

# **Inventário nacional de mortalidade de sobreiro na fotografia aérea digital de 2004/2006**

**Nuno de Almeida Ribeiro  
Peter Surový**



**Évora, 2008**

## Índice

1. Introdução.....	3
2. Objectivos.....	9
3. Metodologia .....	10
3.1. Tratamento espectral da imagem.....	11
3.2. Tratamento espacial da imagem.....	11
3.3. Análises espaciais e estatísticas.....	13
4. Resultados .....	15
4.1. Cartas resumo dos resultados agrupadas por NUT e estatísticas descritivas apresentadas em forma de tabelas e gráficos.....	16
4.1.1 Alto Alentejo .....	17
4.1.2. Alentejo Central: .....	21
4.1.3. Baixo Alentejo: .....	26
4.1.4. Alentejo Litoral: .....	30
4.1.5. Algarve .....	34
4.1.6. Beira Interior .....	38
4.1.7 Cova da Beira.....	40
4.1.8. Lezíria .....	42
4.1.9 Médio Tejo .....	45
4.1.10. Pinhal Interior.....	47
4.1.11. Península de Setúbal.....	49
4.2 Identificação de causas de mortalidade .....	52
4.2.1. Alentejo Litoral .....	52
4.2.2 Alentejo Central .....	57
4.2.3. Alto Alentejo .....	62
4.2.4. Baixo Alentejo.....	67
4.2.5. Algarve .....	71
5. Conclusões .....	75
6. Agradecimentos.....	76
7. Referências.....	78

# 1. Introdução

Portugal é o maior produtor mundial de cortiça, detendo 52% dessa mesma produção (Instituto Nacional de Estatística: <http://www.ine.pt>). Deste modo, representa um dos produtos portugueses que mais impacte tem nos mercados internacionais e, conseqüentemente, na economia portuguesa. Assim, a diminuição da produção de cortiça comporta dificuldades não só para os produtores, como para a própria economia do país, uma vez que permitiria que, com a escassez do produto, a procura se orientasse para outros mercados e produtos.

Os povoamentos de sobreiro são geridos em sistemas de produção multifuncionais “montados” sendo descritas muitas variantes que vão do agro-florestal ao agro-silvo-pastoril. Dadas as alterações verificadas nas últimas décadas quer ao nível da populacional, quer ao nível tecnológico observam-se actualmente quebras de resiliência dos ecossistemas associados ao montado pondo em causa a sua sustentabilidade.

O uso sustentado de um sistema corresponde aquele que mantém o seu potencial produtivo à perpetuidade, pretende-se atingir auto-suficiência, auto-regeneração para aproximar o sistema produtivo do ecossistema natural. A característica da sustentabilidade de um sistema é a resiliência, capacidade de manter a potencialidade produtiva dentro de um intervalo de fontes de perturbação (perda de coberto, erosão, sobrexploração, etc.). Nas últimas décadas observaram-se um conjunto de perturbações naturais ou antropológicas que degradaram o coberto ou o solo conduzindo a quadros de declínio por sobre exploração (povoamentos dispersos) ou abandono (povoamentos com elevada densidade do estrato arbustivo) Ribeiro *et al.* (2003).

As perdas de resiliência apresentam como indicador a degradação do coberto arbóreo resultante de: (1) mortalidade de árvores em povoamentos com estruturas envelhecidas e de baixa densidade, (2) baixo ou nulo de ingresso de plantas jovens devido às baixas taxas de sucesso da regeneração natural (resultantes do uso do solo). A perda de coberto acentua os processos erosivos com a conseqüente diminuição da fertilidade do solo e sua capacidade de retenção para água assim como dos extremos da temperatura do solo. A degradação do solo combinada com as acções de gestão incidentes nos sobreiros, diminui as resistências das árvores aumentando o risco de ocorrência de pragas e doenças com o conseqüente incremento das taxas de mortalidade. Os processos de degradação uma vez em curso aumentam exponencialmente de intensidade. O abandono aumenta o risco de fogo que a ocorrer elimina instantaneamente o coberto. A energia necessária à recuperação ou apenas para manter o nível de produção (não sustentada) é, normalmente, superior à energia requerida para a conservação de uma produção sustentada Ribeiro *et al.* (2004).

A dinâmica da mortalidade em povoamentos de sobreiro foi alvo de estudos ao na última metade do século XX assim:

Segundo Macara (1974), as gradagens com grades de disco acentuam os fenómenos de erosão, conduzindo a que os solos dos cabeços e das encostas com mais de 2% de inclinação diminuam de espessura em relação à camada impermeável (Figura 1).

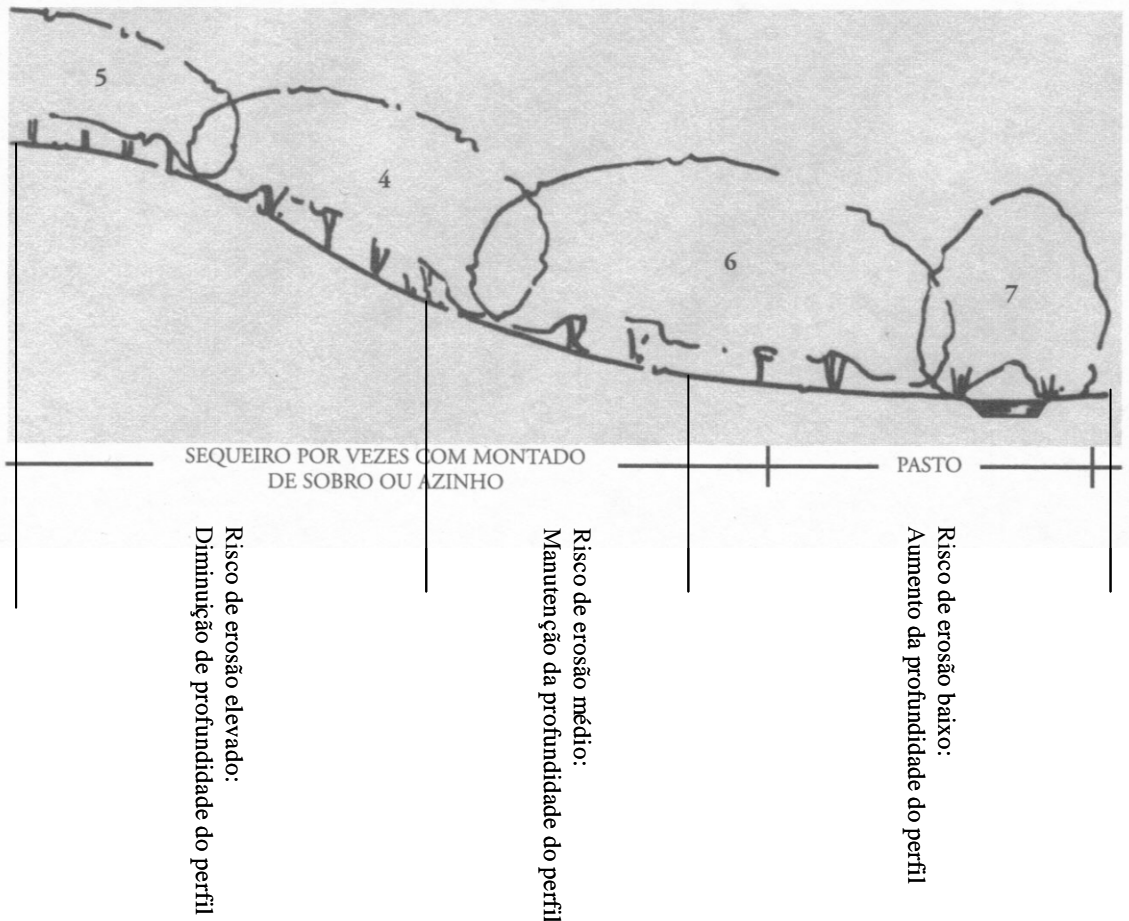


Figura 1. Representação esquemática da relação entre o perfil topográfico e o risco de erosão do solo (adptado de Teles, 2001)

Ferreira et al.(1992) ajustou uma função que relaciona um índice de mortalidade à profundidade do perfil corroborando Macara (1974).

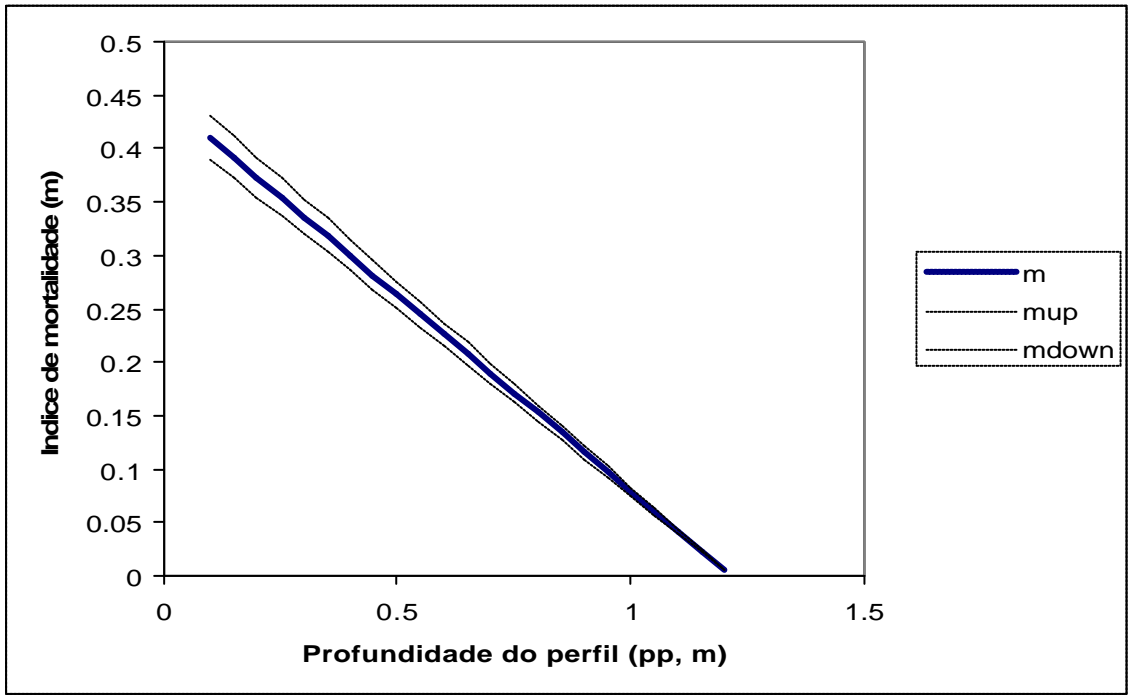


Figura 2. Modelo de índice de mortalidade vs profundidade da área de expansão radical (adaprado de Ferreira et al., 1992)

A gradagem com enterramento dos matos, expõe o solo à acção dos raios solares, aumentando a sua temperatura e levando a alterações na biologia do solo (Macara, 1974). Fenómeno semelhante foi identificado na Austrália, onde se verificou que a *Phytophthora cinnamomi*, beneficiava deste aumento de temperatura do solo (Shearer e Tippett, 1989). De facto desde há cerca de 10 anos que *Phytophthora cinnamomi* foi relacionada com algumas das manifestações de declínio observadas em sobreiros e azinheiras na Península Ibérica (Brasier et al, 1993, Brasier, 1996). Recentemente nos povoamentos e em estufa, foram comprovadas infecções de *Phytophthora cinnamomi* em sobreiros e azinheiras provocando quebras de absorção de água e nutrientes pelas raízes conduzindo a uma predisposição das árvores a outros factores de stress, bióticos e abióticos (Brasier et al, 1993, Moreira-Marcelino, 2001, Sanchez et al., 2002). Dos factores bióticos destacam-se como agentes primários a já referida *Phytophthora cinnamomi* e *Botryosphaeria stevensii* e como agentes secundários a *Armillaria mellea* (Vahl:Fr.) Kumm.; *Botryosphaeria* spp., *Biscogniauxia mediterranea* (de Not) Kuntze (Syn *Hypoxyylon mediterraneum* (De Not.) Mill.), *Coryneum modomium* (Sacc.) Griff. & Maubl. e *Endothiaella gyrosa* Sacc. (Sousa et al.(2007).

Coelho et al. (2006) identificaram a toxina sintetizada pela infecção da *Phytophthora cinnamomi* responsável pela descoloração das folhas e posterior “dieback”. Estudo semelhante com a *Phytophthora quercina* mostrou efeitos idênticos das toxinas nos sinais de declínio de *Quercus pedunculata* no Norte da Europa mostrando que existe um padrão neste tipo de patologia (Jönsson-Belyazio, e Rosengren, 2006). Os estudos anteriores referem ainda que os padrões de infecção são muito variáveis e que uma grande parte das árvores nos povoamentos, não apresentam sintomas de infecção. Este facto mostra que existe uma grande lacuna no estudo da biologia desta espécie e da sua interacção com as árvores e com a gestão dos povoamentos.

Cabral et al.(1992) identificou um conjunto de vectores que conduziam ao declínio dos sobreiros em Santiago do Cacém que subdividiu com os seguintes critérios: (1) Sistema social da posse e uso da terra, com a separação da gestão do coberto arbóreo (a cargo do proprietário) e do espaço do sob coberto (a cargo do rendeiro) o que contribuía para uma sobre exploração geral do sistema contribuindo para a degradação da qualidade da estação e conseqüente declínio das árvores; (2) Sistema físico, que apresenta combinações edafo-climáticas desfavoráveis à vegetação das árvores que potenciam os efeitos das praticas de gestão desadequadas; (3) Sistema de produção, com desequilíbrio das componentes do sistema agro-silvo-pastoril conduzindo à sobre exploração ao nível da árvore em combinação com usos intensivos do espaço sob coberto.

Ribeiro et al. (2006) mostrou a importância da monitorização integrada do sistema na avaliação da dinâmica dos povoamentos de sobreiro e da sua gestão sustentada. Os fenómenos de competição intra específica acentuam-se com a combinação de factores de gestão e climáticos (menos solo com concentração do período húmido) conduzindo a uma degradação sucessiva da vitalidade das árvores e conseqüente início do declínio.

Sousa et al.(2007), apresentam um esquema onde sintetizam os factores responsáveis pela situação actual dos povoamentos de sobreiro e azinho apresentado na Figura 3.

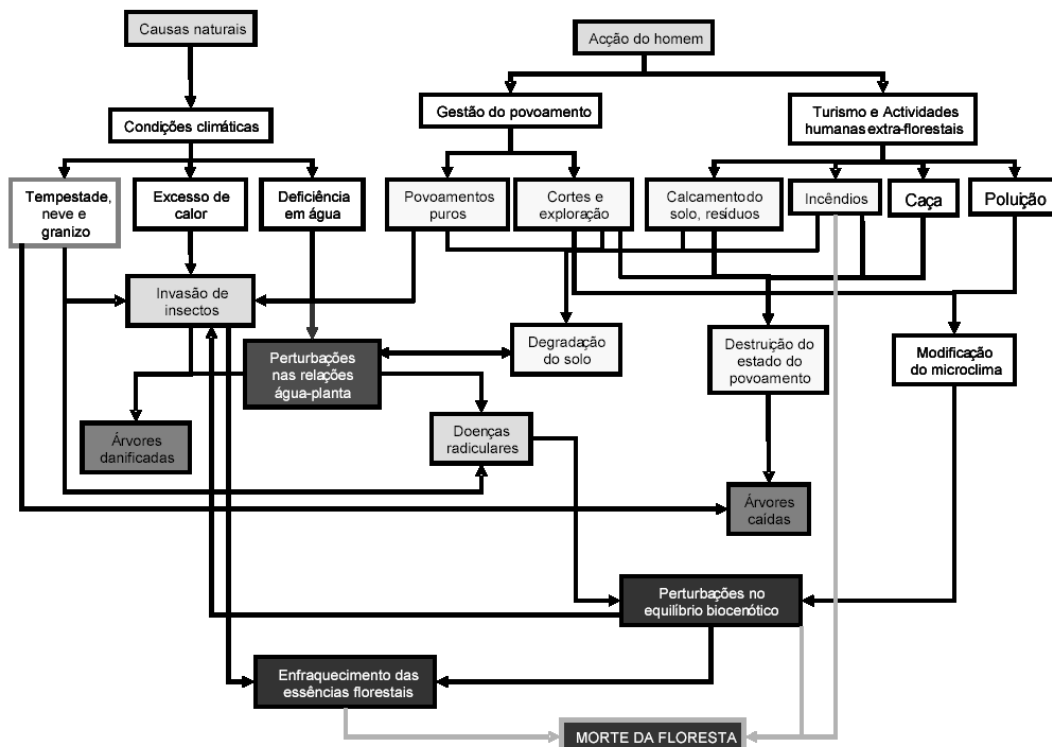


Figura 3 – Principais factores associados ao declínio do montado de sobreiro em Portugal (adaptado de Sousa, 2007).

Sousa *et al.*(2007) deram particular ênfase às influências da gestão sobre a vitalidade dos montados de sobreiro e azinho tendo apresentado o esquema da Figura 4.

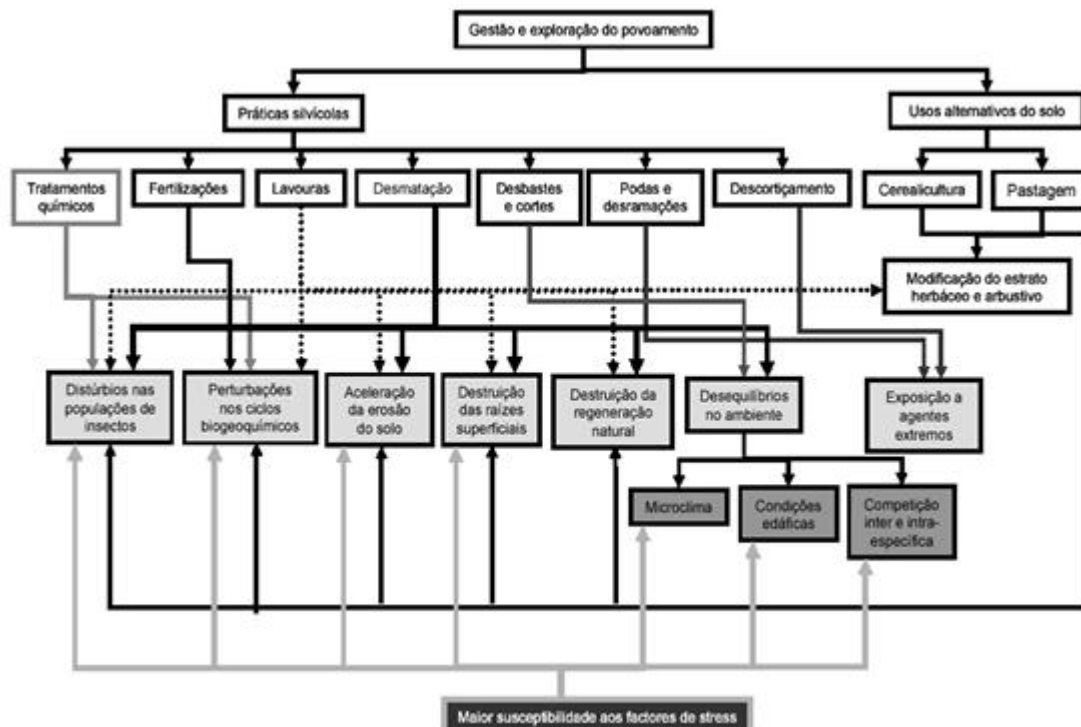
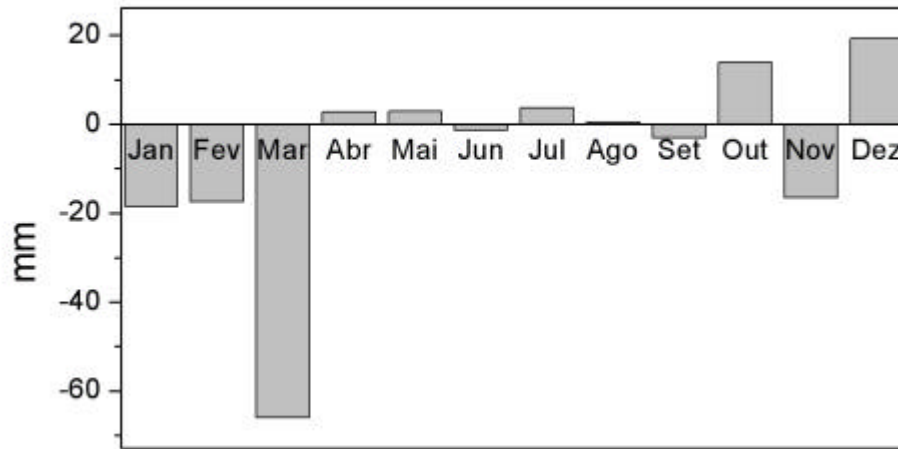


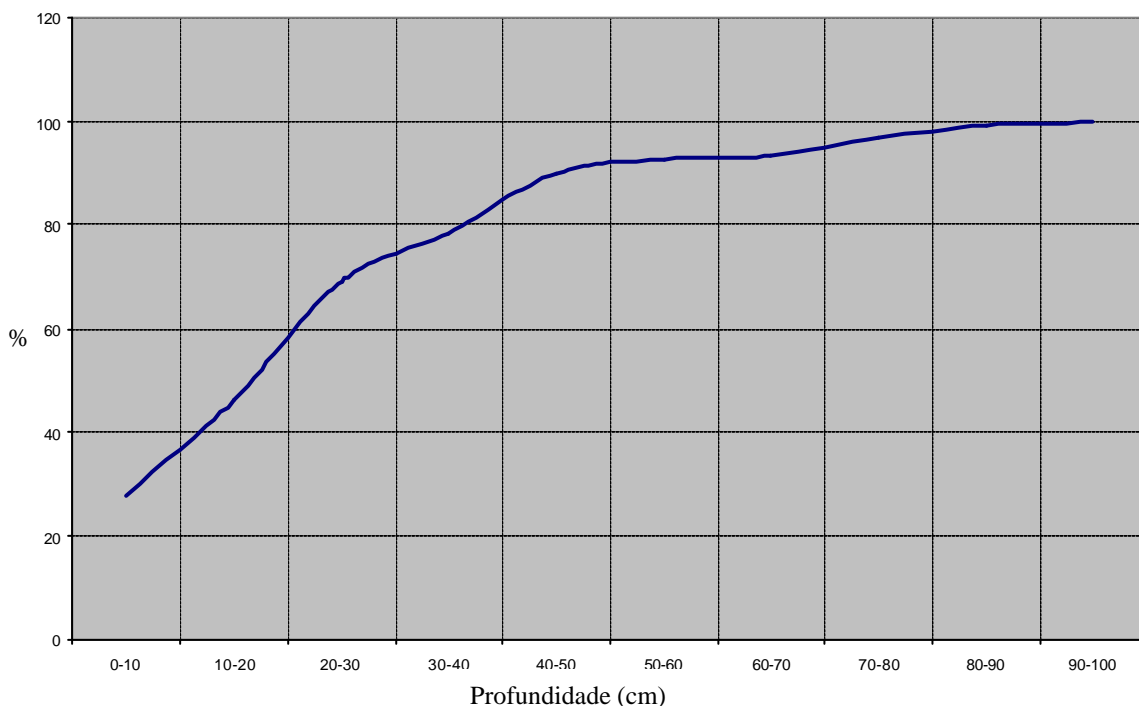
Figura 4 – Factores decorrentes da gestão e exploração dos povoamentos potenciadores de desequilíbrio da vegetação dos sobreiros e azinheiras (adaptado de Sousa, 2007).

Estudos ao nível do clima mostram que nos últimos 30 anos se observaram modificações ao nível do clima que intensificam os períodos de stress hídrico a que as árvores estão sujeitas como se pode observar nos dados de precipitação da Figura 5.

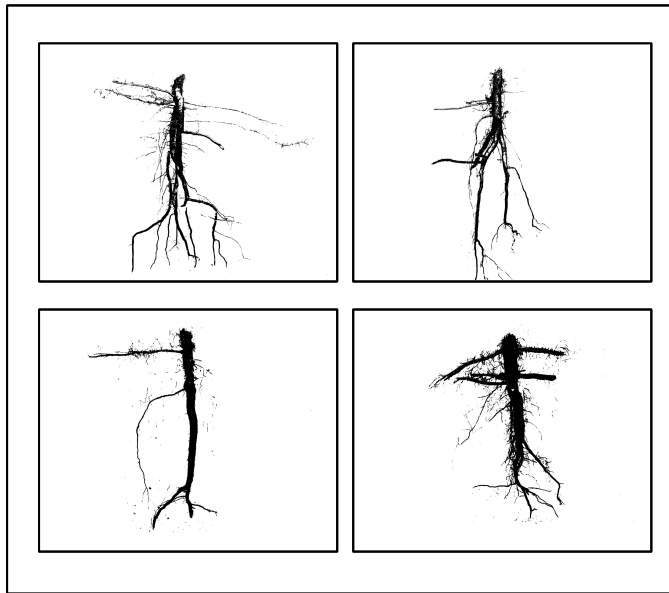


**Figura 5 – Diferencial de precipitação total de Portugal Continental para os períodos (1971-2000)-(1941-1970).** (adaptado de Pedro M A Miranda, [www.cgul.ul.pt](http://www.cgul.ul.pt))

Estudos ao nível dos sistemas radiculares dos sobreiros indicam que, em solos não perturbados desde a instalação dos povoamentos, cerca de 80% das raízes finas está localizada nos primeiros 30cm de profundidade (Figura 6), essas raízes finas são formadas todos os anos suportada por um sistema de raízes grossas localizado à mesma profundidade. Os estudos mostram também que para além desse sistema de raízes superficial existe um outro profundamente que coloniza as zonas mais profundas do solo (Figura 9) Surový, *et al.* (2007).



**Figura 6- Distribuição percentual cumulativa de raízes finas ao longo do perfil do solo** (adaptado de Surový, *et al.*, 2007).



**Figura 7 – Imagem digital das raízes de sobreiro escavadas com o método da trincheira (esquerda) imagem digital das raízes superficiais de sobreiro(direita) (adaptado de Surový, *et al.* ,2007)**

Estes padrões de distribuição de raízes mostram que o controlo de matos por gradagem está a interferir com uma parte muito importante do sistema radicular as árvores (sobreiros e azinheiras) e que em solos pouco profundos está a contribuir para a redução periódica de uma parte muito significativa do espaço de crescimento das árvores. Para além destes factos, a constante mutilação do sistema radical em combinação com as podas na copa e descortiçamento potencia a sensibilidade das árvores aos múltiplos factores bióticos e abióticos referidos anteriormente..

Diniz (1994) estudou 25 unidades de solo da carta de Portugal onde estão implantadas as principais manchas de sobreiro incluindo litossolos, regossolos, psamíticos, aluviosolos antigos e coluviosolos, solos litólicos não húmicos, solos mediterrâneos pardos calcários e não calcários, solos mediterrâneos avermelhados calcários e não calcários, podzois e solos higromórficos. Os sobreiros adaptam-se bem a uma gama bastante variada de tipos de solo, exigindo um conjunto de condições físicas que proporcionem livre expansão radicular como por exemplo: um grau de arejamento elevado, drenagem interna boa ou regular, inexistência de horizontes compactos na zona de expansão radicular. Tem ainda preferência por solos de reacção ácida (pH entre 5 e 6.5) não tolerando solos calcários (especialmente os ricos em calcário activo), salinos, orgânicos e hidromórficos. Nos solos de textura ligeira, que têm como características principais: a elevada permeabilidade; fraca retenção de humidade; baixo índice de fertilidade intrínseca, o sobreiro vegeta em condições normais ou até de forma exuberante nas unidades derivadas de arenitos dada a particularidade do substrato geológico (não consolidado e profundamente alterado) que permite a retenção hídrica e favorece a progressão das raízes até camadas profundas. Os solos que apresentam estas características são os Litólicos não húmicos (Vt, Vts, e Par) e alguns podzois sobretudo quando derivados de arenitos (Ap e Ppt). Nos solos ligeiros profundos que se relacionam com mantos de areia muito espessos, em regra de permeabilidade excessiva, o



sobreiro poderá vegetar em condições normais desde que haja retenção hídrica até poucos metros de profundidade como acontece nas superfícies aplanadas do domínio dos regossolos (Rg) de reduzida evolução pedológica ou de Podzois (Ap). Nos solos hidromórficos, o sobreiro rarefaz-se bastante e apenas vegeta nas situações sujeitas a reduzida retenção hídrica como acontece em algumas manchas de planossolos (Ps) em especial onde as condições de arejamento do subsolo são atenuadas por horizontes arenosos superficiais que proporcionam a expansão radicular nos mesmos. O sobreiro suporta mal o excesso de humidade quando esta é retida ao nível superficial do solo ou no subsolo, daí que para além dos hidromórficos também os podzois de surraipa dura (Pz) com tendência a tornar-se contínua nas formas demissionárias do microrelevo condicione o aparecimento de clareiras onde estas condições negativas ocorrem. As manchas de solo de textura pesada, englobando os barros, correspondem naturalmente, a áreas sem montado reflectindo a incompatibilidade do sobreiro para com o meio edáfico fortemente condicionado pelos baixos índices de permeabilidade, de arejamento conduzindo à atrofia radicular. Relativamente às baixas ribeirinhas, o sobreiro vegeta bem nos terraços marginais, em correspondência com plataformas sobreelevadas não inundáveis e naturalmente bem drenadas onde o lençol freático estaciona a alguns metros de profundidade assim, em aluviosolos antigos de textura mediana (At ) ou ligeira (Atl) ou em coluviosolos também de textura mediana (Sb e Sbl) o sobreiro vegeta em boas condições. Com base na informação recolhida por Diniz (1994) e da interpretação dos solos através das suas características de diagnóstico (Tabela 1), elaborada por Ferreira et al. (2001), construiu-se uma carta interpretativa que permite agrupar os solos de acordo com as suas limitações ao crescimento do sobreiro.

A leitura integrada dos trabalhos referidos permite perceber que em determinadas situações se estabelecem interacções debilitantes que levam ao declínio dos povoamentos de sobreiro e azinheira. No entanto, percebe-se que estas interacções debilitantes de factores se processam em múltiplas combinações reforçando a ideia que os procedimentos de gestão de: melhoramento; manutenção e recuperação de povoamentos devem de ser ajustados após identificação detalhada dos factores envolvidos em cada unidade espacial.

Com a realização deste trabalho pretende-se analisar a evolução dos povoamentos de sobreiro, de modo a que se possa detectar e prever quais as áreas que suscitem uma maior preocupação, em quais se deve intervir no sentido de contrariar os sinais de debilidade que apresentem e, desta forma, contribuir para uma gestão sustentável dos mesmos.

## **2. Objectivos**

Identificação e delimitação dos povoamentos de sobreiro.

Identificação e quantificação de sobreiros com sinais de declínio.

Análise da distribuição espacial das zonas de declínio associado às limitações do solo, ao declive e à distribuição da precipitação.

