



INVENTÁRIO NACIONAL DE MORTALIDADE DE AZINHEIRA

NA FOTOGRAFIA AÉREA DIGITAL DE 2004/2006

Nuno de Almeida Ribeiro | Peter Surový
Cati Dinis | Constança Camilo-Alves | Susana Saraiva Dias



EDIÇÃO, DISTRIBUIÇÃO E VENDAS
SÍLABAS & DESAFIOS - UNIPessoal LDA.
NIF: 510212891
www.silabas-e-desafios.pt
info@silabas-e-desafios.pt

Sede:
Rua Dorília Carmona, nº 4, 4 Dt
8000-316 Faro
Telefone: 289805399
Fax: 289805399
Encomendas: encomendar@silabas-e-desafios.pt

TÍTULO

Inventário Nacional de Mortalidade de Azinheira na Fotografia Aérea Digital de 2004/2006

AUTORES

Nuno de Almeida Ribeiro, Peter Surový, Cati Dinis, Constança Camilo-Alves, Susana Saraiva Dias
1ª edição

Copyright @ Universidade de Évora e Sílabas & Desafios, Unipessoal Lda., Julho 2016
ISBN: 978-989-8842-07-7

Edição e revisão: Sílabas & Desafios Unipessoal, Lda.
Pré-impressão, impressão e acabamentos: Gráfica Comercial, Loulé

Capa: Sílabas & Desafios©2016

Reservados todos os direitos. Reprodução proibida. A utilização de todo, ou partes, do texto, figuras, quadros, ilustrações e gráficos, deverá ter a autorização expressa do autor

ÍNDICE

NOTA PRÉVIA	9
AGRADECIMENTOS	11
I. INTRODUÇÃO	13
II. OBJETIVOS	19
III. METODOLOGIA	21
III.1. TRATAMENTO E ANÁLISE DE IMAGEM	21
<i>III.1.1. Tratamento espectral da imagem</i>	21
<i>III.1.2. Tratamento espacial da imagem (cartografia de base)</i>	22
III.2. ANÁLISE ESPACIAL	24
III.3. NÍVEIS DE INFORMAÇÃO	25
<i>III.3.1. Características diagnóstico (Limitações de solo)</i>	25
<i>III.3.2. Declive</i>	27
III.4. ANÁLISE ESTATÍSTICA DAS CAUSAS DE MORTALIDADE	27
III.5. DIVISÃO POR NUT	29
IV. RESULTADOS	31
IV.1. ANÁLISE DESCRITIVA DAS CONDIÇÕES DOS POVOAMENTOS DE AZINHEIRA	31
<i>IV.1.1. Portugal Continental</i>	31
<i>IV.1.2. Alentejo Central</i>	36
<i>IV.1.3. Alto Alentejo</i>	40
<i>IV.1.4. Baixo Alentejo</i>	45
<i>IV.1.5. Alentejo Litoral</i>	50
<i>IV.1.6. Algarve</i>	55
<i>IV.1.7. Médio Tejo</i>	59
<i>IV.1.8. Lezíria do Tejo</i>	63
<i>IV.1.9. Beira Baixa</i>	67
<i>IV.1.10. Área Metropolitana de Lisboa</i>	71
IV.2. AVALIAÇÃO DAS CAUSAS DE MORTALIDADE	75
<i>IV.2.1. Alentejo Central</i>	78
<i>IV.2.2. Alto Alentejo</i>	81
<i>IV.2.3. Baixo Alentejo</i>	83
<i>IV.2.4. Alentejo Litoral</i>	86
<i>IV.2.5. Algarve</i>	89
V. DISCUSSÃO E CONCLUSÕES	93
VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	95

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. EVOLUÇÃO DA ÁREA DE POVOAMENTOS DE AZINHEIRA EM PORTUGAL CONTINENTAL SEGUNDO OS RESULTADOS DAS REVISÕES DO IFN.	13
FIGURA 2. VOLUME RADICULAR AVALIADO PARA O SISTEMA DE RAÍZES DO SOBREIRO. FONTE: DINIS, 2014.	16
FIGURA 3. ÁREA OCUPADA PELOS SISTEMAS AÉREO E RADICULAR DO SOBREIRO. FONTE: DINIS, 2014.	16
FIGURA 4. SISTEMA RADICULAR DIMÓRFICO DO SOBREIRO. FONTE: DINIS, 2014.	17
FIGURA 5. TRATAMENTO ESPECTRAL COM OBTENÇÃO DE IMAGEM FALSA COR, ATRAVÉS DA COMBINAÇÃO DE IMAGENS RGB COM IMAGENS DE INFRAVERMELHOS (IV).	22
FIGURA 6. IDENTIFICAÇÃO E SEGMENTAÇÃO AUTOMÁTICA DAS ÁREAS FLORESTAIS.	23
FIGURA 7. EXEMPLO DA IDENTIFICAÇÃO DAS AZINHEIRAS COM SINAIS DE DECLÍNIO.	23
FIGURA 8. MODELO CARTOGRÁFICO CONSTRUÍDO PARA A ANÁLISE DAS CAUSAS DE MORTALIDADE.	28
FIGURA 9. LOCALIZAÇÃO DAS NUT III AVALIADAS (FONTE: CAOP 2015).	30
FIGURA 10. GRAU DE COBERTO DE AZINHEIRA NAS NUTIII EM ESTUDO.	32
FIGURA 11. ÍNDICE DE MORTALIDADE DE AZINHEIRA NAS NUTIII EM ESTUDO.	33
FIGURA 12. MÉDIA E INTERVALO DE CONFIANÇA (95%) NAS NUT III ANALISADAS EM PORTUGAL DE: A) GRAU DE COBERTO; B) ÁRVORES MORTAS/HA; C) ÍNDICE DE MORTALIDADE.	35
FIGURA 13. LOCALIZAÇÃO DOS CONCELHOS DA NUTIII – ALENTEJO CENTRAL (FONTE: CAOP 2015).	36
FIGURA 14. GRAU DE COBERTO DE AZINHEIRA NO ALENTEJO CENTRAL.	37
FIGURA 15. ÍNDICE DE MORTALIDADE DE AZINHEIRA NO ALENTEJO CENTRAL.	37
FIGURA 16. MÉDIA E INTERVALO DE CONFIANÇA (95%) NOS CONCELHOS DO ALENTEJO CENTRAL DE: A) GRAU DE COBERTO; B) ÁRVORES MORTAS/HA; C) ÍNDICE DE MORTALIDADE.	40
FIGURA 17. LOCALIZAÇÃO DOS CONCELHOS DA NUTIII – ALTO ALENTEJO (FONTE: CAOP 2015).	41
FIGURA 18. GRAU DE COBERTO DE AZINHEIRA NO ALTO ALENTEJO.	42
FIGURA 19. ÍNDICE DE MORTALIDADE DE AZINHEIRA, NO ALTO ALENTEJO.	42
FIGURA 20. MÉDIA E INTERVALOS DE CONFIANÇA 95% NOS CONCELHOS DO ALTO ALENTEJO. A) GRAU DE COBERTO; B) ÁRVORES MORTAS/HA; C) ÍNDICE DE MORTALIDADE.	45
FIGURA 21. LOCALIZAÇÃO DOS CONCELHOS DA NUTIII – BAIXO ALENTEJO (FONTE: CAOP 2015).	46
FIGURA 22. GRAU DE COBERTO DE AZINHEIRA NO BAIXO ALENTEJO.	47
FIGURA 23. ÍNDICE DE MORTALIDADE DE AZINHEIRA, NO BAIXO ALENTEJO.	47
FIGURA 24. MÉDIA E INTERVALO DE CONFIANÇA (95%) NOS CONCELHOS DO BAIXO ALENTEJO DE: A) GRAU DE COBERTO; B) ÁRVORES MORTAS/HA; C) ÍNDICE DE MORTALIDADE.	50
FIGURA 25. LOCALIZAÇÃO DOS CONCELHOS DA NUTIII – ALENTEJO LITORAL (FONTE: CAOP 2015).	51
FIGURA 26. GRAU DE COBERTO DE AZINHEIRA NO ALENTEJO LITORAL.	52
FIGURA 27. ÍNDICE DE MORTALIDADE DE AZINHEIRA NO ALENTEJO LITORAL.	52

FIGURA 28. MÉDIA E INTERVALO DE CONFIANÇA (95%) NOS CONCELHOS DO ALENTEJO LITORAL DE: A) GRAU DE COBERTO; B) ÁRVORES MORTAS/HA; C) ÍNDICE DE MORTALIDADE.	54
FIGURA 29. LOCALIZAÇÃO DOS CONCELHOS DA NUTIII – ALGARVE (FONTE: CAOP 2015).	55
FIGURA 30. GRAU DE COBERTO DE AZINHEIRA NO ALGARVE.	56
FIGURA 31. ÍNDICE DE MORTALIDADE DE AZINHEIRA, NO ALGARVE.	56
FIGURA 32. MÉDIA E INTERVALO DE CONFIANÇA (95%) NOS CONCELHOS DO ALGARVE DE: A) GRAU DE COBERTO; B) ÁRVORES MORTAS/HA; C) ÍNDICE DE MORTALIDADE.	58
FIGURA 33. LOCALIZAÇÃO DOS CONCELHOS DA NUTIII – MÉDIO TEJO (FONTE: CAOP 2015).	59
FIGURA 34. GRAU DE COBERTO DE AZINHEIRA NO MÉDIO TEJO.	60
FIGURA 35. ÍNDICE DE MORTALIDADE DE AZINHEIRA NO MÉDIO TEJO.	60
FIGURA 36. MÉDIA E INTERVALO DE CONFIANÇA (95%) NOS CONCELHOS DO MÉDIO TEJO DE: A) GRAU DE COBERTO; B) ÁRVORES MORTAS/HA; C) ÍNDICE DE MORTALIDADE.	62
FIGURA 37. LOCALIZAÇÃO DOS CONCELHOS DA NUTIII – LEZÍRIA DO TEJO (FONTE: CAOP 2015).	63
FIGURA 38. GRAU DE COBERTO DE AZINHEIRA NA LEZÍRIA DO TEJO.	64
FIGURA 39. ÍNDICE DE MORTALIDADE DE AZINHEIRA NA LEZÍRIA DO TEJO.	64
FIGURA 40. MÉDIA E INTERVALO DE CONFIANÇA (95%) NO CONCELHOS DA LEZÍRIA DO TEJO DE: A) GRAU DE COBERTO; B) ÁRVORES MORTAS/HA; C) ÍNDICE DE MORTALIDADE.	66
FIGURA 41. LOCALIZAÇÃO DOS CONCELHOS DA NUTIII – BEIRA BAIXA (FONTE: CAOP 2015).	67
FIGURA 42. GRAU DE COBERTO OBTIDO PARA A AZINHEIRA NA BEIRA BAIXA.	68
FIGURA 43. ÍNDICE DE MORTALIDADE DE AZINHEIRA, NA BEIRA BAIXA.	68
FIGURA 44. MÉDIA E INTERVALO DE CONFIANÇA (95%) NOS CONCELHOS DA BEIRA BAIXA DE: A) GRAU DE COBERTO; B) ÁRVORES MORTAS/HA; C) ÍNDICE DE MORTALIDADE.	70
FIGURA 45. LOCALIZAÇÃO DOS CONCELHOS DA NUTIII – ÁREA METROPOLITANA DE LISBOA (FONTE: CAOP 2015)	71
FIGURA 46. GRAU DE COBERTO DE AZINHEIRA NA AM DE LISBOA.	72
FIGURA 47. ÍNDICE DE MORTALIDADE DE AZINHEIRA NA AM DE LISBOA.	72
FIGURA 48. MÉDIA E INTERVALO DE CONFIANÇA (95%) NOS CONCELHOS DA ÁREA METROPOLITANA DE LISBOA DE: A) GRAU DE COBERTO; B) ÁRVORES MORTAS/HA; C) ÍNDICE DE MORTALIDADE.	75
FIGURA 49. PERCENTAGEM DE ÁREA COM EVENTOS DE MORTALIDADE (1) E SEM EVENTOS DE MORTALIDADE (0).	76
FIGURA 50. DISTRIBUIÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS-DIAGNÓSTICO PELA ÁREA TOTAL DA NUT III (A) E PELA ÁREA ANALISADA DE AZINHEIRA (B) – ALENTEJO CENTRAL.	79
FIGURA 51. MÉDIA E INTERVALO DE CONFIANÇA (95%) DO ÍNDICE DE MORTALIDADE POR CLASSE DE LIMITAÇÃO DO SOLO – ALENTEJO CENTRAL.	79
FIGURA 52. PERCENTAGEM DA ÁREA TOTAL DE AZINHEIRA DISTRIBUÍDA PELAS CLASSES DE DECLIVE (A) E MÉDIA E INTERVALO DE CONFIANÇA (95%) DO ÍNDICE DE MORTALIDADE POR CLASSE DE DECLIVE (B) – ALENTEJO CENTRAL.	80

FIGURA 53. MÉDIA E INTERVALO DE CONFIANÇA (95%) DO ÍNDICE DE MORTALIDADE POR CLASSE DE DECLIVE POR CLASSE DE LIMITAÇÃO DO SOLO – ALENTEJO CENTRAL.	80
FIGURA 54. DISTRIBUIÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DE DIAGNÓSTICO PELA ÁREA TOTAL DA NUT (A) E PELA ÁREA ANALISADA DE AZINHEIRA (B) – ALTO ALENTEJO.	81
FIGURA 55. MÉDIA E INTERVALO DE CONFIANÇA (95%) DO ÍNDICE DE MORTALIDADE POR CLASSE DE LIMITAÇÃO DO SOLO – ALTO ALENTEJO.	82
FIGURA 57. MÉDIA E INTERVALO DE CONFIANÇA (95%) DO ÍNDICE DE MORTALIDADE POR CLASSE DE DECLIVE POR CLASSE DE LIMITAÇÃO DO SOLO – ALTO ALENTEJO.	83
FIGURA 58 DISTRIBUIÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DE DIAGNÓSTICO PELA ÁREA TOTAL DA NUT (A) E PELA ÁREA ANALISADA DE AZINHEIRA (B) – BAIXO ALENTEJO.(B) – BAIXO ALENTEJO.	84
FIGURA 59. MÉDIA E INTERVALO DE CONFIANÇA (95%) DO ÍNDICE DE MORTALIDADE POR CLASSE DE LIMITAÇÃO DO SOLO – BAIXO ALENTEJO.	84
FIGURA 60. PERCENTAGEM DA ÁREA TOTAL DE AZINHEIRA DISTRIBUÍDA PELAS CLASSES DE DECLIVE (A) E MÉDIA E INTERVALO DE CONFIANÇA (95%) DO ÍNDICE DE MORTALIDADE POR CLASSE DE DECLIVE (B) – BAIXO ALENTEJO.	85
FIGURA 61. MÉDIA E INTERVALO DE CONFIANÇA (95%) DO ÍNDICE DE MORTALIDADE POR CLASSE DE DECLIVE POR CLASSE DE LIMITAÇÃO DO SOLO – BAIXO ALENTEJO.IV.2.4. ALENTEJO LITORAL	86
FIGURA 63. MÉDIA E INTERVALO DE CONFIANÇA (95%) DO ÍNDICE DE MORTALIDADE POR CLASSE DE LIMITAÇÃO DO SOLO – ALENTEJO LITORAL.	87
FIGURA 64. PERCENTAGEM DA ÁREA TOTAL DE AZINHEIRA DISTRIBUÍDA PELAS CLASSES DE DECLIVE (A) E MÉDIA E INTERVALO DE CONFIANÇA (95%) DO ÍNDICE DE MORTALIDADE POR CLASSE DE DECLIVE (B) – ALENTEJO LITORAL.	88
FIGURA 65. MÉDIA E INTERVALO DE CONFIANÇA (95%) DO ÍNDICE DE MORTALIDADE POR CLASSE DE DECLIVE POR CLASSE DE LIMITAÇÃO DO SOLO – ALENTEJO LITORAL.IV.2.5. ALGARVE.	89
FIGURA 68. PERCENTAGEM DA ÁREA TOTAL DE AZINHEIRA DISTRIBUÍDA PELAS CLASSES DE DECLIVE (A) E MÉDIA E INTERVALO DE CONFIANÇA (95%) DO ÍNDICE DE MORTALIDADE POR CLASSE DE DECLIVE (B) – ALGARVE.	91

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1. CLASSES DO GRAU DE COBERTO.	24
TABELA 2. CLASSES DO ÍNDICE DE MORTALIDADE.	24
TABELA 3. CARATERÍSTICAS DE DIAGNÓSTICO, ADAPTADO DE FERREIRA <i>ET AL.</i> (2001).	25
TABELA 4. CARTA INTERPRETATIVA DE CONDICIONAMENTO AO USO FLORESTAL, ADAPTADO DE FERREIRA <i>ET AL.</i> (2001).	26
TABELA 5. LIMITES DAS CLASSES DE DECLIVE.	27
TABELA 6. PARÂMETROS DE ABUNDÂNCIA E MORTALIDADE DE AZINHEIRA POR NUT.	34
TABELA 7. PARÂMETROS DE ABUNDÂNCIA E MORTALIDADE DE AZINHEIRA POR CONCELHOS DA NUTIII - ALENTEJO CENTRAL.	38
TABELA 8. PARÂMETROS DE ABUNDÂNCIA E MORTALIDADE DE AZINHEIRA POR CONCELHOS DA NUTIII – ALTO ALENTEJO.	43
TABELA 9. PARÂMETROS DE ABUNDÂNCIA E MORTALIDADE DE AZINHEIRA POR CONCELHOS DA NUTIII – BAIXO ALENTEJO.	48
TABELA 10. PARÂMETROS DE ABUNDÂNCIA E MORTALIDADE DE AZINHEIRA POR CONCELHOS DA NUTIII – ALENTEJO LITORAL.	53
TABELA 11. PARÂMETROS DE ABUNDÂNCIA E MORTALIDADE DE AZINHEIRA POR CONCELHOS DA NUTIII – ALGARVE.	57
TABELA 12. PARÂMETROS DE ABUNDÂNCIA E MORTALIDADE DE AZINHEIRA POR CONCELHOS NA NUTIII – MÉDIO TEJO	61
TABELA 13. PARÂMETROS DE ABUNDÂNCIA E MORTALIDADE DE AZINHEIRA POR CONCELHOS NA NUTIII – LEZÍRIA DO TEJO	65
TABELA 14. PARÂMETROS DE ABUNDÂNCIA E MORTALIDADE DE AZINHEIRA POR CONCELHOS NA NUTIII – BEIRA BAIXA	69
TABELA 15. PARÂMETROS DE ABUNDÂNCIA E MORTALIDADE DE AZINHEIRA POR CONCELHOS NA NUTIII – ÁREA METROPOLITANA DE LISBOA.	73
TABELA 16. ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS (MÉDIA E ERRO PADRÃO DA MÉDIA) PARA O ÍNDICE DE MORTALIDADE.	77

Nota Prévia

O presente estudo completa o 1.º inventário de árvores mortas e de grau de coberto na fotografia aérea digital de 2004-2006 para o sobreiro (Ribeiro e Surový, 2008) e azinheira para a área abrangida pela NUTS III: Alentejo Central; Alto Alentejo, Baixo Alentejo, Alentejo Litoral, Algarve, Médio Tejo, Lezíria do Tejo, Beira Baixa e Área Metropolitana de Lisboa.

Os resultados deste estudo sincrónico são de particular utilidade para o conhecimento não só da distribuição como da intensidade dos eventos de declínio e, se repetido para outro conjunto de fotografias aéreas de anos posteriores, poderá fornecer informações relevantes e precisas não só da dinâmica do declínio, como do grau de coberto, permitindo uma definição de políticas florestais com um grau de eficiência espacial muito elevado.

As metodologias e as aplicações informáticas desenvolvidas, se sistematizadas, podem servir para construir um sistema de monitorização em tempo real de grande utilidade para a avaliação e planeamento dos recursos florestais como da eficiência das políticas florestais.

Finalmente, é importante referir que este estudo não teria sido possível de realizar sem a iniciativa do Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas que através da visão estratégica do Eng.º Francisco Lopes e do Eng.º Fernando Coucelo identificaram as competências instaladas na Universidade de Évora e iniciaram os procedimentos de financiamento do inventário da mortalidade para o sobreiro e mais tarde para a azinheira.

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 identificação das competências da Universidade de Évora e adjudicação e financiamento do trabalho.

Ao Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas em particular ao Doutor Pedro Rocha e aos Engenheiros Carlos Ramalho e Guilherme Santos pelo empenho e colaboração e análise crítica, tão necessárias para vencer todos os obstáculos que surgiram na execução do presente estudo.

À Universidade de Évora e ao ICAAM pelas condições criadas para o desenvolvimento dos trabalhos.

Ao Prof. Alfredo Gonçalves Ferreira pelo aconselhamento científico e análise dos resultados.

Aos colaboradores do grupo Pró-FlorMed que colaboraram nos trabalhos de fotointerpretação, João Santos, Marco Silveira, Hugo Antunes, Tiago e, em especial à Eng.ª. Manuela Silvestre pelo empenho, entusiasmo e interesse com que desenvolveu os trabalhos de análise de imagem, fotointerpretação e de edição.

I. INTRODUÇÃO

Os povoamentos de azinheira (*Quercus ilex* spp. *rotundifolia*) registaram alterações de ocupação no século XX e XXI. Até 1956 observou-se um aumento da área e, após essa revisão do Inventário Florestal Nacional (IFN), a área tem diminuído de forma marcada até aos cerca de 331 000 ha atuais (Figura 1).

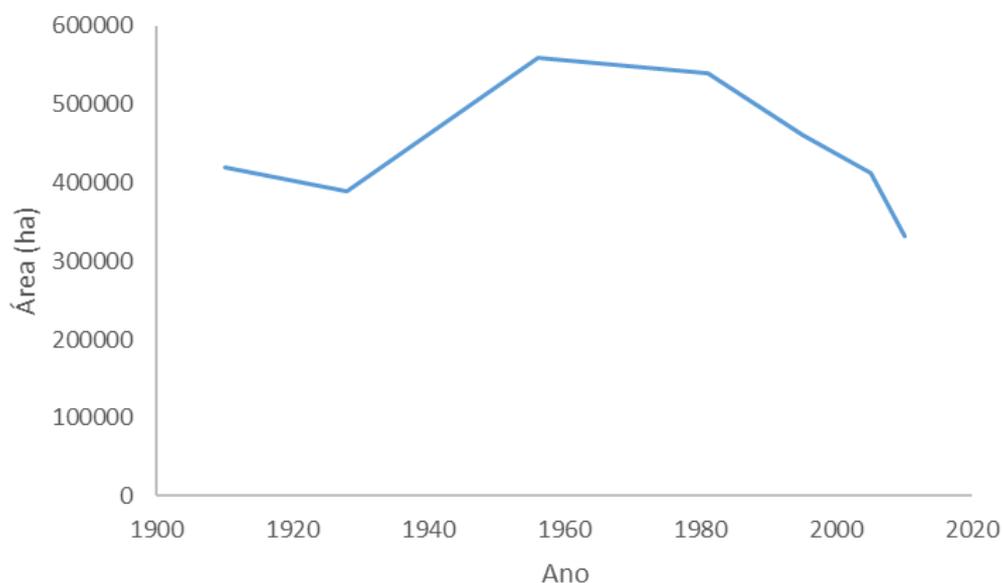


Figura 1. Evolução da área de povoamentos de azinheira em Portugal Continental segundo os resultados das revisões do IFN

Muitas destas alterações de ocupação no passado tiveram como base decisões dos gestores que, tendo sido perdido o valor da fileira da produção de porco de montanha, converteram paulatinamente estas áreas florestais em áreas de pastagem ou agricultura. Atualmente, com o regresso e aumento da cadeia de valor associada à suinicultura de montanha, os produtores deparam-se com a falta de área para produção de bolota e, na área arborizada, de densidade de árvores economicamente viável.

Grande parte das áreas ocupadas com azinheira é explorada em regime agro-silvopastoril – o montado de azinho - de grande importância económica, ecológica e social. No séc. XIX o montado de azinho suplantava o de sobro devido ao valor nutricional da sua bolota para a produção suína, assim como para a produção de lenha e carvão. A partir da década de 60 verificou-se o decréscimo do azinhal com a desvalorização do porco de montanha após a peste suína africana, com o acréscimo da cerealicultura motomecanizada e com a valorização

da cortiça do sobreiro (Belo *et al.*, 2014). Em 1995 a área de azinheira ocupava cerca de 460 000 ha. No Censos de 2010 verificou-se uma redução de cerca de 3% para a superfície arborizada, e de cerca de 10% para a superfície total (ICNF, 2013). Segundo os últimos resultados preliminares do IFN a azinheira ocupa 11% do total da área das espécies florestais em Portugal (ICNF, 2013). A azinheira é uma espécie folhosa que pertence à ordem das *Fagales*, família das Fagáceas e ao género *Quercus*. A maioria das árvores desta espécie integra o sistema de exploração agro-silvopastoril que conhecemos como montado, ou seja, um sistema com densidade de árvores relativamente baixa coexistindo com pastagens e outros usos agrícolas. Encontram-se também muitas vezes em povoamentos mistos com sobreiro.

Embora atualmente o sobreiro seja economicamente mais favorável, a azinheira continua a ser a espécie dominante nos montados do interior sul do País. Ao contrário do sobreiro, que tem limitações térmicas inverniais e não tolera solos com calcário ativo, a azinheira adapta-se bem à continentalidade, tolerando verões secos e encontrando-se em qualquer tipo de solo, incluindo os esqueléticos. Esta espécie apresenta um sistema radicular mais profundo do que o sobreiro, o que lhes permite acesso mais prolongado aos lençóis freáticos durante os longos períodos estivais (David *et al.*, 2007).

A região interior sul de Portugal está ameaçada de desertificação, em parte devido aos índices de aridez elevados e solos com maior risco de erosão. O clima mediterrânico é tradicionalmente bastante variável com frequentes extremos estivais, o que se poderá agravar no futuro (Miranda *et al.*, 2002, Xoplaki *et al.*, 2004). Estando a azinheira adaptada a condições extremas, apresentando capacidade para suportar limitações hídricas e recuperar rapidamente com as primeiras chuvas outonais (Vaz *et al.*, 2010), poderá ser determinante como barreira para este fenómeno.

No entanto, os povoamentos de azinheira têm vindo a perder densidade, com as árvores apresentando fortes sinais de declínio generalizado e ausência de regeneração. Este declínio tem sido verificado nos carvalhos em geral. Em Portugal a maioria dos estudos focam-se no declínio dos sobreiros, embora seja bastante provável que os fatores debilitantes sejam comuns a ambas as espécies, variando a importância relativa de cada um na mortalidade. Nos estudos de mortalidade de azinheira ou de povoamentos mistos (azinheira e sobreiro), os fatores associados variam conforme as condições específicas das parcelas analisadas. Solla *et al.* (2009) verificou maior mortalidade em solos de gravilha devido à alta permeabilidade hídrica. Já no estudo de Vivas *et al.* (2009) e Corcobado *et al.* (2013a) a mortalidade foi associada a solos mais argilosos, portanto hidrofílicos e também a solos compactos. Uma análise de revisão sobre o

declínio dos sobreiros e azinheiras mostrou que para ocorrerem fenómenos de mortalidade, vários fatores têm de atuar em sinergismo, em particular aqueles que impedem a sobrevivência e/ou desenvolvimento das raízes (Camilo-Alves *et al.*, 2013). Nestes incluem-se os solos compactos, pouco profundos e com má drenagem. Estes causam limitações ao desenvolvimento das raízes, afetando a resiliência das árvores. As doenças radiculares como a *Phytophthora cinnamomi*, em particular em combinação com solos hidrofílicos, causam destruição crónica das raízes finas agravando o problema e incitando o declínio. *P. cinnamomi* é um *oomycete* que destrói as raízes finas de centenas de espécies de árvores, a nível mundial. Das três espécies comerciais portuguesas mais afetadas, o castanheiro é a mais suscetível à doença, o sobreiro relativamente mais tolerante e a azinheira encontra-se num nível intermédio. Após um grande surto de mortalidade nos anos 80 foi detetada a presença deste agente patogénico na generalidade dos povoamentos em Portugal e Espanha, sendo o fator biótico o mais associado ao declínio. Corcobado *et al.* (2013b) verificou uma redução de 30% das raízes finas das azinheiras adultas infetadas com *P. cinnamomi*, independentemente de estas apresentarem sintomas aéreos de declínio. Na sequência desse estudo também se verificaram alterações e redução das comunidades micorrízicas presentes nas árvores em declínio ou infetadas por *P. cinnamomi*, ilustrando a degradação do microbioma do solo (Corcobado *et al.*, 2014).

A má condução das práticas culturais também é responsável pela debilitação das árvores e conseqüente declínio. As azinheiras eram tradicionalmente sujeitas a podas intensas, o que lhes retirava capacidade fotossintética, reduzindo a sua resiliência. Em relação às gradagens, já é conhecido que podem causar a destruição de mais de metade do sistema radicular dimórfico (Dinis, 2014; David *et al.* (2013) e Metro & Sauvage (1957)) dos carvalhos incluindo as raízes “sinker” de abastecimento de água em profundidade (Dinis, 2014). Este sistema radicular dimórfico é caracterizado por possuir 2 subsistemas – um à superfície e outro em profundidade – é intrínseco da estratégia de crescimento / desenvolvimento destas árvores evoluídas. Ambos os subsistemas estão sempre presentes, no entanto, se se estiver perante solos delgados e pouco profundos este sistema “achata” ficando os dois subsistemas muito próximos, mas com pouca disponibilidade de ocupação do volume de solo.

A mobilização de solo (gradagem) tem um forte impacto no volume radicular dos sobreiros uma vez que a maioria do seu sistema radicular se situa à superfície e fora da linha de projeção da copa (Figuras 2 e 3). Através do resultado do estudo de Dinis (2014) comprova-se através de métricas realistas que uma gradagem a 20 cm de profundidade provoca uma perda de cerca de 40% do volume de raízes total, com todas as conseqüências que isso implica para o equilíbrio e para a saúde da árvore, que ficará mais vulnerável não só a nível da absorção de

água e nutrientes mas também porque os cortes nas raízes são uma porta aberta para a entrada de agentes patogénicos. Para além de quer as raízes finas quer as raízes grossas, devido à sua localização nas camadas mais superficiais do solo, serem sujeitas a estes cortes. Observações feitas durante o processo de escavação indicam que as raízes danificadas pelo corte voltam a emitir raízes de substituição (como qualquer árvore do bioma terrestre) mas que essas novas raízes produzidas não voltam a ocupar o mesmo espaço da raiz originalmente cortada. Já João Santos Pereira indicava que estas árvores pareciam possuir um mecanismo de “memória” que as impedia de voltar a emitir órgãos para uma zona onde tenha sido previamente sujeita a fortes impactos.

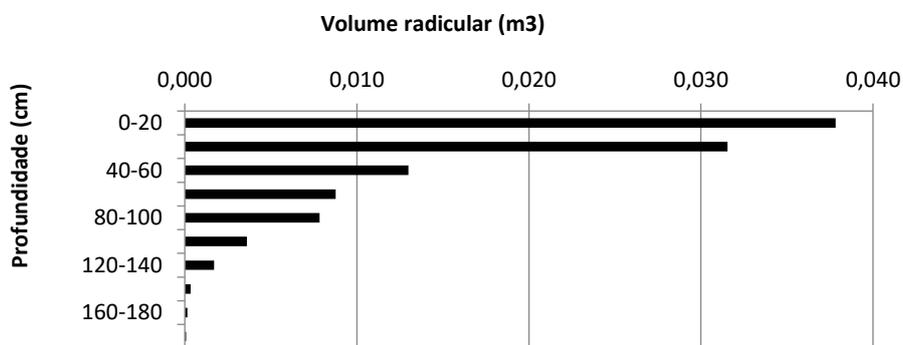


Figura 2. Volume radicular avaliado para o sistema de raízes do sobreiro. Fonte: Dinis, 2014

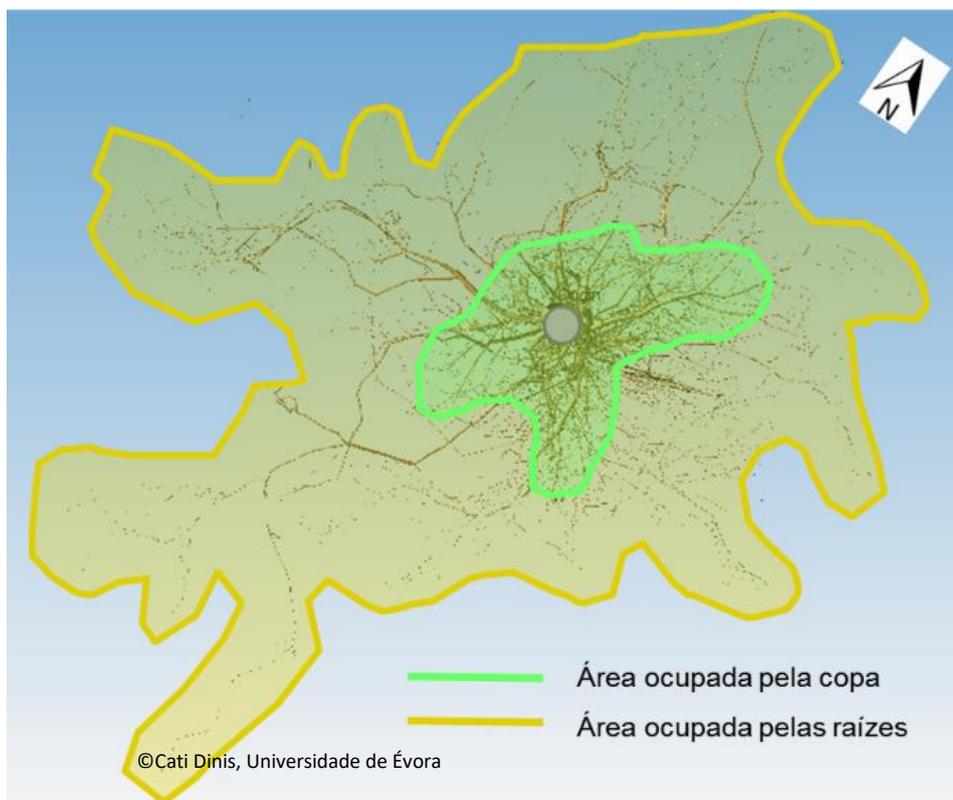


Figura 3. Área ocupada pelos sistemas aéreo e radicular do sobreiro. Fonte: Dinis, 2014

Embora não tenham sido realizados estudos em azinheiras, sendo uma espécie evolutivamente tão próxima é de *esperar* que apresente sistemas radiculares semelhantes (Figura 4). A sobrevivência das azinheiras, com distribuição nas zonas mais áridas do país, e frequentemente localizadas em solos pobres e erodidos, depende fortemente do acesso a lençóis freáticos através de um sistema intacto de raízes.



Figura 4. Sistema radicular dimórfico do sobreiro. Fonte: Dinis, 2014

II. OBJETIVOS

Este estudo, realizado pela equipa da Universidade de Évora para o Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas, incide sobre a inventariação da mortalidade nos povoamentos de azinheira em território de Portugal Continental, com base em fotografias aéreas de 2004/2006, e possíveis causas de mortalidade. Os parâmetros biofísicos avaliados foram as características-diagnóstico (limitações de solo) e o declive.

Com este estudo pretende-se fornecer informação detalhada que permita auxiliar na deteção de áreas críticas e suscetíveis para prevenção da mortalidade desta espécie. Foram analisados todos os povoamentos de azinheira, assim como as árvores fora da floresta, existentes na bacia hidrográfica do rio Tejo e áreas a sul do mesmo, independentemente da sua composição, quer sejam povoamentos puros ou povoamentos mistos com ou sem dominância da espécie.

Os principais objetivos delineados para este estudo foram:

- ❖ Identificação e delimitação dos povoamentos puros ou mistos de azinheira;
- ❖ Avaliação do grau de coberto dos povoamentos;
- ❖ Identificação e quantificação de azinheiras mortas;
- ❖ Cartografia da distribuição espacial pelo grau de cobertura, densidade de árvores mortas por hectare e índice de mortalidade;
- ❖ Análise estatística do declínio em função das características-diagnóstico e do declive.

