

## Delimitação de Pisos Bioclimáticos e Regiões de Proveniência de Pinheiro Manso em Portugal, Usando Sistemas de Informação Geográfica

M<sup>a</sup> Manuela Cardoso\* e Paulo Alexandre Lobo\*\*

\* Eng<sup>o</sup> Florestal

\*\* Eng<sup>o</sup> Agrónomo

Instituto Superior Técnico. Av. Rovisco Pais, 1049-001 LISBOA

**Sumário.** O objectivo deste trabalho é delimitar e caracterizar as regiões de proveniência de *Pinus pinea* L., com recurso a sistemas de informação geográfica.

Compara-se a delimitação realizada por CARNEIRO (1995), realizada com recurso a decalques e a cartografia impressa do Atlas do ambiente (1970), com a obtida com recurso a técnicas de análise espacial de sistemas de informação geográfica, partindo de dados no formato digital cujas fontes, além das já mencionadas, incluem dados da 3<sup>a</sup> revisão do inventário florestal nacional.

Criou-se uma base de dados geográfica de índices bioclimáticos, definindo-se com recurso a ferramentas de SIG em formato raster, um mapa de Macrobioclima e Pisos Bioclimáticos.

Em formato vectorial, delimitaram-se sete Regiões de Proveniência e duas Proveniências de Área Restrita de *Pinus pinea* L.

**Palavras-chaves:** pinheiro manso; região de proveniência; proveniência de área restrita; sistemas de informação geográfica; operações de análise espacial

**Abstract.** The purpose of this work is to use GIS to contribute for a better delimitation and characterization of *Pinus pinea* L provenance regions. This was accomplished based on ecological, soil, geological, lithological and hypsometric digital maps.

A comparison is made with the work of CARNEIRO (1995) based on analogic data.

A geographic database of bioclimatologic data was established and used to create a raster map of Macrobioclimate.

In a vector file we obtained seven different provenances regions, four in the north and three in the south of river Tejo, each presenting very particular characteristics. Two restricted provenance areas were also delimited.

**Key words:** *Pinus pinea* L.; GIS; provenances areas; restricted provenance areas

**Résumé:** L'objectif de ce travail est de délimiter et caractériser les régions de provenance de *Pinus pinea* L., en ayant recours au Système d'Information Géographique.

On compare la délimitation réalisée par CARNEIRO (1995) à l'aide de décalques et de la cartographie imprimée de l'Atlas de l'environnement obtenue à travers des techniques de l'analyse spatiale du Système d'Information Géographique, en utilisant des données sous la forme

1<sup>o</sup> Autor E-mail: manuela.carneiro@netc.pt

digitale. Les sources de ces éléments incluent les données de la troisième révision de l'inventaire forestier national, en plus des sources déjà mentionnées.

On a établi une base de données géographique des indices bioclimatiques, en ayant défini une carte de Macrobioclimat et Paliers Bioclimatiques, à l'aide des outils du Système d'Information Géographique en forme *raster*.

On a délimité, sous forme vectorielle, sept Régions de Provenance et deux Provenances de l'aire limitée de *Pinus pinea* L..

**Mots clés:** *Pinus pinea* L.; région de provenance; provenance de l'aire limitée; Système d'Information Géographique; opérations de l'analyse spatiale

### Introdução

A demarcação de regiões de proveniência constitui um elemento base no planeamento de um programa de melhoramento para uma espécie florestal. São bem conhecidos os insucessos verificados na florestação, quando não é utilizado material de reprodução devidamente adaptado às condições edafoclimáticas das áreas onde será introduzido.

CARNEIRO (1995) delimitou as Regiões de Proveniência de Pinheiro manso, recorrendo, em termos globais, a diferentes cartas impressas: Atlas do Ambiente para Portugal (escala 1:1000 000); rede climatológica do INMG (escala 1:1500 000); Cartas Militares (escala 1:25 000 e 1:250 000, IGoe); Carta Hidrogeológica de Portugal (Serviços Geológicos, 1:1000 000); Cartas do Inventário Florestal (escala 1:25 000, DGSEA, IF); Carta Ecológica de Pina Manique e Albuquerque; Carta de Regiões Naturais (escala 1:500 000, Pina Manique e Albuquerque).

Ao realizar-se aquele estudo, considerou-se como imprecisões da delimitação a fonte de dados apresentar limitações temporais, pois datavam de 1970, e espaciais, por a escala ser muito pequena. Realça ainda o facto de a informação de partida, ou seja, provavelmente não estar actualizada, a distribuição da espécie, uma vez que não foram utilizados dados do inventário florestal. Apontou-se também a necessidade da sua continuação e aperfeiçoamento, com recurso a

técnicas de análise espacial e a ensaios de proveniência. Os primeiros devido a serem mais expeditos e rigorosos, os segundos por permitirem não só confirmar as regiões obtidas, como estudar a variabilidade genética em termos de caracteres adaptativos.

Com o presente trabalho pretende-se actualizar o anterior trabalho (CARNEIRO, 1995), recorrendo aos sistemas de informação geográfica e a informação actualizada sobre a distribuição da espécie. Inicialmente é elaborado o mapa de Macrobioclima e de Pisos Bioclimáticos de Portugal, através de operações *raster*. De seguida com recurso a operações de análise espacial vectorial, eliminando os erros espaciais de uma sobreposição gráfica, delimitam-se então visualmente as regiões de proveniência e proveniências de área restrita.

É evidente que continuam a existir limitações relativas tanto à escala da informação utilizada (Ecologia, Litologia, Solos, Clima, Orografia, Vegetação) e a confirmações de adaptação da espécie às condições edáfo-climáticas. Estas confirmações terão de provir de resultados de ensaio de proveniência estabelecidos pela EFN em 1997 e 1999, cujos primeiros resultados apenas poderão ser analisados ao fim de 30 anos.

Esta nova delimitação que efectuamos constitui uma decisão de senso comum. Fundamenta-se em conhecimentos existentes sobre a espécie e em que os sistemas de informação geográfica, deram o contributo que permite modelar

a informação, realçando apenas aquela que contribui para a tomada de decisão.

### O melhoramento florestal e os Sistemas de Informação Geográfica

A região de Proveniência é, por definição, para uma espécie ou subespécies, o território, ou territórios, submetidos a condições ecológicas praticamente uniformes, nos quais as populações apresentam características fenotípicas ou genéticas análogas (Directiva CEE 66/404; Legislação Portuguesa: Portaria nº134/94). Muitas vezes confunde-se o conceito de região de proveniência com o de proveniência, que se define como o local onde se encontra uma população de árvores autóctones, ou não autóctones.

MIJNSBRUGGE (2000), define como espécie autóctone aquela que se regenera espontaneamente ou que se reproduz apenas com material local, contando desde o ultimo período glacial. O termo nativa indica toda a área de distribuição geográfica natural, enquanto que o termo autóctone delimita pequenas áreas de proveniência, de condições ecológicas uniformes.