### 3. Metodologia

O desenvolvimento desta metodologia tem como principal base a análise da fotografia aérea. A melhoria observada na obtenção de fotografias aéreas com maior qualidade e precisão, permitiram aperfeiçoar as técnicas de fotografia aérea, proporcionando igualmente o desenvolvimento de novos métodos de prospecção das florestas.

#### 3.1. Tratamento espectral da imagem

1. Foi realizado um tratamento espectral das fotografias aéreas de 2004/2006, no sentido de melhorar a visibilidade dos elementos de interesse na imagem e assim permitir a identificação das árvores com sinais de declínio, dada a existência de uma reflectância característica por parte destas árvores. Deste modo, foi efectuada uma transformação das imagens RGB recorrendo às imagens de infravermelhos onde a permutação de canais permite a obtenção da imagem pretendida para as análises a efectuar.

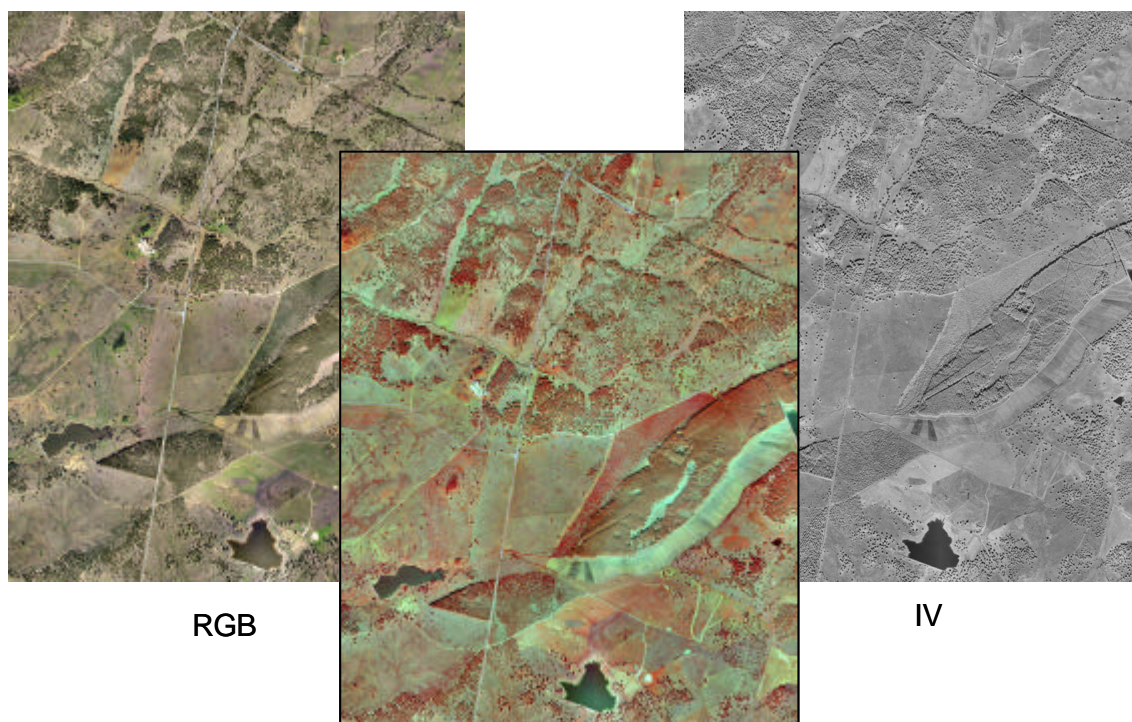
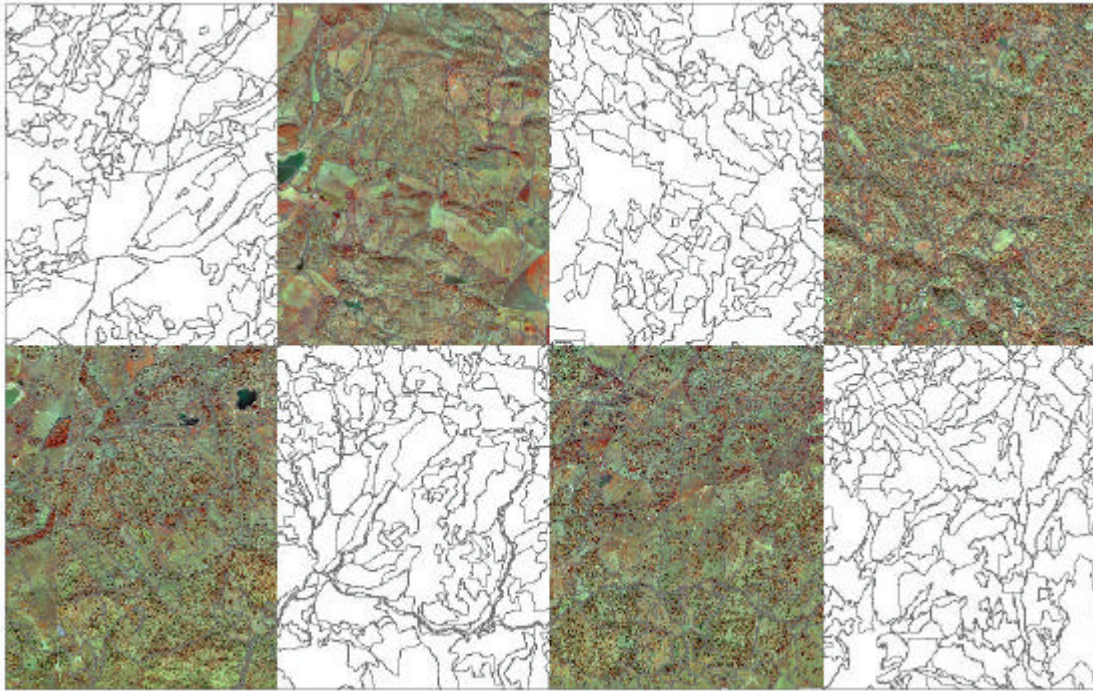


Figura 8 – Processo de tratamento espectral da imagem com obtenção de imagem falsa cor através de combinação de imagens RGB com imagens de infravermelhos

#### 3.2. Tratamento espacial da imagem

2. Foi necessária a segmentação espacial mediante a definição de polígonos. Esta foi executada com base em critérios pré-definidos que têm como objectivo, a identificação das áreas florestais (povoamentos de sobreiro) e não florestais e a representação de áreas homogéneas. Definiu-se para as áreas homogéneas uma área mínima de 10ha seguindo as metodologias de segmentação propostas por Surov $\acute{y}$  *et al* (2004 a, b).



**Figura 9 – Identificação de polígonos e segmentação automática das áreas florestais**

3. Numa primeira fase, calculou-se o grau de cobertura arbórea com base nas fotografias de 2004/2006 para a totalidade da área de estudo. O cálculo baseou-se nas reflectâncias características das espécies arbóreas verificadas nas fotografias dos referidos anos. O processo consiste na identificação da área ocupada em projecção pelas copas, em cada uma das fotos e em cada um dos polígonos definidos. Daqui resultaram duas imagens binárias para cada polígono que identificam a área coberta e não coberta Surový *et al* (2004 a, b)..
4. A reflectância espectral da folhagem varia conforme as espécies e dentro destas, consoante a idade das folhas, a sua densidade e a sua condição sanitária (Marques, 1990). Assim, paralelamente ao processo realizado anteriormente, foram identificados, nas fotografias rectificadas de 2004/2006, os sobreiros com sinais de declínio com base numa reflectância característica por parte destas árvores (Figura 10). Identificou-se ainda em que correspondente polígono definido se localizam Surový *et al* (2004 a, b)..





Figura 10. Identificação dos sobreiros com sinais de declínio

### 3.3. Análises espaciais e estatísticas

5. Com base nas imagens binárias obtidas como descrito no ponto 3, foi calculada a percentagem de cobertura para cada imagem binária. Posteriormente, a percentagem de cobertura calculado em cada uma do par de fotos dos diferentes anos correspondentes ao mesmo polígono foram comparadas. Desta comparação, foi então calculado o grau de cobertura.
6. Mais uma vez, paralelamente ao processo realizado anteriormente, procedeu-se ao cálculo da mortalidade por hectare estimada para cada polígono, de modo a se apreender quais as áreas onde essa mortalidade é preocupante. Esta mortalidade foi calculada para a totalidade das áreas de trabalho.
7. Para uma análise comparativa da mortalidade calculou-se um índice de mortalidade com a seguinte expressão matemática:

$$\text{Índice de Mortalidade} = \frac{\text{Densidade de árvores mortas por hectare}}{\text{Grau de cobertura de sobreiro}}$$

8. O índice de mortalidade foi cruzado (Figura 11) com as classes de características de diagnóstico (Tabela 1), com as classes de declive (Tabela 2) e com as classes de precipitação (Tabela 3). As estatísticas utilizadas para a análise foram: Construção de intervalos de confiança 95% para o índice de mortalidade para cada classe dos factores referidos; Utilização da análise de variância para avaliação integrada dos factores referidos e construção de testes de comparações múltiplas de médias.

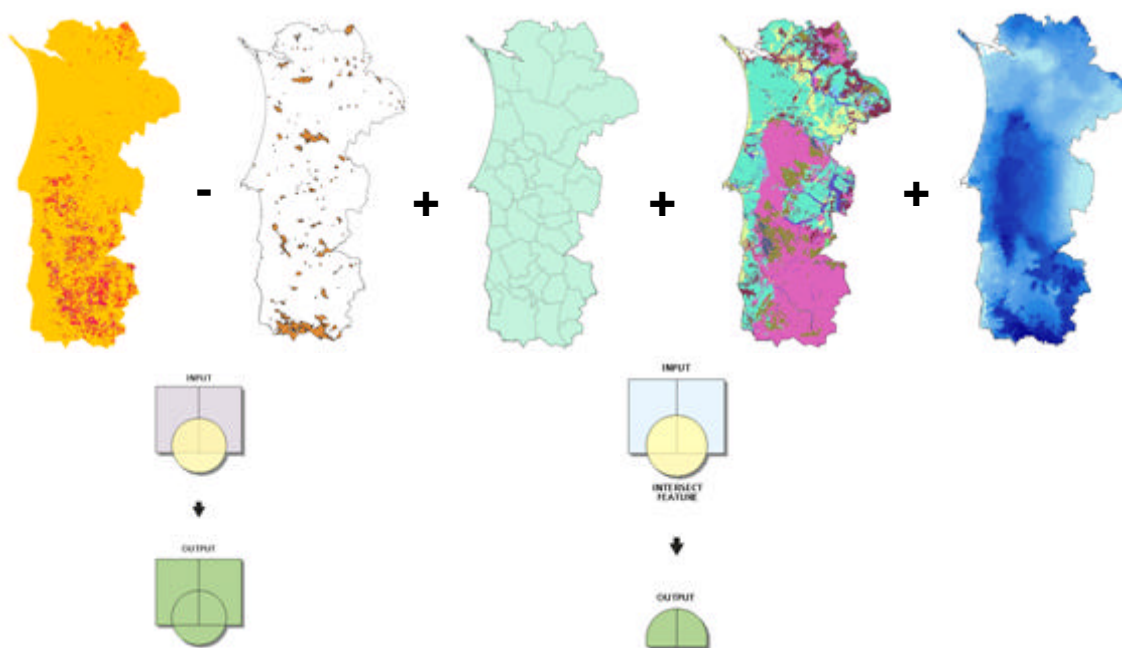


Figura 11 – Esquema de cruzamento dos níveis de informação utilizados na análise de resultados

Tabela 1. Carta interpretativa de condicionamento ao uso florestal (adaptado de Ferreira et al, 2001)

Características diagnósticas	de	Nº Ordem	Unidades - solo
Sem limitações		1	As não mencionadas
Profundidade expansível		2	Incipientes litossolos, de regime xérico, derivados de arenitos xistos ou grauvaques. Argiluvitados, mediterrâneos vermelhos ou amarelos, calcários ou não, normais, para barros, com laterite ou húmicos. Calcários, pardos de regime xérico, para litossolos.
Calcário activo		3	Calcários, pardos ou vermelhos, de regime xérico, normais ou para barros.
Descontinuidade textural		4	Argiluvitados, mediterrâneos pardos, calcários ou não, normais ou para barros.
Características vérticas		5	Barros pretos, pardos, calcários ou não, normais ou para barros.
Salinidade		6	Halomórficos, salinos, de salinidade elevada ou moderada, de aluviões ou rochas detríticas.
Drenagem externa		7	Incipientes, aluviossolos, modernos ou antigos, calcários, não calcários ou não calcários húmicos. Incipientes, coluviossolos, calcários, não calcários ou não calcários húmicos.
Drenagem interna		8	Incipientes, aluviossolos, modernos ou antigos, calcários, calcários ou não, para hidromórficos. Podzolizados, podzois hidromórficos, com ou sem surraipa. Hidromórficos, com horixzonte eluvial para aluissolos, para regossolos, para barros, para argiluvitados. Hidromórficos, sem horizonte eluvial, planossolos ou planossólicos. Hidromórficos, orgânicos, turfosos.
Textura arenosa		9	Incipientes, regossolos, psamíticos, normais
Espessura efectiva		10	Incipientes, litossolos, de regime xérico, derivados de granito, gneisse, gabro ou quartzo.
Afloramento rochoso		11	Não produtivo
Área social		12	Não produtivo

**Tabela 2 – Limites utilizado para a construção das classes de declive**

<b>Classe de declive</b>	<b>Intervalo de declive (%)</b>
1	[0, 15[
2	[15, 35[
3	[35, ∞[

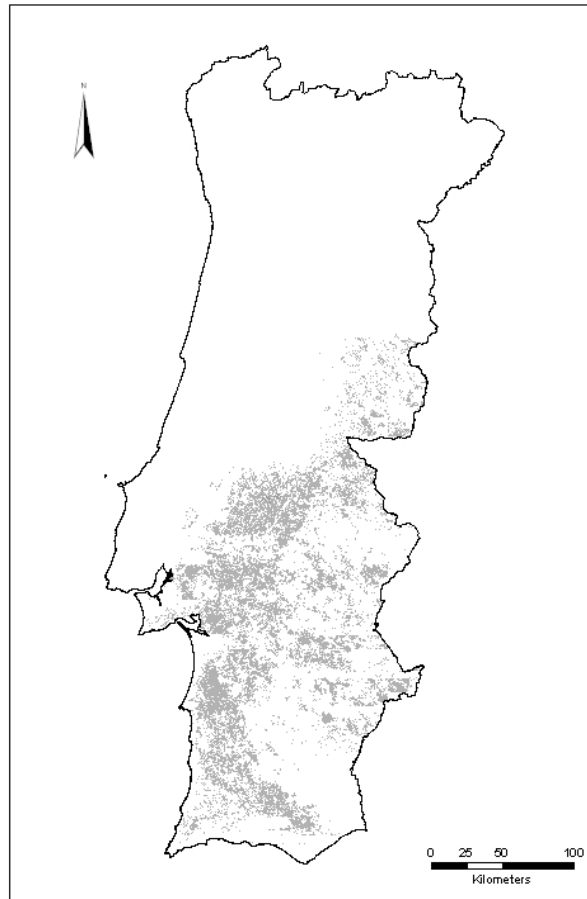
**Tabela 3– Limites utilizado para a construção das classes de precipitação**

<b>Classe de declive</b>	<b>Intervalo de precipitação (mm)</b>
1	[0, 400[
2	[400, 600[
3	[600, 800[
4	[800, ∞[

## 4. Resultados

A área de estudo foi definida, segundo a Carta de Ocupação dos Solos (Carvalho *et al.*, 1971) e o Inventário Nacional de 1995-1998 abrangendo a maioria do sobreiral nacional existente. Esta área abrange povoamentos quer de sobreiro puro, quer de sobreiro misto sendo o sobreiro dominante ou não dominante de cerca de 712 000 ha (DGF-IFN, 2001).

Assim, o local de estudo estende-se desde o Algarve até à Beira Interior Sul, ocupando toda a área a sul do rio Tejo.



**Figura 12 – Área de estudo em escala de cinzas (adaptado de Carvalho *et al.*, 1971)**

Seguindo as divisões administrativas, foram analisados 8 NUT's, a Beira Interior Sul, o Alto Alentejo, Alentejo Central, Baixo Alentejo, Alentejo Litoral, Algarve, Península de Setúbal e a parte a sul do rio quer da Lezíria do Tejo quer do Médio Tejo.

Os resultados são apresentados em dois pontos: 4.1. Cartas resumo dos resultados agrupadas por NUT onde são calculadas ao nível do Concelho e estatísticas descritivas apresentadas em forma de tabelas e gráficos; 4.2. Estudo da contribuição dos factores acima descritos para a intensidade de mortalidade observada com utilização combinada de estatísticas descritivas e técnicas de análise de variância calculadas por NUT.

A nível nacional foram identificadas 329 323 árvores mortas na fotografia aérea de 2004/2006 o que corresponde a uma perda de área de cobertura de projecção de copas de 10 867 659 m<sup>2</sup> e a uma perda de produção de cortiça de 7 409 767 kg (493 984@).



## 4.1. Cartas resumo dos resultados agrupadas por NUT e estatísticas descritivas apresentadas em forma de tabelas e gráficos

### 4.1.1 Alto Alentejo

Nas Figuras 13 e 14 pode-se observar a distribuição dos povoamentos expressa em grau de coberto bem como a distribuição do índice de mortalidade. De notar que a mortalidade mais grave se processa nas áreas de menor grau de coberto mostrando a importância de criar medidas de recuperação destas áreas de montado.

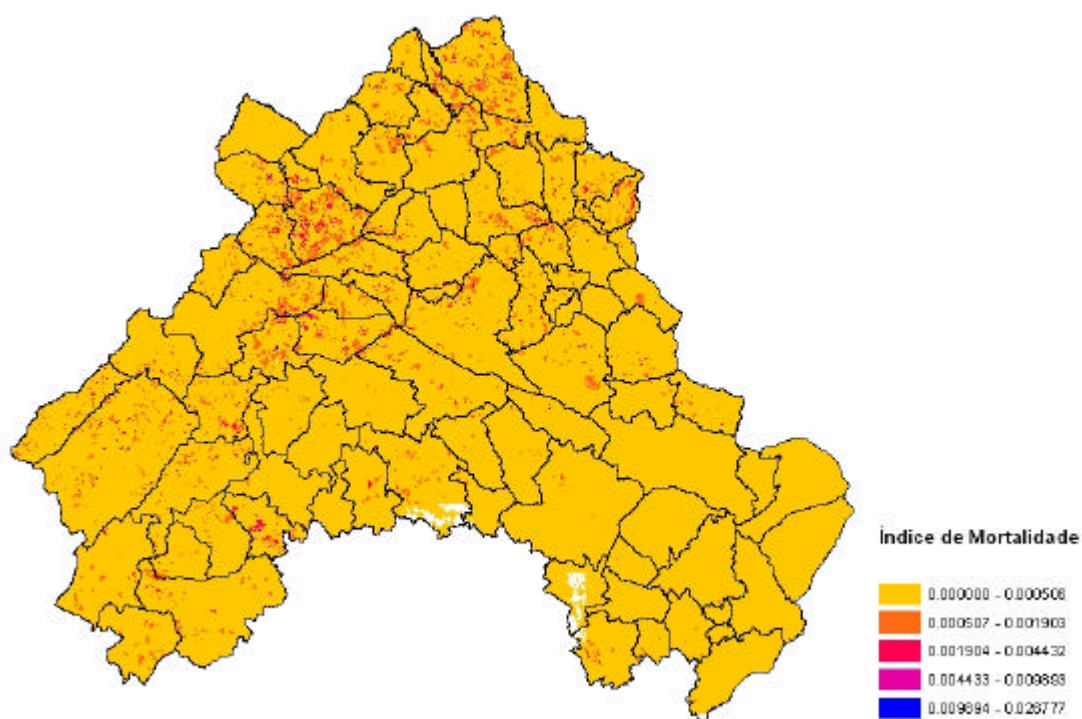


Figura 13 – Carta de índice de mortalidade para a NUT

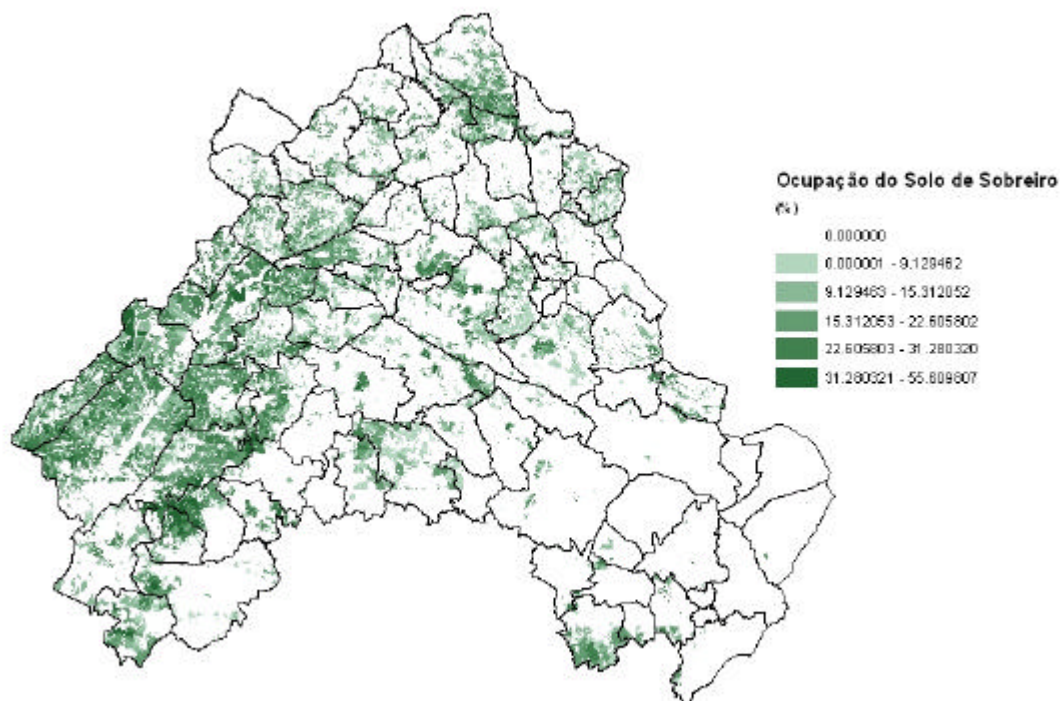


Figura 14 – Carta de ocupação do solo expressa em grau de coberto de sobreiros para a NUT

Tabela 4 – Grau de cobertura de sobreiro, densidade de árvores mortas por hectare e índice de mortalidade ponderado e respectivos erros padrão por concelho.

CONCELHO	Grau de Cobertura de Sobreiro		Árvores Mortas/ha		Índice de Mortalidade Ponderado	
	Média	Erro Padrão	Média	Erro Padrão	Média	Erro Padrão
Alter do Chão	13,984	0,086	0,377	0,005	5,385	0,127
Arronches	17,402	0,172	0,140	0,003	1,427	0,054
Avis	20,853	0,057	0,280	0,004	2,121	0,040
Campo Maior	23,278	1,727	0,056	0,031	0,135	0,074
Castelo de Vide	13,941	0,086	0,553	0,007	5,546	0,084
Crato	14,579	0,063	0,415	0,004	4,170	0,064
Elvas	17,830	0,077	0,205	0,004	1,680	0,044
Fronteira	13,127	0,322	0,143	0,013	2,058	0,245
Gavião	13,143	0,066	0,889	0,010	8,807	0,123
Marvão	11,293	0,094	0,418	0,009	5,603	0,205
Monforte	15,744	0,216	0,199	0,011	1,999	0,183
Mora	18,448	0,079	0,388	0,006	3,333	0,062
Nisa	14,862	0,057	0,713	0,006	7,398	0,122
Ponte de Sôr	18,931	0,034	0,300	0,002	2,606	0,028
Portalegre	10,942	0,059	0,270	0,004	3,454	0,048

Na Tabela 4 e Figuras 15 a 19 podem-se observar os resultados das estatísticas descritivas para grau de cobertura de sobreiro, densidade de árvores mortas por hectare e índice

de mortalidade ponderado por concelho e respectivos intervalos de confiança 95% para as médias.

Dos resultados salienta-se o baixo grau de coberto observado em toda a NUT, cerca de 18% bem como a observação de índices de mortalidade elevados em Castelo de Vide, Crato, Gavião e Nisa. De notar que nem sempre o índice de árvores mortas coincide com a densidade de árvores mortas por hectare uma vez que este foi construído para assumir maiores valores quando a mortalidade ocorre em povoaamentos pouco densos e assim poderem ser identificadas as zonas de intervenção prioritária. Assim, a mesma densidade de árvores mortas pode corresponder a um índice de mortalidade baixo quando ocorre no povoamento com grau de cobertura elevado e o contrário quando o grau de cobertura é baixo

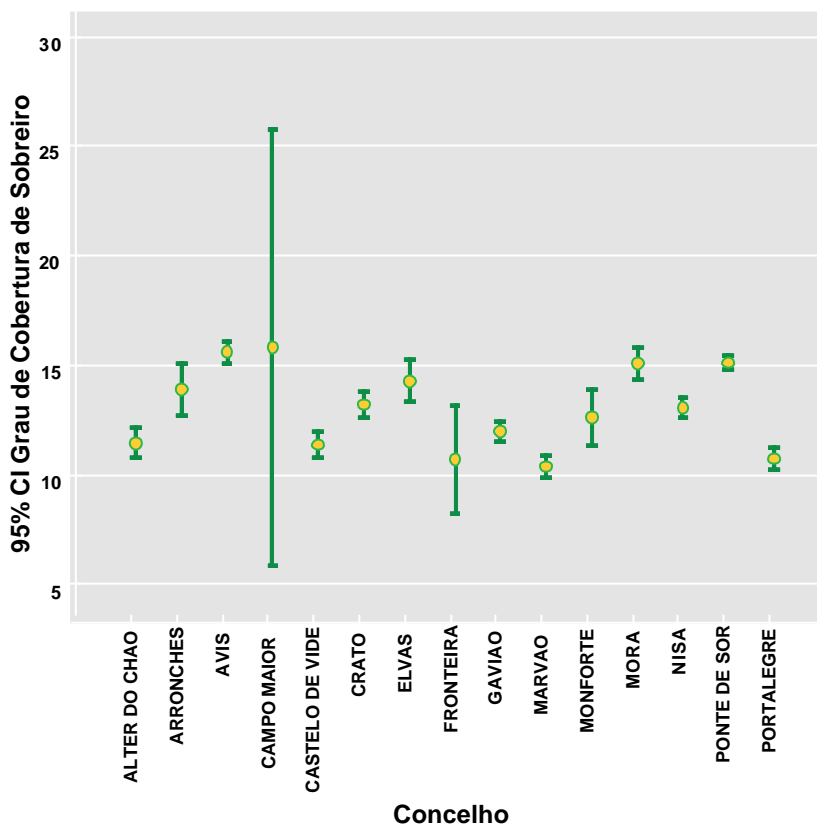


Figura 15 – Intervalos de confiança 95% para o grau de cobertura de sobreiro médio para os concelhos da NUT

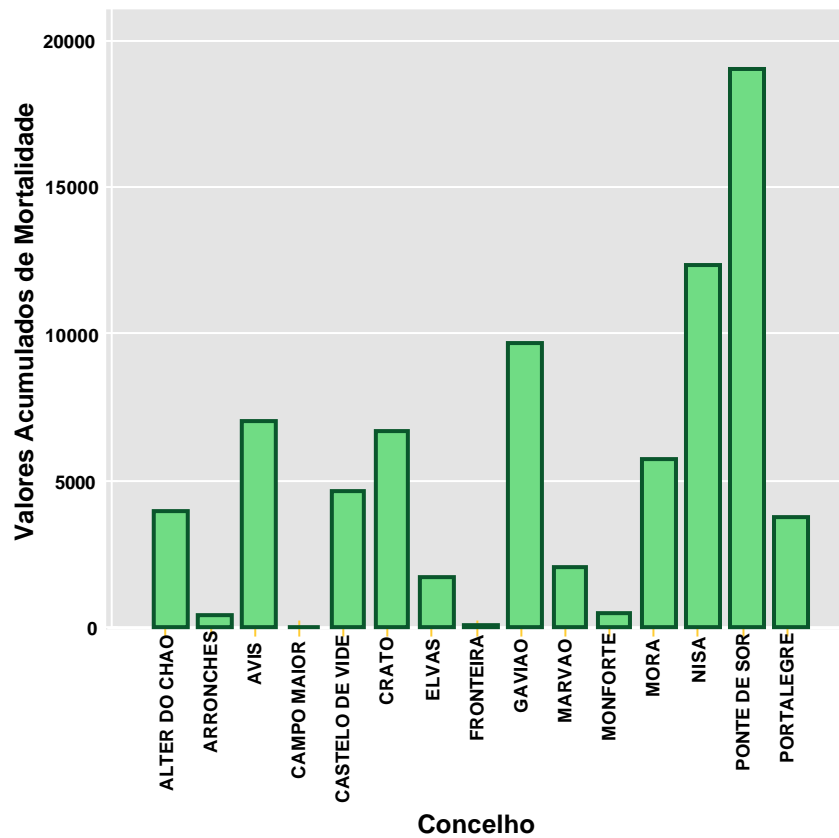


Figura 16 – Valores acumulados de números de sobreiros mortos na NUT.