III. METODOLOGIA

A metodologia aplicada neste estudo teve como referência os procedimentos e critérios aplicados no “Inventário Nacional de Mortalidade de Sobreiro na fotografia aérea digital de 2004/2006” (Ribeiro & Surov, 2008), procedendo-se ao devido ajustamento do tratamento espectral das fotografias aéreas  espécie *Quercus rotundifolia* Lam (azinheira). A base metodológica principal aplicada neste estudo  o tratamento e análise de imagem em fotografias aéreas e a análise espacial e estatística.

III.1. Tratamento e análise de imagem

O tratamento e análise de imagem  um método eficaz no melhoramento da qualidade e precisão das imagens e dos elementos que nelas se pretendem analisar. O objetivo principal  a remoo de barreiras inerentes ao sistema visual humano, facilitando deste modo a extrao de informao dos elementos que constam na imagem. O aperfeiçoamento de técnicas de tratamento de fotografia aérea digital tem proporcionado avanços ao nível do desenvolvimento de novos e expeditos métodos para o estudo de sistemas florestais.

III.1.1. Tratamento espectral da imagem

O tratamento espectral da imagem permite melhorar a visibilidade dos elementos de interesse na imagem, através da refletância própria de cada elemento. Para este estudo foi realizado um tratamento espectral das fotografias aéreas de 2004/2006, de forma a permitir uma mais fácil identificao das árvores com sinais de declínio captadas na fotografia aérea, através das suas refletâncias específicas. Para tal, foi efetuada uma transformao das imagens RGB recorrendo às imagens de infravermelhos (IV) onde a permutao de canais permite a obteno da imagem pretendida para as análises a efetuar (Figura 5).

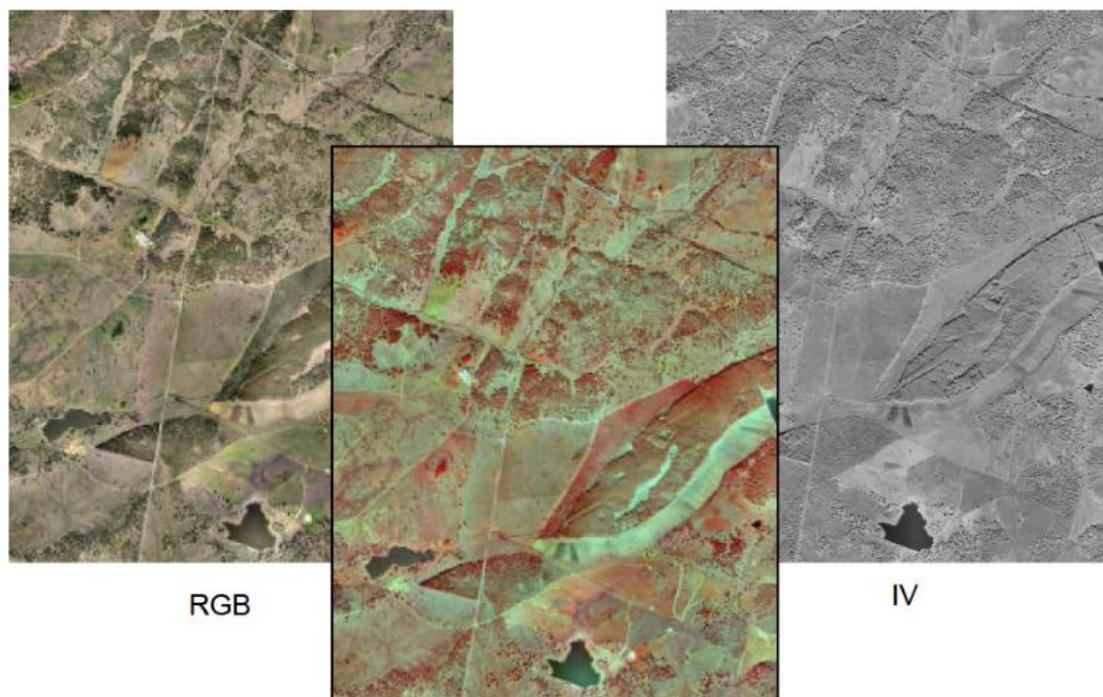


Figura 5. Tratamento espectral com obtenção de imagem falsa cor, através da combinação de imagens RGB com imagens de infravermelhos (IV)

III.1.2. Tratamento espacial da imagem (cartografia de base)

- **Segmentação espacial das fotografias aéreas:** para a segmentação espacial é necessária a definição de polígonos. Para tal, a cartografia de base utilizada foi a Carta de Ocupação do Solo (COS90). A segmentação espacial foi executada com base em critérios pré-definidos tendo como objetivo a identificação de áreas florestais (povoamentos de azinheira) e não florestais e a representação de áreas homogéneas (provenientes da COS90). Para as áreas homogéneas foram considerados as metodologias de segmentação automática de Surový *et al.* (2004a, b; Figura 6).
- **Cálculo do grau de coberto florestal:** o cálculo baseou-se nas refletâncias características das espécies arbóreas verificadas nas fotografias retificadas de 2004/2006. O processo de cálculo consistiu na identificação da área ocupada pela projeção das copas das árvores, em cada uma das fotografias aéreas e em cada um dos polígonos definidos. Deste processo resultaram duas imagens binárias para cada polígono que identificam a área coberta e não coberta Surový *et al.* (2004 a, b). O grau de coberto florestal foi calculado para a totalidade da área de estudo.

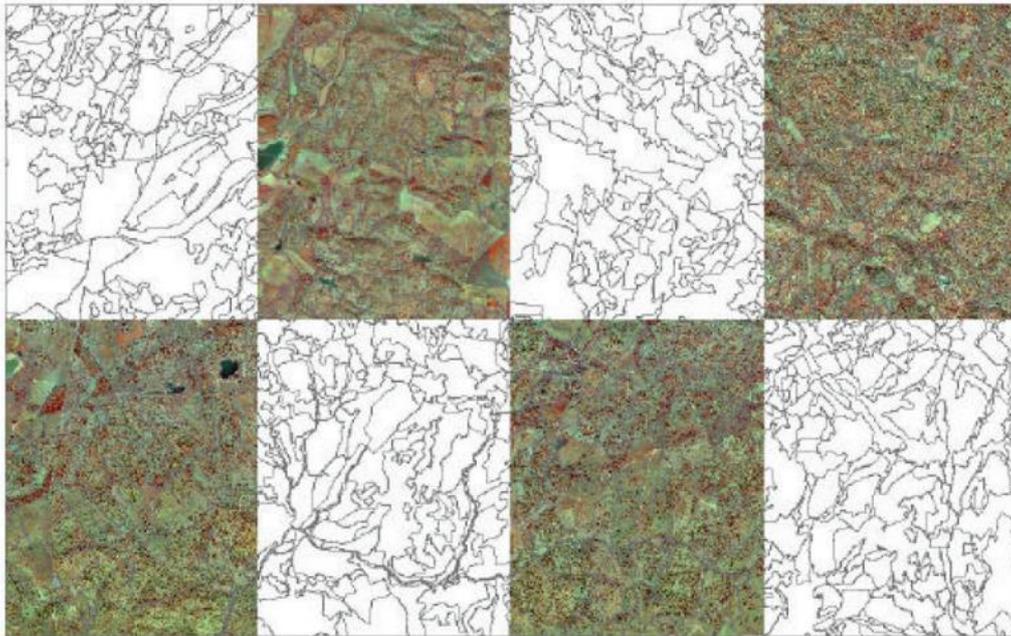


Figura 6. Identificação e segmentação automática das áreas florestais

- **Identificação de árvores com sinais de declínio:** paralelamente ao processo metodológico descrito anteriormente foram identificados, nas fotografias retificadas de 2004/2006, as azinheiras com sinais de declínio com base na refletância característica destas árvores (Figura 7). Foram ainda identificados os polígonos correspondentes e a sua respetiva localização. Salienta-se que a refletância 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).



Figura 7. Exemplo da identificação das azinheiras com sinais de declínio

III.2. Análise espacial

- Como descrito no ponto III.1., para cada imagem binária obtida foi calculada a percentagem de coberto florestal. Os resultados médios por concelho e NUTIII são apresentados nas tabelas deste estudo. Na componente dos mapas apresentados o grau de coberto florestal foi classificado em 5 classes (Tabela 1):

Grau de coberto (%)
<10
10 – 30
30 – 50
50 – 70
>70

Tabela 1. Classes do grau de coberto

- Paralelamente ao processo realizado anteriormente, procedeu-se ao **cálculo da mortalidade por hectare** estimada para cada polígono, de forma a averiguar quais as áreas onde essa mortalidade é preocupante. Esta mortalidade foi calculada para a totalidade das áreas de trabalho.
- Para uma análise comparativa da mortalidade calculou-se um **índice de mortalidade** com a seguinte expressão matemática:

$$\text{Índice de Mortalidade} = \frac{\text{Densidade de árvores mortas por hectare}}{\text{Grau de coberto de azinheira}} \quad (1)$$

Este índice refere-se à taxa de mortalidade por hectare, mas ponderado em relação ao grau de coberto. Como resultado, os eventos de mortalidade são enfatizados em áreas pouco cobertas, portanto com menos árvores.

Para uma mais fácil interpretação da informação espacial (mapas) foram definidas as seguintes classes de índice de mortalidade (Tabela 2):

Classes	Intervalo de Índice de Mortalidade ($\times 10^{-4}$)
1	0 - 3
2	3 - 6
3	6 - 12
4	12 - 24
5	24 - 48
6	> 48

Tabela 2. Classes do índice de mortalidade

III.3. Níveis de informação

III.3.1. Características diagnóstico (Limitações de solo)

Os indicadores básicos da qualidade do solo, como a textura e a profundidade, variam pouco ao longo do tempo e são úteis para comparações de qualidade entre os vários tipos de solos ou num mesmo tipo de solo antes e depois de ter sido aplicada qualquer prática de gestão. A textura do solo é a propriedade física qualitativa que controla a troca, retenção e absorção de água, nutrientes e oxigénio. A profundidade do solo é uma propriedade quantitativa que influencia a quantidade de recursos disponíveis para as plantas por unidade de área. A espessura relativa dos horizontes do solo também pode ser um indicador sensível de várias funções do solo. Os indicadores da infiltração, retenção e disponibilidade de água, drenagem e balanço de água/ar são importantes para monitorizar todas as funções do solo (Schoenholtz *et al.*, 2000 in Dias *et al.*, 2008).

Com base na Classificação dos Solos de Portugal (Cardoso, 1965), no estudo de Ferreira *et al.* (2001) cada unidade de solo foi classificada em função da limitação ao desenvolvimento florestal na característica de diagnóstico correspondente (Tabela 3) e foi desenvolvida a carta interpretativa de condicionantes ao uso florestal (Tabela 4).

Caraterísticas de diagnóstico	Condicionante ao desenvolvimento		
Sem limitações	Sem condicionantes.	+	
Profundidade expansível	Limitação de espessura efetiva, que pode ser aumentada por meios mecânicos.		
Calcário ativo	Presença de calcário ativo.		
Descontinuidade textural	Horizonte B argílico.		
Caraterísticas vérticas	Aberturas de fendas que dificultam ou limitam o desenvolvimento das raízes de plantas multianuais.		
Salinidade	Excesso de sais no perfil do solo.		
Drenagem externa	Potencial acumulação de água à superfície do solo.		
Drenagem interna	Presença de toalhas freáticas superficiais.		
Armazenamento de água	Deficiente capacidade de armazenamento para água devido à textura arenosa.		
Espessura efetiva	Limitação de espessura efetiva que não pode ser aumentada por meios mecânicos.		
Afloramento rochoso	Não produtivo.		-
Área social	Não produtivo.		

Tabela 3. Caraterísticas de diagnóstico, adaptado de Ferreira *et al.* (2001)

Salienta-se que esta informação (Carta de características-diagnóstico) apenas existe para as NUT do Alentejo (Central, Alto, Baixo e Litoral) e Algarve. Por este motivo, apenas estas NUT III serão avaliadas com esta informação pormenorizada.

Caraterísticas de diagnóstico	Unidades de Solo
Sem limitações	As não mencionadas.
Profundidade expansível	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.
Calcário ativo	Calcários, pardos de regime xérico, para litossolos Calcário ativo Calcários, pardos ou vermelhos, de regime xérico, normais ou para barros.
Descontinuidade textural	Argiluvitados, mediterrâneos pardos, calcários ou não, normais ou para barros.
Caraterísticas vérticas	Barros pretos, pardos ou castanho avermelhados, calcários ou não, muito, pouco ou não descarbonatados.
Salinidade	Halomórficos, salinos, de salinidade elevada ou moderada, de aluviões ou rochas detríticas
Drenagem externa	Incipientes, aluviosolos, modernos ou antigos, calcários, não calcários ou não calcários húmicos. Incipientes, coluviosolos, calcários, não calcários ou não calcários húmicos.
Drenagem interna	Incipientes, regossolos, psamíticos, para hidromórficos. Argiluvitados, mediterrâneos pardos, calcários ou não, para hidromórficos. Podzolizados, podzois hidromórficos, com ou sem surraipa. Hidromórficos, com horizonte eluvial para aluviosolos, para regossolos, para barros, para argiluvitados. Hidromórficos, sem horizonte eluvial, planossolos ou planossólicos. Hidromórficos, orgânicos, turfosos.
Armazenamento de água	Incipientes, regossolos, psamíticos, normais.
Espessura efetiva	Incipientes, litossolos, de regime xérico, derivados de granito, gneisse, gabro ou quartzito.
Afloramento rochoso	Não produtivo.
Área social	Não produtivo.

Tabela 4. Carta interpretativa de condicionamento ao uso florestal, adaptado de Ferreira *et al.* (2001)

A carta de Características de Diagnóstico elaborada para o Alentejo e Algarve daí resultante foi usada neste estudo. O cruzamento dessa informação com os resultados obtidos do índice de mortalidade de azinheira permitiu proceder à análise estatística para identificação das possíveis causas de mortalidade, como será posteriormente pormenorizado.

III.3.2. Declive

A carta de declive utilizada resultou do modelo digital do terreno com resolução de 25 m. Foi usada a base de informação já existente e elaborada por Ferreira *et al.* (2001) e as classes de declive foram definidas segundo os critérios apresentados na Tabela 5. Esta informação apenas existia para as NUT III referentes ao Alentejo e Algarve. Deste modo, apenas estas NUT foram avaliadas.

Classes	Intervalo de Declive (%)
1	[0 - 15[
2	[15 - 35[
3	[35 - ∞[

Tabela 5. Limites das classes de declive

III.4. Análise estatística das causas de mortalidade

Para se proceder à análise das causas de mortalidade, o índice de mortalidade foi cruzado com as características diagnóstico e com as classes de declive (Figura 8). Apenas foram considerados os polígonos onde se verificou a existência de mortalidade, uma vez que os valores nulos não representam necessariamente ausência destes eventos, que poderão ter ocorrido antes da obtenção das imagens aéreas. Por este motivo, a análise estatística aplicada, com a construção de intervalos de confiança para as médias do índice de mortalidade para os fatores limitação de solo e classe de declive, foram utilizadas para analisar a mortalidade em cada polígono relativamente às variáveis biofísicas estudadas. As áreas onde ocorreram fogos no período entre 1998 e 2005 foram excluídas desta análise pois a mortalidade nestes casos não é causada pelos fatores biofísicos em análise.

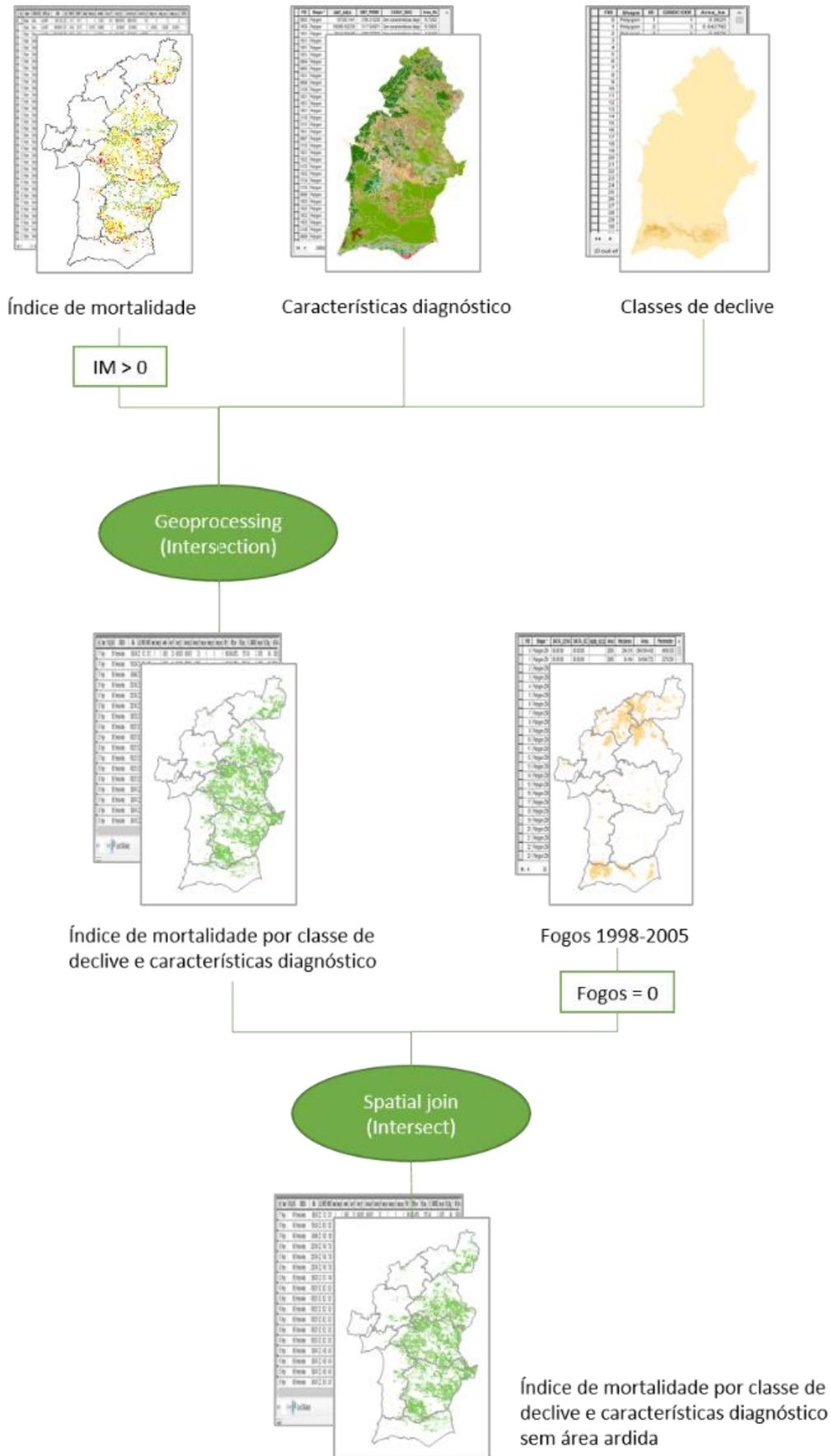


Figura 8. Modelo cartográfico construído para a análise das causas de mortalidade

Os resultados da análise estatística serão apresentados em formato de gráfico, para uma mais fácil interpretação, e serão apresentados por NUT III com uma subsequente análise descritiva.

III.5. Divisão por NUT

Os resultados deste estudo serão apresentados por nível III da Nomenclatura das Unidades Territoriais para Fins Estatísticos (NUT), sistema hierárquico de divisão do território em regiões. Esta nomenclatura foi criada pelo Eurostat no início dos anos 1970, com o objetivo de harmonizar as estatísticas dos vários países em termos de recolha, compilação e divulgação de estatísticas regionais. De acordo com a mais recente atualização da Carta Administrativa Oficial de Portugal (CAOP) em 2015, Portugal encontra-se subdividido em 25 unidades administrativas de nível III, das quais 23 pertencem ao território continental e 2 correspondem às Regiões Autónomas dos Açores e da Madeira. Considerando a presença de azinheira a sul do Rio Tejo na Carta de Ocupação do Solo (COS90), que serviu de base para a realização deste trabalho, em 9 NUT III foram encontradas áreas com presença de azinheira (quer puros quer mistos, em termos de composição).

Especificamente, a azinheira foi identificada nas seguintes NUT III, que serviram de base para a análise detalhada dos resultados (Figura 9):

- Alentejo Central (PT187)
- Alto Alentejo (PT186)
- Baixo Alentejo (PT184)
- Alentejo Litoral (PT181)
- Algarve (PT150)
- Médio Tejo (PT16I)
- Lezíria do Tejo (PT185)
- Beira Baixa (PT16H)
- Área Metropolitana de Lisboa (PT170)



Figura 9. Localização das NUT III avaliadas (Fonte: CAOP 2015)

Os resultados da análise espacial (grau de cobertura florestal, árvores mortas/ha, índice de mortalidade, área analisada) serão também apresentados a nível descritivo (Tabelas) em valores médios ponderados por hectare. Estes resultados são apresentados por NUT III e por concelho.

IV. RESULTADOS

IV.1. Análise descritiva das condições dos povoamentos de azinheira

IV.1.1. Portugal Continental

Nas Figuras 10 e 11 pode observar-se a distribuição de azinheira, expressa em percentagem de grau de coberto e o seu índice de mortalidade, para as NUT III que foram avaliadas. Verifica-se, como seria de esperar, que a maioria dos povoamentos de azinheira se situam no sudeste de Portugal Continental, essencialmente no Alto, Central e Baixo Alentejo. Nas zonas limítrofes de distribuição da espécie encontram-se graves focos de mortalidade, como no Algarve e Alentejo Litoral. No entanto, no Alentejo Central a situação é preocupante, com grande extensão de declínio e vários focos de intensa mortalidade.

Na Tabela 6 e Figura 12 podem observar-se os resultados das estatísticas descritivas para o grau de coberto de azinheira, densidade de árvores mortas por hectare e índice de mortalidade e respetivos intervalos de confiança das médias (por NUT III). Nas NUT do Médio Tejo, Lezíria do Tejo e Alto Alentejo foram verificados os valores mais elevados de presença de azinheira. Dos resultados apresentados salienta-se o grau de coberto relativamente baixo observado para Portugal Continental. Os valores de mortalidade elevados associados a graus de coberto mais baixos observam-se no Algarve (14.7 % de grau de coberto e índice de 6.36) e Alentejo Litoral (19.8 % de grau de coberto e 4.05 de índice de mortalidade), mas também é possível observar altos índices de mortalidade estando na presença de graus de coberto mais elevados, onde se destaca também uma maior densidade de árvores mortas por hectare, como é o caso do Médio Tejo.

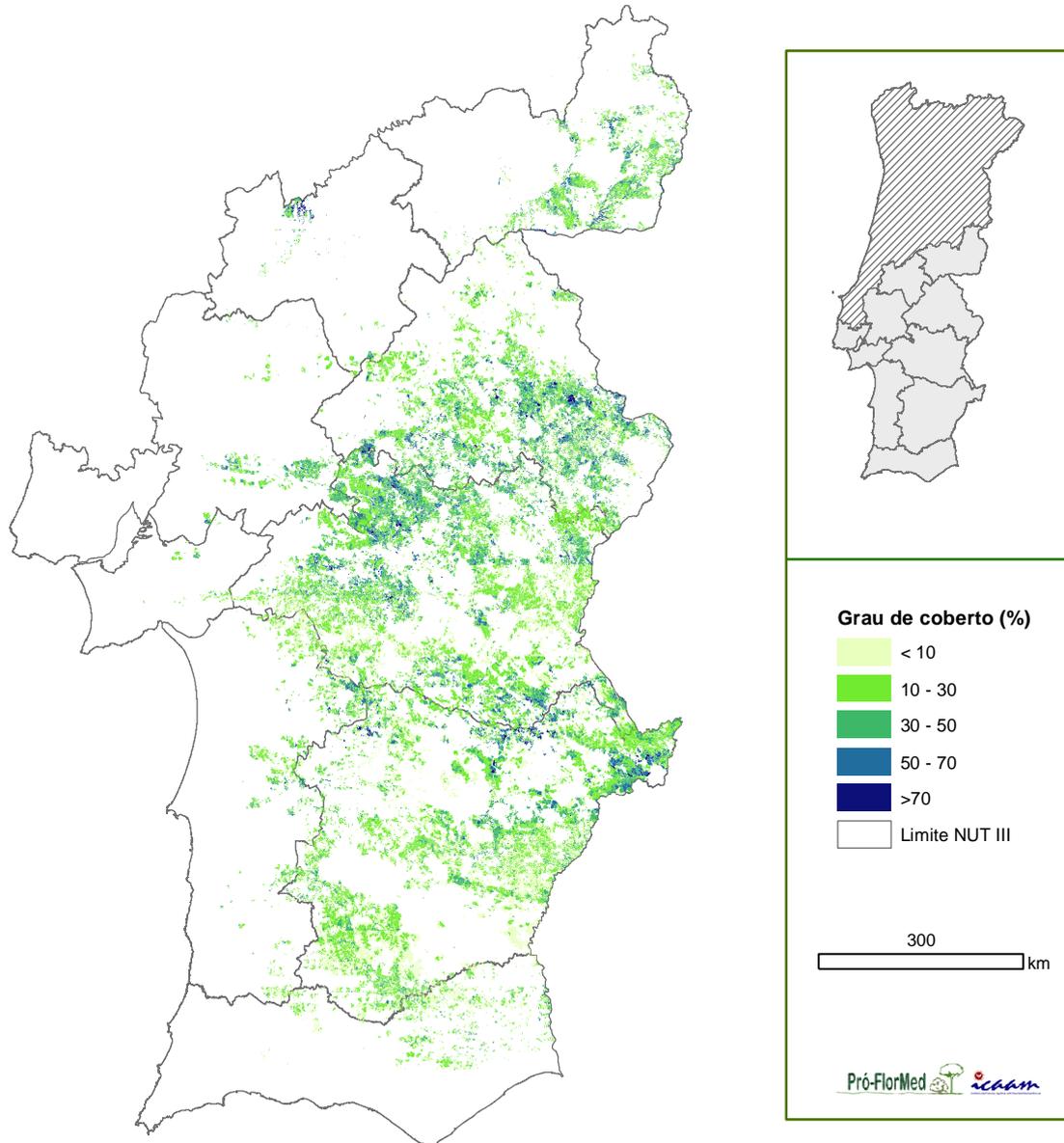


Figura 10. Grau de coberto de azinheira nas NUT III em estudo

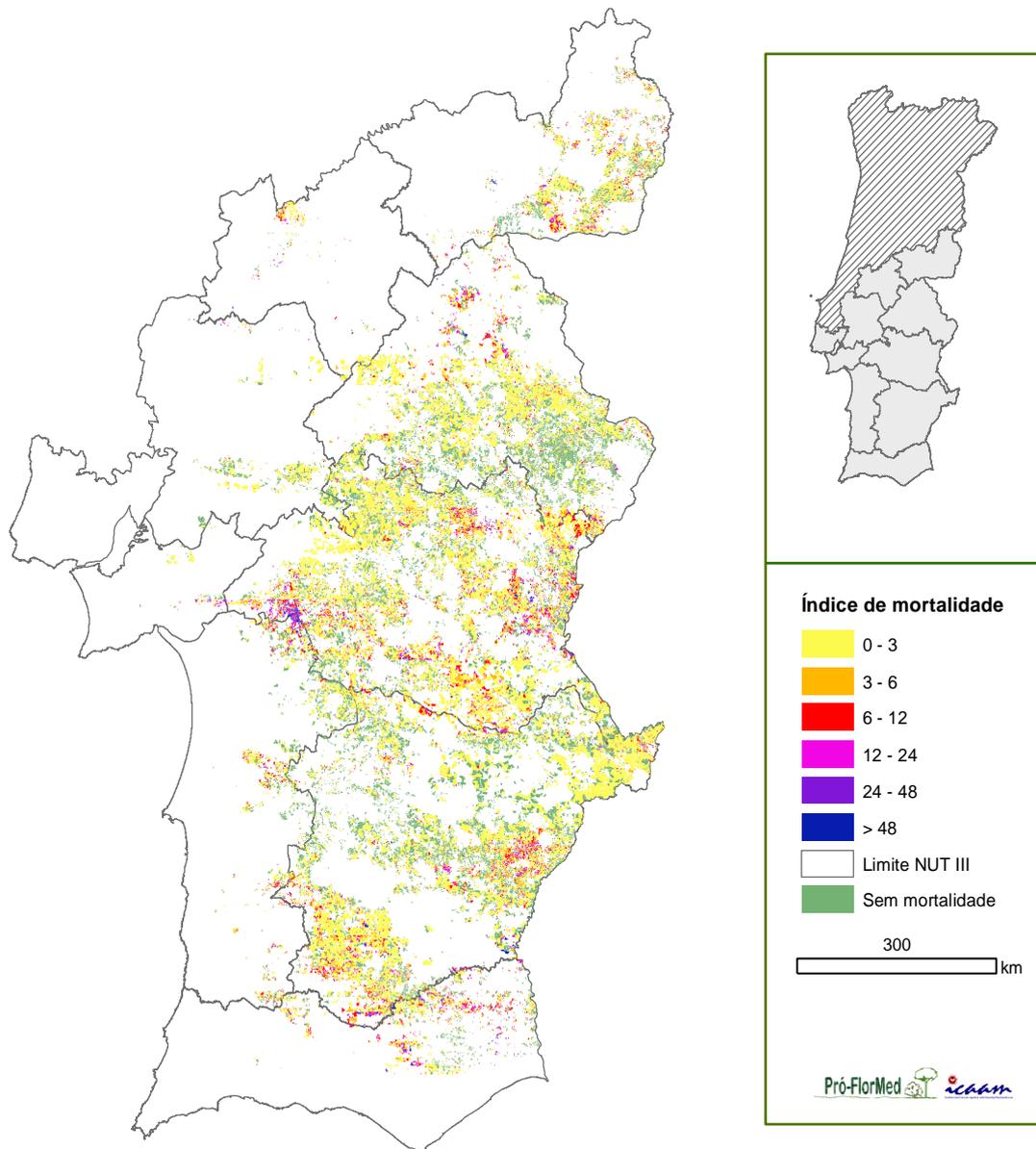


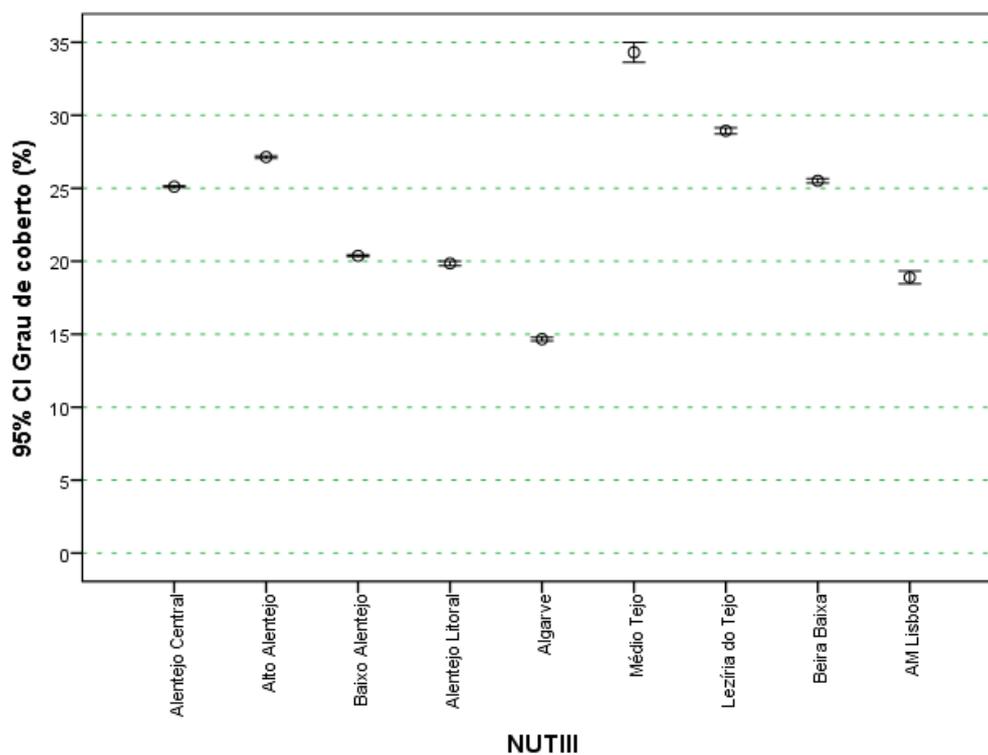
Figura 11. Índice de mortalidade de azinheira nas NUT III em estudo

NUT	Grau de Coberto* (%)	Densidade de Árvores Mortas* (arv/ha)	Índice de Mortalidade* (x10 ⁻⁴)	Área analisada por NUT (%)
Alentejo Central	24.6±0.0	0.47±0.00	3.36±0.02	39.2
Alto Alentejo	27.6±0.0	0.27±0.00	1.62±0.02	28.2
Baixo Alentejo	20.4±0.0	0.22±0.00	2.08±0.02	33.7
Alentejo Litoral	19.8±0.1	0.41±0.01	4.05±0.08	6.7
Algarve	14.7±0.1	0.53±0.01	6.36±0.13	5.7
Médio Tejo	34.4±0.4	0.93±0.03	3.95±0.17	1.5
Lezíria do Tejo	28.9±0.1	0.16±0.00	0.91±0.04	4.2
Beira Baixa	25.6±0.1	0.44±0.00	3.10±0.05	11.5
Área Metropolitana de Lisboa	18.9±0.2	0.41±0.0	4.11±0.32	0.7

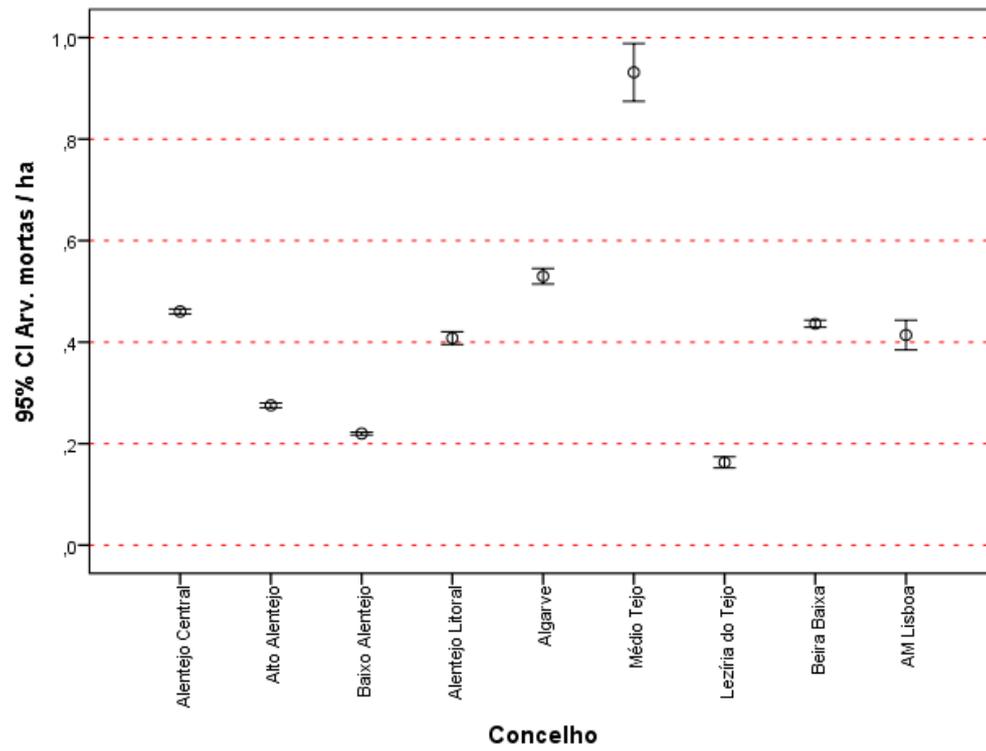
*Média e erro padrão para a área analisada

Tabela 6. Parâmetros de abundância e mortalidade de azinheira por NUT

a)



b)



c)

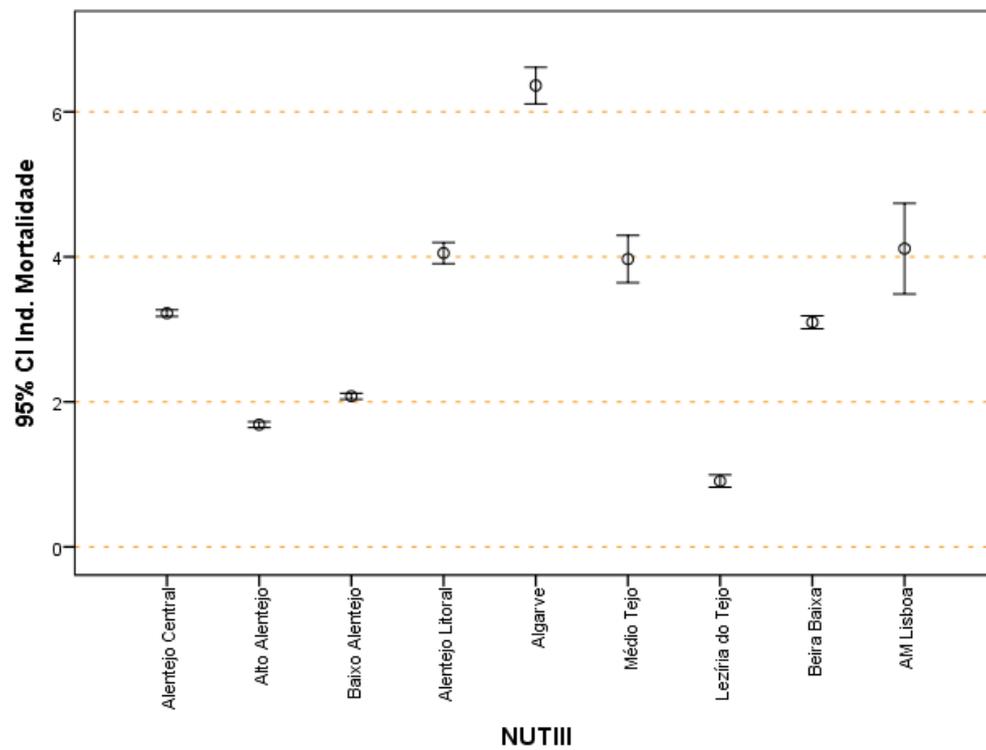


Figura 12. Média e intervalo de confiança (95 %) nas NUT III analisadas em Portugal de: a) Grau de coberto; b) Árvores mortas/ha; c) Índice de mortalidade

IV.1.2. Alentejo Central

A NUT III – Alentejo Central (PT187) é constituída por 14 concelhos e tem uma área de 7393Km². Esta NUT é limitada a norte pela Lezíria do Tejo e pelo Alto Alentejo, a leste por Espanha, a sul pelo Baixo Alentejo e Alentejo Litoral e a oeste pela Área Metropolitana de Lisboa.