De um ponto de vista genético o conhecimento da distribuição espacial de uma espécie determina a adaptação regional da mesma. Conhecer a distribuição da espécie de acordo com os dados do inventário nacional, obtido por técnicas de detecção remota, unificar esta informação a dados de Solo, Clima, Ecologia, Geomorfologia, Bioclima, permite filtrar a região de proveniência dessa espécie.

A CE assim como outras organizações mundiais, estão progressivamente a estabelecer regras mais exigentes para a certificação de sementes.

Estas normas consideram a região de proveniência como a primeira aproximação para a identificação e selecção do

material florestal de reprodução. Segundo o regulamento da certificação de sementes (Anexo da Portaria nº 135/94), a semente que obedece aos requisitos exigidos, tem direito legalmente a usufruir de um certificado de proveniências.

São vários os objectivos que se pretendem ou se podem atingir com a delimitação das regiões de proveniência: constituir uma base de apoio à selecção de povoamentos para a produção de semente e sua respectiva certificação; melhorar o conhecimento da espécie sob o ponto de vista da sua variabilidade e conservação genética; orientar a utilização da semente em regiões edafoclimáticas afins.

No caso específico do pinheiro manso a caracterização de regiões de proveniência irá também apoiar a demarcação da Denominação de Origem "Pinhão de Alcácer do Sal", bem como de outras denominações que possam vir a ser consideradas.

A incorporação dos sistemas de informação geográfica na delimitação de regiões de proveniência apresenta vantagens imediatas, uma vez que a determinação destes territórios envolve a sobreposição de um conjunto vasto de informação de fenómenos espaciais.

Este sistemas de informação geográfica tem capacidade para tratar dados muito numerosos e por vezes difíceis de incorporar nos modelos tradicionais, como por exemplo os dados relativos à forma de relevo, obtidos a partir de um modelo digital do terreno. Permitem ainda realizar análise geoestatística, uma vez que os dados disponíveis são em geral respeitantes a amostras discretas no espaço. Incorporam também a manipulação de informação digital, consentindo a junção espacial de dados como o tipo de solo, zonas ecológicas, etc. e a simulação de

alterações espaciais ao longo do tempo, nomeadamente aspectos da selecção natural acompanhada por alterações no código genético (MIJNSBRUGGE, 2000).

Tornam possível a visualização dos resultados na forma de mapas que apresentam as variações espacio-temporais de evolução da espécie, tais como a adaptação local e regional da espécie às condições de clima e de solo.

Os SIG são assim uma ferramenta importante no estudo das interacções genótipo ambiente, no que se refere à delimitação de zonas de colheita de semente, no estudo de regiões edafoclimáticas afins, na análise geoestatística da influência ambiental na diferenciação genética, na definição das directivas de transferências de sementes, etc. (HAMANN, 1999).

## Material e métodos

### *Delimitação do mapa de macrobioclíma e de pisos bioclimáticos*

Para a caracterização bioclimática das regiões de Proveniência de *Pinus pinea* L., optámos pela classificação bioclimática, proposta por RIVAS-MARTINEZ (1993), onde são estabelecidos modelos de correlação entre o clima como fenómeno físico e a distribuição espacial das comunidades vegetais. Ao empregarem-se dados climáticos como índices pretende-se delimitar e diagnosticar ecossistemas vegetais.

Os factores climáticos mais importantes são a temperatura e a precipitação, pois permitem conjugar pisos bioclimáticos e pisos de vegetação.

Entende-se por Pisos Bioclimáticos cada um dos intervalos térmicos complexos que se sucedem numa sequência altitudinal ou latitudinal de andares de vegetação. Para cada região ou grupo de regiões biogeográficas afins existem Pisos

Bioclimáticos, peculiares, com os seus valores térmicos particulares, calculados, utilizando índices climáticos, por RIVAS-MARTINEZ (1990).

Partindo da carta da rede climatológica do INAG (tema vectorial de pontos) e com base em dados dos boletins do INMG, seleccionaram-se um conjunto de 170 estações climatológicas funcionais distribuídas por todo o país, que se consideram, devido à sua dimensão e distribuição espacial, representativas do território.

Para a construção do mapa de Macrobioclíma é preciso conhecer a área de influência de cada estação de modo a cobrir a totalidade do território com dados meteorológicos. Uma vez que existe uma grande correlação entre a altitude e alguns dados climáticos, não faz sentido definir-se as áreas de influência de cada estação apenas pela distância entre elas (não contando também com a altitude).

Com base nos valores da temperatura e precipitação, obtidos a partir destas estações, definiram-se os seguintes índices bioclimáticos.

Índice de termicidade ( $It^{\circ}C$ ):  $It = (T+m+M)*10$ . Valores em  $^{\circ}C$

T - temperatura média anual

m - temperatura média das mínimas do mês mais frio do ano;

M - temperatura média das máximas do mês mais frio do ano.

Índice de Termicidade compensado ( $Itc$ ):  $Itc = It+C$ ; C é um valor de compensação.

Se  $Ic > 10$  (clima marcadamente oceânico) então  $C = -100 + (Ic \times 10)$

Se  $Ic > 18$  (clima marcadamente continental) então  $C = (Ic \times 10) - 180$

$P < 2T$  - Critério usado para a determinação do número de meses com secura estival, uma das principais características do clima mediterrânico. Determinado a partir do diagrama Ombrotérmico de

cada estação meteorológica.

Índice Ombrotérmico estival (**Iov**):  
 $Iov = Ppv / Tpv$ .

Ppv - precipitação estival (mm) nos três meses consecutivos mais quentes do ano;

Tpv - valor da soma das temperaturas médias mensais positivas (°C) do mesmo período.

Índice Ombrotérmico estival compensado (**Iovc**): quociente entre a precipitação estival e a temperatura positiva estival com adição do valor do mês anterior ao Solstício de Verão, Maio. Este índice é útil em territórios fronteiriços mediterrânico temperados, quando o valor de Iov está compreendido entre 1,5 e 2,0.

A classificação bioclimática das estações meteorológicas faz-se em dois passos principais:

- classificação quanto ao Macrobioclima por análise dos índices anteriormente referidos;

- classificação em Pisos Bioclimáticos através da construção de uma recta de regressão que relaciona a altitude com o índice Itc.

Estes temas serão obtidos com a ferramenta IDRISI for Windows *version 2*, através de três tipos de operações em formato raster (ALMEIDA, 2000):

1. Visualização, que permitem a transformação de um conjunto de valores numéricos que se organizam sob a forma de matriz, numa forma visível e perceptível da sua estrutura, nomeadamente a representação por cores;

2. Verticais, que funcionam apenas com um valor de um pixel de cada vez, de uma ou mais matrizes em simultâneo. Estas são independentes da posição na matriz, dependendo apenas dos valores dos próprios pixels.