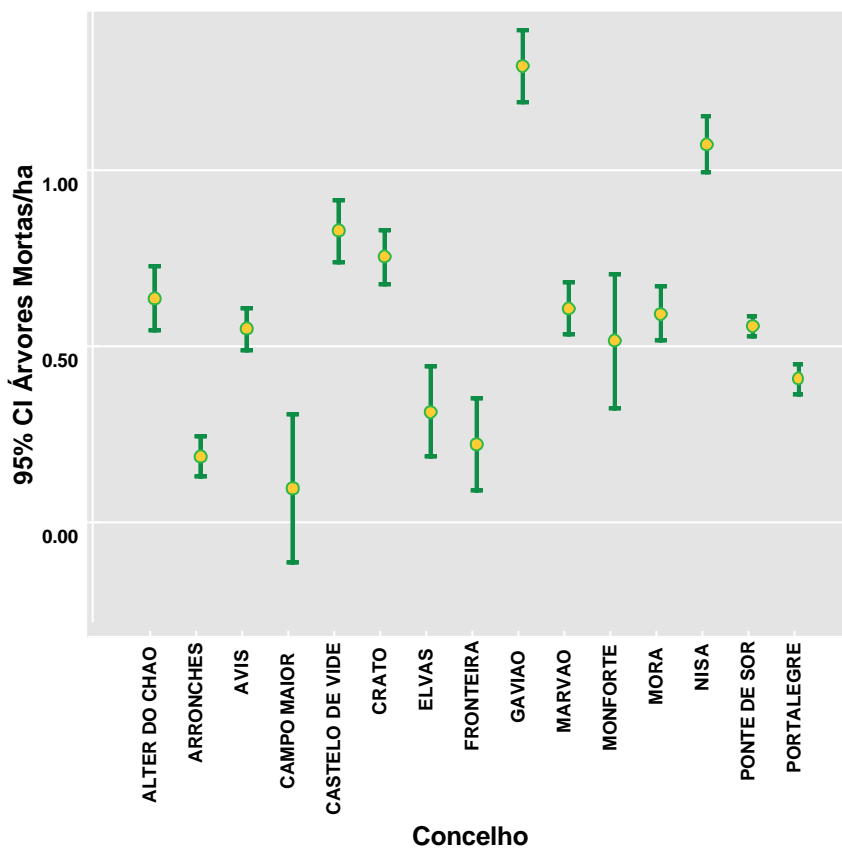


Figura 17 – Intervalos de confiança 95% para a densidade de de árvores mortas por hectare para os concelhos da NUT

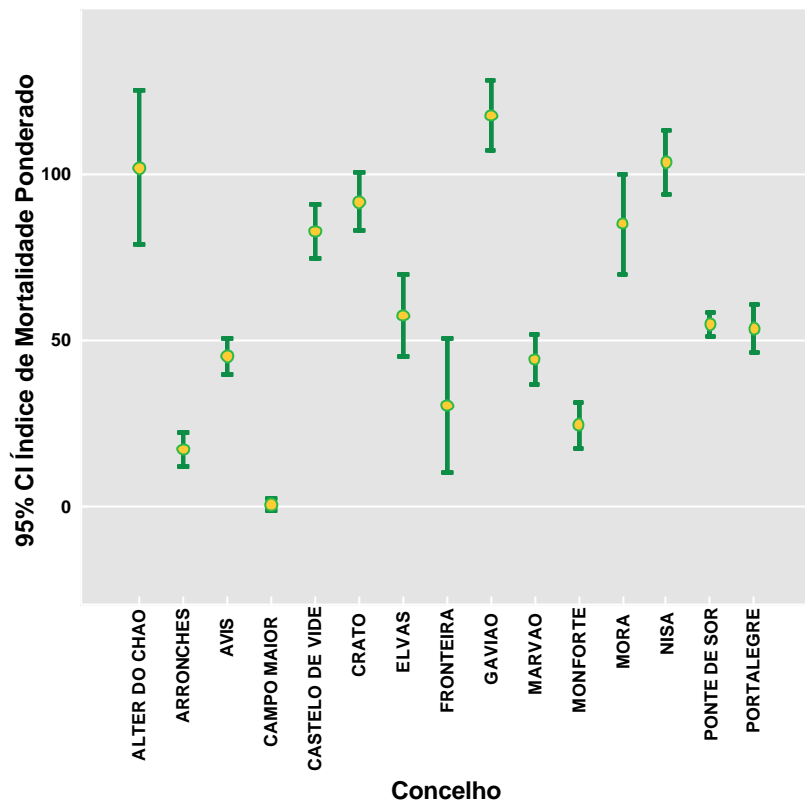


Figura 18 – Intervalos de confiança 95% para índice de mortalidade ponderado para os concelhos da NUT

#### 4.1.2. Alentejo Central:

Nas Figuras 20 e 21 pode-se observar a distribuição dos povoamentos expressa em grau de coberto bem como a distribuição do índice de mortalidade. De notar que a mortalidade mais grave se processa nas áreas de menor grau de coberto mostrando a importância de criar medidas de recuperação destas áreas de montado.

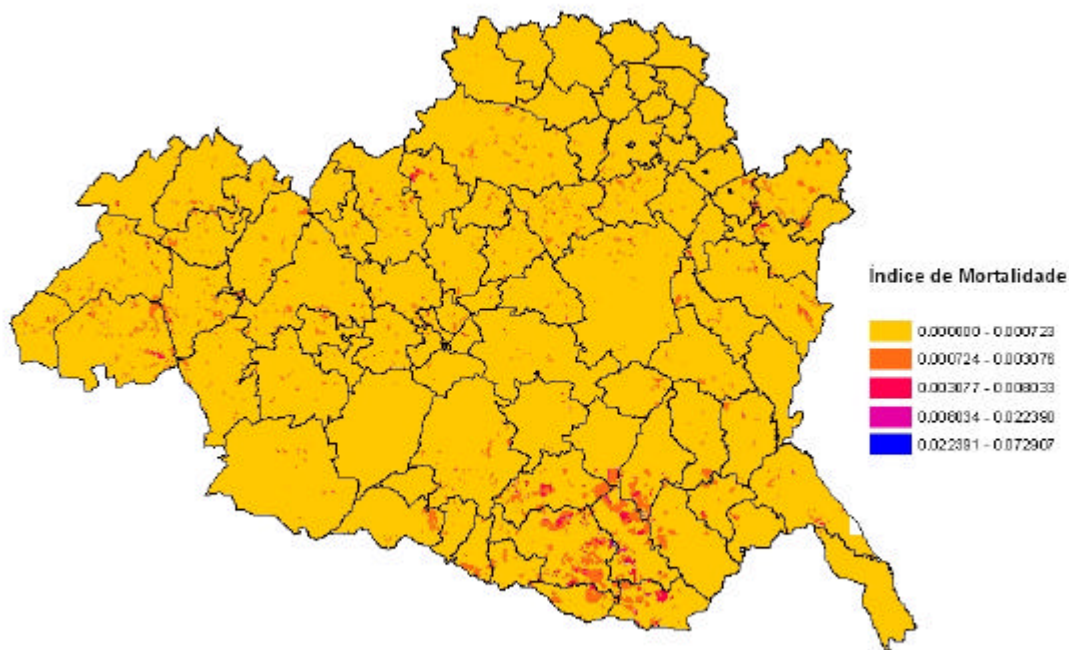


Figura 19 – Carta de índice de mortalidade para a NUT

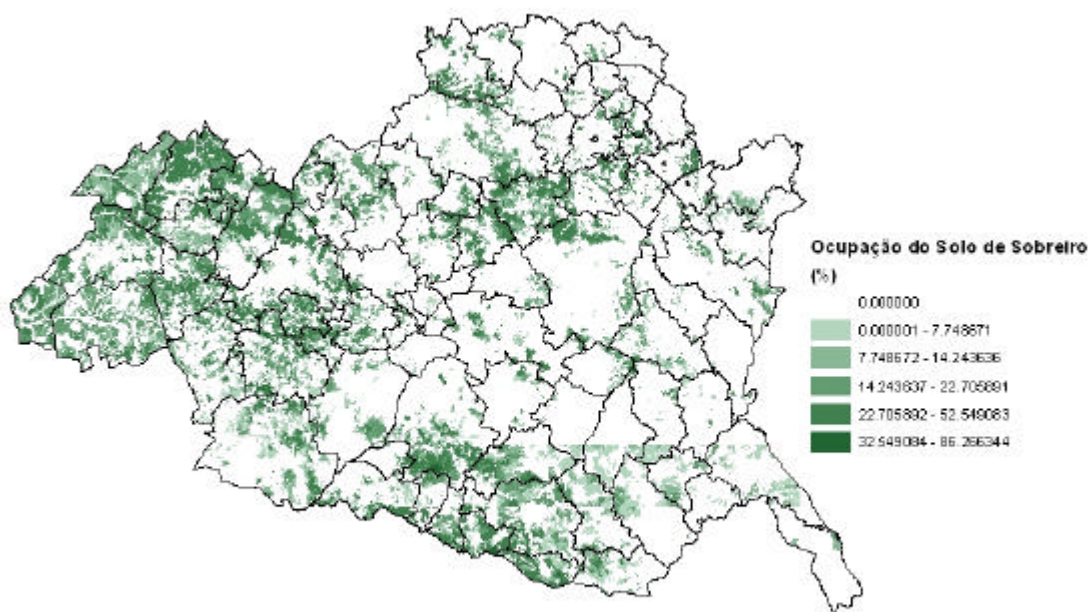


Figura 20 – Carta de ocupação do solo expressa em grau de coberto de sobreiros para a NUT

**Tabela 5 – Grau de cobertura de sobreiro, densidade de árvores mortas por hectare e índice de mortalidade ponderado e respectivos erros padrão por concelho.**

CONCELHO	Grau de Cobertura de Sobreiro		Árvores Mortas/ha		Índice de Mortalidade Ponderado	
	Média	Erro Padrao	Média	Erro Padrao	Média	Erro Padrao
<b>Alandroal</b>	12,478	0,105	0,473	0,008	5,688	0,137
<b>Arraiolos</b>	17,697	0,074	0,427	0,005	5,859	1,171
<b>Borba</b>	22,781	0,197	0,179	0,005	1,090	0,054
<b>Estremoz</b>	21,274	0,099	0,305	0,005	2,674	0,074
<b>Evora</b>	19,213	0,073	0,268	0,003	2,734	0,047
<b>Montemor-O-Novo</b>	19,772	0,046	0,317	0,002	4,331	0,591
<b>Mourao</b>	8,140	0,083	0,240	0,008	4,328	0,192
<b>Portel</b>	17,201	0,074	0,971	0,006	10,424	0,109
<b>Redondo</b>	20,290	0,152	0,282	0,005	2,687	0,076
<b>Reguengos de Monsaraz</b>	7,469	0,061	0,400	0,010	7,685	0,215
<b>Sousel</b>	21,210	0,153	0,160	0,006	1,184	0,050
<b>Vendas Novas</b>	19,738	0,082	0,303	0,005	2,817	0,110
<b>Viana do Alentejo</b>	15,575	0,112	0,101	0,002	1,702	0,044
<b>Vila Viçosa</b>	3,807	0,089	0,322	0,004	3,433	0,058

Na Tabela 5 e Figuras 21 a 24 podem-se observar os resultados das estatísticas descritivas para grau de cobertura de sobreiro, densidade de árvores mortas por hectare e índice de mortalidade ponderado por concelho e respectivos intervalos de confiança 95% para as médias.

Dos resultados salienta-se o baixo grau de coberto observado em toda a NUT, cerca de 16% bem como a observação de índices de mortalidade elevados em Portel e Montemor-o-novo.



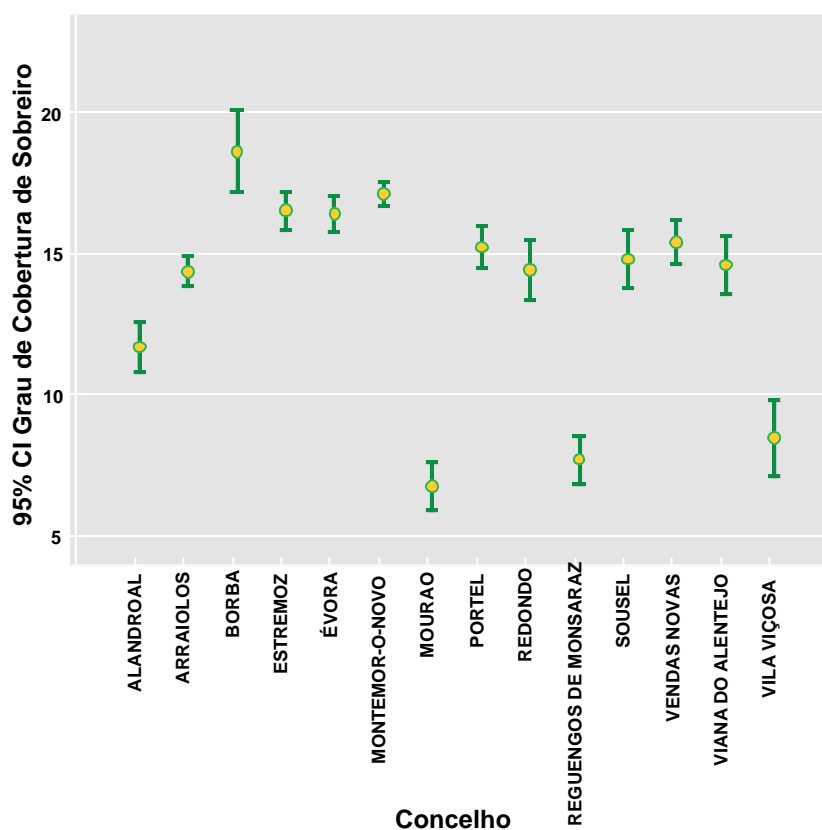


Figura 21 – Intervalos de confiança 95% para o grau de cobertura de sobreiro médio para os concelhos da NUT

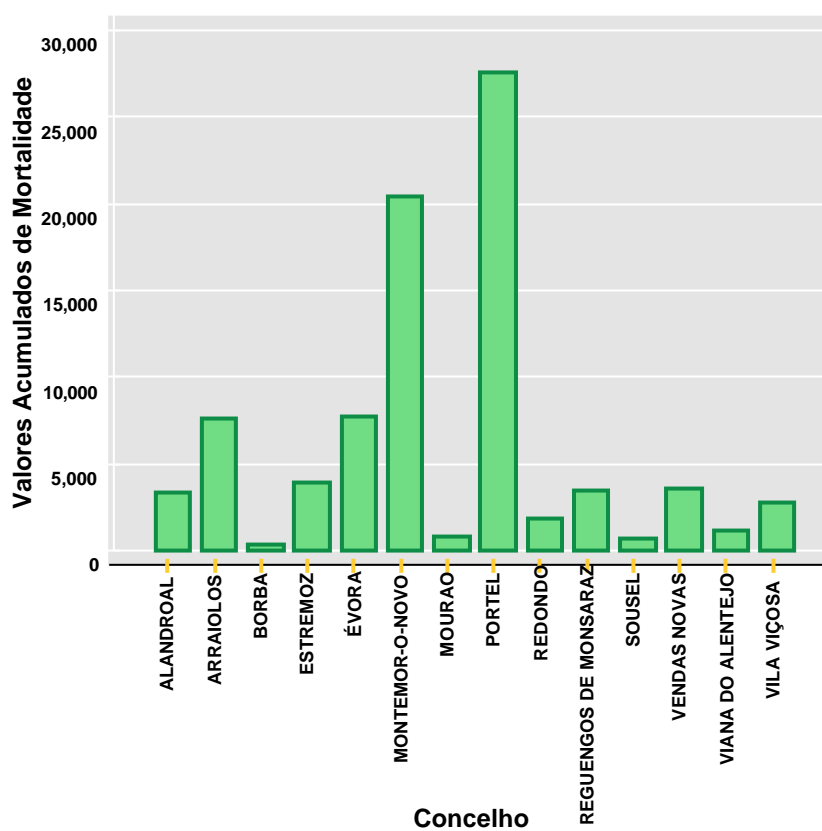


Figura 22 – Valores acumulados de números de sobreiros mortos na NUT.



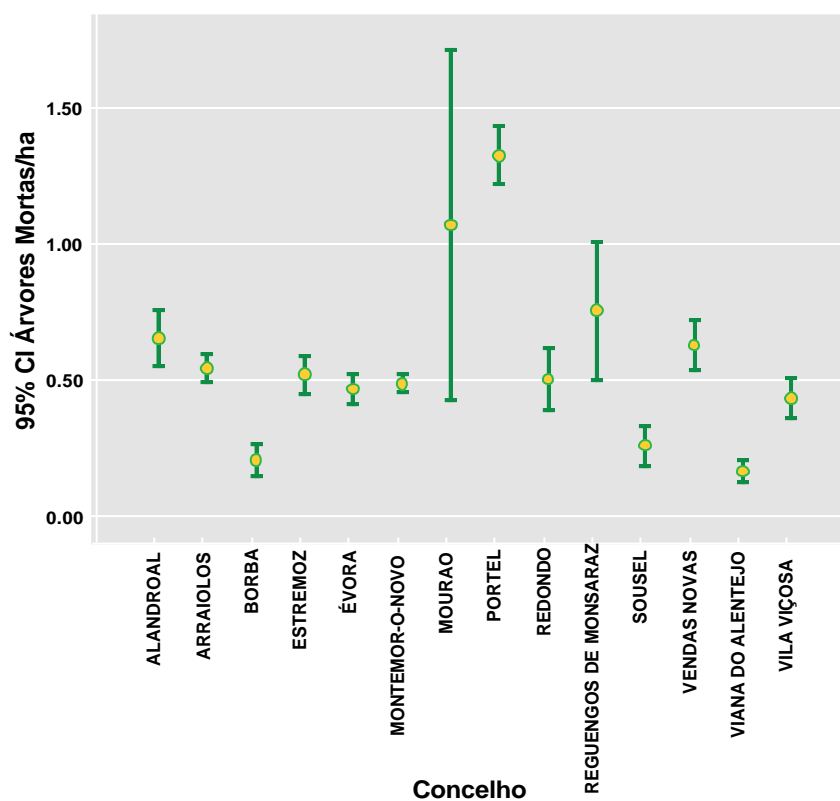


Figura 23 – Intervalos de confiança 95% para a densidade de árvores mortas por hectare para os concelhos da NUT

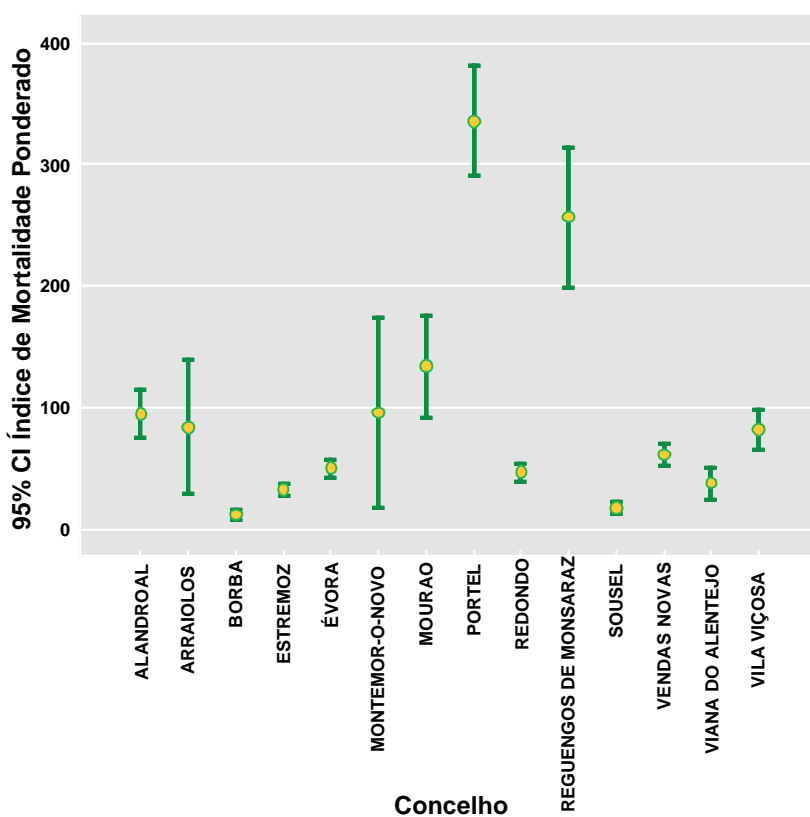


Figura 24 – Intervalos de confiança 95% para índice de mortalidade ponderado para os concelhos da NUT

### 4.1.3. Baixo Alentejo:

Nas Figuras 25 e 26 pode-se observar a distribuição dos povoamentos expressa em grau de coberto bem como a distribuição do índice de mortalidade. De notar que a mortalidade mais grave se processa nas áreas de menor grau de coberto mostrando a importância de criar medidas de recuperação destas áreas de montado.

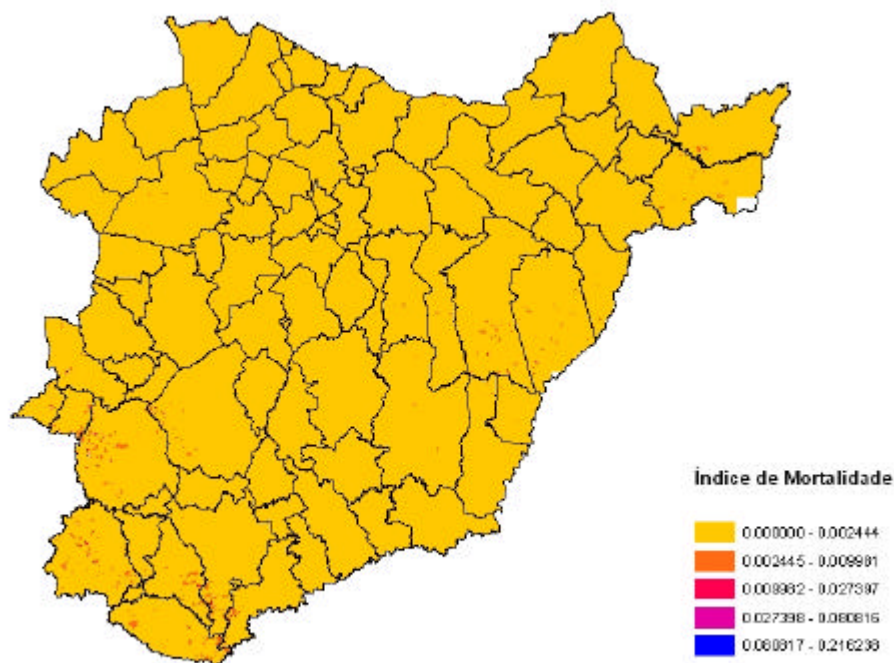


Figura 25 – Carta de índice de mortalidade para a NUT

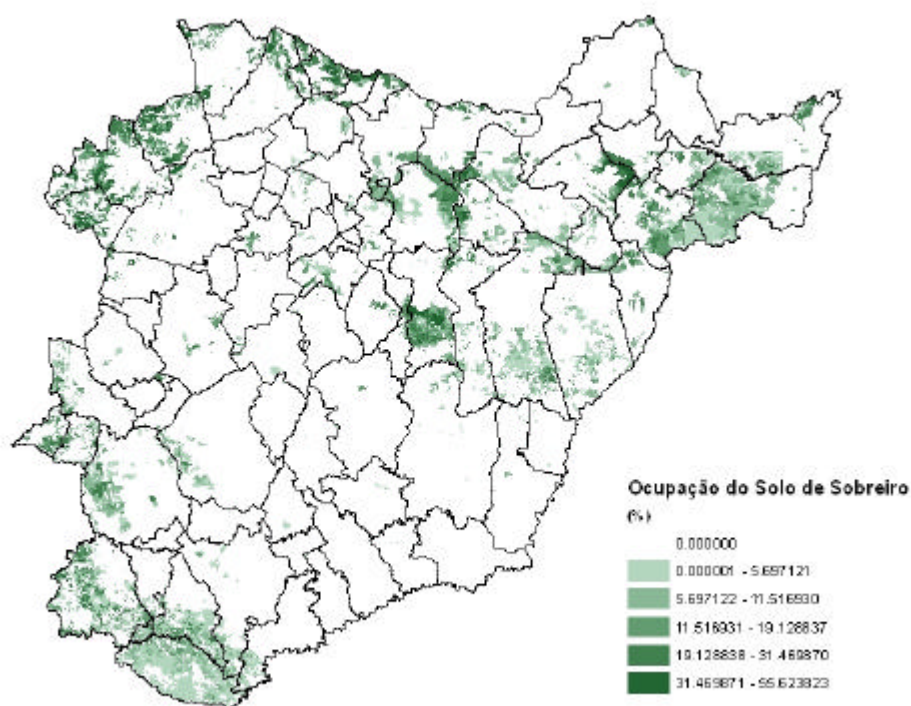


Figura 26 – Carta de ocupação do solo expressa em grau de coberto de sobreiros para a NUT

**Tabela 6 – Grau de cobertura de sobreiro, densidade de árvores mortas por hectare e índice de mortalidade ponderado e respectivos erros padrão por concelho.**

CONCELHO	Grau de Cobertura de Sobreiro		Árvores Mortas/ha		Índice de Mortalidade Ponderado	
	Média	Erro Padrão	Média	Erro Padrão	Média	Erro Padrão
Aljustrel	15,121	0,278	0,176	0,016	1,889	0,149
Almodôvar	5,740	0,039	0,186	0,002	7,769	0,144
Alvito	20,781	0,240	0,296	0,007	2,844	0,093
Barrancos	12,643	0,185	0,185	0,005	4,304	0,186
Beja	13,185	0,079	0,098	0,002	1,155	0,041
Castro Verde	5,806	0,117	0,455	0,011	16,327	0,717
Cuba	18,721	0,178	0,461	0,010	2,690	0,071
Ferreira do Alentejo	23,690	0,129	0,084	0,002	0,498	0,014
Mértola	6,486	0,154	0,363	0,019	7,877	0,415
Moura	13,942	0,080	0,132	0,002	1,813	0,039
Ourique	10,754	0,070	0,467	0,004	11,932	0,324
Serpa	9,164	0,050	0,191	0,002	4,503	0,077
Vidigueira	16,545	0,133	0,411	0,008	3,056	0,088

Na Tabela 6 e Figuras 27 a 30 podem-se observar os resultados das estatísticas descritivas para grau de cobertura de sobreiro, densidade de árvores mortas por hectare e índice de mortalidade ponderado por concelho e respectivos intervalos de confiança 95% para as médias.

Dos resultados salienta-se o baixo grau de coberto observado em toda a NUT, cerca de 18% bem como a observação de índices de mortalidade elevados em Almodôvar, Barrancos, Castro Verde e Ourique.

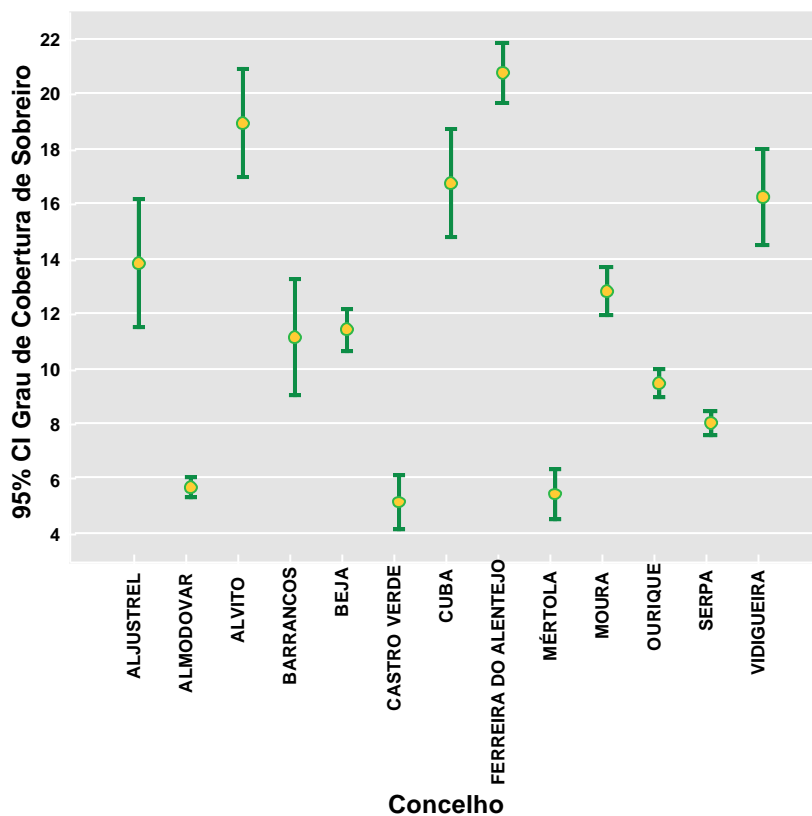


Figura 27 – Intervalos de confiança 95% para o grau de cobertura de sobreiro médio para os concelhos da NUT

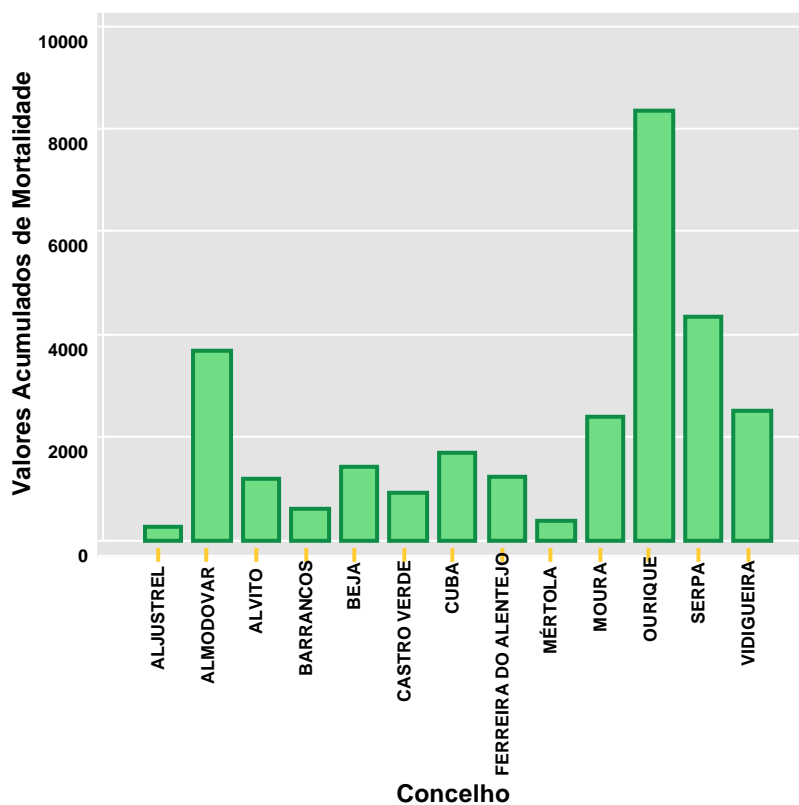


Figura 28 – Valores acumulados de números de sobreiros mortos na NUT.