Os concelhos que pertencem ao Alentejo Central são: Alandroal, Arraiolos, Borba, Estremoz, Évora, Montemor-o-Novo, Mora, Mourão, Portel, Redondo, Reguengos de Monsaraz, Vendas Novas, Viana do Alentejo e Vila Viçosa (Figura 13).

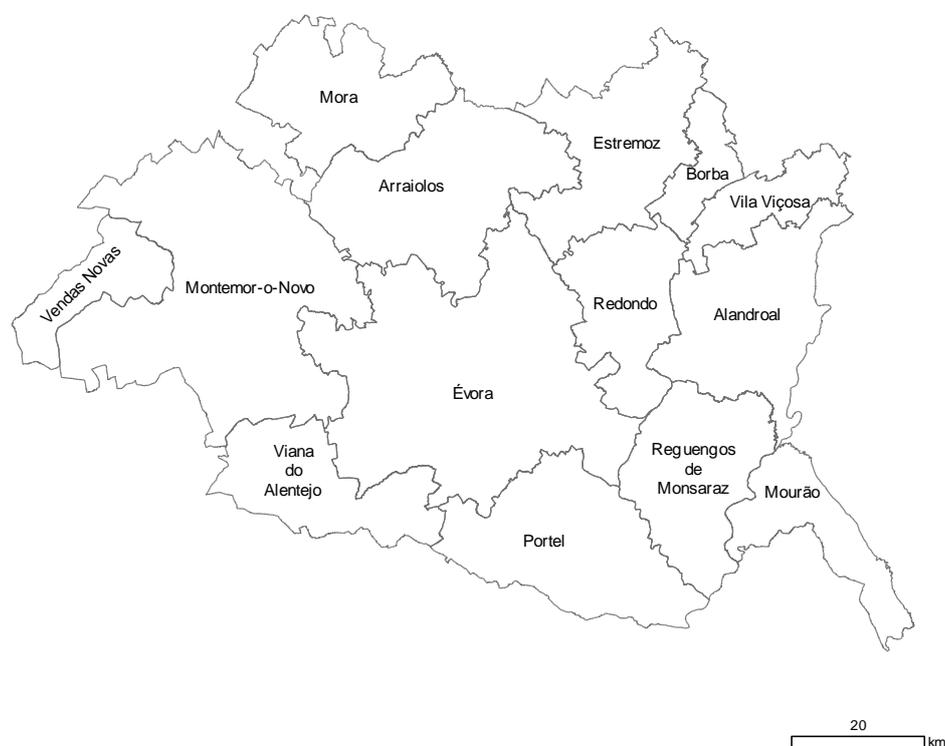


Figura 13. Localização dos concelhos da NUT III – Alentejo Central (fonte: CAOP 2015)

Nas Figuras 14 e 15 podem observar-se os resultados obtidos das estatísticas descritivas para a NUT III do Alentejo Central. Da representação espacial do grau de coberto de azinheira é possível apurar que os concelhos de Arraiolos, Mora e Reguengos de Monsaraz são os que apresentam áreas com classes de grau de coberto mais elevado, havendo áreas significativas acima dos 70 %, especialmente em Mora. Por sua vez, os concelhos de Portel e Alandroal são os concelhos em que maior quantidade de áreas com classes mais elevadas de mortalidade foram observadas comparativamente com áreas da classe sem mortalidade (Figura 15).

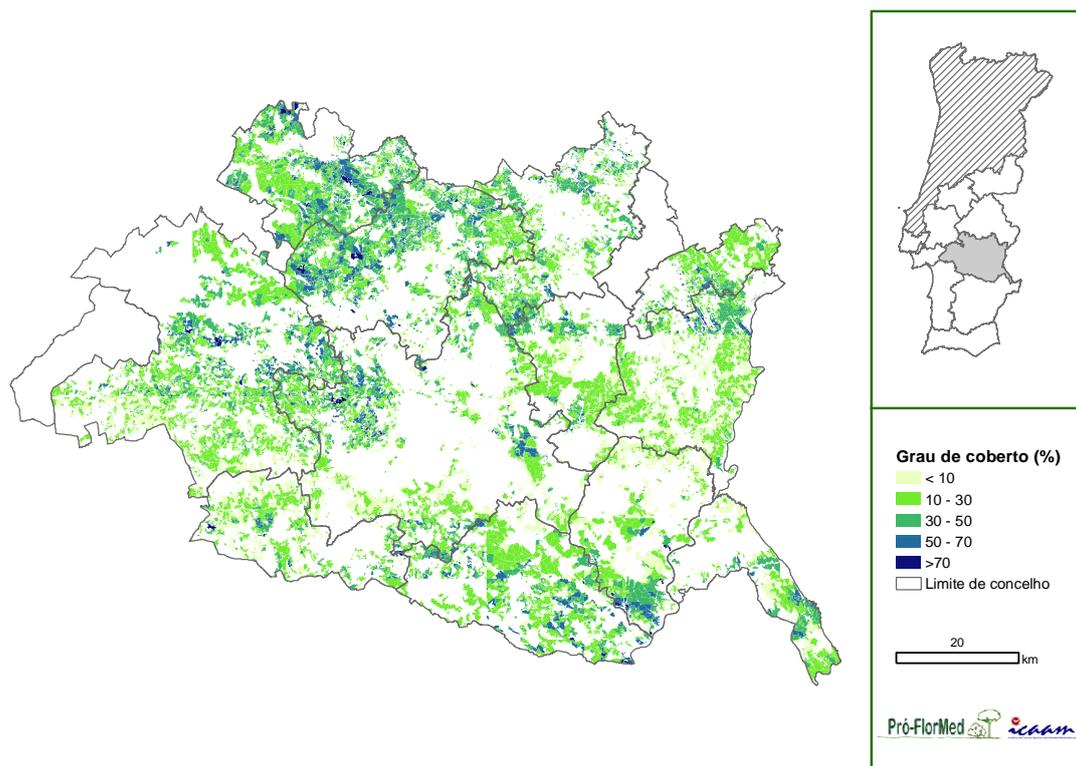


Figura 14. Grau de coberto de azinheira no Alentejo Central

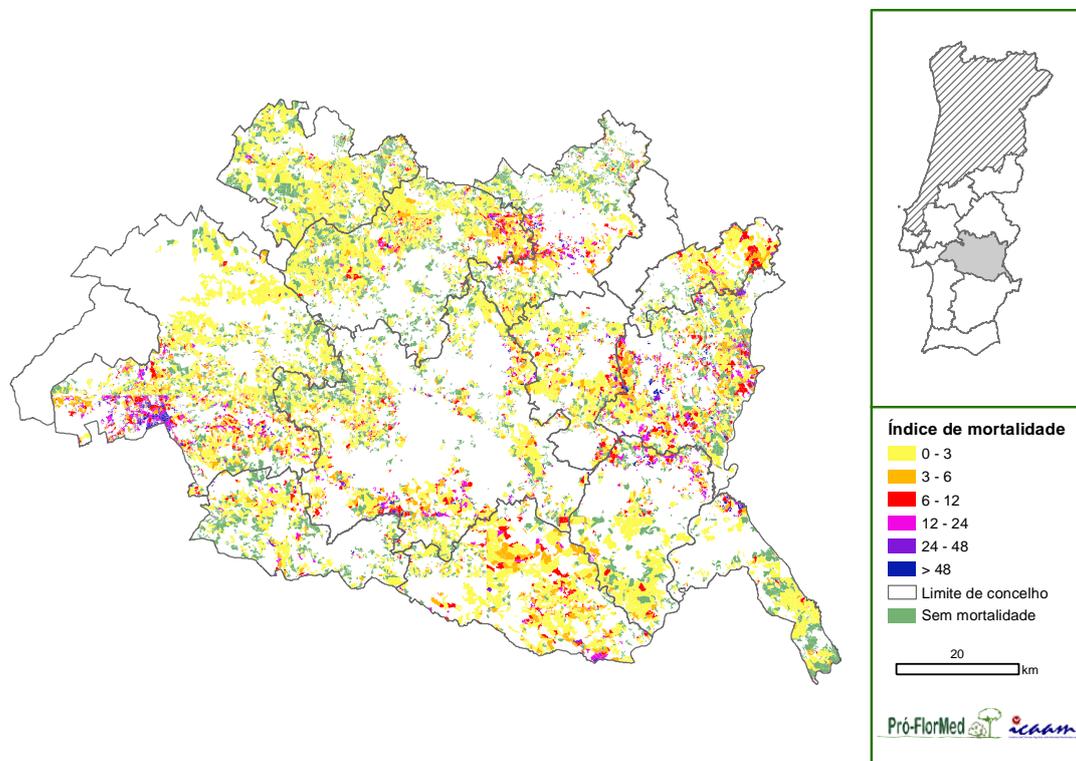


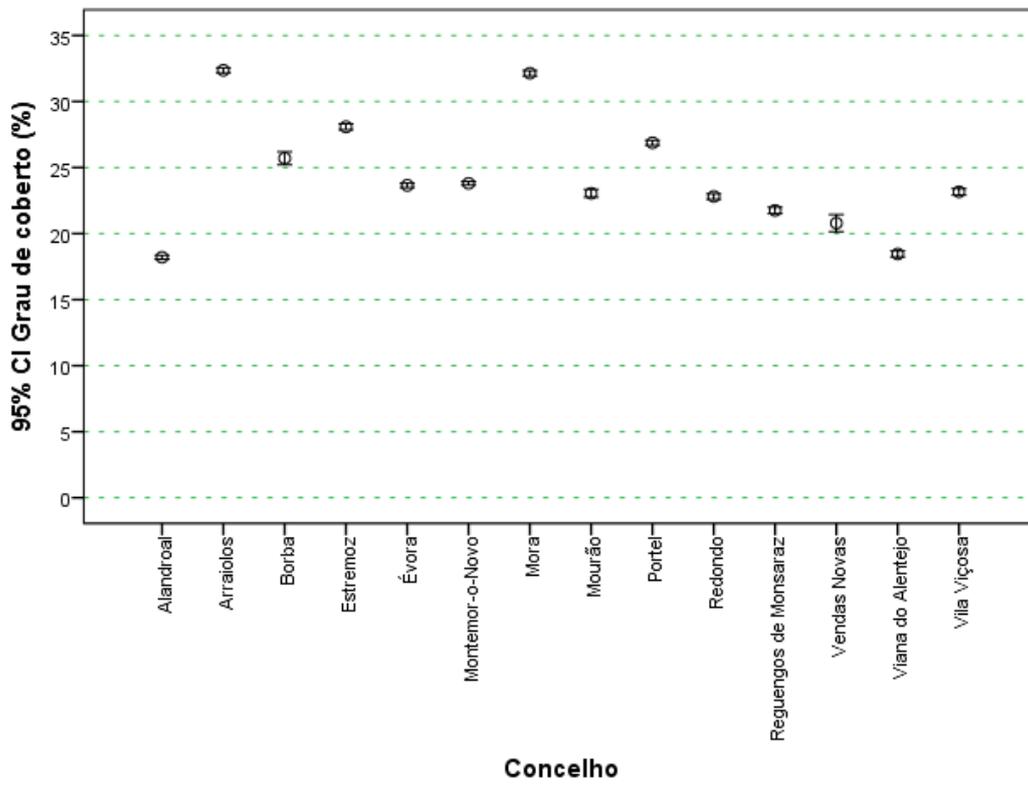
Figura 15. Índice de mortalidade de azinheira no Alentejo Central

Dos resultados apresentados na Tabela 7 e Figura 16 observam-se baixas percentagens de grau de coberto em toda a NUT, sendo Arraiolos e Mora os concelhos que apresentam os valores mais elevados de coberto florestal de cerca de 30 % (32.4 e 32.1 %, respetivamente). De salientar que o concelho de Mora é ainda o concelho com menor valor de índice de mortalidade (0.89). O índice de mortalidade mais elevado foi verificado no concelho do Alandroal (6.46) associado a um baixo grau de coberto (18.2 %). Observa-se com clareza nos concelhos de Montemor-o-Novo (4.34) e Redondo (3.40) índices de mortalidade relativamente altos com graus de coberto entre os 23 % e 24 %.

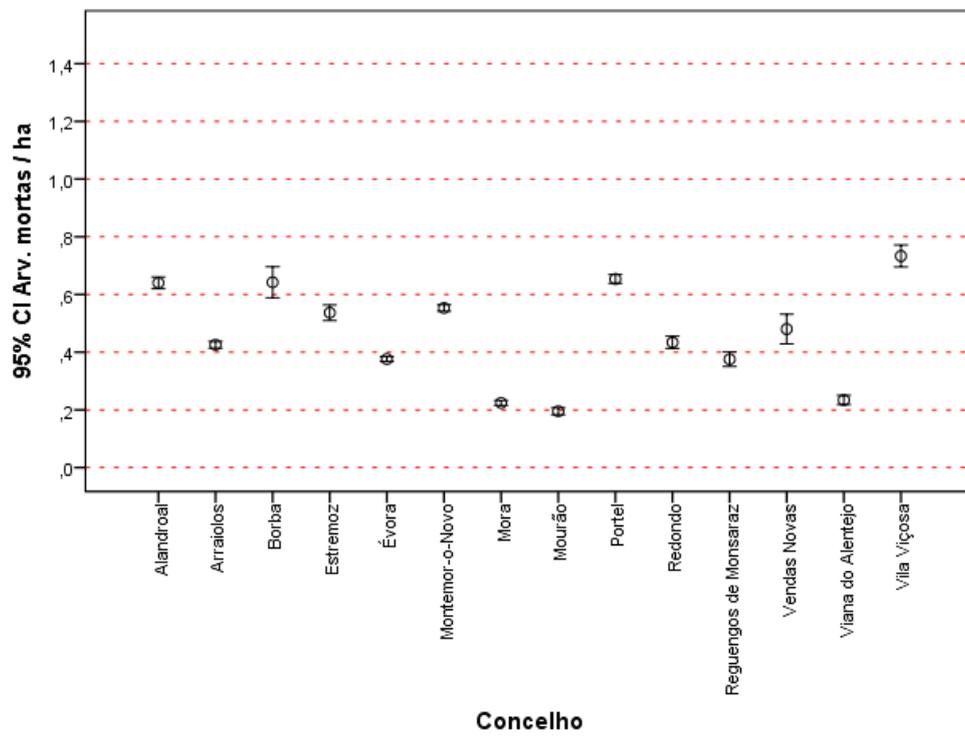
CONCELHO	Grau de Coberto* (%)	Densidade de Árvores Mortas* (arv/ha)	Índice de Mortalidade* ($\times 10^{-4}$)	Área analisada por concelho (%)
Alandroal	18.2±0.1	0.64±0.01	6.46±0.15	50.5
Arraiolos	32.4±0.1	0.43±0.01	2.03±0.04	51.2
Borba	25.7±0.3	0.64±0.03	2.90±0.12	18.8
Estremoz	28.1±0.1	0.54±0.01	3.23±0.08	34.7
Évora	23.6±0.1	0.38±0.00	3.07±0.06	31.1
Montemor-o-Novo	23.8±0.1	0.55±0.01	4.34±0.07	37.0
Mora	32.1±0.1	0.22±0.00	0.89±0.02	59.0
Mourão	23.0±0.2	0.20±0.01	1.93±0.08	38.5
Portel	26.9±0.1	0.65±0.01	3.00±0.05	44.6
Redondo	22.8±0.1	0.43±0.01	3.40±0.10	39.5
Reg. de Monsaraz	21.8±0.1	0.38±0.01	3.08±0.09	37.3
Vendas Novas	20.8±0.3	0.48±0.03	3.06±0.15	6.8
Viana do Alentejo	18.5±0.1	0.23±0.01	2.22±0.11	36.0
Vila Viçosa	23.2±0.1	0.73±0.02	3.73±0.10	46.9
* Média e erro padrão para a área analisada				

Tabela 7. Parâmetros de abundância e mortalidade de azinheira por concelhos da NUT III - Alentejo Central

a)



b)



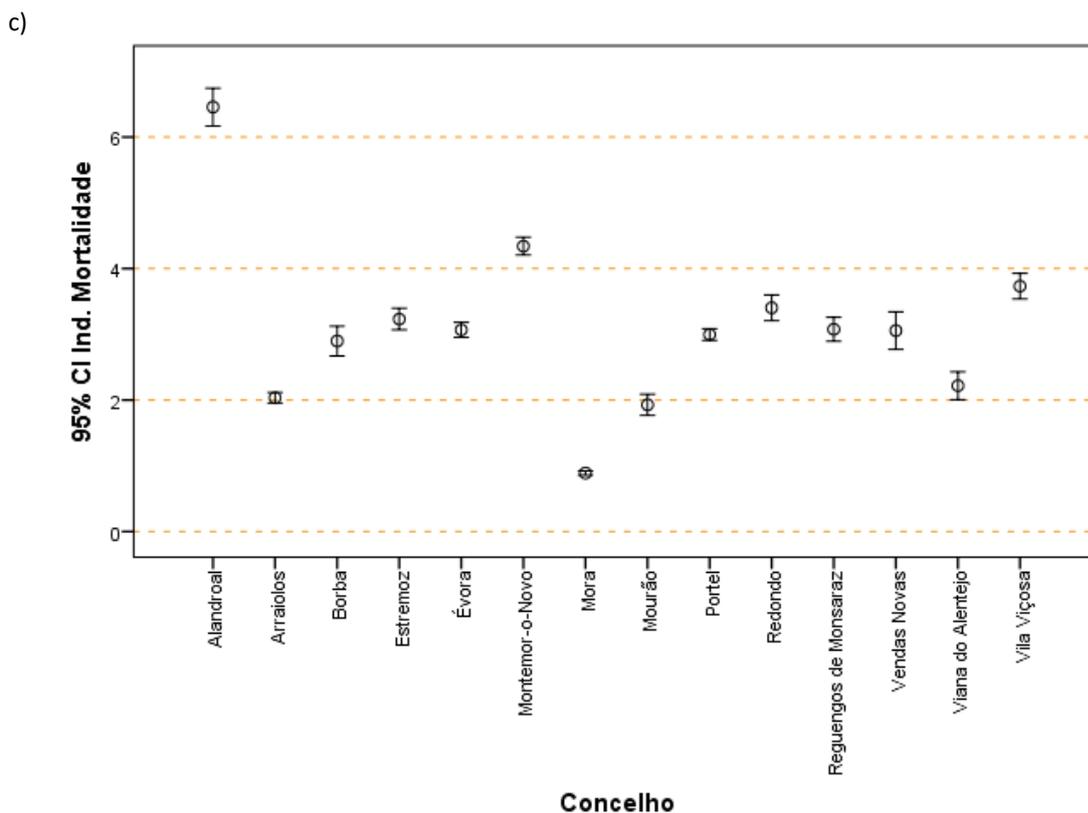


Figura 16. Média e intervalo de confiança (95 %) nos concelhos do Alentejo Central de: a) Grau de coberto; b) Árvores mortas/ha; c) índice de mortalidade

IV.1.3. Alto Alentejo

O Alto Alentejo – NUT III (PT186) tem uma área de 6 230 km² e é constituída por 15 concelhos: Alter do Chão; Arronches, Avis, Campo Maior, Castelo de Vide, Crato, Elvas, Fronteira, Gavião, Marvão, Monforte, Sousel, Nisa, Ponte de Sor, Portalegre e Sousel (Figura 17).

Esta NUT é limitada a norte pela Beira Baixa, a leste por Espanha, a sul pelo Alentejo Central e a oeste pela Lezíria do Tejo e pelo Médio Tejo.



Figura 17. Localização dos concelhos da NUT III – Alto Alentejo (fonte: CAOP 2015)

Nas Figuras 18 e 19 pode observar-se a distribuição dos povoamentos expressa em grau de coberto e a distribuição do índice de mortalidade dos povoamentos de azinheira na NUT do Alto Alentejo. De notar que a mortalidade mais grave, observado em termos espaciais, ocorreu nas áreas de menor grau de coberto (ex. Gavião e Nisa) mostrando a importância de criar medidas de recuperação destas áreas de montado. Arronches e Monforte foram os concelhos onde valores mais elevados de grau de coberto foram observados (áreas com coberto de azinheira superior 50 %) e no mapa relativo à distribuição do índice de mortalidade é possível verificar que os concelhos de Elvas e Monforte apresentam áreas elevadas sem mortalidade.

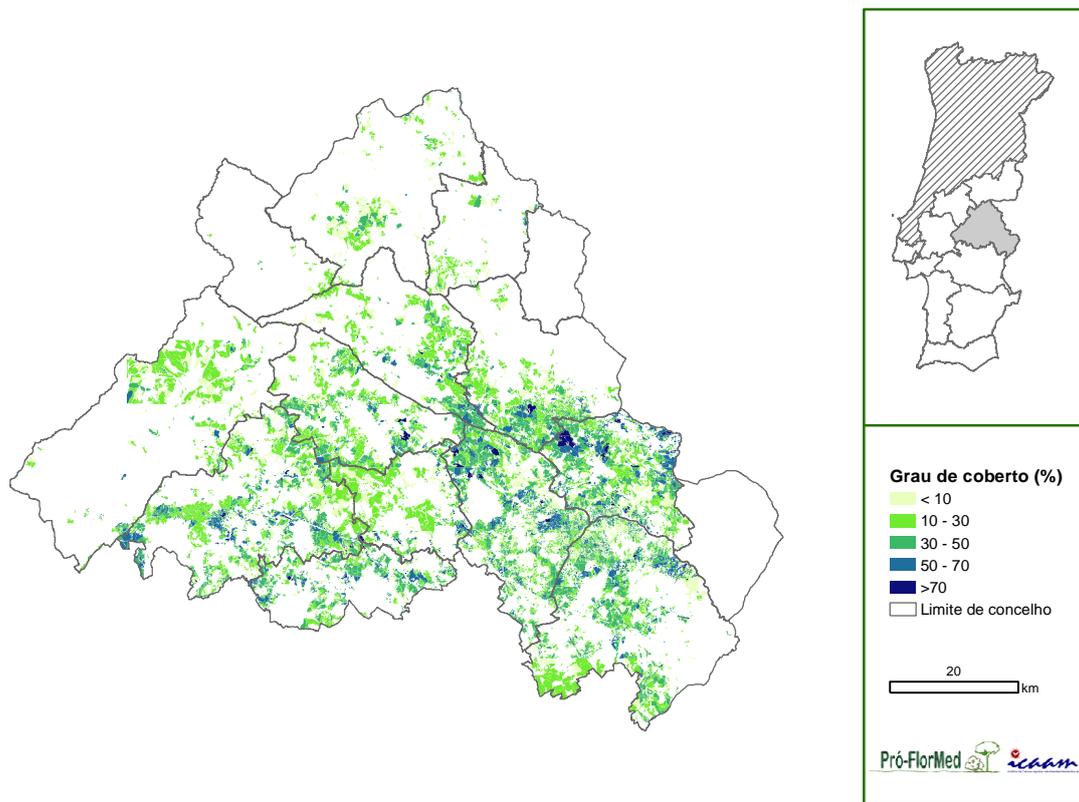


Figura 18. Grau de coberto de azinheira no Alto Alentejo

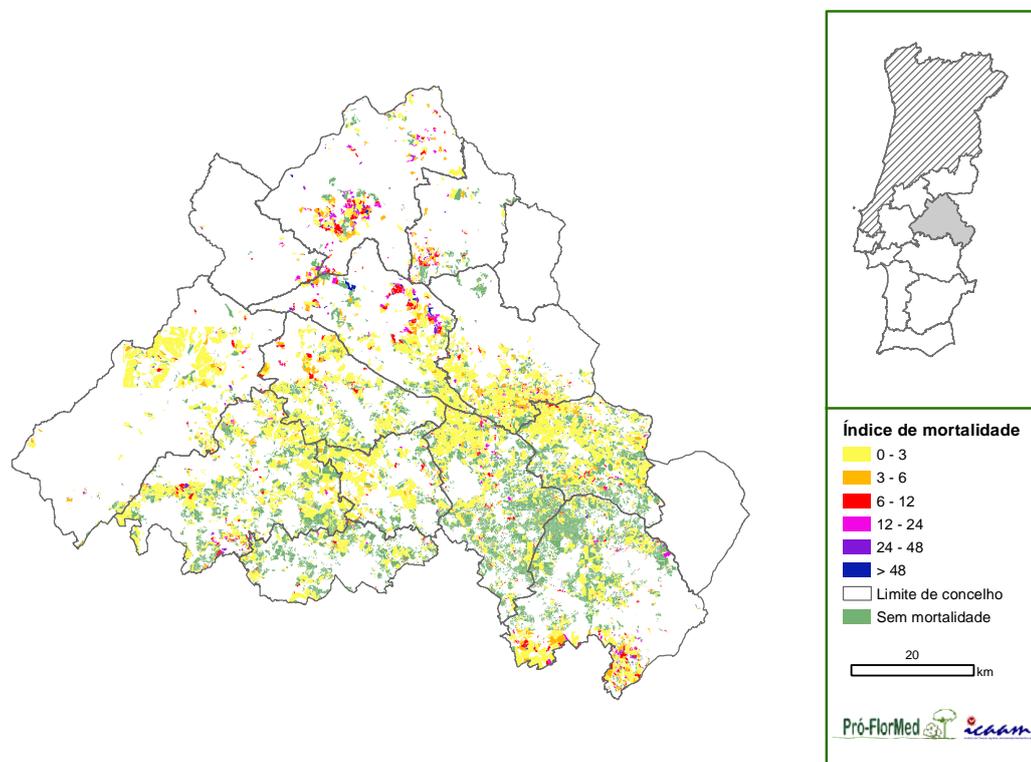


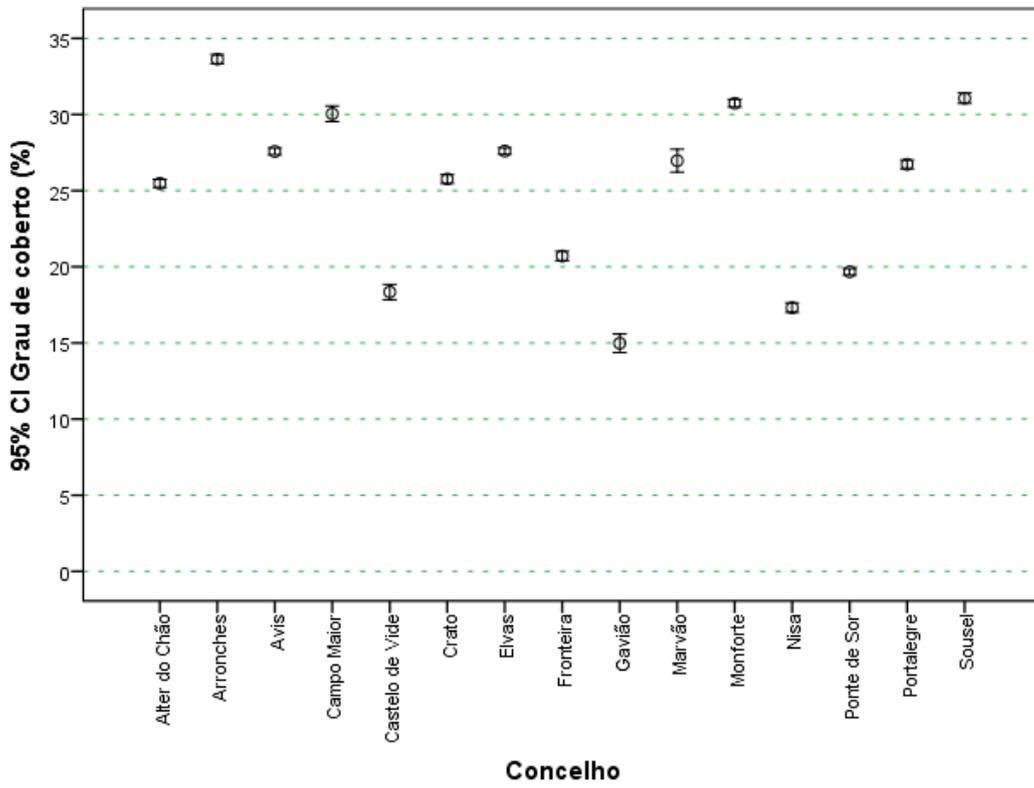
Figura 19. Índice de mortalidade de azinheira, no Alto Alentejo

Ainda dos resultados obtidos e apresentados na Tabela 8 e Figura 20 salienta-se o grau de coberto relativamente baixo observado em toda a NUT, bem como a observação de índices de mortalidade elevados em Gavião (11.04), Nisa (6.60), Crato (4.93) e Castelo de Vide (4.13). Evidencia-se o resultado obtido com o parâmetro de árvores mortas por hectare que foi bastante elevado para o concelho de Gavião e Nisa com resultados de 1.35 e 0.70 árvores mortas/ha, respetivamente. Por outro lado, os concelhos de Arronches, Sousel e Monforte são os que apresentam melhores resultados uma vez que perante graus de coberto relativamente elevados para a média nacional apresentam os valores mais baixos de índice de mortalidade observado para esta NUT (valores de 0.72, 0.73 e 0.78, respetivamente).

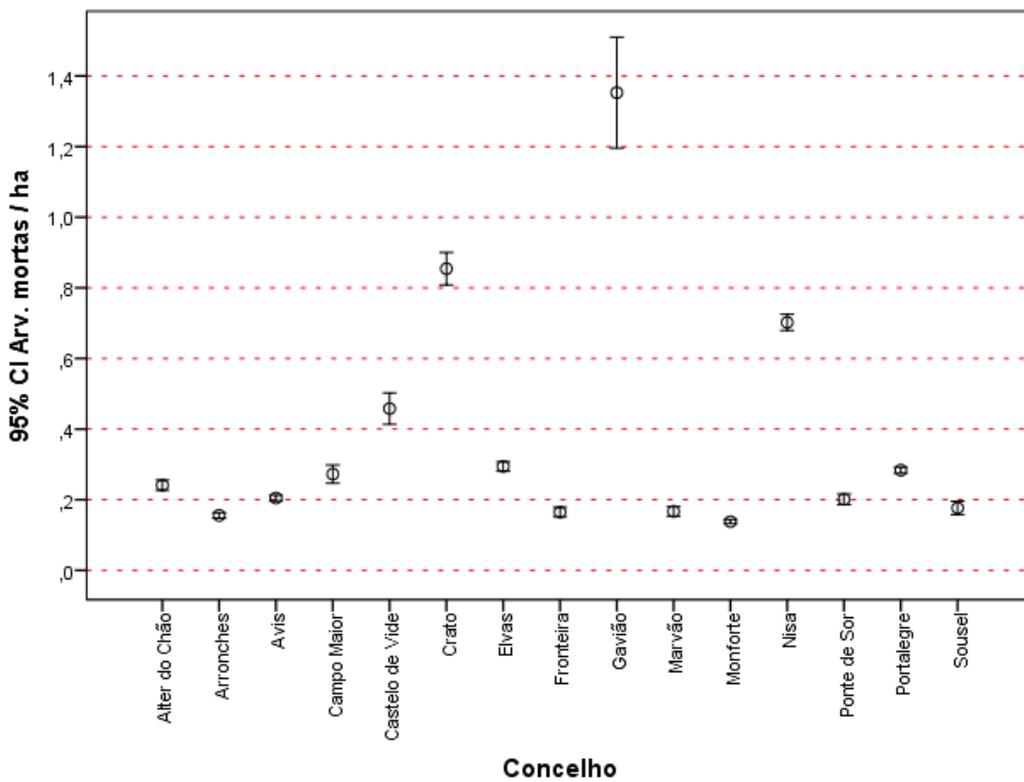
CONCELHO	Grau de Coberto* (%)	Densidade de Árvores Mortas* (arv/ha)	Índice de Mortalidade* ($\times 10^{-4}$)	Área analisada por concelho (%)
Alter do Chão	25.5 \pm 0.1	0.24 \pm 0.01	1.23 \pm 0.03	36.0
Arronches	33.6 \pm 0.2	0.16 \pm 0.00	0.72 \pm 0.02	59.2
Avis	27.6 \pm 0.1	0.20 \pm 0.00	1.17 \pm 0.03	40.1
Campo Maior	30.0 \pm 0.3	0.27 \pm 0.01	1.50 \pm 0.06	21.4
Castelo de Vide	18.3 \pm 0.2	0.46 \pm 0.02	4.13 \pm 0.52	9.1
Crato	25.8 \pm 0.1	0.85 \pm 0.02	4.93 \pm 0.14	26.8
Elvas	27.6 \pm 0.1	0.29 \pm 0.01	1.63 \pm 0.04	38.2
Fronteira	20.7 \pm 0.2	0.16 \pm 0.01	1.07 \pm 0.04	39.0
Gavião	15.0 \pm 0.3	1.35 \pm 0.08	11.04 \pm 0.88	2.3
Marvão	27.0 \pm 0.4	0.17 \pm 0.01	0.78 \pm 0.05	11.0
Monforte	30.7 \pm 0.1	0.14 \pm 0.00	0.78 \pm 0.02	54.1
Nisa	17.3 \pm 0.2	0.70 \pm 0.01	6.60 \pm 0.13	10.7
Ponte de Sor	18.7 \pm 0.1	0.20 \pm 0.01	1.40 \pm 0.08	13.1
Portalegre	26.7 \pm 0.1	0.28 \pm 0.00	1.82 \pm 0.18	26.2
Sousel	31.1 \pm 0.2	0.18 \pm 0.01	0.73 \pm 0.05	32.6
*Média e erro padrão para a área analisada				

Tabela 8. Parâmetros de abundância e mortalidade de azinheira por concelhos da NUT III – Alto Alentejo

a)



b)



c)

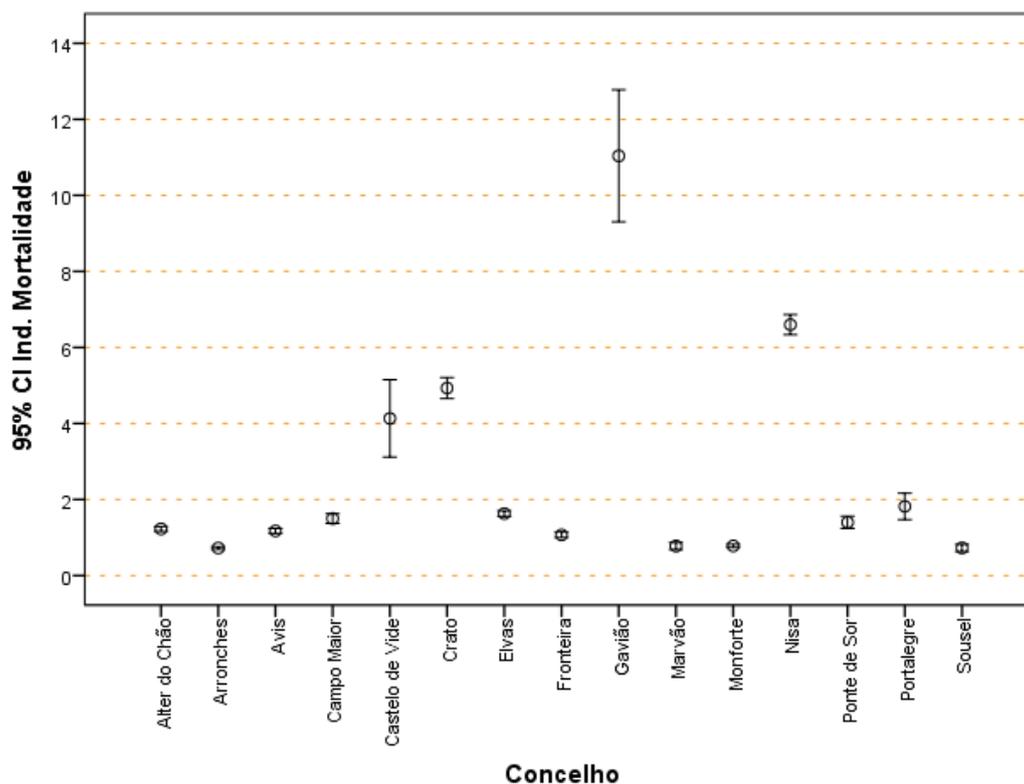


Figura 20. Média e intervalos de confiança 95 % nos concelhos do Alto Alentejo. a) Grau de coberto; b) Árvores mortas/ha; c) índice de mortalidade

IV.1.4. Baixo Alentejo

O Baixo Alentejo (PT184) é uma NUT III com uma área de 8505 km² e abrange 13 concelhos: Aljustrel, Almodôvar, Alvito, Barrancos, Beja, Castro Verde, Cuba, Ferreira do Alentejo, Mértola, Moura, Ourique, Serpa e Vidigueira (Figura 21).