Dentro deste tipo foram realizadas operações de reclassificação, transfor-

mações de diversos valores da matriz noutros através duma relação pré definida: (*Reclass* e *Assign*) e operações com escalares (*Scalar*).

3. Mistas, aquelas que apresentam características das operações verticais apenas num ficheiro e noutro características das operações horizontais. Dentro destas foram utilizadas as funções de custo (*Cost*) e de determinação de zonas de influência, (*Allocate*).

### *Delimitação das regiões de proveniência*

Na metodologia utilizada, baseámo-nos nos princípios normalmente utilizados para este tipo de trabalho: método divisivo e aglomerativo (CTGREF, 1976), conjuntamente com alguns critérios de carácter prático, por nós estabelecidos.

Não foi considerado, à partida, um limite para o número de regiões a estabelecer, tendo-se, porém presente que, um número ou excessivamente elevado ou demasiadamente pequeno, tornaria o conceito deficitário em termos ecológicos e genéticos (ALPUIM, 1998).

A distribuição da espécie, representada na Carta de Distribuição de Pinheiro Manso, Pinheiro de Alepo e Outros, pertencente ao Atlas do Ambiente para Portugal (1980, escala 1:1 000 000), constituiu a base histórica da distribuição da espécie.

A distribuição actual da espécie (IFN, DGF, 1999), tem como base a cobertura aerofotográfica infravermelho falsa cor, à escala 1:40 000. Neste inventário florestal o apuramento preliminar das áreas ocupadas pelas principais espécies florestais, resultou de fotointerpretação monoscópica por amostragem, sobre ampliações desta cobertura à escala média de 1:10 000, admitindo um erro padrão de 5% para a NUT de nível III. Os dados relativos à estrutura dos povoamentos resultaram de uma recolha

posterior de dados de campo. Consideram-se povoamentos florestais, as formações arbóreas, com um grau de coberto  $\geq 10\%$ , que ocupam uma área  $\geq 0,5$  ha e largura  $\geq 20$  m.

Será de realçar que, na definição de regiões de proveniência, interessa conhecer não só a distribuição da espécie como também a sua longevidade e historia no local. Devem desprezar-se plantações e sementeiras recentes que nada nos indicam sobre a adaptação da espécie às condições edafoclimáticas da região, bem como locais onde não existam tradições culturais e económicas associadas à mesma (ALPUIM, 1998).

Numa abordagem geral analisa-se a sobreposição dos vários temas à distribuição da espécie, sem qualquer selecção prévia. Fica-se assim com uma ideia geral sobre a o tipo de distribuição do Clima, do Solo, da Litologia, dos Declives, do Bioclima e da Ecologia das regiões potenciais. Analisa-se também a divisão administrativa do País em Distritos e Concelhos, a influência da espécie na economia da região e a sua distribuição em termos de idade e composição dos povoamentos.

Os sistemas de informação geográfica permitem, aparentemente, conjugar dados de diferentes escalas (1:40 000, IFN e 1:1 000 000, Atlas do Ambiente) e trabalhar com estes sem ter em conta esta noção, podendo, conseqüentemente, alterar o nível de generalização adequado. No entanto este conceito não é totalmente correcto, porque a informação é fornecida a uma determinada escala, devendo conseqüentemente todos os dados resultantes ser considerados à menor escala encontrada (neste caso 1:1000 000), tendo sempre em atenção que o nível de generalização se deve reportar a esta escala.

Com a informação de base e a informação a construir (Mapa de Macrobio-

clima e Pisos Bioclimáticos) será elaborado um modelo de análise espacial, usando ferramentas de *ArcoView Gis 3.2* vectoriais e raster e as extensões *Geoprocessing*, *Spatial Analyst*, *Graticules and Mesured Grid*, *Digitizer*, *TIFF image Suport* e Utilitários de Edição. Constrói-se assim uma base geográfica que permite definir os limites das regiões de Proveniência e Proveniências de área restrita de *Pinus pinea L.*

Para os temas em formato vectorial realizam-se as seguintes operações: digitalizações de temas de polígonos; *Query's*; cortes (*Geoprocessing/Clip*), intersecções (*Geoprocessing/Intersept*) e uniões (*Geoprocessing/Merge*) de temas de polígonos, obtendo-se novos temas de polígonos.

Cada Região de Proveniência e os seus limites (fronteiras provisórias), são deste modo estabelecidos de acordo com a distribuição referida e as características ecológicas presentes, em cada zona. Esta informação, obtida a partir das várias cartas consultadas, é complementada por dados bibliográficos sobre a espécie no que se refere ao clima, à ocorrência de modificações antropogénicas, à rentabilidade da espécie, à silvicultura, à história, ao tipo de exploração e estado dos povoamentos existentes, à sua importância económica e espacial para as populações, bem como ao peso desta no mercado interno e externo.

Para uma melhor visualização da localização das regiões obtidas, sobre põem-se as cartas 1:250 000 do IGeoE.

## Resultados

Na delimitação de Macrobioclimas começou-se por escolher as estações de acordo com o período estival,  $P > 2T$ . Como todas as estações apresentavam pelo menos dois meses secos, optou-se por analisar o índice Iov:

s) será  
análise  
Arcview  
extensões  
Gaticules  
FF image  
onstrói-se  
permite  
ões de  
de área

vectorial  
erações:  
lgonos;  
, inter-  
uniões  
as de  
mas de

a e os  
(as), são  
do com  
erísticas  
na. Esta  
várias  
da por  
écie no  
ncia de  
entabili-  
istória,  
o dos  
portân-  
ra as  
esta no

ção da  
sobre-  
E.

climas  
ões de  
P>2T.  
lavam  
tou-se

- Iov > 2, Macrobioclima Temperado;
- Iov < 2, Macrobioclima Mediterrânico;
- Iov entre 1,5 e 2, recorrer ao valor de
- Iovc, com a mesma classificação (Iovc < ou > 2).

Definiram-se assim dois Macrobioclimas: Temperado e Mediterrânico.

Na definição da área correspondente a cada um destes Macrobioclimas, partiu-se da carta da rede climatológica (previamente convertida em raster, com uma malha de 500 m). Criou-se uma superfície de custo, utilizando a carta hipsométrica do atlas do ambiente como ficheiro de atrito do algoritmo COST.

