europeia em produtos silvícolas. Desta forma, a comunidade incentivava a libertação de áreas agrícolas para a utilização florestal, utilização essa que deveria obedecer a critérios que salvaguardem a biodiversidade e a conservação dos recursos envolvidos (Fernandes, 2001). A florestação era assim colocada como a alternativa ao abandono da actividade agrícola, nomeadamente em áreas marginais nas novas condições de mercado (Fernandes, 2001).

Para maior incentivo e compensar perdas de rendimentos anuais provenientes das actividades agrícolas, este regulamento previa a compensação por perda de rendimentos dos agricultores durante o período não produtivo das superfícies arborizadas. Os beneficiários que tinham acesso às ajudas eram as pessoas singulares ou colectivas que detinham e se propunham arborizar superfícies agrícolas ou melhorar superfícies florestais (Ministério da Agricultura, 2001).

O Regulamento (CEE) n.º2080/92 permitiu aumentar significativamente a rentabilidade do investimento nas espécies florestais, proporcionando remunerações tão vantajosas que induzia significativamente o investimento florestal (Rodrigues, 1998).

Mais tarde, este programa prossegue, no âmbito do III Quadro Comunitário através do Regulamento (CE) n.º1257/1999, do Conselho, de 17 de Maio, que estabelece o quadro de apoio a favor de um desenvolvimento rural sustentável, através da concessão de apoios às medidas de desenvolvimento rural, nas quais se inclui a florestação de terras agrícolas. Na sequência do referido regulamento entrou em vigor o Programa RURIS – Regulamento de Aplicação da Intervenção Florestação de terras Agrícolas do Programa de Desenvolvimento Rural, aprovado pela Portaria n.º94-A/2001, de 9 de Fevereiro (DGDR, 2001). As maiores diferenças face ao anterior regulamento consistem na redução muito significativa das percentagens de ajuda ao investimento e na diferenciação, que agora passa a existir, no Prémio à Manutenção de acordo com o tipo de espécies e a forma de cálculo para o Prémio de Perda de Rendimento (Guedes, 2001).

Os planos zonais acabam, sendo dado um maior destaque à componente técnica do projecto, o que implica uma maior responsabilização do projectista, do proponente e

do técnico que acompanha o projecto (Guedes, 2001). Após o estabelecimento do povoamento não só aumenta o valor do prémio à manutenção, como também o seu valor é diferenciado em função das espécies e das zonas a florestar (Ministério da Agricultura, 2001).

O presente regulamento tem como objectivos:

- Promover a expansão florestal em terras agrícolas com arborizações de qualidade ambientalmente bem adaptadas;
- Aumentar a diversidade e oferta de madeiras de qualidade, cortiça e outros produtos não lenhosos;
- Reabilitação de terras degradadas e redução dos efeitos de desertificação, favorecendo a recuperação da fertilidade dos solos e a regularização dos recursos hidrológicos;
- Promover a diversificação de actividades nas explorações agrícolas reforçando a sua multifuncionalidade;
- Introduzir benefícios sócio-económicos no meio rural (Ministério da Agricultura, 2001).

Como se verifica ao longo destes anos, a política aponta para o incentivo à arborização, pelo que a instalação de estudos aprofundados de onde se possa retirar informação faz todo o sentido. No anexo I disponibiliza-se uma lista acerca de Legislação aplicável ao sobreiro, em Portugal.

O esforço de arborização, com o sobreiro em particular, que se tem verificado nos últimos anos e a importância económica da fileira da cortiça justificam plenamente um investimento continuado no melhoramento genético desta espécie (Chambel *et al.* 1999).

Seguindo esta linha de pensamento, tendo por base a conservação genética das árvores, foi criado o EUFORGEN, European Forest Genetic Resources Programme. Este programa é um mecanismo de colaboração europeia que promove a conservação e sustentabilidade do uso dos recursos genéticos florestais e do qual a maior parte dos países europeus são membros (Sousa, 2005). Em 1998, integrado no EUFORGEN, o projecto “European network for the evaluation of genetic resources of cork oak for appropriate use in breeding and gene conservation strategies” promoveu a instalação de ensaios de proveniências de *Quercus suber* L. usando sementes de 35 populações dos sete países onde a espécie é autóctone: Portugal, Espanha, Itália, França, Marrocos, Argélia e Tunísia.

Os ensaios foram instalados em 3 locais em Portugal: Quinta da Nogueira, no concelho de Mogadouro, Monte da Fava, na Azambuja, e Mata Nacional das Virtudes, nas Ermidas do Sado. Os ensaios de proveniência dão a possibilidade de avaliar a variabilidade adaptativa das espécies através da análise de parâmetros, como a sobrevivência e o crescimento. Também podem dar informações sobre populações que podem ser relevantes para a conservação futura de genes (Sousa, 2005).

Nesta perspectiva desenvolveu-se esta dissertação, que tem como principal objectivo dar continuidade ao estudo da adaptabilidade das 34 proveniências de *Quercus suber* L., oriundas da Bacia Mediterrânica, no Nordeste Transmontano. A área onde se encontra instalado o ensaio de proveniências, objecto deste estudo, é uma parcela com 11,81 ha da Quinta da Nogueira, situada no concelho de Mogadouro, constituindo nesta região uma colecção única de material genético de sobreiro.

O trabalho realizado consistiu na avaliação da variabilidade inter-proveniências e plasticidade fenotípica do crescimento, sobrevivência e estrutura morfológica da *Quercus suber* L..

O objectivo final do ensaio é determinar qual ou quais as proveniências que melhor se adaptam às condições edafo-climáticas do Nordeste Transmontano, ou seja, que apresentam as melhores características, em termos de crescimento, futura produção e qualidade de cortiça com vista à identificação da melhor proveniência para arborização desta região. Pretende-se, deste modo, que o ensaio dê informação acerca de qual a melhor fonte de semente para as condições ambientais do Nordeste Transmontano.

O estudo da adaptabilidade é de grande utilidade à subercultura nacional, uma vez que as baixas taxas de sobrevivência do sobreiro que frequentemente ocorrem são devidas a técnicas de viveiro e instalação inadequadas, bem como ao uso de material geneticamente desajustado. Assim, espera-se que o acompanhamento deste estudo contribua para a constituição duma base de informação que nos permita a escolha da proveniência ou proveniências mais adequadas ao Nordeste Transmontano.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. O SOBREIRO

2.1.1. Origem e Distribuição Geográfica

De acordo com Natividade (1990), não há dúvidas acerca da origem mediterrânica do sobreiro. As numerosas adaptações xerofíticas, tanto estruturais como fisiológicas desta árvore levam a supor que a sua origem remonte à Era Terciária (Oligoceno-Mioceno) sendo, portanto, uma das mais novas quercíneas, grupo botânico já largamente representado na flora europeia do Cretácico Superior (Natividade, 1990).

Palmarev (1989) refere que a *Quercus suber* provavelmente apareceu durante o Mioceno, conjuntamente com numerosas outras espécies do género *Quercus* (*Q. cerris*, *Q. pubescens*, *Q. aegilops*, *Q. trojana*, *Q. libani*, *Q. canariensis*).

Segundo Montero & Cañellas (1999), parece provável que o centro de difusão do sobreiro estivesse localizado na zona hoje coberta pelo mar Tirreno e as migrações para Ocidente se tivessem realizado através da cordilheira que, no Mioceno, devia unir os territórios actualmente submersos pelo mar Tirreno com a Península Ibérica (Cordilheira Ibero-Corso-Sarda). A entrada na África do Norte ter-se-á produzido através da cadeia montanhosa que unia a Sicília à Tunísia, e que se submergiu nos finais do Plioceno, ou então através do estreito de Gibraltar (Montero & Cañellas, 1999). Os mesmos autores consideram que nessa altura o Mediterrâneo estava formado por uma série de lagos e ilhas que permitiam a união da Cordilheira Bética com o Atlas Marroquino. Em Portugal, foram encontrados fósseis atribuíveis a esta espécie nos terrenos do Plioceno do Alentejo (Natividade, 1990).

2.1.1.1. Distribuição Mundial do Sobreiro

O sobreiro é uma espécie endémica da região mediterrânica ocidental, vegeta naturalmente em Portugal, Espanha, Sul de França, Marrocos, Argélia, Tunísia, Córsega, Sardenha e Itália (Torres, 1979). A sua distribuição geográfica estende-se por toda a bacia mediterrânica no entanto chega ainda a cobrir uma faixa significativa da costa atlântica (Alves, 1988).

A *Quercus suber* L. tem uma distribuição geográfica bastante reduzida quando comparada com outras espécies de carvalhos mediterrâneos, como o *Quercus coccifera*/*Q. calliprinos* e *Quercus ilex* (Lumaret, 2005).

Bellarosa (2003) afirma que apesar da distribuição actual da espécie não ter variações notáveis a destacar no que respeita ao passado recente, a presença do sobreiro nos variados países decresceu consideravelmente, acima de tudo, devido à forte pressão antropomórfica, que deixou a sua marca em particular nas populações marginais, usualmente causando o seu completo desaparecimento.

Em Espanha, segundo Sánchez (1995), o sobreiro ocupa duas áreas bem definidas, uma na zona nordeste da Catalunha e outra no Oeste da bacia do Douro, Extremadura e oeste da Andaluzia, sendo bastante raro na área continental.

Em França o sobreiro cresce em quatro áreas geográficas separadas, três das quais, Córsega, Provença e Catalunha, que estão sob influência do clima Mediterrâneo e, por último, a região das Landes, onde cresce ao longo da costa Atlântica (Bellarosa, 2003). Desde o princípio do século XX, a área ocupada pelo sobreiro em França regrediu progressivamente de 200 000 ha para menos de 100 000 ha, onde actualmente 43 000 ha são minimamente geridos para produção de cortiça (Lumaret, 1995).

Actualmente, em Itália, o sobreiro cobre uma área com mais de 100 000 ha ao longo da costa Tyrrhenian, na Sicília Central. Na Sardenha, a região italiana com maior distribuição da espécie, a sua distribuição alcança 60 676 ha. Tal como noutros países europeus, a superfície coberta pela espécie tem sido reduzida rápida e progressivamente no tempo, principalmente devido a actividades humanas relacionadas com pastagem, agricultura, extracção indiscriminada de cortiça e numerosos fogos (Bellarosa, 2003). Este autor refere ainda que os sobreirais marroquinos cobrem uma área de 350 000 ha maioritariamente localizados na região noroeste, desde as planícies costeiras até ao Rif central do Atlas Médio.

Na Argélia o sobreiro cobre actualmente cerca de 480 000 ha tendo sofrido grandes contracções ao longo dos séculos, mas essencialmente devido ao período entre 1875 e 1897 devido aos fogos que destruíram milhares de hectares de floresta (Bellarosa, 2003). Na actualidade o sobreiro estende-se ao longo da costa Mediterrânica da Argélia numa banda de 450 km de comprimento, desde Dellys (Este da Argélia) até Calle (na fronteira com a Tunísia) (Bellarosa, 2003).

Na Tunísia, as florestas de sobreiro desenvolveram-se ao longo da costa Mediterrânica cobrindo 99 000 ha com povoamentos puros e mistos. Segundo Bellarosa

(2003), a espécie está especialmente concentrada em grandes povoamentos na zona de Nefza-Mogode e Khroumiria, que parecem estar a sofrer de um processo de degradação contínua, estando a regeneração a tornar-se muito difícil.

Segundo Silva (1996), o sobreiro está circunscrito à região mediterrânica ocidental sob influência do Atlântico que lhe confere humidades atmosféricas elevadas durante a época de estiagem, corrigindo, assim, a elevada aridez da época e as grandes amplitudes térmicas típicas daquele clima. Assim, a Península Ibérica e Marrocos, devido à proximidade do mar Atlântico, são as regiões onde o sobreiro encontra as melhores condições climatéricas necessárias à sua existência.

No entanto, a actual área de distribuição do sobreiro não traduz tanto a sua preferência por determinadas condições edafo-climáticas, mas sobretudo resulta dum conjunto de variadas circunstâncias, tais como o fogo, o abuso do pastoreio e a exploração intensa que, com o decorrer do tempo, contrariaram ou favoreceram a sua existência nesses locais (Natividade 1990, Hora *et al.* 1994).

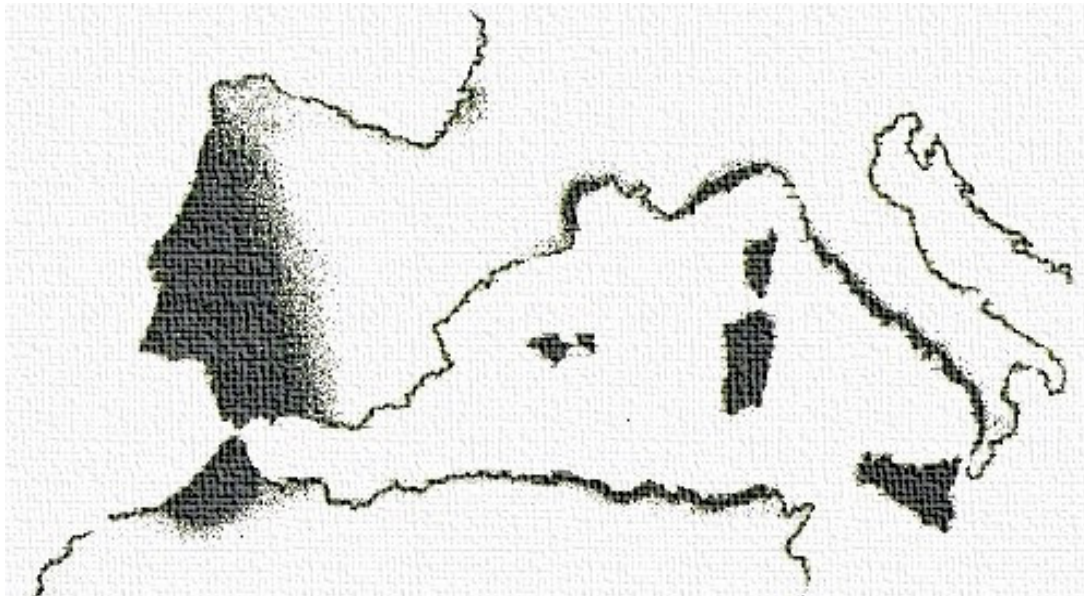


Figura 2.1: Mapa de distribuição mundial do sobreiro (Natividade, 1990).

2.1.1.2. Distribuição do Sobreiro em Portugal

Portugal é o país europeu que apresenta a maior difusão do sobreiro, podendo ser encontrado principalmente na zona centro-sudeste onde tem, no entanto, sofrido fortes contracções tanto por causa da florestação com espécies de rápido crescimento como pelo desenvolvimento das áreas urbanas (Bellarosa, 2003). Na figura 2.2. estão representadas as espécies florestais mais importantes do nosso país, onde se encontra a distribuição do sobreiro.

O sobreiro é uma espécie que ocorre espontânea ou cultivada em todo o País, mas sobretudo no Alentejo litoral. Existem dois tipos de povoamentos: os montados e os sobreirais. Os montados de sobreiro, tal como os da azinheira, são pouco densos (Fabião, 1996). É, das espécies mediterrânicas, a que se encontra mais disseminada no nosso país, sendo a segunda espécie mais representativa da floresta portuguesa e com maior percentagem de medidas legislativas.

As maiores e mais densas manchas de sobreiro encontram-se a Sul do Tejo (Silva, 1996). Este facto não se deve tanto a razões de ordem edafo-climáticas mas antes a múltiplas circunstâncias que, no decorrer dos tempos, favoreceram ou contrariaram a sobrevivência da floresta de sobreiro (Natividade, 1990). De entre as circunstâncias, a intervenção por vezes errada e desmedida do homem talvez tenha sido a mais determinante (Silva, 1996). É de referir que, apesar de ser a Sul do Tejo onde encontram as maiores manchas, o nosso País possui condições em diversas regiões para a adaptabilidade do sobreiro, exemplo disso é a facilidade com que esta árvore regenerou povoamentos em Trás-os-Montes e Alto Douro só pela simples protecção aos sobreiros jovens provenientes da regeneração natural (Natividade, 1990). Actualmente, grande parte do centro e litoral do Sul de Portugal é ainda dominado por comunidades semi-naturais e/ou formações descontínuas de sobreiro, cultivado em regime de montado (Romano *et al.*, 1992).

Algumas das regiões de Portugal já mencionadas encontram-se numa posição privilegiada para o desenvolvimento do sobreiro pois, segundo Natividade (1950), o relevo, com as modificações que imprime ao clima, como acontece em Itália, ou as baixas temperaturas no Inverno e elevada pluviosidade, como se verifica no Sul de França e na Catalunha, ou a aridez do clima na Argélia e na Tunísia e no interior da Península Ibérica, não permitem a ocupação continental do sobreiro. No entanto, Varela *et al* (1995), afirmam que, cada vez que se verifica um decréscimo na pressão humana, a

Quercus suber coloniza essas áreas em poucas décadas. Segundo estes autores, o facto deve-se à larga variação genética das características adaptativas e à sua capacidade reprodutiva.

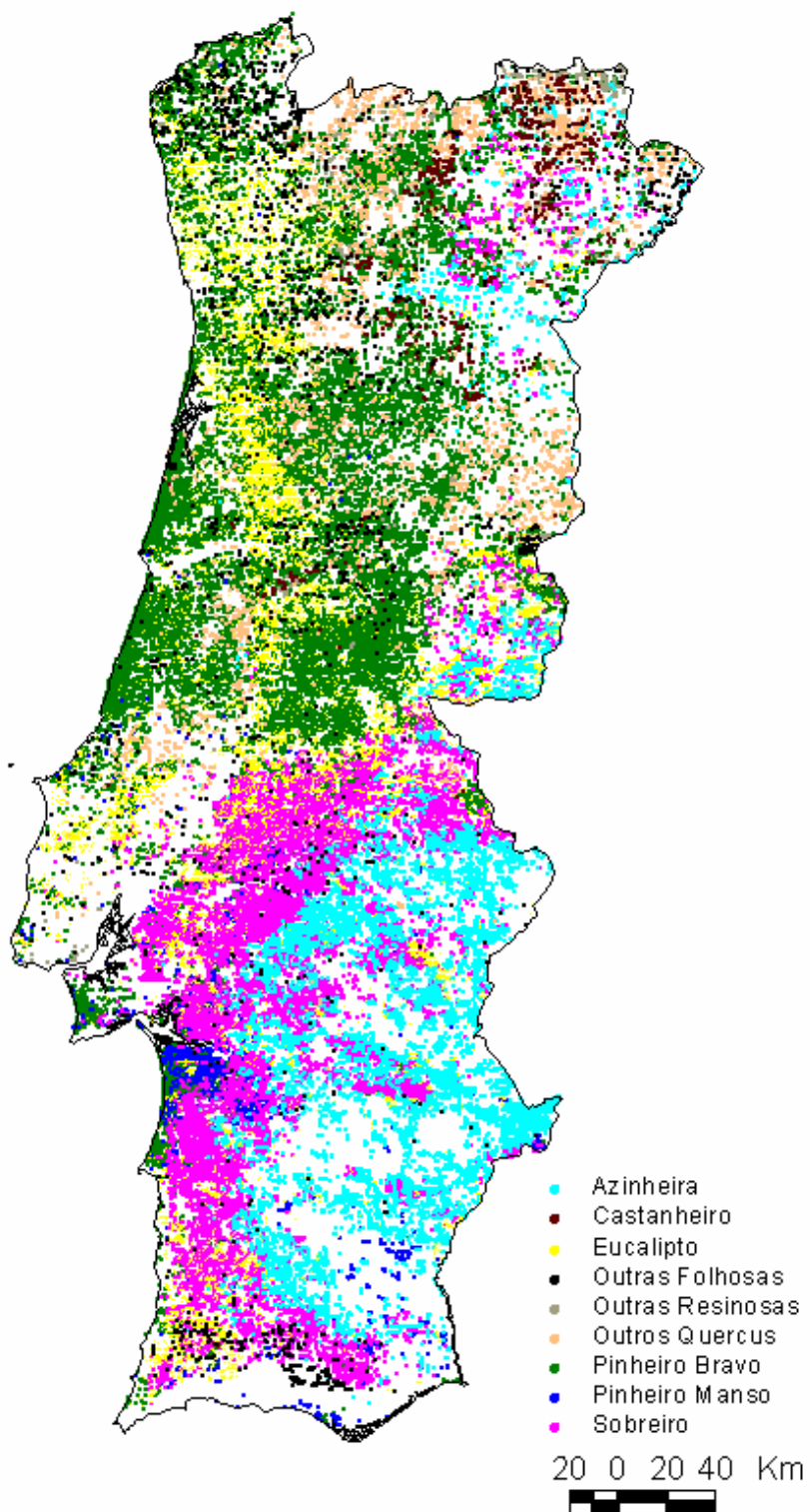


Figura 2.2: Mapa de distribuição do sobreiro em Portugal Fonte: IFN (2001).

2.1.1.3. Distribuição do Sobreiro em Trás-os-Montes

O sobreiro ocupa, em Trás-os-Montes e Alto Douro, cerca de 30 000 ha, mas a tendência é para que essa área aumente devido não só as alterações climáticas que estão a suceder, nomeadamente a ocorrência de menor precipitação, mas também pela arborização das terras agrícolas marginais (Pereira *et al.*, 2004). Os concelhos de Mogadouro, Mirandela e Macedo de Cavaleiros são os mais representativos quer em produção de cortiça quer em extensão ocupada pelo sobreiro (Cordeiro *et al.*, 2001).

Em algumas regiões de Trás-os-Montes, a presença do sobreiro é inegável, pelas suas características mediterrânicas. Assim é uma espécie importante na arborização da Terra Quente Transmontana, com destaque para as regiões de Mirandela, Macedo de Cavaleiros, Mogadouro e Tua, onde se podem encontrar grandes manchas de sobreirais (Pinto, 2002). Os povoamentos nesta região são, em geral, de reduzidas dimensões, frequentemente consociados com outras espécies. Constituem igualmente manchas importantes de sobreiros, aquelas que se observam nos vales sub-montanos e mesmo nos sub-planaltos, na denominada Zona de Transição da Terra Quente para a Terra Fria Transmontana (Ribeiro *et al.*, 1991).

Em Romeu, concelho de Mirandela, encontra-se um dos mais bem conservados sobreirais de Portugal. Este sobreiral enquadra-se em duas associações praticamente endémicas de Portugal e é um dos melhores sobreirais lusitano-durienses com *Juniperus oxycedrus* (ICN, 2006).

Na Terra Fria Transmontana, onde, pelas suas características, nomeadamente com invernos frios e prolongados e com verões curtos e geadas na maioria dos meses do ano (Agroconsultores e Coba, 1991), o sobreiro poderia ser excluído, no entanto ele surge esporadicamente nas cumeadas de algumas serras ou nas vertentes mais frias das montanhas (Gomes, 1992, *cit.* Pinto, 2002).

2.1.2. Caracterização da Espécie *Quercus Suber* L.

2.1.2.1. Classificação Taxonómica

Do ponto de vista taxonómico, o sobreiro (*Quercus suber* L.) é classificado da seguinte forma:

Divisão: *Spermatophyta*; Sub-divisão: *Angiospermae*; Classe: *Magnoliopsida*; Sub-classe: *Hamamelididae*; Ordem: *Fagales*; Família: *Fagaceae*; Género: *Quercus*; Espécie: *Quercus suber*. (Franco, 1984; Castroviejo *et al*, 1990).

2.1.2.2. Caracterização Morfológica

A *Quercus suber* L. é uma árvore de folha persistente podendo as árvores ter 10-15 (25) metros de altura, com uma copa ampla, algo irregular (Tutin *et al.*, 1993). Torres (1979), descreveu o sobreiro como uma árvore mediana, robusta e forte, cujo tamanho médio é 20 metros, raramente ultrapassando os 25 metros (Figura 2.3).

O sobreiro é uma árvore extremamente polimorfa. Moreira (2005), refere que na sua complexa constituição genética, o facto de se tratar de uma espécie alogâmica, faz com que a descendência de uma mesma árvore apresente diferenças morfológicas relevantes de indivíduo para indivíduo. Elena-Rosselló *et al.* (1996) considera que o elevado polimorfismo encontrado no sobreiro pode ser atribuído à sua plasticidade fisiológica, que proporciona a esta espécie a adaptação a condições climáticas variáveis e imprevisíveis, características do clima Mediterrâneo.

Os mesmos autores dão como exemplo desta adaptação, as duas estratégias de reprodução bem definidas pelo sobreiro: a anual *versus* a bianual, onde esta diferença reflecte uma resposta adaptativa a condições climáticas sub-húmidas ou severas.



Figura 2.3: Sobreiro adulto existente na Quinta da Nogueira, Mogadouro.

Sistema Radicular

O sobreiro possui um sistema radicular vigoroso, profundo e desenvolvido em todas as direcções, com um eixo central sinuoso que se pode aprofundar mais de um metro se o terreno o permitir (Torres, 1979).

Natividade (1990), descreveu a raiz como aprumada e longa permitindo uma boa fixação em solos leves onde em geral vegeta, com vigorosas ramificações laterais, difundidas abundantemente na horizontal, característica dos xerófitos, podendo atingir distâncias aproximadamente de trinta metros a partir do centro. Nas raízes grossas a descoberto, a felogene radicular produz cortiça análoga à do tronco e a radícula tem um activo crescimento inicial, o que dificulta a produção de sobreiros em viveiro (Natividade, 1990), muito embora actualmente se produzam plantas em covete com um ano de idade, sem problemas de maior.

Tronco e Ramos / Casca

O tronco é direito, curto e muito grosso no pé isolado ou com a copa aberta, chegando a alcançar 1,5 metros de diâmetro e, uma que outra vez, aos 2,5 metros (Torres, 1979). A casca do sobreiro é espessa e suberosa, de relevo sinuoso, de cor castanha-acizentada pálida, mas revelando um tronco liso e castanho-avermelhado quando descortiçado (Natividade, 1990).

As pernas principais, tendencialmente de inserção baixa, são robustas e sinuosas, revestindo-se de profunda rama, sendo esta ramificação do tronco dependente essencialmente das intervenções silvícolas, nomeadamente das podas e densidade dos povoamentos (Natividade, 1990). Segundo o mesmo autor, na adolescência das árvores a copa é globosa e expande-se no decorrer dos anos, mais no sentido da largura do que na altura, sendo muito irregular e pouco densa. Os ramos são verde-acizentados e tomentosos e o sobreiro apresenta gomos ovóides protegidos por brácteas tomentosas, mais desenvolvidas nos gomos terminais (Natividade, 1990).