Esta NUT é limitada a norte pelo Alentejo Central, a leste por Espanha, a sul pelo Algarve e a oeste pelo Alentejo Litoral.



Figura 21. Localização dos concelhos da NUT III – Baixo Alentejo (fonte: CAOP 2015)

As Figuras 22 e 23, respeitantes à NUT III do Baixo Alentejo, representam a distribuição de azinheira expressa em percentagem de grau de coberto e a distribuição do seu índice de mortalidade. É de salientar a ocorrência de uma maior mortalidade na zona a sudoeste da NUT e a leste, abrangendo os concelhos de Almodôvar, Ourique e Serpa. Por outro lado, pode verificar-se que o concelho de Barrancos se encontra amplamente coberto por povoamentos de azinheira que, apesar de apresentarem um índice de mortalidade relativamente baixo (essencialmente a classe de 0 – 3), o declínio é bastante extenso. Estando a classe «sem mortalidade» praticamente impercetível na representação espacial, e tendo em conta que ao grau de coberto já por si não é muito elevado, sugerem-se que precauções urgentes devem ser tomadas para inverter esta situação.

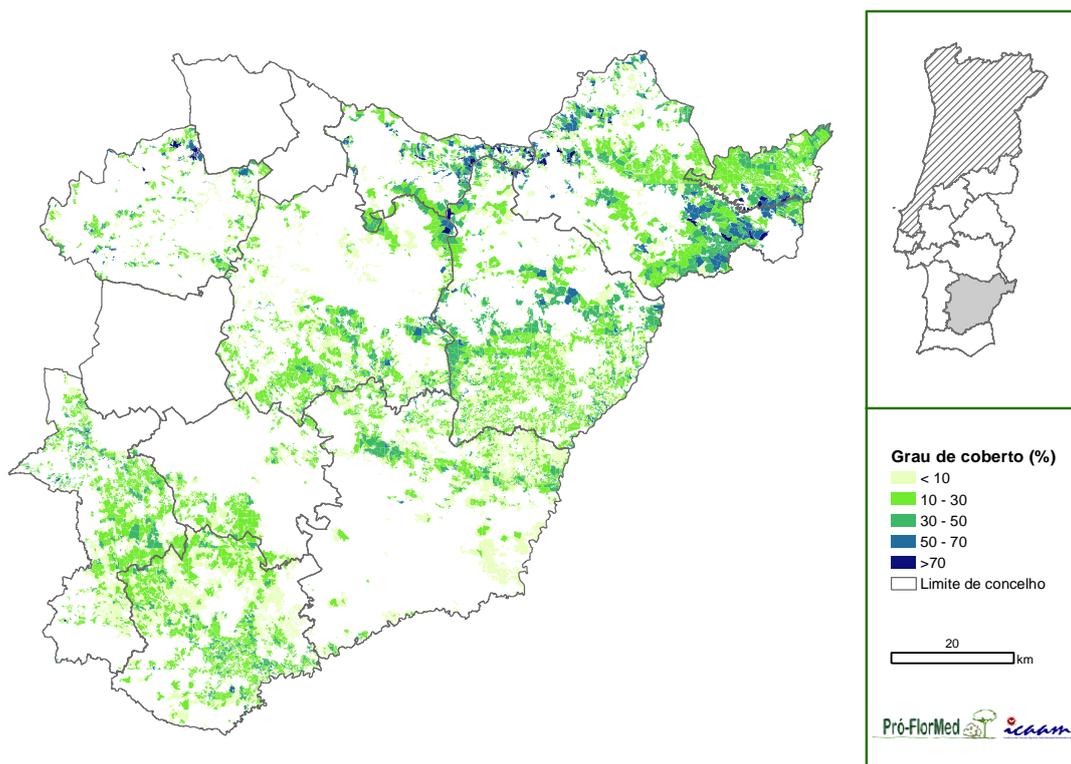


Figura 22. Grau de coberto de azinheira no Baixo Alentejo

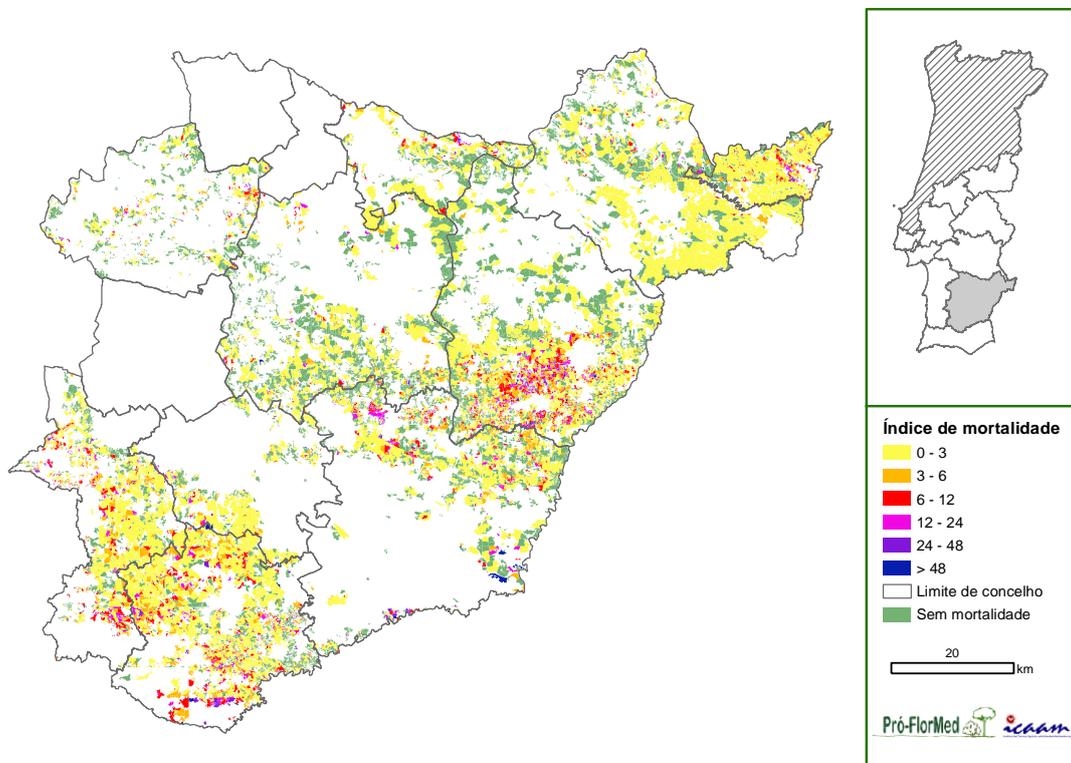


Figura 23. Índice de mortalidade de azinheira, no Baixo Alentejo

RESULTADOS

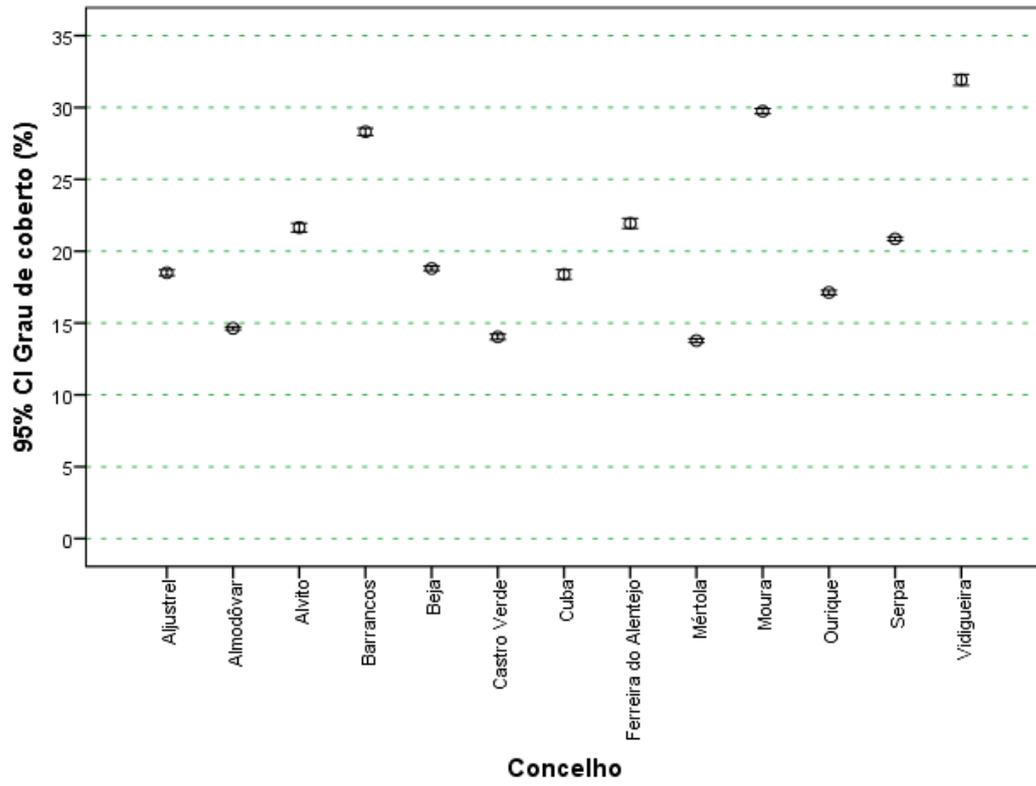
Na Tabela 9 e Figura 24 encontram-se descritos os resultados das estatísticas descritivas para grau de coberto de azinheira, densidade de árvores mortas por hectare e índice de mortalidade por concelho, e respetivos intervalos de confiança a 95 % para as médias, para a NUT III do Baixo Alentejo.

CONCELHO	Grau de Coberto* (%)	Densidade de Árvores Mortas* (arv/ha)	Índice de Mortalidade* ($\times 10^{-4}$)	Área analisada por concelho (%)
Aljustrel	18.5±0.1	0.06±0.00	0.44±0.01	20.8
Almodôvar	14.6±0.1	0.30±0.00	3.49±0.07	50.3
Alvito	21.6±0.2	0.20±0.00	1.25±0.03	41.2
Barrancos	28.3±0.1	0.35±0.01	2.08±0.06	79.1
Beja	18.8±0.1	0.10±0.00	0.85±0.03	29.1
Castro Verde	14.0±0.1	0.17±0.01	2.42±0.15	17.5
Cuba	18.4±0.2	0.27±0.01	1.72±0.05	28.9
Ferreira do Alentejo	21.9±0.2	0.15±0.01	1.30±0.05	16.6
Mértola	13.8±0.1	0.24±0.01	3.32±0.11	24.3
Moura	29.7±0.1	0.14±0.00	0.72±0.02	41.1
Ourique	17.1±0.1	0.29±0.01	2.88±0.11	36.2
Serpa	20.9±0.1	0.24±0.00	2.43±0.04	45.7
Vidigueira	31.9±0.2	0.39±0.02	1.56±0.09	33.6
*Média e erro padrão para a área analisada				

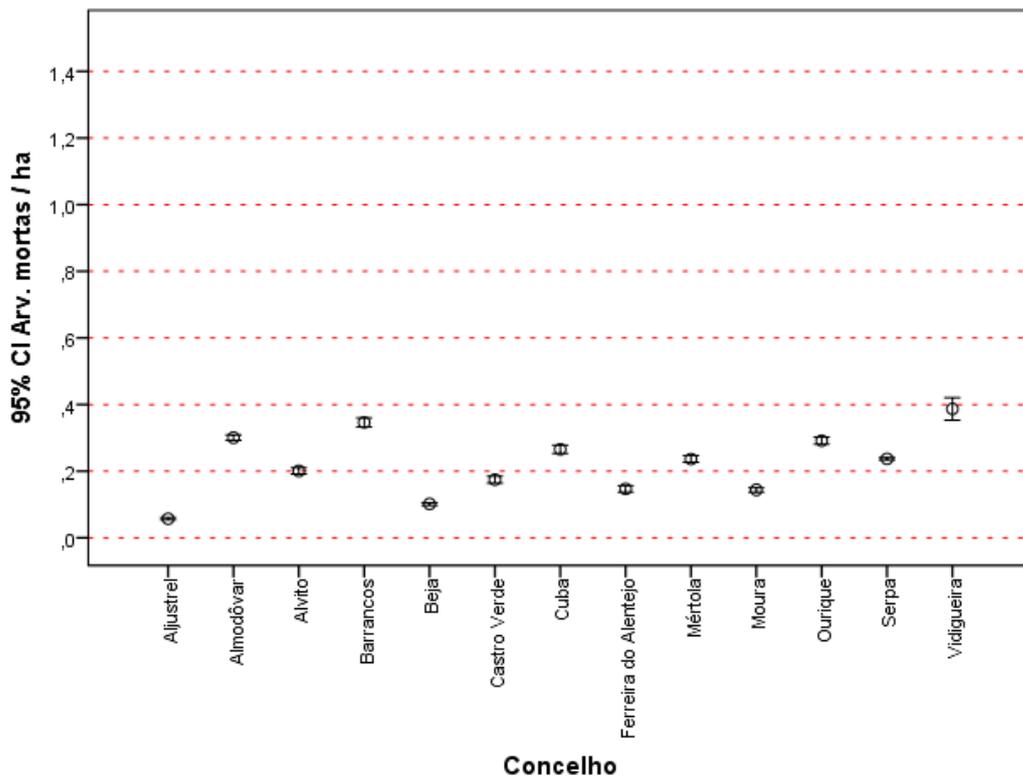
Tabela 9. Parâmetros de abundância e mortalidade de azinheira por concelhos da NUT III – Baixo Alentejo

Dos resultados apresentados acima verifica-se que a maioria dos concelhos apresentam graus de coberto de azinheira abaixo dos 22 %, exceção feita a Barrancos, Moura e Serpa. Na análise dos parâmetros avaliados para a NUT do Baixo Alentejo e em comparação com as restantes NUT III avaliadas esta é a que apresenta valores mais baixos de árvores mortas por hectare (média de 0.2 árvores mortas/ha) e de índice de mortalidade, onde os valores máximos obtidos foram de 3.49 em Almodôvar, 3.32 em Mértola e 2.88 em Ourique, associados a baixos graus de coberto (14.6, 13.8 e 17.1 %, respetivamente). Moura é o concelho que à data apresentou os melhores resultados: grau de coberto elevado (29.7 %), menos árvores mortas por hectare (0.14) e reduzido índice de mortalidade (0.72).

a)



b)



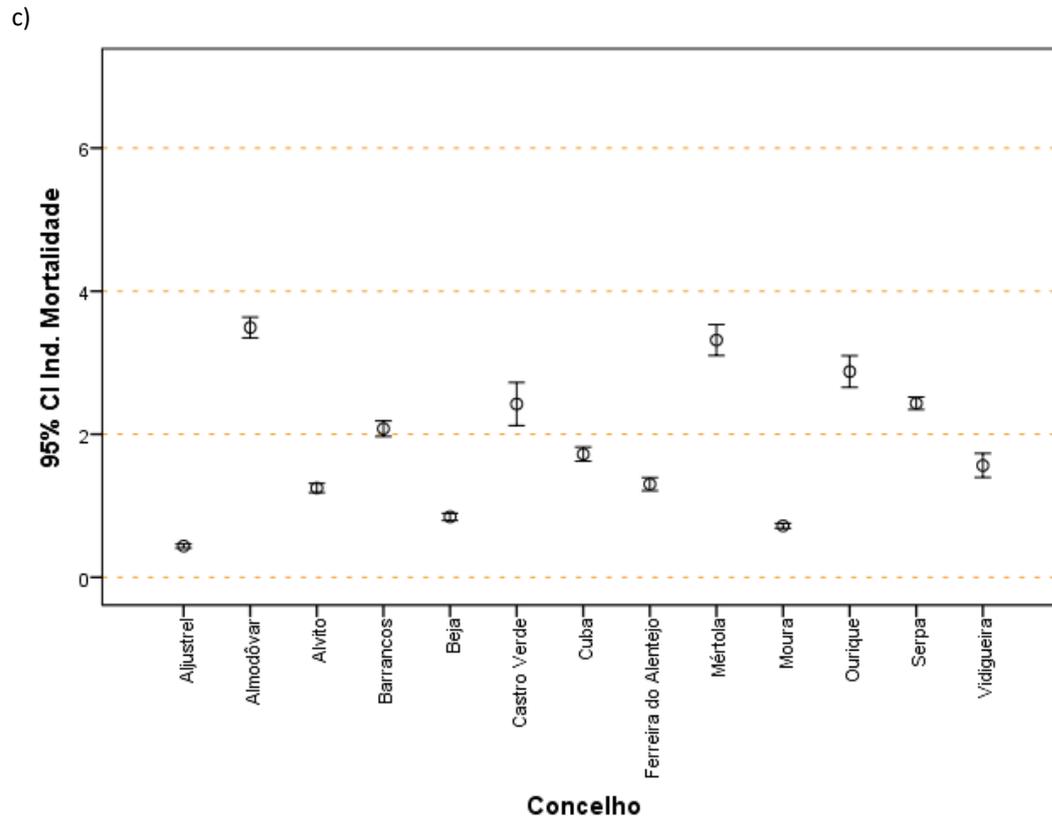


Figura 24. Média e intervalo de confiança (95 %) nos concelhos do Baixo Alentejo de: a) Grau de coberto; b) Árvores mortas/ha; c) Índice de mortalidade

IV.1.5. Alentejo Litoral

O Alentejo Litoral é uma NUT III (PT181) que apesar de possuir uma área de 5308 km², apenas abrange 5 concelhos da faixa litoral continental: Alcácer do Sal, Grândola, Santiago do Cacém, Odemira e Sines (Figura 25).

Esta sub-região ocupa parte da região do Alentejo, dividida entre o Distrito de Setúbal e de Beja. Assim, é limitada a norte pela Área Metropolitana de Lisboa e Alentejo Central, a leste pelo Baixo Alentejo, a sul pelo Algarve e a oeste pelo oceano Atlântico.



Figura 25. Localização dos concelhos da NUTIII – Alentejo Litoral (fonte: CAOP 2015)

Através da Figura 26 é possível verificar que os povoamentos de azinheira se distribuem na parte interior (Este) da NUT. Para o concelho de Sines não foram detetadas azinheiras (através da carta de base COS90) e, conseqüentemente, este concelho não entra na análise descritiva e estatística. Os povoamentos são, em geral, pouco densos, e apresentam eventos de mortalidade, à exceção de Santiago de Cacém, onde a mortalidade foi reduzida (Figura 27).

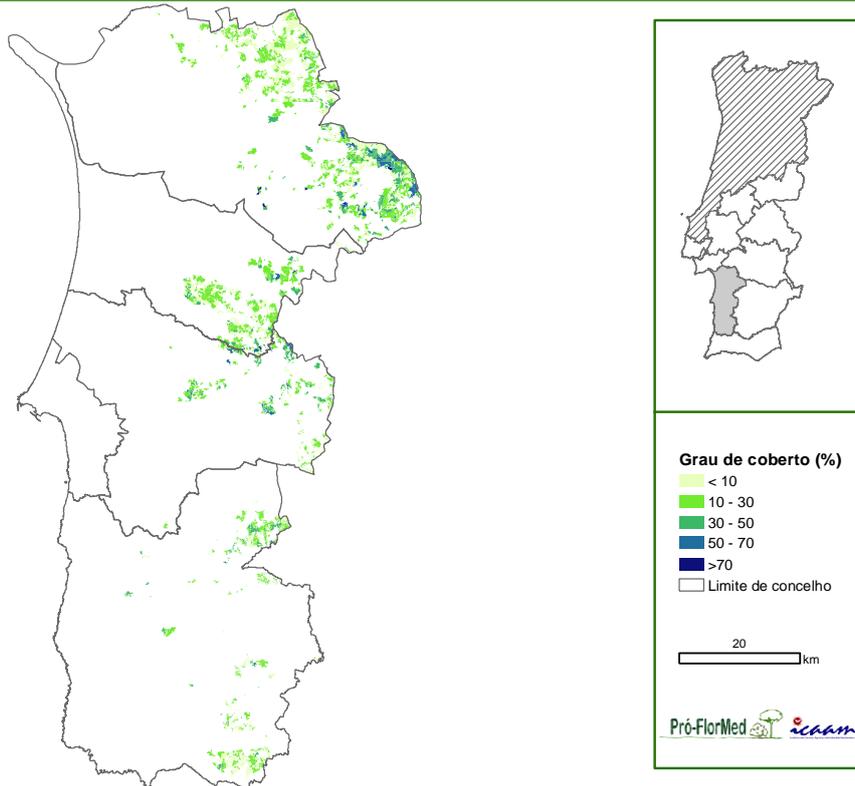


Figura 26. Grau de coberto de azinheira no Alentejo Litoral

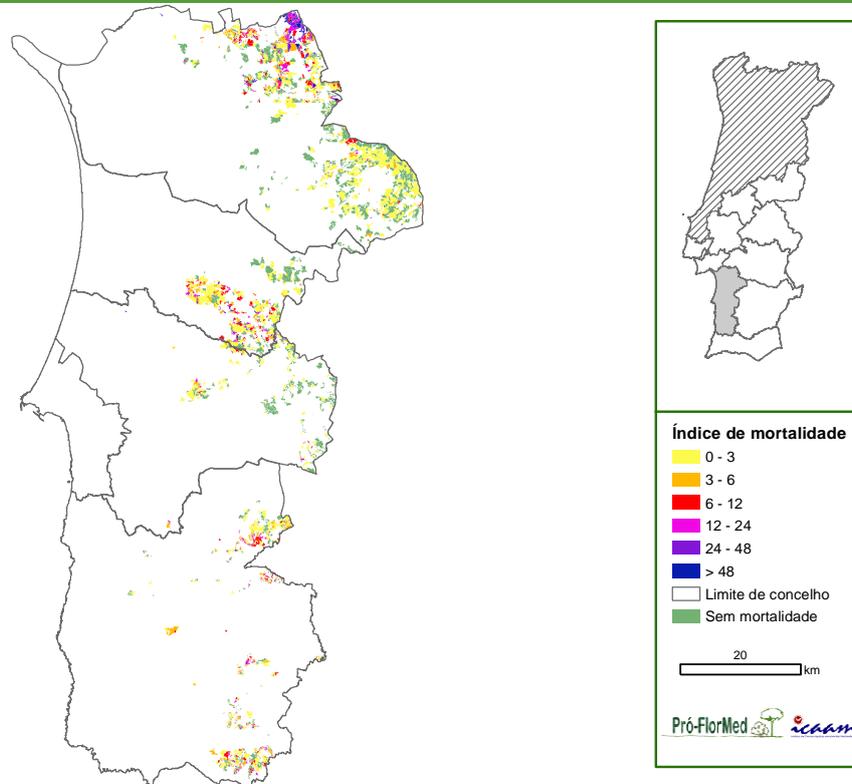


Figura 27. Índice de mortalidade de azinheira no Alentejo Litoral

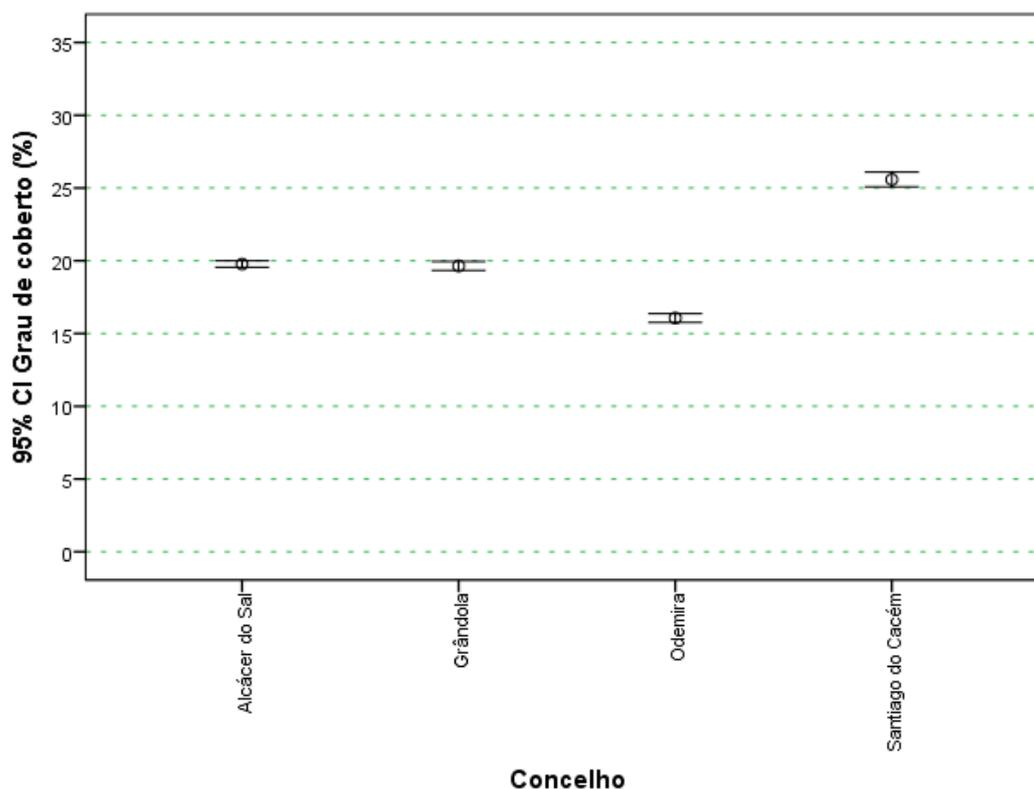
Os resultados descritos na Tabela 10 e Figura 28 realçam o facto de se terem observado valores baixos de graus de coberto de azinheira (média de 20 %) em toda a NUT. Valores mais elevados de mortalidade foram obtidos para o concelho de Alcácer do Sal com índice de mortalidade 4.74 e com 0.44 árvores mortas por hectare. Grândola e Odemira apresentam valores similares de mortalidade (3.72 e 3.81, respetivamente) no entanto, a situação mais preocupante é a de Odemira uma vez que a azinheira distribui-se apenas em 3% da sua área e com grau de coberto baixo (16.1 %), embora tenha sido detetado 0.42 árvores mortas /ha.

CONCELHO	Grau de Coberto* (%)	Densidade de Árvores Mortas* (arv/ha)	Índice de Mortalidade* ($\times 10^{-4}$)	Área analisada por concelho (%)
Alcácer do Sal	19.8 \pm 0.1	0.44 \pm 0.01	4.74 \pm 0.13	13.2
Grândola	19.6 \pm 0.2	0.41 \pm 0.01	3.72 \pm 0.11	8.4
Odemira	16.1 \pm 0.2	0.42 \pm 0.01	3.81 \pm 0.09	3.0
Santiago do Cacém	25.6 \pm 0.3	0.22 \pm 0.01	1.44 \pm 0.09	3.7

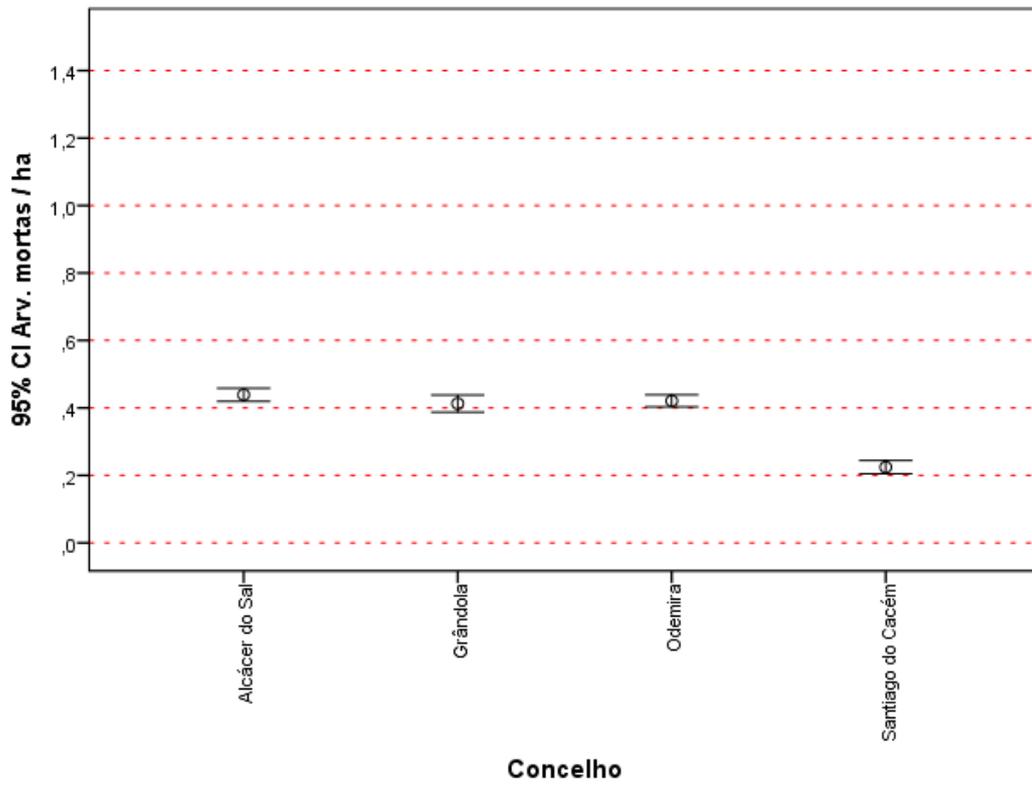
*Média e erro padrão para a área analisada

Tabela 10. Parâmetros de abundância e mortalidade de azinheira por concelhos da NUT III – Alentejo Litoral

a)



b)



c)

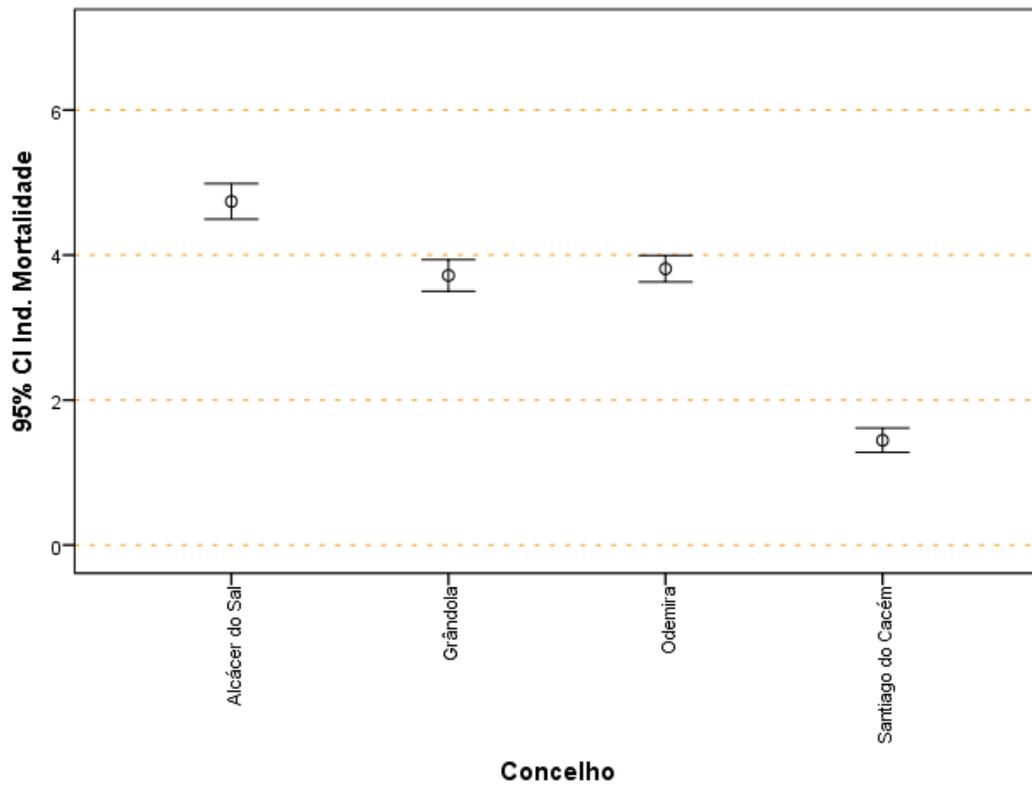


Figura 28. Média e intervalo de confiança (95 %) nos concelhos do Alentejo Litoral de: a) Grau de coberto; b) Árvores mortas/ha; c) Índice de mortalidade

IV.1.6. Algarve

O Algarve é uma sub-região estatística NUT III (PT150) com uma área de 5412 km² e com uma elevada densidade populacional. Esta NUT III é constituída por 16 concelhos: Albufeira, Alcoutim, Aljezur, Castro Marim, Faro, Lagoa, Lagos, Loulé, Monchique, Olhão, Portimão, São Brás de Alportel, Silves, Tavira, Vila do Bispo e Vila Real de Santo António (Figura 29).

