
RELATÓRIO SETOR

Florestas

Vulnerabilidades Atuais e Futuras





RELATÓRIO SETOR

Florestas

Vulnerabilidades Atuais
e Futuras

REALIZADO POR:

HELENA SANTOS, TOMÁS CALHEIROS
(CCIAM)

Elaborado por:



ÍNDICE

1. ENQUADRAMENTO	3
1.1 Perspetiva e Diagnóstico Regional do Setor	4
1.2 Caracterização do Quadro de Referência do setor	8
2. METODOLOGIA	10
2.1 Variáveis e parâmetros climáticos relevantes para o setor	13
2.2 Avaliação das vulnerabilidades e Modelação de impactos	13
2.2.1 Distribuição geográfica potencial de espécies	13
2.2.2 Avaliação da vulnerabilidade a fogos florestais	15
3. VULNERABILIDADE ATUAL	19
3.1 Identificação de impactos não climáticos	20
3.2 Identificação de impactos climáticos	21
3.2.1 Distribuição geográfica potencial de espécies	21
3.2.2 Avaliação da vulnerabilidade a fogos florestais	26
4. IMPACTOS E VULNERABILIDADES FUTURAS NO ALGARVE	31
4.1 Distribuição geográfica potencial de espécies	32
4.2 Avaliação da vulnerabilidade a fogos florestais	38
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	44
6. BIBLIOGRAFIA	46
7. EQUIPA TÉCNICA	51

1.

Enquadramento



O setor florestal constitui uma riqueza estratégica nacional. Os espaços florestais e silvestres têm um papel de grande importância na conservação da natureza, no equilíbrio ambiental, tanto na promoção da biodiversidade como na regularização do ciclo da água, da qualidade do ar e na proteção do solo contra a erosão e degradação. São também de grande importância pelo valor económico dos produtos florestais e derivados, pela riqueza que geram, mas também pelo valor social, através do envolvimento de um grande número de proprietários florestais e de trabalhadores nas diversas fileiras, desde a produção à transformação.

O clima é um fator determinante na produtividade das plantas, sendo de primordial importância na agricultura e nas florestas. Uma vez que o crescimento e desenvolvimento das plantas é dependente da disponibilidade de água, da radiação solar e é fortemente influenciado pela temperatura, entre outros fatores, é de esperar que as alterações climáticas venham a ter consequências muito significativas neste setor. Para Portugal, os cenários de evolução climática até ao final do séc. XXI apontam para condições progressivamente mais desfavoráveis para as atividades florestais, consequência da redução da precipitação, do aumento da temperatura média, do aumento da frequência e intensidade dos eventos climáticos extremos e do aumento da suscetibilidade à desertificação (EAAFAC, 2013).

Os efeitos das alterações nas últimas décadas são já sentidos na zona do Mediterrâneo, e em particular no Algarve, tendo-se registado um aumento de 0,37°C na temperatura média, uma diminuição da amplitude térmica ou uma diminuição da precipitação na primavera, entre outros fatores, no período entre 1980 e 2010 (EAAFAC, 2013). Os efeitos destas alterações traduzem-se numa redução da disponibilidade de água no solo, na redução da fertilidade do solo e no aumento dos fenómenos de erosão do solo (Adams et al., 1998), causando impactos nas florestas, bem como alterações nos ciclos e nas populações de insetos e microrganismos. Este último fator pode representar problemas graves de pragas e doenças nas culturas (Lindner et al., 2008).

Para além dos efeitos progressivos das alterações climáticas, também os eventos extremos que dependem do clima poderão aumentar a sua frequência e intensidade, como é o caso dos incêndios florestais. De facto, o aumento da frequência e intensidade das ondas de calor, associados ao aumento da temperatura média originam condições de risco de incêndio muito elevadas, o que conjugado com fatores como as secas prolongadas, a baixa humidade relativa do ar e ventos fortes, poderão dar origem a incêndios florestais de grandes proporções (Camia et al., 2017; de Rigo et al., 2017).