Ainda de acordo com Natividade (1990), a epiderme, primeiro revestimento protector do caule e dos ramos, é constituída por uma única assentada de células, em que a parede externa se apresenta fortemente cutinizada, conferindo a protecção às plantas durante um curto período ao fim do qual é substituída pela periderme. A periderme é constituída por um meristema lateral secundário, denominado felogene,

câmbio suberoso ou câmbio subero-felodérmico por produzir para o exterior células que se diferenciam em felema, tecido suberoso, súber ou cortiça, que vão substituir a epiderme na função de protecção e revestimento, e para o interior células de parênquima de reserva, a feloderme ou cortéx secundário (Moreira, 1983, *cit.* Pinto, 2002).

Só a partir do terceiro ou quarto ano, quando a epiderme fende depois de ultrapassado o limite da sua elasticidade, a presença da cortiça se torna evidente. Depois do quinto ou sexto ano, já a cortiça reveste toda a superfície do órgão em que se formou e imprime ao tronco e aos ramos o aspecto característico (Natividade, 1990).

Folhas

A folha do sobreiro é tipicamente mesomórfica com um mesófilo dorsiventral achatado (Molinas, 1991 *cit.* Pinto, 2002). As folhas têm entre 2,5-10 cm x 1,2-6,5 cm de tamanho, verdes escuras e glabrescentes na página superior e esbranquiçadas devido à presença de indumento na página inferior, com 5-7 pares de nervuras laterais e pecíolo com 6-20 mm, coriáceas, persistentes, de ovadas ou ovado-lanceoladas a oblongas ou até cordiformes (Natividade, 1990; Castroviejo *et al.*, 1990). O tamanho e a forma das folhas variam de árvore para árvore, registando-se também acentuada heterofilia dentro da mesma árvore (Natividade, 1990; Oliveira, 1995 *cit.* Pinto, 2002). Apresentam também um recorte marginal sinuado-dentado, com cinco a oito pares de nervuras que emergem de uma nervura central sinuosa, um pecíolo a variar entre 6 a 20 mm de comprimento e são densamente pubescentes (Castroviejo *et al.*, 1990).

Flor e Fruto

É uma espécie monóica (flores estaminadas e pistiladas surgem em inflorescências distintas) apresentando, normalmente, flores masculinas organizadas em longos amentilhos delgados e pendentes na axila das folhas, provido de gomos na extremidade do lançamento do ano anterior ou, mais raramente, de gomos situados na base dos raminhos do ano (Natividade, 1990). Os amentilhos masculinos possuem um tamanho que varia de 40 a 80 mm (Castroviejo *et al.*, 1990).

As flores femininas dispõem-se em curtas espigas de 2 a 5 flores, situadas na axila das folhas da parte média ou da extremidade do lançamento anual (Natividade, 1990). São solitárias ou em inflorescências paucifloras, cada uma rodeada por um involúcro

escamoso e com gineceu 3-6 carpelar e cúpula com 10-20 mm × 12-25 mm, revestida de escamas curtas e tem glândula de maturação anual ou bienal, com 20-45 mm × 18 mm (Franco, 1984).

Natividade (1990) considera o sobreiro uma espécie reflorescente uma vez que floresce de Abril a Junho, mas em algumas árvores prolonga-se tanto a floração que se pode considerar subcontínua, comportamento que é explicado pela descontinuidade do crescimento dos próprios ramos durante o ciclo vegetativo anual e que se manifesta por períodos alternados de renova e repouso. Em estações com boas condições o sobreiro começa a frutificar por volta dos 10-12 anos e com regularidade a produção em pleno fruto atinge-se aos 25-30 anos (Torres, 1979).

2.1.3. Diversidade Genética da *Quercus Suber* L.

De acordo com Natividade (1990), a *Quercus suber* L. é uma espécie de intenso polimorfismo, essencialmente alogâmica e tipicamente heterozigótica, originando populações acentuadamente heterogêneas com uma elevada frequência de fenótipos instáveis e geneticamente distintos dos progenitores, devido à segregação e recombinação de genes durante o processo de reprodução natural. Desta forma, esta espécie pode ser descrita como excessivamente variável em termos de vigor, forma e características e produção de tecido suberoso (Natividade, 1990).

Assim, devido à constituição genética do sobreiro, não existe uma reprodução fiel dos caracteres dos progenitores, observando-se na descendência de uma mesma árvore diferenças morfológicas tão salientes de indivíduo para indivíduo, particularmente nas características do tecido suberoso, no vigor e na arborescência das árvores, na produtividade, na forma e dimensões dos frutos, que cada indivíduo se pode considerar uma forma botânica diferente (Natividade, 1990).

A tendência que esta espécie tem para hibridar, dado o elevado grau de alogamia e afinidade com outros carvalhos, nomeadamente com o *Quercus ilex* L., leva ao aparecimento de elevado número de variedades e formas desta espécie (Nóbrega, 1996 *cit.* Pinto, 2002).

2.1.4. Caracterização Edafo-Climática

Para um normal desenvolvimento da espécie, existem determinadas condições edafo-climáticas que é necessário satisfazer, no que respeita a clima e a solo, que também caracterizam, em geral, a ecologia do sobreiro.

Clima

O sobreiro, do ponto de vista climático, é uma espécie de *Lauretum*, termófila, xerófila (Loureiro, 2005). As zonas onde prospera esta espécie caracterizam-se por temperaturas médias anuais entre os 15° e 19° C e temperatura mínima no Inverno não inferior a 5° C (Alves, 1988). A precipitação média anual não deverá descer nunca abaixo dos 400 mm, situando-se o óptimo entre os 600 e os 800 mm (Alves, 1988). A tolerância do sobreiro face à pluviosidade é grande, pois vegeta em boas condições no Noroeste do país, onde a precipitação média anual ronda os 2000 mm, superior à pluviosidade das regiões suberícolas da Tunísia (1700 mm), dos Pirinéus Orientais, Provença e Sicília (1000 mm) e da Sardenha (1300 mm) (Albuquerque, 1948, *cit.* Natividade, 1990).

No entanto, quando os níveis pluviométricos baixam aos 400 mm, o sobreiro entra em regressão (Silva, 1996). Apesar de necessitar determinados níveis de pluviosidade, o sobreiro situa-se sempre em áreas onde existe pelo menos um mês seco, ou seja, um mês cuja precipitação é duas vezes inferior à temperatura (Babot, 1992 *cit.* Silva, 1996).

Em Portugal, os mais extensos e melhores sobreirais encontram-se a uma altitude inferior a 200 m, nas bacias do Tejo e do Sado. Nas beiras e em Trás – os – Montes existem bons povoamentos a 600-700 m e na Serra do Gerês a 800-900 m. Nas regiões mais húmidas e frias do nordeste, as condições favoráveis só se encontram em altitudes superiores a 600 m (Pinto, 1998). Noutros países suberícolas, o sobreiro vegeta a altitudes muito superiores, porque as temperaturas mínimas absolutas no Inverno ocorrem a um nível superior. Assim na Argélia sobe a 1500 m, em Marrocos a 2400 m, em Espanha a 1300 m e na Sicília a 1000 m (Natividade, 1990).

O sobreiro suporta mal as geadas e requer humidade. Quanto à temperatura, esta espécie parece não resistir a valores inferiores a -5° C nem superiores a 40° C. De facto, são as temperaturas baixas do Nordeste transmontano e a baixa pluviosidade do Sudeste

alentejano os factores limitantes, que expulsam o sobreiro de algumas das nossas zonas ecológicas (Natividade, 1990).

Em relação à altitude, parece não haver limitações para o sobreiro, podendo este aparecer nas bacias do Tejo e Sado, com altitudes inferiores a 200 m, e em Marrocos, a 2400 m de altitude (Silva, 1996).

Solo

Relativamente aos solos, é pouco exigente, preferindo os graníticos, porfíricos, feldspáticos e xistosos (Loureiro, 2005), conseguindo, no entanto, tirar partido de solos arenosos e descalcificados, por vezes solos esqueléticos, em condições de clima desfavoráveis. O sobreiro tem grande tolerância relativamente à composição química do solo, excluindo-se apenas os solos em que o calcário activo se encontra presente (Alves, 1988). Os solos onde hoje se encontram a maior parte dos montados são leves, arenosos e com fraca coesão, quando de origem granítica, e pedregosos ou cascalhentos, se formados a partir de xistos (Silva, 1996).

São pobres em matéria orgânica e colóides minerais, traduzindo-se numa baixa capacidade de retenção da água (Silva, 1996). O pH é muito variável, podendo apresentar valores de 4,8 a 7,0.

Apresentando uma alta capacidade de vegetar em solos ingratos, por vezes verdadeiramente esqueléticos, desfavoráveis a quase todas as outras espécies da nossa flora, o sobreiro parece ser intolerante a solos calcários e com drenagens deficientes (Silva, 1996).

Ecossistema

Os sobreirais são povoamentos com elevada biodiversidade, com fauna e flora tipicamente mediterrânicas. A flora é de importância vital para o povoamento. A sua decomposição constitui a principal fonte de matéria orgânica para o solo, contribuindo para a sua fertilidade. Por outro lado, protege a regeneração dos pequenos sobreiros, que beneficiam com a sua sombra nos primeiros anos de vida.

Algumas plantas têm valor económico potencial para a apicultura, pastoreio e como aromáticas ou medicinais, como referido no Caderno Técnico do Sobreiro, publicado pela Federação dos Produtores Florestais de Portugal. As espécies mais

comuns são: a esteva (*Cistus ladanifer* L.), o Pilriteiro (*Crataegus monogyna* Jacq. Spp *Brevespina* (Kunze) Franco); o Medronheiro (*Arbutus unedo* L.); o Rosmaninho (*Lavandula sp.*); a Urze branca (*Erica arborea* L.); a Aroeira (*Pistacia lentiscus* L.) e o Alecrim (*Rosmarinus offinalis* L.).

Relativamente à fauna os montados de sobreiro são mosaicos de paisagem muito interessantes para a fauna, fornecendo-lhes alimentação diversificada e zonas de abrigo. As espécies que normalmente ocorrem nos montados de sobreiro, segundo a F.P.F.P, (2000) são referidas de seguida, começando pelas aves: Perdiz (*Alectoris rufa*), Codorniz (*Coturnix coturnix*), Pombo-torcaz (*Columba palumbus*), Melro (*Turdus merula*), Águia-de-asa-redonda (*Buteo buteo*), Milhafre-preto (*Milvus migrans*), e mamíferos: Lebre (*Lepus granatensis*); Doninha (*Mustela nivalis*), Texugo (*Meles meles*), Coelho (*Oryctolagus cuniculus*); Raposa (*Vulpes vulpes*); Gineta (*Genneta genneta*); Javali (*Sus scrofa*) e Veado (*Cervus elaphus*).

2.1.5. Regime de Exploração

O sobreiro tem sido predominantemente explorado em montado ou em sobreiral, como descreve Correia & Oliveira (1999):

- o montado, tradicionalmente um sistema agro-silvo-pastoril, caracteriza-se por densidades bastante baixas, em que a produção de cortiça aparece sempre associada à agricultura, silvo-pastorícia, cinegética e apicultura;

- o sobreiral caracteriza-se por densidades mais elevadas, que já não permitem a consociação com a agricultura, associando-se geralmente a produção de cortiça à cinegética, silvo-pastorícia e apicultura.

O sobreiro é cultivado em regime de alto fuste, ou seja, onde a perpetuação dos povoamentos se efectua através da regeneração natural, sementeira ou plantação. O alto fuste sendo menos exigente implica crescimentos menores, o que consequentemente produz revoluções de duração mais longa (Alves, 1988).

Segundo este autor, os modelos de ocupação de espaço em que participa o sobreiro podem ser de vários tipos, desde o povoamento estreme, de tipo jardinado, com relativamente alta densidade e em que o problema da substituição das árvores senescentes está previsto, até às diversas consociações, incluindo a pastagem permanente, a pastagem em rotação com a cultura agrícola ou até outras culturas florestais, nomeadamente medronheiro em sub-coberto ou resinosas, como o pinheiro

bravo, pinheiro do Alepo e algumas cupressáceas, para obtenção de rendimentos intercalares.

A exploração do sobreiro em regime de talhadia permite obter lenha e cortiça virgem, pelo que este regime de exploração pode ser economicamente interessante (Natividade, 1990; Correia & Oliveira 1999). Estes autores sugerem que as revoluções não devem ser excessivamente curtas (20-25 anos), de modo a não empobrecer demasiado o solo.

A exploração em talhadia é aconselhada para pequenas propriedades florestais, situadas em terrenos declivosos, visto proporcionar uma boa fixação do solo (Jesus, 2003). Apresentando o sobreiro a capacidade de se regenerar por rebentação de toiças, de grande longevidade, obtêm-se bons resultados em revoluções relativamente curtas adquirindo rendimentos proporcionados pela cortiça virgem, entrecasco e lenha (Jesus, 2003).

Se explorado de uma forma intensiva, o sobreiro baixa de produção, entre os 150 e os 200 anos, tanto em termos quantitativos como qualitativos, altura a partir da qual deixa de ser rentável o descortçamento (Natividade, 1990).

2.1.6. Causas de Mortalidade do Sobreiro

Nos últimos anos tem-se verificado nos montados de sobreiro portugueses uma elevada taxa de mortalidade e um aumento das preocupações dos produtores suberícolas (Balsinhas, 2003). Já Natividade (1990), referia que as causas desta mortalidade são, de uma maneira geral, normalmente descritas como relacionadas com anos de seca e devido ao recurso a técnicas culturais incorrectas. Há que referir que o estado débil dos sobreiros leva a que haja condições favoráveis ao desenvolvimento de pragas e doenças.

Uma causa da mortalidade significativa dos sobreiros são os incêndios florestais, que a cada ano que passa, destroem milhares de hectares de sobreiros. Os povoamentos não se regeneram ao ritmo devido, por isso os repovoamentos florestais devem executar-se adequadamente e sobretudo com espécies autóctones, como o sobreiro, que têm um peso enorme na balança de pagamentos.

Não houve até à data um diagnóstico claro quanto à dimensão do problema da mortalidade, dinâmica (expansão ou retracção ao longo dos anos), e distribuição geográfica ou quanto às causas biológicas e ambientais (Pereira *et al.*, 1999). Segundo estes autores, perante a carência de resultados científicos publicados, as hipóteses gerais

que têm sido colocadas para explicar o declínio – secura ou doença – continuam por afinar e testar experimentalmente.

De acordo com Carvalho (1993) *cit.* Pereira *et al.* (1999), o aspecto mais característico da doença é a seca da folhagem e a morte das árvores, distinguindo-se dois tipos de sintomatologia:

1- Morte súbita, que é observada em exemplares de todas as idades e portes entre Setembro e Dezembro. Desde o amarelecimento inicial das folhas até à secagem integral das árvores decorre pouco mais que uma semana e as árvores secam como se se tivesse praticado uma incisão anelar no tronco.

2- Decrepitude progressiva, que se observa em árvores idosas, de grande porte. Há desfoliações parciais e morte dos ramos, falta de renovação foliar, rarefacção da copa e rebentação de substituição verticilada, nos troncos e pernadas. Em qualquer dos tipos são visíveis ataques secundários de pragas e doenças da copa.

Silva (2002), resumiu as mesmas causas com uma abordagem diferente: em primeiro lugar refere as alterações climáticas adversas dos últimos anos; as pragas de insectos diversos que parasitam os sobreiros os quais actuando como agentes de “stress” contribuem para o seu enfraquecimento e posteriormente para a sua morte, como uma causa. Seguidamente considera as práticas agrícolas excessivas desenvolvidas sob – coberto, designadamente através de processos mecânicos pesados bem como de práticas silvícolas incorrectas, nomeadamente as podas exageradas e as tiragens de cortiça inoportunas e/ou mal conduzidas; e, por fim, a acção da *Phytophthora cinnamomi*, que ataca as raízes mais finas dos sobreiros, criando-lhes um obstáculo à absorção de água e nutrientes.

Varela (1993) num estudo realizado conclui que apesar dos montados apresentarem problemas, desde agressões ao ecossistema, passando por problemas decorrentes de competitividade económica e ainda devido à substituição por outras espécies, ainda não têm problemas de erosão genética.

2.2. MELHORAMENTO FLORESTAL

O melhoramento florestal é uma área especializada a montante da silvicultura, com o objectivo de pôr à sua disposição germoplasma para a florestação, com capacidade de tirar o maior partido dos factores de produção e depois proporcionar matéria-prima de melhor qualidade para os fins a que se destina (Gomes, 1999).

Aguiar (2002), refere que o objectivo de desenvolver actividades no âmbito dos recursos genéticos visa proporcionar a curto e médio prazo, material de reprodução de elevada qualidade genética, de modo a contribuir para o aumento produtivo das espécies florestais. De acordo com Zobel & Talbert (1984), o objectivo de um programa de selecção é a obtenção de incrementos significativos de ganho genético da maneira mais rápida e economicamente possível, mantendo ao mesmo tempo uma ampla base genética que garanta futuros ganhos.

Os resultados obtidos por programas de melhoramento de espécies florestais têm sido, de modo geral, suficientemente encorajadores para demonstrar o seu interesse, sendo considerado como um investimento rentável e um importante factor de produção, pelo que actualmente, em quase todos os países, existe um programa de melhoramento associado aos grandes projectos de arborização (Almeida, 1996).

O melhoramento das essências florestais permite criar populações: a) que sejam mais eficientes em termos produtivos; b) que sejam mais robustas, de modo a vencerem a competição com outros organismos e a prevalecerem em condições edafo-climáticas menos favoráveis à produção de material lenhoso; c) que sejam qualitativamente superiores no que respeita às características tecnológicas (Almeida, 1994;1996).

A grande vantagem de um programa destes é que, logo que um benefício seja obtido, torna-se permanente na natureza e pode ser multiplicado indefinidamente por propagação vegetativa (Alpuim, 1985).

Relativamente à noção de proveniência, largamente utilizada em experimentação florestal, é o local onde se encontra uma determinada população arbórea.

Louro (1994), define a região de proveniência como o território (contínuo ou não) com condições ecológicas idênticas, em que se encontram povoamentos de uma determinada espécie, subespécie ou variedade, apresentando características fenotípicas ou genéticas análogas. Assim, enquanto a proveniência é uma realidade exclusivamente geográfica, a região de proveniência é já uma noção mais complexa relativa ao binário estação-espécie.

Zobel & Jett (1995) definem proveniência como a área geográfica original da qual são obtidos sementes ou outros propágulos. Estes autores dizem que a fonte da semente é onde a semente é colhida e a noção de proveniência denota a origem indígena das árvores.

Wright (1976) define um ensaio ou um teste de proveniências como uma experiência na qual as sementes são colhidas num número diverso e amplo de

povoamentos (normalmente da sua distribuição natural) e onde as sementes crescem em condições similares. De acordo com o mesmo autor, o ganho genético conseguido através dos ensaios de proveniências tem sido, em alguns casos, muito significativo, visto ter-se chegado a verificar maior diferença entre proveniências já que a variabilidade associada aos lugares de origem ultrapassa várias vezes a individual dentro do mesmo povoamento.

As origens geográficas são, dos vários tipos de variação genética existente entre as árvores, determinantes na adaptabilidade (Zobel & Talbert, 1984), daí a pertinência da instalação de ensaios com diversas proveniências.

Segundo Wright (1976), os três grandes factores que influenciam a quantidade de variabilidade genética são:

- O tamanho da área de distribuição natural da espécie, ou seja, quanto maior a área de distribuição natural da espécie, maior a diversidade genética;
- A quantidade de diversidade ambiental existente na área de distribuição natural;
- A extensão de discontinuidades existentes nessa mesma área.

2.2.1. O Melhoramento Florestal do Sobreiro

O esforço de arborização com sobreiro que se tem verificado nos últimos anos e a importância económica da fileira da cortiça justificam plenamente um investimento continuado no melhoramento genético desta espécie (Chambel *et al.*, 1999).

Atendendo a esta realidade, Portugal, através da Estação Florestal Nacional, apresentou ao programa FAIR da União Europeia, onde foi aceite, uma acção concertada denominada “European network for the evaluation of genetic resources of cork oak for appropriate use in breeding and gene conservation strategies” – Ref. FAIR 1 CT 95 0202, complementada pela Micro-Acção B7/4100, que decorreu no período de 1996 – 2000, dentro do programa EUFORGEN, financiado a 100% pela Comissão Europeia, para o estabelecimento de uma rede de ensaios de proveniências e descendências de toda a Bacia Mediterrânica onde o sobreiro prospera (Varela, 2003). Este projecto teve como participantes os seguintes países: Portugal, Espanha, França, Itália, Suécia e Alemanha.

A participação de Marrocos e Tunísia nesta rede de ensaios foi conseguida através dum projecto específico de apoio, intitulado “Concerted Action of Member State Cork Oak Program with Morocco, Tunísia and Algeria- Evaluation of Genetic

Resources of Cork Oak”. Referência da Microacção DG IB/A B7-4100. A Argélia, apesar de ter logrado a colheita e envio de semente para Portugal, não instalou nenhum ensaio devido à complexa situação política (Varela, 2003).

O estabelecimento dos ensaios de campo, na Primavera de 1998, não financiado pela acção concertada FAIR 1 CT 95 0202, foi suportada em Portugal através do financiamento do Projecto Praxis 2100/95 e IFAFAP – PAMAF 4027 – “Melhoramento da produção e qualidade de sobreiros” e programa de arborização 2080 e assistido cientificamente pelas seguintes instituições: Estação Florestal Nacional, Escola Superior Agrária de Bragança e Instituto Superior de Agronomia (Varela, 2003).

Iniciaram-se assim, com o apoio de fundos nacionais, tarefas de avaliação da variabilidade genética desta espécie e do controle genético através do estabelecimento de testes genéticos.

Esta acção forneceu meios excelentes para iniciar uma base de dados na pesquisa genética da *Quercus suber* através da possibilidade de maior troca de dados entre os investigadores, onde a informação é facilmente disseminada pelos países participantes e os esforços de conservação podem ser conjuntos, criando oportunidades de analisar necessidades e desenvolver métodos. (Varela, *et al.*, 2003; Sousa, 2005).

Pela primeira vez na investigação do sobreiro levou-se a cabo um programa de investigação à escala Mediterrânica, harmonizado e baseado em instituições de grande prestígio científico para estudo da variabilidade genética e adaptação do sobreiro. O projecto levou a efeito a selecção de 34 proveniências e, em cada uma delas, de árvores-mãe onde ocorreu a colheita de lande. Encontra-se toda a informação acerca dos ensaios de campo e acerca deste projecto no livro “European network for the evaluation of genetic resources of cork oak for appropriate use in breeding and gene conservation strategies” (Varela, 2003).

A rede de ensaios de campo estabelecida (13 ensaios de proveniência e 5 de descendência) utilizando bolota colhida em 35 populações dos 7 países de distribuição do sobreiro (Portugal, Espanha, Itália, França, Marrocos, Tunísia e Argélia) permite uma visão abrangente da evolução e comportamento do sobreiro na sua área de distribuição natural. Estes ensaios funcionam também como um valioso esforço para a conservação *ex-situ* dos recursos genéticos do sobreiro (Varela, 2003).

Neste estudo, pretende-se avaliar a adaptabilidade do sobreiro ao Nordeste Transmontano.

Portugal tem regiões de proveniência demarcadas para a *Quercus suber* L. (Figura 2.4). Esta delimitação foi baseada em parâmetros ambientais (litologia, orografia, zonagem ecológica e modo de exploração da espécie). Estes ensaios são fundamentais para diferenciar populações, estimar o comportamento das mesmas em diferentes condições ambientais, contribuindo para o delineamento das possíveis regiões de proveniência da espécie (Aguiar *et al.*, 1999).

Neste estudo pretende-se precisamente continuar a analisar as diferenças entre as várias proveniências e, com base no melhoramento florestal, se obterem árvores ecologicamente melhor adaptadas, com cortiça de melhor qualidade e com maior resistência a factores adversos.

A importância a nível económico, ambiental e social que representam os montados e a cortiça deles extraída justifica plenamente o investimento continuado no estudo e execução de projectos na área do melhoramento genético do sobreiro.

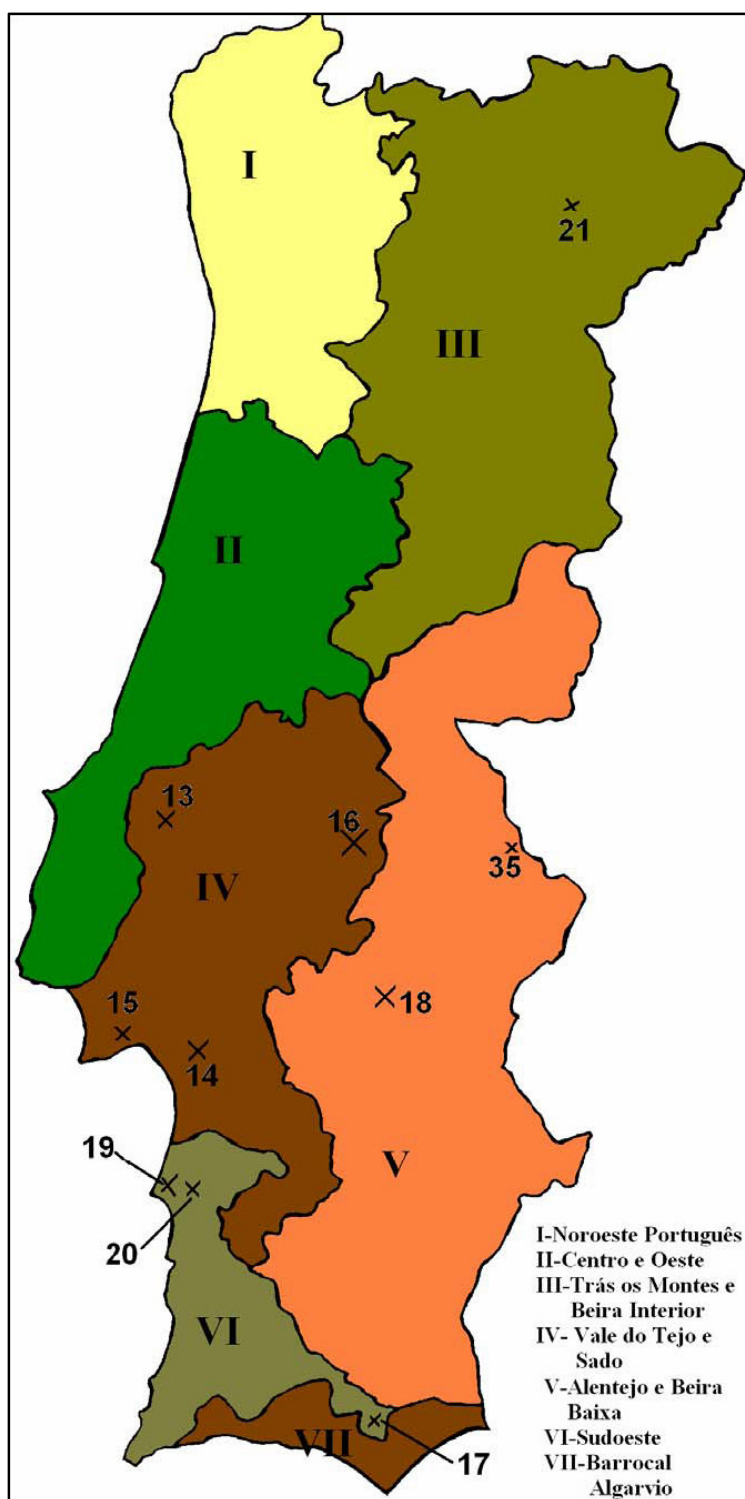


Figura 2.4: Regiões de proveniência da *Quercus suber* L. e localização dos povoamentos portugueses amostrados assinalados segundo o código nacional utilizado. Adaptado de Almeida *et al.*, (1997).