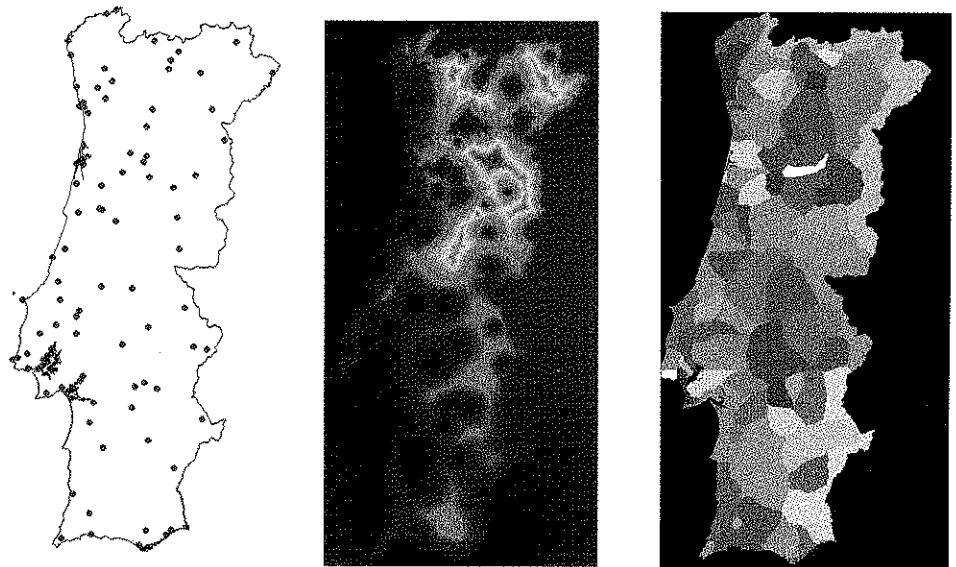
Uma vez definida a superfície de custos correu-se a função de alocação do IDRISI - ALLOCATE para a definição das áreas de

influência de cada estação meteorológica (Figura 1).

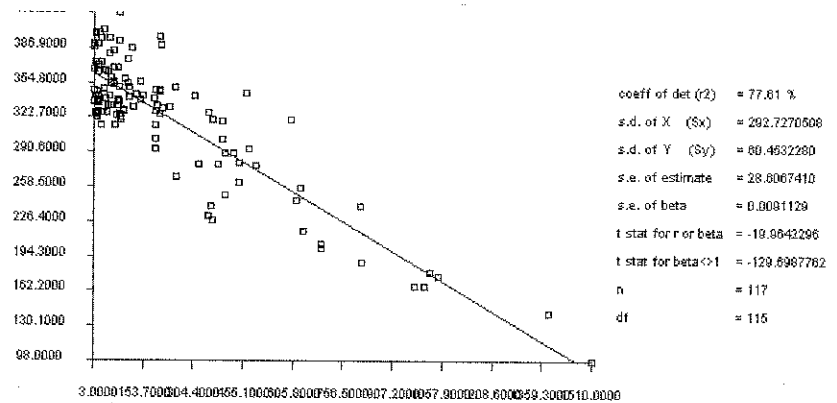
Construiu-se, de seguida, uma base de dados de índices climáticos. Atribuiu-se à identificação do polígono de cada estação o valor de Iov. Por operações de reclassificação obteve-se o mapa de Macrobioclima (Figura 3).

Para a demarcação Pisos Bioclimáticos no Mapa de Macrobioclima, construiu-se uma recta de regressão que relaciona os valores de ITC com a altitude das estações. A equação obtida, com recurso à função *Regress* do IDRISI, foi a seguinte:  $Y = 365,89 - 0,177X$ , com  $R^2$  de 78% (Figura 2).

Pela aplicação desta equação foram definidas as áreas de ITC que separam os diversos pisos. No Quadro 1, apresentam-se os valores de altitude e de ITC obtidos.



**Figura 1** - Conjunto de imagens representativas do processo de definição da área de influência de cada estação meteorológica: Rede de estações meteorológicas representativas; Superfície de Custo; Área de influência de cada estação como resultado da função de alocação



**Figura 2** - Recta de regressão que distingue o Macrobioclima Mediterrânico do Temperado, demarcando os Pisos Bioclimáticos

**Quadro 1** - Classificação em termótipos

| Macrobioclima Temperado |         |              | Macrobioclima Mediterrânico |         |              |
|-------------------------|---------|--------------|-----------------------------|---------|--------------|
| Pisos bioclimáticos     | Itc     | Altitude (m) | Pisos bioclimáticos         | Itc     | Altitude (m) |
| Montano                 | 30-180  | 1046-1890    | Supramediterrânico          | 80-210  | 881-1615     |
| Colino                  | 180-300 | 371-1046     | Mesomediterrânico           | 210-350 | 89-881       |
| Termocolino             | 300-470 | -585-371     | Termomediterrâneo           | 350-450 | -473-89      |

Com base nestes valores reclassificou-se a carta hipsométrica com cada uma das zonas de Macrobioclima. Por fim, através de operações verticais de sobreposição (*Overlay*), definiu-se o mapa de distribuição dos Pisos Bioclimáticos (Figura 3).

No que se refere à delimitação de regiões de Proveniência de *Pinus pinea* L., começou-se por definir a distribuição da espécie, através de uma *Query* ao mapa do inventário florestal, seguida de uma conversão dos pontos obtidos num novo tema (Figura 4).

O Modelo de dados construído é composto pelos seguintes temas:

- Carta de distribuição da espécie *Pinus pinea* L., tema de pontos, escala 1:40 000 (Figura 4);

- Carta ecológica, tema de polígonos, zona fito e edafoclimáticas, escala 1:1 000 000 (Figura 4);

- Carta ecológica das regiões potenciais para *Pinus pinea* L, segundo Pina Manique e Albuquerque, construída a partir da carta anterior por uma *Query* ao campo *Silva Climatica* (*Pp*), seguida de uma conversão para um novo tema vectorial. Tema de polígonos, escala 1:1 000 000 (Figura 4).;

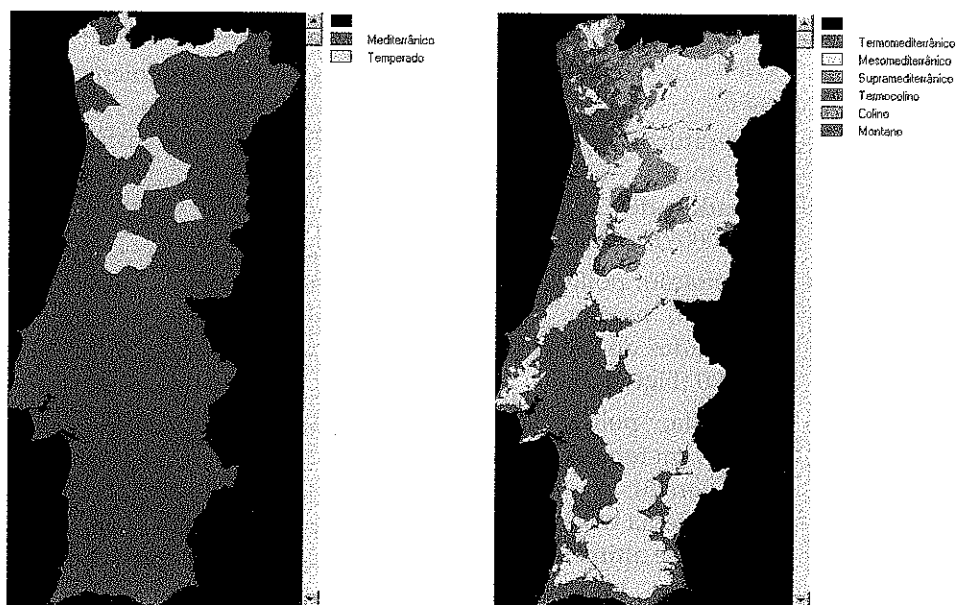


Figura 3 - Mapa de macrobioclima e mapa de pisos bioclimáticos

perado,

(m)