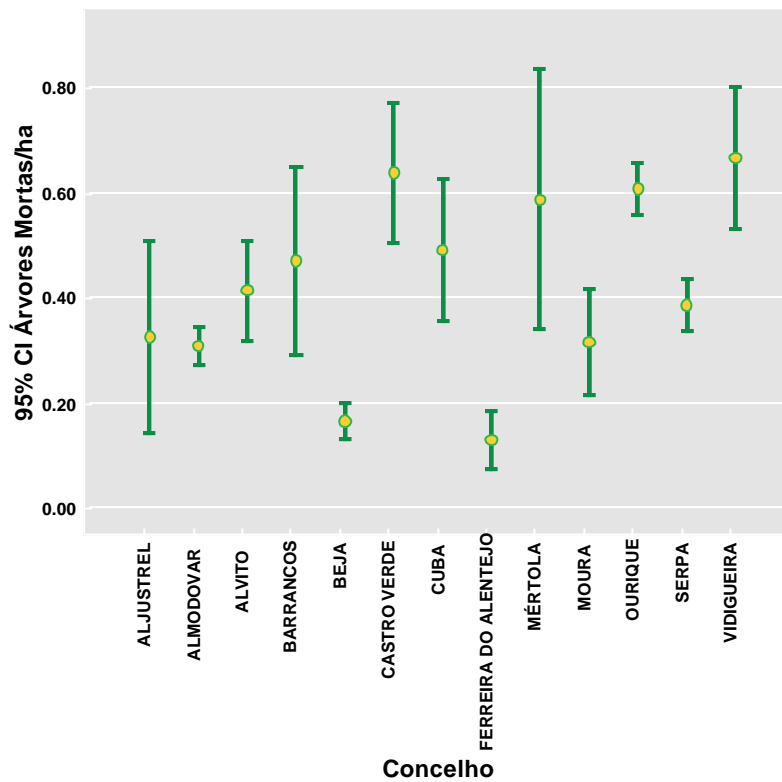


Figura 29 – Intervalos de confiança 95% para a densidade de árvores mortas por hectare para os concelhos da NUT

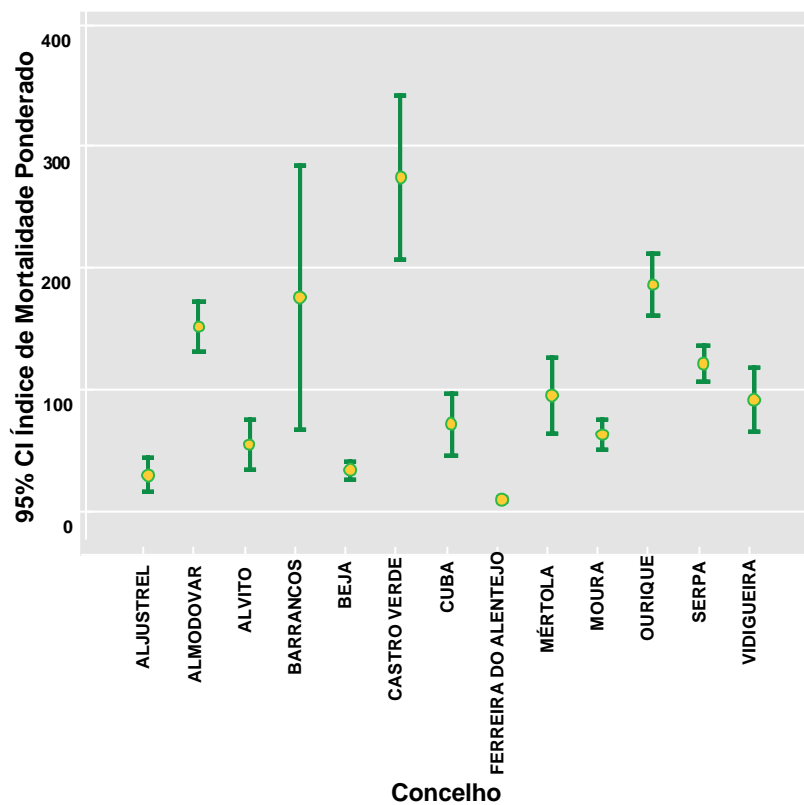


Figura 30 – Intervalos de confiança 95% para índice de mortalidade ponderado para os concelhos da NUT

#### 4.1.4. Alentejo Litoral:

Nas Figuras 31 e 32 pode-se observar a distribuição dos povoamentos expressa em grau de coberto bem como a distribuição do índice de mortalidade. De notar que a mortalidade mais grave se processa nas áreas de menor grau de coberto mostrando a importância de criar medidas de recuperação destas áreas de montado.

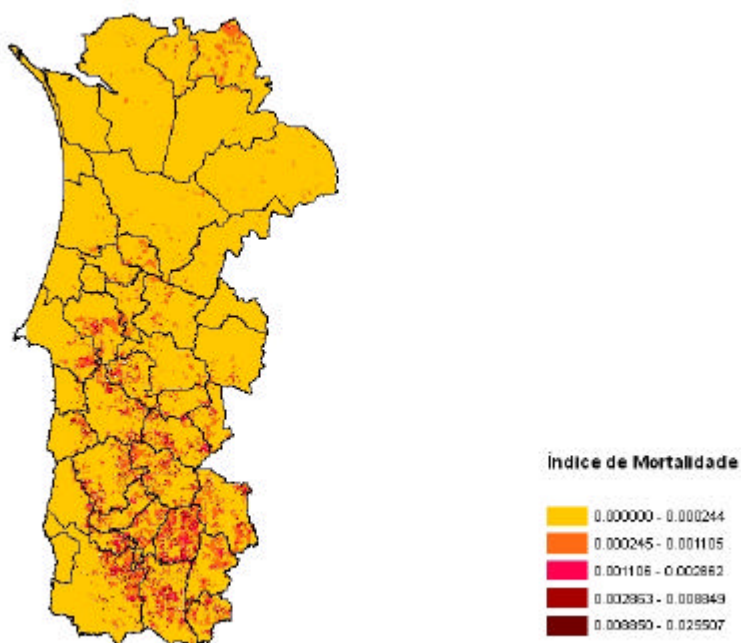


Figura 31 – Carta de índice de mortalidade para a NUT

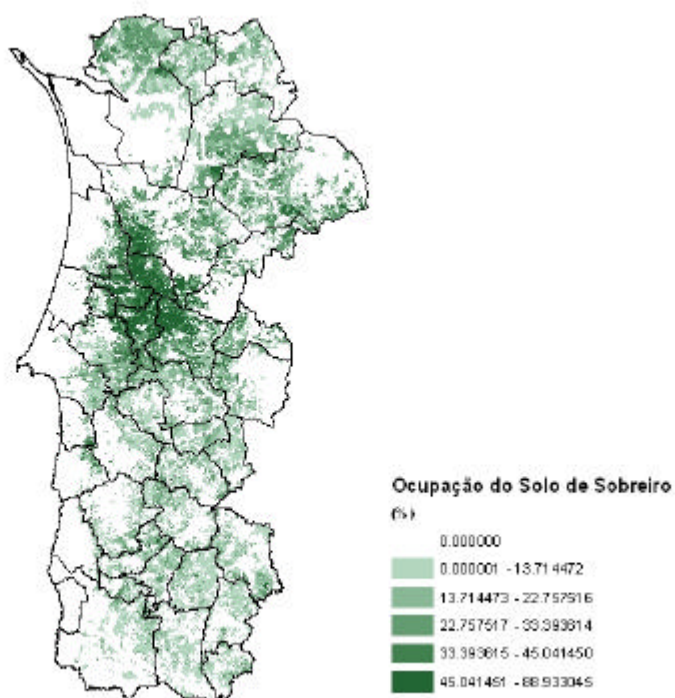


Figura 32 – Carta de ocupação do solo expressa em grau de coberto de sobreiros para a NUT

**Tabela 7 – Grau de cobertura de sobreiro, densidade de árvores mortas por hectare e índice de mortalidade ponderado e respectivos erros padrão por concelho.**

CONCELHO	Grau de Cobertura de Sobreiro		Árvores Mortas/ha		Índice de Mortalidade Ponderado	
	Média	Erro Padrão	Média	Erro Padrão	Média	Erro Padrão
<b>Alcácer do Sal</b>	19,632	0,046	0,072	0,001	0,599	0,008
<b>Grândola</b>	30,108	0,084	0,196	0,002	0,671	0,010
<b>Odemira</b>	11,576	0,036	0,617	0,003	14,639	0,215
<b>Santiago do Cacém</b>	26,486	0,070	0,388	0,003	5,171	0,298
<b>Sines</b>	16,196	0,164	0,496	0,011	12,246	2,255

Na Tabela 7 e Figuras 33 a 36 podem-se observar os resultados das estatísticas descritivas para grau de cobertura de sobreiro, densidade de árvores mortas por hectare e índice de mortalidade ponderado por concelho e respectivos intervalos de confiança 95% para as médias.

Dos resultados salienta-se o baixo grau de coberto observado em toda a NUT, cerca de 18% bem como a observação de índices de mortalidade elevados em Odemira, Santiago do Cacém e Sines.

De referir que em Sines se observou uma baixa densidade de árvores mortas mas que ocorreu em povoamentos com densidades muito baixas daí o valor do índice na identificação de situações de risco eminente de perda total de coberto

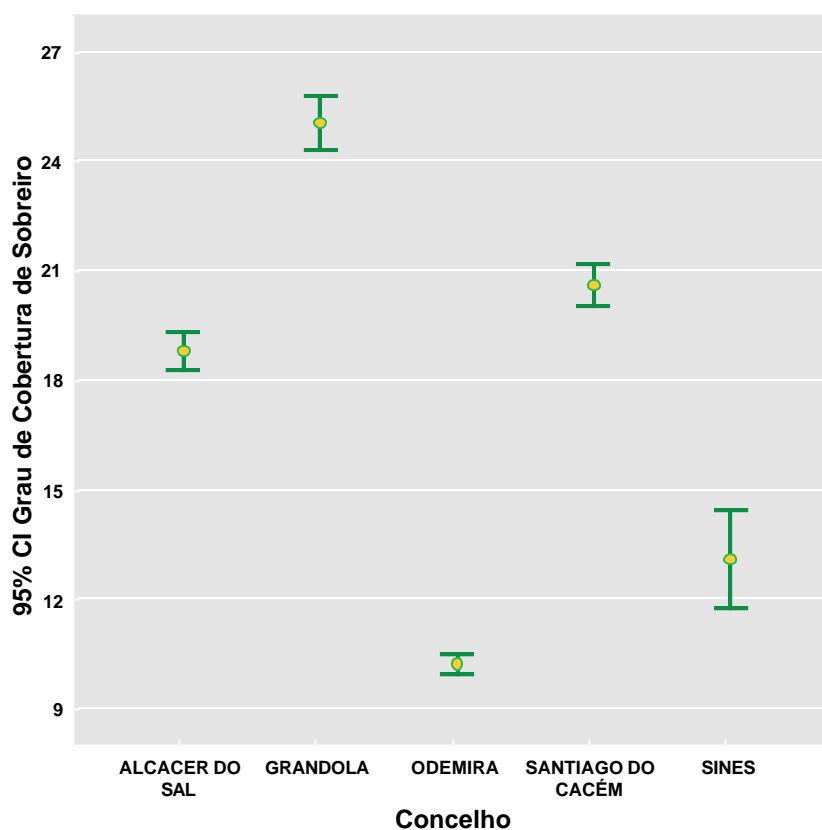


Figura 33 – Intervalos de confiança 95% para o grau de cobertura de sobreiro médio para os concelhos da NUT

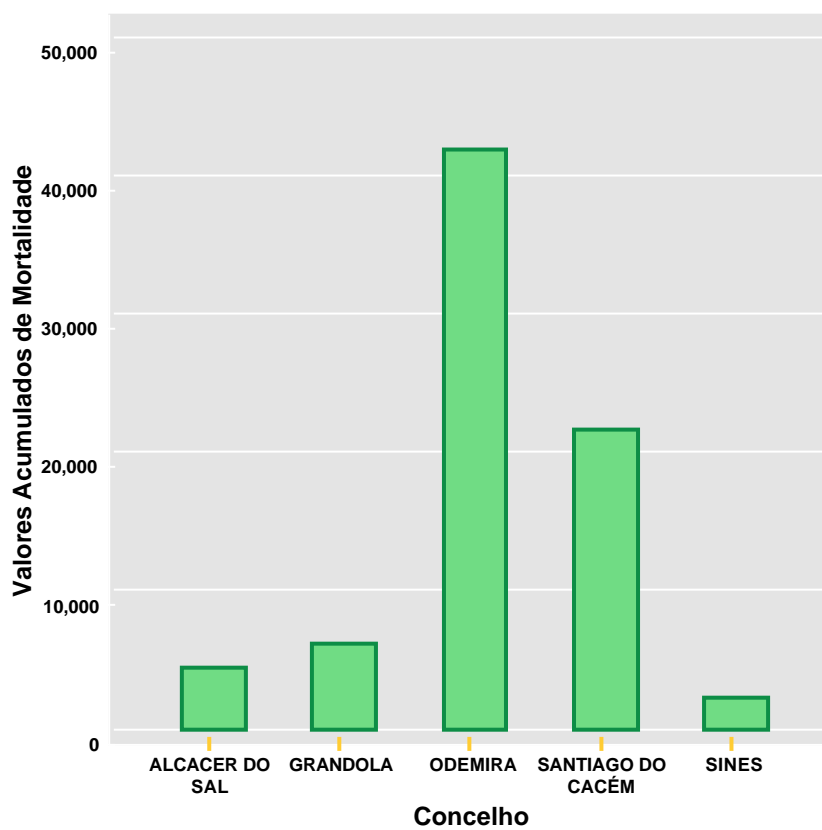


Figura 34 – Valores acumulados de números de sobreiros mortos na NUT.



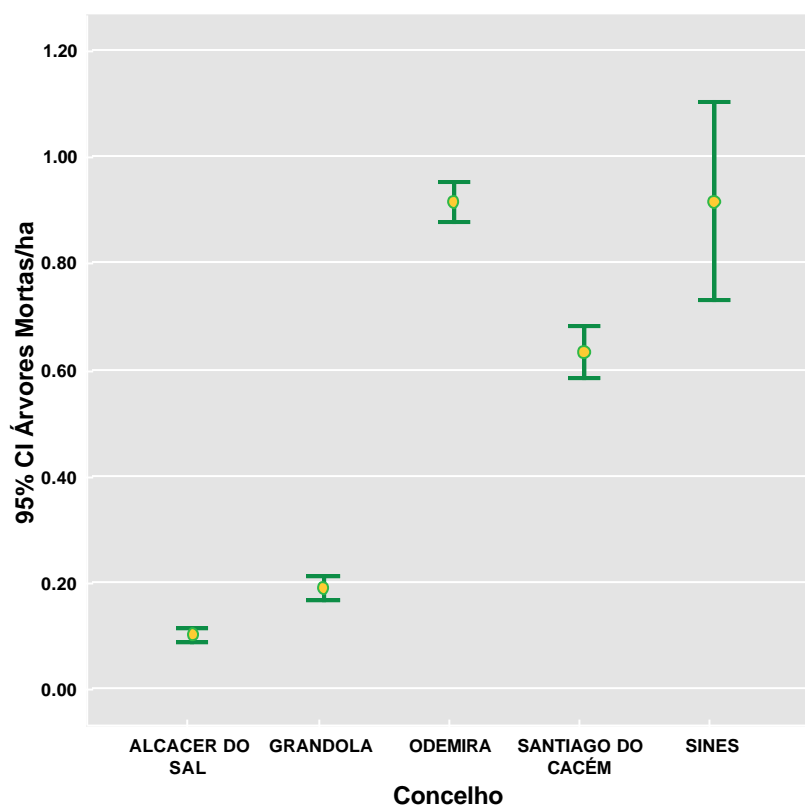


Figura 35 – Intervalos de confiança 95% para a densidade de árvores mortas por hectare para os concelhos da NUT

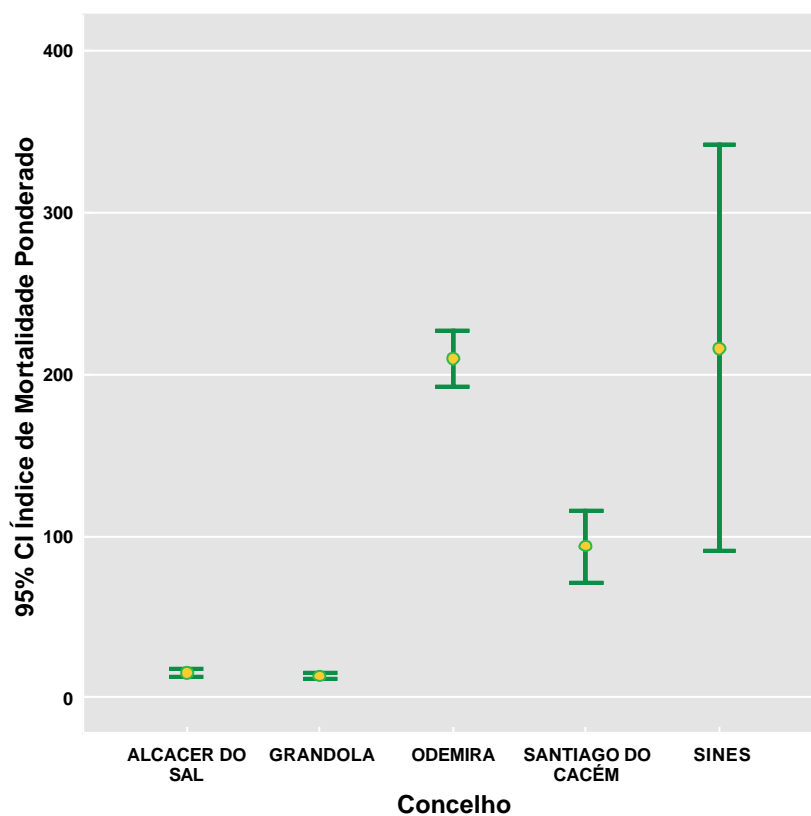


Figura 36 – Intervalos de confiança 95% para índice de mortalidade ponderado para os concelhos da NUT

#### 4.1.5. Algarve

Nas Figuras 37 e 38 pode-se observar a distribuição dos povoamentos expressa em grau de coberto bem como a distribuição do índice de mortalidade. De notar que a mortalidade mais grave se processa nas áreas de menor grau de coberto mostrando a importância de criar medidas de recuperação destas áreas de montado.

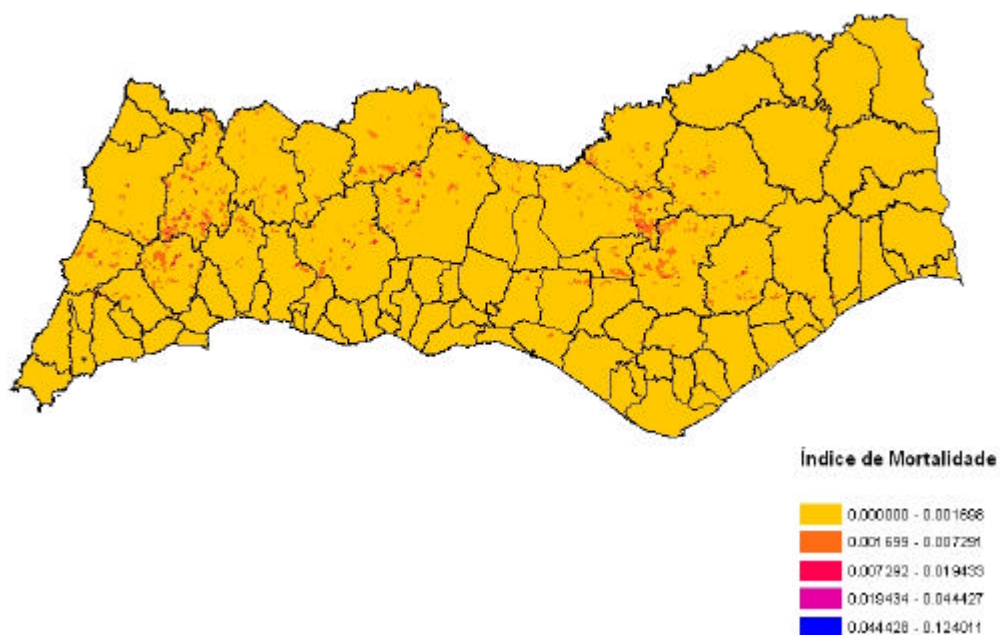


Figura 37 Carta de índice de mortalidade para a NUT

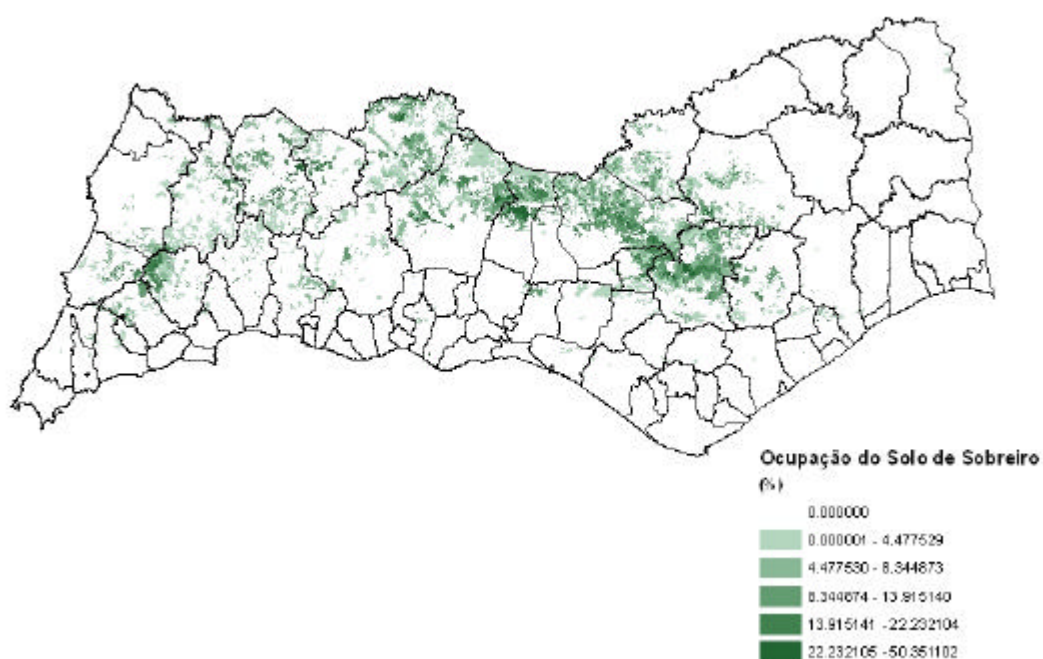


Figura 38 – Carta de ocupação do solo expressa em grau de coberto de sobreiros para a NUT

**Tabela 8 – Grau de cobertura de sobreiro, densidade de árvores mortas por hectare e índice de mortalidade ponderado e respectivos erros padrão por concelho.**

CONCELHO	Grau de Cobertura de Sobreiro		Árvores Mortas/ha		Índice de Mortalidade Ponderado	
	Média	Erro Padrão	Média	Erro Padrão	Média	Erro Padrão
Albufeira	9,228	0,958	0,040	0,004	0,555	0,057
Alcoutim	1,002	0,089	0,084	0,016	5,144	0,887
Aljezur	6,259	0,103	0,748	0,016	18,336	0,625
Faro	2,072	0,245	0,119	0,015	9,643	1,209
Lagoa	4,154	0,147	0,350	0,027	11,034	1,031
Lagos	8,422	0,096	0,938	0,011	18,932	0,458
Loulé	8,249	0,044	0,402	0,004	9,639	0,201
Monchique	7,299	0,080	0,592	0,007	17,411	0,354
Olhão	4,646	0,213	0,343	0,043	8,831	1,118
Portimão	3,835	0,085	0,296	0,016	11,926	0,529
São Brás de Alportel	8,812	0,066	0,667	0,008	10,011	0,146
Silves	6,725	0,050	0,304	0,004	8,269	0,144
Tavira	7,127	0,078	0,484	0,009	11,305	0,292
Vila do Bispo	3,699	0,115	0,273	0,020	9,629	0,863

Na Tabela 8 e Figuras 39 a 42 podem-se observar os resultados das estatísticas descritivas para grau de cobertura de sobreiro, densidade de árvores mortas por hectare e índice de mortalidade ponderado por concelho e respectivos intervalos de confiança 95% para as médias.

Dos resultados salienta-se o baixo grau de coberto observado em toda a NUT, cerca de 10% bem como a observação de índices de mortalidade elevados em Albufeira e São Brás de Alportel

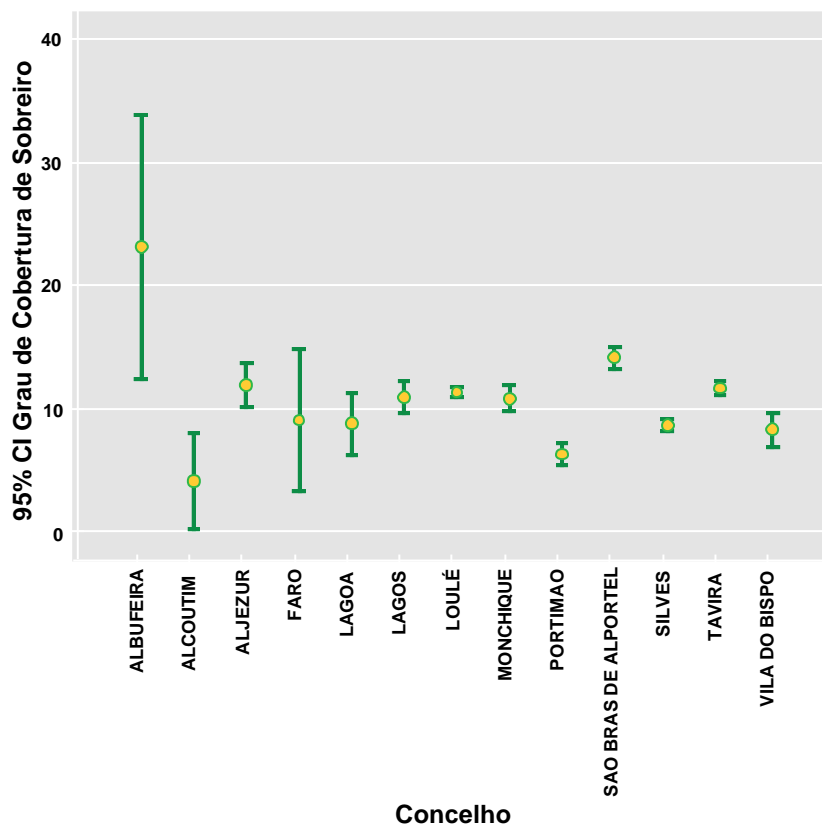


Figura 39 – Intervalos de confiança 95% para o grau de cobertura de sobreiro médio para os concelhos da NUT

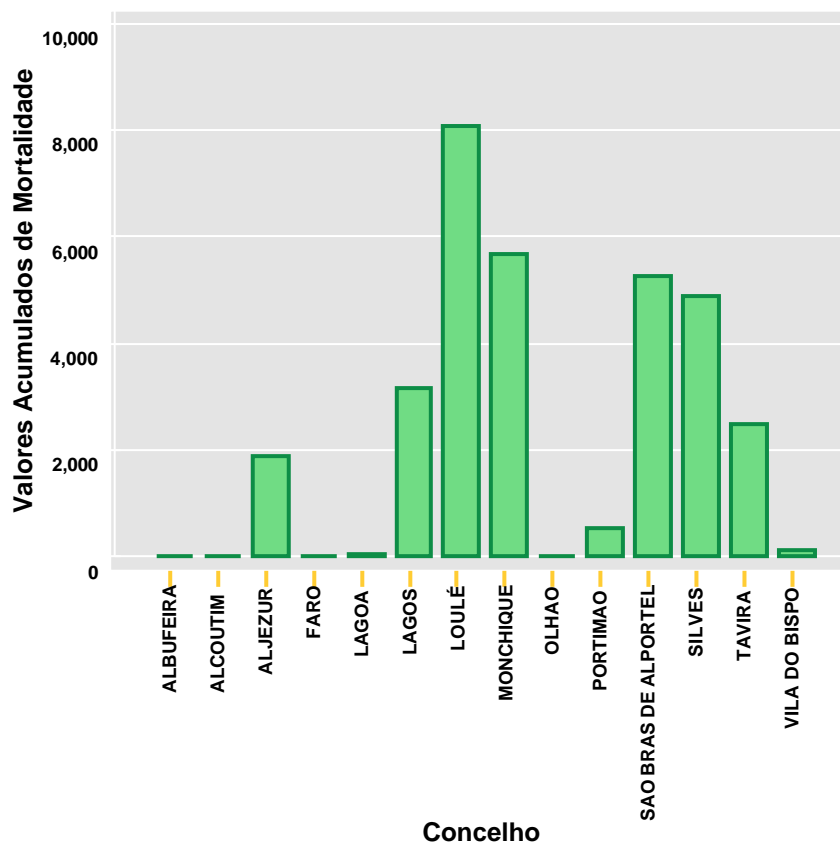


Figura 40 – Valores acumulados de números de sobreiros mortos na NUT.

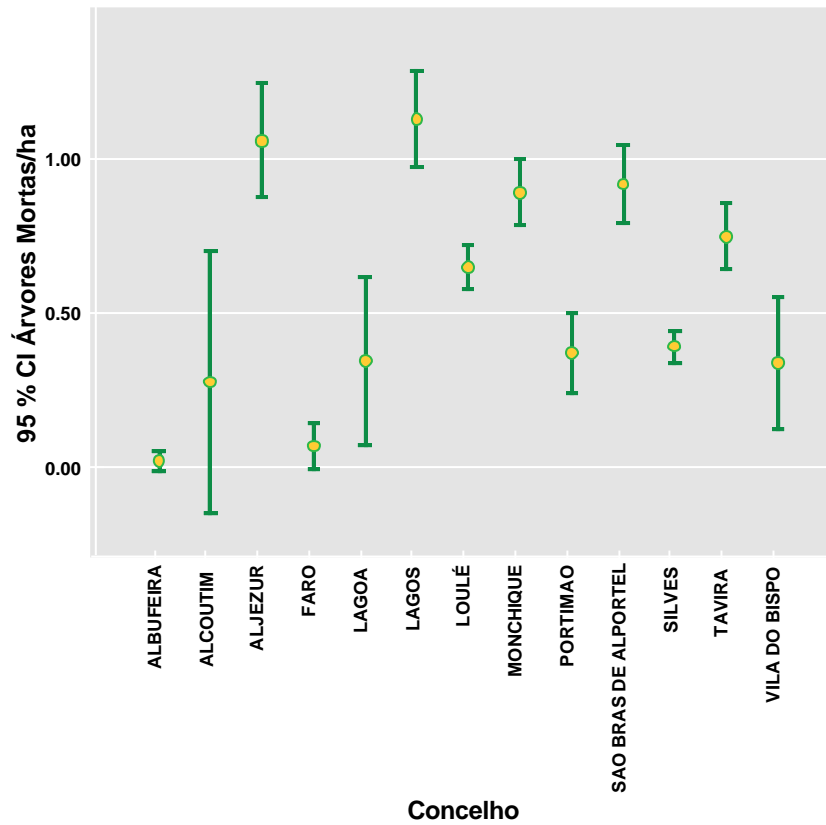


Figura 41 – Intervalos de confiança 95% para a densidade de árvores mortas por hectare para os concelhos da NUT

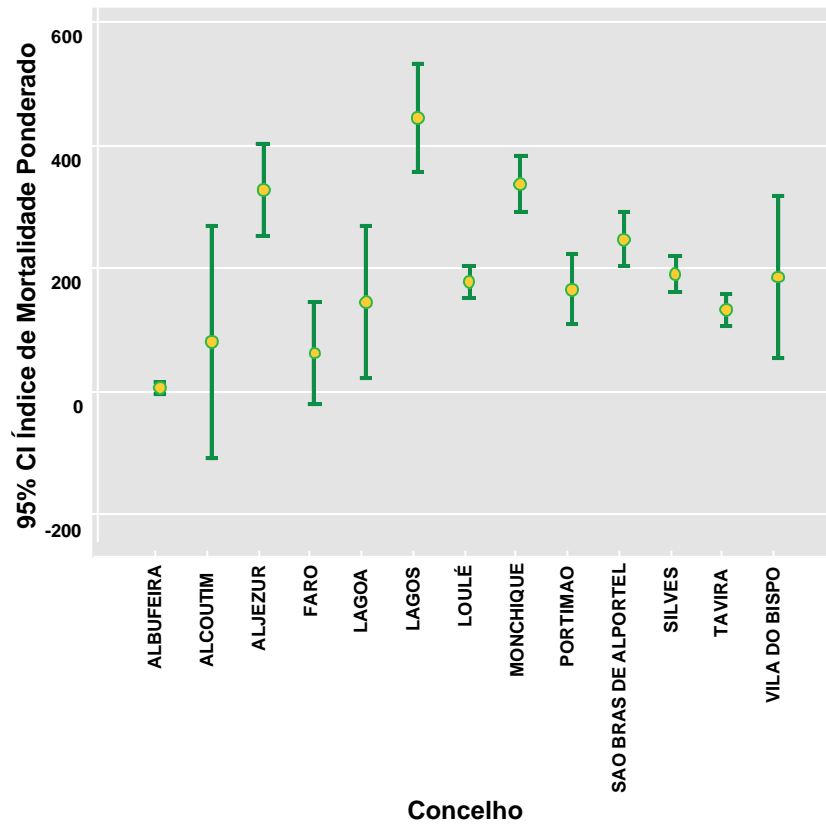


Figura 42 – Intervalos de confiança 95% para índice de mortalidade ponderado para os concelhos da NUT

#### 4.1.6. Beira Interior

Nas Figuras 43 e 44 pode-se observar a distribuição dos povoamentos expressa em grau de coberto bem como a distribuição do índice de mortalidade. De notar que a mortalidade mais grave se processa nas áreas de menor grau de coberto mostrando a importância de criar medidas de recuperação destas áreas de montado.