Figura 2.5 – Localização das proveniências, ao longo da área de distribuição natural do sobreiro. Adaptado de Catalan, (2003).

Na Figura 2.5, estão identificadas as localizações das proveniências ao longo da área de distribuição natural do sobreiro, no entanto a proveniência FR4, na Córsega, não se encontra representada no ensaio de proveniências da Quinta da Nogueira, por falta de sementes aquando da instalação do ensaio, tendo sido substituída pela proveniência FR2, como será explicado no Ponto 3.

No Quadro 2.1 estão descritos os códigos internacionais das proveniências e a localidade mais próxima.

Quadro 2.1: Códigos nacionais e internacionais das diversas proveniências instaladas no ensaio de Mogadouro.

| Código Internacional | Código Português | Região de Proveniência | Povoamento | Localidade mais próxima |
|-----------------------------|-------------------------|---|----------------------------|--------------------------------|
| ES5 | 1 | Montes de Toledo | Cañamero | Cañamero |
| ES6 | 2 | Sierra Morena Oriental | Fuencaliente | Fuencaliente |
| ES7 | 3 | Sierra Morena Occidental | El Carbajo | Jerez de los Caballeros |
| ES8 | 4 | Parque de los Alcornocales | La Almoraima | Castellar de la Frontera |
| ES9 | 5 | Cataluña Litoral | Santa Coloma de Farnés | Santa Coloma de Farnés |
| ES10 | 6 | Sierra de Guadarrama | El Pardo | Madrid |
| ES11 | 7 | Alpujarras | Haza de Lino | Haza de Lino |
| IT12 | 8 | Lazio | Sughereta | Tuscania |
| IT13 | 9 | Puglia | Lucci- S.Teresa | Brindisi |
| IT14 | 10 | Sicília | Zotte | Catania |
| IT15 | 11 | Sardegna | Nuraghe Arcu de Mesu | Cagliari |
| IT16 | 12 | Sardegna | Puttu addes de Subra | Sassari |
| PT17 | 13 | Vale do Tejo e Sado | Soc. Agrícola Igreja Velha | Chamusca |
| PT18 | 14 | Vale do Tejo e Sado | Herdade da Palma | Alcácer do Sal |
| PT19 | 15 | Vale do Tejo e Sado | Quinta da Serra | Azeitão |
| PT20 | 16 | Vale do Tejo e Sado | Herdade de Vale Covo | Ponte de Sôr |
| PT21 | 17 | Sudoeste | S. Brás de Alportel | S. Brás de Alportel |
| PT22 | 18 | Alentejo e Beira Baixa | Herdade do Paço de Camões | Azaruja |
| PT23 | 19 | Sudoeste | Monte Branco | Santiago do Cacém |
| PT35 | 20 | Sudoeste | Monte Fava | Ermidas do Sado |
| PT24 | 21 | Trás-os-Mon. e Beira Int. | Casa de Meneres | Romeu |
| MA26 | 22 | Rif Atlantique I.1 | Boussafi | Larache |
| MA27 | 23 | Rif Occidental I.2 | Ain Rami | Chefchaouen |
| MA28 | 24 | Maâmora III.1 | Canton A, B | Kenitra |
| MA29 | 25 | Maâmora III.1 | Ain Johra | Allal Baharoui |
| MA30 | 26 | Platéau Central III.2 | Oulmés | Oulmés |
| MA31 | 27 | Rif Oriental | Bab Azhar | Taza |
| TU32 | 28 | Mekna | Tabarka | Ain Sobh |
| TU33 | 29 | Fernana | Fernana | Ain el Baya |
| AL34 | 30 | | | Guebès |
| FR1 | 31 | Var | Les maures | Bornes les Mimosas |
| FR2 | 32 | Pyrenees Orientales | Le Rimbault | Collioure |
| FR3 | 33 | Landes | Soustons | Soustons |
| PT+ES25 | 35 | Alentejo e Beira Baixa + Sierra de San Pedro | Valle de Mouro + La Tojera | Besteiros + Albuquerque |

3. ÁREA DE ESTUDO

3.1. CARACTERÍSTICAS ESTACIONAIS GERAIS

3.1.1. Situação Geográfica e Topográfica

A área onde foi instalado o ensaio, em 1998, é uma pequena parcela da Quinta da Nogueira (propriedade particular), situada a 4 km a Este do concelho de Mogadouro, com uma área de 11,81 hectares e 1,522 km de perímetro, com as coordenadas 6°40'29'' longitude W e 41°20'19'' latitude N (Figura 3.1). A altitude é de 750 m, a exposição NW e o declive máximo observado de 10%. O croqui do ensaio encontra-se no Anexo II.

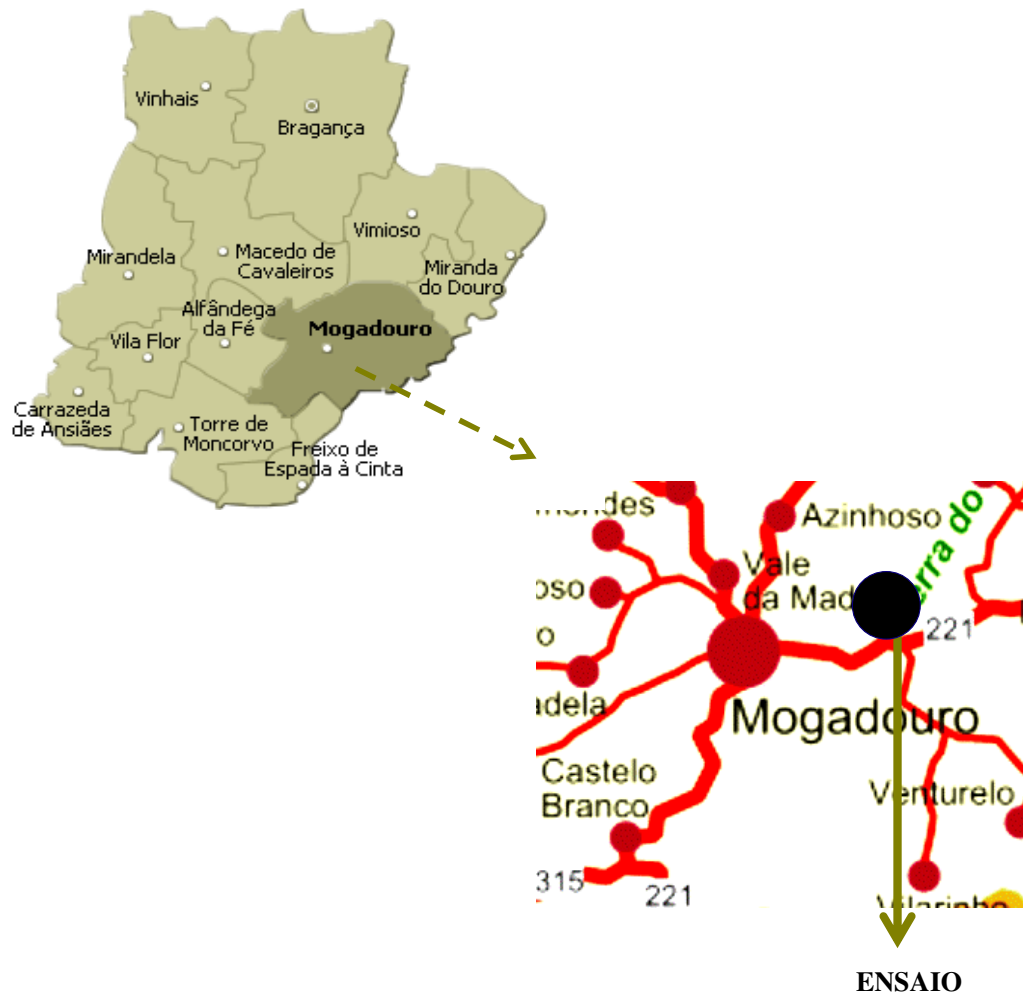


Figura 3.1: Localização do ensaio de proveniências da *Quercus suber* L.

3.1.2. Breve Caracterização Climatológica

De acordo com Albuquerque (1984), a Quinta do Nogueira localiza-se na transição da zona ecológica SA.SM.IM com a I*SA, com a seguinte caracterização autofítica: *Betula celtiberica*, *Castanea sativa*, *Pinus pinaster*, *Quercus pyrenaica*, *Quercus faginea*, *Quercus rotundifolia*, *Quercus suber* e *Taxus baccata*.

A temperatura média anual é de 12° C, a temperatura máxima absoluta de 38,8° C, atingida no mês de Junho e a mínima absoluta de -12,3° C observada no mês de Janeiro. A precipitação total anual é de 819,3 mm, com um máximo de 106,2 mm registado em Fevereiro e um mínimo de 13,4 mm registado em Agosto – Dados de “O clima de Portugal”, Fascículo XLIX, das estações udométricas de Mogadouro (41°20’ de latitude N e 6°40’ de longitude E) e climatológica de Miranda do Douro (41°31’ de latitude N e 6,17’ de longitude E) referentes a valores médios de 1951 a 1981. De acordo com a estação de Miranda do Douro, o período de geadas vai de Outubro a Maio, com um máximo de dias de geada em Janeiro (10,3 dias) e um mínimo em Maio (de 0,2 dias). A temperatura média é superior a 10°C de meados de Abril até ao final Outubro.

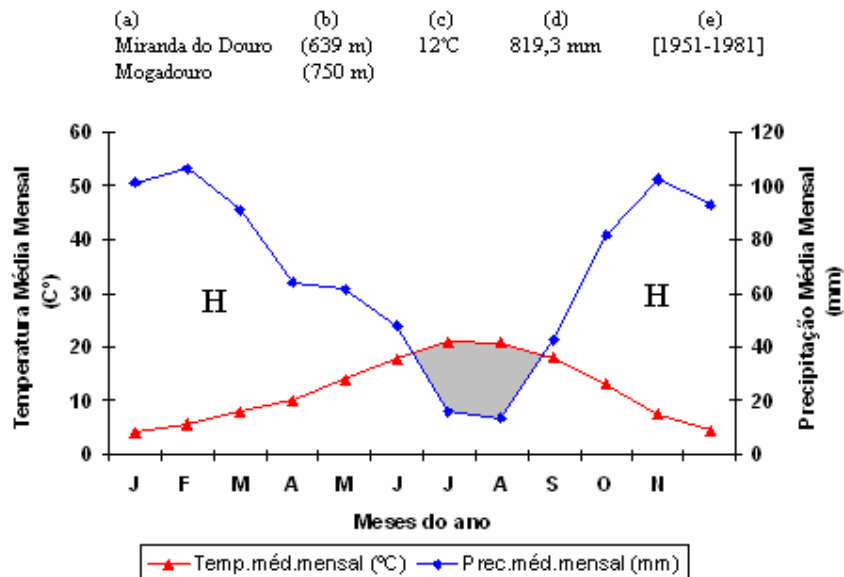


Gráfico 3.1: Diagrama ombrotérmico efectuado segundo os dados de “O clima de Portugal”, Fascículo XLIX. Os valores da temperatura são relativos à estação climatológica de Miranda do Douro. Os valores da precipitação são relativos à estação udométrica de Mogadouro.



: Estação de seca relativa **H**: Estação relativamente húmida

O Diagrama Ombrotérmico (Gráfico 3.1) apresenta no eixo das abcissas todos os meses do ano, de Janeiro a Dezembro. Nas ordenadas uma subdivisão representa 10°C de temperatura ou 20 mm de precipitação. Os símbolos significam: (a) estação, (b) altitude acima do nível do mar, (c) temperatura média anual, (d) precipitação anual, (e) número de anos de observação. A estação seca corresponde aos meses de Junho, Julho e Agosto em que a precipitação média mensal é inferior a 16 mm e a temperatura média de 21° C.

3.1.3. Geologia e Pedologia

Quanto à sua geologia e pedologia, trata-se de derivados de xistos, cambissolos dístricos em que o horizonte B câmbico é crómico (com cor parda forte e vermelha), de depósitos de vertente em áreas de xistos ou rochas afins, frequentemente com filões de rochas quartzíticas (Agroconsultores e Coba, 1991). Classificam-se, para este caso, como cambissolos dístricos de grés quartzítico do Ordovícico, com 30 cm de profundidade, textura mediana e com pedregosidade média. Observa-se a presença de um horizonte B de alteração a uma profundidade de 40 cm, sobrejacente a um horizonte C de material originário pouco alterado (Pinto, 1998).

3.1.4 Composição Florística

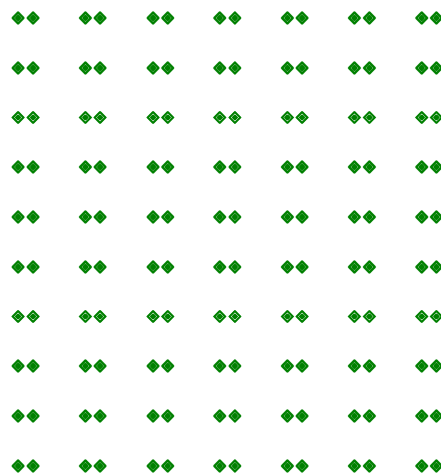
A população arbórea é constituída na maioria por sobreiros jovens, pertencentes ao estudo, existindo ainda algumas azinheiras e sobreiros adultos. Existem cupressos jovens, dispostos numa linha periférica a um dos lados do ensaio, cuja instalação ocorreu na mesma altura da plantação dos sobreiros para servir de cortina de protecção, essencialmente contra o vento. Relativamente ao estrato arbustivo, dominam os matos espontâneos compostos essencialmente urze (*Erica* sp), giesta (*Cytisus* sp) e esteva (*Cistus ladanifer*) (Patrício, 1996).

3.2. METODOLOGIA DE RECOLHA DE DADOS

3.2.1. Descrição do Ensaio

Antes de se realizar uma experiência deve estudar-se o procedimento a utilizar para tirar o máximo de informação, realizando o mínimo de ensaios possíveis. Esse estudo deve compreender o delineamento da experiência, implementação e execução, de modo a que os erros sejam os menores possíveis e que permitam o tratamento adequado dos resultados (Rodrigues, 2001). Aquando da instalação do ensaio, em 1998, todos os princípios a considerar num delineamento experimental (repetições, aleatoriedade, blocos) foram considerados, tendo resultado de uma reunião conjunta entre todos os investigadores envolvidos, nacionais e estrangeiros, com vista à definição do delineamento mais adequado aos objectivos do ensaio.

O delineamento experimental utilizado no ensaio de proveniências de Mogadouro foi do tipo blocos casualizados completos. No total consideraram-se 30 blocos, cada bloco com 70 parcelas, sendo cada parcela constituída por duas plantas da mesma proveniência, à excepção da proveniência 32 (FR2- Les Rimbault), que possui quatro parcelas, devido à falta de semente da proveniência FR4. Cada parcela encontra-se repetida casualmente duas vezes dentro de cada bloco. Cada bloco possui sete colunas por dez linhas, como se exemplifica na figura 3.2. No total do ensaio, foram instaladas 4200 plantas.



Legenda: ◆ - Uma planta ◆◆ - Uma parcela

Figura 3.2: Esquema representativo de cada um dos blocos casualizados completos.

O compasso utilizado foi de 6 m x 6 m, constituindo a distância entre as parcelas. As duas plantas da mesma proveniência estão distanciadas entre si por 1 m, como está representado na figura 3.3.

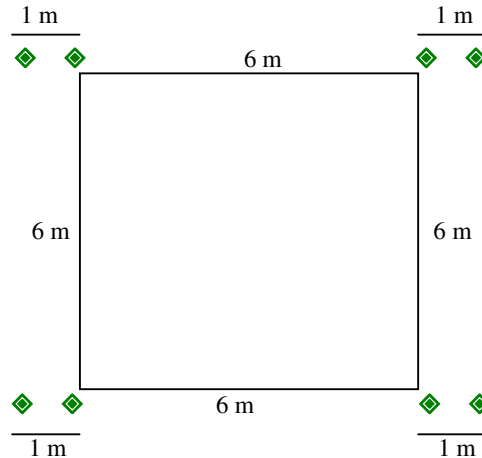


Figura 3.3: Esquema representativo da distribuição das parcelas.

Na altura da plantação, as plantas foram protegidas com Tubex, com 60 cm de altura. Os resultados obtidos por Cerrillo *et al.* (1996), parecem indicar que os tubos protectores produzem um incremento no crescimento e na sobrevivência das repovações de azinheira e sobreiro, o que faz que estes produtos se apresentem como uma alternativa interessante para o êxito das repovações florestais com estas espécies.

Na instalação do ensaio colocaram-se 2 plantas, lado a lado, pertencentes à mesma proveniência, com uma distância de 1 m, com vista à selecção futura do melhor exemplar da mesma proveniência. Por esta razão, e para que não ocorresse desbaste genético, os “pares” de plantas pertencem à mesma família (Nunes, 2004).

Assim, as plantas instaladas são provenientes de semente colhida em 34 populações de sobreiros distribuídos por toda a zona natural da espécie, sendo 3 das populações provenientes de França, 7 de Espanha, 5 de Itália, 9 de Portugal, 6 de Marrocos, 2 da Tunísia, 1 da Argélia e 1 comum a Portugal e Espanha, obtidas no âmbito do projecto financiado pela União Europeia FAIR 1 CT 95 0202, coordenado pela Estação Florestal Nacional, como já foi referido no ponto 2.2.

Bariteau (2003) refere que a escolha do número de proveniências é necessariamente mais uma base de trabalho do que um aspecto preciso do protocolo. No entanto, o número final de 34 proveniências foi justificado pelo seguinte:

1) Dimensão dos ensaios: o pequeno tamanho dos blocos nos ensaios de campo Mediterrâneos é um pré-requisito básico para controlar os enormes níveis de variabilidade ambiental, conduzindo a uma limitação de genótipos testados. Além disso, os sobreiros precisam de grande espaçamento entre as árvores na plantação.

2) Avaliação de variabilidade genética – 34 também foi considerado uma boa amostra, baseado em considerações focadas na ecologia do sobreiro, distribuição geográfica e arquitectura genética.

3) Meios humanos e materiais – o número de proveniências foi baseado nestes dois factores, sendo o custo total das ‘coleções’ limitado (Bariteau, 2003)

3.2.2. Recolha de Dados

As experiências de campo são meios para estimar os parâmetros genéticos de rasgos mensuráveis, mas não podem dar informação nem sobre que genes em particular e quantos deles estão implicados na adaptação, nem tão pouco se pode explicar a quantidade de variação fenotípica pela variação genética destes genes (Krutovskii & Neale, 2001). Neste estudo apenas se avalia a adaptabilidade, a variabilidade inter-proveniências e plasticidade fenotípica do crescimento em diâmetro e altura, a sobrevivência e a estrutura morfológica.

Como já se referiu, o ensaio foi instalado no ano de 1998. No ano 2000 foi avaliada a sobrevivência e o crescimento em altura das plantas instaladas. No ano de 2005, no período de Abril a Maio, foram de novo avaliados os crescimentos em altura (h) e os crescimentos em diâmetro a 10 cm de altura, $d_{0,10}$, bem como sobrevivência. Estes parâmetros, para além de permitir avaliar e comparar crescimentos das proveniências, são importantes na gestão do povoamento, porque, por um lado estão na base de outras avaliações, como sejam a determinação de áreas basais, altura dominante, volumes, acréscimos, etc., por outro lado são variáveis dendrométricas que definem o momento da aplicação do plano orientador de gestão, ou seja, as operações silvícolas a realizar (cortes culturais, como podas de formação e desbastes) de acordo com o desenvolvimento do povoamento, ou ainda definir o momento da retirada da cortiça a comercializar.

Para além dos parâmetros quantitativos referidos efectuou-se uma análise do ensaio com base em características qualitativas do fuste (vigor do fuste, rectitude do fuste e vigor da árvore) inclinação e dominância de cada uma das proveniências.

3.2.2.1. Variáveis dendrométricas

A altura é a distância vertical entre dois planos considerados, constituído juntamente com o dap (diâmetro à altura do peito), as características mensuráveis mais importantes da árvore (Marques, 1981).

Há vários tipos de alturas, a destacar a altura total (h), que vai desde o nível do solo à flecha; a altura do fuste (h_f), desde o nível do solo até à zona dos primeiros ramos vivos e a altura mercantil (h_m), que vai do cepo até um determinado diâmetro de despona (Marques, 1981).

A medição das alturas das árvores do ensaio foi efectuada com a vara telescópica. Neste caso a medição executou-se estendendo a vara até ao nível do topo da árvore, considerando como referência superior o gomo terminal. Quando as árvores apresentavam uma altura inferior a 1,42 m, altura mínima da vara telescópica, efectuava-se a medição com uma fita métrica aplicada numa vara de madeira e seguindo o mesmo critério.

Nos indivíduos com tronco pouco lenhificado e inclinados pelo vento, a medição da altura efectuou-se medindo o comprimento do “tronco” principal até ao gomo terminal. A leitura faz-se directamente na graduação marcada na vara.



Figura 3.4: Medição da altura total (h), com a vara telescópica.



Figura 3.5: Medição da altura total (h), com uma vara de madeira

O diâmetro mediu-se a 10 cm de altura do solo, $d_{0,10}$, em todas as árvores, com uma fita de diâmetros graduada em múltiplos de π . A fita de diâmetros proporciona uma leitura directa do diâmetro correspondente ao perímetro da secção em análise (Marques, 1981). Não se efectuaram medições dos diâmetros à altura do peito (130 cm) devido à maioria das árvores não satisfazerem esta condição.



Figura 3.6: Medição do diâmetro ($d_{0,10}$) a 10 cm do solo, com a fita graduada em múltiplos de π .

A sobrevivência é outro parâmetro avaliado neste estudo. É determinada como a proporção de árvores sobreviventes em cada unidade experimental (Aguiar *et al.*, 2000).

É um parâmetro que serve para avaliar a adaptabilidade das plantas às condições físicas locais (Nunes, 2004).

Segundo Cerrillo *et al.* (1996), a escassa sobrevivência e a falta de crescimento tem sido justificada pelo diferente temperamento e pela incapacidade desta espécie em se adaptar a condições de crescimento iniciais de insolação, o que implica que o estabelecimento inicial é o momento crítico para o êxito destas instalações. No nosso caso, como se verificará no ponto 5, o estabelecimento inicial foi bem conseguido, visto a sobrevivência total do ensaio ser de 68%, 7 anos depois da plantação.

3.2.2.2. Dados Morfológicos

As plantas de sobreiro instaladas no ensaio de proveniências da Quinta da Nogueira foram avaliadas qualitativamente de acordo com o protocolo estabelecido entre as Instituições que instalaram ensaios de proveniências no país, a saber o ensaio da Mata Nacional das Virtudes e o ensaio do Monte da Fava.

O método mais comumente utilizado para a análise morfológica das plantas consiste em atribuir uma pontuação subjectiva à árvore, ou seja, em fazer uma estimativa subjectiva sobre uma escala arbitrária. Este método, utilizado neste estudo, apresenta as vantagens óbvias de simplicidade, rapidez de medição e economia, permitindo deste modo avaliar um grande número de árvores (Grado *et al.*, 1999). Como desvantagens há que mencionar que a experiência do observador influencia as suas pontuações. É inevitável que as avaliações sejam relativas. Como exemplo, uma mesma árvore será considerada “pior” num povoamento de árvores com características óptimas na forma do fuste, ao contrário do que se crescer entre árvores com fustes sinuosos e torcidos, onde será considerada nestas condições considerada “melhor” (Grado *et al.*, 1999).

Os métodos que implicam medições são, relativamente aos anteriores, mais precisos, e dependem em menor escala de apreciações subjectivas, evitando a relatividade a respeito do povoamento em estudo, mas, em geral, levam mais tempo e consequentemente são mais dispendiosos (Grado *et al.*, 1999).

As características morfológicas avaliadas neste estudo são, como já se referiu, o fuste, a inclinação e a dominância. Relativamente ao fuste (F), foram avaliadas 3 características: o vigor (F1A), a rectitude (F2A) e o vigor da árvore (F3A). Consideramos o fuste como o eixo principal da árvore ou ramo que se diferenciará dos

restantes por ter maior vigor. A avaliação foi atribuída numa escala de 1 a 6 valores, para cada uma das características, onde o valor 1 é considerado o pior da parcela (neste caso do ensaio) e o valor 6 o melhor. No caso particular da rectidão do fuste teve-se em atenção a presença ou ausência de fustes sinuosos, torcidos e com diversas deformações (rectidão e cilindridade).