15

1

9

espécie

ala 1:40

gonos,

1:1 000

regiões

segundo

struída

Query

ida de

o tema

escala

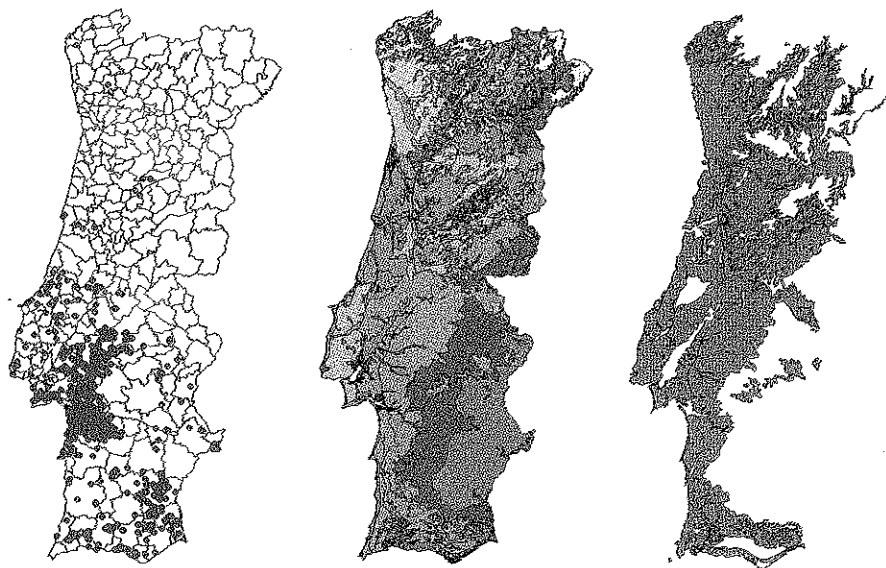


Figura 4 - Distribuição actual de *Pinus pinea* L. (IFN); Carta ecológica; Carta das regiões potenciais para o *Pinus pinea* L.

- Carta de Solos (classificação da FAO), tema de polígonos, escala 1:1 000 000 (Figura 5);

- Carta de acidez e alcalinidade, polígonos de classes de pH em água, escala 1:1 000 000 (Figura 5);

- Carta Litológica, polígonos de unidades litológicas, relativo a formações litológicas e período geológico, escala 1:1 000 000 (Figura 5);

- Carta de temperatura, polígonos de valores médios anuais em graus centígrados, graduados de 2,5 em 2,5 graus, escala 1:1 000 000 (Figura 6);

- Carta de precipitação, polígonos de valores de precipitação médios anuais em milímetros, graduados de 200 em 200 mm escala, 1:1 000 000 (Figura 6);

- Carta de Geadas, polígonos de valores médios anuais em termos de dias, escala 1:1 000 000 (Figura 6);

- Carta de declives, tema raster obtido a partir de um ficheiro de altimetria, com curvas de nível, carta hipsométrica, escala 1:1 000 000, pela operação horizontal *Surface/Slope*. A resolução escolhida foi de 500 m (Figura 7). Teria sido mais correcto utilizar um tema de pontos cotados em vez do tema de curvas de nível uma vez que desta forma

se esta a realizar uma interpolação a um tema que já resulta de interpolações.

- Carta de ensombramento, para uma melhor visualização da rugosidade do terreno obteve-se esta carta em raster a partir de uma operação horizontal *Analytical hillshading* (Figura 7).

- Carta de Pisos Bioclimáticos, tema raster, escala 1:1000 000, já referida anteriormente;

- Carta de Concelhos, tema de polígonos, escala 1:1000 000.

A definição dos limites das regiões inicia-se com a sobreposição da distribuição da espécie à carta ecológica, estudando-se a tendência geral da região (zona ecológica), em termos fito e edafo-climáticos. Posteriormente ajusta-se estes limites com os dados do solo, considerando-se os principais solos presentes na região, segundo a classificação da FAO e a acidez e alcalinidade (pH em água).

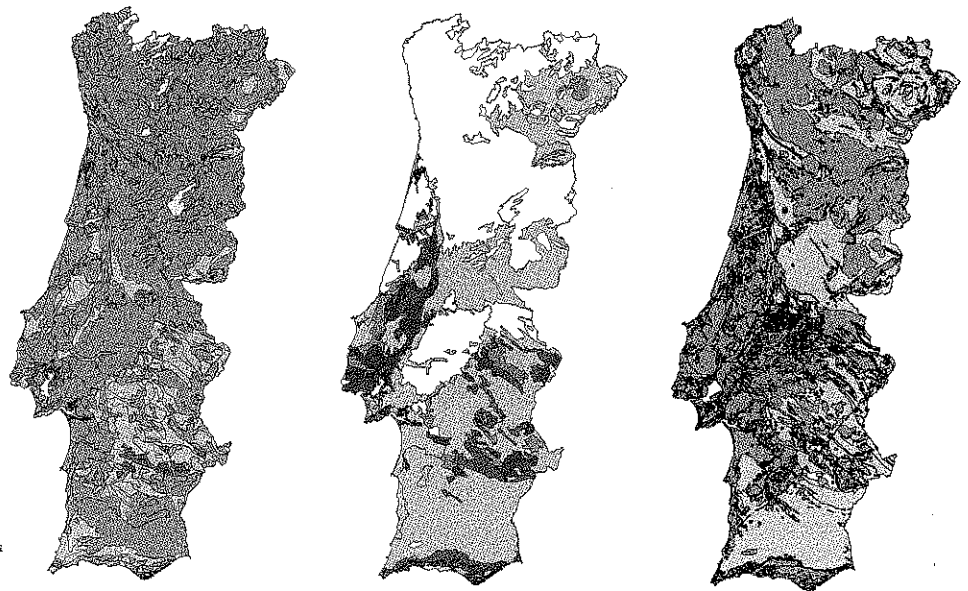


Figura 5 – Carta de solos, Carta de acidez e alcalinidade e Carta litológica

ção a um  
es.  
ara uma  
ade do  
raster a  
rizontal  
s, tema  
referida  
na de  
regiões  
ão da  
ológica,  
região  
edafo-  
usta-se  
o solo,  
solos  
do a  
dez e