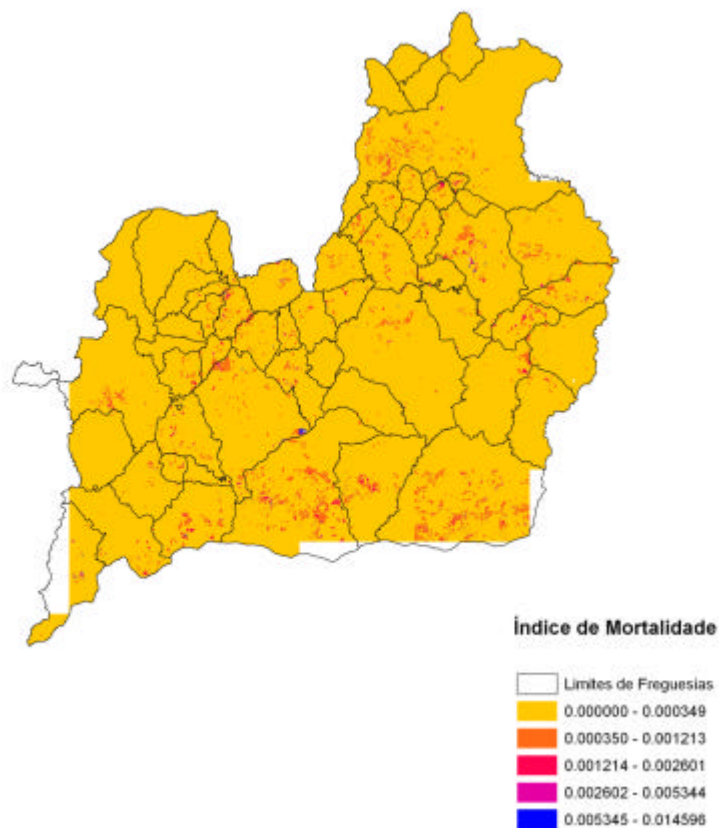


Figura 43 Carta de índice de mortalidade para a NUT

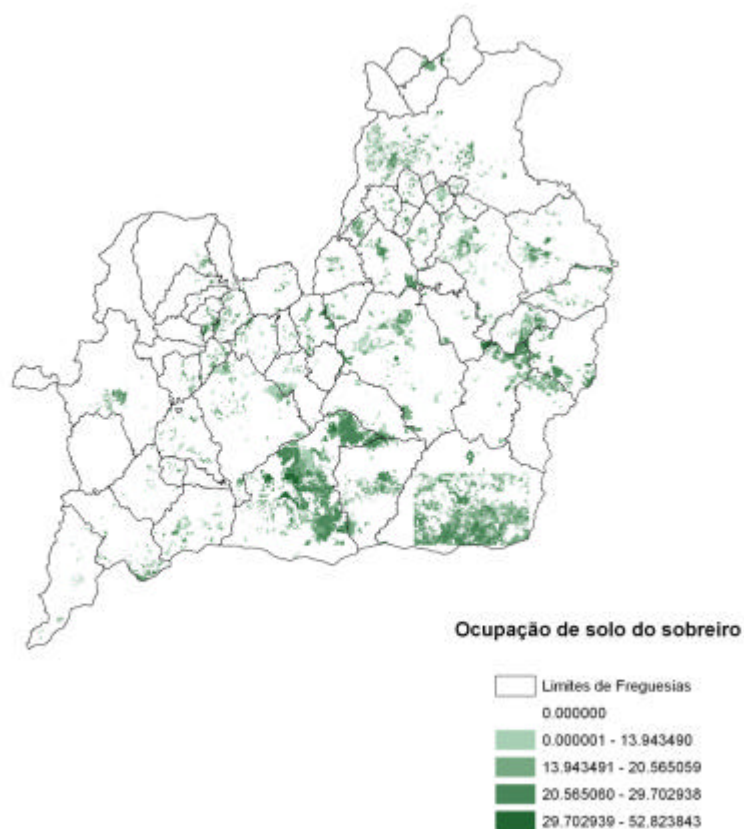


Figura 44 – Carta de ocupação do solo expressa em grau de coberto de sobreiros para a NUT

Tabela 9 – Grau de cobertura de sobreiro, densidade de árvores mortas por hectare e índice de mortalidade ponderado e respectivos erros padrão por concelho.

CONCELHO	Grau de Cobertura de Sobreiro		Árvores Mortas/ha		Índice de Mortalidade Ponderado	
	Média	Erro Padrão	Média	Erro Padrão	Média	Erro Padrão
Castelo Branco	11,836	0,055	0,662	0,007	9,197	0,150
Idanha-a-Nova	10,500	0,052	0,601	0,006	8,596	0,124
Penamacor	11,400	0,124	0,877	0,018	10,745	0,256
Vila Velha de Ródão	10,831	0,216	0,956	0,029	17,250	0,781

Na Tabela 4 podem-se observar os resultados das estatísticas descritivas para grau de cobertura de sobreiro, densidade de árvores mortas por hectare e índice de mortalidade ponderado por concelho e respectivos intervalos de confiança 95% para as médias.

Dos resultados salienta-se o baixo grau de coberto observado em toda a NUT, cerca de 11% bem como a observação de índices de mortalidade elevados em Penamacor e Vila Velha de Rodão



#### 4.1.7 Cova da Beira

Nas Figuras 45 e 46 pode-se observar a distribuição dos povoamentos expressa em grau de coberto bem como a distribuição do índice de mortalidade. De notar que a mortalidade mais grave se processa nas áreas de menor grau de coberto mostrando a importância de criar medidas de recuperação destas áreas de montado.

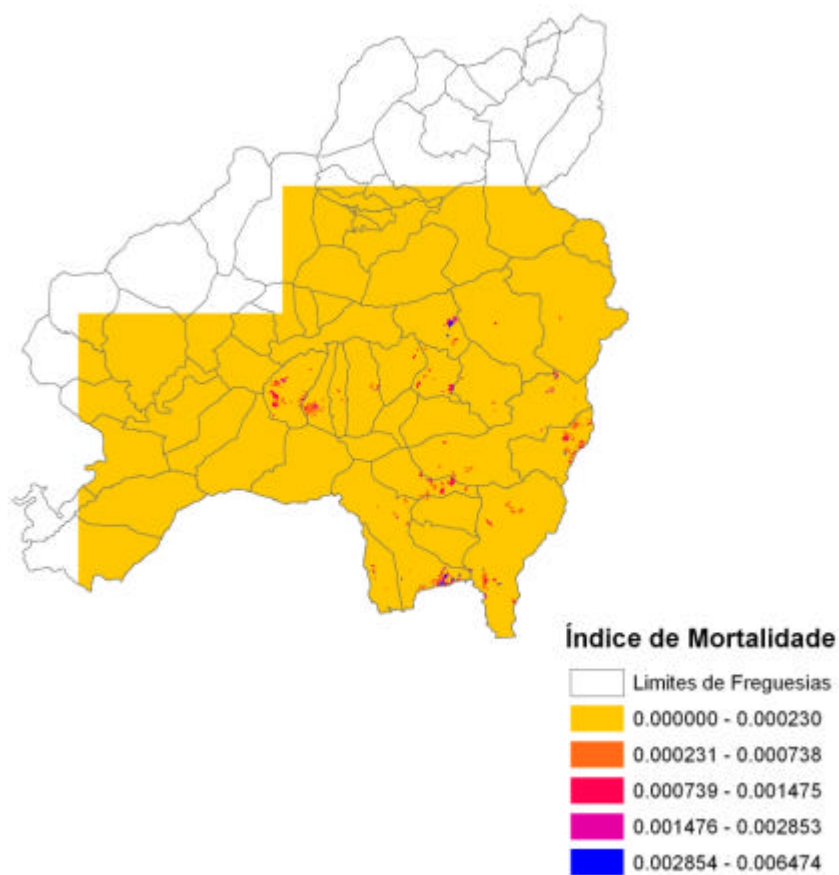


Figura 45 Carta de índice de mortalidade para a NUT

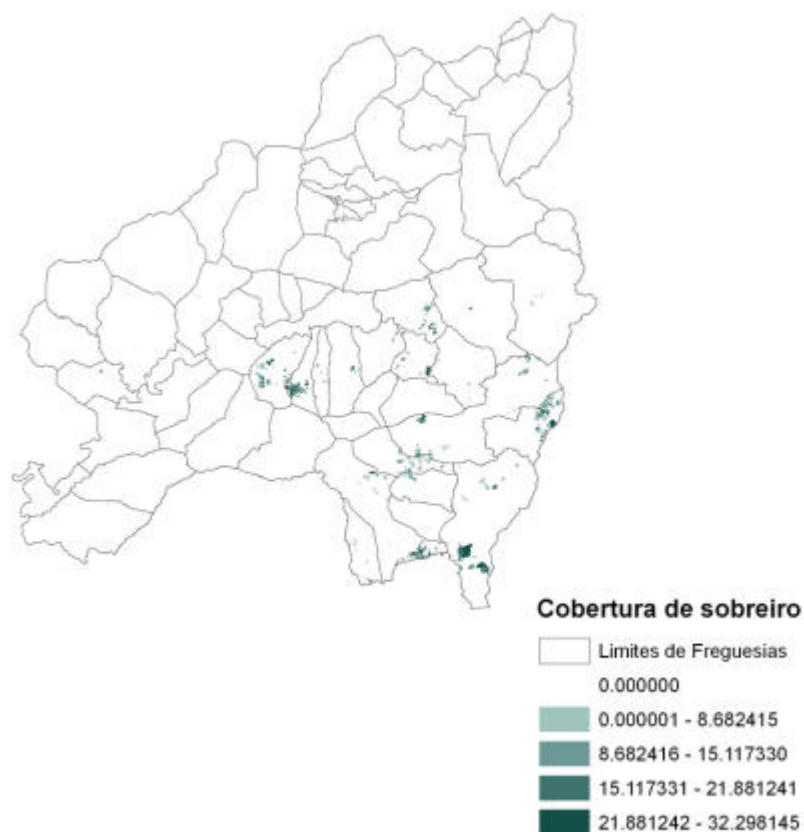


Figura 46 – Carta de ocupação do solo expressa em grau de coberto de sobreiros para a NUT

Tabela 10 – Grau de cobertura de sobreiro, densidade de árvores mortas por hectare e índice de mortalidade ponderado e respectivos erros padrão por concelho.

CONCELHO	Grau de Cobertura de Sobreiro		Árvores Mortas/ha		Índice de Mortalidade Ponderado	
	Média	Erro Padrão	Média	Erro Padrão	Média	Erro Padrão
Covilhã	9,456	0	0	0	0	0
Fundão	14,735	0,222	1,378	0,039	13,679	0,505

Na Tabela 10 podem-se observar os resultados das estatísticas descritivas para grau de cobertura de sobreiro, densidade de árvores mortas por hectare e índice de mortalidade ponderado por concelho e respectivos intervalos de confiança 95% para as médias.

Dos resultados salienta-se o baixo grau de coberto observado em toda a NUT, cerca de 15% bem como a observação de índices de mortalidade elevados no Fundão.

#### 4.1.8. Lezíria

Nas Figuras 47 e 48 pode-se observar a distribuição dos povoamentos expressa em grau de coberto bem como a distribuição do índice de mortalidade. De notar que a mortalidade mais grave se processa nas áreas de menor grau de coberto mostrando a importância de criar medidas de recuperação destas áreas de montado.

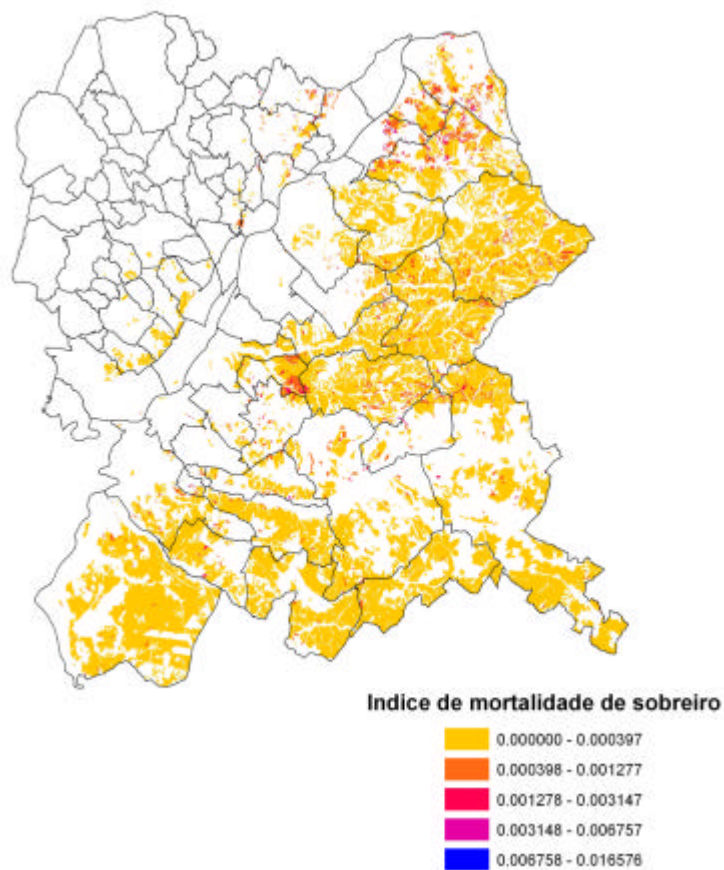


Figura 47 Carta de índice de mortalidade para a NUT

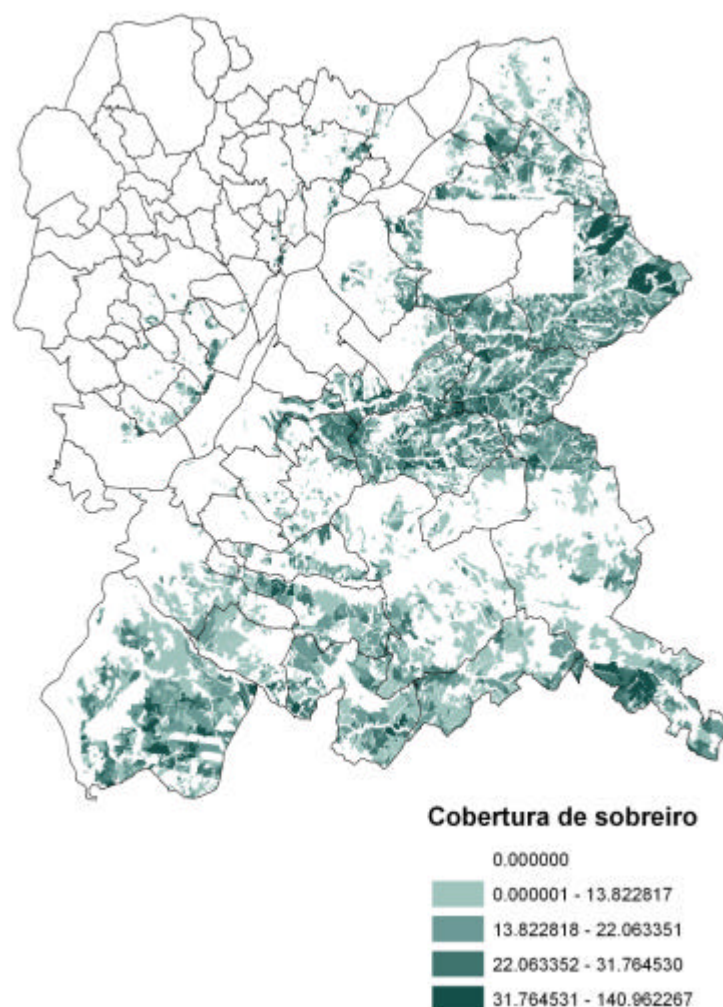


Figura 48 – Carta de ocupação do solo expressa em grau de coberto de sobreiros para a NUT

Tabela 11 – Grau de cobertura de sobreiro, densidade de árvores mortas por hectare e índice de mortalidade ponderado e respectivos erros padrão por concelho.

CONCELHO	Grau de Cobertura de Sobreiro		Árvores Mortas/ha		Índice de Mortalidade ponderado	
	Média	Erro Padrão	Média	Erro Padrão	Média	Erro Padrão
Almeirim	21,212	0,160	0,327	0,006	2,249	0,067
Alpiarça	20,311	0,228	0,206	0,019	1,247	0,187
Azambuja	12,533	0,249	0,053	0,008	0,575	0,079
Benavente	16,039	0,062	0,165	0,002	1,684	0,035
Cartaxo	19,471	0,273	0,047	0,005	0,351	0,037
Chamusca	17,025	0,065	0,486	0,004	3,117	0,042
Coruche	16,746	0,039	0,296	0,002	2,410	0,025
Golegã	15,809	0,530	1,341	0,077	10,709	0,734
Salvaterra de Magos	18,578	0,148	0,512	0,011	4,321	0,134
Santarém	25,029	0,347	0,839	0,033	4,123	0,206

Na Tabela 11 podem-se observar os resultados das estatísticas descritivas para grau de cobertura de sobreiro, densidade de árvores mortas por hectare e índice de mortalidade ponderado por concelho e respectivos intervalos de confiança 95% para as médias.

Dos resultados salienta-se o baixo grau de coberto observado em toda a NUT, cerca de 21% bem como a observação de índices de mortalidade elevados na Golegã. De referir que é nesta NUT que se observam os valores de grau coberto de sobreiro mais elevados mostrando a importância actual dos povoamentos de sobreiro desta área no contexto nacional. De referir ainda que os valores de índice de mortalidade mostram que esta não têm ocorrências significativas à excepção das observadas na Golegã.

#### 4.1.9 Médio Tejo

Nas Figuras 49 e 50 pode-se observar a distribuição dos povoamentos expressa em grau de coberto bem como a distribuição do índice de mortalidade. De notar que a mortalidade mais grave se processa nas áreas de menor grau de coberto mostrando a importância de criar medidas de recuperação destas áreas de montado.

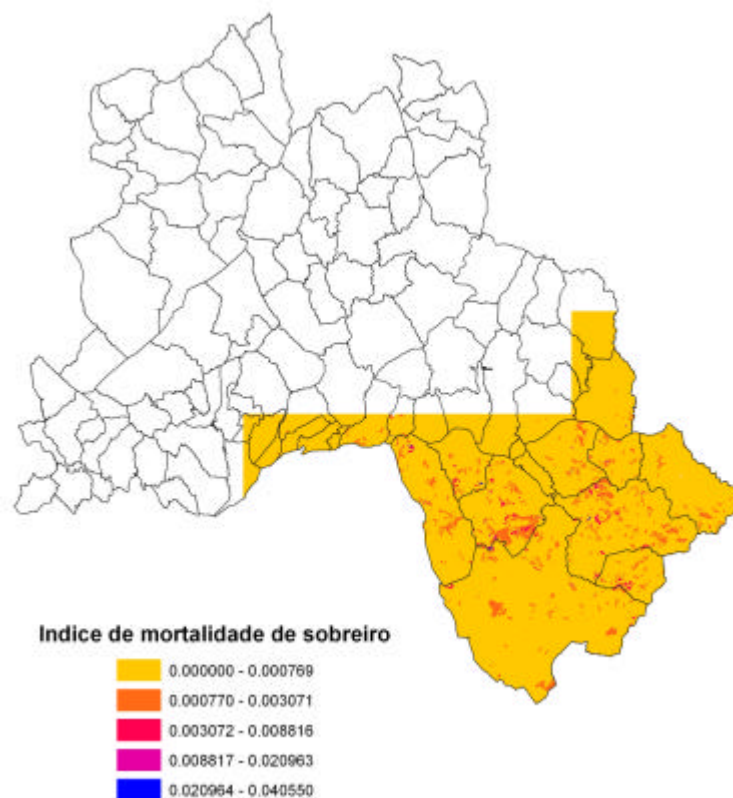


Figura 49 Carta de índice de mortalidade para a NUT

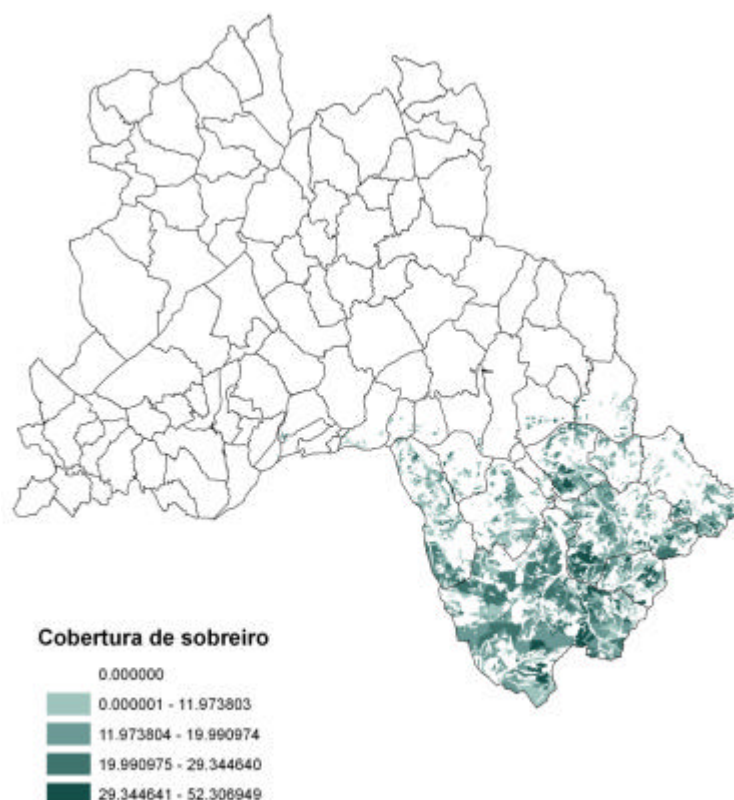


Figura 50 – Carta de ocupação do solo expressa em grau de coberto de sobreiros para a NUT

Tabela 12 – Grau de cobertura de sobreiro, densidade de árvores mortas por hectare e índice de mortalidade ponderado e respectivos erros padrão por concelho.

CONCELHO	Grau de Cobertura de Floresta		Árvores Mortas/ha		Índice de Mortalidade Ponderado	
	Média	Erro Padrão	Média	Erro Padrão	Média	Erro Padrão
Abrantes	17,587	0,056	0,574	0,006	5,022	0,086
Constância	14,520	0,170	0,646	0,021	6,715	0,448
Entroncamento	13,321	1,244	1,121	0,103	8,718	1,175
Sardoal	16,299	0,679	0,000	0,000	0,000	0,000
Vila Nova da Barquinha	11,545	0,526	0,958	0,065	10,133	0,618

Na Tabela 12 podem-se observar os resultados das estatísticas descritivas para grau de cobertura de sobreiro, densidade de árvores mortas por hectare e índice de mortalidade ponderado por concelho e respectivos intervalos de confiança 95% para as médias.

Dos resultados salienta-se o baixo grau de coberto observado em toda a NUT, cerca de 15% bem como a observação de índices de mortalidade elevados em Vila Nova da Barquinha.

#### 4.1.10. Pinhal Interior

Nas Figuras 51 e 52 pode-se observar a distribuição dos povoamentos expressa em grau de coberto bem como a distribuição do índice de mortalidade. De notar que a mortalidade mais grave se processa nas áreas de menor grau de coberto mostrando a importância de criar medidas de recuperação destas áreas de montado.



Figura 51 Carta de índice de mortalidade para a NUT





Figura 52 – Carta de ocupação do solo expressa em grau de coberto de sobreiros para a NUT

Tabela 13 – Grau de cobertura de sobreiro, densidade de árvores mortas por hectare e índice de mortalidade ponderado e respectivos erros padrão por concelho.

CONCELHO	Grau de Cobertura de Sobreiro		Árvores Mortas/ha		Índice de Mortalidade Ponderado	
	Média	Erro Padrão	Média	Erro Padrão	Média	Erro Padrão
<b>Mação</b>	12,210	0,499	0,622	0,059	6,340	0,511

Na Tabela 13 podem-se observar os resultados das estatísticas descritivas para grau de cobertura de sobreiro, densidade de árvores mortas por hectare e índice de mortalidade ponderado por concelho e respectivos intervalos de confiança 95% para as médias.

Dos resultados salienta-se o baixo grau de coberto observado em toda a NUT, cerca de 12%.

#### 4.1.11. Península de Setúbal

Nas Figuras 53 e 54 pode-se observar a distribuição dos povoamentos expressa em grau de coberto bem como a distribuição do índice de mortalidade. De notar que a mortalidade mais grave se processa nas áreas de menor grau de coberto mostrando a importância de criar medidas de recuperação destas áreas de montado.

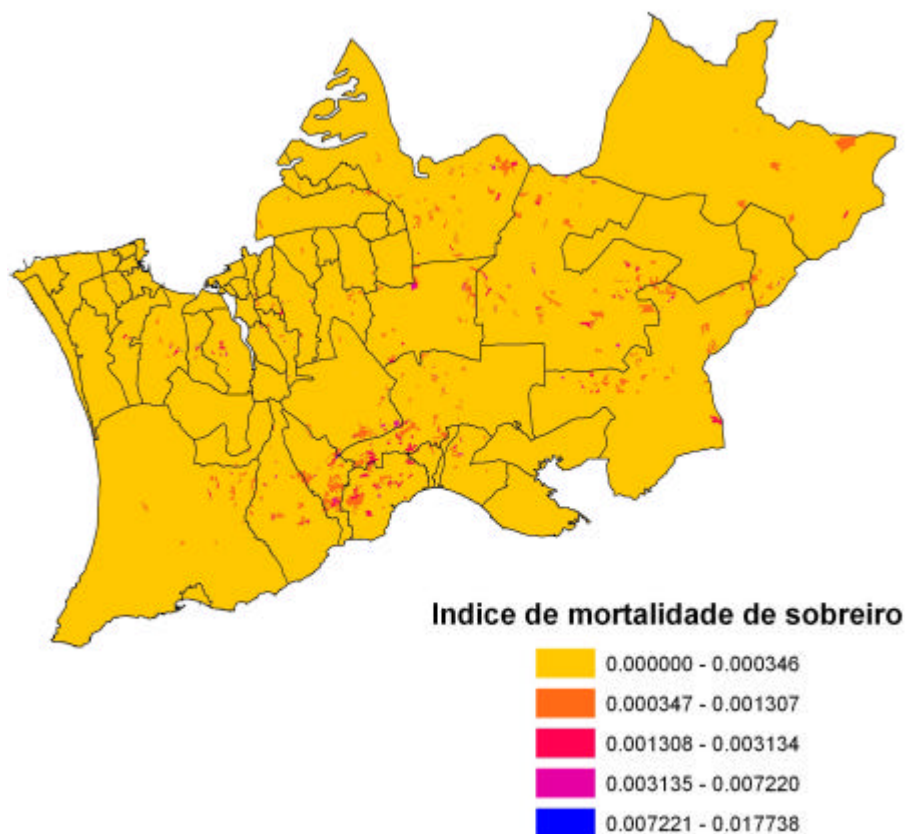
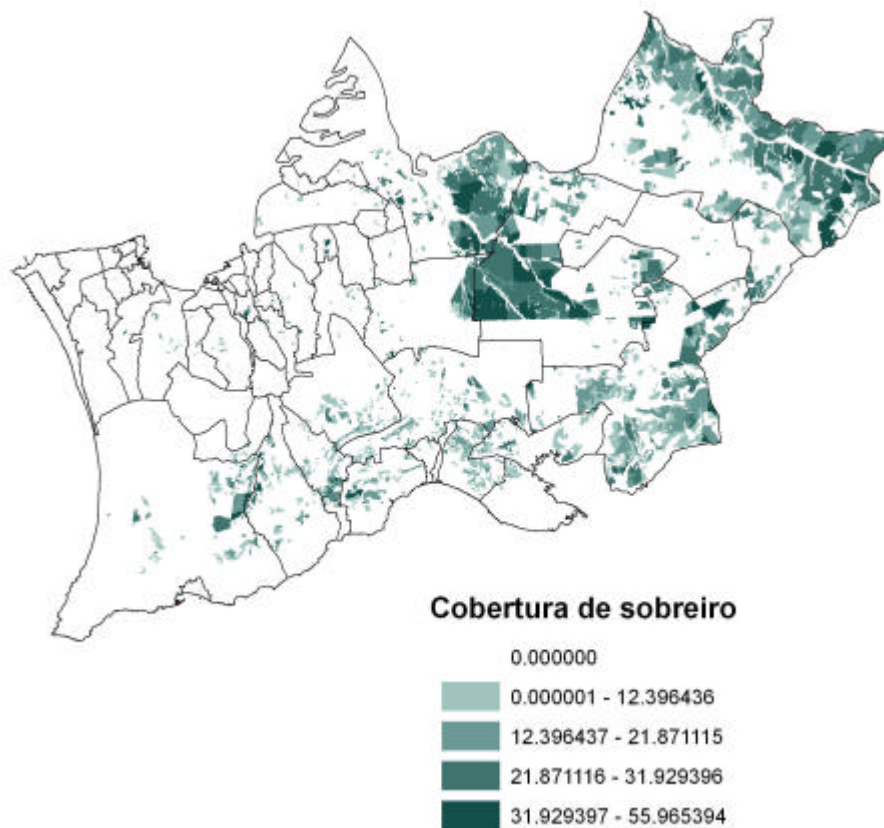


Figura 53 Carta de índice de mortalidade para a NUT



**Figura 54 – Carta de ocupação do solo expressa em grau de coberto de sobreiros para a NUT**

**Tabela 14 – Grau de cobertura de sobreiro, densidade de árvores mortas por hectare e índice de mortalidade ponderado e respectivos erros padrão por concelho.**

CONCELHO	Grau de Cobertura de Sobreiro		Árvores Mortas/ha		Índice de Mortalidade Ponderado	
	Média	Erro Padrão	Média	Erro Padrão	Média	Erro Padrão
Alcochete	23,242	0,172	0,264	0,007	1,949	0,087
Almada	25,246	20,207	6,822	15,236	28,345	75,853
Barreiro	24,749	1,585	2,409	0,457	17,215	4,246
Moita	20,410	1,299	1,389	0,125	13,649	1,682
Montijo	21,045	0,081	0,161	0,003	1,095	0,040
Palmela	20,905	0,095	0,367	0,007	3,735	0,110
Seixal	12,763	0,543	4,100	0,323	40,782	4,094
Sesimbra	18,183	0,322	0,380	0,018	3,458	0,257
Setúbal	13,245	0,188	0,753	0,023	9,762	0,396

Na Tabela 14 podem-se observar os resultados das estatísticas descritivas para grau de cobertura de sobreiro, densidade de árvores mortas por hectare e índice de mortalidade ponderado por concelho e respectivos intervalos de confiança 95% para as médias.