No que diz respeito à inclinação (INC), esta característica foi estimada pela observação directa do ângulo de inclinação do fuste relativamente à horizontalidade do solo. Avaliou-se também com pontuação de 1 a 6. O valor 1 foi atribuído aos exemplares com porte rasteiro e o valor 6 aos exemplares que possuam porte arbóreo, seguindo o mesmo critério.

No que se refere à dominância (DOM), esta característica foi avaliada igualmente com pontuações de 1 a 6. Esta característica refere-se ao crescimento contínuo do fuste ao longo dos anos, tendo sido avaliada de acordo com os seguintes aspectos morfológicos: existência de ramo principal, densidade de ramos no tronco e perda de guia principal, Ao maior número de perdas de guia é atribuída a menor nota.

4. METODOLOGIA DA ANÁLISE DE DADOS

4.1. VARIÁVEIS DENDROMÉTRICAS

As variáveis diâmetro e altura foram estatisticamente analisadas com o software SAS®/STAT (SAS INSTITUTE, 2004).

A análise de variância (ANOVA) foi o método utilizado para efectuar essa análise. Nesta abordagem estatística foram consideradas as 34 proveniências e os 30 blocos, sendo as variáveis os valores médios das características observadas (alturas e diâmetros), dos dois pares de proveniências por bloco, excepto da proveniência 32, onde se considerou a média dos quatro pares de árvores existentes em cada bloco.

A ANOVA permite a comparação entre parâmetros de mais do que duas populações (Guimarães, 1997). A partir da análise de dispersão total presente num conjunto de dados, a análise de variância permite identificar factores que deram origem a essa dispersão e avaliar a contribuição de cada um deles (Montgomery, 1991; Guimarães, 1997). Este método baseia-se no facto da variação entre valores ter, em parte, causas identificáveis ou até deliberadamente introduzidas permitindo a ANOVA decompor a variação total em parcelas atribuídas a variações definidas (Rodrigues, 2001). Ou seja, este método serve para estudar se uma determinada variável-resposta quantitativa, neste caso a altura ou o diâmetro, é ou não influenciada, em termos médios, pela variação de uma ou mais variáveis independentes, conhecidos por factores (Cadima, 1999).

A análise de variância só se aplica, em teoria, aos casos em que sejam satisfeitas os seguintes 3 pressupostos (Guimarães, 1997; Sem & Srivastava, 1997):

- Normalidade na sua distribuição;
- Homogeneidade na sua variância;
- Independência mútua, para tornar seguros os testes estatísticos.

Segundo Sem & Srivastava (1997), nestes pressupostos, os erros estão identicamente distribuídos e, caso o vector dos erros não seja normal, então o vector dos resíduos também não o é. Por outras palavras, as hipóteses podem ser validadas analisando os resíduos, que estimam o valor desses erros para as observações da amostra. Se os erros aleatórios tiverem distribuição normal, com variância homogénea e forem independentes, então os resíduos deverão ter, aproximadamente, essas características

(Cadima, 1999). Para se calcular os resíduos para um determinado tratamento, efectua-se a subtração da média do tratamento a cada observação (Montgomery, 1991).

Para se testar a normalidade, recorreu-se aos testes de normalidade disponíveis no software SAS®/STAT, nomeadamente o Shapiro-Wilk e o Kolmogorov-Smirnov. Além destes testes procedeu-se também à análise do gráfico de probabilidades normal dos resíduos studentizados. Os resíduos studentizados são a versão escalada dos resíduos que são obtidos pela divisão de cada resíduo ordinário por uma estimativa do seu desvio padrão.

O coeficiente de variação ($C.V = s / x * 100$) foi calculado para a média das alturas e dos diâmetros. Este coeficiente de variação fenotípica é uma medida de dispersão relativa por ser independente das unidades, o que permite testar até que ponto uma amostra biológica é mais variável para uma característica do que outra. Indica, neste caso, o grau de variabilidade (incluindo causas genéticas e ambientais) revelado por cada proveniência num dado local, sendo indicativo do nível de variabilidade da proveniência (Correia *et al*, 2004). Todos os testes foram efectuados para um nível de significância de 0,05 ($\alpha=0,05$). As médias são consideradas significativamente diferentes quando a probabilidade do erro associado ao teste é inferior a esse valor.

Para a comparação das alturas e dos diâmetros entre as proveniências usou-se a análise de variância a dois factores, sendo os factores a considerar o bloco (30 níveis) e a proveniência (34 níveis). As proveniências foram consideradas as variáveis de efeitos fixos, devido às comparações que se pretendem efectuar entre elas e os blocos considerados de efeitos aleatórios.

O seguinte modelo foi aplicado da mesma forma às alturas e aos diâmetros, respectivamente:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \epsilon_{ij} \quad (i = 1, 2, \dots, 34) \\ (j = 1, 2, \dots, 30)$$

Onde:

Y_{ij} – representa o valor da altura ou diâmetro (consoante a variável a estudar)

μ – média das populações

α_i – efeito do nível i do factor proveniência

β_j – efeito do nível j do factor bloco

ϵ_{ij} – erro aleatório da observação. O erro aleatório representa tudo aquilo que não é explicado pelas três parcelas anteriores na observação Y_{ij} .

As hipóteses a testar nesta análise são:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_{34} \quad \text{vs} \quad H_1: \exists i, j \text{ tal que } \mu_i \neq \mu_j$$

Em que μ representa o valor médio da proveniência, para a altura ou para o diâmetro. Deste modo coloca-se a seguinte questão: será que existem diferenças significativas entre as 34 proveniências?

Ao analisar os dados das alturas, verificou-se que não satisfaziam os pressupostos da análise de variância relativamente à normalidade. A transformação dos dados originais em $\sqrt{\text{alturas}}$ permitiu satisfazer esta condição, tendo sido testadas anteriormente várias transformações da variável dependente, entre as quais $1/\text{alturas}$, $1/\sqrt{\text{alturas}}$, optando-se finalmente pela transformação $\sqrt{\text{alturas}}$.

A verificação da homogeneidade da variância foi efectuada com o teste de Bartlett. Montgomery (1991), descreve este teste como uma abordagem estatística cuja distribuição da amostra é similar com a distribuição do qui-quadrado.

No caso dos diâmetros foram usados os dados originais, sem qualquer transformação, tendo sido validadas também as hipóteses do modelo.

Recorreu-se desta forma a uma abordagem paramétrica dos dados. Para esta análise recorreu-se ao PROCEDURE GLM, do software SAS®. O PROC GLM usa o método dos mínimos quadrados para ajustar os modelos lineares generalizados (SAS, 2004). Dentro dos métodos estatísticos disponíveis no PROC GLM encontram-se ainda, além da análise de variância, a regressão simples, a regressão múltipla, a regressão polinomial, a análise de covariância, a análise multivariada e correlação parcial (SAS, 2004). Dentro da ANOVA realizada pelo PROC GLM, efectuaram-se os dois testes, o LSD e o HSD (Teste de Tukey).

O primeiro teste é composto por duas etapas, na primeira das quais se analisa as médias através de uma análise de variância, obtendo-se o valor do teste F . Se o teste F não nos permite rejeitar a hipótese nula, ou seja, a hipótese de igualdade das médias, então as p médias são declaradas iguais e o teste termina (Silva, 1993). Se o valor F rejeita a hipótese nula passa-se à segunda etapa, em que, um a um, são testados todos os $p(p-1)/2$ pares de médias, usando o teste t para um nível de significância (Silva, 1993)., no nosso caso $\alpha \leq 0,05$.

Montgomery & Runger (2003) explica que quando a hipótese nula é rejeitada na ANOVA, nós sabemos que algum dos tratamentos ou factores são diferentes, no entanto, a ANOVA não identifica quais as médias que são diferentes, daí a utilização destes dois testes de comparação múltipla.

O método do LSD, ou mínima diferença significativa compara o par de médias com o valor LSD correspondente. Caso a diferença entre as médias exceda o valor do LSD, consideram-se significativamente diferentes, para um determinado nível de significância. Montgomery & Runger (2003) consideram o valor de LSD como:

$LSD = t_{\alpha/2, (n-a)} \sqrt{2MSE/n}$. Se o $|\bar{y}_i - \bar{y}_j| > LSD$ conclui-se que as médias μ_i e μ_j são diferentes. Nestas equações, i e j referem-se aos tratamentos, o n ao número de observações do tratamento, \bar{y} representa o valor da média do tratamento, MSE traduz o quadrado médio dos erros e o $n-a$ corresponde aos graus de liberdade, onde o n é o número total de observações e o a o número de tratamentos utilizados (Montgomery & Runger, 2003).

Por outro lado, realizou-se o método HSD (honest significant difference) ou teste Tukey (Silva, 1993), o qual se baseia na distribuição da amplitude studentizada e onde as médias são ordenadas e comparadas em primeiro lugar a maior e a menor.

Este método exige o uso de $q_\alpha(a, f)$ para determinar o valor crítico para todas as comparações de pares de médias, negligenciando a quantidade de médias existentes no grupo (Montgomery & Runger (2003). Assim, o teste Tukey considera que 2 médias são significativamente diferentes, se a diferença do valor absoluto da amostra exceder $T_\alpha = q_\alpha(a, f) S\bar{y}_i$, onde o $S\bar{y}_i = \sqrt{MSE/n}$. As variáveis representam o seguinte: q_α é a percentagem α superior de uma série studentizada de um grupo de médias, de tamanho a e f erros graus de liberdade. O $S\bar{y}_i$ representa o erro padrão de cada média. A destacar que existe só um valor crítico que é usado em todas as comparações (Montgomery & Runger, 2003).

Este teste é mais conservativo, atenuando a probabilidade de cometer erros do tipo I (rejeitar uma hipótese que deveria ser aceite) (Montgomery, 1991), conduzindo inevitavelmente a um aumento da dificuldade em detectar diferenças significativas, ou seja, aumenta o erro do tipo II (Silva, 1993).

Após a realização de ambos os testes, optou-se por expor apenas o LSD, visto o HSD, com o seu carácter mais conservativo, não ter permitido encontrar muitas diferenças significativas, havendo casos onde não se observaram mesmo quaisquer

diferenças. Montgomery (1991) considera que o LSD é um método muito efectivo para detectar diferenças reais nas médias, ainda que pequenas, quando usado na ANOVA com $\alpha=0,05$, daí também a nossa opção.

4.2. SOBREVIVÊNCIA

A regressão é uma das técnicas estatísticas mais potentes e de utilização mais frequente que tem por objectivo a inferência estatística e também analisar as relações lineares e não lineares envolvendo duas ou mais variáveis (Guimarães, 1997). Estabelece a relação existente entre uma variável resposta e uma ou mais variáveis independentes (Nunes, 2004).

Neste estudo, além das variáveis quantitativas analisadas, altura e diâmetro, foram também analisadas as variáveis qualitativas relativas à estrutura morfológica. A análise de sobrevivência é utilizada para descrever a análise de dados desde o tempo de origem até à ocorrência de algum evento particular, ou seja, a morte (Collett, 1994). A sobrevivência é considerada uma variável qualitativa do tipo categórico binário pois só admite duas categorias: vivo ou morto.

Na análise desta variável optou-se pela regressão logística porque do ponto de vista matemático é muito flexível e de fácil aplicação; do ponto de vista biológico permite uma interpretação frequentemente útil na análise dos factores que condicionam a variável resposta. Recorreu-se ao teste da razão de verosimilhança (L) que nos indica acerca da significância das variáveis em conjunto no modelo (é uma significância global) (Nunes, 2004).

Segundo Guimarães (1997), a ideia base do método da razão de verosimilhança consiste em seleccionar, entre todos os valores possíveis dos parâmetros populacionais, aqueles que tornem mais verosímil a ocorrência de uma amostra idêntica àquela que efectivamente se obteve. Este autor refere ainda que são precisamente os valores dos parâmetros que tornam máxima a probabilidade de ocorrência de uma amostra idêntica àquela que ocorreu.

Segundo Collett (1994), para dados fixos, quanto maior o valor da máxima verosimilhança, melhor será o ajustamento entre o modelo e os dados observados. A máxima verosimilhança para o modelo concebido é indicada por L, e a medida de ajustamento entre o modelo e os dados é $-2\log L$.

Sob a hipótese nula de β ser igual a zero, a estatística de base deste teste (-2LogL) segue uma distribuição χ^2 com n (número de variáveis) graus de liberdade. O valor de -2LogL resulta da comparação feita entre o modelo ajustado apenas com o termo constante (β_0) e o modelo contendo também as variáveis independentes, sendo considerada assim a sua presença no modelo (Collett, 1994). Estas variáveis serão significativas no modelo, para um nível de significância de 0,05, se a probabilidade associada ao valor calculado de -2LogL for muito pequena, querendo dizer que se rejeitará a hipótese nula de as variáveis não serem significativas.

No nosso caso, a sobrevivência do ensaio foi analisada segundo as variáveis explicativas, bloco e proveniência.

No tratamento de dados foi utilizado um modelo de regressão logística baseado na aplicação da transformação *logit* a uma proporção (Hosmer e Lemeshow, 1989 *cit.* Nunes, 2004), através do Procedimento CATMOD do software SAS®, sofrendo antes a transformação para uma variável indicatriz (“dummy”), ou seja, a categoria vivo passou a ser expressa por 1 e a categoria morta expressa por 0. O CATMOD é um modelo geral para a análise de variáveis categóricas, ajustando modelos lineares a funções de frequências de resposta (SAS Institute, 2004).

O PROC CATMOD realiza a modelação de dados categóricos que podem ser representados numa tabela de contingência. Pode ainda ser utilizado para modelação linear, modelação log-linear, regressão logística e análise de repetições. O PROC CATMOD fornece uma larga variedade de análise de dados categóricos, muitos dos quais são generalizações de métodos de análise de dados contínuos (SAS, 2004).

4.3. ANÁLISE DOS PARÂMETROS MORFOLÓGICOS

Como já foi referido na metodologia da recolha de dados a análise dos parâmetros qualitativos foi efectuada com base na classificação atribuída a cada uma das árvores vivas do povoamento experimental.

Consideraram-se 5 variáveis, denominadas F1A (vigor do fuste), F2A (rectitude do fuste), F3A (vigor da árvore), INC (inclinação) e DOM (dominância). Quando se dispõe de um considerável número de variáveis, é importante entender como estas variáveis se comportam e como se relacionam entre si.

De acordo com Ferreira (1996), os métodos estatísticos delineados para obter informações a partir destes conjuntos de dados, são denominados métodos de análise

multivariados. A análise multivariada pode ainda ser usada para converter uma série de características num índice, no qual a selecção das próximas árvores para propagação, por exemplo, possa ser feita (Ferreira, 1996).

A Análise Multivariada, MANOVA, permite comparar grupos utilizando mais do que uma variável dependente. Com esta análise consegue-se perceber a distância entre dois grupos relativamente a mais do que uma variável, daí o nome de multivariada. O procedimento do teste MANOVA implica que a cada indivíduo seja atribuída uma pontuação referente a duas ou mais variáveis. Essa pontuação é um vector. O vector médio é o centroide. O objectivo da MANOVA é definir se existem diferenças significativas entre os centroides de vários grupos (Ferreira, 1996).

A necessidade de compreensão das relações entre as diversas variáveis (fuste, inclinação e dominância) fez com que se recorresse neste estudo a uma análise multivariada. Segundo MacGarigal *et al.* (2000), esta análise tem vantagens que permitem uma melhor interpretação dos resultados. Essas vantagens são:

- 1- Reflectir com mais precisão a verdadeira natureza multidimensional e multivariada dos sistemas ecológicos naturais;
- 2- Fornecer um modo de ordenar um enorme número de dados, com grande número de variáveis, através da sumarização da redundância;
- 3- Fornecer regras para combinar as variáveis de uma maneira óptima;
- 4- Providenciar uma solução para um tipo de problema de comparação múltipla através do controle da taxa de erro da experiência;
- 5- Fornecer, para comparações posteriores, a significância estatística da relação entre as variáveis dependentes e independentes.
- 6- Fornecer uma maneira de detectar e quantificar padrões verdadeiramente multivariados que surgem da estrutura correlaccional do conjunto de dados.
- 7- Fornecer um meio de explorar conjuntos complexos de dados para padrões e relações das quais se podem gerar hipóteses e consequentemente testá-las experimentalmente.

Dentro da análise multivariada existem vários tipos de técnicas. As mais utilizadas na área da investigação ecológica são: as técnicas de ordenação (como a análise de componentes principais, PCA, a análise de correspondência canónica, CCA, e análise de redundância, RDA), a análise de clusters, a análise discriminante e a análise de correlação canónica.

Neste estudo, recorreu-se em primeiro lugar ao software SAS®, através do PROC GLM onde se fez uma análise de variância multivariada. Esta análise permite comparar grupos utilizando mais do que uma variável dependente.

Considerou-se, numa primeira fase, apenas as variáveis qualitativas/morfológicas. Deste modo tentou-se perceber como as cinco variáveis se relacionavam entre si, não tendo por base nenhum valor referente a crescimentos. Numa segunda fase, foram introduzidas as variáveis altura e diâmetros, para que se pudesse relacionar o crescimento das árvores com as variáveis qualitativas consideradas. Avaliaram-se todos os dados com o software CANOCO for Windows 4.1.

Neste software um diagrama de ordenação baseado no método de ordenação linear (PCA ou RDA), pode mostrar valores para amostra (representado por símbolos), espécies (representados por setas), variáveis ambientais quantitativas (representadas por setas) e variáveis nominais simuladas (representadas por pontos-centróides-correspondentes aos níveis individuais de um factor variável) (Lepš & Šmilauer, 2003).

Estes autores referem ainda que, no diagrama de ordenação, o círculo de contribuição de equilíbrio dispõe as posições esperadas das cabeças das setas das espécies, no nosso caso, das proveniências, sob a premissa de que as espécies particulares contribuem igualmente para a definição de todos os eixos de ordenação.

Setas apontando na mesma direcção correspondem a espécies que se prevê terem uma larga correlação positiva, visto que espécies com uma larga correlação negativa se prevêem ter setas em direcções opostas (Lepš & Šmilauer 2003).

Utilizaram-se neste estudo as técnicas de ordenação, nomeadamente a análise dos componentes principais (PCA) e a análise de redundância (RDA).

As técnicas de ordenação são empregues para quantificar as interrelações sob um grande número de variáveis independentes e explicar essas variáveis em termos de um pequeno conjunto (componentes). De entre as características mais importantes das técnicas de ordenação MacGarigal, *et al.* (2000) citam as seguintes:

1- Organização das entidades amostradas (ex.: espécies, locais, observações) ao longo de gradientes ecológicos contínuos;

2- Avaliação das relações dentro de um único conjunto de variáveis, não sendo feita qualquer tentativa de definir a relação entre um conjunto de variáveis independentes e um conjunto ou mais de variáveis dependentes;

3- Extracção dos gradientes de variação dominantes (isto é, os componentes principais), de unidades amostra de um conjunto de observações multivariadas; dá mais relevância à variação em si do que às semelhanças;

4- Redução da dimensão de um conjunto de dados multivariados através da condensação de um grande número de variáveis originais num pequeno conjunto de dados de pequenas dimensões (componentes) com uma perda mínima de informação;

5- Resumo da redundância dos dados ao repor entidades semelhantes em proximidade no espaço da ordenação e produzindo uma compreensão parcimoniosa dos dados, em termos de apenas alguns gradientes de variação dominantes;

6- Definição de novas variáveis compostas como combinações lineares de peso das variáveis originais;

7- Eliminação do ruído de um conjunto de dados multivariados ao recuperar padrões dos primeiros compostos de pequenas dimensões (por exemplo, componentes principais), deferindo o ruído para os eixos subsequentes.

4.3.1. Análise dos Componentes Principais (Principal Components Analysis- PCA)

A abordagem dos dados através da análise dos componentes principais, pressupõe condensar a informação contida nas variáveis originais, num conjunto de dados de pequenas dimensões (componentes) de modo a que haja uma perda mínima de informação. A PCA consegue isto através da criação de combinações lineares das variáveis originais, i.e. componentes principais, que são orientadas em direcções que descrevem a variação máxima acerca das entidades individuais amostradas (Afifi *et al.*, 1996; MacGarigal, *et al.*, 2000).

Por outras palavras, este procedimento maximiza a variância dos componentes principais. Ao fazê-lo, o procedimento organiza as entidades ao longo de gradientes contínuos definidos pelos principais componentes e procura descrever as fontes de maior variação dentro das variáveis (MacGarigal *et al.*, 2000)

Os dados devem consistir num único conjunto de duas ou mais variáveis contínuas, categóricas e/ou contáveis, não devendo existir distinção entre variáveis independentes ou dependentes (Afifi *et al.*, 1996; MacGarigal *et al.*, 2000;)

Os dados multivariados usados na PCA podem ser descritos como uma nuvem multidimensional de pontos de amostragem. Cada dimensão, ou eixo, do conjunto de dados é definido por um dos P variáveis originais. Cada ponto de amostragem tem uma

posição em cada eixo e por isso ocupa uma localização única neste espaço P-dimensões. Colectivamente todos os pontos de amostragem formam uma nuvem de pontos no espaço P-dimensões. Se a nuvem de pontos é concentrada numa certa direcção (ou seja, não esférica), como é habitualmente o caso, nós podemos projectar novos eixos (componentes principais) que definem a estrutura multidimensional dos dados em menos do que P-dimensões (MacGarigal *et al.*, 2000).

4.3.2 Análise de Redundância (Redundancy Analysis- RDA)

A análise de redundância é também uma técnica de ordenação muito similar à análise dos componentes principais. Difere desta por se tratar de um método de ordenação constrangida, contrariamente aos componentes principais, que é um método de ordenação não-constrangida (Lepš & Šmilauer, 2003). A análise de redundância define-se igualmente como um método de ordenação que procura as melhores variáveis explicativas, através também de componentes, enquanto que a análise dos componentes principais procura qualquer variável que melhor explique o conjunto de dados (Lepš & Šmilauer, 2003).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. CRESCIMENTO EM ALTURA

Os valores do teste de F para a análise de variância apresentada no Quadro 5.1, revelam existirem diferenças significativas entre o crescimento em altura quer entre proveniências, quer entre blocos ($p < 0,0001$ para ambas).

Quadro 5.1: Resultados da ANOVA para o crescimento em altura total (h).

| Fonte de variação | Graus de liberdade | Soma dos quadrados | Quadrado médio | Valor de F | Probabilidade |
|-------------------|--------------------|--------------------|----------------|------------|---------------|
| Proveniência | 33 | 176,5710155 | 5,35 | 2,64 | <0,0001 |
| Bloco | 29 | 470,9414179 | 16,24 | 8,02 | <0,0001 |
| Total | 928 | 2397,420063 | | | |

Uma vez que se verificaram diferenças significativas entre proveniências e entre blocos, efectuou-se o teste de comparações múltiplas, LSD, para determinar quais os pares de proveniências e blocos que diferem entre si. Na sua representação gráfica, as médias unidas por um traço não diferem significativamente do ponto de vista estatístico, para as condições em que o teste LSD foi realizado.

5.1.1. Crescimento médio em altura por proveniência

Numa primeira análise (ver quadro 5.2) os resultados do teste LSD revelam que as proveniências com maior crescimento médio em altura, nomeadamente as marroquinas, 24 (MA28), 25 (MA29), 26 (MA30) e 2 espanholas, 4 (ES8) e 3 (ES7), diferem significativamente das restantes. Este resultado está em concordância com Nunes (2004), num estudo idêntico realizado nos ensaios de proveniências estabelecidos na Mata Nacional das Virtudes e no Monte da Fava, onde as populações marroquinas possuíam os valores mais elevados para a altura por proveniência. As proveniências com menor crescimento médio em altura são as proveniências 9 (IT13), 7 (ES11), 33 (FR3), 11 (IT15) e 2 (ES6), que diferem também significativamente das restantes médias da população. Regista-se ainda que os valores extremos da população, proveniência 9 (IT13) e a proveniência 24 (MA28), diferem significativamente do resto da população.

Quadro 5.2: Significância das diferenças entre proveniências pelo teste de comparações múltiplas, LSD ($\alpha=0,05$), para a variável altura.

| Proveniência | Altura média (cm) | Comparação de médias |
|--------------|-------------------|----------------------|
| IT13 | 9 | 114 |
| ES11 | 7 | 122 |
| FR3 | 33 | 123 |
| IT15 | 11 | 125 |
| ES6 | 2 | 125 |
| TU33 | 29 | 129 |
| IT16 | 12 | 130 |
| FR2 | 32 | 130 |
| PT24 | 21 | 132 |
| PT35 | 20 | 134 |
| MA27 | 23 | 135 |
| PT22 | 18 | 136 |
| IT12 | 8 | 136 |
| TU32 | 28 | 137 |
| PT17 | 13 | 137 |
| PT23 | 19 | 138 |
| FR1 | 31 | 138 |
| ES10 | 6 | 139 |
| PTES25 | 35 | 139 |
| MA31 | 27 | 140 |
| PT19 | 15 | 140 |
| MA26 | 22 | 140 |
| IT14 | 10 | 141 |
| PT20 | 16 | 142 |
| AL34 | 30 | 143 |
| PT18 | 14 | 144 |
| PT21 | 17 | 146 |
| ES9 | 5 | 146 |
| ES5 | 1 | 147 |
| ES7 | 3 | 150 |
| ES8 | 4 | 153 |
| MA30 | 26 | 153 |
| MA29 | 25 | 154 |
| MA28 | 24 | 163 |

Média (\bar{X}) = 138 cm

Desvio Padrão (S) = 37.77

Coefficiente de Variação (C.V.) = (desvio padrão/média*100) = 0,274

O coeficiente de variação calculado foi de 27%. No gráfico 5.1 estão representados os valores médios das alturas para cada uma das proveniências. De facto, constata-se que algumas das proveniências marroquinas são as que possuem valores mais altos, contrariamente à proveniência italiana (IT13) e espanhola (ES11) que possuem os valores mais baixos para esta variável.