1.1 PERSPETIVA E DIAGNÓSTICO REGIONAL DO SETOR

As alterações climáticas representam um desafio para o setor florestal no Algarve, uma vez que esta é uma das regiões do país para a qual as projeções climáticas apontam efeitos mais gravosos.

De acordo com os estudos efetuados pelo Plano Regional de Ordenamento Florestal (PROF-Algarve), com base na atualização da Carta Agrícola e Florestal e nas revisões do Inventário Florestal Nacional (IFN) para o Algarve em 1972, 1980, 1995, a área agrícola tem vindo a diminuir (-50,4%), ao contrário da área florestal (que aumentou em 83,0%) e dos incultos e improdutivos (que registaram uma subida de 175,5%). As causas destas alterações estão relacionadas com fatores de ordem económica e social, nomeadamente com o êxodo e o envelhecimento da população rural, com o trabalho a tempo parcial, ou com fatores de emprego/ocupação e rendimento (ICNF, 2006).

Segundo a Carta de Ocupação de Solo (COS 2010) o território do Algarve é constituído maioritariamente por Floresta (39% da área), Matos (26%) e por Agricultura (20%). O restante território é distribuído por Território Artificializado (5%), Pastagens (4%) Sistemas agroflorestais (2%) e 5% de outros espaços, onde se incluem espaços descobertos ou com vegetação esparsa, zonas húmidas e corpos de água (Caetano et al., 2017; DGT, 2018).

As espécies florestais mais relevantes para a região são o sobreiro, que predomina na sub-região homogénea Serra do Caldeirão e Serra de Monchique, o eucalipto, na Serra de Monchique e Serra de Silves, o pinheiro manso, no Nordeste, Litoral e Serra do Caldeirão, o pinheiro bravo, na Costa Vicentina e Serra de Monchique, a azinheira, no Nordeste e Barrocal, o medronheiro, na Serra de Monchique e na Serra do Caldeirão e, finalmente, a alfarrobeira no Barrocal e Litoral (DRAP-A, 2007).

Dados do Inventário Florestal Nacional de 1995 indicavam que, no Algarve, o eucalipto e o sobreiro eram as espécies florestais que ocupavam maior área, representando, respetivamente 27,42% e 25,34%, seguidas do pinheiro manso com 14,85%, do medronheiro com 13,09%, e do pinheiro bravo com 7,21%. A alfarrobeira e a azinheira ocupam áreas semelhantes, de 4,4% e 4,86%, respetivamente (CCDR-A, 2006a). Dados mais recentes indicam um aumento da área de pinhal manso para 26,9% da área florestal, ao passo que a área ocupada por sobreiro e por eucalipto diminuiu para 21,7% e 19,7%, respetivamente (INE, 2017).