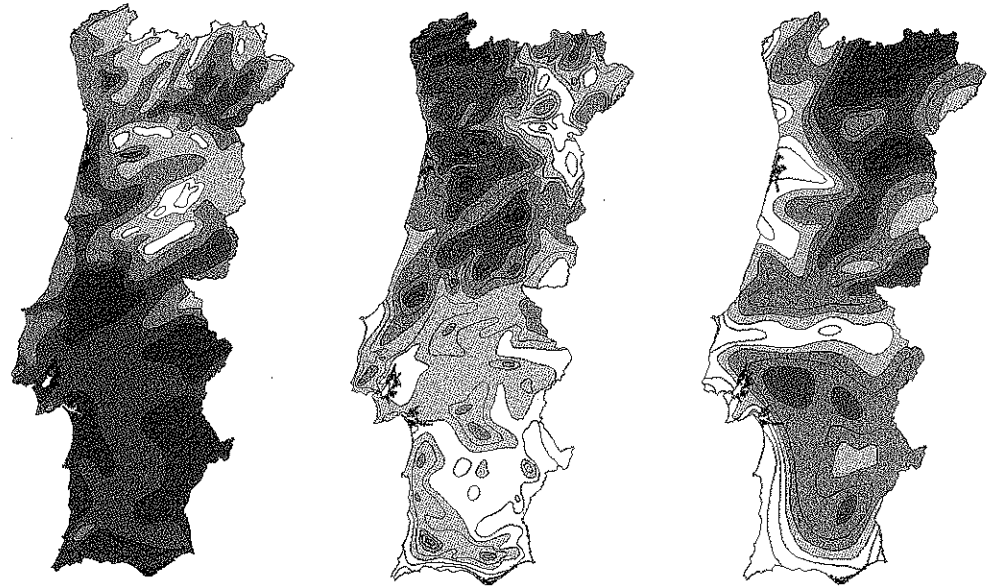


Figura 6 – Carta de temperatura; Carta de precipitação e Carta de geada

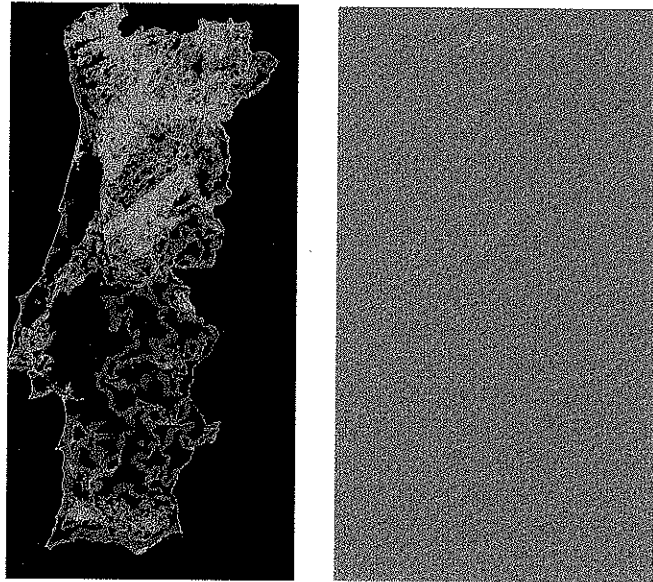


Figura 7 - Carta de declives; Carta de ensombramento

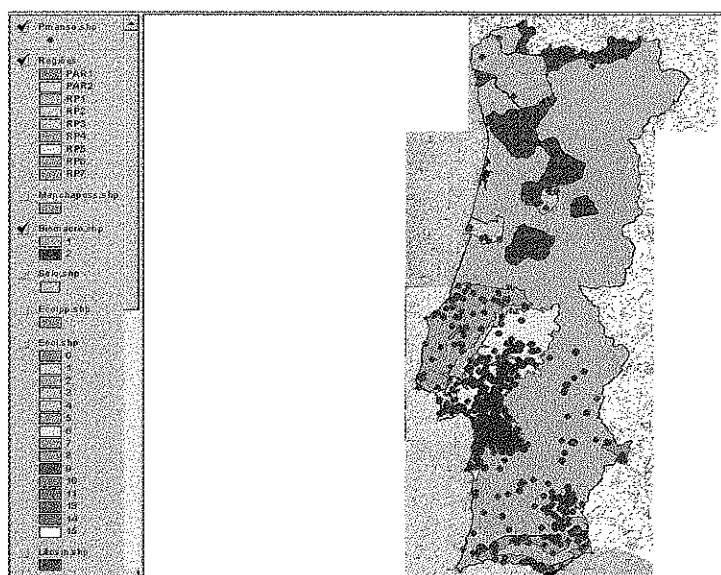


Figura 8 - Modelo de dados para a definição de regiões de proveniência de *Pinus pinea* L.

Observam-se os complexos litológicos e o período geológico existentes na região.

Observa-se a localização possível das regiões de proveniência em termos de altitude e divisão administrativa

No que se refere ao Clima, optou-se por estruturar as tendências em termos de temperatura média anual, de precipitação média anual, e de número máximo de dias de geada anual.

Finalmente, analisou-se as regiões obtidas em termos de Bioclima, nomeadamente a divisão em Macrobioclima e em Pisos Bioclimáticos presentes em cada região. Para esta operação tivemos de converter os polígonos delimitados para raster.

Cruzando toda esta informação chegou-se aos limites definitivos das Regiões de Proveniência de *Pinus pinea* L. Obteve-se 7 Regiões de Proveniência, que apresentam limites ecológicos bem definidos, representados no Mapa das Regiões de Proveniência (Figura 9).

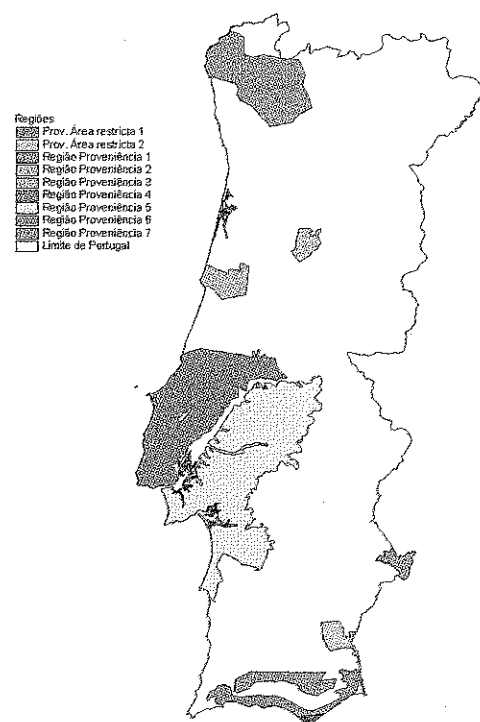


Figura 9 - Regiões de proveniência e proveniência de área restrita de *Pinus pinea* L.

Também foram definidas 2 Proveniências de Área Restrita, face à sua importância no conhecimento e constituição de uma base genética para a espécie. São manchas pequenas, que não sendo suficientemente amplas para garantir a colheita frequente de material de reprodução, devem ser preservadas por apresentarem um elevado interesse científico e, se tratarem, de manchas isoladas dos grandes núcleos da espécie.