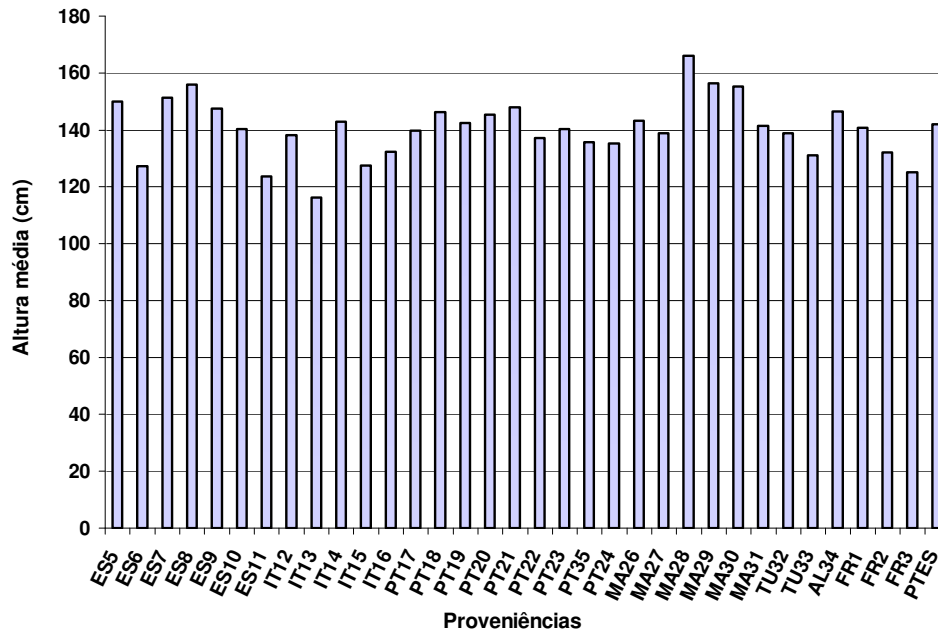


Gráfico 5.1: Altura média por proveniência, aos 7 anos.

5.1.2 Crescimento médio em altura por bloco

Relativamente ao crescimento médio em altura por bloco, numa primeira análise, verifica-se que os blocos cujas médias de alturas têm os valores mais elevados, nomeadamente os blocos 24, 20, 14, 23, 21, 22, 28, 25, 13, 3, 7 e 18, diferem significativamente das restantes médias da população (Quadro 5.3). Idêntica observação se pode fazer relativamente aos blocos cujas médias de alturas representam os valores mais baixos, nomeadamente os blocos 12, 9, 17, 16, 10, 4, 8, 15, 11, 19, 30, 29, 27 e 1. Este dois grupos de blocos devem estas diferenças significativas entre eles devido ao seu posicionamento no ensaio, relativamente à exposição, declive, etc., podendo dizer-se que a altura média das árvores é influenciada pelos factores ambientais a que se encontram sujeitas durante o seu crescimento. Além destas diferenças mais evidentes, existem ainda grupos homogêneos representados no Quadro 5.3, cujas médias não

diferem significativamente entre si, nomeadamente o grupo constituído pelos blocos 16, 10, 4, 8, 15, 11, 19, 30, 29, 27, 1, 2, 6, 5, 26, 18, 7 e 3, entre outros que se observam.

Quadro 5.3: Significância das diferenças entre blocos pelo teste de comparações múltiplas, LSD ($\alpha=0,05$), para a variável altura.

| Bloco | Altura média (cm) | Comparação entre médias |
|-------|-------------------|-------------------------|
| 12 | 92.5 | |
| 9 | 105 | |
| 17 | 111 | |
| 16 | 116 | |
| 10 | 119 | |
| 4 | 120 | |
| 8 | 121 | |
| 15 | 128 | |
| 11 | 130 | |
| 19 | 130 | |
| 30 | 131 | |
| 29 | 132 | |
| 27 | 133 | |
| 1 | 136 | |
| 2 | 139 | |
| 6 | 140 | |
| 5 | 140 | |
| 26 | 141 | |
| 18 | 142 | |
| 7 | 143 | |
| 3 | 143 | |
| 13 | 150 | |
| 25 | 150 | |
| 28 | 150 | |
| 22 | 151 | |
| 21 | 154 | |
| 23 | 159 | |
| 14 | 162 | |
| 20 | 172 | |
| 24 | 175 | |

Média (\bar{X}) = 141 cm

Desvio Padrão (S) = 37.77

Coefficiente de Variação (C.V.) = (desvio padrão/média*100) = 0,274

O coeficiente de variação calculado foi de 27%. No gráfico 5.2 estão representados os valores médios das alturas das plantas para cada um dos blocos, onde se verifica que os blocos 24, 20 e 14 são os que possuem plantas com os valores médios de altura mais elevados. O bloco 12 possui o valor médio de altura mais baixo para as plantas lá instaladas, seguido do bloco 9.

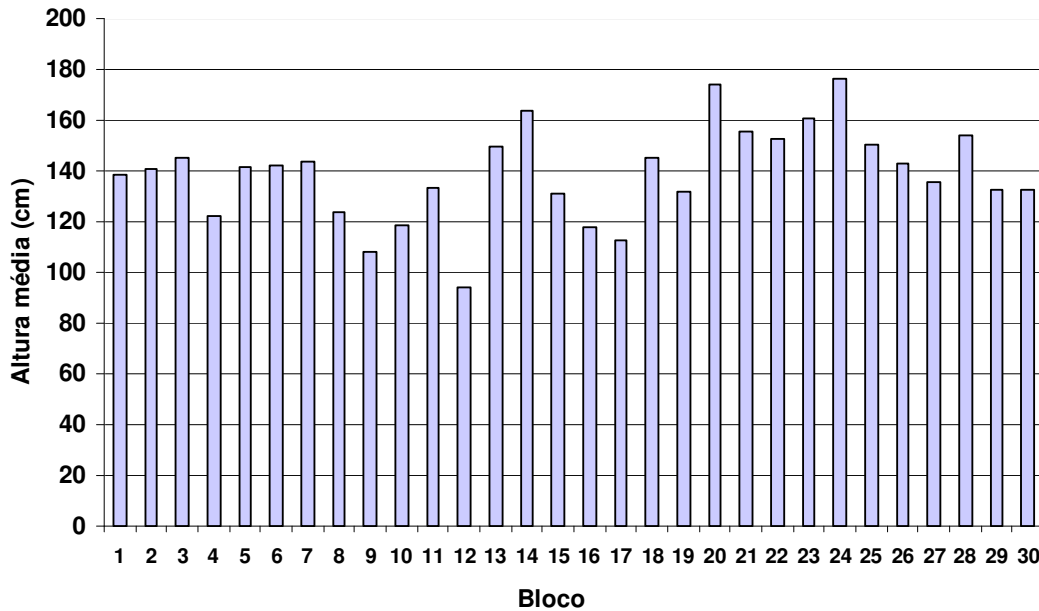


Gráfico 5.2: Altura média por bloco, aos 7 anos.

5.2. CRESCIMENTO EM DIÂMETRO

Os valores do teste F para a análise de variância apresentada no Quadro 5.4, revelam existirem diferenças significativas entre o crescimento médio em diâmetro ($d_{0,10}$) para as proveniências e para os blocos ($p < 0,0003$ e $p < 0,0001$, respectivamente).

Quadro 5.3: Resultados da ANOVA para crescimento em diâmetro $d_{0,10}$.

| Fonte de variação | Graus de liberdade | Soma dos quadrados | Quadrado médio | Valor de F | Probabilidade |
|---------------------|--------------------|--------------------|----------------|------------|---------------|
| Proveniência | 33 | 114.6047730 | 3.4728719 | 2.11 | 0.0003 |
| Bloco | 29 | 467.7817373 | 16.1304047 | 9.79 | 0.0001 |
| Total | 928 | 2005.146408 | | | |

Uma vez que se verificaram diferenças significativas entre proveniências e entre blocos, efectuou-se o teste de comparações múltiplas, LSD, para determinar quais os pares de proveniências e blocos que diferem entre si para esta variável.

5.2.1 Crescimento médio em diâmetro por proveniência

Pela análise efectuada ao crescimento médio em diâmetro por proveniência (ver Quadro 5.5), verifica-se que a proveniência 5 (ES9) difere significativamente das restantes médias da população, sendo a que possui o valor médio mais elevado para esta característica.

A proveniência 7 (ES11) difere também significativamente das restantes médias da população, sendo a que tem o valor médio de diâmetro mais baixo. As restantes médias não diferem significativamente entre si.

No gráfico 5.3 estão representados os valores dos diâmetros médios por proveniências, podendo verificar-se que os diâmetros variam entre 3 cm a 5 cm aproximadamente, sendo as proveniências espanholas 5 (ES9), 4 (ES8) e 3 (ES7) as que possuem maior diâmetro médio nas suas plantas, muito embora o crescimento em diâmetro $d_{0,10}$ destas duas últimas não possa ser considerado diferente das restantes.

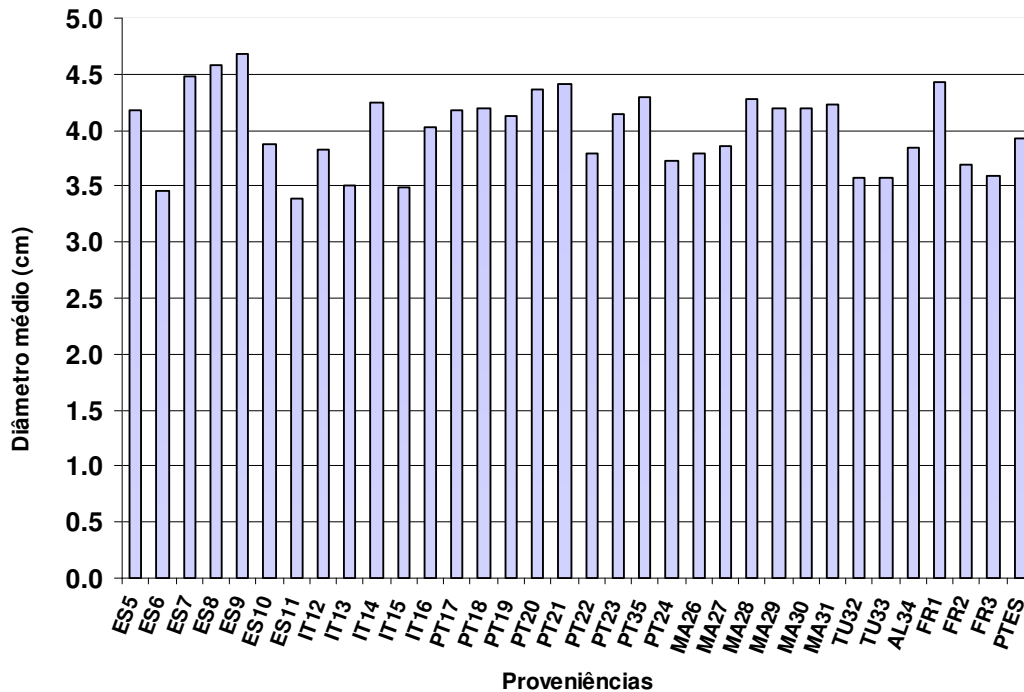


Gráfico 5.3: Diâmetro médio por proveniência, aos 7 anos.

Quadro 5.5: Significância das diferenças entre proveniências pelo teste de comparações múltiplas, LSD ($\alpha=0,05$), para a variável diâmetro.

| Proveniência | Diâmetro médio (cm) | Comparação entre médias |
|--------------|---------------------|-------------------------|
| ES11 | 7 | 3.40 |
| ES6 | 2 | 3.45 |
| IT15 | 11 | 3.50 |
| IT13 | 9 | 3.50 |
| TU33 | 29 | 3.57 |
| TU32 | 28 | 3.58 |
| FR3 | 33 | 3.60 |
| FR2 | 32 | 3.69 |
| PT24 | 21 | 3.72 |
| MA26 | 22 | 3.79 |
| PT22 | 18 | 3.79 |
| IT12 | 8 | 3.83 |
| MA27 | 23 | 3.86 |
| ES10 | 6 | 3.88 |
| PTES25 | 35 | 3.93 |
| AL34 | 30 | 4.12 |
| PT19 | 15 | 4.13 |
| PT23 | 19 | 4.14 |
| IT16 | 12 | 4.15 |
| ES5 | 1 | 4.17 |
| PT17 | 13 | 4.18 |
| MA29 | 25 | 4.19 |
| MA30 | 26 | 4.19 |
| PT18 | 14 | 4.19 |
| MA31 | 27 | 4.23 |
| IT14 | 10 | 4.25 |
| MA28 | 24 | 4.28 |
| PT35 | 20 | 4.29 |
| PT20 | 16 | 4.37 |
| PT21 | 17 | 4.41 |
| FR1 | 31 | 4.42 |
| ES7 | 3 | 4.48 |
| ES8 | 4 | 4.58 |
| ES9 | 5 | 4.69 |

Média (\bar{X}) = 4,01cm

Desvio Padrão (S) = 1,47

Coefficiente de Variação (C.V) = (desvio padrão/média*100) = 0,004

5.2.2. Crescimento médio em diâmetro por bloco

Numa primeira análise verifica-se que os blocos cujas médias de diâmetros têm os valores mais elevados, nomeadamente os blocos 20, 24, 21, 14, 23, 30, 22, 28, 7, 13 e 27, diferem significativamente das restantes médias da população. Idêntica observação se pode fazer relativamente aos blocos cujas médias de diâmetros constituem os valores mais baixos, nomeadamente os blocos 12, 17, 8, 9, 10, 16, 19, 4, 29, 11, 15, 2, 26, 6 e 5.

Este dois grupos devem estas diferenças significativas entre eles devido ao seu posicionamento no ensaio, relativamente à exposição, declive, etc., podendo dizer-se que o diâmetro médio das árvores é influenciado pelos factores ambientais a que se encontram sujeitas durante o seu crescimento.

Além destas diferenças mais evidentes, existem ainda grupos homogêneos representados no Quadro 5.6, cujas médias não diferem significativamente entre si, nomeadamente os blocos 17, 8, 9, 10, 16, 19, 4, 29, 11, 15, 2, 26, 6,5, 3, 18, 25 e 1, entre outros.

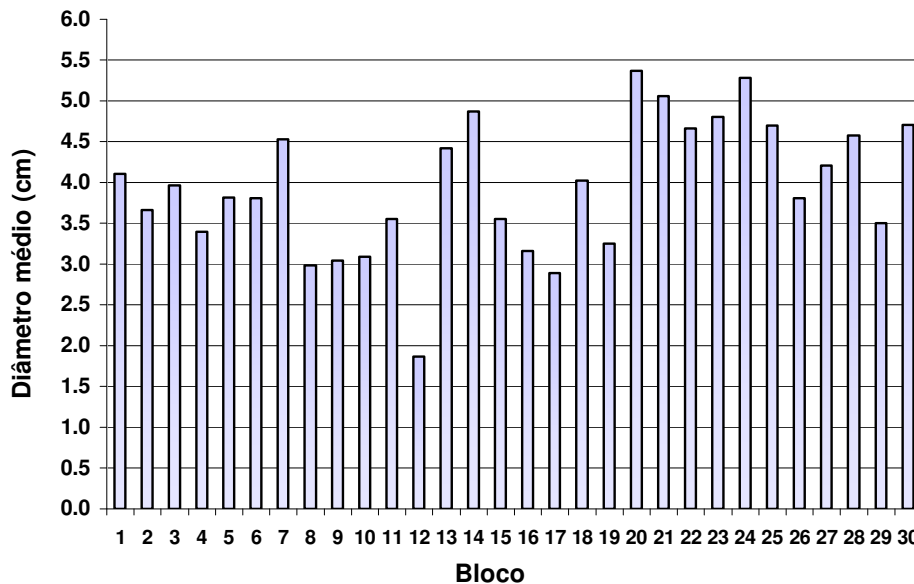


Gráfico 5.4: Diâmetro médio por bloco, aos 7 anos.

Quadro 5.6: Significância das diferenças entre blocos pelo teste de comparações múltiplas, LSD ($\alpha=0,05$), para a variável diâmetro.

| Bloco | Diâmetro médio (cm) | Comparação entre médias |
|-------|---------------------|-------------------------|
| 12 | 1.87 | |
| 17 | 2.89 | |
| 8 | 2.98 | |
| 9 | 3.04 | |
| 10 | 3.09 | |
| 16 | 3.16 | |
| 19 | 3.25 | |
| 4 | 3.40 | |
| 29 | 3.50 | |
| 11 | 3.55 | |
| 15 | 3.55 | |
| 2 | 3.66 | |
| 26 | 3.81 | |
| 6 | 3.81 | |
| 5 | 3.82 | |
| 3 | 3.96 | |
| 18 | 4.02 | |
| 25 | 4.08 | |
| 1 | 4.10 | |
| 27 | 4.20 | |
| 13 | 4.42 | |
| 7 | 4.53 | |
| 28 | 4.58 | |
| 22 | 4.66 | |
| 30 | 4.70 | |
| 23 | 4.80 | |
| 14 | 4.86 | |
| 21 | 5.06 | |
| 24 | 5.28 | |
| 20 | 5.37 | |

Média (\bar{X}) = 4,01

Desvio Padrão (S) = 1,47

Coefficiente de Variação (C.V) = (desvio padrão/média*100) = 0,004

5.3. RELAÇÃO ENTRE CRESCIMENTOS MÉDIOS EM ALTURA E DIÂMETRO

Na análise geral efectuada às alturas e aos diâmetros constata-se que existem diferenças entre proveniências para estas variáveis, ou seja, a proveniência é muito significativa. A altura ou diâmetro atingidos por uma determinada planta está relacionada com a sua proveniência.

A ocorrência de comportamentos significativamente diferentes entre as 34 proveniências para as alturas e diâmetros põe em evidência a existência de variabilidade que pode ser explorada com fins de selecção.

O crescimento em altura é uma característica, geralmente com heritabilidade baixa, ou seja, depende fortemente das condições ambientais. É de referir que as proveniências marroquinas são as que têm maior altura e as proveniências espanholas 5 (ES9), 4 (ES8) e 3 (ES7) as que possuem maior diâmetro médio nas suas plantas. Os elevados coeficientes de variação apresentados nas alturas indicia também a possibilidade de obter progressos genéticos a partir de selecções efectuadas nas proveniências. Nos gráficos 5.5 e 5.6, representam-se as relações existentes entre as alturas e os diâmetros médios para as proveniências e para os blocos, respectivamente.

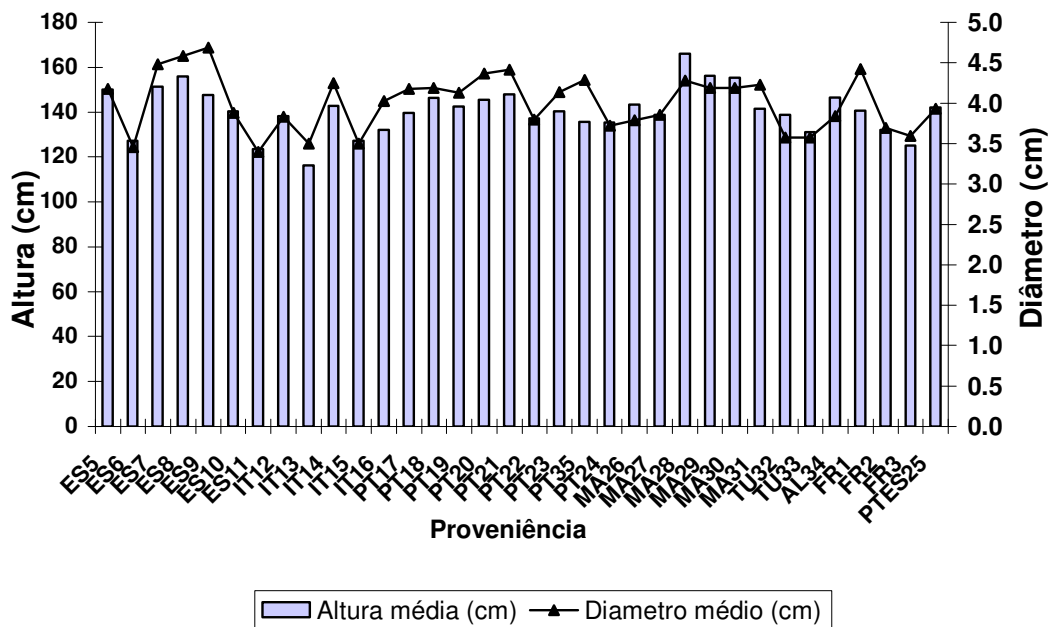


Gráfico 5.5: Crescimento médio em altura e diâmetro por proveniência, aos 7 anos.

Na análise do gráfico 5.5, verifica-se que existem determinadas proveniências, nomeadamente as espanholas ES7, ES8 e ES9 e as marroquinas MA28, MA29 e MA30, cujas alturas e diâmetros possuem os valores mais elevados.

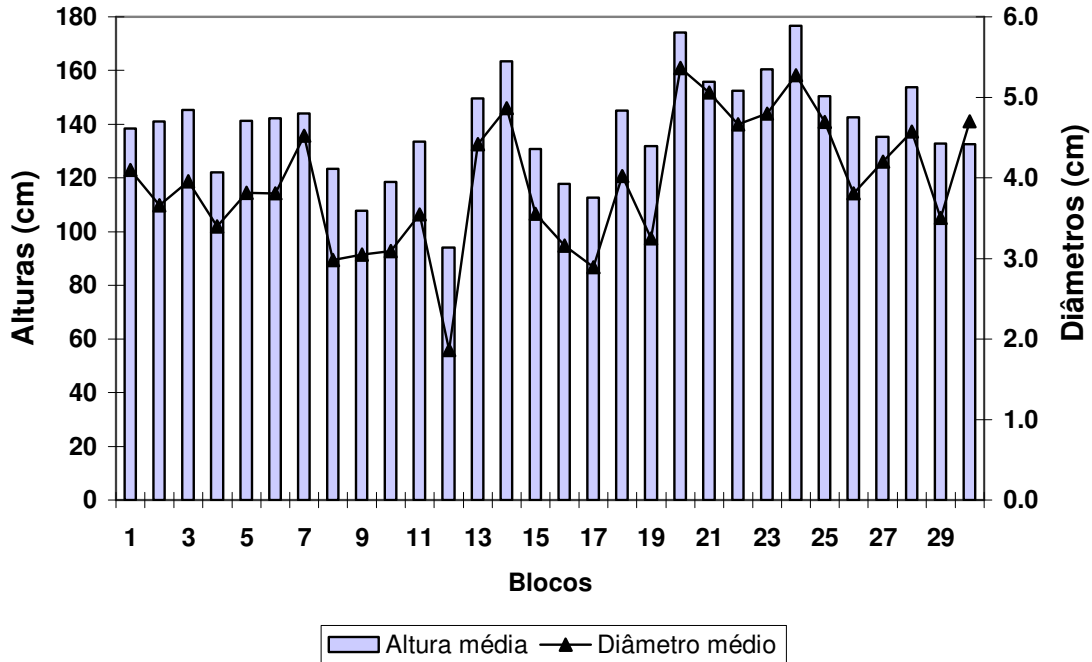


Gráfico 5.6: Alturas e diâmetros médios por bloco, aos 7 anos.

No gráfico 5.6 podem destacar-se os blocos 20 e 23, como os que possuem valores altos para a altura e para o diâmetro e o bloco 12 para os valores mais baixos das duas variáveis. Nos anexos III e IV encontram-se os valores das alturas e diâmetros, ordenados por proveniências e por blocos.

5.4. SOBREVIVÊNCIA

O ensaio de proveniências da Quinta da Nogueira apresenta no total uma taxa de sobrevivência de 68,02 %, correspondente a 2857 árvores vivas.

Pela análise da sobrevivência, verificou-se que o modelo ajustado foi pouco explicativo ($p < 0,0001$). Relativamente às variáveis proveniência e bloco, estas são altamente significativas no modelo ajustado ($p < 0,0027$ e $p < 0,0001$, respectivamente).

Quadro 5.7: Análise da variância para a sobrevivência

| Fonte de variação | Graus de liberdade | Soma dos quadrados | Probabilidade |
|-------------------------|--------------------|--------------------|---------------|
| Proveniência | 33 | 60,03 | 0,0027 |
| Bloco | 29 | 643,23 | <0,0001 |
| Likelihood Ratio | 957 | 1506,83 | <0,0001 |

Existem cinco proveniências que apresentam diferenças significativas, sendo elas: 4 (ES8), 19 (PT23), 24 (MA28), 25 (MA29) e 29 (TU33) (Anexo V, Quadro 1). Constata-se que as proveniências 19 (PT23), 24 (MA28) e 25 (MA29) diferem significativamente das restantes proveniências e estão associadas a uma grande probabilidade de sobreviver.

Por sua vez, as proveniências 4 (ES8) e 29 (TU33) diferem significativamente das restantes mas estão associadas a uma menor probabilidade de sobrevivência. No gráfico 5.7 apresentam-se os valores de sobrevivência para todas proveniências.

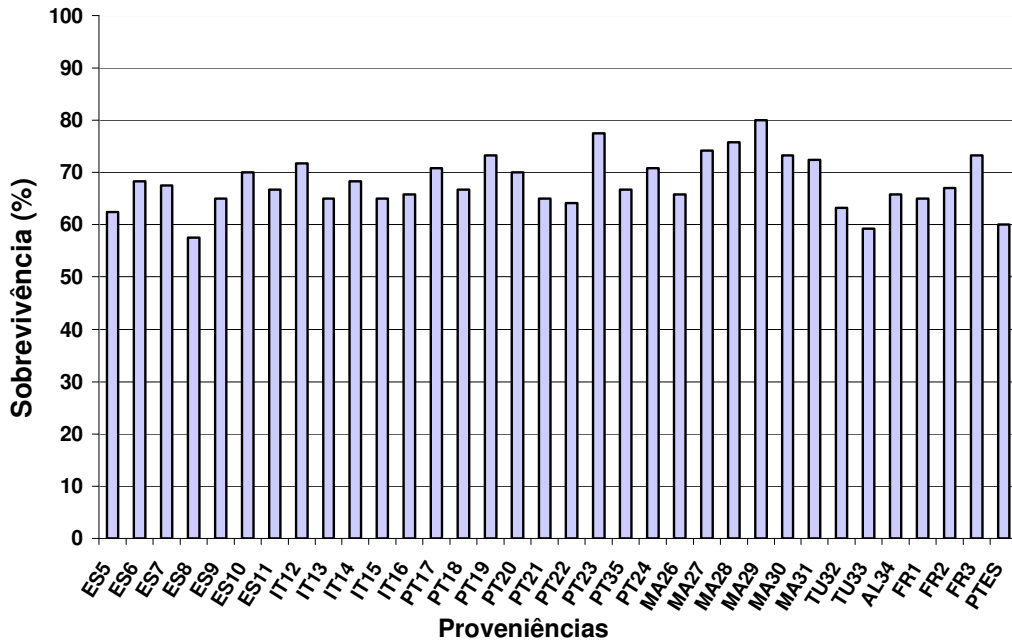


Gráfico 5.7: Taxa de sobrevivência por proveniência, aos 7 anos.