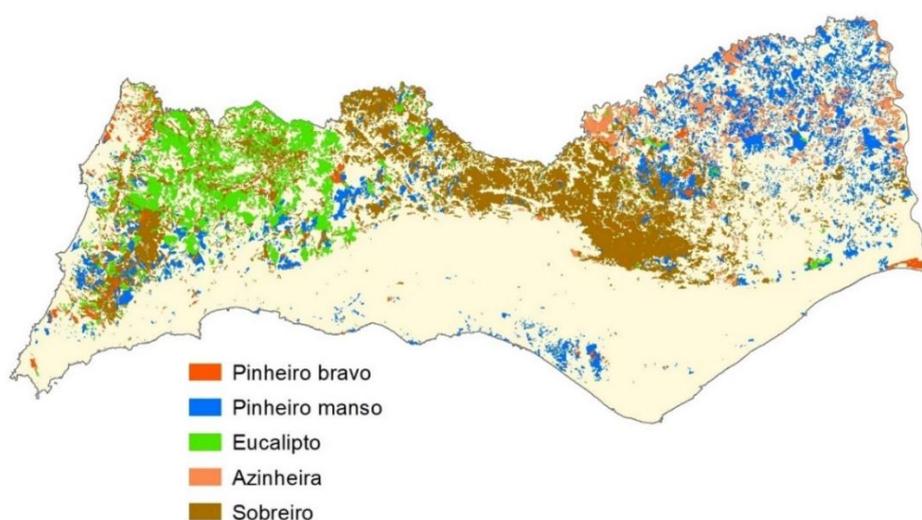


Figura 1 Distribuição das cinco espécies florestais com maior área de ocupação no Algarve. Fonte de dados da COS 2010 (DGT, 2018)

Na Figura 1 encontra-se um cartograma com a distribuição das espécies com maior ocupação no Algarve, adaptado da Carta de Uso e Ocupação do Solo (DGT, 2018), onde se consideraram, para cada espécie, as áreas em que se encontra em povoamento puro ou como espécie dominante em povoamento misto.

O pinheiro bravo (*Pinus pinaster* Aiton.) não tem grande implantação no Algarve, apesar de ser uma espécie com grande representatividade no continente, devido a restrições climáticas, nomeadamente baixos níveis de precipitação. Os povoamentos mais representativos situam-se na zona litoral oeste (Costa Vicentina) e na serra de Monchique, em que a influência atlântica mais se faz sentir, com alguns núcleos na Serra do Caldeirão.

O pinheiro manso (*Pinus pinea* L.) encontra-se disperso por todo o Algarve, quer em povoamentos puros, quer mistos. Na zona nordeste, que apresenta elevada suscetibilidade à desertificação e degradação dos solos, houve intensas arborizações promovidas pelo estado ao longo das últimas décadas, com o intuito de promover uma floresta de proteção, o que fez aumentar a sua área de distribuição, sendo agora a espécie dominante naquela zona.

O barlavento algarvio é a zona onde se encontra a quase totalidade do eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill). A influência atlântica que se faz sentir nesta região beneficia esta espécie, que é cultivada quase totalmente em povoamentos puros (CCDR-A, 2006a). De acordo com o PROF-Algarve, as reflorestações com *Eucalyptus globulus* representam uma das mais drásticas mudanças de ocupação do solo no Algarve.

A azinheira (*Quercus rotundifolia* Lam.), sendo uma espécie muito rústica, é aquela que melhor se adapta à zona nordeste do Algarve, sendo nesta zona que se encontra. A azinheira assumiu, no passado, grande importância pela produção de bolota para engorda dos porcos em montanha. Após o aparecimento da peste suína africana na década de 50, o seu valor económico reduziu-se drasticamente, o que esteve na origem do abandono e ausência de gestão, refletindo-se nos povoamentos de azinheira atuais (CCDR-A, 2007)

O sobreiro (*Quercus suber* L.) encontra-se um pouco disperso por todo o Algarve, com exceção do barrocal, sendo a espécie dominante na Serra do Caldeirão. As manchas de sobreiro da Serra do Caldeirão e do núcleo do Barranco Velho (concelhos de São Brás de Alportel e Loulé) são de especial relevância, pela produção de cortiça de grande qualidade.

Em adição às espécies que podem ser observadas na Figura 1, são ainda consideradas como florestais outras espécies com grande importância na paisagem e economia do Algarve, pela produção de produtos não-lenhosos. Um desses exemplos é a alfarrobeira (*Ceratonia siliqua* L.), espécie muito importante no Algarve, com um valor económico relevante e elevado valor natural e de conservação, sendo a produção de alfarroba uma das especificidades da floresta algarvia. A maior área de produção localiza-se nos concelhos de Albufeira, Loulé, Faro, S. Brás de Alportel, Olhão e Tavira. As áreas de alfarrobeira podem encontrar-se em vários tipos de povoamentos: i) em povoamento estremes de baixa densidade, na sua maioria resultantes de plantações realizadas recentemente com o apoio dos fundos comunitário; ii) em povoamentos em que a alfarrobeira é dominada pelo mato; e iii) em pomar tradicional de sequeiro, que corresponde ao sistema agrário tradicional (com aproveitamento florestal) desenvolvido nos solos calcários da região algarvia,

constituído, essencialmente, por povoamentos mistos de amendoeira, figueira, oliveira e alfarrobeira (CCDR-A, 2006a). Os pomares de alfarrobeira encontram-se sobretudo nas zonas de barrocal (Figura 2).