No Quadro 2 apresenta-se um resumo das características de cada região de proveniência e proveniência de área restrita.

### Conclusões

Os sistemas de informação geográfica constituem uma ferramenta de elevado valor para a delimitação e caracterização de regiões de proveniência de qualquer espécie florestal. No caso da espécie *Pinus pinea* L. tinham sido delimitadas e caracterizadas seis regiões de proveniência e duas proveniências de área restrita.

Com este trabalho, com a aplicação deste método, Portugal continental pode ser dividido em sete regiões de proveniência, quatro a Norte do Tejo e as restantes a Sul. Nestas duas últimas e principalmente na V, está presente o conjunto de características ecológicas e edafo-climáticas mais favorável ao desenvolvimento da espécie, razão pela qual, é também aqui, que se encontram os melhores e maiores povoamentos. O rigor conseguido através dos SIG é demonstrado na divisão de uma das regiões de proveniência a) proveniência VI - Costa Algarvia, delimitada por CARNEIRO (1995) em duas (VI e VII), uma vez que foi possível por este método discriminar características ecológicas, litológicas, e de solos distintas (Figura 10). Do mesmo modo se alterou

significativamente o limite do Macrobioclima Temperado, que por sua vez influenciou os limites da região I - Nordeste Cismoritano, também delimitada por CARNEIRO (1995) (Figura 11).

Pode-se afirmar que, face aos dados disponíveis, as várias regiões de proveniência apresentam-se bem individualizadas, não existindo o risco de sobreposição. No entanto, relativamente a cada uma delas, os limites encontrados não devem ser considerados definitivos, podendo vir a ser ajustados, de futuro, de acordo com novas informações.

As proveniências de área restrita obtidas, estão inseridas em zonas de condições edafo-climáticas marginais para o Pinheiro manso e podem por isso, representar populações adaptadas a condições extremas, cuja preservação terá o maior interesse, em especial como fonte de semente para futuras reflorestações em áreas de condições semelhantes.

Na delimitação das regiões de proveniência foram assim, considerados vários parâmetros, analisados sequencialmente por ordem de importância e cujos limites espaciais foram usados para definir e redefinir o limite final de cada região. Tentou-se estabelecer um padrão de caracterização que facilite a análise de cada uma das regiões isoladamente ou entre si, bem como a sua análise global. Este critério também foi usado para as proveniências de área restrita.

Independentemente do seu valor económico e da sua área, todas as regiões demarcadas são necessárias para o conhecimento da espécie, uma vez que a cada uma delas correspondem quer diferentes adaptações ao meio, quer diferenças ecológicas, constituindo um conjunto de informação genética que se deve conhecer, estudar e aproveitar para que, no futuro, se possa garantir a qualidade dos exemplares obtidos.

Quadro 2 – Caracterização das regiões de proveniência e proveniências de área restrita de *Pinus pinaster* L.

| Proveniência de área restrita   | Macrobioclima | Pisos bioclimáticos                     | Área (ha) | Concelhos   | Altitude média (m) | Ecologia  | Solos  | pH                                       | Litologia  |
|---------------------------------|---------------|---|-----------|---|--------------------|---|--|--|--|
| Proveniência de área restrita 1 | Mediterrânico | Mesomediterrânico                       | 33587.10  | Barrancos, Moura, Mourão  | 300                | IM, SM, IM  | Litossolos   | 5,6-6,5                                  | Formações sedimentares e metamórficas  |
| Proveniência de área restrita 2 | Mediterrânico | Termomediterrânico                      | 44019.61  | Mertola   | 100                | IM, M, IM   | Litossolos   | 5,6-6,5                                  | Formações sedimentares e metamórficas  |
| Região de Proveniência 1        | Temperado     | Termocóclino, Cólino                    | 342596.21 | Valença, Paredes de Coura, V. N. Cerveira, V. do Castelo, Vieira do Minho, Amares, Braga, Povoas do Lanhoso, Guimarães, Vizela, Felgueira | 500                | A.M.A., S.A.A.M.A., A.S.A., aM.A., A.S.A.O.A., O.A.M.A., S.A.M.A. | Cambissolos, Regossolos  | 4,6-5,5                                  | Rochas eruptivas elutónicas, formações sedimentares e metamórficas                         |
| Região de Proveniência 2        | Mediterrânico | Termomediterrânico<br>Mesomediterrânico | 75149.64  | Figueira da Foz, Montemor-o-Velho, Coimbra, Soure, Cordeixa-a-Nova  | 50                 | pMA, MA, AM, MA, AM, aMA  | Regossolos, Podzóis, Cambissolos, Fluvissoles                          | 4,6-5,5<br>5,6-6,5<br>7,4-8,5            | Formações sedimentares   |
| Região de Proveniência 3        | Mediterrânico | Mesomediterrânico                       | 37860.12  | Nelas, Carregal do Sal, Oliveira do Hospital, Viseu, Tondela, Seia  | 300                | MA  | Cambissolos  | 4,6-5,5                                  | Rochas eruptivas plutónicas, formações sedimentares  |
| Região de Proveniência 4        | Mediterrânico | Termomediterrânico<br>Mesomediterrânico | 569452.75 | Abrange todos os Concelhos a Norte do Tejo desde Alcobaça e Tomar até Lisboa e Sintra.  | 100                | MA, AM, PMA, cAM, AM, AM, SM, MA, AM, eAM                         | Regossolos, Podzóis, Cambissolos, Fluvissoles, Litossolos, Vertissolos | 4,6-5,5<br>5,6-6,5<br>7,4-8,5<br>6,6-7,3 | Rochas eruptivas plutónicas, formações sedimentares, formações sedimentares e metamórficas |
| Região de Proveniência 5        | Mediterrânico | Termomediterrânico<br>Mesomediterrânico | 865275.17 | Todos os Concelhos desde Abrantes, Moura, Montemor-o-Novo, Alcaçer do Sal até Sines.  | 100                | SM, AM, aAM, cAM, AM, SM  | Podzóis, Luvissoles, Cambissolos e Regossolos                          | 5,6-6,5<br>4,6-5,5                       | Formações sedimentares   |
| Região de Proveniência 6        | Mediterrânico | Termomediterrânico                      | 101808.70 | Todos os Concelhos com fronteira marítima a Sul, excepto Vila do Bispo  | 50                 | M, M, SM, IM, M, IM, SM   | Cambissolos, Fluvissoles, Litossolos                                   | 5,6-6,5<br>7,4-8,5<br>6,6-7,3            | Formações sedimentares e metamórficas, formações sedimentares                              |
| Região de Proveniência 7        | Mediterrânico | Mesomediterrânico                       | 85797.45  | Monchique, Silves, Loulé, Tavira e São Brás de Alportel   | 300                | M, SM, AM, SM, M, IM, SM  | Litossolos   | 5,6-6,5                                  | Formações sedimentares e metamórficas  |