Relativamente à análise efectuada para o bloco (Anexo V, Quadro 2), todos os blocos apresentam, à excepção dos blocos 1, 2, 11 e 28, diferenças significativas. Os blocos onde as plantas têm maior probabilidade de sobreviver são o 4, 5, 7, 10, 13, 14, 15

16,17, 21, 22, 23 e 30. Por sua vez os blocos associados a uma menor probabilidade de sobrevivência são os blocos 8, 9,12, 18 e 20. O gráfico 5.8 indica a taxa de sobrevivência para todos os blocos do ensaio, onde se verifica que o bloco 12 tem claramente a pior taxa de sobrevivência, seguida do bloco 9.

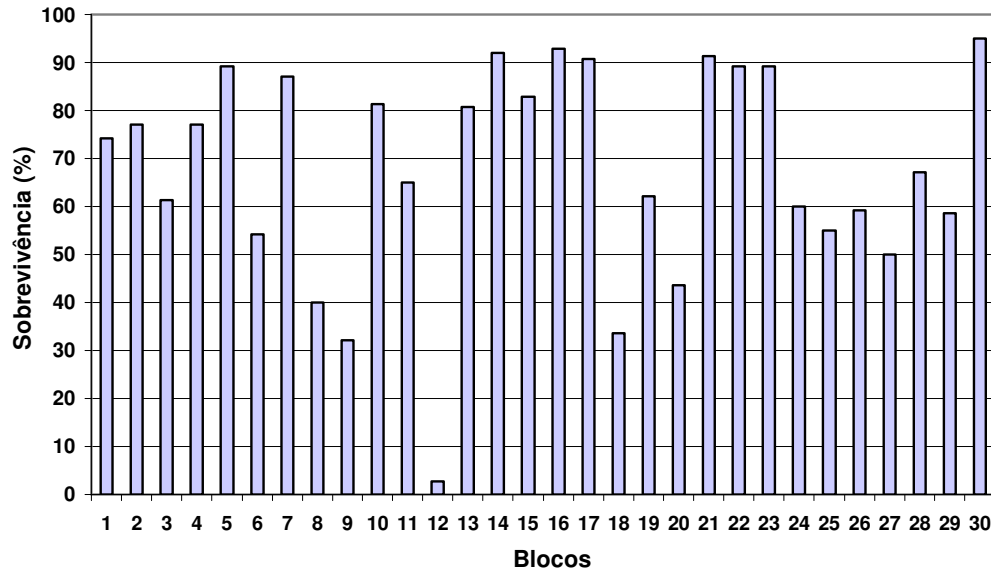


Gráfico 5.8: Taxa de sobrevivência por bloco, aos 7 anos.

Sendo a sobrevivência uma das formas de avaliar a adaptabilidade das árvores às condições edafo-climáticas locais, ao compararmos esta variável categórica relativamente às plantas das 34 proveniências, verificamos a influência que o ambiente exerce sobre elas.

As proveniências 25 (MA29), 19 (PT23) e 24 (MA28) apresentam uma taxa de sobrevivência de 80%, 77,5% e 75,8%, respectivamente. Consideram-se as plantas destas proveniências as melhor adaptadas ao ensaio, pois a sua probabilidade de sobreviver é maior.

A proveniência que apresenta uma taxa menor de sobrevivência é uma proveniência espanhola 4 (ES8), com 57,5%, seguida de uma proveniência tunisina 29 (TU33), com 59,2%.

Na análise efectuada a nível dos blocos, verificam-se diferenças muito significativas ao nível da sobrevivência para a maioria dos blocos, onde, por exemplo, no bloco 12 há apenas 2,8% de sobrevivência, no bloco 30 existe uma sobrevivência de 95%. Estes resultados podem dever-se à localização geográfica destes blocos dentro do

ensaio, ou seja, devido a diferenças ambientais, nomeadamente maior ou menor competição, com a vegetação arbustiva ou herbácea. Os valores da sobrevivência por proveniência e por bloco encontram-se no anexo VI.

No ano 2000, Patrício & Maia (2000) avaliaram neste ensaio os crescimentos em altura e a mortalidade. A mortalidade verificada nesse ano correspondeu a 115 árvores, o que perfaz 2,8% de mortalidade, ou seja, 97,2% de sobrevivência. As proveniências adaptaram-se às condições edafo-climáticas do ensaio. A análise estatística ao crescimento em altura revelou existirem diferenças significativas entre as diversas proveniências e blocos. A comparação de médias efectuada pelo Teste de Tukey evidenciou existirem diferenças significativas no crescimento em altura para os pares de proveniências estudados. Na actualidade, através deste estudo, também se constataram essas diferenças, apesar dos pares de médias terem sido comparadas pelo método LSD.

É interessante analisar a adaptabilidade ao longo dos anos, permitindo um estudo contínuo das proveniências ao longo das suas vidas.

5.5. PARÂMETROS MORFOLÓGICOS

Os valores do teste F para a análise de variância, revelam existirem diferenças significativas para a proveniência e para o bloco ($p < 0.0001$ em ambas) relativamente a todas as variáveis morfológicas estudadas (AnexoVII).

No quadro 5.8 apresentam-se os valores relativos aos coeficientes de correlação parciais existentes entre todos os parâmetros morfológicos analisados, onde se constata a maior correlação entre a variável F1A e F3A (0,963549), que são o vigor do fuste e o vigor da árvore, respectivamente.

Quadro 5.8: Coeficientes de correlação parciais entre as variáveis

| | F1A | F2A | F3A | INC | DOM |
|------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| F1A | 1.000000 | 0.772142 | 0.963549 | 0.844066 | 0.609888 |
| F2A | 0.772142 | 1.000000 | 0.801882 | 0.841412 | 0.584595 |
| F3A | 0.963549 | 0.801882 | 1.000000 | 0.868056 | 0.625005 |
| INC | 0.844066 | 0.841412 | 0.868056 | 1.000000 | 0.638221 |
| DOM | 0.609888 | 0.584595 | 0.625005 | 0.638221 | 1.000000 |

No tratamento dos dados efectuado através do software “CANOCO 4.1 for Windows”, obtiveram-se os gráficos que seguidamente se apresentam, relativos à análise multivariada de componentes principais e de redundância (PCA e RDA).

Optou-se pelos métodos lineares e não pelos métodos unimodais. Isto acontece em função do resultado da execução de uma DCA preliminar, onde se determina maior gradiente dos dados. A DCA revelou a existência de poucos gradientes (lineares), inferiores a 3 desvio padrões (Rubino & McCarthy, 2003). Logo, optou-se pela análise das componentes principais e de redundância.

De relembrar que as componentes principais são combinações lineares das variáveis originais, que representam gradientes de máxima variação dentro do conjunto de dados, com a particularidade da PCA ao ser realizada, eliminar o ruído num conjunto de dados. (Afifi *et al.*, 1996; McGarigal, *et al.*, 2000).

O primeiro eixo de ordenação da análise de componentes principais é responsável pela explicação da maior parte da variância encontrada. Esse eixo está relacionado principalmente com as variáveis inclinação (INC), vigor do fuste (F1A), rectitude do fuste (F2A) e vigor da árvore (F3A), como se pode constatar no gráfico 5.9.

Portanto, no primeiro eixo, temos uma melhoria das propriedades do fuste da esquerda para a direita do eixo. Assim, a componente principal é uma combinação linear sobretudo destas quatro variáveis.

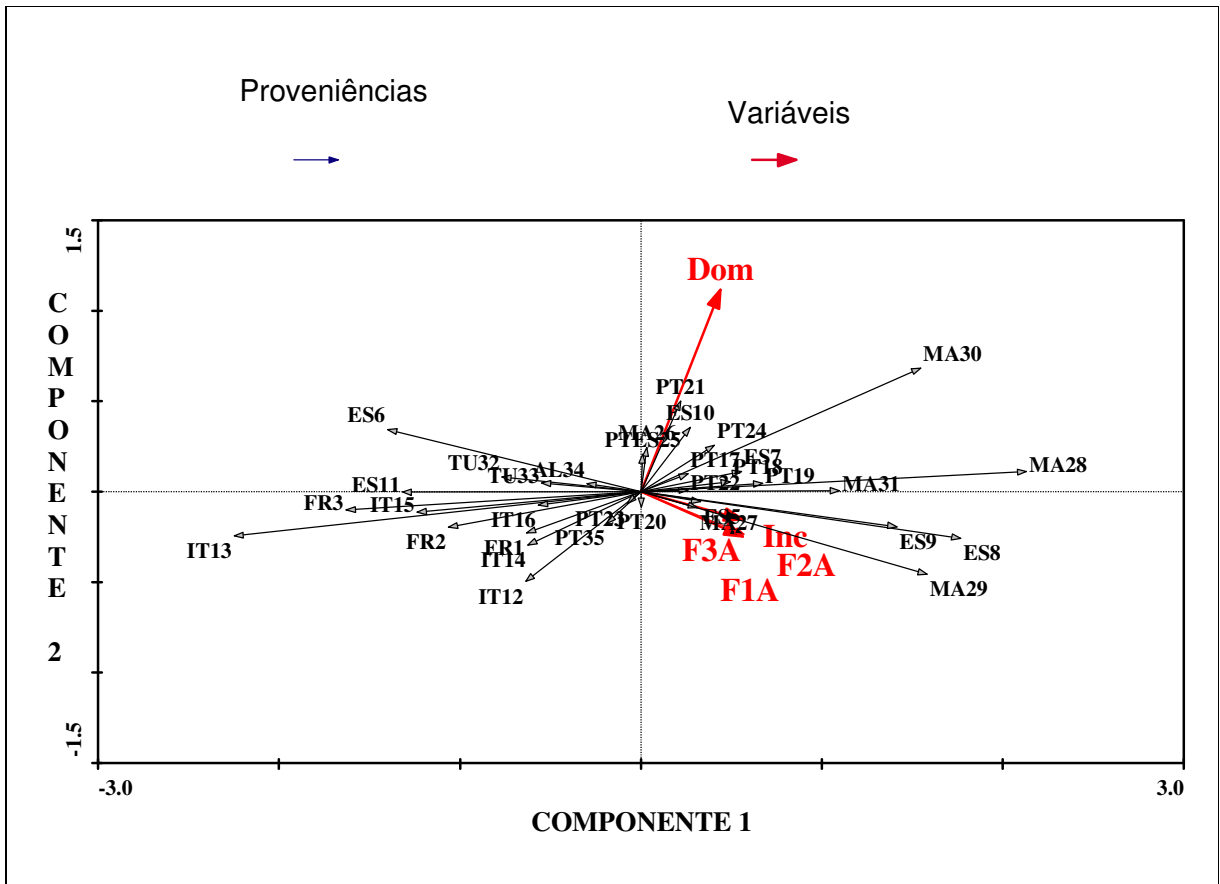


Gráfico 5.9: Triplot da análise das componentes principais.

Pode verificar-se, continuando a análise ao gráfico 5.9, que as proveniências que se encontram relacionadas com a primeira componente de forma relevante, ou seja, com melhores características do fuste são as marroquinas, MA28, MA29 e MA30, e as espanholas, ES8 e ES9. Pelo contrário, as proveniências ES6 e FR3 apresentam as piores características do fuste e as proveniências IT12 e IT13, apresentam a pior dominância. Associadas à segunda componente, encontram-se as proveniências MA30, PT21, ES10 e PT24, em certa medida.

As proveniências MA29, ES8 e ES9 apresentam um bom comportamento para as variáveis do fuste (F1A, F2A e F3A) e para inclinação (INC), o que demonstra que estas proveniências se caracterizam por um bom fuste com um ângulo de inclinação do fuste relativamente à horizontalidade do solo na proximidade dos 90°. Outras proveniências, nomeadamente ES6 e, em certa medida, as TU32, TU33 e AL34, já possuem um porte arbustivo, visto se encontrarem em direcções opostas às variáveis do fuste e à sua inclinação. A variável DOM está relacionada com as proveniências PT21, MA30 e ES10, o que revela a existência de uma guia principal, e por isso uma forma

bem lançada. A relação das proveniências IT12, IT13, IT14, FR1 e FR2 com a variável DOM, evidencia a perda de guia e a não existência de um ramo principal evidente nestas proveniências.

No gráfico 5.10 analisam-se as mesmas variáveis através duma RDA. É uma análise directa dos gradientes em que os eixos estão associados a variáveis.

Pode-se verificar que as proveniências ES8, ES9 e MA29 apresentam melhores fustes, visto terem uma boa resposta representada no gráfico, como se verifica pelas suas setas. Em certa medida e, devido ao ângulo realizado pelas setas de resposta das proveniências PT17, ES5 e MA31 com as variáveis do fuste, pode dizer-se que estas proveniências possuem também um bom fuste.

As proveniências MA28, MA31, PT19 e ES7 revelam uma boa rectitude do fuste, contrariamente às proveniências IT12, IT13, IT14, FR3, ES6 e ES11, cujo comportamento face a esta variável indiciam a presença de fustes torcidos e deformados nas árvores destas proveniências.

Este gráfico vem confirmar que as proveniências PT21 e MA30 têm dominância apical, como verificado no gráfico 5.9 e adir as proveniências MA28, MA29, ES8, que pela análise da redundância revelam uma dominância apical relevante.

As proveniências IT12, IT13, IT14 e FR3 continuam a ser as proveniências que evidenciam maior perda de guia e a não existência de um ramo principal, como constatado na análise das componentes principais.

As variáveis F1A e F3A (vigor do fuste e vigor da árvore, respectivamente), também se encontram altamente relacionadas entre si, de modo positivo, indicando que pode escolher-se apenas uma destas características da árvore, quando for necessário efectuar algum tipo de selecção através destas características.

As elações retiradas deste gráfico são semelhantes às referidas para o gráfico 5.9, visto ambas as técnicas de análise serem de ordenação e, conseqüentemente, terem resultados similares.

No gráfico 5.11 encontram-se representadas as variáveis dendrométricas, as variáveis morfológicas e as proveniências.

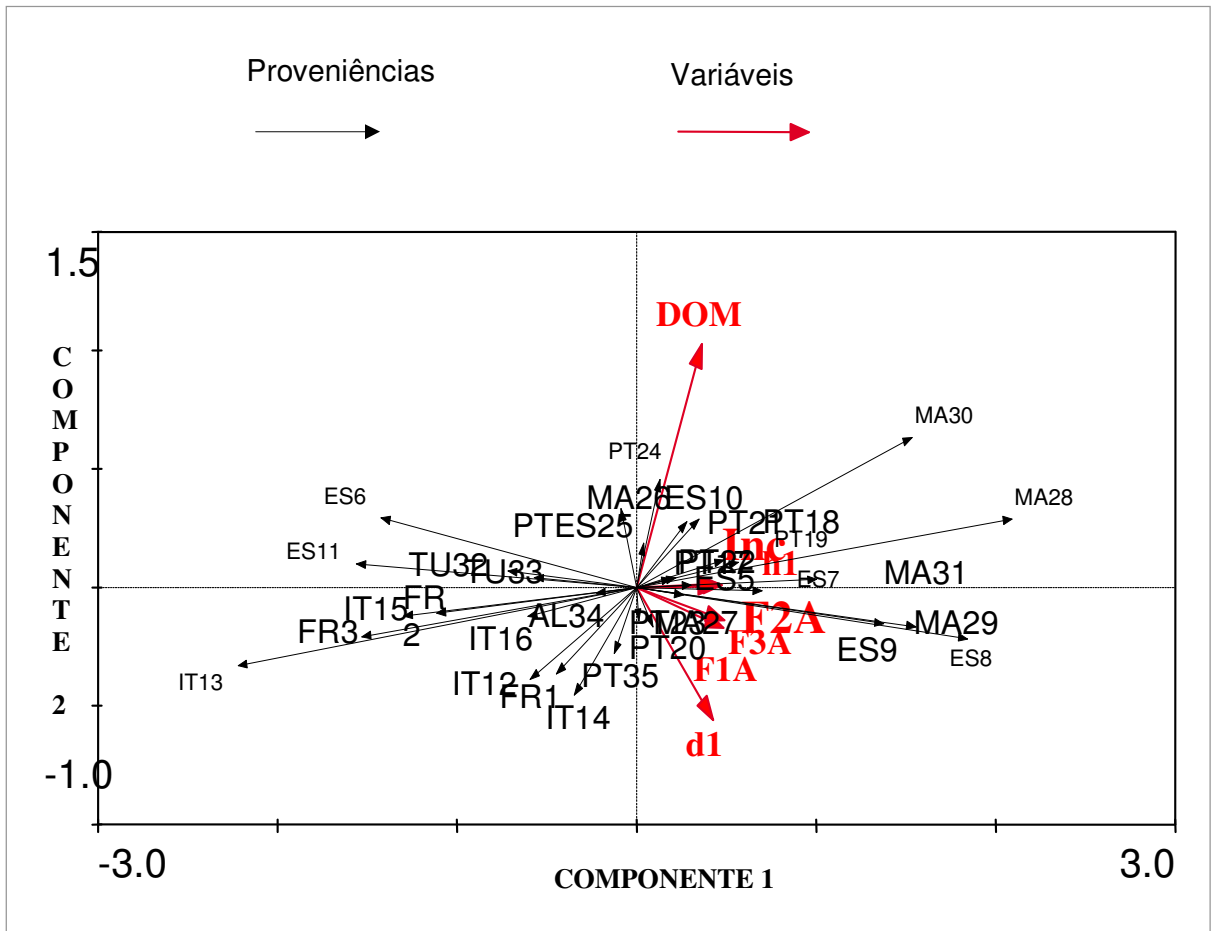


Gráfico 5.11: Triplot da Análise das Componentes Principais, com as alturas e diâmetros

Numa primeira abordagem verifica-se que as proveniências têm um comportamento similar ao demonstrado no gráfico 5.9, face às características do fuste, à dominância apical e à inclinação

Esta análise apenas difere da primeira análise efectuada através das componentes principais, porque agora se pode relacionar a altura e o diâmetro com as proveniências.

Verifica-se que a variável h1 está relacionada com as proveniências que registam o maior crescimento em altura, já verificado na análise efectuada no ponto 5.1, nomeadamente: MA28, MA30 e MA31. Contrariamente, as proveniências que apresentam pior crescimento em altura são IT13, ES11, FR3, IT15 e ES6.

No que respeita ao diâmetro, as proveniências ES8 e ES9 apresentam um crescimento em diâmetro relevante, contrariamente às proveniências ES6, ES11 que

apresentam pior crescimento em diâmetro, como também se verifica na análise do ponto 5.2.

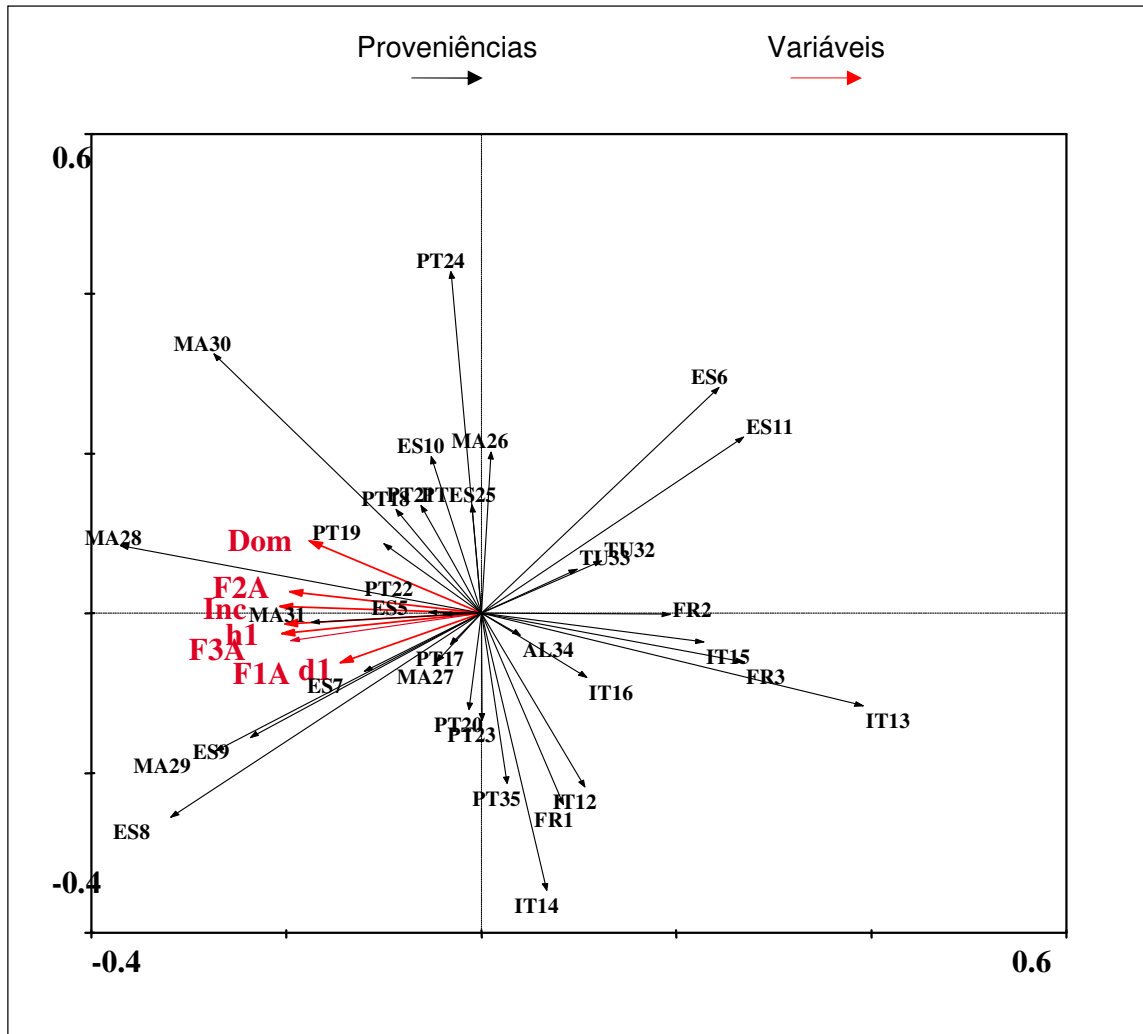


Gráfico 5.12: Biplot da Análise de Redundância, com as alturas e diâmetros.

No gráfico 5.12 realizou-se uma análise de redundância, recorrendo às mesmas variáveis do gráfico 5.11, ou seja, alturas, diâmetros e variáveis morfológicas, com o fim de se relacionarem com as proveniências.

Verifica-se que as proveniências MA28, MA30 e MA31 possuem um bom crescimento em altura.

Do mesmo modo, as proveniências que na análise já efectuada anteriormente possuíam o pior crescimento em altura, nomeadamente as IT13, IT15, FR2, FR3 e ES11, confirmam nesta análise, o seu fraco crescimento em diâmetro.

As proveniências ES7, ES8, ES9 evidenciam um bom crescimento em diâmetro. Constata-se existir uma relação próxima entre o vigor do fuste (F1A) e o diâmetro. As proveniências com piores crescimentos em diâmetro são as proveniências ES11, ES6, IT13 e IT14.

A representação gráfica da análise de componentes principais e da análise de redundância permitiu evidenciar o comportamento das proveniências no conjunto das variáveis estudadas, pondo em evidência as suas características morfológicas e cimentando a análise aos crescimentos em altura e diâmetro.

Os resultados da RDA reforçam e complementam os resultados da PCA. Estes resultados permitem avaliar a morfologia das proveniências, com vista à selecção das que possuem melhores características, nomeadamente vigor do fuste e dominância.

6. CONCLUSÕES

O ensaio de proveniências da Quinta da Nogueira apresenta resultados que revelam uma variabilidade ao nível da proveniência, quer ao nível do crescimento em altura e em diâmetro, quer ao nível da sobrevivência. A influência da origem das sementes evidencia-se também a nível morfológico, como demonstrado na análise multivariada efectuada. É sabido que em investigação florestal os resultados definitivos são difíceis de obter, em especial quando se trabalha com material jovem (Maia, 1988), no entanto, com base nos resultados obtidos, constatou-se o seguinte:

As proveniências que possuem maior crescimento médio em altura são as marroquinas, 24 (MA28), 25 (MA29), 26 (MA30) e 2 espanholas, 4 (ES8) e 3 (ES7), e com menor crescimento médio em altura são as proveniências 9 (IT13), 7 (ES11), 33 (FR3), 11 (IT15) e 2 (ES6).

Os blocos com crescimento médio em altura mais elevado são os blocos 24, 20, 14, 23 e 21. Relativamente aos blocos com crescimento médio em altura mais baixo, há a referir os blocos 12, 9, 17, 16 e 10.

No que respeita aos diâmetros, as proveniências 5 (ES9), 4 (ES8) e 3 (ES7) são as que possuem o valor médio mais elevado para esta característica. As proveniências 7 (ES11), 2 (ES 6), 11 (IT15) e 9 (IT13) são as que têm o valor médio de crescimento em diâmetro mais baixo.

Verifica-se que os blocos cujas médias de diâmetros têm os valores mais elevados são os blocos 20, 24, 21, 14 e 23. Contrariamente os que apresentam valores mais baixos são os blocos 12, 17, 8, 9 e 10.

O ensaio apresenta uma taxa de 68,02 % de sobrevivência, correspondente à presença de 2857 árvores vivas. As proveniências melhor adaptadas às condições edafo-climáticas de Mogadouro são as proveniências originárias de Marrocos, 25 (MA29) e 24 (MA28) e a portuguesa 19 (PT23) com taxas de sobrevivência de 80%, 75,8 % e 77,5%, respectivamente. As proveniências que apresentam uma menor sobrevivência são a espanhola 4 (ES8), com 57,5% e a tunisina 29 (TU33), com 59,2%, estando desta forma associadas a uma menor probabilidade de sobrevivência.