Dos resultados salienta-se o baixo grau de coberto observado em toda a NUT, cerca de 22% bem como a observação de índices de mortalidade elevados no Seixal, Almada, Barreiro e Moita. De salientar que nesta NUT se observam valores elevados de grau de coberto mas que nas zonas de maior impacto humano se observam índices de mortalidade elevados.

## ***4.2 Identificação de causas de mortalidade***

Para a identificação das causas da mortalidade o índice de mortalidade foi cruzado com as classes de características de diagnóstico, com as classes de declive e com as classes de precipitação. As estatísticas utilizadas para a análise foram: Construção de intervalos de confiança 95% para o índice de mortalidade para cada classe dos factores referidos agrupados por NUT; Utilização da análise de variância para avaliação integrada dos factores referidos e construção de testes de comparações múltiplas de médias agrupados por NUT.

Devido a não se ter disponível a informação do solo para toda a área de estudo, este foi limitado às NUTS: Alto Alentejo, Alentejo Central, Alentejo Litoral e Algarve.

### 4.2.1. Alentejo Litoral

A observação da Figura 55 e Tabela 1, mostra que os solos onde se verificou maiores índices de mortalidade são os solos argilosos (características vérticas), solos com problemas de drenagem externa e todas as características que estão ligadas com a profundidade do solo disponível para as árvores (descontinuidade textural, espessura efectiva e profundidade expansível). De salientar que nos solos sem limitações para o desenvolvimento dos sobreiros (sem características de diagnóstico) se observaram valores residuais de mortalidade o que mostra que esta se concentra nas estações onde existem condicionantes edáficas para a vegetação do sobreiro.

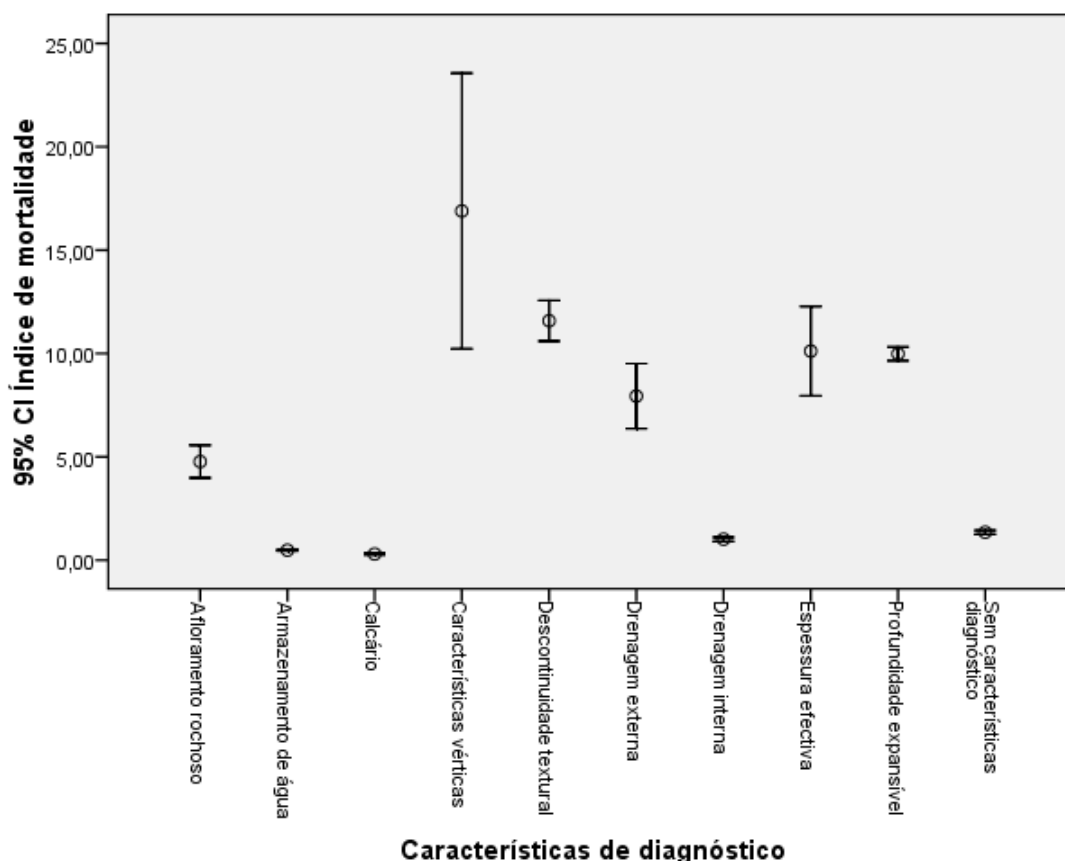


Figura 55 – Intervalos de confiança 95% para índice de mortalidade ponderado por classe de característica de diagnóstico para a NUT.

Em relação ao declive observa-se uma clara diferença dos valores médios do índice de mortalidade da classe de declive 1 para a 2 e depois uma diminuição (não significativa) para a classe 3 (Figura 56 e Tabela 2).

A precipitação apresenta um comportamento inesperado sendo nas áreas com menor pluviosidade anual que se observam os valores de índice de mortalidade menores (Figura 57 e Tabela 3).

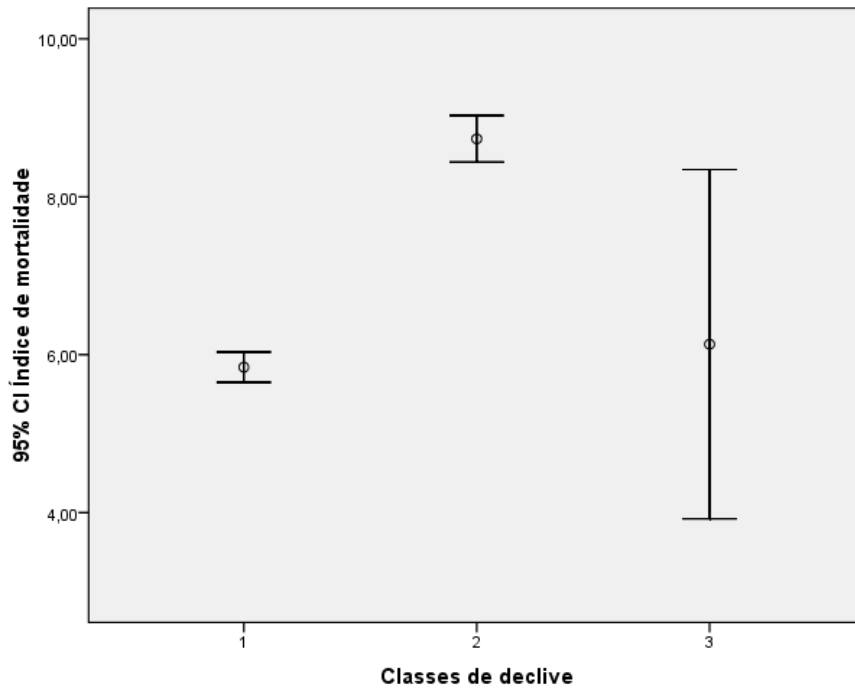


Figura 56 – Intervalos de confiança 95% para índice de mortalidade ponderado por classe de declive para a NUT.

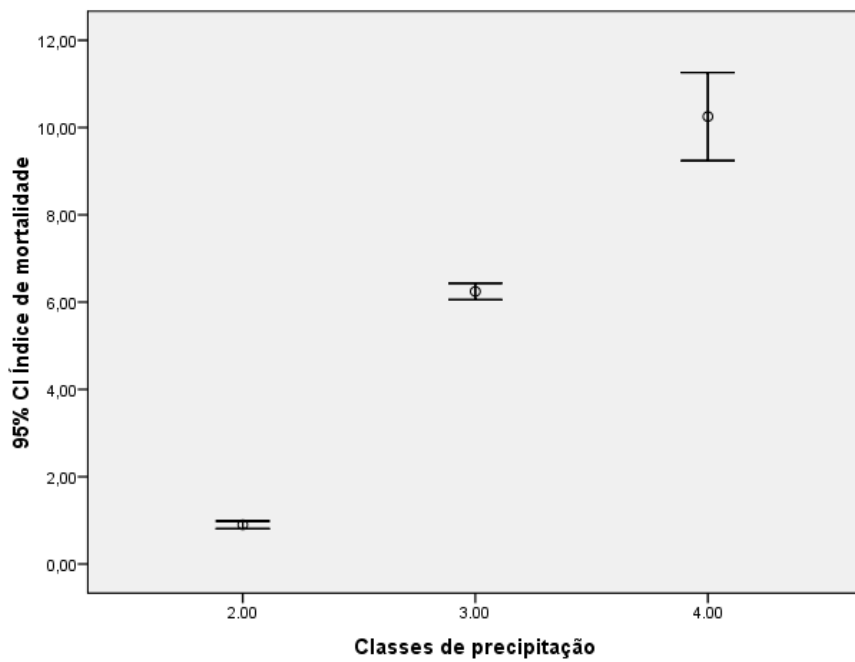
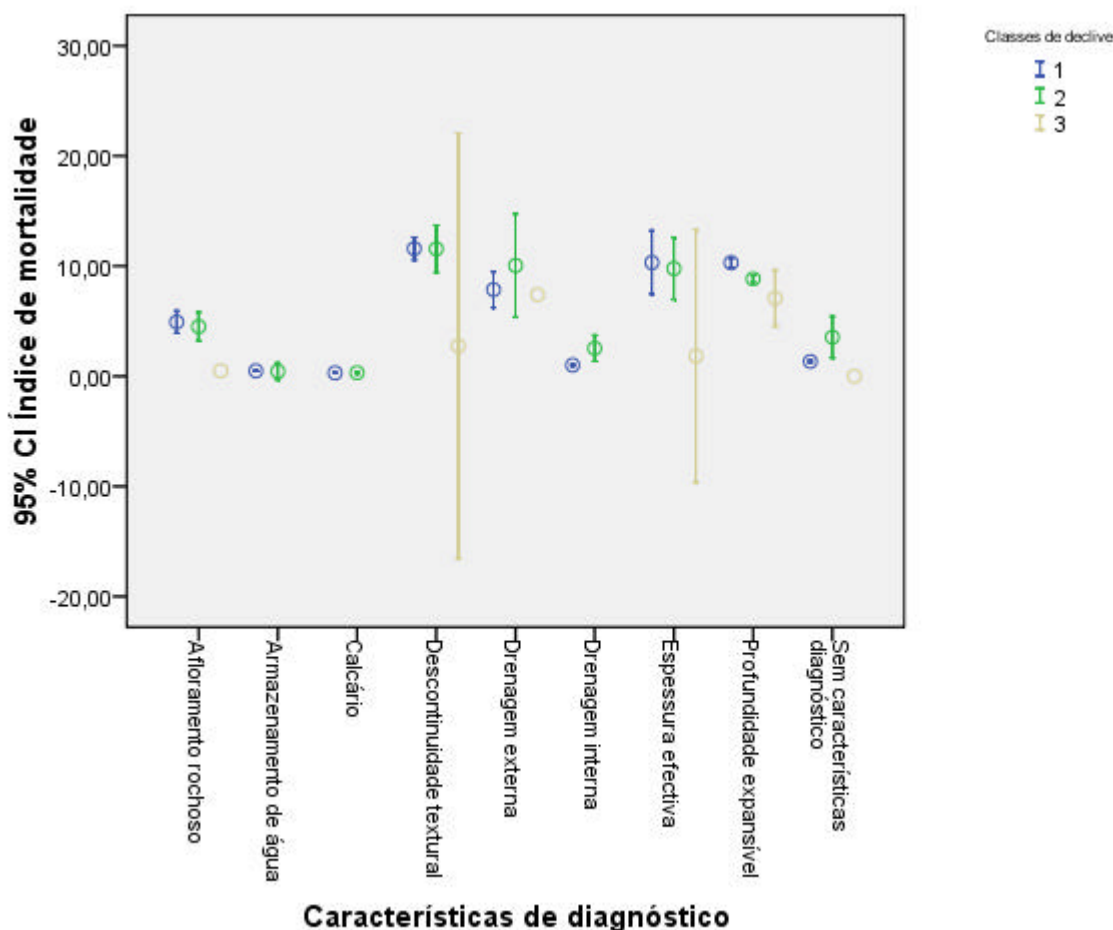


Figura 57 – Intervalos de confiança 95% para índice de mortalidade ponderado por classe de precipitação para a NUT.



**Figura 58 – Intervalos de confiança 95% para índice de mortalidade ponderado por classe de características de diagnóstico e por classe de declive para a NUT.**

Nas figuras 58 e 59 verifica-se que nos solos sem características de diagnóstico os efeitos do declive e da precipitação no índice de mortalidade são praticamente nulos mas nos solos acima referidos, se observa uma mortalidade inferior nas classes de declive 3 bem como uma maior mortalidade em situações de precipitação mais elevada. A maior intensidade de mortalidade observa-se nas classes de precipitação 3 e 4 especialmente nos solos com características de diagnóstico já que não é verificada nos solos sem características de diagnóstico. Assim, nos solos com a existência no perfil, de um limite de profundidade do solo (descontinuidade textural, espessura efectiva e profundidade expansível), o excesso de chuva pode levar uma extensão maior do período de encharcamento justificando os valores de mortalidade mais elevados (Diniz, 1994; Ferreira *et al*, 2001).

Estes factos analisados de forma integrada permitem demonstrar numericamente as teorias desenvolvidas por Macara (1994), Ferreira *et al* (1992) e podem ter explicação nos trabalhos desenvolvidos por Ferreira *et al* (2001) e Surov<sup>y</sup> *et al* (2008) assim: (1) Se se tiver em conta os fenómenos erosivos condicionados pelo controlo dos matos feito com mobilização do solo (operações essas que estão limitadas às classes de declive 1 e 2) referidos por Macara (1994) pode-se inferir que na classe 2 de declive se concentram os solos onde os efeitos acumulados da erosão levaram a uma perda de espessura de solo utilizável pelas árvores pelo que aplicando o modelo de mortalidade de Ferreira *et al* (1992) justifica os índices de mortalidade observados neste estudo; (2) A combinação nas encostas de classe de declive 2 com solos com características de diagnóstico (Ferreira *et al* (2001) relacionadas com a existência no perfil, de um limite de profundidade do solo (descontinuidade textural, espessura efectiva e profundidade expansível)



não é difícil de inferir que os efeitos das mobilizações do solo se fazem sentir com mais intensidade limitando ainda mais o volume de solo disponível para as árvores o que aplicando o modelo de Ferreira *et al* (1992) justifica a maior mortalidade; (3) Tendo em conta que em solos não perturbados os sistemas radiculares dos sobreiros têm uma distribuição de raízes grossas superficiais e profundantes (Figura 6) e que cerca de 80% das raízes finas se encontra nos primeiros 30cm do perfil (Figura 7) (Surov $\acute{y}$  *et al*, 2008) pode-se deduzir que a mobilização do solo cria uma interacção debilitante entre a perda de volume de solo (processo lento e dependente do valor do declive) e a perda de uma quantidade muito importante do sistema radicular (processo instantâneo que ocorre periodicamente no momento da mobilização) cuja cicatrização e posterior regeneração consome uma quantidade muito importante dos recursos das árvores para além de criar focos múltiplos de infecção especialmente pela *Phytophthora cinnamomi* que por ter esporos ciliados beneficia da existência de água no perfil para se movimentar no solo e encontrar hospedeiros (Brasier *et al*, 1993, Brasier, 1996).

Estes fenómenos anteriormente descritos resultam da combinação de muitos factores e não apresentam uma regularidade espacial pelo que a variabilidade dos resultados observada foi grande, mas os resultados obtidos permitem reforçar as teses que têm vindo a ser desenvolvidas pelos autores referidos neste trabalho. Essa variabilidade espacial também aconselha a que, no planeamento das acções de recuperação dos povoamentos, sejam definidas as acções de gestão a uma escala espacial grande isto é ao nível do povoamento. É necessário diagnosticar quais os níveis dos factores potenciadores das interacções debilitantes e só depois equacionar e resolver os problemas.

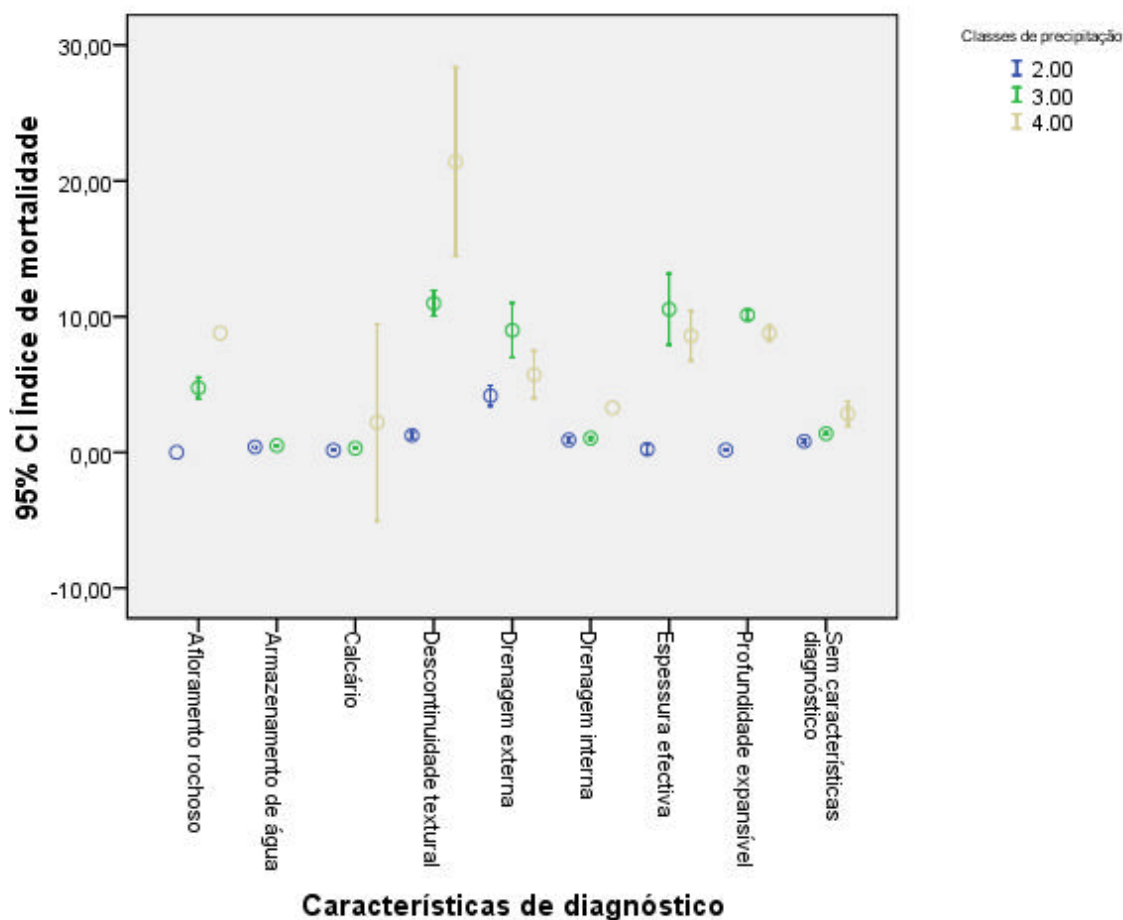


Figura 59 – Intervalos de confiança 95% para índice de mortalidade ponderado por classe de características de diagnóstico e por classe de precipitação para a NUT.

Nas Tabelas 1 a 4 do Anexo 1 apresentam-se os resultados dos testes de análise de variância onde se podem confirmar numericamente as conclusões atrás referidas. Os testes de comparação múltiplas de médias de Scheffe permite observar a significância da diferença entre os níveis dos factores estudados.

## 4.2.2 Alentejo Central

A observação da Figura 60 e Tabela 1, mostra, à semelhança do Alentejo Litoral, que os solos onde se verificou maiores índices de mortalidade são os solos com problemas de drenagem externa e interna e todas as características que estão ligadas com a profundidade do solo disponível para as árvores (descontinuidade textural, espessura efectiva e profundidade expansível). De salientar que nos solos sem limitações para o desenvolvimento dos sobreiros (sem características de diagnóstico) se observaram valores baixos de mortalidade (embora mais elevados que no Alentejo Litoral) o que mostra que a mortalidade se concentra nas estações onde existem condicionantes edáficas para a vegetação do sobreiro.

Em relação ao declive observa-se uma clara diferença dos valores médios do índice de mortalidade da classe de declive 1 para a 2 e depois uma diminuição (não significativa) para a classe 3 que nesta NUT não tem área suficiente para que se possa construir um intervalo de confiança 95% (Figura 61 e Tabela 2).

A precipitação apresenta um comportamento esperado sendo nas áreas com menor pluviosidade anual que se observam os valores de índice de mortalidade maiores (Figura 62 e Tabela 3). Este comportamento, diferente de todas as outras NUTS, pode indiciar a importância da pluviosidade quando a humidade relativa é menor.

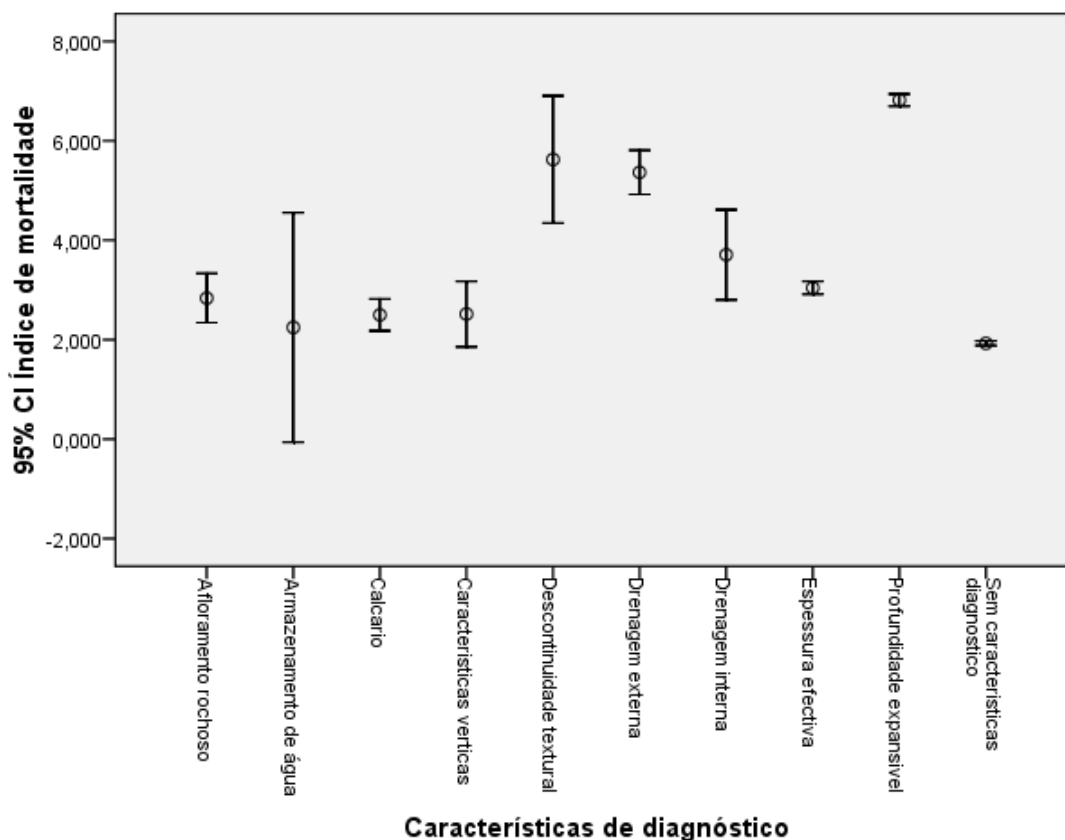
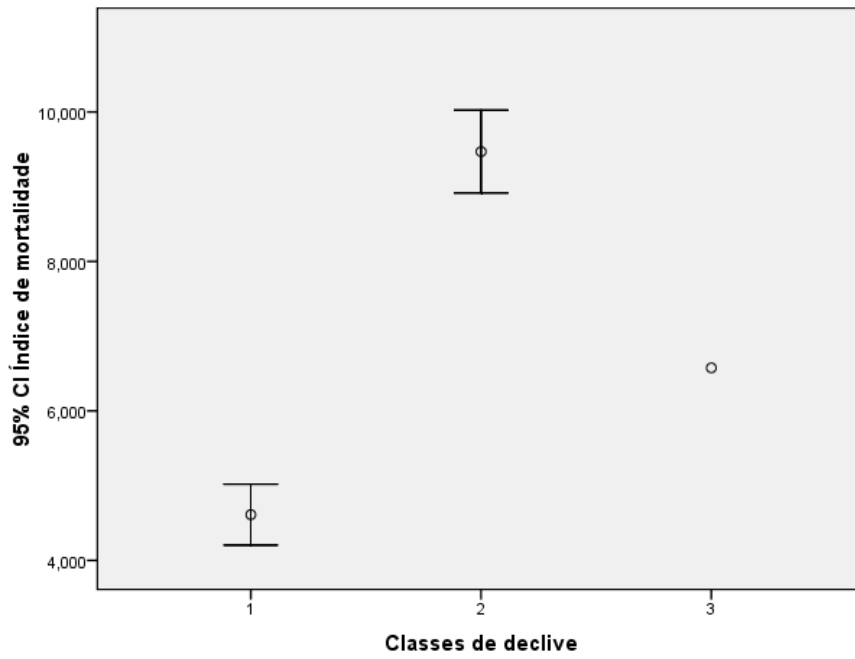
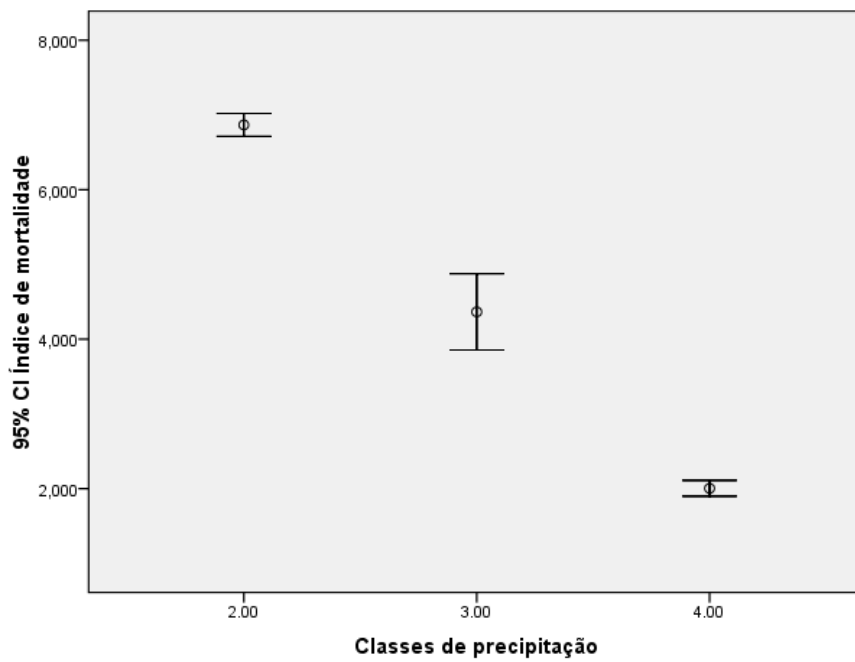


Figura 60 – Intervalos de confiança 95% para índice de mortalidade ponderado por classe de característica de diagnóstico para a NUT.