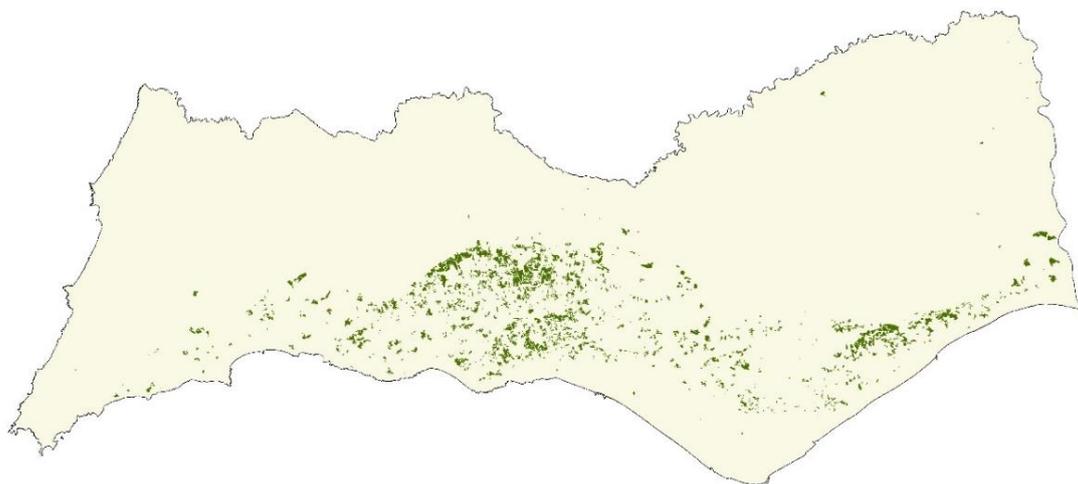


Figura 2 Distribuição dos pomares de alfarrobeira em ocupação pura e mista no Algarve. Dados de COS 2010 (DGT, 2018)

Também o medronheiro (*Arbutus unedo* L.) é uma espécie com muita relevância para a região do Algarve. Esta espécie encontra-se distribuída de forma espontânea nas faces Norte e Oeste da Serra de Monchique, Serra do Caldeirão, e também no Barrocal, onde constitui bolsas de vegetação com elevado valor botânico e ecológico. Esta espécie pode ser explorada de duas formas: o medronhal puro e o medronheiro associado a sobreiros (CCDR-A, 2006a).

A cultura do medronheiro está abrangida por financiamentos e a área plantada de medronhal aumentou consideravelmente nos últimos dez anos, depois de despertar o interesse de potenciais produtores de norte a sul do país pelo seu elevado potencial. A cultura do medronheiro pode ser utilizada para fins mais rentáveis à tradicional aguardente, como sejam a venda em fresco, para polpas, sumos e compotas, para cosmética ou farmacêutica, para a produção de edulcorantes, taninos, carvão e lenha, para elaboração de artesanato, para efeitos ornamentais, mas também integrado numa estratégia de prevenção aos incêndios, pela sua resiliência e rápida capacidade de regeneração. O medronho do Algarve é ainda utilizado para produção de aguardente de medronho, que possui certificação de Indicação Geográfica Protegida (IGP), feita pela Comissão Vitivinícola do Algarve. Esta certificação está disponível para os produtores que cumpram os requisitos e façam o processo de certificação, permitindo a valorização do seu produto.