Os resultados obtidos encontram-se em concordância com os resultados apresentados por Nunes (2004), para as medições em altura que se efectuaram nos ensaios de proveniências instalados na Mata Nacional das Virtudes e no Monte Fava,

onde as proveniências que apresentam os valores mais elevados são também as marroquinas. A proveniência ES11 revelou para estes ensaios o valor mais baixo para o crescimento em altura. No ensaio de Mogadouro, esta população possuiu o segundo valor mais baixo para o crescimento em altura. Cita-se a esse propósito o que foi referido por Diaz-Fernandez *et al* (1995), que esta população é uma “reliquia” devido à sua estrutura genética. Jiménez (1999) classificou esta mesma população isoladamente, com marcadores izoenzimáticos.

A existência de diferenças significativas entre as populações, como se verificou neste estudo, demonstra a possibilidade de selecção, ao nível da proveniência, para florestação, acções de melhoramento e conservação genética (Correia *et al*, 2004).

Os ensaios instalados na Mata das Virtudes e do Monte Fava possuem uma sobrevivência inferior ao ensaio da Quinta da Nogueira, alcançando apenas uma taxa de sobrevivência de 25% na Mata das Virtudes e de 50% no Monte Fava. No entanto, a proveniência com valor de sobrevivência mais elevado na Mata das Virtudes é também a MA29, com 40,6%, o que está em concordância com os valores obtidos no ensaio de Mogadouro. No caso do ensaio do Monte Fava destacam-se as proveniências ES10 e PT17, com 77,5% e 73% de sobrevivência, respectivamente.

A análise multivariada veio complementar neste estudo, a análise efectuada pela ANOVA às variáveis dendrométricas, ou seja, permitiu analisar as proveniências tendo em conta parâmetros morfológicos importantes para a selecção de melhor proveniência.

Assim, analisaram-se variáveis relacionadas com o fuste, inclinação e dominância apical, as quais revelaram características inerentes à proveniência considerada.

Verifica-se que as proveniências com melhores características do fuste são as marroquinas, MA28, MA29 e MA30, e as espanholas, ES8 e ES9. Pelo contrário, as proveniências ES6 e FR3 apresentam as piores características do fuste e as proveniências IT12 e IT13, apresentam a pior dominância.

Outras proveniências, nomeadamente ES6 e, em certa medida, as TU32, TU33 e AL34, possuem um porte arbustivo, visto se encontrarem em direcções opostas às variáveis do fuste e à sua inclinação. As proveniências PT21, MA30 e ES10 revelam a existência de uma guia principal, e por isso uma forma bem lançada. As proveniências IT12, IT13, IT14, FR1 e FR2 evidenciam a perda de guia e a não existência de um ramo principal evidente.

Verifica-se que a variável h1 está relacionada com as proveniências que registam o maior crescimento em altura, nomeadamente: MA28, MA30 e MA31. Contrariamente, as proveniências que apresentam pior crescimento em altura são IT13, ES11, FR3, IT15 e ES6. No que respeita ao diâmetro, as proveniências ES8 e ES9 apresentam um crescimento em diâmetro relevante, contrariamente às proveniências ES6, ES11 que apresentam pior crescimento em diâmetro.

Apesar de haver conhecimento acerca dos resultados obtidos nestes 3 ensaios instalados em Portugal, apenas se poderão cumprir plenamente todos os objectivos deste programa de melhoramento quando for possível dispor de informação de todos os locais em que estão instalados ensaios deste tipo e de descendência, a qual será determinante para avaliar a interacção genótipo x ambiente e para fornecer indicações acerca de transferência de material reprodutivo entre regiões, número adequado de regiões de proveniência e estabilidade fenotípica (Correia *et al*, 2004). Por conseguinte é necessário manter o contacto com investigadores associados à rede internacional de ensaios.

Palmberg-Lerche (2001) enfatiza a necessidade e a obrigação de informar os políticos, os responsáveis das decisões e o público em geral, acerca das estratégias e metodologias disponíveis para responder aos desafios da conservação e ordenação genética, às prioridades e às prováveis consequências de não actuar neste campo.

Deste estudo interessa essencialmente extrair que a *Quercus suber* L. é uma espécie capaz de gerar populações muito diversas e com indivíduos diferenciados em que existe uma elevada variabilidade genética.

Espera-se que a conservação e utilização dos recursos genéticos florestais, através de material melhorado, possam, através de programas de melhoramento genético como este, contribuir para a manutenção da biodiversidade dos ecossistemas florestais.

Assim sendo, é necessário estar atento à escolha das populações a utilizar no futuro para acções de repovoamento, com vista a seleccionar os indivíduos que terão mais hipóteses de sucesso na sua adaptação e desta forma aumentar o potencial produtivo do sobreiro com especial relevo para a produção de cortiça e criar condições para o fornecimento abundante e regular de material reprodutivo de provada qualidade genética.

Para isso muito poderão contar os resultados da rede de ensaios de proveniências e descendência instalados na Bacia do Mediterrâneo e particularmente o ensaio de

Mogadouro, no que se refere ao Nordeste Transmontano, para selecção das melhores proveniências com vista às futuras arborizações desta Região com esta espécie.

BIBLIOGRAFIA

Afifi, A.A & Clark, V. (1996). *Computer-Aided Multivariate Analysis*. Third Edition. Chapman & Hall.

Agroconsultores & Coba (1991). *Carta de solos, Carta do uso actual da terra e carta de aptidão da terra do Nordeste de Portugal*. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Vila Real.

Aguiar, A.; Alpuim, M. ; Roldão, M. I. (1995). Ensaio de Proveniências de *Pinus pinaster* Ait. (Resultados Preliminares). *Silva Lusitana*, **3 (1)**: 53-63.

Aguiar, A.; Roldão, M. I. ; Esteves, I.; Baeta, J. (1999). Ensaio de Proveniências de *Pinus pinaster* Ait. Resultados de quatro anos de ensaio. *Silva Lusitana*, **7 (1)**: 39-47.

Aguiar, A.(2002). Melhorar a produtividade das espécies florestais. *Floresta e Ambiente*, **56**:26.

Albuquerque J. P. M. (1984). *Portugal, Atlas do Ambiente, Carta Ecológica*. Comissão Nacional do Ambiente. Escala 1:1000000. Lisboa.

Almeida, M.H. (1994). Resultados preliminares de ensaio de proveniências de *Eucaliptus globulus* Lábil em Portugal. *Revista Florestal*, **7**:3-30.

Almeida, M.H. (1996). Melhoramento genético da *Quercus suber* L.. *Simpósio “O sobreiro e a cortiça”*. 2-3 Maio. Instituto Superior de Agronomia. Lisboa. Pp. 1-9

Almeida, M. H.; Chambel, M. R., Henriques, J. L. ; Peixoto, M. ; Carvalho, V.; Martins, A. (1997). Estudo da variabilidade Genética do Sobreiro em Portugal em Pereira, H. (Ed.), *Sobreiro e Cortiça, European Conference of Cork oak and Cork, 5 – 7 May*. Lisboa. Pp. 237 – 247.

Alpuim, M.(1985). Programa de Melhoramento do Pinheiro Bravo. *Colectânea das comunicações apresentadas. Reuniões Técnico-científicas*. Ministério da Agricultura, Pescas e Alimentação. INIAER. Estação Florestal Nacional.

Alves, A.A.M. (1988). *Técnicas de produção florestal*. Instituto Nacional de Investigação Científica. 2º Edição. Lisboa.

Balsinhas, A. (2003). A defesa natural dos montados. *Floresta e Ambiente*, **60**: 5.

Bariteau (2003). III – Methods. *European network for the evaluation of genetic resources of cork oak for appropriate use in breeding and gene conservation strategies*. Handbook FAIR Edição Varela, MC 2003. Pp. 25 – 32.

Bellarosa, R. (2003). I – Introduction: Brief Synthesis of the Current Knowledge on Cork Oak. *European network for the evaluation of genetic resources of cork oak for appropriate use in breeding and gene conservation strategies*. Handbook FAIR Edição Varela, MC 2003. Pp. 11- 22.

Cadima, J. (1999). *A análise de variância*. Edição da AEISA, Instituto Superior de Agronomia, Lisboa.

Castriviejo, S., Laínz, M., López-González, G., Montserrat, P., Munõz Garmendia, F., Paiva, J. & Villar, L. (1990). *Flora Ibérica*. Volume II. Real Jardín Botánico, C.S.I.C. Madrid.

Catalan, G. (2003). IV- Collection of Material. *European network for the evaluation of genetic resources of cork oak for appropriate use in breeding and gene conservation strategies*. Handbook FAIR Edição Varela, MC 2003. Pp. 33-45.

Cerrillo, R.M.N. & Martínez Suárez, A. (1996). *Respuesta a la supervivencia y crecimiento de encina (*Quercus ilex*) y alcornoque (*Quercus suber*) en una repoblación situada en la comarca del andevalo occidental (Huelva) utilizando seis tipos diferentes de tubos protectores*. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes. Universidad de Córdoba.

Chambel M. R., Faria, C., Moura, S., Alves, L., Matos, A., Almeida, M.H. (1999). *Ensaio de proveniências de Quercus suber L.: primeiros resultados*. Instituto Superior de Agronomia. Universidade Técnica de Lisboa.

Collett, D.(1996). *Modelling Survival Data in Medical Research*. Chapman & Hall.U.K.

Cordeiro, S., Moreira, C., Ferreira, R.P., Carvalho, J.P.F. Carvalho, Pinto, T.M.S., Torres Pereira, J.M.G. (2001). Propagação Vegetativa por Estacaria do Sobreiro. *Silva Lusitana* **9 (2)**: 199-203.

Correia, A.V. & Oliveira, A.C. (1999). *Principais espécies florestais com interesse para Portugal. Zonas de influência mediterrânica*. Estudos e Informação nº318. Direcção-Geral das Florestas.

Correia, I., Almeida, H., Aguiar, A.(2004). Variabilidade do Crescimento e da Forma de Proveniências de *Pinus pinaster* Aiton aos 8 Anos, na Mata Nacional do Escaroupim. *Silva Lusitana* **12 (2)**: 151 – 182.

Cushman, S., McGarigal, K., Stafford, S. (2000). *Multivariate Statistics for Wildlife and Ecology Reseach*. Springer. New York.

Diaz-Fernandez, P.M.; Jimenez, M.P.S. ; Catalan, G. B.; Martin, S.A.; Gil, L. (1995). *Regiones de Procedência de Quercus suber* L. ICONA.

Direcção Geral de Desenvolvimento Rural (2001). *Estrutura de apoio técnico do RURIS Florestação de terras agrícolas. Intervenção do plano de Desenvolvimento Rural – RURIS*. Ficha Técnica. Lisboa.

Direcção Geral das Florestas (2001). *Inventário Florestal Nacional. Portugal Continental.3ª Revisão.1995-1998.Relatório Final*. Lisboa.

Direcção Geral das Florestas (2001). Acedido em Abril de 2004, em <http://www.dgf.min-agricultura.pt>

Direcção Geral dos Recursos Florestais (2003). Acedido em Março de 2006 em <http://www.dgrf.min-agricultura.pt>

Elena-Rosselló, J.A. & Cabrera, E. (1996). Isozyme Variation in Natural Populations of Cork-Oak (*Quercus suber* L.). Population structure, Diversity, Differentiation and Gene Flow. *Silvae Genetica*, **45** (4): 229-235.

Fabião, A. M. D. (1996). *Árvores e florestas*. 2ª Edição. Colecção EUROAGRO. Publicações Europa – América. Lisboa.

F.P.F.P (2000). Caderno Técnico do Sobreiro. Federação Produtores Florestais de Portugal.

Fernandes, A. M. C. (2001). *Avaliação de projectos implementados ao abrigo do Regulamento (CEE) N.º 2080/92, no Parque Natural de Montesinho*. Trabalho de fim de curso. Escola Superior Agrária. Instituto Politécnico de Bragança. Bragança.

Ferreira, D., (1996). *Análise Multivariada*. Ministério da Educação e do Desporto. Universidade Federal de Lavras. Departamento de Ciências Exactas. Lavras. Minas Gerais.

Franco, J.A. (1984). *Nova Flora de Portugal (Continente e Açores)*. Volume II, Edição do autor. Lisboa.

Gomes, A. L. (1999). O melhoramento genético na silvicultura portuguesa. *Floresta e Ambiente*, **47**: 5-7.

Grado, R.S, Diez-Barra, R., Miranda, R. (1999). Evaluación de la Rectitud del Fuste en seis precedências de *Pinus pinaster* Ait.. *Investigacion Agraria. Sistema de Recursos Forestales*, **8** (2): 263-278.

Guedes, M.L. (2001). *Avaliação de projectos instalados ao abrigo do Regulamento (CEE) N.º 2080/92, no Parque Natural de Montesinho*. Trabalho de fim de curso. Escola Superior Agrária. Instituto Politécnico de Bragança. Bragança.

Guimarães R. C. & Cabral J. A. S. (1997). *Estatística*. Edição Revista. McGraw – Hill. Lisboa.

Hora, A., Borges, C., Amaral, M.R. (1994). Montado de Sobro e Azinho: Que Futuro? *III Congresso Florestal. Figueira da Foz, 15-17 Dezembro*, **2**:244-252.

ICN (2006). Acedido em Abril de 2006 em [http:// www.icn.pt](http://www.icn.pt)

INMG (1991). *Normais climatológicas da região de “Trás-os-Montes e Alto Douro e Beira Interior”, correspondentes a 1951-1980*. O Clima de Portugal. Fascículo XLIX. Volume 3 – 3º Região. Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica. Lisboa.

Jesus, L., (2003). *Monografia do Quercus suber L.*. Relatório final de estágio. UTAD. Vila Real.

Jiménez, P. Agundéz, D., Alia, R Gil, L. (1999). Genetic variation in central e marginal populations of *Quercus suber* L.. *Silvae Genetica*, **48**: 278-284.

Krutovskii, K.V. & Neale, D.B. (2001). Forest Genomics for Conserving Adaptive Genetic Diversity. *Documentos de Trabajo de Recursos Genéticos Forestales, Documento de Trabajo RGF/3*. Servicio de Desarrollo de Recursos Forestales. Dirección de Recursos Forestales. FAO. Roma. Pp.7-9.

Lepš, J. & Šmilauer, P. (2003). *Multivariate Analysis of Ecological Data using CANOCO*. Cambridge University Press. United Kingdom.

Loureiro, A. M. (2005). *Apontamentos de silvicultura especial*. Série Didáctica. Ciências Aplicadas 267. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Vila Real.

Louro, V. (1994). Proveniências, uma exigência que urge respeitar. *Informação Florestal*, **5**: 4-7.

- Lumaret, R. (1995). *Quercus suber* genetic resources in France. In *Quercus suber* Network Report of the first two meetings, 1-3 December 1994 and 26-7 February 1995, Rome, Italy. (E.Frison, M.C. Varela and J.Turok compilers). IPGRI, Rome Italy. pp. 21-22
- Lumaret, R., Tryphon-Dionnet, M., Michaud, H., Sanuy, A., Ipotesi, E., Born, C., Mir, C. (2005). Phylogeographical Variation of Chloroplast DNA in Cork Oak (*Quercus suber*). *Annals of Botany* , **96**: 853-861.
- Maia, M. L. M. (1988). *A Silvicultura do Castanheiro na região de Trás-os-Montes. Resultados Preliminares*. Instituto Nacional de Investigação Agrária. Estação Florestal Nacional. Bragança.
- Marques, C.P. (1981). *Apontamentos de dendrometria*. Instituto Universitário de Trás-os-Montes e Alto Douro. Vila Real.
- Ministério da Agricultura (2001). *Florestação de terras agrícolas. Intervenção do Plano de desenvolvimento rural- Ruris*. Lisboa.
- Montero, G. & Cañellas, I. (1999). *Manual de Reflorestación y Cultivo de Alcornoque (Quercus suber L.)*. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- Montero, G. & Cañellas, I. (2003). Silvicultura de los Alcornocales en España. *Silva Lusitana* **11 (1)**: 1 – 19.
- Montgomery D. C. (1991). *Design and Analysis of Experiments*. Third Edition. Arizona State University. John Wiley & Sons.
- Montgomery D. C. & Runger, G.C. (2003). *Applied statistics and probability for engineers*. Third Edition. John Wiley & Sons.

Moreira, A.R.B. (2005). *Estudos de Floração e de Frutificação em Sobreiro (Quercus suber L.) num Montado de Sobro da Península de Setúbal*. Relatório do trabalho de Fim de Curso de Engenharia Florestal. Instituto Superior de Agronomia. Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa.

Natividade, J. V. (1990). *Subericultura*. 2ª Edição fac-similada da 1ª edição (1950) D.G.F. Lisboa.

Nunes, A.M. (2004). *Avaliação de testes genéticos da Quercus suber L.* Relatório de Fim de Curso de Engenharia Florestal. Universidade Técnica de Lisboa. Instituto Superior de Agronomia. Lisboa.

Nunes, A.M., Lourenço, M.J., Sampaio, T., Varela, M.C., Chambel, M.R., Faria, C., Pereira, J.S., Almeida, M.H. (2004). *Ensaio de Proveniência de Sobreiro (Quercus suber L.) – Resultados aos Cinco Anos*. Instituto Superior de Agronomia. Lisboa. Universidade Técnica de Lisboa.

Palmarev, E. (1989). Paleobotanical evidences of the tertiary history and origin of the mediterranean sclerophyll dendroflora. *Plant Systematics and Evolution* **162**: 93-107

Palmberg-Lerche, C. (2001). Conservación de la diversidad biológica forestal y de los recursos genéticos forestales. *Documentos de Trabajo de Recursos Genéticos Forestales*, Servicio de Desarrollo de Recursos Forestales. Dirección de Recursos Forestales. FAO. Roma. Pp.25-27.

Patrício, M.S.F. (1996). *Análise do crescimento da fase juvenil de um ensaio de densidade de varas numa talhadia de castanheiro*. Tese de Mestrado em Produção Vegetal. Instituto Superior de Agronomia. Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa.

Patrício, M.S.F & Maia, M.L.M (2000). *Análise do crescimento em Altura de um ensaio de proveniências de Quercus suber*. Escola Superior Agrária de Bragança. Instituto Politécnico de Bragança.

Pereira, J. S., Conceição, M., Rodrigues, J.M. (1999). As causas da mortalidade do sobreiro revisitadas. *Revista Florestal*, **Vol XII. 1 / 2**: 20-23.

Pereira, J. S., Silva, T., Correia, A.V. (2004). Florestas e alterações climáticas. O Futuro das florestas em Portugal. *Revista Ingenium* **2 (84)**: 60-63.

Pinto, A. T. (1998). *Instalação de um ensaio de proveniências de Quercus suber* L.. Trabalho de fim de curso de Gestão de Recursos Florestais. Escola Superior Agrária. Instituto Politécnico de Bragança. Bragança.

Pinto, T. M.S. (2002). *Descortiçamento em Quercus suber* L.. *Influência na Dinâmica Fotossintética*. Tese de Doutoramento em Engenharia Ambiental. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Vila Real.

Portaria nº 199/94 de 6 de Abril. *Diário da República nº 80/94 – Série I – B*. Ministério da Agricultura. Lisboa.

Portaria nº94-A/2001 de 9 de Fevereiro. *Diário da República nº 34 Suplemento – Série I – B*. Ministério da Agricultura do Desenvolvimento Rural e das Pescas. Lisboa.

Ribeiro, O, Lautensach, H., Daveau S. (1991). *Geografia de Portugal IV*. Edições João Sá da Costa. Lisboa.

Rubino, D.L. & McCarthy, B.C. (2003). Evaluation of coarse woody debris and forest vegetation across topographic gradients in a southern Ohio forest. *Forest Ecology and Management*, **183**: 221-238.

Rodrigues, P. A. (1998). *Elaboração de um projecto de arborização em Malta no âmbito do Regulamento (CEE) N.º 2080/92* Trabalho de fim de curso. Escola Superior Agrária. Instituto Politécnico de Bragança. Bragança.

Rodrigues, S. (2001). *Apontamentos de Delineamento Experimental*. Escola Superior Agrária. Instituto Politécnico de Bragança. Bragança.

Romano, A., Noronha, C., Caçorino, A.I. & Martins-Loução, M.A. (1992). Técnicas de propagação aplicadas ao melhoramento do sobreiro. *2º Encontro sobre os montados de Sobro e Azinho*. Évora.

Sánchez L. (1995). Present state of *Quercus suber* L. in Spain:proposal for the conservation of marginal populations. In: *Quercus suber Network Report of the first two meetings, 1-3 December 1994 and 26-7 February 1995*.Rome. Italy. (E.Frison, M.C. Varela and J.Turok compilers). IPGRI, Rome Italy. Pp. 14-20.

SAS Institute Inc. 2004. *SAS OnlineDoc® 9.1.3*. Cary, NC: SAS Institute Inc.

Sem, A.& Srivastava, M.(1997). *Regression Analysis. Theory, Methods and Aplocations*. Springer. New York.

Silva, M.E.C.M. (1996). *Contributo para o estudo da qualidade da cortiça. Avaliação das relações existentes entre parâmetros definidores da sua qualidade*. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Vila Real.

Silva M. J. M. (1993). Os métodos de comparação múltipla na análise estatística. *Comunicações. Série de Ciências Agrárias*. Instituto de Investigação Científica Tropical. Secretaria de Estado da Ciência e Tecnologia. Lisboa.

Silva, R. (2002). O montado de sobro em Portugal. Que futuro? *Investigação Agrária*. Instituto Nacional de Investigação Agrária. Lisboa, **6** :16-17.

Sousa, M.C.S. (2005). *Gene conservation of autochthonous oaks in the Iberian Península*. Relatório do trabalho de Fim de Curso de Engenharia Florestal. Instituto Superior de Agronomia. Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa.

Torres, J.R. (1979). *Arboles y Arbustos de la España Peninsular*. 1ª Edição. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Madrid.

Tutin, T. G.; Heywood, V. H.; Burges, N. A.; Moore, D. M.; Valentine, D. H.; Walters, S. M. e Webb, D. A. (1993). *Flora Europaea*. Volume 1. Londres. Reino Unido. Cambridge University Press.

Varela, M.C. (1993). Poderá a Morte do Sobreiro (*Quercus suber* L.) Estar Relacionada com a Erosão Genética? *Silva Lusitana*, **1 (1)**: 25-34

Varela, M.C. & Eriksson, G. (1995). Multipurpose Gene Conservation in *Quercus suber*- a Portuguese example. *Silvae Genetica* **44 (1)**: 28- 37.

Varela, M.C. (1999). Conservação de recursos genéticos florestais. *Congresso de Melhoramento genético/Melhoramento florestal*. IAAS. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Vila Real. Pp: 27-34.

Varela, M. C. (2003). *European network for the evaluation of genetic resources of cork oak for appropriate use in breeding and gene conservation strategies*. Handbook FAIR Edição Varela, MC 2003.

Varela, M.C., Muhs, H., Wuelisch, G. (2003). Perspectives: Assessment of the trials; implications of the Project for practical conservation and use of cork oak genetics resources. *European network for the evaluation of genetic resources of cork oak for appropriate use in breeding and gene conservation strategies*. Handbook FAIR Edição Varela, MC 2003. Pp. 97- 115.

Wright, J. W. (1976). *Intruduction to Forest Genetics*. Academic Press, Inc., New York.

Zobel, B. & Talbert J. (1984). *Applied Forest Tree Improvement*. John Wiley & Sons. Inc. New York.

Zobel, B.& Jett, J.B. (1995). *Genetics of Wood Production*. Springer-Verlag. Berlin Heidelberg. Alemanha.

ANEXOS

ANEXO I

LEGISLAÇÃO PORTUGUESA DE PROTECÇÃO AO SOBREIRO

(Adaptado de Jesus, 2003)

A) Material de Repovoamento

- Decreto-Lei n° 239/ 92, de 29 de Outubro – Transpõe a Directiva n° 66/404/CEE, de 14 de Junho e respectivas alterações face à comercialização de materiais florestais de reprodução;
- Portaria n°134/94, de 4 de Março e Portaria n°79/89, de 19 de Fevereiro, aprova o regulamento da comercialização dos materiais florestais de produção;
- Portaria 135/94, de 4 de Março. Aprova o regulamento de certificação de sementes;
- Portaria n° 946/95, de 1 de Agosto. Obriga à certificação da qualidade morfológica das plantas até à publicação do catálogo nacional previsto no regulamento de comercialização dos materiais florestais de produção;
- Portaria n°918/98, de 21 de Outubro. Aprova o regulamento de admissão de material de base e da comercialização de material de reprodução de sobreiro. Revoga as Portarias n° 975/95, de 11 de Agosto e 78/98, de 19 de Fevereiro.

B) Preparação do Terreno

- Decreto-Lei n° 139/89, de 28 de Abril. Determina que carecem de licença municipal as acções de destruição do revestimento vegetal que não tenham fins agrícolas e as acções que conduzam à alteração do relevo natural e das camadas do solo arável, exceptuando aquelas que, estando sujeitas a regime legal específico, se encontrem devidamente aprovadas, autorizadas ou licenciadas pelas entidades competentes;
- Decreto-Lei n°93/90, de 19 de Março. Aprova o novo regime da Reserva Ecológica Nacional (REN);
- Decreto-Lei n°316/90, de 13 de Outubro. Prevê a intervenção do Ministério do Ambiente e Recursos Naturais na gestão da REN;
- Decreto-Lei n° 213/92, de 12 de Outubro. Altera o Decreto-Lei n°93/90;

- Decreto-Lei nº 79/95, de 20 de Abril. Altera o artigo 3º do Decreto-Lei nº 93/90, relativo à integração e exclusão de áreas da REN;
- Decreto-Lei nº 168/2001, de 25 de Maio. Estabelece o tipo de mobilizações de solo que não são permitidas no montado de sobro.

C) Manutenção da área do sobreiro

- Decreto-Lei nº 169/2001, de 25 de Maio. Estabelece medidas de protecção aos montados de sobro.

D) Exploração Florestal

- Decreto-Lei nº 169/2001, de 25 de Maio. Estabelece um perímetro do tronco, medido sobre a cortiça, a 1,30 m do solo, para a realização da desbóia e a altura máxima de descortiçamento.

E) Regimes e modos de Tratamento dos montados de sobro

- Decreto-Lei nº 169/2001, de 25 de Maio. Estabelece os casos possíveis de exploração do sobreiro em regime de talhadia.