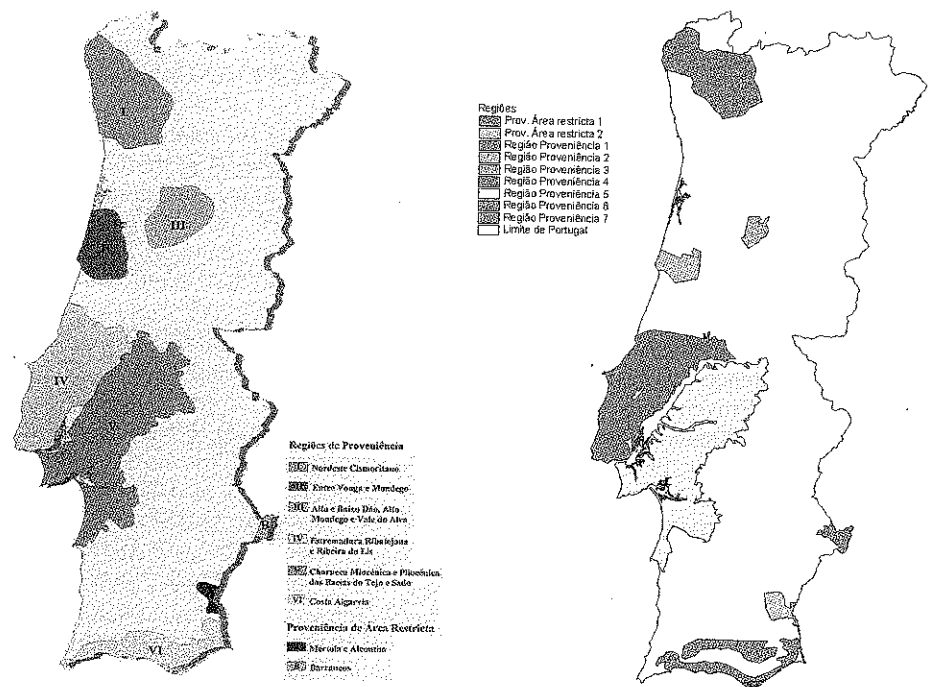


Figura 10 - Comparação entre os resultados obtidos por CARNEIRO (1995) e os alcançados neste trabalho em relação à delimitação das Regiões de proveniência

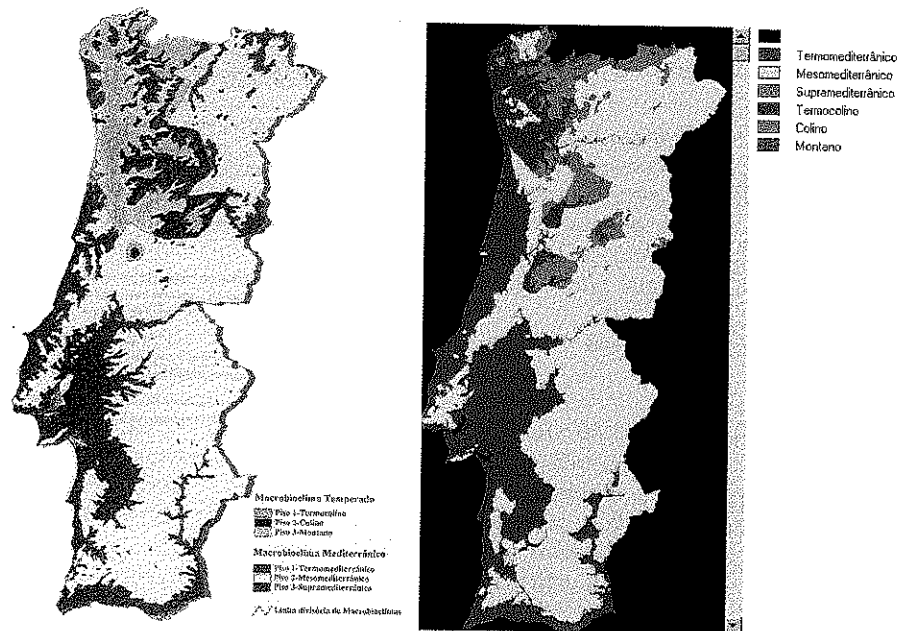


Figura 11 - Comparação entre os resultados obtidos por CARNEIRO (1995) e os alcançados neste trabalho em relação à caracterização bioclimática

### Bibliografia

- ALMEIDA, R., 2000 In: *Apontamentos das Aulas da cadeira de SIG II*. <http://www.scrif.cnig.pt/documentacao/mestrado/2aula.html>
- ALBUQUERQUE, J.P.M., 1954. *Carta Ecológica de Portugal*. Ministério da Economia. DGSA, Lisboa.
- ALPUIM, M.M., 1998. *Delimitação e Caracterização de regiões de Proveniência de Pinus Pinea L. em Portugal*. INIA, EFN, 81 pp.
- CTGREF, 1976. *Semences Forestières. Les Régions de Provenances d'epicea commun*. CTGREF Nogent/Vernisa. Nota técnica: 30. (cit. Bachiller, 1995).
- CARNEIRO, 1995. *Delimitação e Caracterização de Regiões de Proveniência de Pinus Pinea L. em Portugal Continental. Selecção de Povoamentos para a Produção de Semente em Alcácer do Sal*. Relatório Final de Licenciatura, Instituto Superior de Agronomia, UTL, 104 pp.
- Diário da Republica Portaria n.º134/94 que regulamenta a comercialização de materiais florestais de reprodução.
- DIRECÇÃO GERAL DAS FLORESTAS, 1999. *3ª Revisão do Inventário Florestal Nacional*. Divisão de Inventário e Estatísticas Florestais.
- EASTMAN, J.R., 1995. *Idrisi for windows, user's guide version 1*. Clark University.
- HAMANN, A., 1999. *Utilization and Management of red alder genetic resources in British Columbia*. Ph thesis. Faculty of Graduate Studies. University of British Columbia, 200 pp. In: <http://genetics.forestry.ubc.ca/hamann/zone/introduction.html>, consultado em Setembro 2000
- MIJNSBRUGGE, K. V., 2000 *Autochthonous trees and shrubs. Inventory and conservation strategy for regional native woody plants in Flanders*. In: <http://www.ibw.vlaanderen.be/eng/bossen/genet/text/abseg.html>, consultado em Setembro 2000.
- RIVAS-MARTINEZ, S., M. LOUSÁ, T. E. DIAZ, GONZALEZ e COSTA, J.Z., 1990. *La Vegetation del Sul de Portugal (Sado, Alentejo y Algarve) Itinera vegeodot*. 3:5-126.
- RIVAS-MARTINEZ, S., 1993. *Bases para una nueva clasificación bioclimática de la Tierra*. In: *Actas das XIII Jornadas de Fitossociologia*, Lisboa, 29 Set. a 1 Out.
- Submetido para publicação em Dezembro de 2000*  
*Aceite para publicação em Fevereiro de 2001*