A sub-região do Algarve é a mais meridional do país sendo limitada a norte pelo Alentejo Litoral e Baixo Alentejo, a leste por Espanha, a sul e a oeste pelo Oceano Atlântico.



Figura 29. Localização dos concelhos da NUT III – Algarve (fonte: CAOP 2015)

Nas Figuras 30 e 31 estão representadas espacialmente a distribuição de azinheira expressa em grau de coberto e a distribuição do índice de mortalidade. De acordo com a cartografia de base usada para este estudo (presença de azinheira na carta COS90) verificou-se que nos concelhos pertencentes ao barlavento algarvio, à exceção de Silves, não foi verificada a presença significativa de azinheira assim como em Faro, Olhão e Vila Real de Santo António no sotavento algarvio. Através dos resultados espaciais obtidos verifica-se que o concelho de Loulé apresenta espacialmente áreas com elevados valores de índice de mortalidade, inclusivamente atingindo a classe mais elevada (> 48).

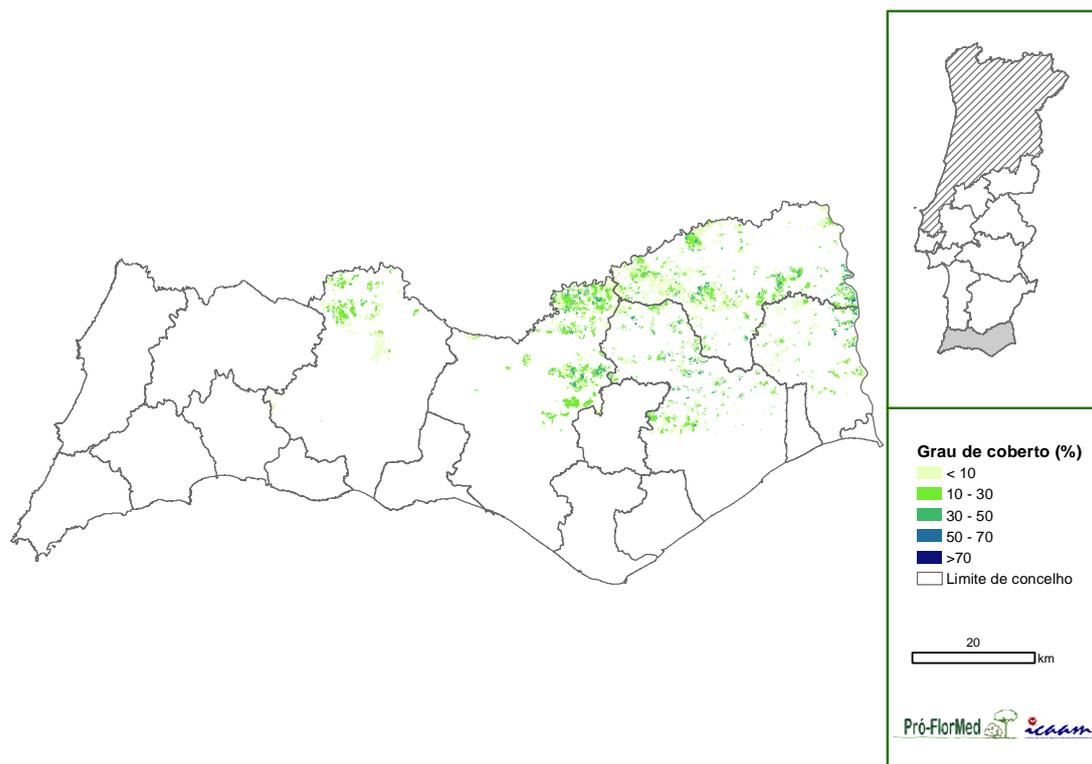


Figura 30. Grau de coberto de azinheira no Algarve

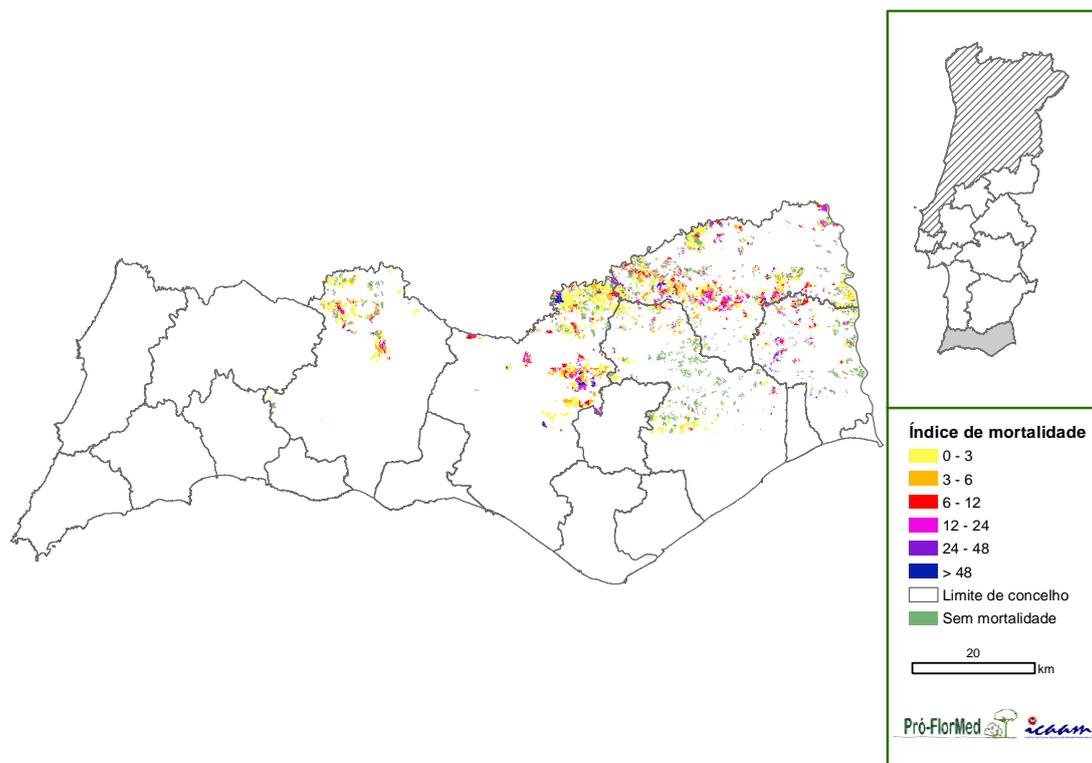


Figura 31. Índice de mortalidade de azinheira, no Algarve

Dos resultados obtidos são relevantes os baixos valores médios de grau de coberto de

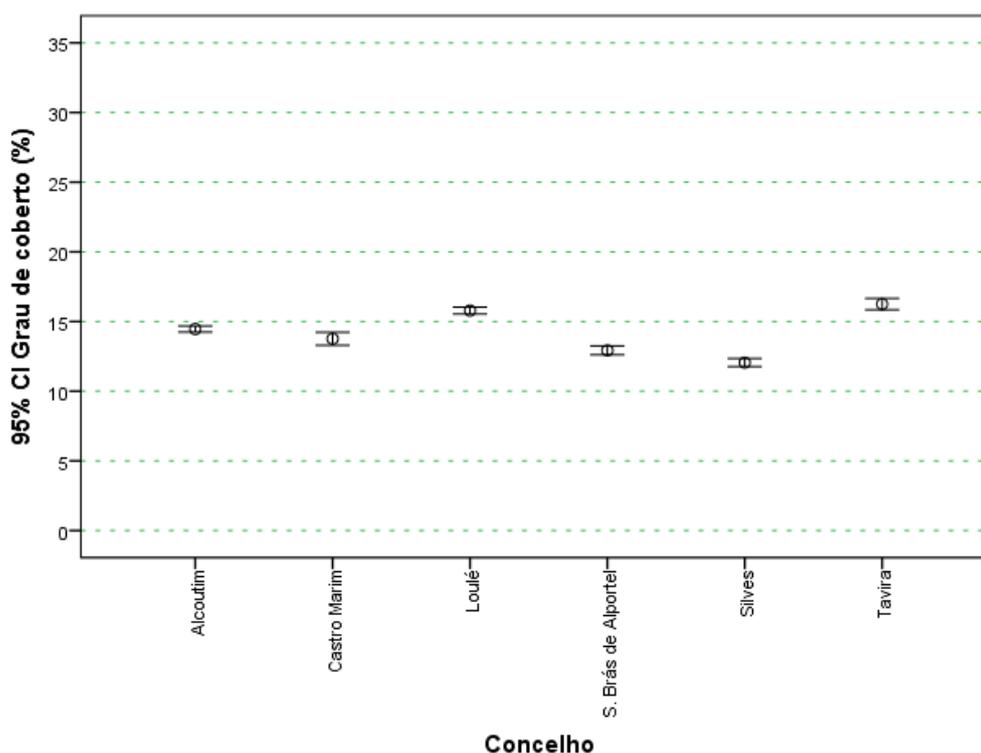
azinheira nesta região, sendo o valor mais elevado observado em Tavira, mas com apenas 16.3 %. Note-se que relativamente à distribuição geográfica de azinheira, o Algarve já é considerada uma zona limítrofe da distribuição desta espécie e daí os valores da sua área de distribuição serem relativamente baixos (área analisada, Tabela 11). No entanto, e analisando os resultados descritos na Tabela 11 e Figura 32, em relação aos graus de coberto baixos obtidos para esta NUT, foram verificados valores elevados de índices de mortalidade indicando que a pouca área de azinheira existente está em condições preocupantes, uma vez que o valor mais baixo obtido foi de 2.30 em Tavira. Os valores mais elevados de árvores mortas por hectare foram verificados nos concelhos de Loulé (0.74) e Castro Marim (0.61).

CONCELHO	Grau de Coberto* (%)	Densidade de Árvores Mortas* (arv/ha)	Índice de Mortalidade* ($\times 10^{-4}$)	Área analisada por concelho (%)
Alcoutim	14.5±0.1	0.56±0.01	7.46±0.205	18.2
Castro Marim	13.8±0.2	0.61±0.02	8.62±0.43	7.9
Loulé	15.8±0.1	0.74±0.02	7.84±0.29	9.5
S. Brás de Alportel	12.9±0.2	0.45±0.03	5.50±0.51	9.6
Silves	12.1±0.1	0.29±0.02	3.15±0.16	4.4
Tavira	16.3±0.2	0.24±0.01	2.30±0.13	6.7

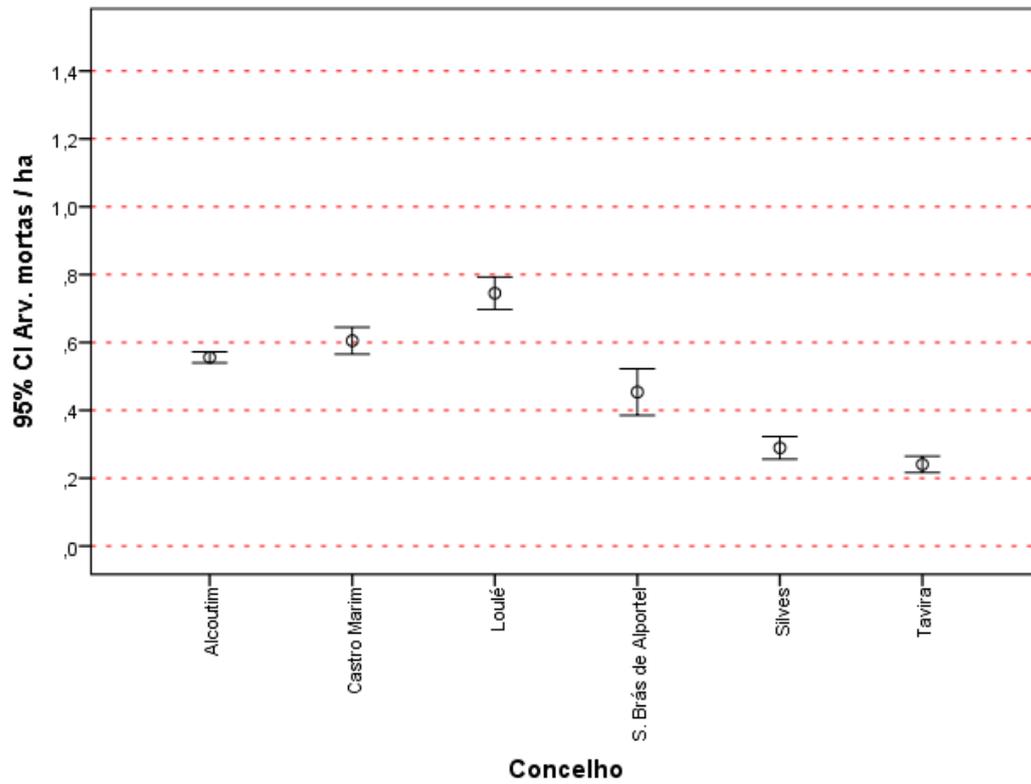
*Média e erro padrão para a área analisada

Tabela 11. Parâmetros de abundância e mortalidade de azinheira por concelhos da NUT III – Algarve

a)



b)



c)

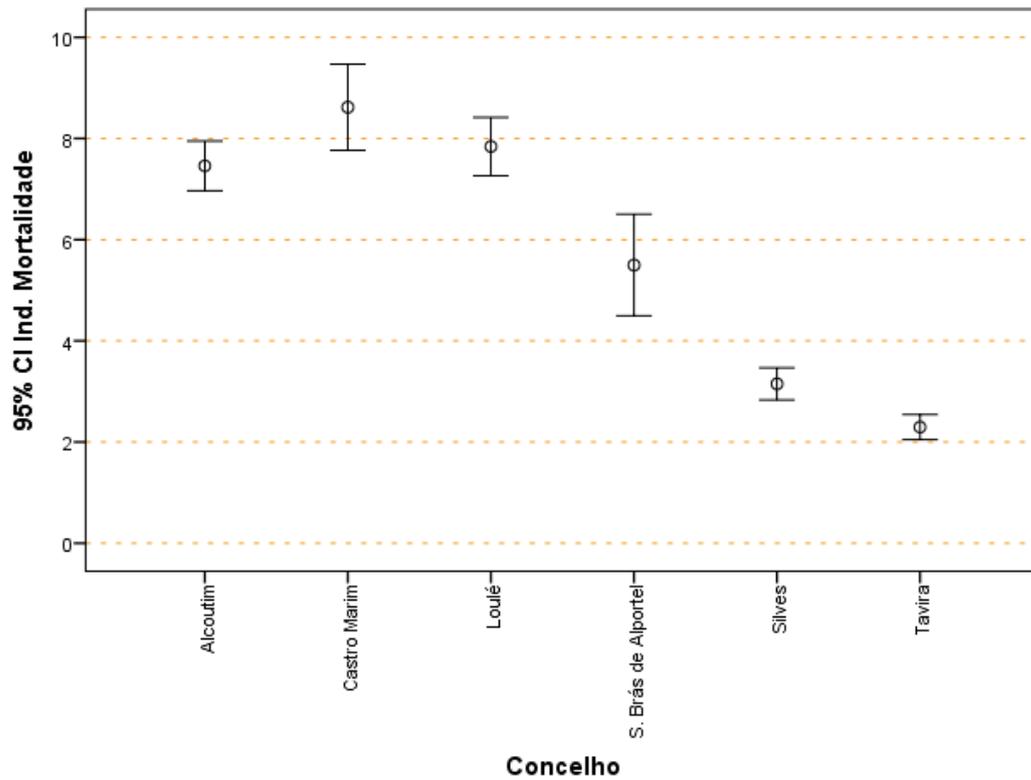


Figura 32. Média e intervalo de confiança (95 %) nos concelhos do Algarve de: a) Grau de coberto; b) Árvores mortas/ha; c) Índice de mortalidade

IV.1.7. Médio Tejo

A NUTIII do Médio Tejo (PT161) tem uma área de 2283 km² e situa-se na zona centro do país. É limitada a norte e oeste pela Região de Leiria, a leste pela Beira Baixa e Alto Alentejo e a sul pela Lezíria do Tejo.

Esta NUTIII abrange 12 concelhos: Abrantes, Alcanena, Constância, Entroncamento, Ferreira do Zêzere, Mação, Ourém, Sardoal, Sertã, Tomar, Torres Novas, Vila de Rei e Vila Nova da Barquinha (Figura 33).



Figura 33. Localização dos concelhos da NUT III – Médio Tejo (fonte: CAOP 2015)

Através da distribuição espacial dos parâmetros avaliados nas Figuras 34 e 35 respeitantes à NUT III do Médio Tejo, é perceptível verificar que apenas em 3 concelhos a presença de azinheira (tendo por base a presença de azinheira na Carta de Ocupação de Solo - COS90) é significativa. Apesar da distribuição de azinheira ser bastante localizada, o seu grau de coberto é elevado nos concelhos de Ferreira do Zêzere e Ourém (30 – 50 %, 50 – 70 %, > 70 %). Já no concelho de Abrantes o grau de coberto não ultrapassou os 50 %. Os eventos de mortalidade são relevantes essencialmente entre os concelhos de Ferreira do Zêzere e Ourém e na zona sul do concelho de Abrantes.

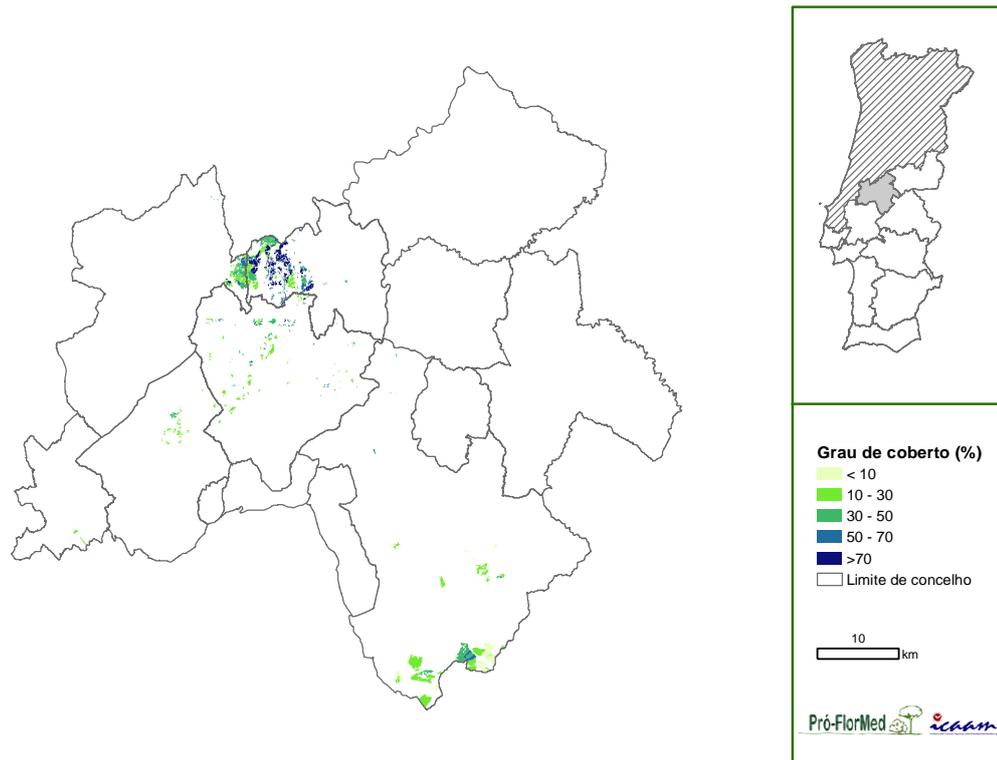


Figura 34. Grau de coberto de azinheira no Médio Tejo

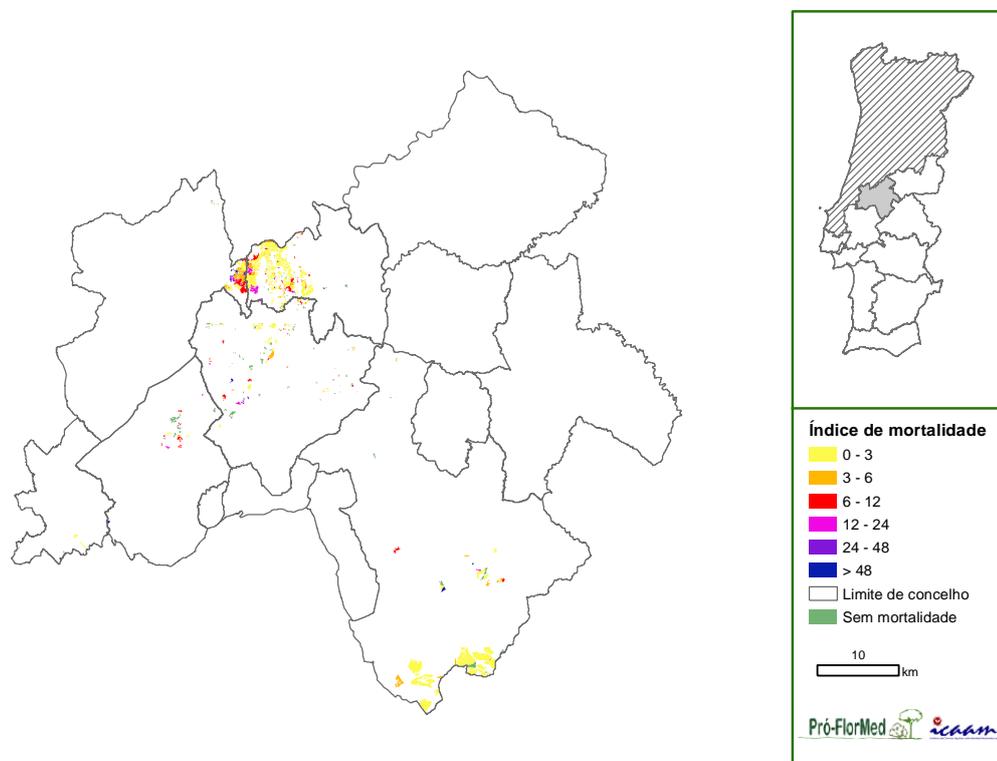


Figura 35. Índice de mortalidade de azinheira no Médio Tejo

Na Tabela 12 e Figura 36 observam-se os resultados das estatísticas descritivas para grau

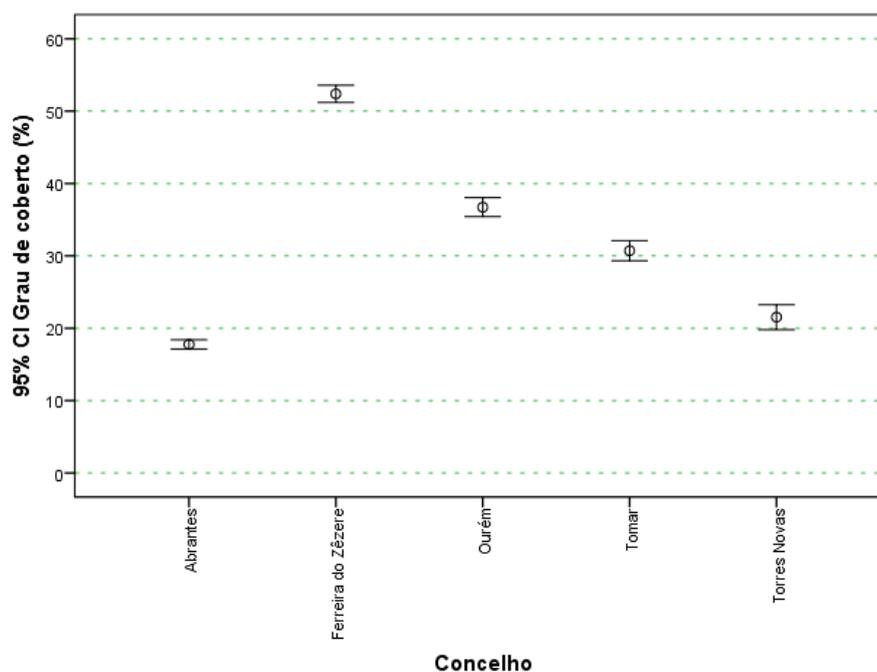
de coberto de azinheira, densidade de árvores mortas por hectare e índice de mortalidade por concelho e respetivos intervalos de confiança 95% para as médias calculadas. Conforme foi referido, verifica-se grau coberto relativamente elevado em alguns concelhos, como é o caso de Ferreira do Zêzere (com uma média de 52.4 %) e Ourém (média de 36.7 %) e por outro lado, muito baixo em outras áreas da NUT, como por exemplo nos concelhos de Abrantes e Alcanena (cerca de 17 %). Pela análise dos resultados obtidos verificaram-se índices de mortalidade médios bastante elevados nos concelhos de Torres Novas (9.60) e Ourém (9.58). Relativamente a Torres Novas, nota-se que a pequena mancha de azinheira tem povoamentos bastante afetados pelo declínio. O mesmo é perceptível no concelho de Ourém, com uma média de 2.25 árvores mortas por hectare.

CONCELHO	Grau de Coberto* (%)	Densidade de Árvores Mortas* (arv/ha)	Índice de Mortalidade* ($\times 10^{-4}$)	Área analisada por concelho (%)
Abrantes	17.8 \pm 0.3	0.24 \pm 0.02	1.95 \pm 0.21	2.6
Ferreira do Zêzere	52.4 \pm 0.6	1.17 \pm 0.06	3.51 \pm 0.21	10.0
Ourém	36.7 \pm 0.7	2.25 \pm 0.12	9.58 \pm 0.83	1.3
Tomar	30.7 \pm 0.7	0.99 \pm 0.07	4.68 \pm 0.45	1.6
Torres Novas	21.5 \pm 0.9	1.18 \pm 0.17	9.60 \pm 1.69	0.7

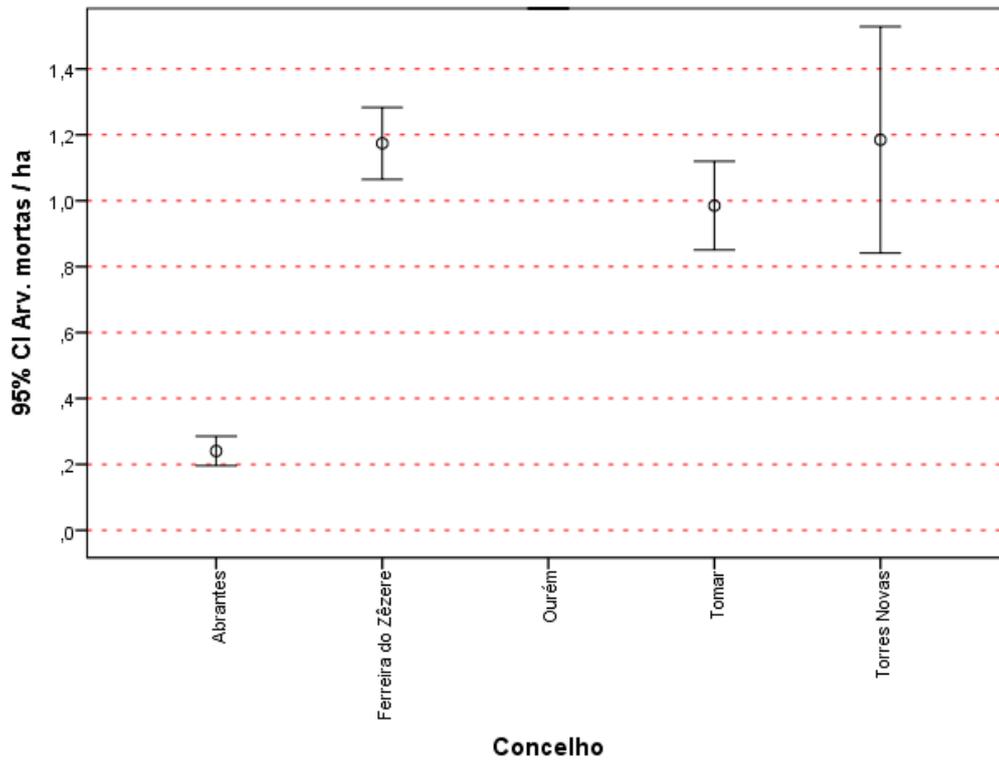
*Média e erro padrão para a área analisada

Tabela 12. Parâmetros de abundância e mortalidade de azinheira por concelhos na NUT III – Médio Tejo

a)



b)



c)

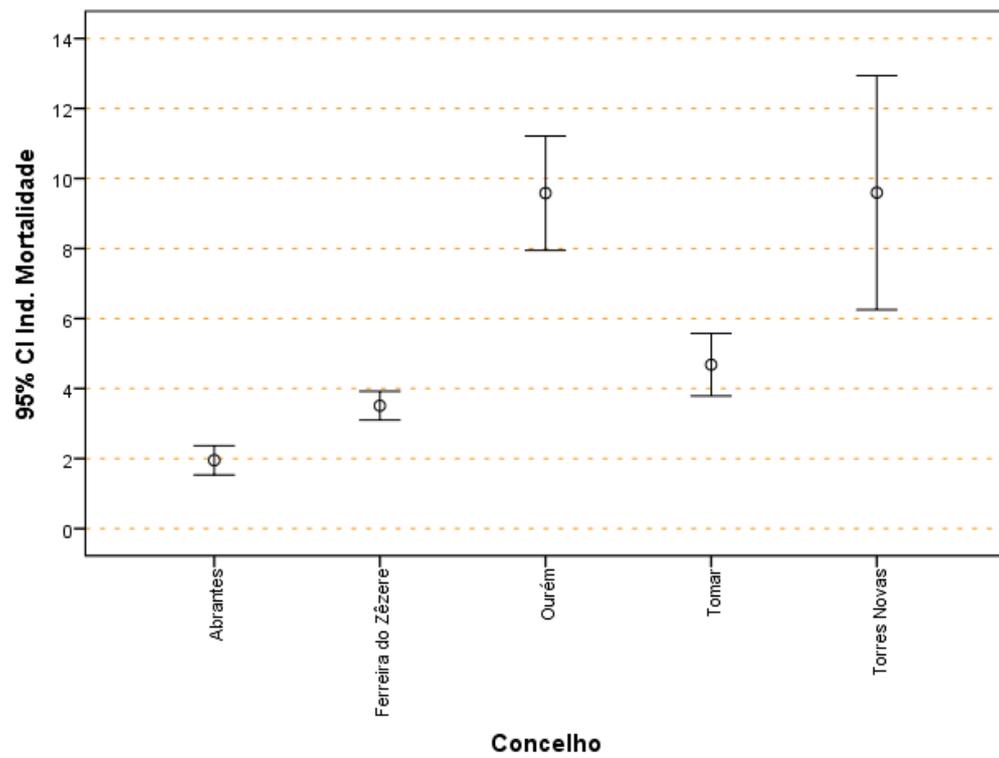


Figura 36. Média e intervalo de confiança (95 %) nos concelhos do Médio Tejo de: a) Grau de coberto; b) Árvores mortas/ha; c) Índice de mortalidade

IV.1.8. Lezíria do Tejo

A Lezíria do Tejo é uma sub-região estatística (PT185) que abrange os concelhos de Almeirim, Alpiarça, Azambuja, Benavente, Cartaxo, Chamusca, Coruche, Golegã, Rio Maior, Salvaterra de Magos e Santarém (Figura 37). Ocupa uma área de 4275 km² e é limitada a norte pela Região de Leiria e Médio Tejo, a leste pelo Alto Alentejo e Alentejo Central, a sul também pela Área Metropolitana de Lisboa e a oeste pelo Oeste.



Figura 37. Localização dos concelhos da NUT III – Lezíria do Tejo (fonte: CAOP 2015)

Na Lezíria do Tejo é possível verificar a presença de azinheira na parte este e sul da NUT, abrangendo essencialmente os concelhos de Coruche, Chamusca e Alpiarça. Os graus de coberto são na sua maioria superiores a 10 % sendo que no concelho de Coruche se observaram cobertos entre as classes de 10 – 30 % e 30 – 50 % (Figura 38). De forma geral e observando a distribuição espacial do índice de mortalidade ao longo da NUT, e em comparação com as outras avaliadas, neste estudo pode verificar-se que os índices são relativamente baixos, na sua maioria na classe de 0.1 – 3, embora extensos. No entanto, ainda é possível observar alguns povoamentos que não apresentam mortalidade (Figura 39).