**Figura 61 – Intervalos de confiança 95% para índice de mortalidade ponderado por classe de declive para a NUT.**



**Figura 62 – Intervalos de confiança 95% para índice de mortalidade ponderado por classe de precipitação para a NUT.**

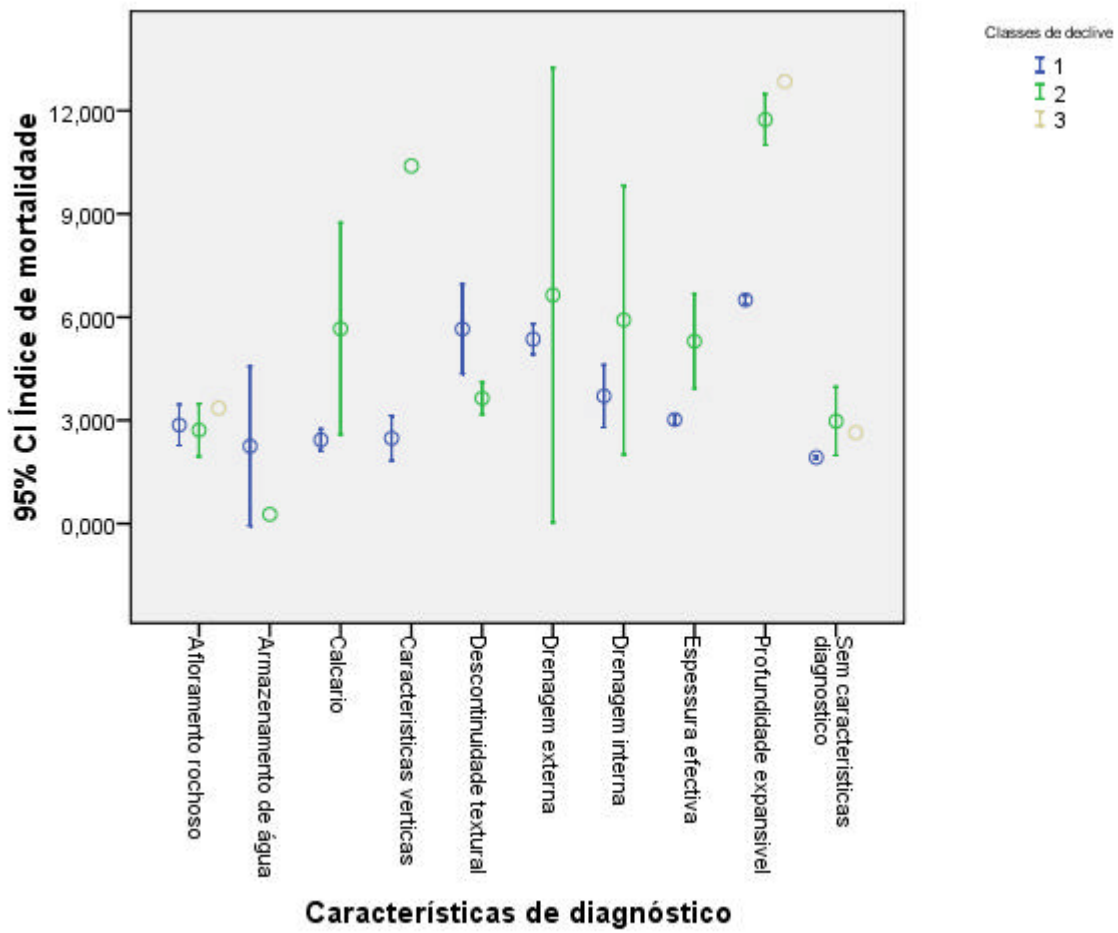
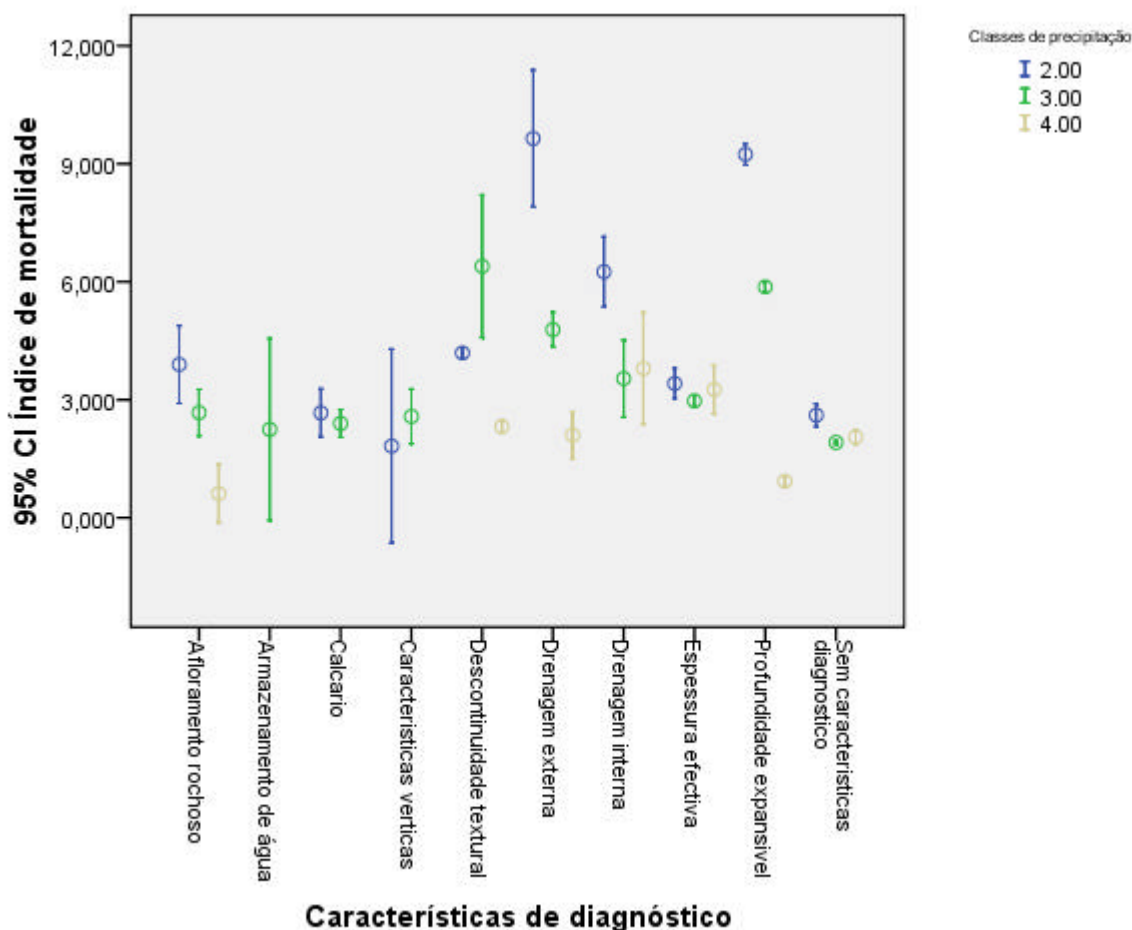


Figura 63 – Intervalos de confiança 95% para índice de mortalidade ponderado por classe de características de diagnóstico e por classe de declive para a NUT.



**Figura 64 – Intervalos de confiança 95% para índice de mortalidade ponderado por classe de características de diagnóstico e por classe de precipitação para a NUT.**

Nas figuras 63 e 64 verifica-se que nos solos sem características de diagnóstico os efeitos do declive e da precipitação no índice de mortalidade são praticamente nulos mas nos solos acima referidos se observa uma mortalidade superior nas classes de declive 2 bem como uma menor mortalidade em situações de precipitação mais elevada.

Nas Tabelas 5 a 7 do Anexo 1 apresentam-se os resultados dos testes de análise de variância onde se podem confirmar numericamente as conclusões atrás referidas. Os testes de comparação múltiplas de médias de Scheffe permite observar a significância da diferença entre os níveis dos factores estudados.



### 4.2.3. Alto Alentejo

A observação da Figura 65 e Tabela 1, mostra, mais uma vez, que os solos onde se verificou maiores índices de mortalidade são os solos com problemas de drenagem externa e interna e todas as características que estão ligadas com a profundidade do solo disponível para as árvores (descontinuidade textural, espessura efectiva e profundidade expansível). De salientar que nos solos sem limitações para o desenvolvimento dos sobreiros (sem características de diagnóstico) se observaram mais uma vez valores baixos de mortalidade.

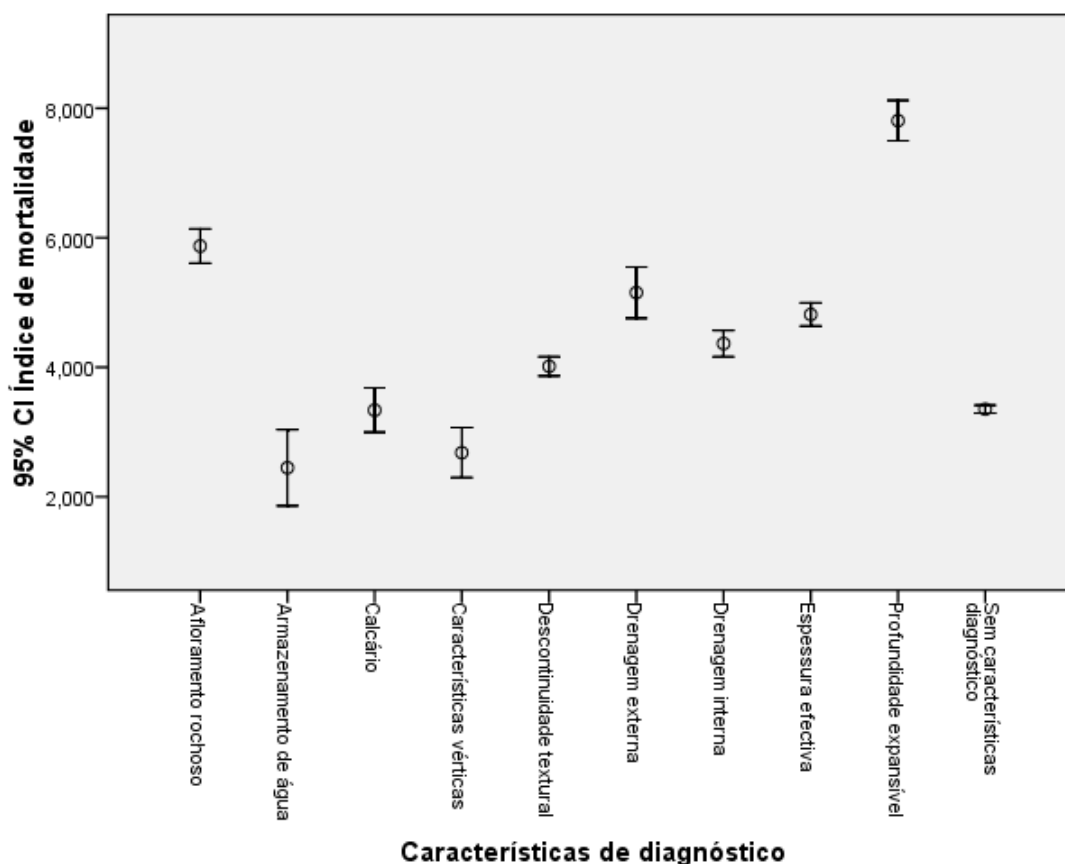
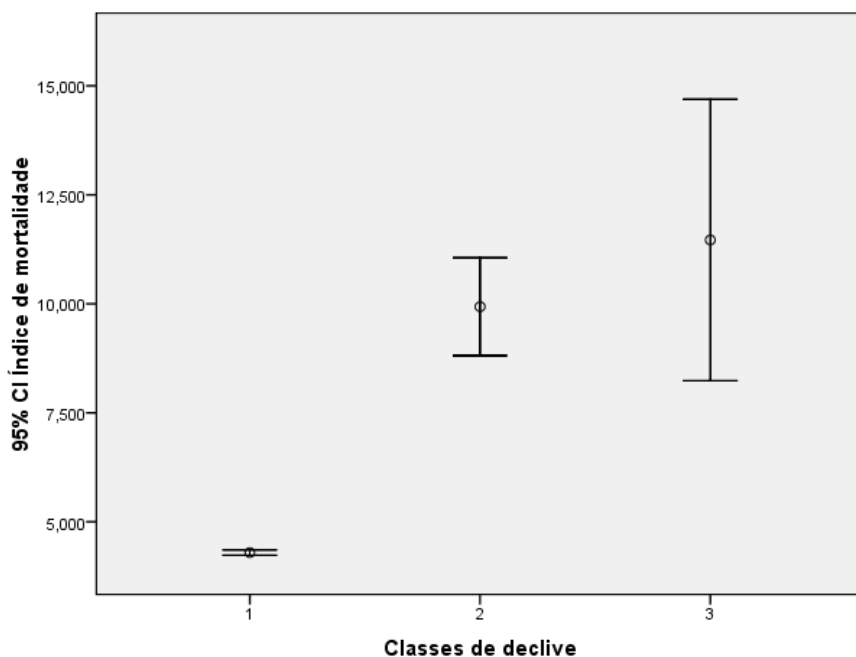


Figura 65 – Intervalos de confiança 95% para índice de mortalidade ponderado por classe de característica de diagnóstico para a NUT.

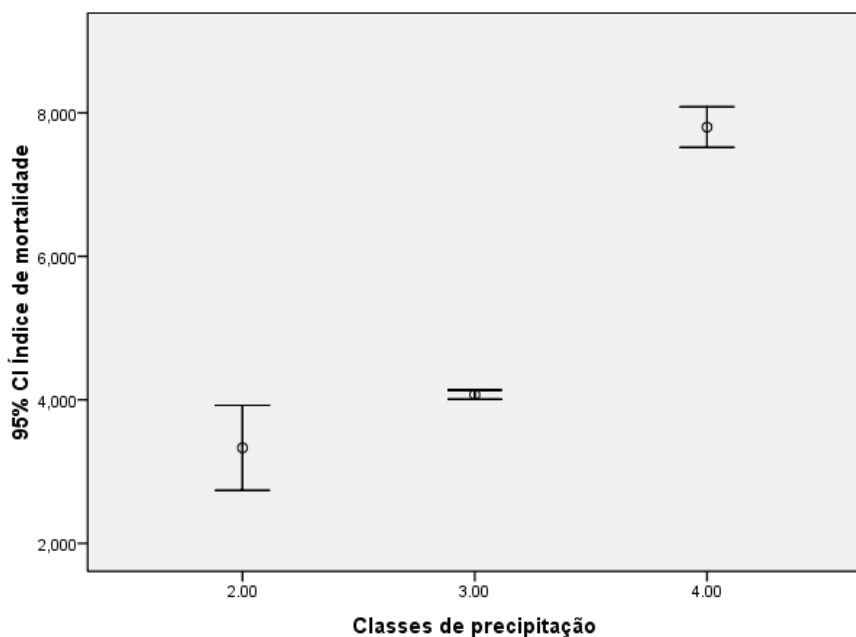
Em relação ao declive observa-se, novamente, uma clara diferença dos valores médios do índice de mortalidade da classe de declive 1 para a 2 e 3 (que não diferem significativamente) (Figura 66 e Tabela 2).

A precipitação apresenta um comportamento inesperado sendo nas áreas com menor pluviosidade anual (classes 1 e 2) que se observam os valores de índice de mortalidade menores (Figura 67 e Tabela 3).





**Figura 66 – Intervalos de confiança 95% para índice de mortalidade ponderado por classe de declive para a NUT.**



**Figura 67 – Intervalos de confiança 95% para índice de mortalidade ponderado por classe de precipitação para a NUT.**

Nas figuras 68 e 69 verifica-se, outra vez, que nos solos sem características de diagnóstico os efeitos do declive e da precipitação no índice de mortalidade são praticamente nulos (à exceção da classe de precipitação 3 que apresenta valores muito mais elevados) mas nos solos acima referidos se observa uma mortalidade inferior nas classes de declive 1 mas uma mortalidade muito elevada nas classe de declive 3 (não mobilizável) onde a justificação para os valores da mortalidade encontrada pode estar no abandono com posterior aumento de competição inter-específica. Também se observa uma maior mortalidade em situações de precipitação mais elevada. A maior intensidade de mortalidade observa-se novamente nas classes de precipitação 3 e 4 especialmente nos solos com características de diagnóstico já que não é verificada nos solos

sem características de diagnóstico. Assim, nos solos com a existência no perfil, de um limite de profundidade do solo (descontinuidade textural, espessura efectiva e profundidade expansível), o excesso de chuva pode levar uma extensão maior do período de encharcamento justificando os valores de mortalidade mais elevados.

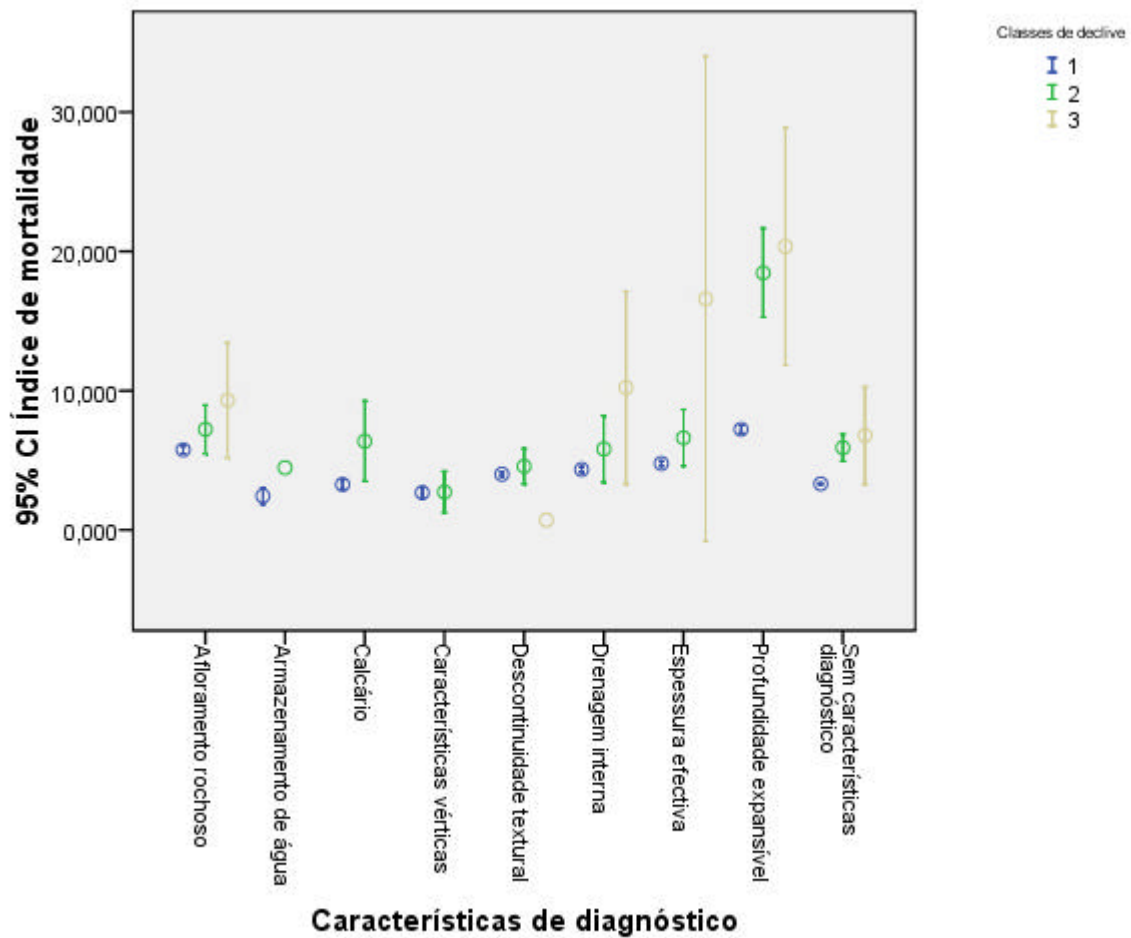
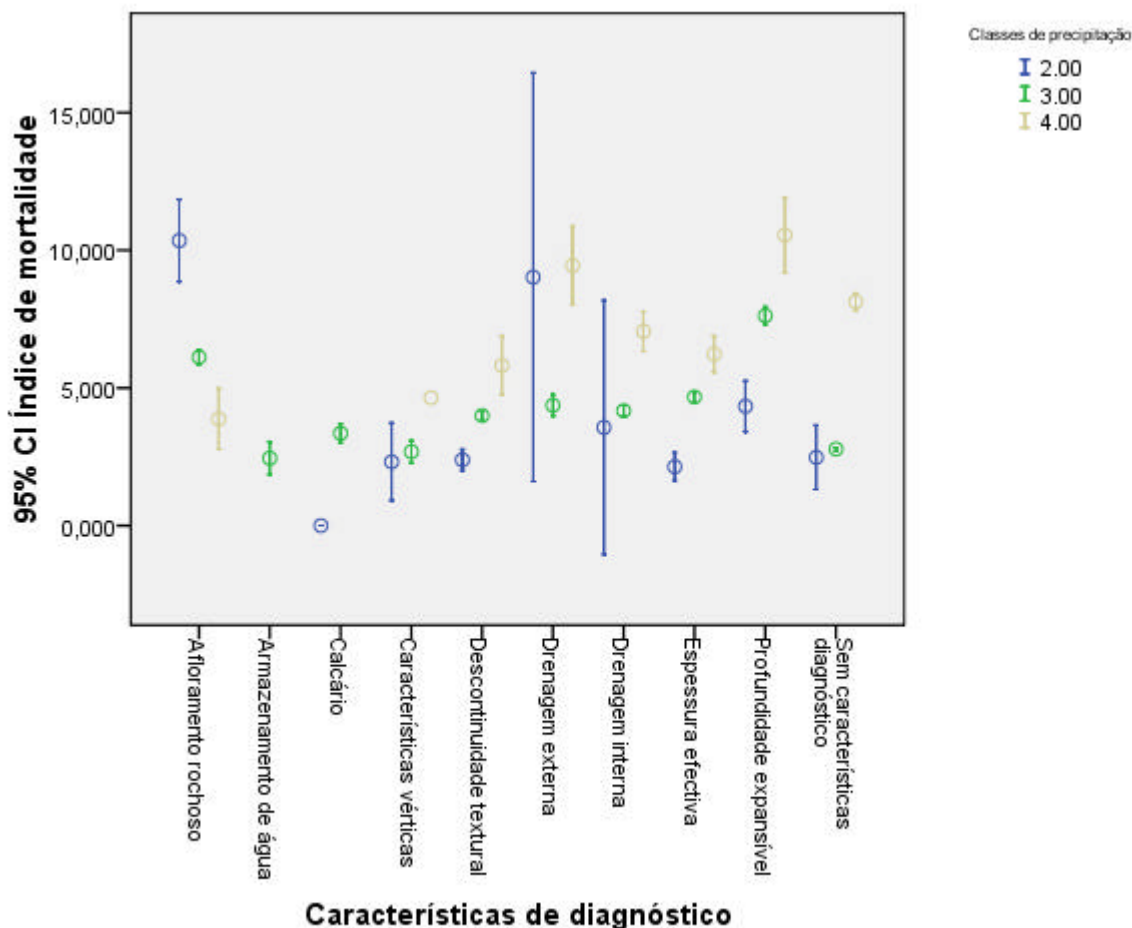


Figura 68 – Intervalos de confiança 95% para índice de mortalidade ponderado por classe de características de diagnóstico e por classe de declive para a NUT.



**Figura 69 – Intervalos de confiança 95% para índice de mortalidade ponderado por classe de características de diagnóstico e por classe de precipitação para a NUT.**

Nas Tabelas 8 a 11 do Anexo 1 apresentam-se os resultados dos testes de análise de variância onde se podem confirmar numericamente as conclusões atrás referidas. Os testes de comparação múltiplas de médias de Scheffe permite observar a significância da diferença entre os níveis dos factores estudados.

#### 4.2.4. Baixo Alentejo

A observação da Figura 70 e Tabela 1, mostra que os solos onde se verificou maiores índices de mortalidade são os solos com problemas de drenagem externa e todas as características que estão ligadas com a profundidade do solo disponível para as árvores (descontinuidade textural, espessura efectiva e profundidade expansível). De salientar que nos solos sem limitações para o desenvolvimento dos sobreiros (sem características de diagnóstico) se observaram valores residuais de mortalidade o que mostra, à semelhança das NUT's anteriores.

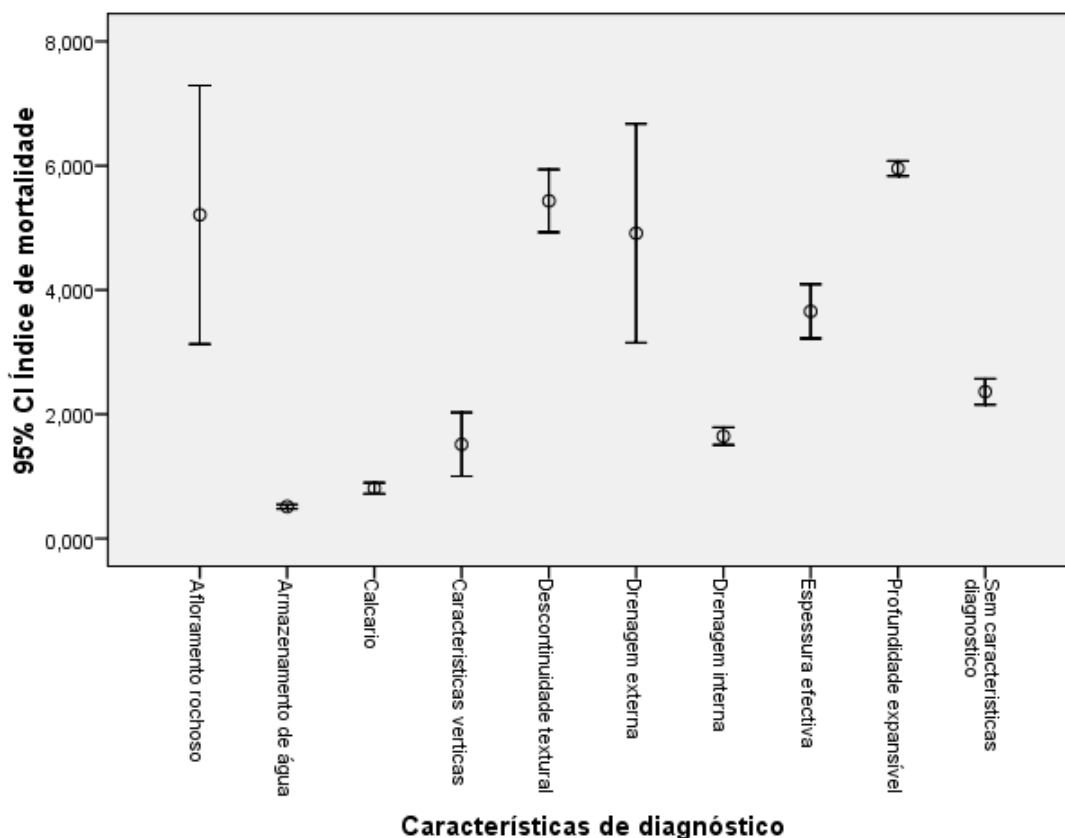
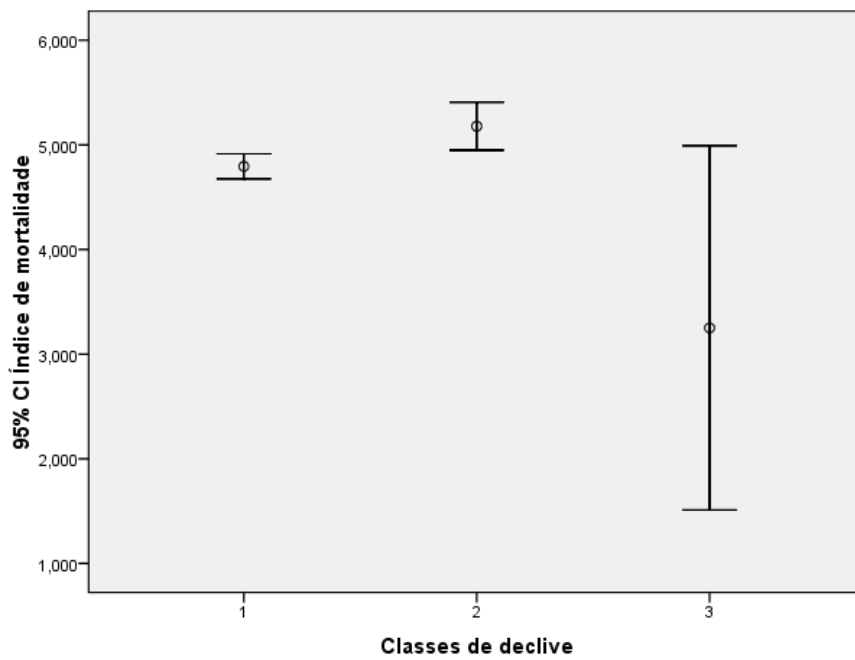


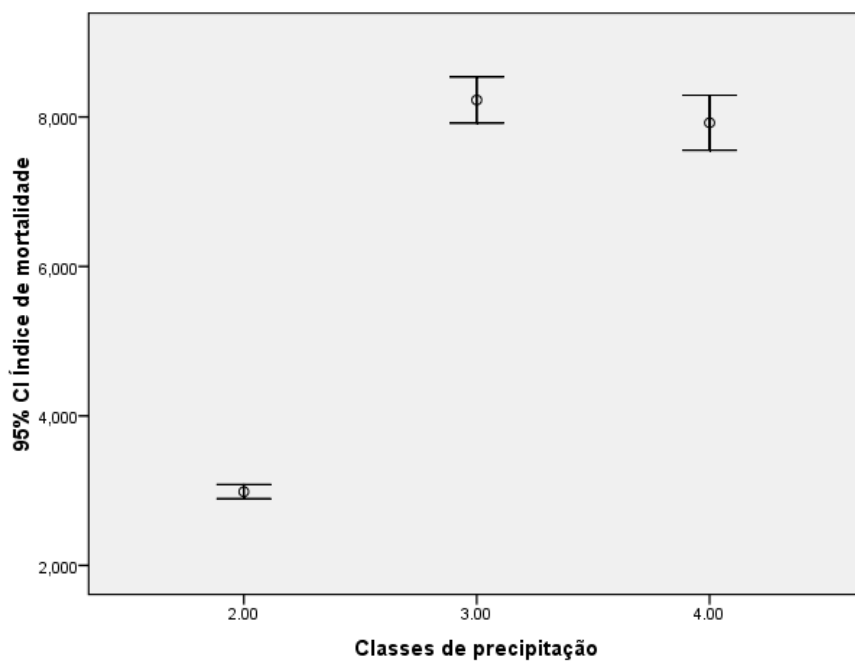
Figura 70 – Intervalos de confiança 95% para índice de mortalidade ponderado por classe de característica de diagnóstico para a NUT.

Em relação ao declive observa-se uma diferença (não significativa) dos valores médios do índice de mortalidade da classe de declive 1 para a 2 e depois uma diminuição (não significativa) para a classe 3 (Figura 71 e Tabela 2).

A precipitação apresenta um comportamento inesperado sendo nas áreas com menor pluviosidade anual que se observam os valores de índice de mortalidade menores (Figura 72 e Tabela 3).