F) Pragas e doenças que atacam o montado de sobro

- Decreto-Lei nº 11161, de 19 de Outubro de 1925. Protecção fitossanitária. Apenas estão em vigor os artigos 6º e 7º relativos às sanções por incumprimento de pagamentos de tratamentos realizados pelo Estado;
- Decreto-Lei nº 13658, de 22 de Maio de 1927. Protecção da riqueza florestal do País. Aplicável o artigo 24º, relativo a prevenção e combate a pragas e doenças, sendo os tratamentos obrigatórios para os proprietários das matas afectadas;
- Decreto-Lei nº 154/94, de 28 de Maio. Regulamenta a circulação, exportação e importação de produtos vegetais e institui certificados fitossanitários;
- Portaria 344/94, de 1 de Junho – Regulamenta o Decreto-Lei nº 154/94;




- Decreto-Lei nº 735/94, de 12 de Agosto. Altera os anexos II, V e VI da Portaria 344/94;
- Portaria 1024/95, de 21 de Agosto. Adita um artigo à Portaria nº344/94
- Decreto-Lei nº 14/99, de 12 de Janeiro. Actualiza o novo regime fitossanitário, que cria e define as medidas de protecção fitossanitária destinadas a evitar a introdução e dispersão no território nacional e comunitário de organismos prejudiciais aos vegetais e produtos vegetais, já a sua origem ou proveniência.

G) Incêndios florestais nos montados de sobreiro

- Decreto Regulamentar nº55/81, de 18 de Dezembro; Decreto Regulamentar nº 67/85, de 22 de Outubro; Decreto Regulamentar nº36/88, de 17 de Outubro. Concretizam as responsabilidades das diferentes entidades com competência nos incêndios florestais;
- Decreto-Lei nº 139/88, de 22 de Abril. Regime de rearboreção das áreas percorridas por incêndio florestais;
- Decreto-Lei nº 180/ 89, de 30 de Maio. Estabelece o mesmo tipo de medidas que o Decreto-Lei nº139/88, de 22 de Abril para as áreas protegidas.




ANEXO II

LEGENDA:

-  2 árvores vivas
-  2 árvores mortas
-  1 árvore viva

Blocos 1,2,3,4,6,18,19,26,27,29 e 30.




LEGENDA:

-  2 árvores vivas
-  2 árvores mortas
-  1 árvore viva




Blocos 8,9,10 e 12

Blocos 13, 14,15 e 21

LEGENDA:

-  2 árvores vivas
-  2 árvores mortas
-  1 árvore viva

LEGENDA:

-  2 árvores vivas
-  2 árvores mortas
-  1 árvore viva

**Blocos 5,7, 11,
16, 17, 20,
22, 23,
24, 25 e 28**

ANEXO III

Quadro 1: Valores médios de alturas para proveniências, em cm.

| Proveniência | | Altura média |
|---------------|-----------|--------------|
| ES5 | 1 | 150.12 |
| ES6 | 2 | 127.23 |
| ES7 | 3 | 151.40 |
| ES8 | 4 | 156.00 |
| ES9 | 5 | 147.58 |
| ES10 | 6 | 140.35 |
| ES11 | 7 | 123.59 |
| IT12 | 8 | 138.17 |
| IT13 | 9 | 116.26 |
| IT14 | 10 | 142.82 |
| IT15 | 11 | 127.37 |
| IT16 | 12 | 132.24 |
| PT17 | 13 | 139.74 |
| PT18 | 14 | 146.32 |
| PT19 | 15 | 142.54 |
| PT20 | 16 | 145.43 |
| PT21 | 17 | 147.84 |
| PT22 | 18 | 137.20 |
| PT23 | 19 | 140.38 |
| PT35 | 20 | 135.69 |
| PT24 | 21 | 135.22 |
| MA26 | 22 | 143.32 |
| MA27 | 23 | 138.92 |
| MA28 | 24 | 165.98 |
| MA29 | 25 | 156.26 |
| MA30 | 26 | 155.37 |
| MA31 | 27 | 141.36 |
| TU32 | 28 | 138.83 |
| TU33 | 29 | 131.05 |
| AL34 | 30 | 146.53 |
| FR1 | 31 | 140.76 |
| FR2 | 32 | 132.04 |
| FR3 | 33 | 125.05 |
| PTES35 | 35 | 142.03 |

Quadro 2: Valores médios de alturas para os blocos, em cm.

| Bloco | Altura média |
|--------------|---------------------|
| 1 | 138.52 |
| 2 | 141.02 |
| 3 | 145.36 |
| 4 | 122.14 |
| 5 | 141.25 |
| 6 | 142.17 |
| 7 | 144.00 |
| 8 | 123.40 |
| 9 | 107.83 |
| 10 | 118.57 |
| 11 | 133.52 |
| 12 | 94.17 |
| 13 | 149.65 |
| 14 | 163.42 |
| 15 | 130.82 |
| 16 | 117.73 |
| 17 | 112.65 |
| 18 | 145.21 |
| 19 | 132.02 |
| 20 | 174.08 |
| 21 | 155.84 |
| 22 | 152.43 |
| 23 | 160.45 |
| 24 | 176.60 |
| 25 | 150.51 |
| 26 | 142.69 |
| 27 | 135.31 |
| 28 | 153.92 |
| 29 | 132.93 |
| 30 | 132.67 |

ANEXO IV

Quadro 1: Valores médios de diâmetros para proveniências, em cm.

| Proveniência | | Diâmetro médio |
|--------------|----|----------------|
| ES5 | 1 | 4.17 |
| ES6 | 2 | 3.45 |
| ES7 | 3 | 4.48 |
| ES8 | 4 | 4.58 |
| ES9 | 5 | 4.69 |
| ES10 | 6 | 3.88 |
| ES11 | 7 | 3.40 |
| IT12 | 8 | 3.83 |
| IT13 | 9 | 3.50 |
| IT14 | 10 | 4.25 |
| IT15 | 11 | 3.50 |
| IT16 | 12 | 4.03 |
| PT17 | 13 | 4.18 |
| PT18 | 14 | 4.19 |
| PT19 | 15 | 4.13 |
| PT20 | 16 | 4.37 |
| PT21 | 17 | 4.41 |
| PT22 | 18 | 3.79 |
| PT23 | 19 | 4.14 |
| PT35 | 20 | 4.29 |
| PT24 | 21 | 3.72 |
| MA26 | 22 | 3.79 |
| MA27 | 23 | 3.86 |
| MA28 | 24 | 4.28 |
| MA29 | 25 | 4.19 |
| MA30 | 26 | 4.19 |
| MA31 | 27 | 4.23 |
| TU32 | 28 | 3.58 |
| TU33 | 29 | 3.57 |
| AL34 | 30 | 3.84 |
| FR1 | 31 | 4.42 |
| FR2 | 32 | 3.69 |
| FR3 | 33 | 3.60 |
| PTES | 35 | 3.93 |

Quadro 2: Valores médios de diâmetros para os blocos, em cm.

| Bloco | Diâmetro médio |
|--------------|-----------------------|
| 1 | 4.10 |
| 2 | 3.66 |
| 3 | 3.96 |
| 4 | 3.40 |
| 5 | 3.82 |
| 6 | 3.81 |
| 7 | 4.53 |
| 8 | 2.98 |
| 9 | 3.04 |
| 10 | 3.09 |
| 11 | 3.55 |
| 12 | 1.87 |
| 13 | 4.42 |
| 14 | 4.86 |
| 15 | 3.55 |
| 16 | 3.16 |
| 17 | 2.89 |
| 18 | 4.02 |
| 19 | 3.25 |
| 20 | 5.37 |
| 21 | 5.06 |
| 22 | 4.66 |
| 23 | 4.80 |
| 24 | 5.28 |
| 25 | 4.70 |
| 26 | 3.81 |
| 27 | 4.20 |
| 28 | 4.58 |
| 29 | 3.50 |
| 30 | 4.70 |

ANEXO V

Quadro 1: Resultados do Teste da razão da verosimilhança para a proveniência.

| Proveniência | Estimativa | Erro Padrão | Qui-quadrado (X^2) | Pr > X^2 |
|--------------|------------|-------------|------------------------|------------|
| 1 | -0.3319 | 0.2123 | 2.44 | 0.1179 |
| 2 | 0.00379 | 0.2202 | 0.00 | 0.9863 |
| 3 | -0.0458 | 0.2188 | 0.04 | 0.8341 |
| 4 | -0.6038 | 0.2084 | 8.40 | 0.0038 |
| 5 | -0.1911 | 0.2152 | 0.79 | 0.3745 |
| 6 | 0.1051 | 0.2233 | 0.22 | 0.6378 |
| 7 | -0.0948 | 0.2175 | 0.19 | 0.6629 |
| 8 | 0.2096 | 0.2268 | 0.85 | 0.3556 |
| 9 | -0.1911 | 0.2152 | 0.79 | 0.3745 |
| 10 | 0.00379 | 0.2202 | 0.00 | 0.9863 |
| 11 | -0.1911 | 0.2152 | 0.79 | 0.3745 |
| 12 | -0.1432 | 0.2163 | 0.44 | 0.5078 |
| 13 | 0.1569 | 0.2250 | 0.49 | 0.4856 |
| 14 | -0.0948 | 0.2175 | 0.19 | 0.6629 |
| 15 | 0.3177 | 0.2309 | 1.89 | 0.1689 |
| 16 | 0.1051 | 0.2233 | 0.22 | 0.6378 |
| 17 | -0.1911 | 0.2152 | 0.79 | 0.3745 |
| 18 | -0.2385 | 0.2141 | 1.24 | 0.2654 |
| 19 | 0.6086 | 0.2442 | 6.21 | 0.0127 |
| 20 | -0.0948 | 0.2175 | 0.19 | 0.6629 |
| 21 | 0.1569 | 0.2250 | 0.49 | 0.4856 |
| 22 | -0.1432 | 0.2163 | 0.44 | 0.5078 |
| 23 | 0.3733 | 0.2332 | 2.56 | 0.1094 |
| 24 | 0.4882 | 0.2383 | 4.20 | 0.0405 |
| 25 | 0.8018 | 0.2549 | 9.89 | 0.0017 |
| 26 | 0.3177 | 0.2309 | 1.89 | 0.1689 |
| 27 | 0.2631 | 0.2288 | 1.32 | 0.2502 |
| 28 | -0.2854 | 0.2132 | 1.79 | 0.1806 |
| 29 | -0.5144 | 0.2094 | 6.03 | 0.0141 |
| 30 | -0.1432 | 0.2163 | 0.44 | 0.5078 |
| 31 | -0.1911 | 0.2152 | 0.79 | 0.3745 |
| 32 | -0.0704 | 0.1566 | 0.20 | 0.6531 |
| 33 | 0.3177 | 0.2309 | 1.89 | 0.1689 |
| 34 | 0.53042 | - | - | - |

Quadro 2: Resultados do Teste da razão da verosimilhança para o bloco.

| Bloco | Estimativa | Erro Padrão | Qui-quadrado (X²) | Pr > X² |
|--------------|-------------------|--------------------|-------------------------------------|------------------------------|
| 1 | 0.1558 | 0.1936 | 0.65 | 0.4210 |
| 2 | 0.3553 | 0.2031 | 3.06 | 0.0802 |
| 3 | -0.4510 | 0.1753 | 6.62 | 0.0101 |
| 4 | 0.5319 | 0.2131 | 6.23 | 0.0125 |
| 5 | 1.2279 | 0.2688 | 20.87 | <.0001 |
| 6 | -0.7508 | 0.1716 | 19.14 | <.0001 |
| 7 | 1.0195 | 0.2491 | 16.74 | <.0001 |
| 8 | -1.3412 | 0.1744 | 59.12 | <.0001 |
| 9 | -1.6905 | 0.1824 | 85.92 | <.0001 |
| 10 | 0.5791 | 0.2160 | 7.19 | 0.0073 |
| 11 | -0.2941 | 0.1785 | 2.71 | 0.0995 |
| 12 | -4.4997 | 0.4931 | 83.27 | <.0001 |
| 13 | 0.5319 | 0.2131 | 6.23 | 0.0125 |
| 14 | 1.5720 | 0.3077 | 26.11 | <.0001 |
| 15 | 0.6777 | 0.2225 | 9.28 | 0.0023 |
| 16 | 1.6756 | 0.3211 | 27.24 | <.0001 |
| 17 | 1.3881 | 0.2859 | 23.58 | <.0001 |
| 18 | -1.6243 | 0.1805 | 80.98 | <.0001 |
| 19 | -0.4201 | 0.1758 | 5.71 | 0.0169 |
| 20 | -1.1910 | 0.1725 | 47.69 | <.0001 |
| 21 | 1.4766 | 0.2960 | 24.88 | <.0001 |
| 22 | 1.2279 | 0.2688 | 20.87 | <.0001 |
| 23 | 1.2279 | 0.2688 | 20.87 | <.0001 |
| 24 | -0.5121 | 0.1742 | 8.64 | 0.0033 |
| 25 | -0.7214 | 0.1718 | 17.62 | <.0001 |
| 26 | -0.5424 | 0.1738 | 9.74 | 0.0018 |
| 27 | -0.9266 | 0.1711 | 29.33 | <.0001 |
| 28 | -0.1967 | 0.1811 | 1.18 | 0.2775 |
| 29 | -0.5424 | 0.1738 | 9.74 | 0.0018 |
| 30 | 3.0571 | - | - | - |

ANEXO VI

Quadro 1: Sobrevivência do ensaio de *Quercus suber* L., por proveniência (em percentagem %).

| Proveniência | | Sobrevivência |
|--------------|----|---------------|
| ES5 | 1 | 62,5 |
| ES6 | 2 | 68,3 |
| ES7 | 3 | 67,5 |
| ES8 | 4 | 57,5 |
| ES9 | 5 | 65,0 |
| ES10 | 6 | 70,0 |
| ES11 | 7 | 66,7 |
| IT12 | 8 | 71,7 |
| IT13 | 9 | 65,0 |
| IT14 | 10 | 68,3 |
| IT15 | 11 | 65,0 |
| IT16 | 12 | 65,8 |
| PT17 | 13 | 70,8 |
| PT18 | 14 | 66,7 |
| PT19 | 15 | 73,3 |
| PT20 | 16 | 70,0 |
| PT21 | 17 | 65,0 |
| PT22 | 18 | 64,2 |
| PT23 | 19 | 77,5 |
| PT35 | 20 | 66,7 |
| PT24 | 21 | 70,8 |
| MA26 | 22 | 65,8 |
| MA27 | 23 | 74,2 |
| MA28 | 24 | 75,8 |
| MA29 | 25 | 80,0 |
| MA30 | 26 | 73,3 |
| MA31 | 27 | 72,5 |
| TU32 | 28 | 63,3 |
| TU33 | 29 | 59,2 |
| AL34 | 30 | 65,8 |
| FR1 | 31 | 65,0 |
| FR2 | 32 | 67,1 |
| FR3 | 33 | 73,3 |
| PTES25 | 35 | 60,0 |

Quadro 2: Sobrevivência do ensaio de *Quercus suber* L., por bloco (em percentagem %).

| Bloco | Sobrevivência |
|--------------|----------------------|
| 1 | 74,3 |
| 2 | 77,1 |
| 3 | 61,4 |
| 4 | 77,1 |
| 5 | 89,3 |
| 6 | 54,3 |
| 7 | 87,1 |
| 8 | 40,0 |
| 9 | 32,1 |
| 10 | 81,4 |
| 11 | 65,0 |
| 12 | 2,8 |
| 13 | 80,7 |
| 14 | 92,0 |
| 15 | 82,9 |
| 16 | 92,9 |
| 17 | 90,7 |
| 18 | 33,6 |
| 19 | 62,1 |
| 20 | 43,6 |
| 21 | 91,4 |
| 22 | 89,3 |
| 23 | 89,3 |
| 24 | 60,0 |
| 25 | 55,0 |
| 26 | 59,3 |
| 27 | 50,0 |
| 28 | 67,1 |
| 29 | 58,6 |
| 30 | 95,0 |

ANEXO VII

Quadro 1: Variável F1A

Dependent Variable: **F1A F1A**

| Source | DF | Sum of Squares | Mean Square | F Value | Pr > F |
|-----------------|------|----------------|-------------|---------|--------|
| Model | 62 | 548.505652 | 8.846865 | 9.54 | <.0001 |
| Error | 2795 | 2591.190989 | 0.927081 | | |
| Corrected Total | 2857 | 3139.696641 | | | |

| R-Square | Coeff Var | Root MSE | F1A Mean |
|----------|-----------|----------|----------|
| 0.174700 | 29.27163 | 0.962850 | 3.289363 |

| Source | DF | Type I SS | Mean Square | F Value | Pr > F |
|--------|----|-------------|-------------|---------|--------|
| Prov | 33 | 127.6600197 | 3.8684854 | 4.17 | <.0001 |
| Bloco | 29 | 420.8456323 | 14.5119184 | 15.65 | <.0001 |

| Source | DF | Type III SS | Mean Square | F Value | Pr > F |
|--------|----|-------------|-------------|---------|--------|
| Prov | 33 | 121.4950667 | 3.6816687 | 3.97 | <.0001 |
| Bloco | 29 | 420.8456323 | 14.5119184 | 15.65 | <.0001 |

Quadro 2: Variável F2A

| Source | DF | Squares | Mean Square | F Value | Pr > F |
|-----------------|------|-------------|-------------|---------|--------|
| Model | 62 | 617.269818 | 9.955965 | 11.95 | <.0001 |
| Error | 2795 | 2328.809958 | 0.833206 | | |
| Corrected Total | 2857 | 2946.079776 | | | |

| R-Square | Coeff Var | Root MSE | F2A Mean |
|----------|-----------|----------|----------|
| 0.209522 | 26.84488 | 0.912801 | 3.400280 |

| Source | DF | Type I SS | Mean Square | F Value | Pr > F |
|--------|----|-------------|-------------|---------|--------|
| Prov | 33 | 124.8818321 | 3.7842979 | 4.54 | <.0001 |
| Bloco | 29 | 492.3879856 | 16.9788961 | 20.38 | <.0001 |

| Source | DF | Type III SS | Mean Square | F Value | Pr > F |
|--------|----|-------------|-------------|---------|--------|
| Prov | 33 | 116.1799331 | 3.5206040 | 4.23 | <.0001 |
| Bloco | 29 | 492.3879856 | 16.9788961 | 20.38 | <.0001 |

Quadro 3: Variável F3A

| Source | DF | Sum of Squares | Mean Square | F Value | Pr > F |
|-----------------|------|----------------|-------------|---------|--------|
| Model | 62 | 553.090981 | 8.920822 | 10.02 | <.0001 |
| Error | 2795 | 2487.632601 | 0.890030 | | |
| Corrected Total | 2857 | 3040.723583 | | | |

| R-Square | Coeff Var | Root MSE | F3A Mean |
|----------|-----------|----------|----------|
| 0.181895 | 28.53807 | 0.943414 | 3.305808 |

| Source | DF | Type I SS | Mean Square | F Value | Pr > F |
|--------|----|-------------|-------------|---------|--------|
| Prov | 33 | 133.6424747 | 4.0497720 | 4.55 | <.0001 |
| Bloco | 29 | 419.4485068 | 14.4637416 | 16.25 | <.0001 |

| Source | DF | Type III SS | Mean Square | F Value | Pr > F |
|--------|----|-------------|-------------|---------|--------|
| Prov | 33 | 128.5799152 | 3.8963611 | 4.38 | <.0001 |
| Bloco | 29 | 419.4485068 | 14.4637416 | 16.25 | <.0001 |

Quadro 4: Variável INC

| Source | DF | Squares | Mean Square | F Value | Pr > F |
|-----------------|------|-------------|-------------|---------|--------|
| Model | 62 | 598.585484 | 9.654605 | 10.19 | <.0001 |
| Error | 2795 | 2648.041877 | 0.947421 | | |
| Corrected Total | 2857 | 3246.627362 | | | |

| R-Square | Coeff Var | Root MSE | Inc Mean |
|----------|-----------|----------|----------|
| 0.184371 | 28.23354 | 0.973356 | 3.447516 |

| Source | DF | Type I SS | Mean Square | F Value | Pr > F |
|--------|----|-------------|-------------|---------|--------|
| Prov | 33 | 147.4272796 | 4.4674933 | 4.72 | <.0001 |
| Bloco | 29 | 451.1582049 | 15.5571795 | 16.42 | <.0001 |

| Source | DF | Type III SS | Mean Square | F Value | Pr > F |
|--------|----|-------------|-------------|---------|--------|
| Prov | 33 | 140.2085635 | 4.2487443 | 4.48 | <.0001 |
| Bloco | 29 | 451.1582049 | 15.5571795 | 16.42 | <.0001 |

Quadro 5: Variável DOM

Dependent Variable: **Dom Dom**

| Source | DF | Sum of Squares | Mean Square | F Value | Pr > F |
|-----------------|------|----------------|-------------|---------|--------|
| Model | 62 | 241.650904 | 3.897595 | 4.48 | <.0001 |
| Error | 2795 | 2431.707039 | 0.870020 | | |
| Corrected Total | 2857 | 2673.357943 | | | |

| R-Square | Coeff Var | Root MSE | Dom Mean |
|----------|-----------|----------|----------|
| 0.090392 | 29.80875 | 0.932749 | 3.129111 |

| Source | DF | Type I SS | Mean Square | F Value | Pr > F |
|--------|----|-------------|-------------|---------|--------|
| Prov | 33 | 110.7856789 | 3.3571418 | 3.86 | <.0001 |
| Bloco | 29 | 130.8652248 | 4.5125940 | 5.19 | <.0001 |

| Source | DF | Type III SS | Mean Square | F Value | Pr > F |
|--------|----|-------------|-------------|---------|--------|
| Prov | 33 | 108.9773527 | 3.3023440 | 3.80 | <.0001 |
| Bloco | 29 | 130.8652248 | 4.5125940 | 5.19 | <.0001 |

Anexo VIII

Quadro 1: Exemplo da Ficha de Campo utilizada na recolha de dados.

| | | Bloco 1 | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|---------|---------|-------------|----|---------------|----|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|-----|---|--|
| Bloco | Cód Pro | Prov. | Alturas(cm) | | Diâmetros(cm) | | Fuste | | | | | | Inc | | Dom | | |
| | | | h1 | h2 | d1 | d2 | F1A | F1B | F2A | F2B | F3A | F3B | A | B | A | B | |
| 1 | ES7 | 3 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | MA29 | 25 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | ES10 | 6 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | PT20 | 16 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | FR2 | 32 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | AL34 | 30 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | FR1 | 31 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | ES6 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | IT15 | 11 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | PTES25 | 35 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | PT17 | 13 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | PT23 | 19 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | FR3 | 33 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | PT24 | 21 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | PT35 | 20 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | PT19 | 15 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | FR2 | 32 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | TU32 | 28 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | MA28 | 24 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | ES5 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | ES8 | 4 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | MA27 | 23 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | PT22 | 18 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | PT18 | 14 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | MA26 | 22 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | IT13 | 9 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | IT12 | 8 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | IT16 | 12 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | ES9 | 5 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | MA31 | 27 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | PT21 | 17 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | IT14 | 10 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | TU33 | 29 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | ES11 | 7 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | MA30 | 26 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | IT15 | 11 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | ES11 | 7 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | FR3 | 33 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | PT24 | 21 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | MA27 | 23 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | FR2 | 32 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | PT20 | 16 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | MA30 | 26 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | ES7 | 3 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | MA29 | 25 | | | | | | | | | | | | | | | |

ANEXO IX

Quadro 1: Dados relativos ao local de origem das proveniências.

| Proveniência | Altura (cm) | Altitude (m) | Longitude | Latitude (°N) |
|--------------|-------------|--------------|--------------------------------------|------------------|
| ES5 | 150.12 | 700 | 5°21' a 5°25' W | 39° 22' |
| ES6 | 127.23 | 800 | 4°16' a 4°22' W | 38° 24' |
| ES7 | 151.40 | 450 | 6°42' W | 38° 13' |
| ES8 | 156.00 | 70 | 5°22' W | 36° 16' |
| ES9 | 147.58 | 350 | 2°32' a 2°38' E | 41° 51' |
| ES10 | 140.35 | 700 | 3° 45' W | 40° 31' |
| ES11 | 123.59 | 1300 | 3°18' W | 36° 50' |
| IT12 | 138.17 | 160 | 11°57' E | 42° 25' |
| IT13 | 116.26 | 45 | 17°40' E | 40° 34' |
| IT14 | 142.82 | 250 | 14°30' E | 37° 07' |
| IT15 | 127.37 | 200 | 8°51' E | 39° 05' |
| IT16 | 132.24 | 300 | 8°34' E | 40° 27' |
| PT17 | 139.74 | 75 | 8°26' W | 39° 23' |
| PT18 | 146.32 | 30 | 8°35' W | 38° 29' |
| PT19 | 142.54 | 120 | 9°2' W | 38° 30' |
| PT20 | 145.43 | 70 | 8°10' W | 39° 03' |
| PT21 | 147.84 | 460 | Núcleo 1: 7°56'W Núcleo 2: 7°52'W | 37° 20' |
| PT22 | 137.20 | 360 | 7°48'W | 38° 45' |
| PT23 | 140.38 | 140 | 8°42'W | 38° 01' |
| PT35 | 135.69 | | | |
| PT24 | 135.22 | | | |
| MA26 | 143.32 | 150 | 6°03' W | 35° 11' |
| MA27 | 138.92 | 300 | 5°16' W | 35° 07' |
| MA28 | 165.98 | 160 | 6°35'W | 34° 05' |
| MA29 | 156.26 | 150 | 6°20' W | 34° 07' |
| MA30 | 155.37 | 1115 | 4°06' W | 33° 46' |
| MA31 | 141.36 | 1130 | 4°15' W | 34° 12' |
| TU32 | 138.83 | 12 | 8°51' E | 36° 57' |
| TU33 | 131.05 | 270 | 8° 32' E | 36° 35' |
| AL34 | 146.53 | | 8° 32' E | |
| FR1 | 140.76 | 85 | 6°15' a 6°45'E | 43° 08' |
| FR2 | 132.04 | 200 | 3°03'E | 42° 30' |
| FR3 | 125.05 | 20 | 1°20'W | 43° 45' |
| PTES25 | 142.03 | 450-515 | 7°13' W e 7°24' W | 39° 12' e 39°21' |