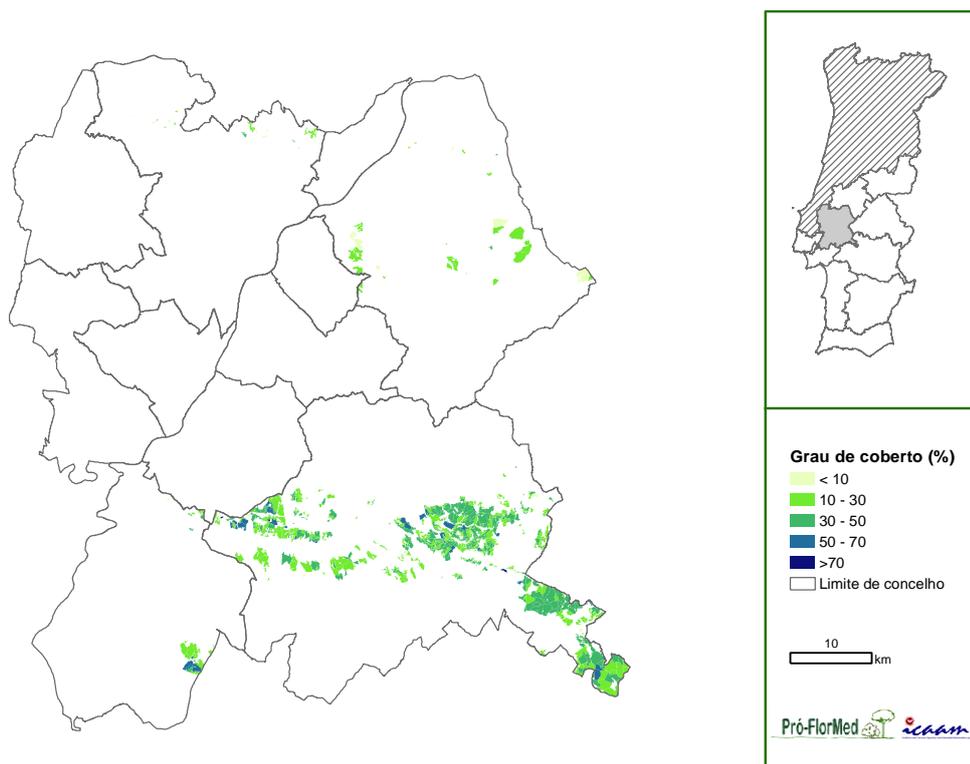


Figura 38. Grau de coberto de azinheira na Lezíria do Tejo

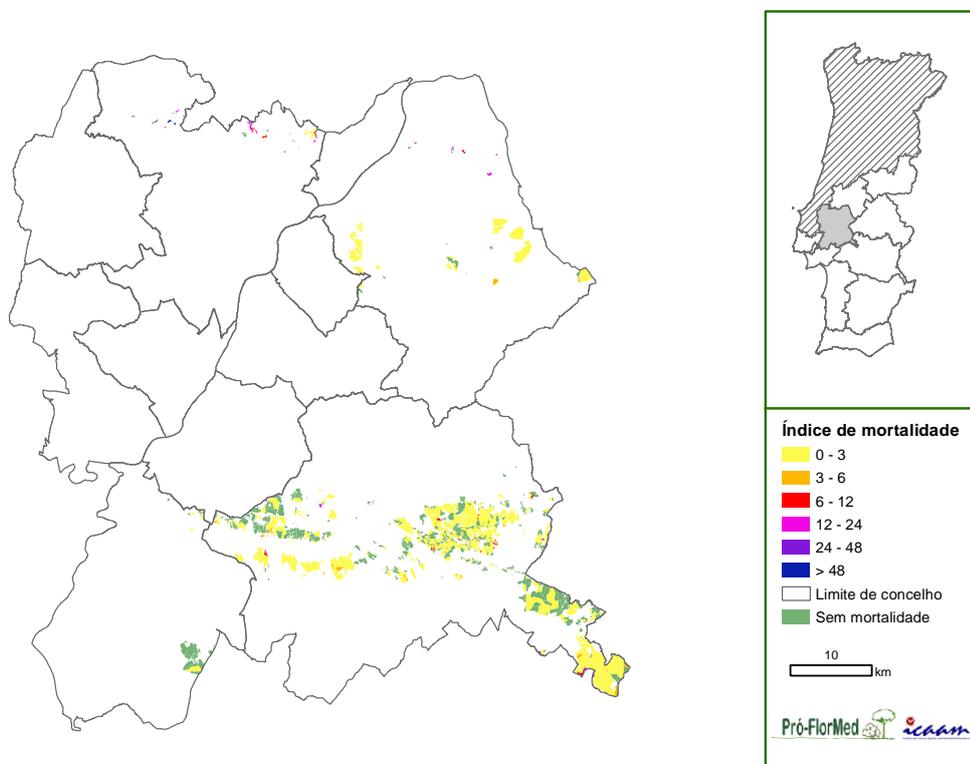


Figura 39. Índice de mortalidade de azinheira na Lezíria do Tejo

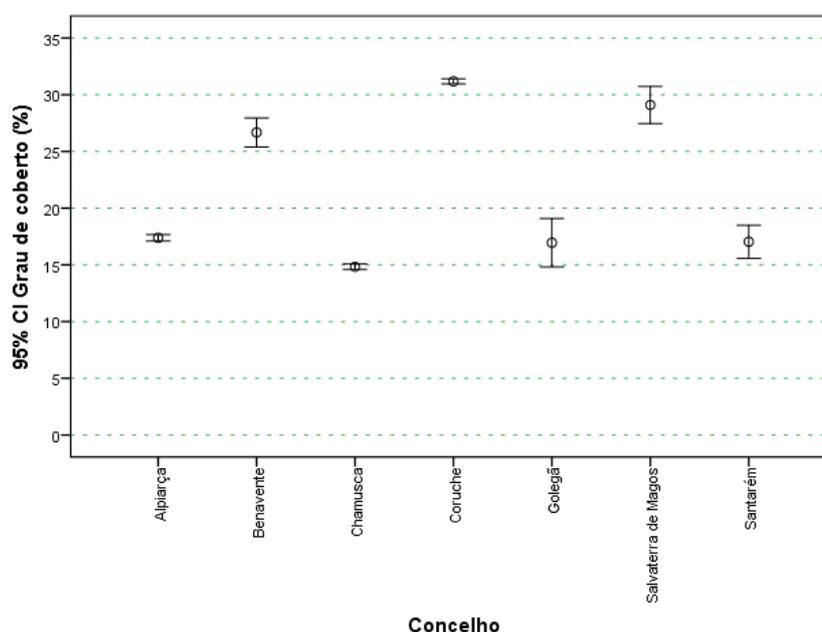
Dos resultados apresentados na Tabela 13 verifica-se que o grau de coberto médio para esta NUT se situa entre os 15 e os 32 % (Figura 40), sendo Coruche e Salvaterra de Magos os que apresentam valores mais elevados, apesar da azinheira se distribuir apenas em 1.8 % da área do concelho de Salvaterra de Magos. Os valores médios obtidos para árvores mortas por hectare foram baixos para os concelhos de Alpiarça e Benavente (0.03 árvores mortas/ha) em comparação com Santarém que apresentou um valor médio de 1.81 ± 0.19 arv. mortas/ha, valor bastante elevado tendo em conta a reduzida distribuição de azinheira neste concelho. Considerando o valor médio de índice de mortalidade para a Lezíria do Tejo pode verificar-se que Santarém, pelos motivos acima mencionados, apresenta um cenário drástico. No entanto, a restante NUT apresenta valores relativamente baixos (Figura 40c).

CONCELHO	Grau de Coberto* (%)	Densidade de Árvores Mortas* (arv/ha)	Índice de Mortalidade* ($\times 10^{-4}$)	Área analisada por concelho (%)
Alpiarça	17.4 ± 0.1	0.03 ± 0.00	0.19 ± 0.01	3.8
Benavente	26.7 ± 0.7	0.03 ± 0.00	0.13 ± 0.03	1.4
Chamusca	14.8 ± 0.1	0.22 ± 0.02	1.35 ± 0.08	2.2
Coruche	31.2 ± 0.1	0.14 ± 0.01	0.63 ± 0.02	13.1
Golegã	17.0 ± 1.1	0.34 ± 0.05	1.80 ± 0.32	1.3
Salvaterra de Magos	29.1 ± 0.8	0.23 ± 0.09	1.47 ± 0.80	1.8
Santarém	17.0 ± 0.7	1.81 ± 0.19	18.43 ± 2.49	0.4

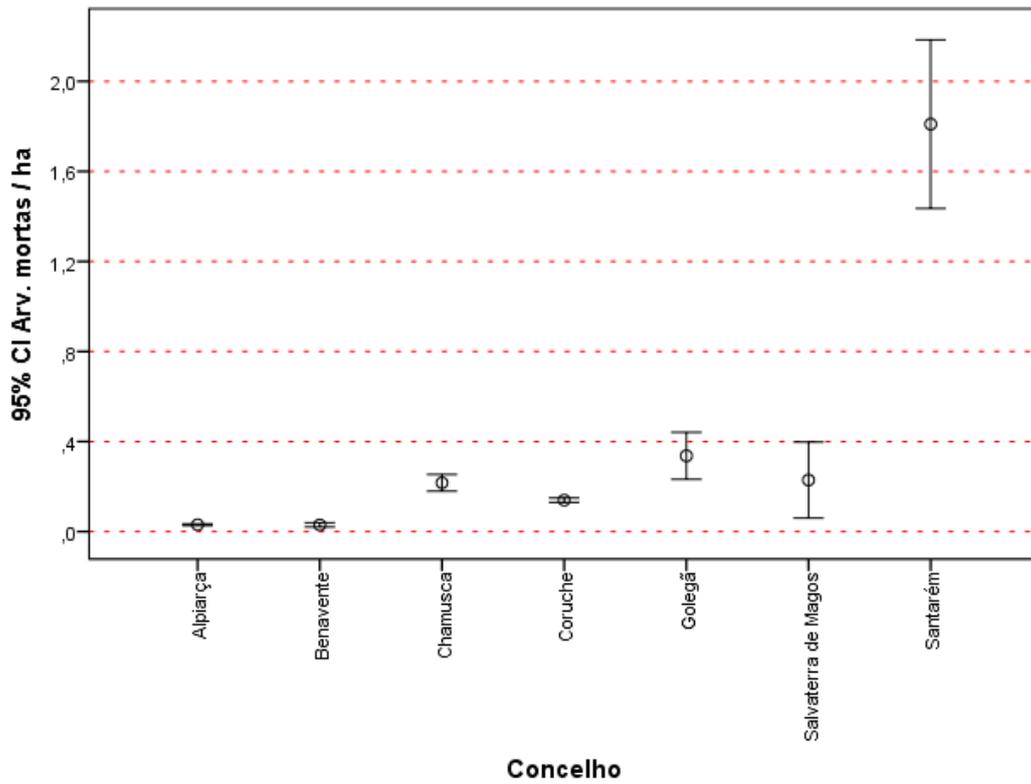
*Média e erro padrão para a área analisada

Tabela 13. Parâmetros de abundância e mortalidade de azinheira por concelhos na NUT III – Lezíria do Tejo

a)



b)



c)

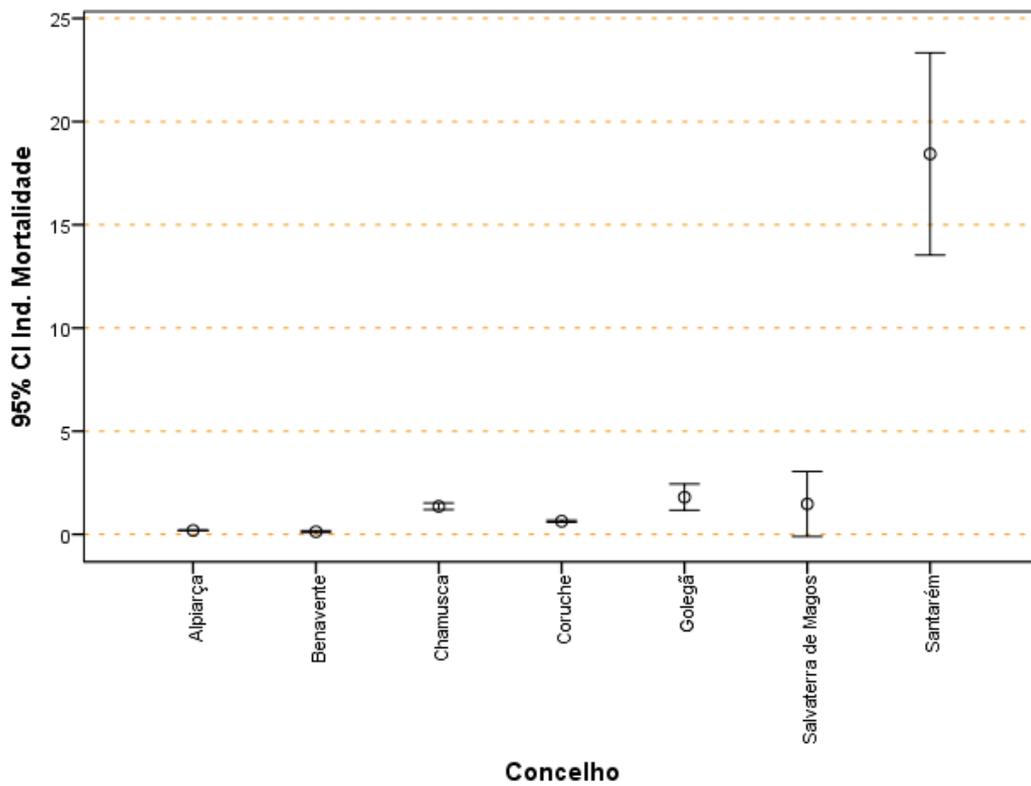


Figura 40. Média e intervalo de confiança (95 %) no concelhos da Lezíria do Tejo de: a) Grau de coberto; b) Árvores mortas/ha; c) Índice de mortalidade

IV.1.9. Beira Baixa

A Beira Baixa, sendo uma NUT III (PT16H) apenas abrange 6 concelhos: Castelo Branco, Idanha-a-Nova, Oleiros, Penamacor, Proença-a-Nova e Vila Velha de Ródão (Figura 41).

A Beira Baixa é limitada pela Região de Coimbra e Beiras e Serra da Estrela a norte, a leste por Espanha, a sul pelo Alto Alentejo e a oeste pelo Médio Tejo.



Figura 41. Localização dos concelhos da NUT III – Beira Baixa (fonte: CAOP 2015)

A distribuição espacial do grau de coberto (Figura 42) indica que a azinheira se encontra na sua maioria nos concelhos de Idanha-a-Nova e Castelo Branco, sendo nestes que este parâmetro atinge classes mais elevadas (30 – 50 % e 50 – 70 %) alcançando mesmo em vários povoamentos a classe superior a 70 % de grau de coberto. De acordo com a cartografia de base usada para este estudo (COS90) não foi verificada a presença de nenhuma azinheira no concelho de Oleiros, e em Proença-a-Nova apenas 0.6 % da sua área tem distribuição de azinheira. Conforme a análise espacial do índice de mortalidade (Figura 43) pode constatar-se que Vila Velha de Ródão é o concelho que, aparentemente, ainda possui algumas áreas sem mortalidade especialmente a leste do concelho. Castelo Branco e Idanha apresentam tanto zonas sem mortalidade como áreas com mortalidade significativa.

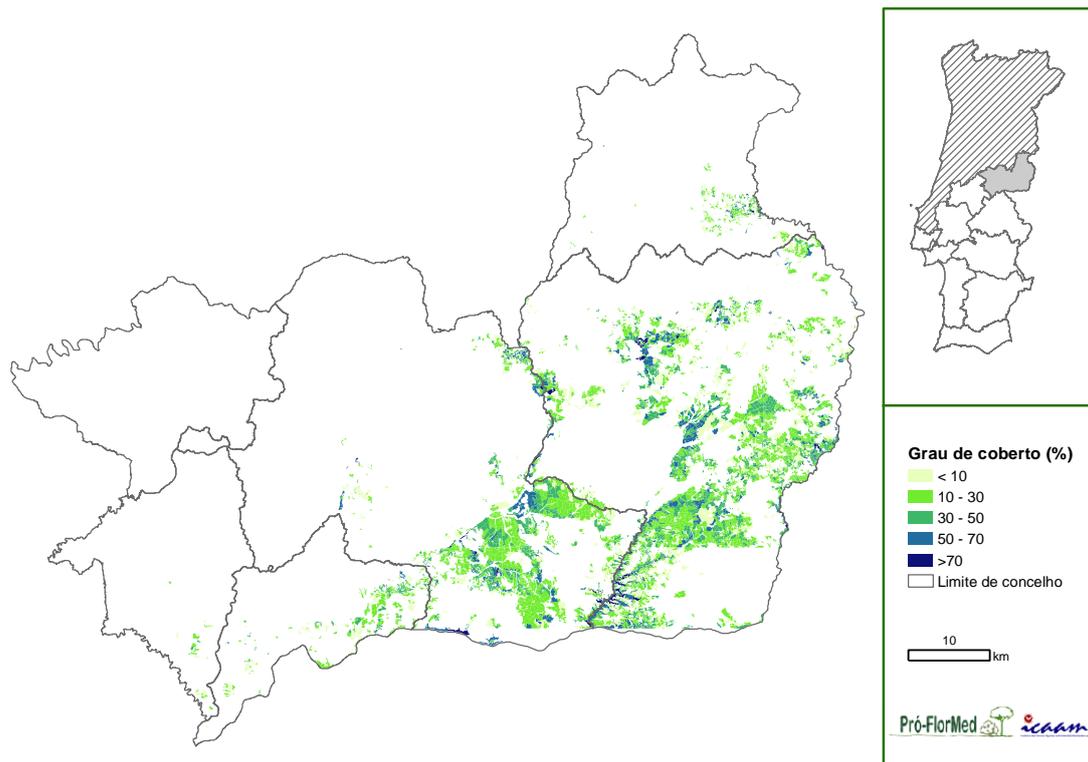


Figura 42. Grau de coberto obtido para a azinheira na Beira Baixa

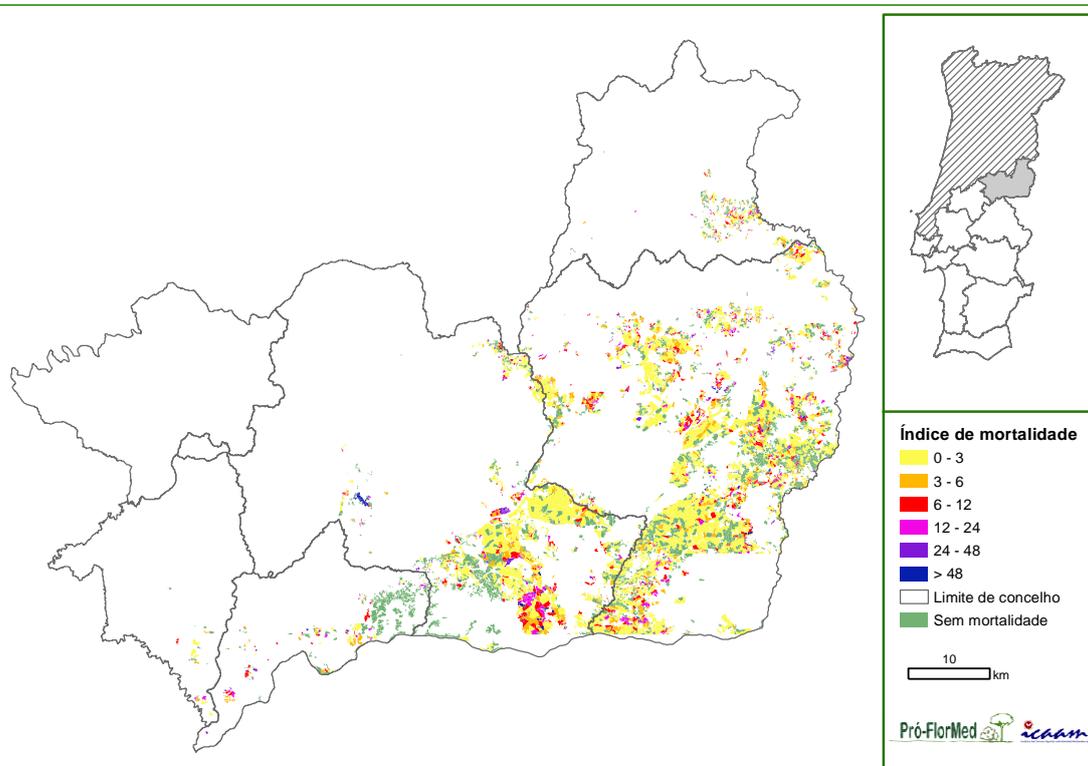


Figura 43. Índice de mortalidade de azinheira, na Beira Baixa

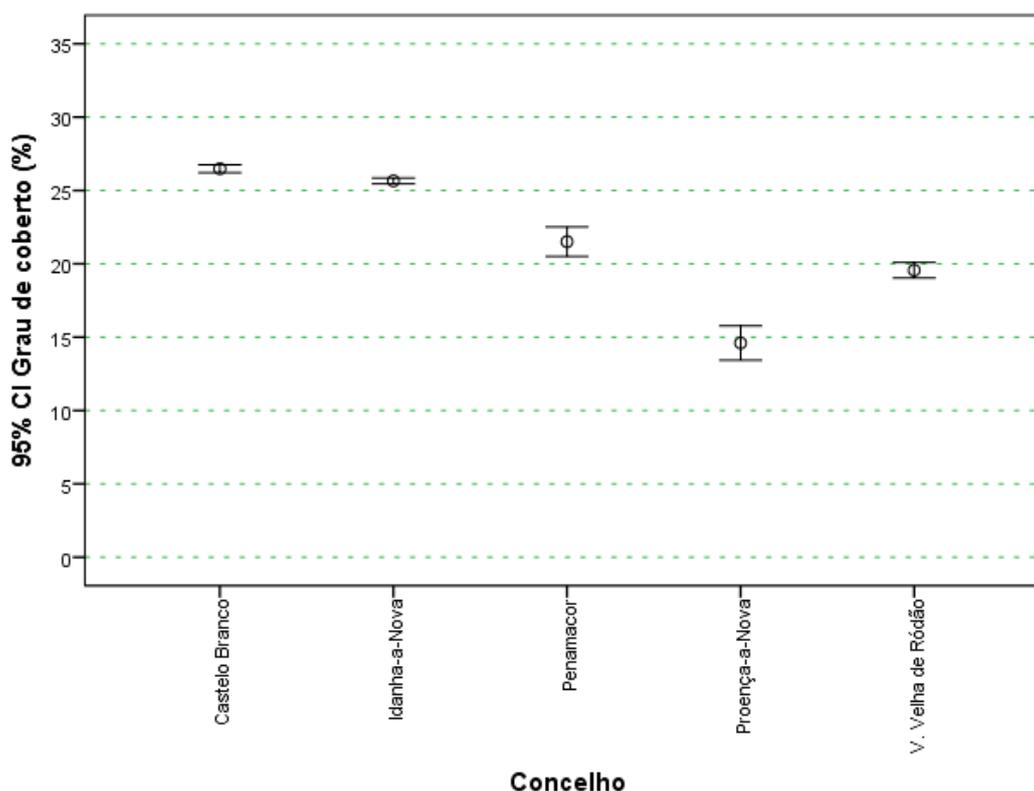
Dos resultados apresentados na Tabela 14 e Figura 44 a, b verifica-se que o grau de coberto médio é menos denso em Proença-a-Nova e Castelo Branco (14.6 % e 26.5 %, respetivamente). É também em Castelo Branco que o índice de mortalidade médio é mais elevado (3.98), seguido de Penamacor que por sua vez é o concelho que apresenta o maior número médio de árvores mortas por hectare (0.57 ± 0.04). De forma geral esta NUT apresenta valores médios de mortalidade, em comparação com as restantes NUT avaliadas neste estudo, não tendo sido verificados para nenhum concelho desta NUT valores médios acima dos 4.

CONCELHO	Grau de Coberto* (%)	Densidade de Árvores Mortas* (arv/ha)	Índice de Mortalidade* ($\times 10^{-4}$)	Área analisada por concelho (%)
Castelo Branco	26.5 ± 0.1	0.50 ± 0.01	3.98 ± 0.12	11.1
Idanha-a-Nova	25.7 ± 0.1	0.41 ± 0.00	2.69 ± 0.04	23.8
Penamacor	21.5 ± 0.5	0.57 ± 0.04	3.52 ± 0.21	2.1
Proença-a-Nova	14.6 ± 0.60	0.28 ± 0.02	3.66 ± 0.58	0.6
V. Velha de Rodão	19.6 ± 0.3	0.28 ± 0.02	2.67 ± 0.18	6.6

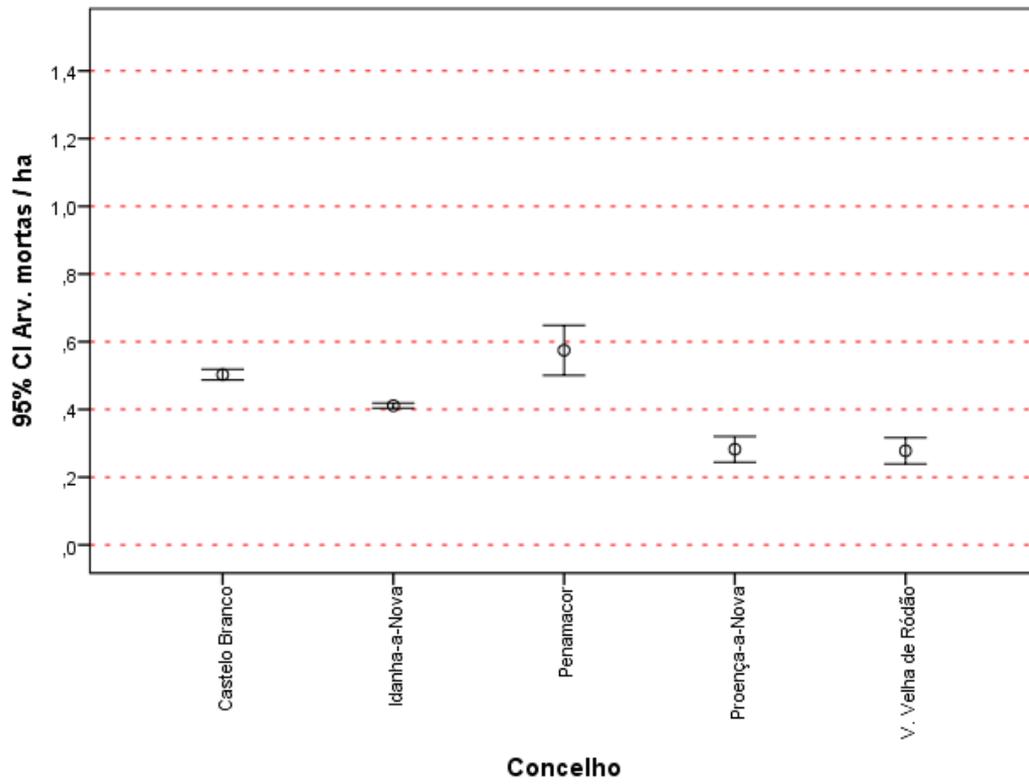
*Média e erro padrão para a área analisada

Tabela 14. Parâmetros de abundância e mortalidade de azinheira por concelhos na NUT III – Beira Baixa

a)



b)



c)

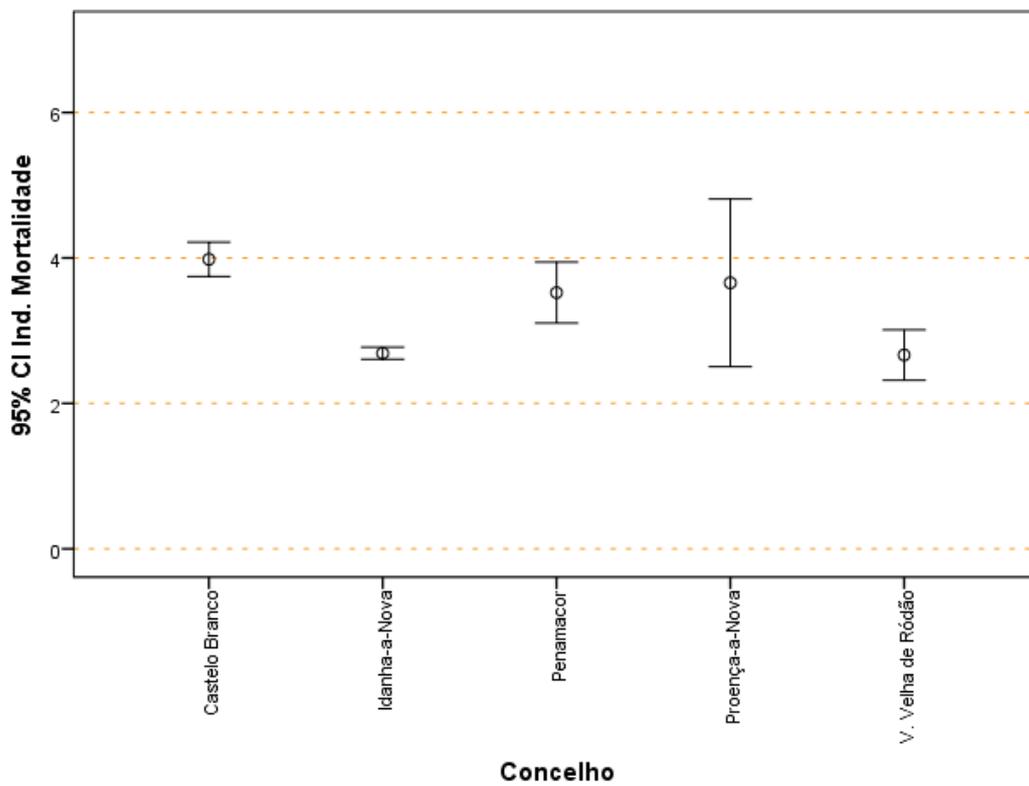


Figura 44. Média e intervalo de confiança (95 %) nos concelhos da Beira Baixa de: a) Grau de coberto; b) Árvores mortas/ha; c) Índice de mortalidade

IV.1.10. Área Metropolitana de Lisboa

A NUTIII respeitante à Área Metropolitana de Lisboa (PT170) engloba 18 concelhos perfazendo uma área total de 2922 km². Estes 18 concelhos são agrupados em duas sub-regiões: Grande Lisboa e Península de Setúbal. Aqui, para este trabalho, importa referir que os concelhos avaliados nesta NUTIII foram os respeitantes à antiga NUTIII – Península de Setúbal: Alcochete, Almada, Barreiro, Moita, Montijo, Palmela, Seixal, Sesimbra e Setúbal (Figura 45).

Esta NUT é limitada a norte pelo Oeste e Lezíria do Tejo, a leste pelo Alentejo Central, a sul pelo Alentejo Litoral e a oeste pelo oceano Atlântico.



Figura 45. Localização dos concelhos da NUT III – Área Metropolitana de Lisboa (fonte: CAOP 2015)

Para esta NUT e como foi explicada anteriormente apenas a parte sudeste foi avaliada para este estudo. Dos 9 concelhos avaliados a presença de azinheira apenas foi verificada nos concelhos de Palmela, Alcochete e Montijo, como é possível verificar nas figuras 46 e 47.

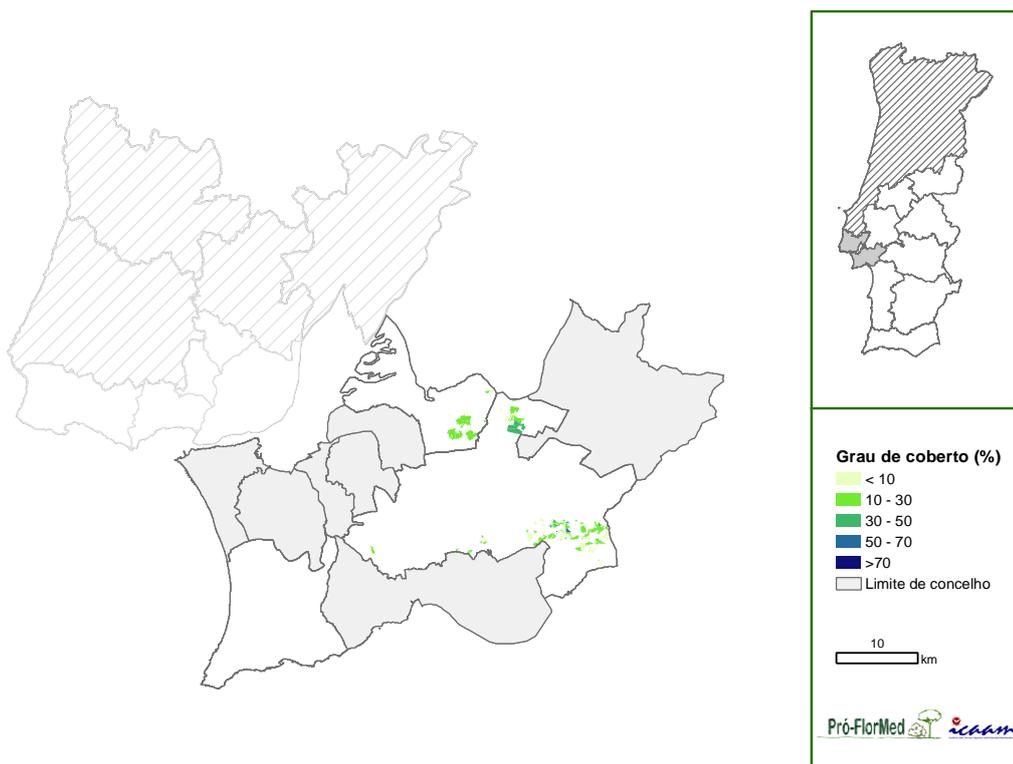


Figura 46. Grau de coberto de azinheira na AM de Lisboa

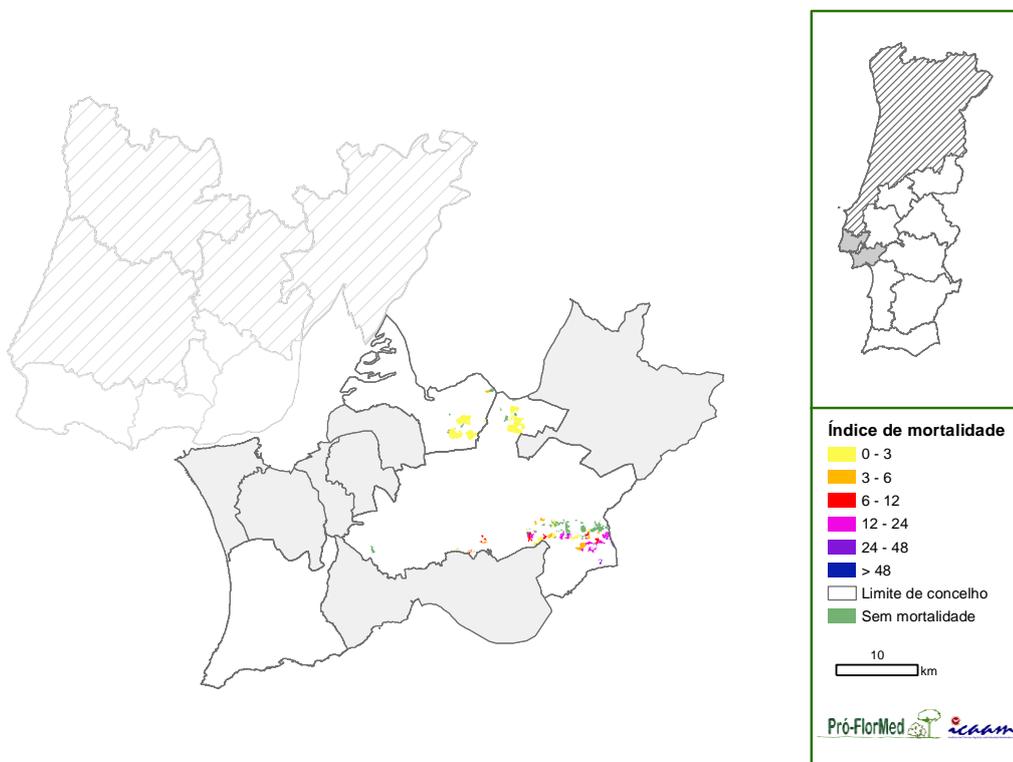


Figura 47. Índice de mortalidade de azinheira na AM de Lisboa

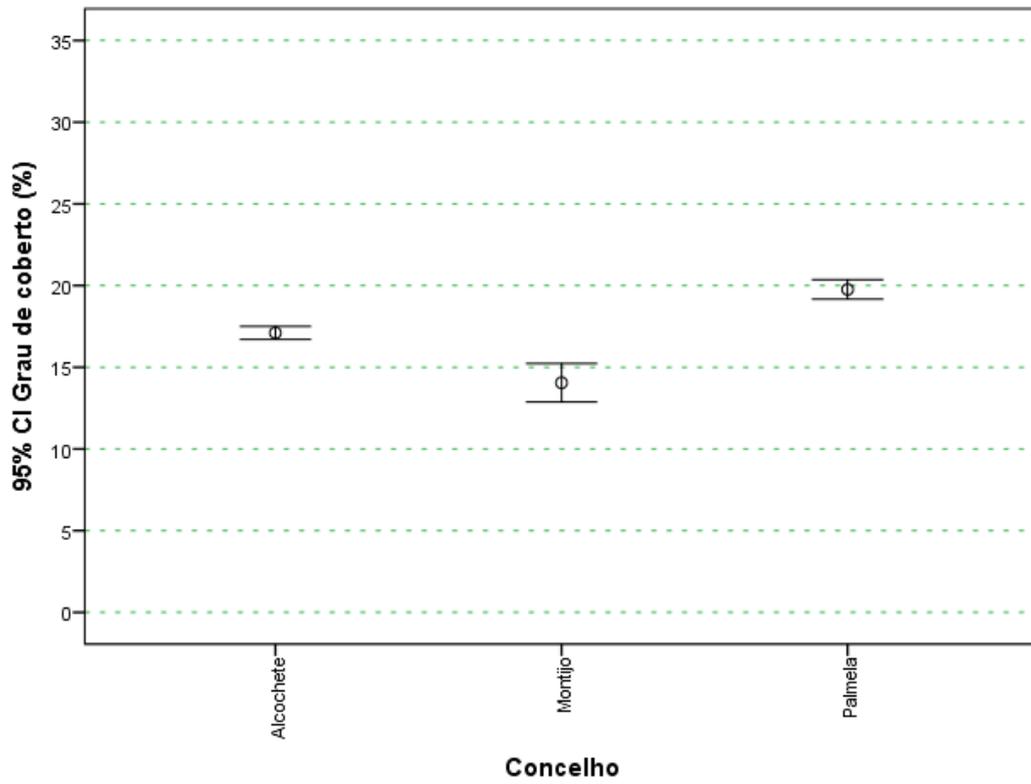
Quando analisada a distribuição espacial do grau de coberto de azinheira nestes concelhos, verifica-se que na sua maioria as áreas apresentam graus de coberto entre os 10 % e os 30 %, surgindo algumas zonas onde se alcança a classe dos 30 % – 50 % e pontualmente as classes mais elevadas, no concelho de Palmela. Por outro lado, é também em Palmela que são observados maiores fenómenos de mortalidade existindo áreas bastante críticas que pertencem à classe de 24 – 48 de índice de mortalidade. Salienta-se ainda que no concelho de Alcochete já não existem áreas sem mortalidade.