Atualmente está em curso financiamento, através do PDR2020, para apoio aos produtores para manutenção de sistemas tradicionais de culturas permanentes, como é o caso do Pomar tradicional de sequeiro do Algarve.

Os Programas de Florestação aplicados no Algarve entre 1965 e 2002, que compreenderam ações de arborização, rearborização de áreas florestais ardidas, beneficiação, construção de caminhos florestais e de barragens, fomento do uso múltiplo (cinegético, apícola e silvopastoril), abrangeram uma área de cerca de 50.149 hectares objeto de arborização e 23.400 hectares de área de beneficiação. O Município de Alcoutim foi aquele que mais beneficiou em área de arborização, seguido do de Tavira (CCDR-A, 2006b).

As composições e as espécies mais utilizadas nas arborizações financiadas por estes programas foram os seguintes:

- povoamentos mistos de pinheiro manso e sobreiro, nos concelhos de Alcoutim, Tavira, Silves, Loulé, Castro Marim e Lagos;
- povoamentos puros de pinheiro manso em Alcoutim, Castro Marim, Lagos e Portimão;
- povoamentos mistos de pinheiro manso e azinheira em Alcoutim e Castro Marim;
- povoamentos mistos de pinheiro bravo e sobreiro em Silves, Aljezur e Lagos;
- povoamentos puros de sobreiro em Silves, Loulé e Tavira;
- azinheira em Alcoutim e Castro Marim;
- alfarrobeira em Tavira, Alcoutim, Loulé e Castro Marim;
- eucalipto em Monchique e Aljezur;
- pinheiro bravo em Aljezur e Monchique.

1.2 CARACTERIZAÇÃO DO QUADRO DE REFERÊNCIA DO SETOR

A floresta representa um valioso recurso que o Algarve dispõe em quantidade tendencialmente crescente, e com potencial de aumentar a resiliência e a capacidade de adaptação da região às alterações climáticas.

A valorização dos espaços florestais abrange, não apenas os valores de uso direto (comercial) dos produtos tradicionais da floresta como a madeira, a cortiça e a resina, mas também a valorização que a sociedade atribui ao seu conjunto, de forma global, considerando também valores de uso direto e indireto. Os valores de uso direto são referentes a produtos não lenhosos (mel, frutos, cogumelos, plantas aromáticas), ao pastoreio, à caça, à pesca nas águas interiores. Por sua vez, os valores de uso indireto são referentes à proteção do solo e dos recursos hídricos, ao sequestro de carbono, e à proteção da paisagem e da biodiversidade (ENF, 2015).

Assim, a Estratégia Nacional para as Florestas (ENF, 2015) tem como grande objetivo a gestão sustentável das florestas, em linha com a nova Estratégia da União Europeia para as Florestas e o Setor Florestal e a Visão para as Florestas Europeias 2020, acordada na Conferência Ministerial de Oslo (2011). Esta estratégia tem subjacentes os novos desenvolvimentos internacionais e europeus, sobretudo a nova Estratégia Florestal da União Europeia, a Estratégia da União Europeia para a Biodiversidade 2020, e a Estratégia Europeia para um crescimento inteligente, sustentável e inclusivo para a próxima década (Europa 2020), integrando as ideias basilares do Plano de Ação Nacional de Combate à Desertificação (PANCD).

A Estratégia Nacional para as Florestas apresenta ainda uma importância extrema por “constituir um documento de referência para a execução das diferentes medidas de política previstas na Lei de Bases da Política Florestal, incluindo os instrumentos básicos e específicos do Planeamento Florestal, com especial ênfase nos Planos Regionais de Ordenamento Florestal (PROF) e Planos de Gestão Florestal (PGF), apresentando uma lógica de abordagem ao setor que fundamenta os elementos essenciais das opções estratégicas propostas” (ENF, 2015).