**Figura 71 – Intervalos de confiança 95% para índice de mortalidade ponderado por classe de declive para a NUT.**



**Figura 72 – Intervalos de confiança 95% para índice de mortalidade ponderado por classe de precipitação para a NUT.**

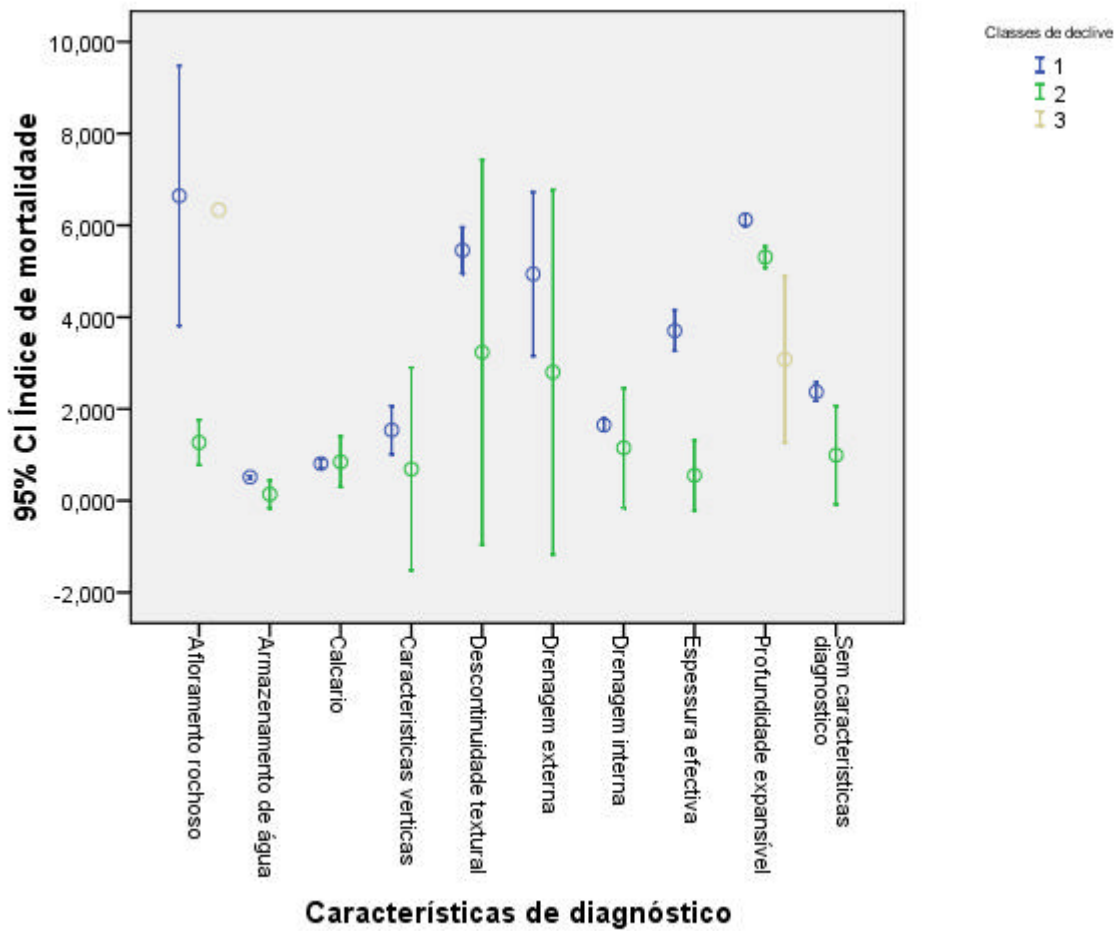
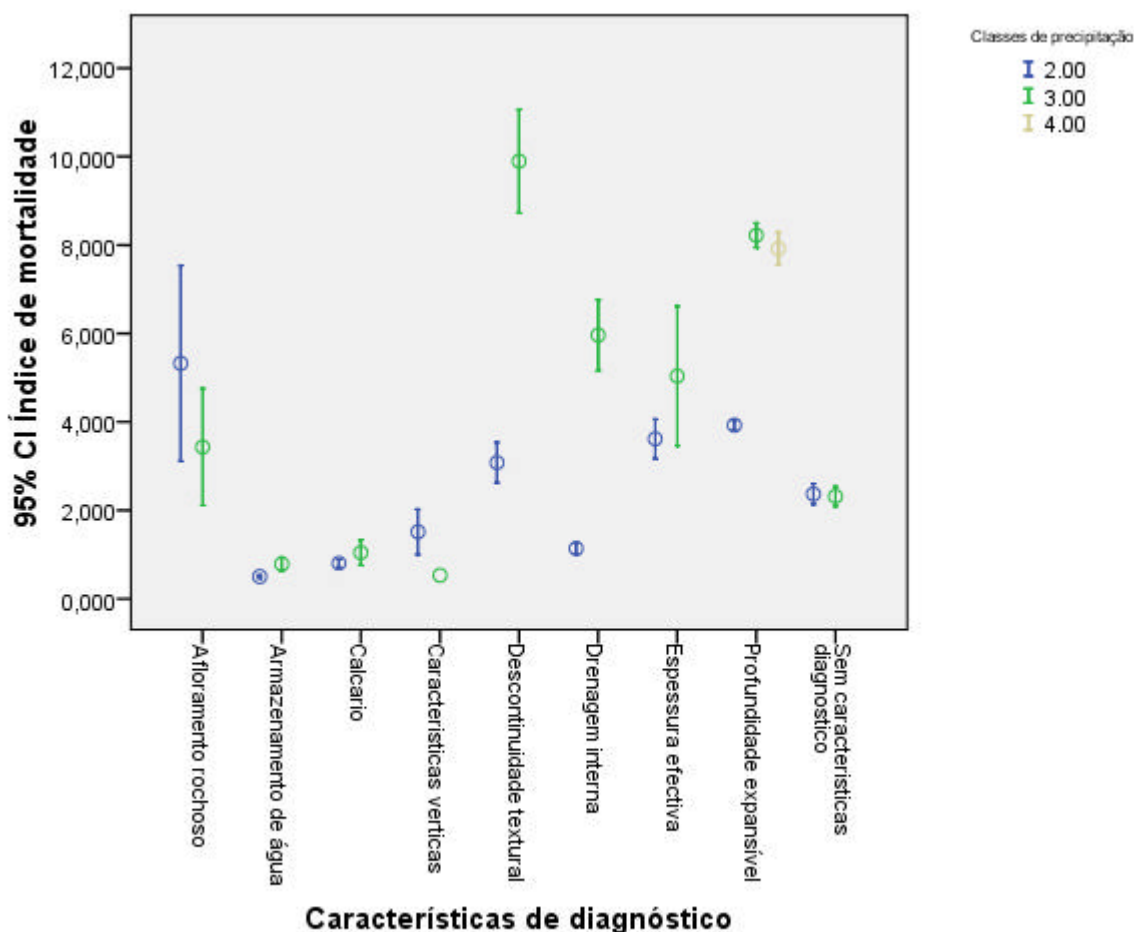


Figura 73 – Intervalos de confiança 95% para índice de mortalidade ponderado por classe de características de diagnóstico e por classe de declive para a NUT.



**Figura 74 – Intervalos de confiança 95% para índice de mortalidade ponderado por classe de características de diagnóstico e por classe de precipitação para a NUT.**

Nas figuras 73 e 74 verifica-se que nos solos sem características de diagnóstico os efeitos do declive e da precipitação no índice de mortalidade são praticamente nulos mas nos solos acima referidos se observa, com uma regularidade marcante, uma mortalidade inferior nas classes de declive 2 e 3. Este facto pode dever-se ao abandono da pastorícia nas situações de declive estando a gestão mais intensa nas áreas mais planas justificando assim os valores de índice de mortalidade observado. Também bem se observou uma maior mortalidade em situações de precipitação mais elevada. A maior intensidade de mortalidade observa-se nas classes de precipitação 3 e 4 especialmente nos solos com características de diagnóstico já que não é verificada nos solos sem características de diagnóstico seguindo o comportamento observado no Alentejo Litoral e Alto Alentejo.

Nas Tabelas 12 a 15 do Anexo 1 apresentam-se os resultados dos testes de análise de variância onde se podem confirmar numericamente as conclusões atrás referidas. Os testes de comparação múltiplas de médias de Scheffe permitem observar a significância da diferença entre os níveis dos factores estudados.

#### 4.2.5. Algarve

A observação da Figura 55 e Tabela 1, mostra que os solos onde se verificou maiores índices de mortalidade são os solos argilosos (características vérticas), solos com calcário activo (calcário), solos com problemas de drenagem interna e externa e apenas uma característica ligada com a profundidade do solo disponível para as árvores (descontinuidade textural). De salientar que nos solos sem limitações para o desenvolvimento dos sobreiros (sem características de diagnóstico) se observaram valores médios/altos de mortalidade indiciando uma intensidade de mortalidade mais elevada do que no resto da área analisada mas mesmo assim concentrada principalmente nas estações onde existem condicionantes edáficas para a vegetação do sobreiro.

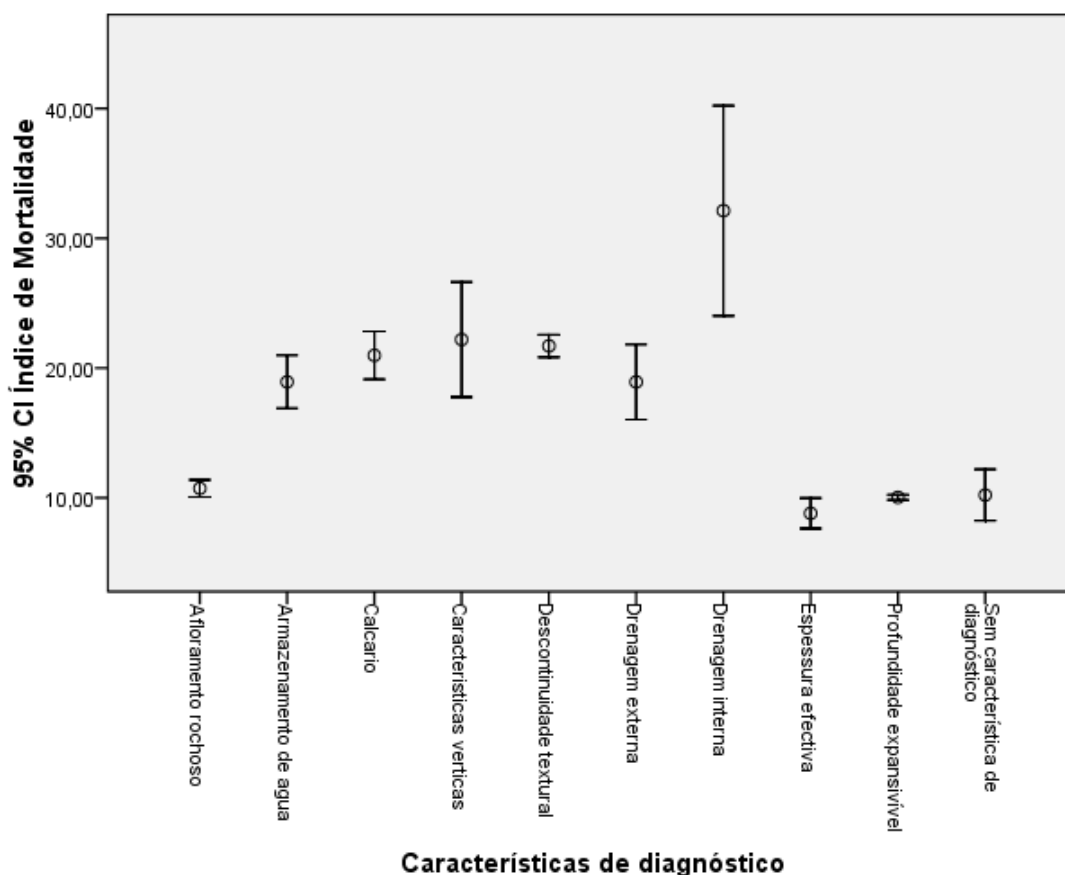
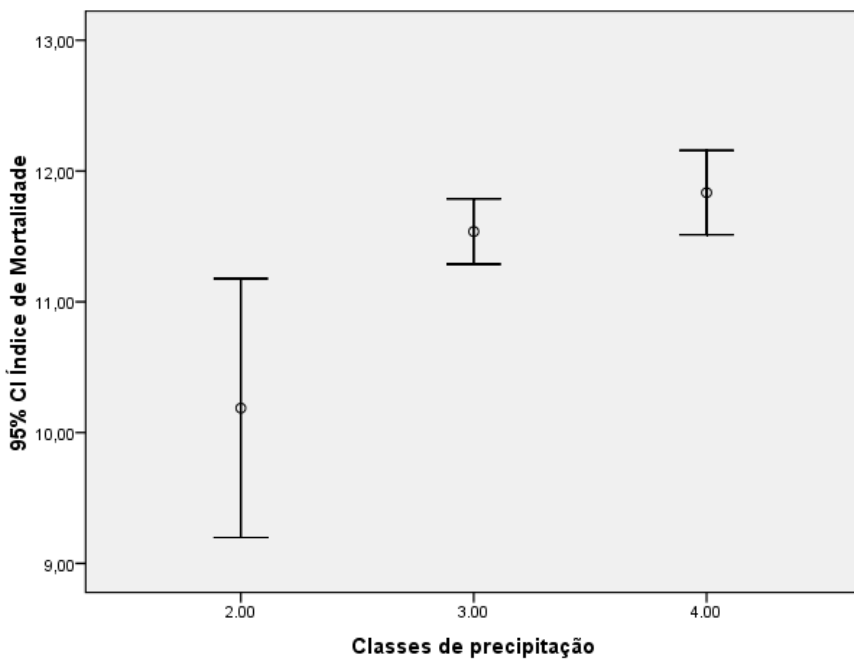


Figura 75 – Intervalos de confiança 95% para índice de mortalidade ponderado por classe de característica de diagnóstico para a NUT.





**Figura 76 – Intervalos de confiança 95% para índice de mortalidade ponderado por classe de declive para a NUT.**



**Figura 77 – Intervalos de confiança 95% para índice de mortalidade ponderado por classe de precipitação para a NUT.**

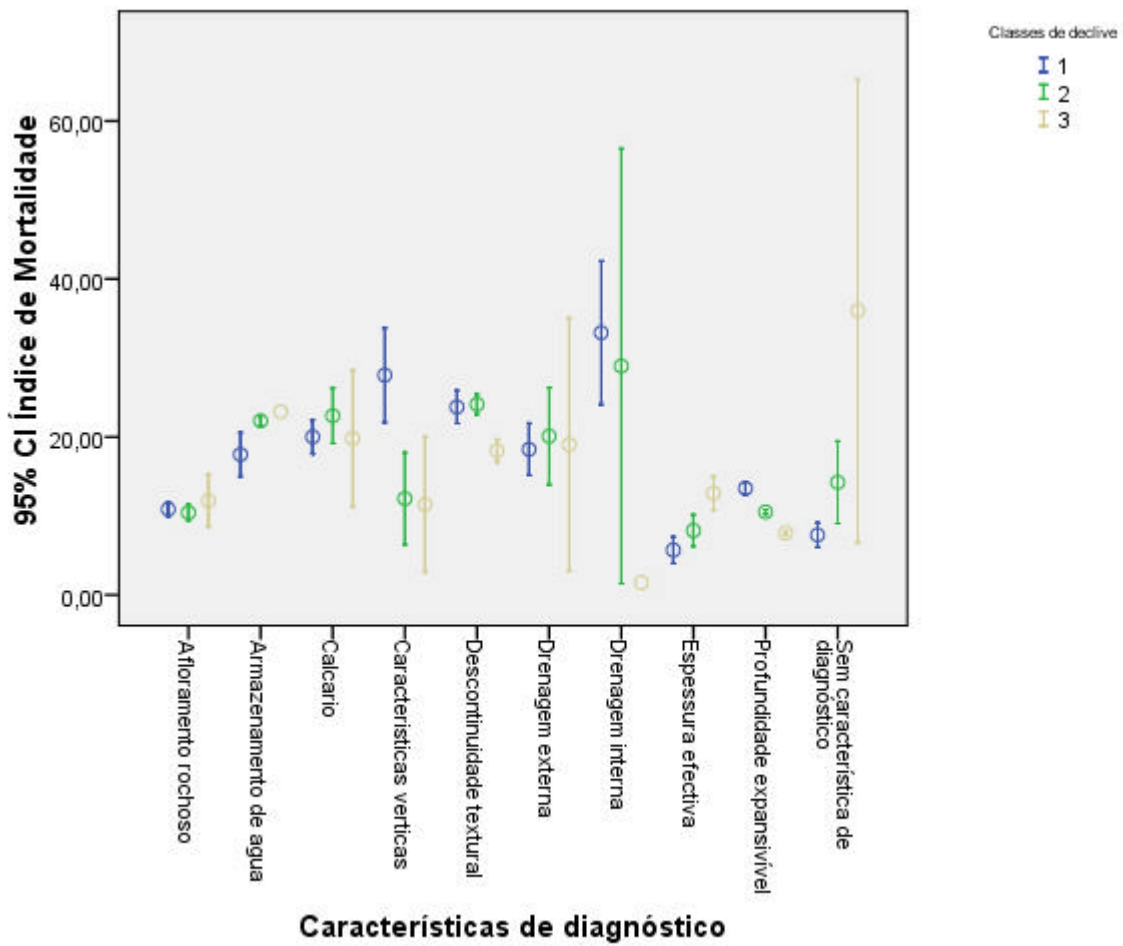
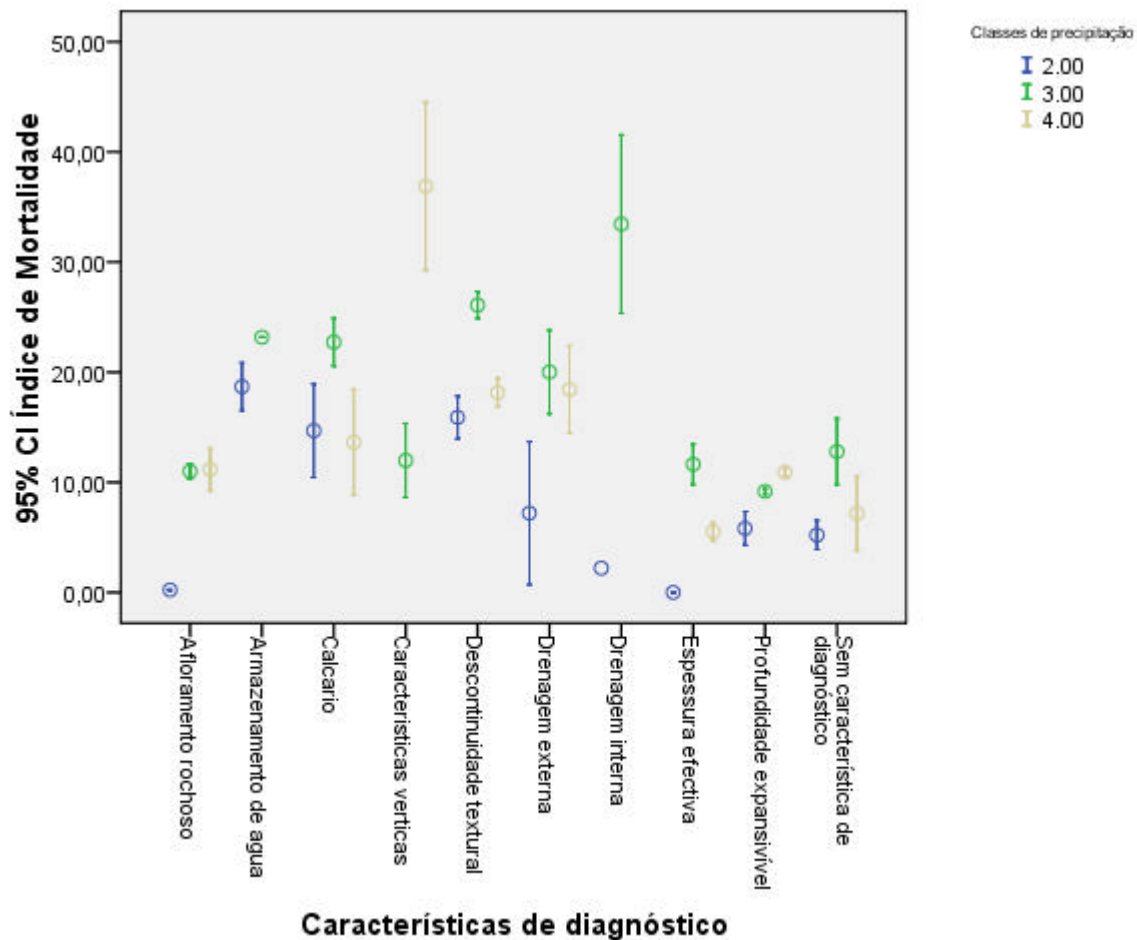


Figura 78 – Intervalos de confiança 95% para índice de mortalidade ponderado por classe de características de diagnóstico e por classe de declive para a NUT.



**Figura 79 – Intervalos de confiança 95% para índice de mortalidade ponderado por classe de características de diagnóstico e por classe de precipitação para a NUT.**

Nas figuras 78 e 79 verifica-se que nos solos sem características de diagnóstico os efeitos da precipitação no índice de mortalidade são praticamente nulos. Em relação ao declive, observa-se que o índice de mortalidade atinge o maior valor classe de declive 1 (contrariamente às outras NUTS) o que pode estar relacionado com o abandono da pastorícia (que é mais marcado nas zonas de maior declive) e que é acompanhado com uma diminuição da intensidade da exploração do solo e conseqüente melhoria das condições de vegetação dos sobreiros. Também bem se observou uma maior mortalidade em situações de precipitação mais elevada. A maior intensidade de mortalidade observa-se nas classes de precipitação 3 e 4 especialmente nos solos com características de diagnóstico já que não é verificada nos solos sem características de diagnóstico situação já verificada em todas as NUT's à excepção do Alentejo Central.

Nas Tabelas 16 a 19 do Anexo 1 apresentam-se os resultados dos testes de análise de variância onde se podem confirmar numericamente as conclusões atrás referidas. Os testes de comparação múltiplas de médias de Scheffe permitem observar a significância da diferença entre os níveis dos factores estudados.

## 5. Conclusões

Os resultados totais do primeiro censo nacional de sobreiros mortos permitiram identificar 329 323 árvores mortas na fotografia aérea de 2004/2006 o que corresponde a uma perda de área de cobertura estimada de projecção de copas de 10 867 659 m<sup>2</sup> e a uma perda estimada de produção de cortiça de 7 409 767 kg (493 984@). De ressaltar que o número de árvores referido representa a mortalidade dos últimos 2-5 anos antes do ano do voo já que a resolução da fotografia só permite detectar árvores na fase posterior à morte (com a os ramos da copa relativamente intactos, Figura 10).

Foram elaboradas cartas de ocupação nacionais para o sobreiro expressas em grau de coberto para todas as NUTS da área de estudo muito úteis como instrumento de ordenamento florestal.

Foram elaboradas cartas de densidade de árvores mortas por hectare e cartas de índices de mortalidade para todas as NUTS que têm como função identificar as áreas de acordo com o seu risco de degradação permitindo localizar espacialmente as zonas de intervenção prioritária.

Foi possível identificar uma dinâmica que conduz ao estabelecimento de interacções debilitantes para as árvores assente nos seguintes pontos:

(1) Se se tiver em conta os fenómenos erosivos condicionados pelo controlo dos matos feito com mobilização do solo (operações essas que estão limitadas às classes de declive 1 e 2) referidos por Macara (1994) pode-se inferir que na classe 2 de declive se concentram os solos onde os efeitos acumulados da erosão levaram a uma perda de espessura de solo utilizável pelas árvores pelo que aplicando o modelo de mortalidade de Ferreira *et al* (1992) justifica os índices de mortalidade observados neste estudo;

(2) A combinação nas encostas de classe de declive 2 com solos com características de diagnóstico (Ferreira *et al* (2001) relacionadas com a existência no perfil, de um limite de profundidade do solo (descontinuidade textural, espessura efectiva e profundidade expansível) não é difícil de inferir que os efeitos das mobilizações do solo se fazem sentir com mais intensidade limitando ainda mais o volume de solo disponível para as árvores o que aplicando o modelo de Ferreira *et al* (1992) justifica a maior mortalidade;

(3) Tendo em conta que em solos não perturbados os sistemas radiculares dos sobreiros têm uma distribuição de raízes grossas superficiais e profundantes (Figura 6) e que cerca de 80% das raízes finas se encontra nos primeiros 30cm do perfil (Figura 7) (Surov<sup>y</sup> *et al*, 2008) pode-se deduzir que a mobilização do solo cria uma interacção debilitante entre a perda de volume de solo (processo lento e dependente do valor do declive) e a perda de uma quantidade muito importante do sistema radicular (processo instantâneo que ocorre periodicamente no momento da mobilização) cuja cicatrização e posterior regeneração consome uma quantidade muito importante dos recursos das árvores para além de criar focos múltiplos de infecção especialmente pela *Phytophthora cinnamomi* que por ter esporos ciliados beneficia da existência de água no perfil para se movimentar no solo e encontrar hospedeiros.

Observou-se em todas as NUTS analisadas, uma grande coincidência de resultados indicando que os factores estudados já permitem, com precisão, estabelecer procedimentos de intervenção silvícola ao nível dos povoamentos no sentido de mitigar o efeito de uma grande parte dos factores de declínio. Assim, em termos gerais a gestão sustentada do sistema produtivo montado de sobreiro tem de ser ajustada nos seguintes pontos:

(1) A estrutura do povoamento deve de ser inequívoca (em grau de coberto de copas contínuo ajustado às condições da estação) incluindo classes de árvores jovens regeneradas

periodicamente recorrendo preferencialmente à regeneração natural (ex. 20 em 20 anos em folhas ou bosquetes);

(2) A gestão do sob-coberto tem de evoluir para formas menos intensas de mobilização do solo (em áreas com declive superior a 5%) combinando as diversas tecnologias existentes (corta mato, destroçadores, grades de discos, etc.) com a pastorícia, associadas ou não a instalação de pastagens temporárias ou permanentes com e sem fertilização.

O sistema agro-silvo-pastoril deve de ser mantido pois o uso múltiplo destas áreas é que permite manter o potencial produtivo prevenindo a desertificação. Ribeiro *et al* (2006).

## 6. Agradecimentos

O desenvolvimento e conclusão do presente Trabalho só foi possível graças à colaboração de várias pessoas e instituições. A todas elas o nosso agradecimento. Não poderíamos, no entanto, deixar de destacar e agradecer, em particular:

- À Circunscrição Florestal do Sul da DGRF e em particular ao Eng. Francisco Lopes e ao Eng. Fernando Coucelo pela adjudicação e financiamento do trabalho.
- À Universidade de Évora e ao ICAM pelas condições criadas para o desenvolvimento dos trabalhos.
- Ao Prof. Alfredo Gonçalves Ferreira pelo aconselhamento científico e análise dos resultados.
- Aos colaboradores do projecto Eng. Hugo Costa, Eng. Cati Dinis, Eng. Rita Dinis e Eng. Susana Palminha pelo empenhamento e interesse com que desenvolveram os trabalhos de análise de imagem, fotointerpretação e de edição.

## 7. Referências

- Brasier CM, Robredo F, Ferraz JFP., (1993) Evidence for *Phytophthora cinnamomi* involvement in Iberian oak decline. *Plant Pathol*; **42**:140–5.
- Brasier CM. *Phytophthora cinnamomi* associated oak decline: environmental constraints including climate change. *Ann Sci Forestie`res* 1996;53:347–58.
- Cabral, M.T. e Lopes, F.(1992). Determinação das causas da morte do sobreiro nos concelhos de Santiago do Cacém, Grândola e Sines. Relatório síntese. Estação Florestal Nacional, 76 pp.
- Coelho A.C., Horta, M., Neves, D., Cravadora, A. (2006). Involvement of a cinnamyl alcohol dehydrogenase of *Quercus suber* in the defence response to infection by *Phytophthora cinnamomi*. *Physiological and Molecular Plant Pathology* **69**: 62–72
- DGF-IFN, (2001). Distribuição das florestas em Portugal Continental: 3ª Revisão do Inventário Florestal Nacional (1995-2000). Divisão de Inventário e Estatísticas Florestais. Direcção Geral das Florestas. Lisboa.
- Diniz, A. C. (1994). Os solos do montado e Aptidão Suberícola nos Concelhos de Granadola, Santiago do Cacém e Sines. Correlações com a morte prematura do sobreiro. *Silva Lusitana* **2**, 247-267.
- Ferreira, A. G., Gonçalves, A. C., Pinheiro, A.C., Gomes, C.P., Ilheu, M., Neves, N. Ribeiro, N.A., Santos, P., 2001. Plano Específico de Ordenamento Florestal para o Alentejo. Ferreira, A. G. E Gonçalves, C. (eds). Universidade de Évora.
- Jönsson-Belyazio, U. and Rosengren, U., (2006). Can *Phytophthora quercina* have a negative impact on mature pedunculate oaks under field conditions? *Ann. For. Sci.*63: 661-672
- Moreira-M. arcelino AC. (2001). Aspectos da interacção entre *Phytophthora cinnamomi* e a doença do declínio em *Quercus suber* e *Quercus rotundifolia*. PhD thesis. Faro, Portugal: Universidade do Algarve.
- Ribeiro, N.A., Dias, S., Surovy, P., Gonçalves, A.C., Ferreira, A.G. & Oliveira A.C. (2004). The importance of crown cover on the sustainability of cork oak stands. A simulation approach. *Advances In Geocology* 37: 275-286.
- Ribeiro, N.A., Gonçalves, A.C. Dias, S.S., Afonso, T. & Ferreira, A.G. (2003). Multilevel monitoring systems for cork oak (*Quercus suber* L.) stands in Portugal. In. Corona, P., Köhl, M. & Marchetti, M. (Eds.). *Advances in forest inventory for sustainable forest management and biodiversity monitoring*. Kluwer Academic Publishers, The Netherlands. pp. 395-404.
- Ribeiro, N.A., Surovy, P., Oliveira A.C., (2006): Modeling Cork Oak production in Portugal. In: Hasenauer, H. (Ed.), 2006: *Sustainable Forest Management. Growth Models for Europe*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 285-313.
- Sánchez ME, Caetano P, Ferraz J, Trapero A., (2002). *Phytophthora* disease of *Quercus ilex* in south-western Spain. *Forest Pathol*; **32**:5–18.
- Shearer BL, Byrne A, Mason M, Ward D (1989). *Phytophthora cinnamomi* hazard system for the northern jarrah forest: field book. Department of Conservation and Land Management, 75 p.
- Shearer BL, Dillon MJ, Buehrig RM (1989). Population dynamics of *Phytophthora cinnamomi* in banksia woodlands and the jarrah forest of south western Australia. In *Australasian Plant Pathology Society 7th Conference: 3rd-7th July, 1989, Brisbane: Program and Abstracts Australasian Plant Pathology Society, Brisbane*
- Sousa, E., Santos, M.N., Varela, C., Henriques, J. (2007). Perda de vigor dos montados de sobreiro e azinho: Análise da situaao e perspectivas. Estão Florestal Nacional. Lisboa.. 79 pp + Anexos
- Surovy, P. ; BRASIL, Felipe da Costa ; Ribeiro, N.A. ; OLIVEIRA, Maria Do Rosário Gamito . Avaliaao da morfologia dos sistemas radicais de plantas de regeneraao do sobreiro através de imagem digital., 2007.
- Surovy, P., Ribeiro, N.A., Brasil, F., Ferreira, A.G. & Oliveira, M.R.G. (2007) Avaliaao da morfologia dos sistemas radicais de plantas de regeneraao do sobreiro através de imagem digital. *Revista de Ciências Agrárias* (Lisboa), v. 01, p. 290-295

- Surovy, P., Ribeiro, N.A., Oliveira, A.C. & Scheer, L. (2004). Automated aerial imagery analysis system for individual tree identification in cork oak stands. *Advances in Geocology* 37: 287-296.
- Surovy, P., Ribeiro, N.A., Oliveira, A.C. & Scheer, L. (2004). Detection of the vegetation from background in high resolution color remote sensed imagery. *Journal of Forest Science* 50 (4). 161-170.