Na Tabela 15 e Figura 48 estão descritos os resultados das estatísticas descritivas para grau de coberto de azinheira, densidade de árvores mortas por hectare e índice de mortalidade por concelho, e respetivos intervalos de confiança 95 % para as médias da NUT da Área Metropolitana de Lisboa. Foram avaliados graus de coberto médios de 19.8% em Palmela, 17.1 % em Alcochete e 14 % na pequena área de azinheira no Montijo. Neste concelho foram ainda obtidos valores de 0.09 árvores mortas /ha e um índice de mortalidade de 0.99. Alcochete, relativamente aos parâmetros relacionados com a mortalidade, foi o concelho que apresentou menores preocupações com valores muito baixos em ambos os parâmetros. Por sua vez, os 3.2 % da área de Palmela apresentaram um valor médio bastante elevado, 5.52 de índice de mortalidade, indicando fortes eventos de mortalidade.

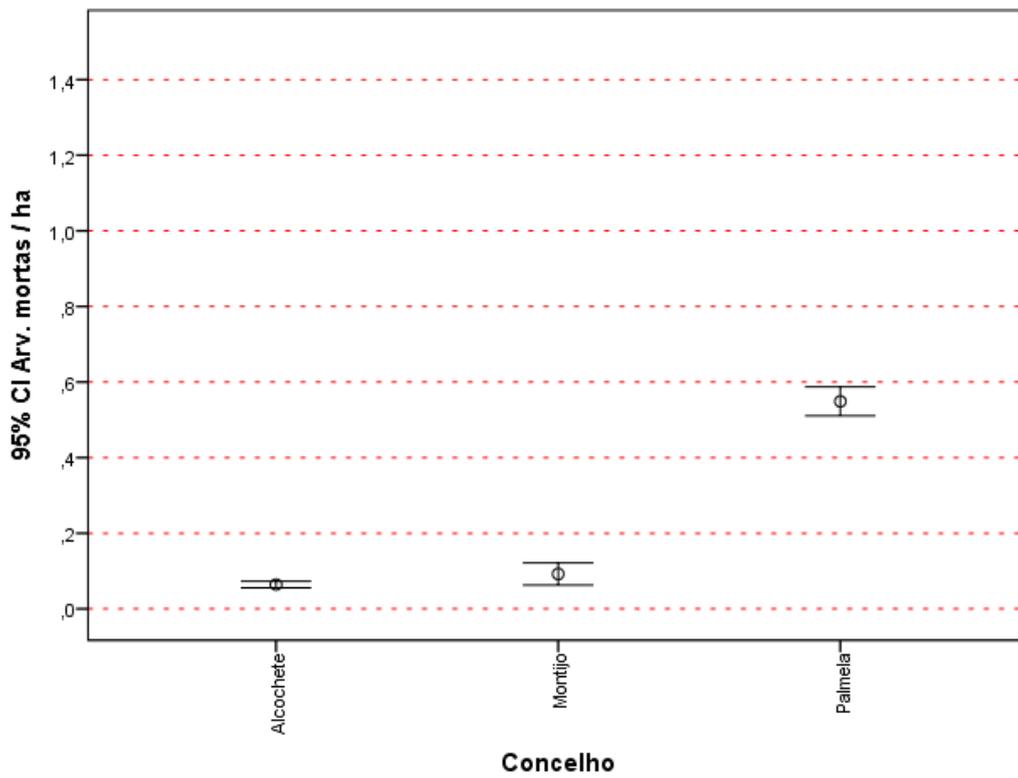
CONCELHO	Grau de Coberto* (%)	Densidade de Árvores Mortas* (arv/ha)	Índice de Mortalidade* ($\times 10^{-4}$)	Área analisada por concelho (%)
Alcochete	17.1 \pm 0.2	0.06 \pm 0.00	0.41 \pm 0.03	3.8
Montijo	14.0 \pm 0.6	0.09 \pm 0.01	0.99 \pm 0.18	0.2
Palmela	19.8 \pm 0.3	0.55 \pm 0.02	5.52 \pm 0.44	3.2
*Média e erro padrão para a área analisada				

Tabela 15. Parâmetros de abundância e mortalidade de azinheira por concelhos na NUT III – Área Metropolitana de Lisboa

a)



b)



c)

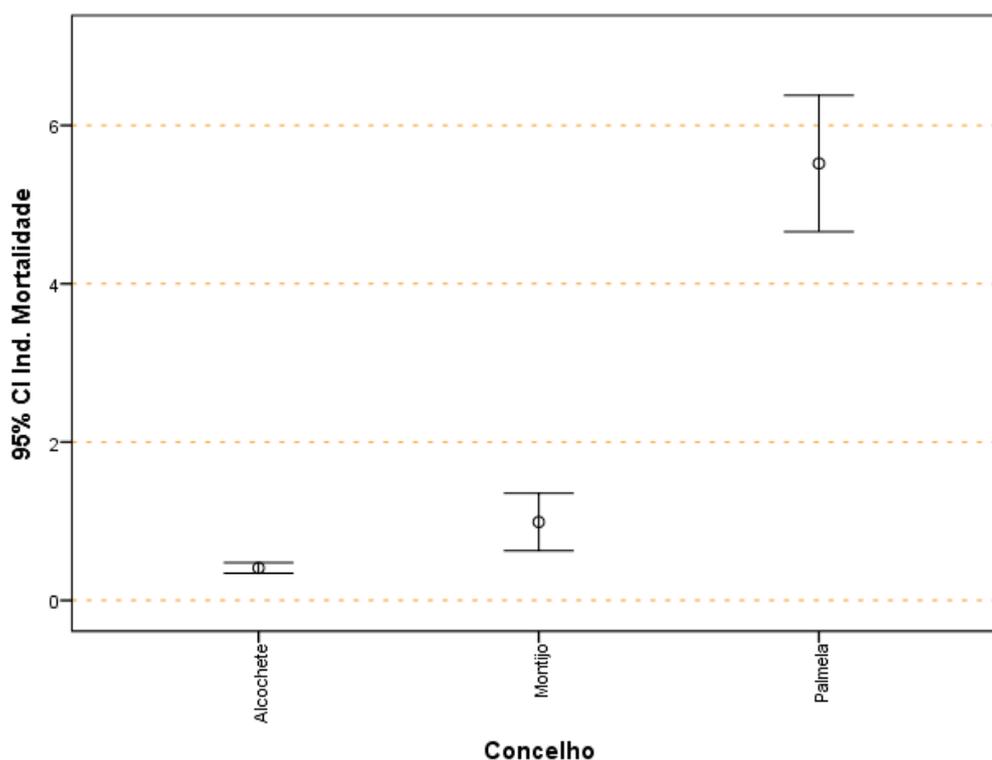


Figura 48. Média e intervalo de confiança (95 %) nos concelhos da Área Metropolitana de Lisboa de: a) Grau de coberto; b) Árvores mortas/ha; c) Índice de mortalidade

IV.2. Avaliação das causas de mortalidade

Os eventos de mortalidade registados no presente estudo sincrónico representam um horizonte temporal não superior a 5 anos (a assinatura espectral que permite identificar as árvores mortas necessita da presença dos ramos e raminhos, apenas presentes nos anos subsequentes à morte da árvore) pelo que os dados de densidade de mortalidade, grau de coberto e o índice de mortalidade representam um evento instantâneo. Apenas um estudo diacrónico permite adquirir a dinâmica deste evento e permitirá determinar os fluxos de mortalidade e confirmar a vulnerabilidade dos ecossistemas de azinheira em determinadas combinações de fatores biofísicos (solo, topografia e clima).

Tendo em conta o anteriormente exposto, decidiu-se na presente análise apenas estudar as áreas onde se registaram eventos de mortalidade para identificar os fatores que mais se destacam nas zonas onde o evento está ativo.

As áreas onde não se observaram eventos de mortalidade podem ou não ser consideradas representativas de ausência do evento, podendo representar áreas onde a

mortalidade já ocorreu e já não está visível, ou áreas verdadeiramente menos vulneráveis, daí terem sido excluídas desta análise.

Neste contexto são apresentadas na Figura 49 as áreas relativas analisadas totais e por divisão administrativa NUTIII, em que são identificadas as percentagens de área com e sem mortalidade (1 e 0, respetivamente).

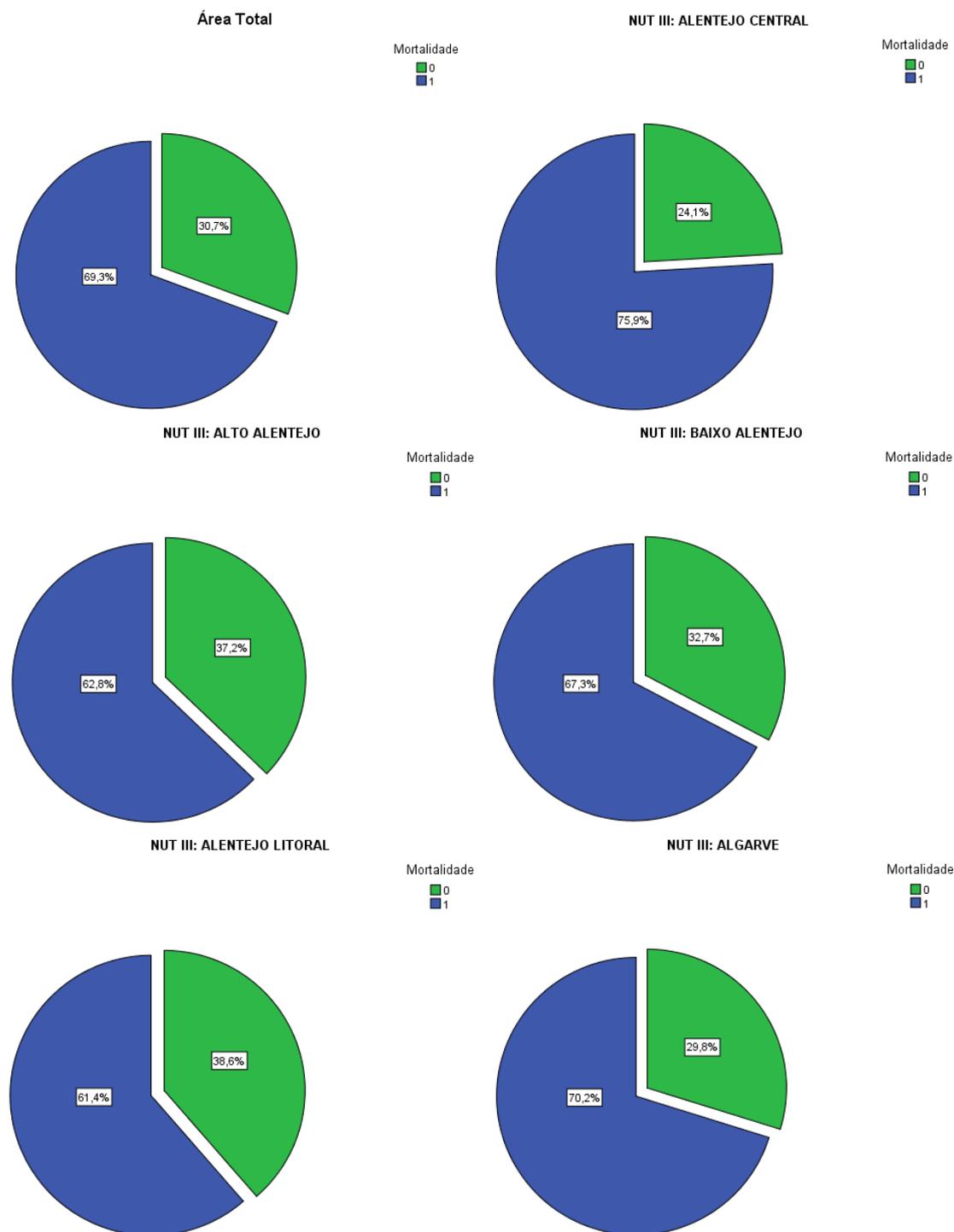


Figura 49. Percentagem de área com eventos de mortalidade (1) e sem eventos de mortalidade (0)

Uma leitura da Figura 49 mostra que, em geral, foi observada uma área média sem eventos de mortalidade de cerca de 31 % da área com presença de azinheira que, num estudo diacrónico, pode ser útil para uma análise mais detalhada das causas dos eventos de mortalidade. O Alto Alentejo e Alentejo Litoral são os que apresentam ainda maiores percentagens de área de azinheira sem eventos de mortalidade (cerca de 36 %). Apesar destes valores serem superiores ao valor mínimo observado (23 % no Alentejo Central) é de salientar que os valores são muito próximos indicando que se está perante um cenário preocupante em termos de sustentabilidade desta espécie nas suas regiões de distribuição.

Na Tabela 16 apresentam-se as estatísticas relativas ao índice de mortalidade das zonas com mortalidade para que se possa ter uma dimensão da média e do erro padrão da média em relação à área analisada, isto é, com registo de eventos de mortalidade com exclusão das áreas ardidas (ponderação apenas de áreas com evento ativo).

Observando a Tabela 16 pode observar-se que em relação à média geral do índice de mortalidade (2.48) apenas o Alto Alentejo e o Baixo Alentejo apresentam índices de mortalidade médio inferiores (1.66 e 2.38, respetivamente) sendo no Alentejo Litoral, no Algarve e no Alentejo Central onde se observam, por ordem decrescente, os valores mais elevados de índice de mortalidade médio (3.94, 2.84 e 2.78). O Alentejo Litoral e o Algarve são regiões com uma área de azinheira residual mas são importantes para a análise por se encontrarem nos limites de distribuição da espécie.

NUT III	Índice de mortalidade		
	N	Mean	
	Statistic	Statistic	Std. Error
Área Total	521201	2.48	0.013
Alentejo Central	205015	2.78	0.021
Alto Alentejo	98560	1.66	0.017
Baixo Alentejo	182174	2.38	0.024
Alentejo Litoral	19297	3.94	0.078
Algarve	16155	2.84	0.114

Tabela 16. Estatísticas descritivas (média e erro padrão da média) para o índice de mortalidade

Optou-se por apresentar os resultados da análise por região NUT III para manter a coerência com o inventário da mortalidade do sobreiro (Ribeiro e Surovy, 2008) e para que se possam comparar os resultados de ambos os estudos.

Os resultados são analisados tendo em conta os intervalos de confiança para a média do índice de mortalidade construídos para os estratos de limitações do solo e para as classes de declive.

IV.2.1. Alentejo Central

No Alentejo Central, considerando os estratos de características diagnóstico, a observação da Figura 50a, indica que as limitações dominantes nesta região são a descontinuidade textural (33 % da área total), a profundidade expansível (31 %), a drenagem interna (7 %) e a drenagem externa (4 %). Os solos sem limitações ocupam 21 % do território. Observando a Figura 50b, verifica-se que a área analisada (onde foram identificadas árvores mortas) manteve as proporções em relação às características-diagnóstico da NUT III, indicando que os eventos de mortalidade se distribuem proporcionalmente às manchas de solo. Tendo em conta a média do índice de mortalidade do Alentejo Central (ver tabela 16) de 2.78 pode verificar-se nas Figuras 50 e 51 que, em relação às limitações do solo dominantes, as que apresentam valores superiores à média são a profundidade expansível (3.68), drenagem externa (3.46), sendo seguida da descontinuidade textural (2.64). Os resultados indicam que, à semelhança do descrito por Ribeiro e Surový (2008) para o sobreiro, os eventos de mortalidade são mais intensos nos solos com limitações de profundidade do perfil do solo onde as mobilizações têm um efeito mais destrutivo no sistema radicular das azinheiras e potenciam a infeção das raízes por fitóftora quando o inóculo está presente. Nos solos sem limitações também foi observado um valor médio de índice de mortalidade próximo da média no conjunto das NUT III analisadas (2.48) à semelhança do observado em todas as regiões analisadas (Figuras 51, 55, 59, 63) mostrando uma resposta constante destes solos em relação ao índice de mortalidade, não observada para a generalidade das outras limitações de solo observadas.

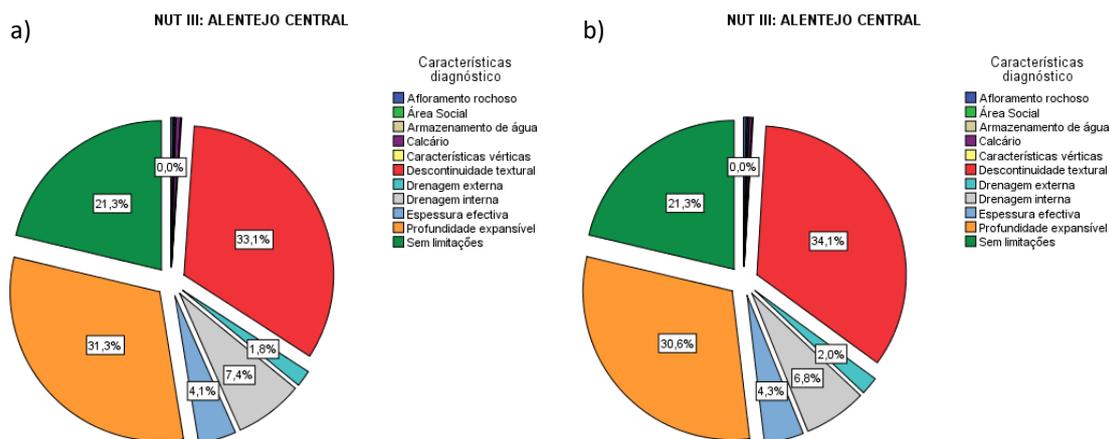


Figura 50. Distribuição das características-diagnóstico pela área total da NUT III (a) e pela área analisada de azinha (b) – Alentejo Central

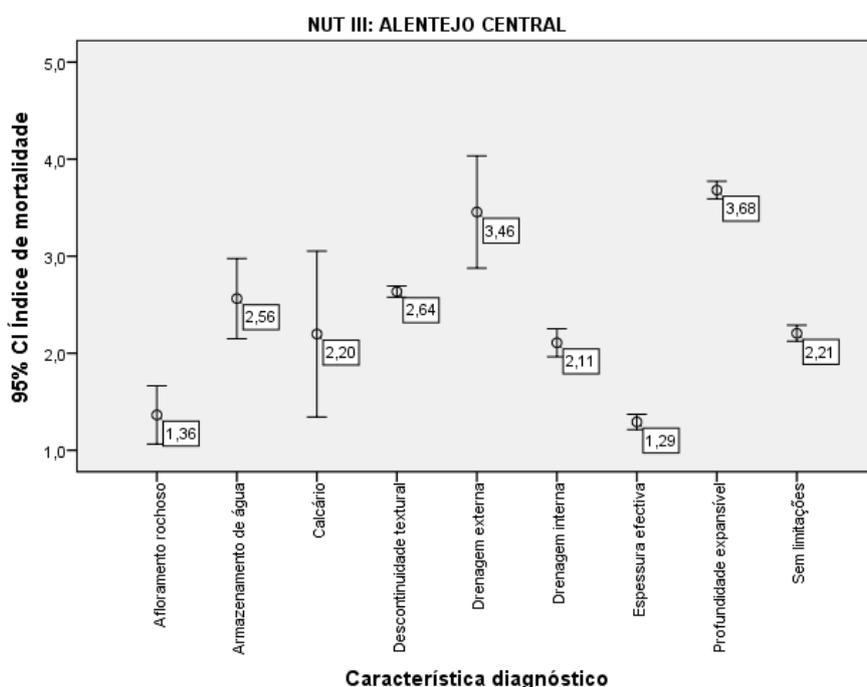


Figura 51. Média e intervalo de confiança (95 %) do Índice de mortalidade por classe de limitação do solo – Alentejo Central

Em relação às classes de declive (Figura 52), constata-se uma dominância da classe 1 (0 – 15 %) que ocupa 98 % da área de azinha e valores residuais de povoamentos de azinha em áreas com classe 3 (> 35 %) de declive (0.01 % da área total). Não obstante desta distribuição espacial dos povoamentos de azinha, observa-se uma tendência decrescente do índice de mortalidade que apresenta valores próximos da média para a classe 1 e valores abaixo da média (geral e da NUT III) para as classes de declive 2 e 3. Este resultado, e tendo em conta a intensificação da componente agro-pastoril observada nas últimas décadas, pode evidenciar o efeito da menor intensidade de exploração do sob coberto nos solos com declives acima dos 15 %.

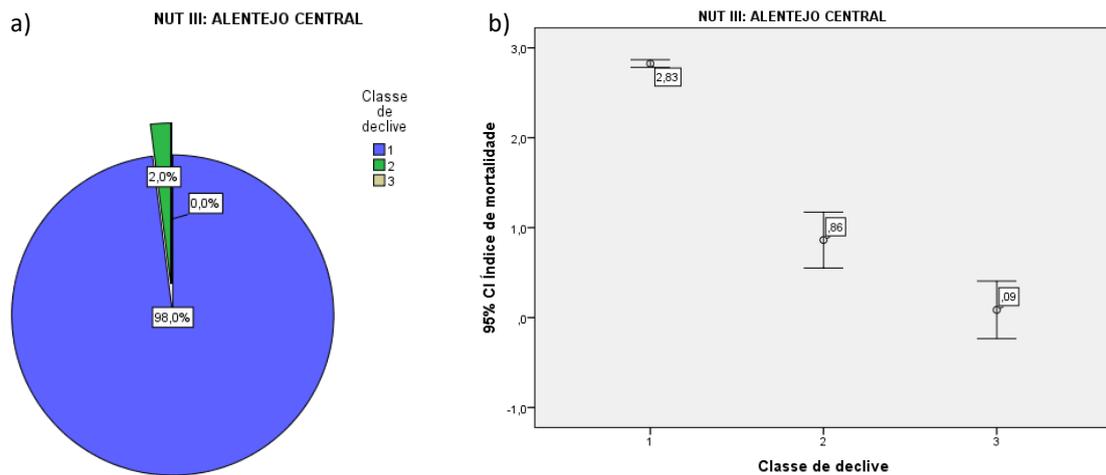


Figura 52. Percentagem da área total de azinheira distribuída pelas classes de declive (a) e média e intervalo de confiança (95 %) do Índice de mortalidade por classe de declive (b) – Alentejo Central

A mesma tendência nas três classes de declive em cada estrato de limitação do solo foi verificada (Figura 53), onde se observaram valores de índice de mortalidade para as classes de declive 2 e, especialmente, 3 que não diferem estatisticamente de zero, o que corrobora a análise anterior. Este facto mostra que futuros estudos do declínio da azinheira deverão considerar a combinação limitação do solo e declive nos desenhos experimentais para estudar o efeito da gestão do sob coberto para a vulnerabilidade à fitófтора.

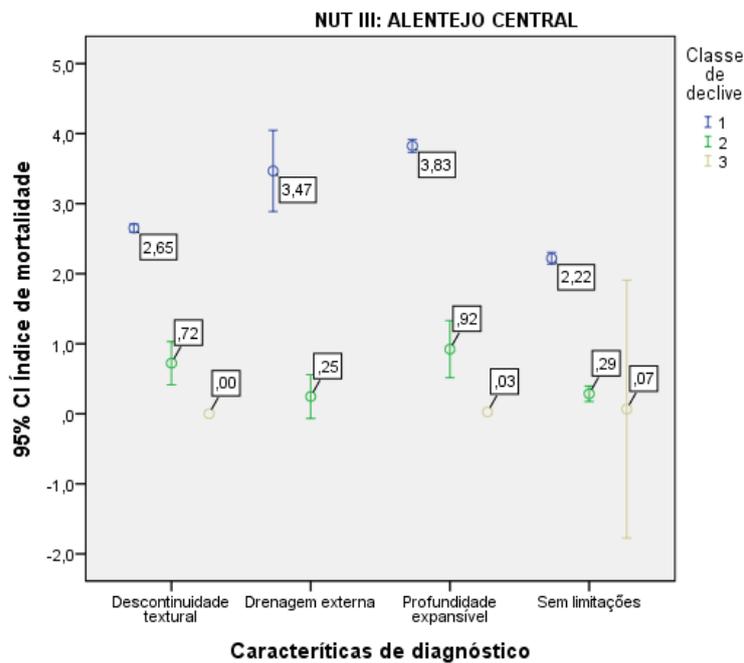


Figura 53. Média e intervalo de confiança (95 %) do Índice de mortalidade por classe de declive por classe de limitação do solo – Alentejo Central

IV.2.2. Alto Alentejo

No Alto Alentejo, considerando as características diagnóstico do solo, a observação da Figura 54a, indica que as limitações dominantes são a descontinuidade textural (24 % da área total), a profundidade expansível (21% da área total), a drenagem interna (8 % da área total) e a espessura efetiva (8 % da área total). Os solos sem limitações ocupam 31 % do território. Observando a Figura 54b, verifica-se que a área analisada (onde se identificaram árvores mortas) manteve as proporções em relação às limitações de solo indicando que os eventos em estudo se distribuem também nesta NUT III proporcionalmente às manchas de solo.

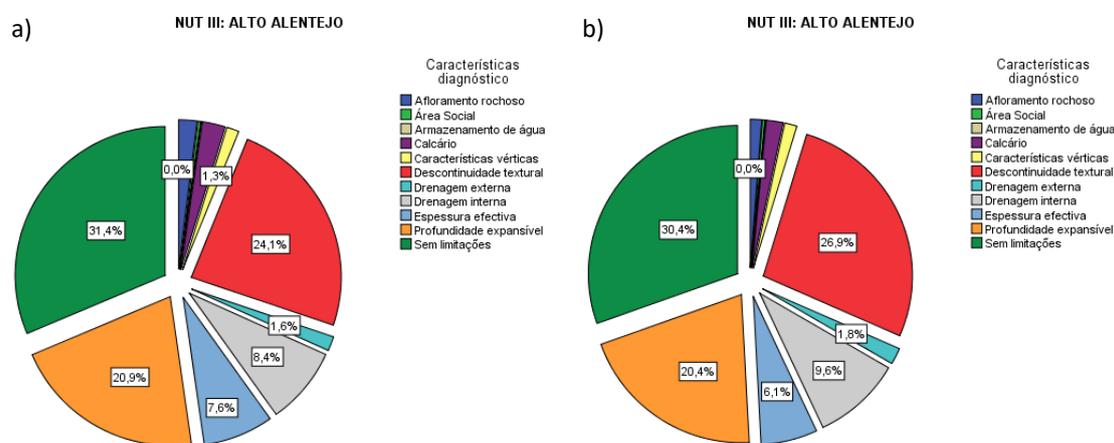


Figura 54. Distribuição das características de diagnóstico pela área total da NUT (a) e pela área analisada de azinheira (b) – Alto Alentejo

Tendo em conta a média do índice de mortalidade da Tabela 16 (1.66) pode verificar-se na Figura 55 que, em relação às limitações do solo dominantes, apenas a espessura efetiva apresenta valores superiores à média (1.73). As outras limitações relacionadas com a profundidade do solo (descontinuidade textural com 1.57 e profundidade expansível com 1.43) apresentam valores inferiores aos dos solos sem limitações (2.04) que nesta NUT III são ligeiramente inferiores ao índice de mortalidade médio geral (2.48).

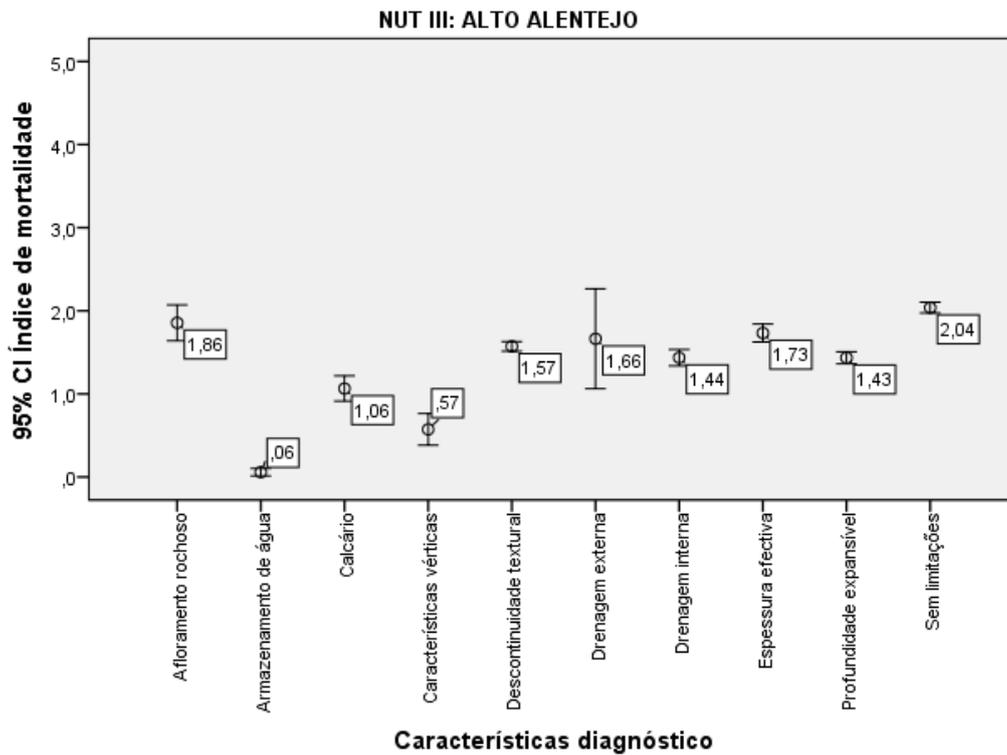


Figura 55. Média e intervalo de confiança (95 %) do Índice de mortalidade por classe de limitação do solo – Alto Alentejo

Em relação às classes de declive no Alto Alentejo (Figura 56a), verifica-se que os povoamentos de azinheira se distribuem quase em exclusivo nas áreas com classe de declive 1 (99,2 % da área total). Observando a Figura 56b (a classe de declive 3 foi excluída por falta de representatividade estatística), encontra-se a mesma tendência decrescente do índice de mortalidade médio que, para a classe de declive 1, se aproxima da média geral e na classe de declive 2 é inferior e próxima de zero.

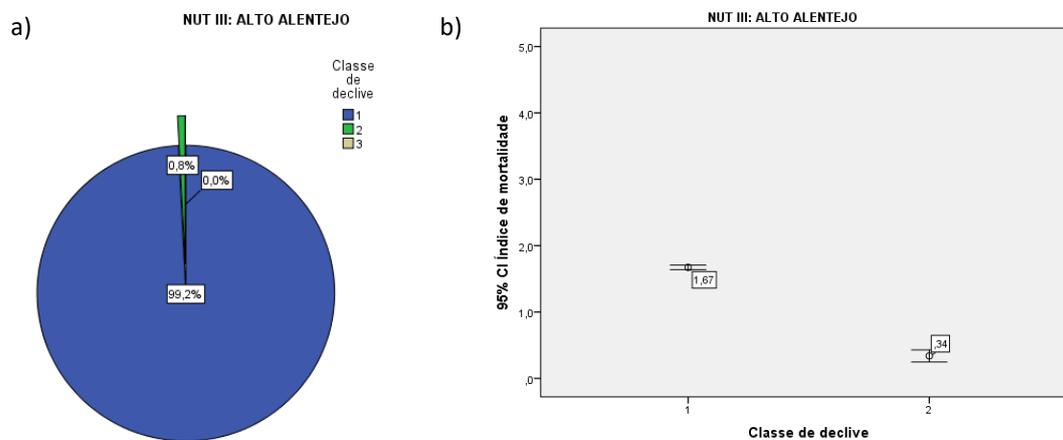


Figura 56. Percentagem da área total de azinheira distribuída pelas classes de declive (a) e média e intervalo de confiança (95 %) do Índice de mortalidade por classe de declive (b) – Alto Alentejo

Numa análise mais detalhada das classes de declive em cada característica diagnóstico, Figura 57, os resultados mostram que os eventos de mortalidade se concentram na classe de declive 1 nas limitações do solo dominantes. Apresentam um comportamento muito similar nos solos sem limitações, indicando que a gestão do sob coberto será um fator determinante uma vez que a intensificação esperada na classe de declive 1 pode estar a contribuir para as diferenças significativas dos valores médios do índice de mortalidade observados.

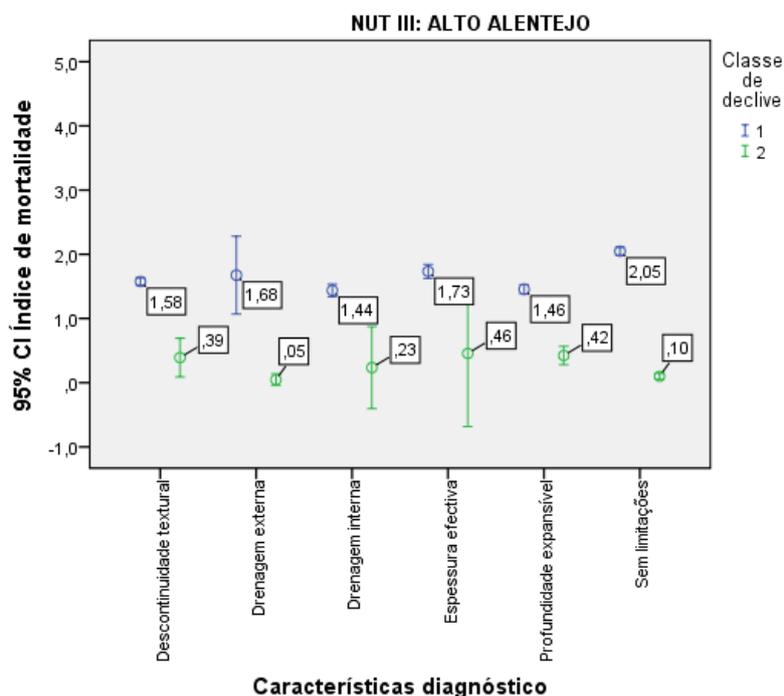


Figura 57. Média e intervalo de confiança (95 %) do Índice de mortalidade por classe de declive por classe de limitação do solo – Alto Alentejo

IV.2.3. Baixo Alentejo

No Baixo Alentejo, considerando as características-diagnóstico, a observação da Figura 58a, indica que as limitações dominantes são a profundidade expansível (59 % da área total) e a descontinuidade textural (25 % da área total). Na região NUT III onde se registaram as maiores percentagens de alteração de uso de floresta (especialmente montados de azinho e azinhais) para a agricultura justificam a baixa percentagem de solos sem limitações com coberto de povoamentos de azinho (6 % da área total) que foram preferencialmente escolhidos para a instalação de culturas agrícolas. Observando a Figura 58b, verifica-se que a área analisada (onde se identificaram árvores mortas) manteve as proporções em relação às limitações de solo

indicando que os eventos em estudo se distribuem também nesta NUT III proporcionalmente às manchas de solo.

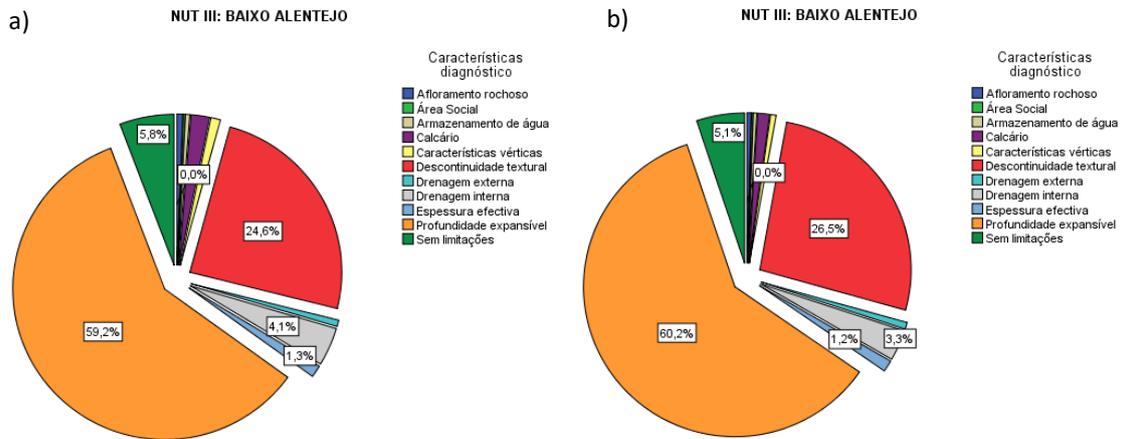


Figura 58. Distribuição das características de diagnóstico pela área total da NUT (a) e pela área analisada de azinheira (b) – Baixo Alentejo

Em relação às limitações do solo dominantes, o valor médio de mortalidade na limitação de profundidade expansível é superior à média geral desta NUT III (2.38), apresentando um valor de 2.80 reforçando a importância desta limitação do solo na concentração da mortalidade (Figura 59). Nesta NUT III do Baixo Alentejo, os solos sem limitações apresentam os valores mais baixos de mortalidade de todas as regiões (1.44), claramente abaixo da média.

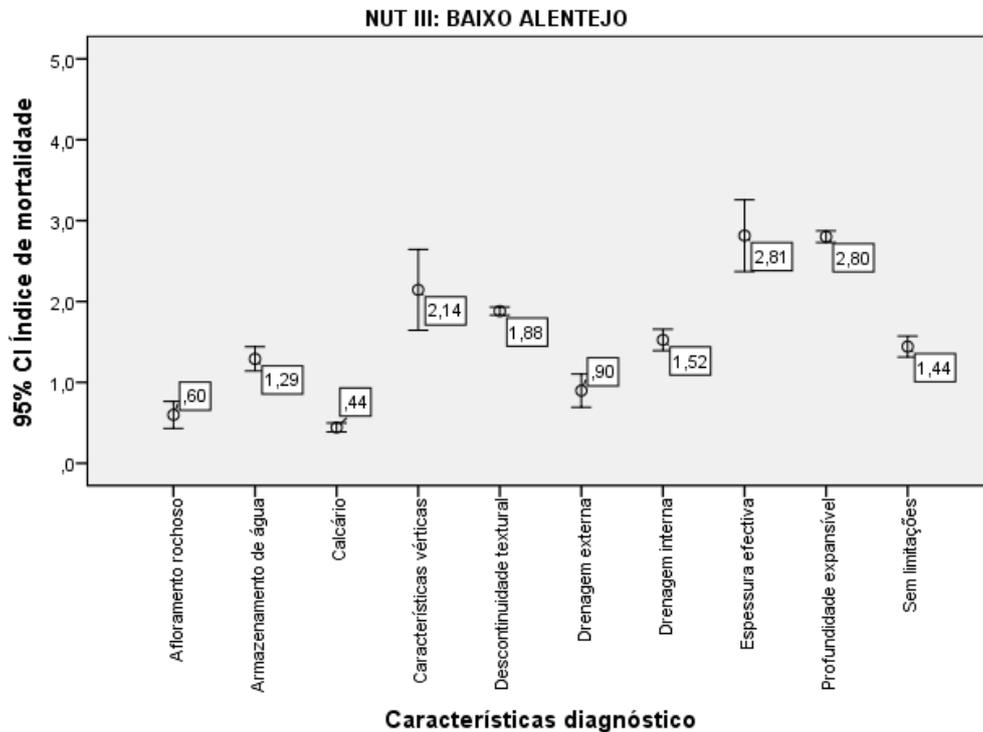


Figura 59. Média e intervalo de confiança (95 %) do Índice de mortalidade por classe de limitação do solo – Baixo Alentejo

Relativamente às classes de declive, na NUT III do Baixo Alentejo verifica-se que os povoamentos de azinheira se distribuem em grande parte nas áreas com classe de declive 1 (95.3 % da área total) seguidas da classe de declive 2 (4.7 % da área total) e residualmente da classe de declive 3 (0.02 % da área total), como se pode verificar na Figura 60a. A mesma tendência decrescente do índice de mortalidade médio que foi verificada nas NUT III anteriores que, para a classe de declive 1 (2.47) se aproxima da média e na classe de declive 2 (0.47) é inferior à média e próxima de zero na classe de declive 3 (0.12) (Figura 60b). Finalmente, detalhando a análise das classes de declive em cada característica-diagnóstico dominante nesta NUT os resultados representados na Figura 61 mostram que os eventos de mortalidade se concentram na classe de declive 1 nas limitações do solo dominantes, apresentando um comportamento muito similar nos solos sem limitações. É importante referir o elevado valor observado para a classe de declive 1 no solo com limitação espessura efetiva (2.90) que está em linha com o observado na mesma limitação para o Alto Alentejo sugerindo que, nestes solos com substrato litológico mais resistente e impenetrável para as raízes das azinheiras, os efeitos da gestão podem ser mais intensos sobre as raízes e na erosão e, tendo em conta a baixa taxa de pedogénese, mais definitivos.

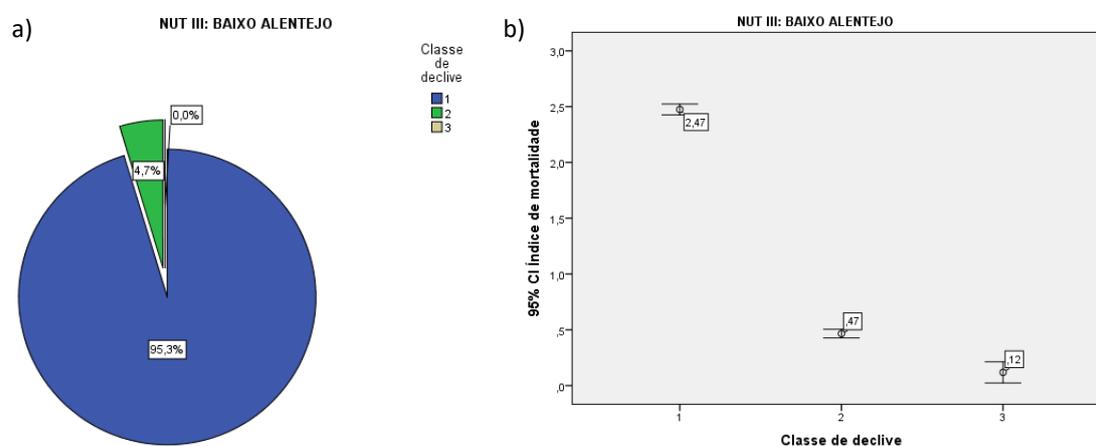


Figura 60. Percentagem da área total de azinheira distribuída pelas classes de declive (a) e média e intervalo de confiança (95 %) do Índice de mortalidade por classe de declive (b) – Baixo Alentejo

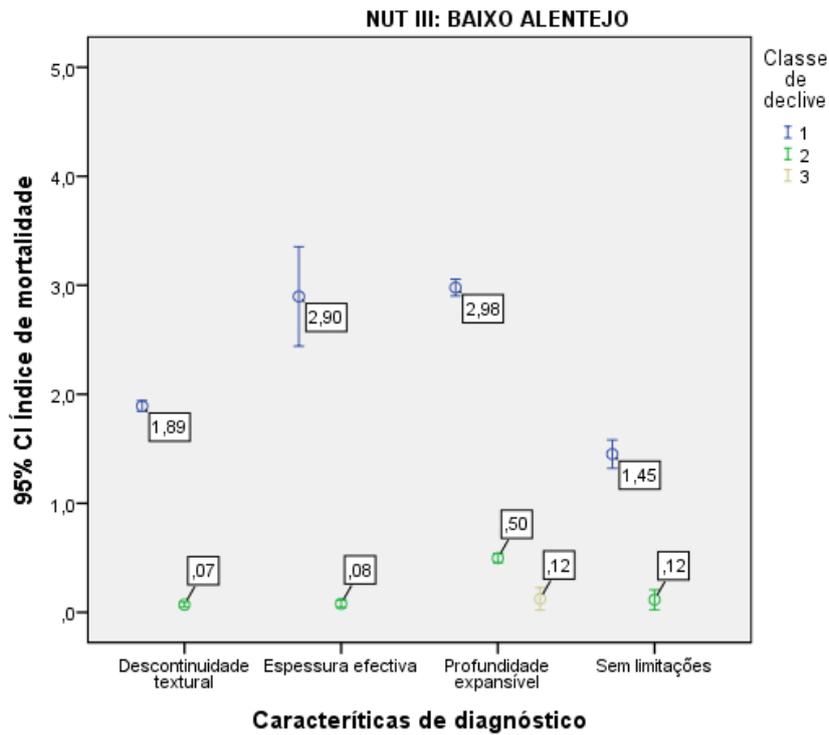


Figura 61. Média e intervalo de confiança (95 %) do Índice de mortalidade por classe de declive por classe de limitação do solo – Baixo Alentejo

IV.2.4. Alentejo Litoral

No Alentejo Litoral, considerando as características-diagnóstico, a observação da Figura 62a, indica que os solos sem limitações ocupam 23 % do território. Por outro lado, a profundidade expansível, a descontinuidade textural, a drenagem interna e o armazenamento de água são as limitações dominantes desta região ocupando 32, 13, 17 e 5 % da área total, respetivamente. Avaliando a Figura 62b, verifica-se que a área analisada (onde se identificaram árvores mortas) manteve praticamente as proporções em relação aos solos sem limitações mas aumentou nos solos com as limitações profundidade expansível (de 32 % para 34 %) e descontinuidade textural (de 13 % para 16 %) e, diminuiu em relação à drenagem interna (de 17 % para 15 %) sugerindo uma maior suscetibilidade de determinados solos aos processos de declínio.

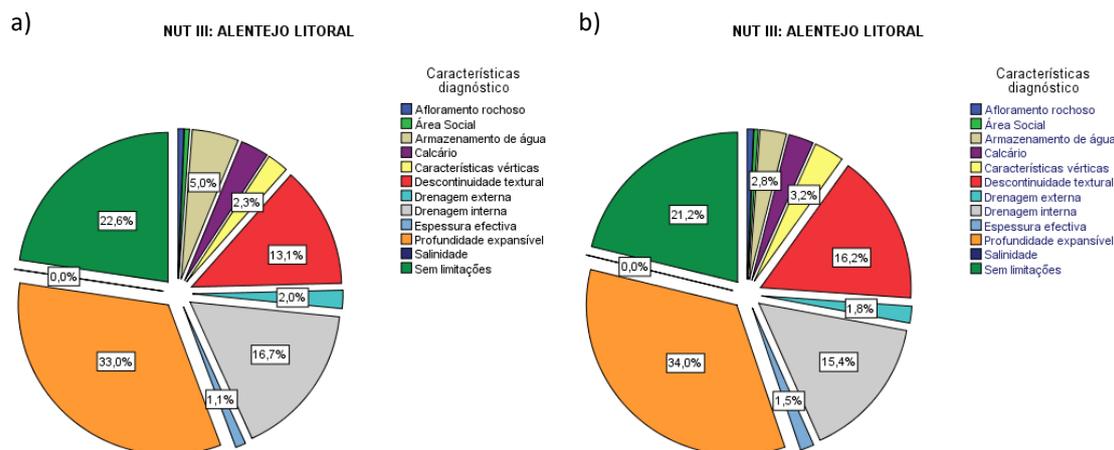


Figura 62. Distribuição das características-diagnóstico pela área total da NUT (a) e pela área analisada de azinheira (b) – Alentejo Litoral

Tendo em conta a média do índice de mortalidade obtido para esta região (3.94) pode verificar-se na Figura 63 que, em relação às limitações do solo dominantes, as que apresentam valores superiores à média são claramente a descontinuidade textural (5.79) e a profundidade expansível (5.54).

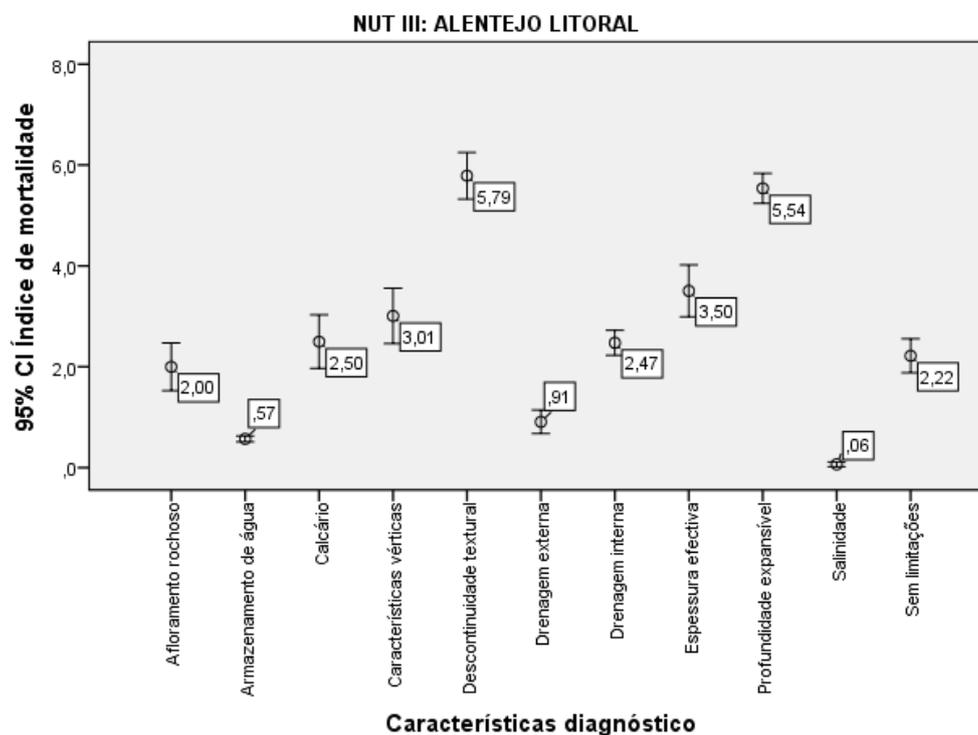


Figura 63. Média e intervalo de confiança (95 %) do Índice de mortalidade por classe de limitação do solo – Alentejo Litoral

Estes resultados reforçam a relação entre as limitações de profundidade do perfil do solo e a ocorrência de mortalidade, que é muito semelhante ao observado para o sobreiro na

mesma região (Ribeiro e Surovy, 2008). Estes factos sugerem que existem muitas semelhanças em relação  as causas de declínio entre os sobreiros e as azinheiras.

Em relação  as classes de declive (Figura 64a), constata-se uma dominância da classe 1 que ocupa 95 % da área de azinheira e valores residuais de povoamentos de azinheira em áreas com classe 2 de declive (0.5 % da área total). Não obstante desta distribuição espacial dos povoamentos de azinheira, observa-se a mesma tendência decrescente do ndice de mortalidade do Alentejo Central que, apresenta valores próximos da média da NUT III para a classe 1 e valores perto da média geral para a classe de declive 2 e, perto de zero para a classe de declive 3. Este resultado reforça o que foi referido anteriormente em relação  as variações da gestão do sob coberto com o declive (Figura 64b).

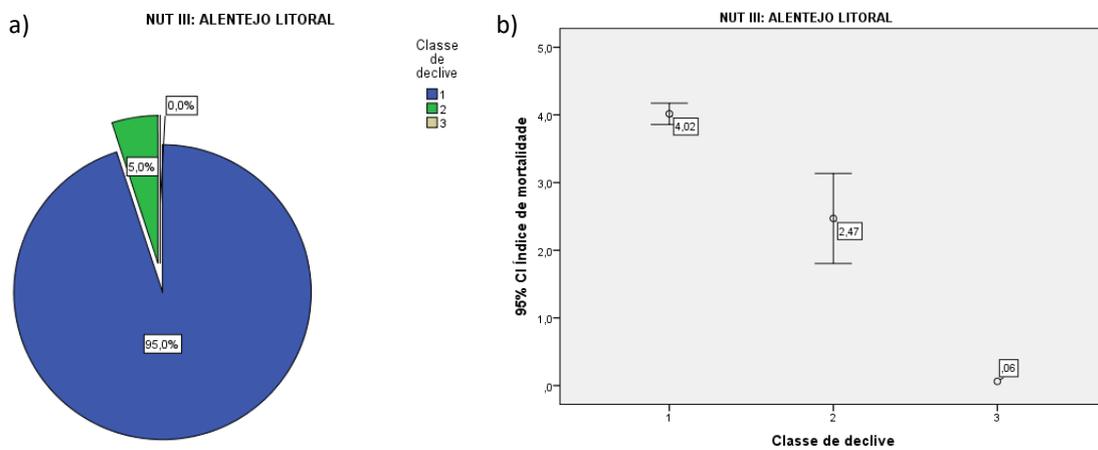


Figura 64. Percentagem da área total de azinheira distribuída pelas classes de declive (a) e mdia e intervalo de confiança (95 %) do ndice de mortalidade por classe de declive (b) – Alentejo Litoral

Na Figura 65 pode observar-se claramente a mesma tendência decrescente do ndice de mortalidade nas três classes de declive para os estratos de limitação do solo, descontinuidade textural e profundidade expansível, sendo esta menos evidente nos solos com problemas como a drenagem interna. Nos solos sem limitações observa-se uma tendência diferente (não significativa), com um valor mais elevado de ndice de mortalidade médio na classe de declive 2, que pode indiciar que nestes solos com melhores características, a intensificação do sistema de gestão de sob coberto se estende para as zonas com maior declive. Esta tendência foi também observada para o sobreiro na mesma região NUT III (Ribeiro e Surovy, 2008).

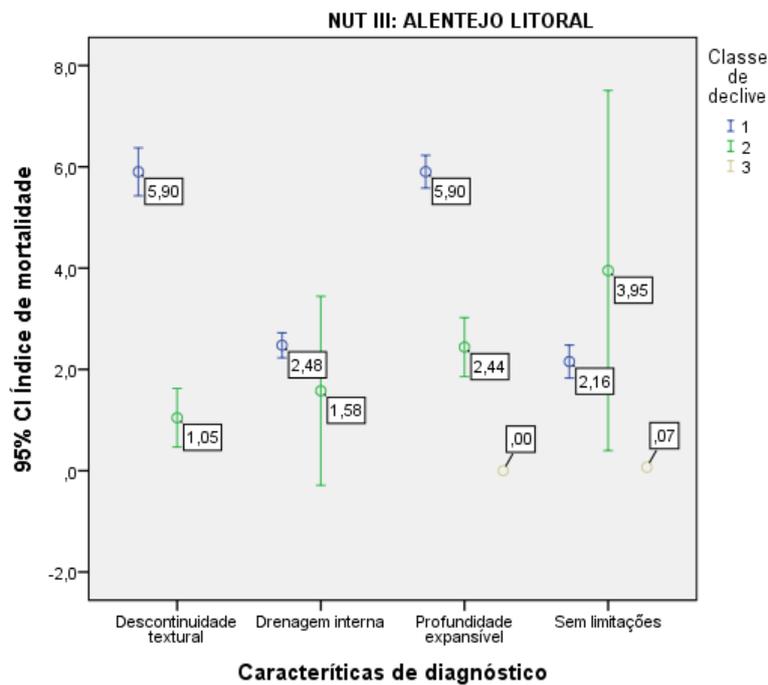


Figura 65. Média e intervalo de confiança (95 %) do Índice de mortalidade por classe de declive por classe de limitação do solo – Alentejo Litoral

IV.2.5. Algarve

No Algarve, considerando as características de diagnóstico, a observação da Figura 66a, indica que a limitação dominante é a profundidade expansível (99 % da área total), indicando que os povoamentos de azinheira estão concentrados nos solos com substrato rochoso de xistos. Observando a Figura 66b, verifica-se que a área analisada manteve as proporções em relação à distribuição dos eventos de mortalidade com as limitações do solo.

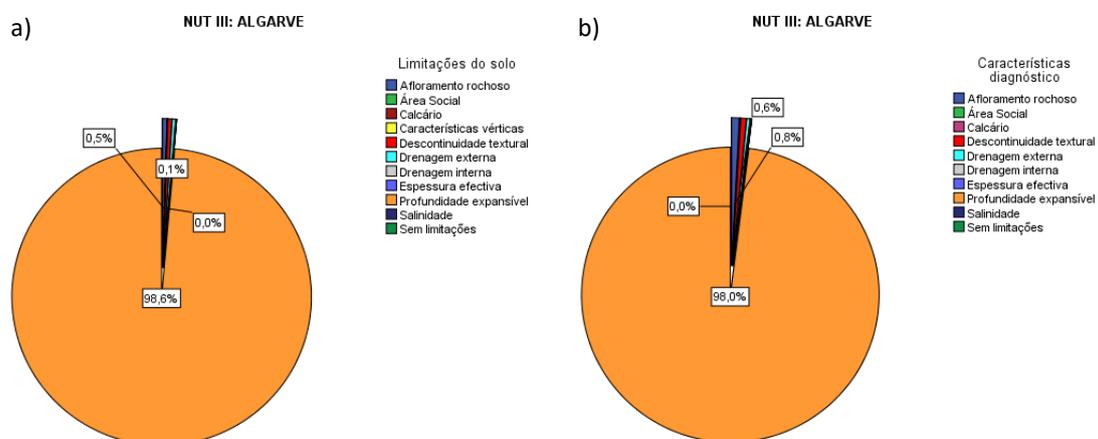


Figura 66. Distribuição das características-diagnóstico pela área total da NUT (a) e pela área analisada de azinheira (b) – Algarve

Tendo em conta a média do índice de mortalidade da Tabela 16 (2.84) pode observar-se na Figura 67, a coincidência esperada com o observado para média da limitação profundidade expansível (2.88), sendo ainda de relevar que, embora ocupando uma área residual, a outra limitação com um valor alto (2.33) foi igualmente relacionada com a profundidade do perfil, a descontinuidade textural, o que está em linha com os resultados anteriores. Em relação à característica drenagem externa, observam-se valores muito próximos de zero o que não se observou nas NUT anteriormente analisadas. Outro fator interessante prende-se com o valor muito próximo de zero do índice de mortalidade nos solos sem limitações. Estes dois últimos factos mostram a importância de prosseguirem estudos no terreno para identificar estas combinações de fatores e as suas influências na dinâmica do declínio da azinheira.

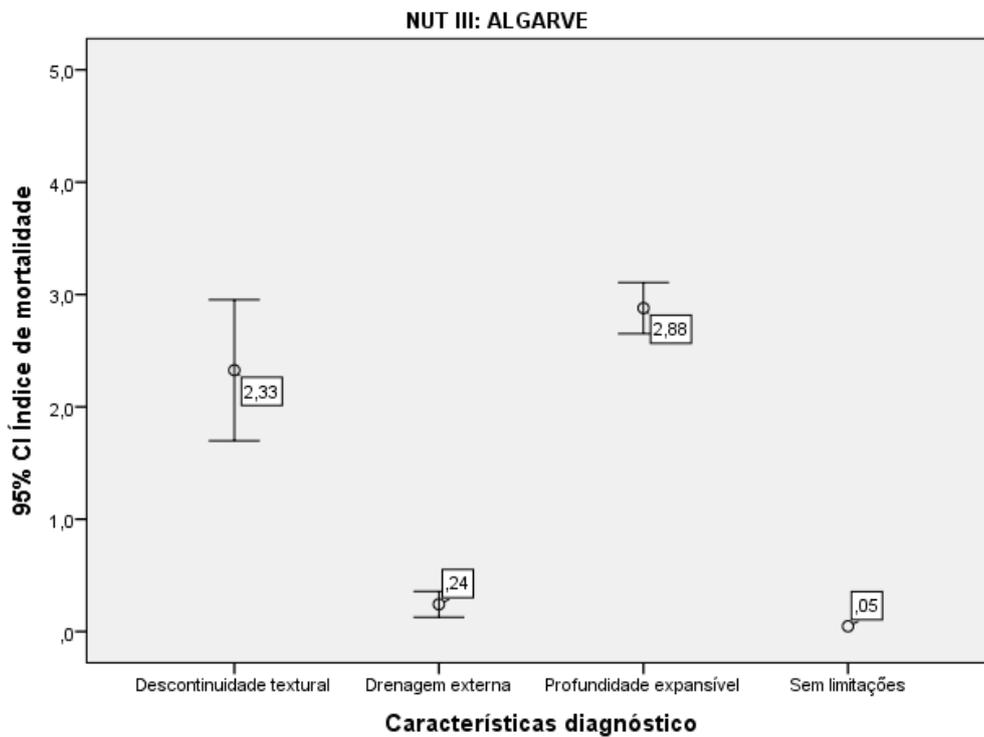


Figura 67. Média e intervalo de confiança (95 %) do Índice de mortalidade por classe de limitação do solo – Algarve

Em relação às classes de declive (Figura 68a) a NUT III Algarve apresenta uma distribuição das classes de declive diferente das anteriores com uma repartição mais equilibrada das três classes de declive: classe 1 com 54 %; classe 2 com 30 % e classe 3 com 16 %.

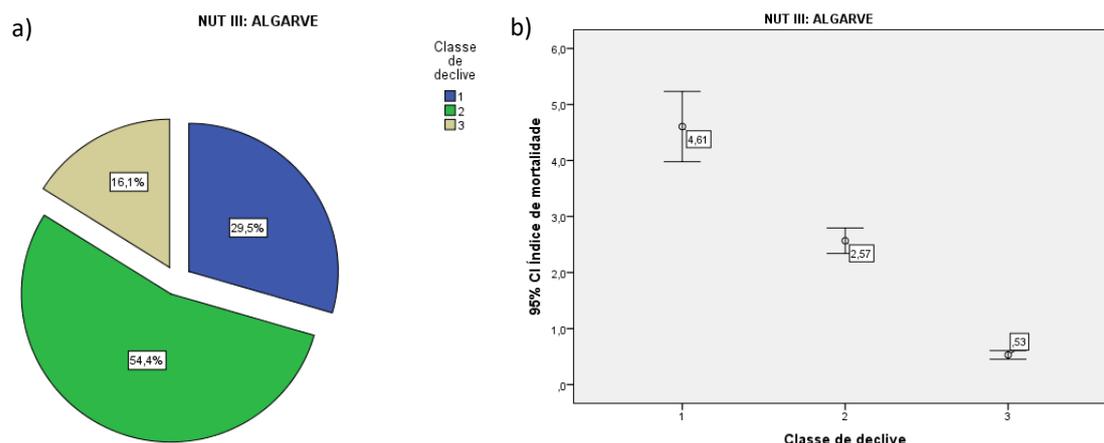


Figura 68. Percentagem da área total de azinheira distribuída pelas classes de declive (a) e média e intervalo de confiança (95 %) do Índice de mortalidade por classe de declive (b) – Algarve

Esta distribuição permite uma análise estatisticamente mais relevante para os eventos das classes de declive 2 e 3. Assim, a classe de declive 1 apresenta valor superior à média da NUT III, a classe 2 apresenta um valor abaixo mas próxima da média da NUT e acima da média Geral (2.48) e a classe 3 com valores muito inferiores à média (Geral e da NUT III). Na Figura 69, mostra-se que a tendência observada é bastante clara no solo com limitação profundidade expansível, mas menos clara e mais em linha com o observado nas outras NUT III, onde se observou uma tendência decrescente da média do índice de mortalidade nas três classes de declive. Estes resultados reforçam a influência da gestão do sob coberto no evento de mortalidade.

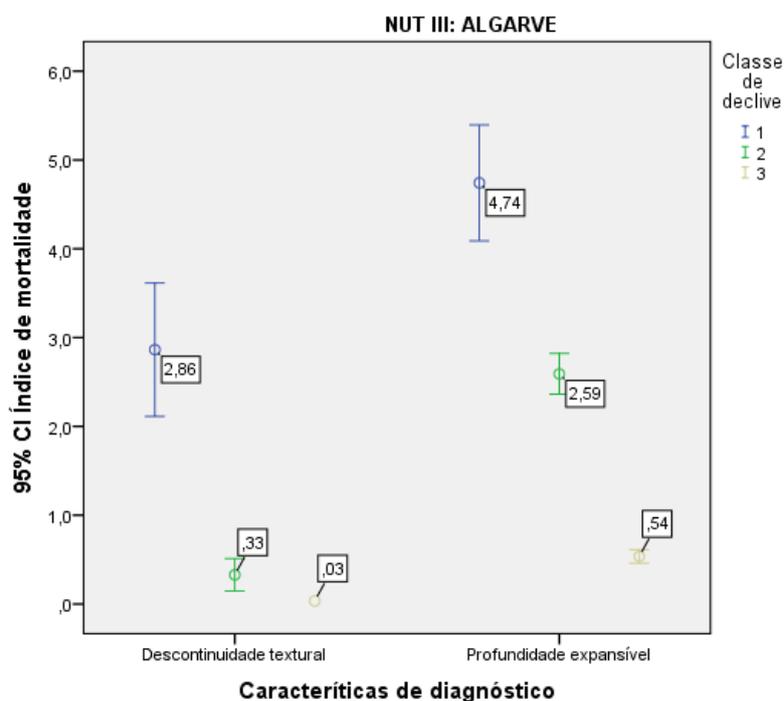


Figura 69. Média e intervalo de confiança (95 %) do Índice de mortalidade por classe de declive por classe de limitação do solo – Algarve

V. DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Os resultados totais identificaram 305 438 azinheiras mortas na fotografia aérea de 2004/2006 o que corresponde a uma perda de área de cobertura de projeção de copas de aproximadamente 9 453 228 m².

Foram elaboradas cartas de ocupação nacionais para a azinheira expressas em grau de coberto para todas as NUTS III da área de estudo, fundamentais como instrumento de ordenamento e planeamento florestal.

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

Embora estando em presença de um estudo sincrónico, os resultados de investigação recentes com abordagens estruturais e funcionais (David *et al.*, 2007, Camilo-Alves *et al.*, 2013, Corcobado *et al.*, 2013b, Corcobado *et al.*, 2014 e Dinis, 2014), foi possível identificar uma dinâmica que conduz ao estabelecimento de interações debilitantes para as árvores assente nos seguintes pontos:

- 1) À semelhança dos resultados do inventário de sobreiros mortos de Ribeiro e Surový (2008), também para a azinheira a intensidade da mortalidade foi significativamente maior nos solos com limitações relacionadas com a profundidade do perfil (descontinuidade textural, profundidade expansível e espessura efetiva). Em relação à influência do declive na intensidade da mortalidade, na generalidade das regiões estudadas, foi na classe de declive 1 (especialmente nos solos com limitações de profundidade de perfil) que se concentraram mais os eventos de mortalidade. Estes resultados sugerem que existe uma relação do declínio com a gestão do sob coberto destes sistemas silvopastoris ou agro-florestais, que se intensifica nas zonas mais planas e que, devido à mobilização dos solos, tem um efeito mais intenso sobre os sistemas radiculares das azinheiras;
- 2) Considerando as semelhanças entre os sobreiros e azinheiras e tendo em conta o novo conhecimento de que os danos nos sistemas radiculares são permanentes e fortemente debilitantes ao nível ecofisiológico a longo prazo, pode deduzir-se que as ainda atuais práticas agrícolas e florestais (controlo de matos), com recurso à mobilização do solo, está

na base de grande parte dos processos de declínio observados tanto no sobreiro como na azinheira. Urge, pois, apoiar a transferência de tecnologia que permita difundir as práticas agrícolas de sementeira direta e do controlo de matos com destroçadores para inverter o declínio dos povoamentos de azinheira e sobreiro.

À semelhança do estudo elaborado para o sobreiro (Ribeiro & Surovy, 2008), observou-se em todas as NUTS III analisadas uma grande coincidencia de resultados indicando que os fatores estudados ja permitem, com precisao, estabelecer procedimentos de intervencao silvicola ao nivel dos povoamentos no sentido de mitigar o efeito de uma grande parte dos fatores de declinio.

Finalmente considera-se que a preservacao dos sistemas florestais constituidos por povoamentos de azinheira e sobreiro passa pela definicao clara de objetivos florestais (sobreirais e azinhais) silvopastoris e agro-florestais (montado de sobreiro e azinho) e ajustar a carga animal e a producao de pastagem ao potencial da estacao para uso multiplo sustentado destas áreas, garantindo um incremento de potencial produtivo e prevenindo a desertificacao (Ribeiro *et al.* (2010)).

VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amaral, M. D. R., Borges, C., Santos, G. (1997). Montados de sobre e azinho: estratégias para o séc. XXI. In *Congressos Forestales*.
- Belo, C. C., Coelho, I., Rolo, J., Reis, P. (2014). Sistemas agroflorestais em Portugal continental: Parte II: montados, condições de uso do solo e evolução. *Revista de Ciências Agrárias*, 37 (2), 122-130.
- Camilo-Alves, C, Clara, M. I. E., & Almeida Ribeiro, N. M. C. (2013). Decline of Mediterranean oak trees and its association with *Phytophthora cinnamomi*: a review. *European Journal of Forest Research*, 132 (3), 411-432.
- Cardoso, J.C., (1965). Os solos de Portugal. Sua classificação, caracterização e génese. 1- A Sul do rio Tejo. Lisboa.
- Corcobado, T., Solla, A., Madeira, M. A., Moreno, G. (2013a). Combined effects of soil properties and *Phytophthora cinnamomi* infections on *Quercus ilex* decline. *Plant and soil*, 373(1-2), 403-413.
- Corcobado, T., Cubera, E., Moreno, G., Solla, A. (2013b). *Quercus ilex* forests are influenced by annual variations in water table, soil water deficit and fine root loss caused by *Phytophthora cinnamomi*. *Agricultural and forest meteorology*, 169, 92-99.
- Corcobado, T., Vivas, M., Moreno, G., Solla, A. (2014). Ectomycorrhizal symbiosis in declining and non-declining *Quercus ilex* trees infected with or free of *Phytophthora cinnamomi*. *Forest Ecology and Management*, 324, 72-80.
- Dinis, C. (2014). Cork oak (*Quercus suber* L.) root system: a structural-functional 3D approach. Doctoral thesis. University of Évora (Portugal) Pp. 174.
- Ferreira A. G., Gonçalves A. C., Pinheiro A. C., Gomes C. P., Ilhéu M., Neves N, Ribeiro N, Santos P, 2001. Plano específico de ordenamento florestal para o Alentejo. Alfredo Gonçalves Ferreira e Ana Cristina Gonçalves (Eds.). Universidade de Évora, 200 pp+anexos
- ICNF: Inventário Florestal Nacional 6. Resultados preliminares. <http://www.icnf.pt/portal/florestas/ifn/resource/ficheiros/ifn/ifn6-res-prelimv1-1>. Acedido em Março 2015
- Miranda, P. M. A., Valente, M. A., Tomé, A. R., Trigo, R., Coelho, M. F. E. S., Aguiar, A., Azevedo, E. B. (2006). O clima de Portugal nos séculos XX e XXI. Santos, FD and Miranda, P., *Cenários, impactes e medidas de adaptação*. Gradiva, Lisboa, 45-113.
- Ribeiro, N. A., Surovy, P., 2008. Inventário Nacional de Mortalidade de Sobreiro na fotografia aérea digital de 2004/2006. Universidade de Évora, ISBN: 978-989-8132-01-7
- Ribeiro, N.A., Surov, P., Pinheiro, A. (2010). Adaptive management on sustainability of cork oak woodlands. In Basil Manos, Konstantinos Paparrizos, Nikolaos Matsatsinis and Jason Papathanasiou (eds.) *Decision Support Systems in Agriculture, Food and the Environment: Trends, Applications and Advances*. IGI Global. Pp. 437-449
- Vaz, M., Pereira, J. S., Gazarini, L. C., David, T. S., David, J. S., Rodrigues, A., Chaves, M. M. (2010). Drought-induced photosynthetic inhibition and autumn recovery in two Mediterranean oak species (*Quercus ilex* and *Quercus suber*). *Tree Physiology*, 30(8), 946-956.
- Vivas, M., Pérez, A., Cubera, E., Madeira, M., Moreno, G., Solla, A. (2009) Soil properties linked to *Phytophthora cinnamomi* presence and oak decline in Iberian dehesas. *Geophys Res Abstr.* <http://meetingorganizer.copernicus.org/EGU2009/EGU2009-13868-1.pdf>. Accessed 22 February 2014
- Xoplaki, E., Gonzalez-Rouco, J. F., Luterbacher, J. U., Wanner, H. (2004). Wet season Mediterranean precipitation variability: influence of large-scale dynamics and trends. *Climate dynamics*, 23(1), 63-78.