Uma gestão adequada dos espaços florestais passa obrigatoriamente pela definição de políticas de planeamento tendo em vista a valorização, a proteção e a gestão sustentável dos recursos florestais. Os princípios orientadores da política florestal relativamente à organização dos espaços florestais, definida na Lei de Bases da Política Florestal, determinam que o ordenamento e gestão florestal se fazem através de planos regionais de ordenamento florestal (PROF), cabendo a estes a explicitação das práticas de gestão a aplicar aos espaços florestais. Assim o PROF do Algarve é o instrumento regional que define as práticas de ordenamento e gestão para esta região.

Os objetivos do ordenamento proposto pelo PROF Algarve para a floresta passam pelo desenvolvimento sustentável dos espaços florestais, atendendo à sua multifuncionalidade, e ao seu ordenamento, com vista à proteção contra incêndios florestais. Desta forma, o PROF Algarve pretende garantir a proteção dos solos e dos recursos hídricos, bem como das zonas de conservação onde a “atividade cinegética, a silvo pastorícia e a exploração de produtos não-lenhosos e o lazer e recreio complementem a exploração económica de madeira e de cortiça” (MADRP, 2006).

2.

Metodologia



Associados aos efeitos das alterações climáticas estão as alterações na distribuição geográfica de espécies animais e vegetais, bem como as alterações nas dinâmicas populacionais, no crescimento e desenvolvimento, com consequências por um lado na biodiversidade em geral, e por outro na incidência de pragas e doenças nas culturas (Bale et al., 2002).

A modelação da distribuição de espécies é uma ferramenta que permite avaliar as alterações da adequação das condições climáticas para cada cenário climático, para determinada espécie num determinado local. Desta forma é possível avaliar os impactos que as alterações climáticas poderão vir a ter na distribuição geográfica de espécies, tendo em conta apenas os fatores climáticos. É, no entanto, importante manter presente que a distribuição de espécies não depende exclusivamente de fatores climáticos, existindo muitos outros fatores que influenciam a sua distribuição, relacionados com as alterações climáticas ou não. Entre estes encontram-se todos os fatores relacionados com o solo (origem geológica, profundidade, fertilidade, textura, estrutura, teor de matéria orgânica, fauna do solo, etc.), com a vegetação do sob coberto, com a fauna e restante flora locais, e com todos os fatores que digam respeito à ação humana em determinado local, como sejam as medidas de gestão implementadas, a intervenção na paisagem, a irrigação, etc. Por estes motivos, o estudo realizado neste contexto, deve ser considerado como uma indicação do que é possível que ocorra em cenários de alterações climáticas, servindo de apoio à tomada de decisão no que diz respeito a medidas de adaptação a implementar.

O primeiro estudo sobre alterações climáticas para Portugal, realizado por Santos e Miranda (2006), estudaram a distribuição potencial das principais espécies florestais portuguesas, atendendo aos cenários climáticos para o final do século XXI disponíveis. Este estudo aponta para:

- Uma diminuição da área com aptidão para o pinheiro bravo e eucalipto, em particular a sul do rio Tejo e na Beira Interior Sul;
- A redução da área de distribuição potencial do sobreiro no sul e centro interior. A regressão da área de distribuição potencial do sobreiro nas regiões mais áridas poderá ser acompanhada pela sua substituição pela azinheira, nas situações mais favoráveis, ou por formações arbustivas dominadas por matos temperados xerófitos;
- Diminuição significativa da produtividade primária líquida do sobreiro nos solos com menor capacidade de retenção para a água da região sul;
- A degradação do coberto arbóreo poderá decorrer da alteração das condições ecológicas, da ocorrência crescente de pragas e doenças ou do aumento da ocorrência de incêndios florestais, que reduzem a função protetora das florestas, expondo os solos a um maior risco de erosão.

Relativamente a este último tópico, os fogos florestais podem representar eventos importantes, não só para a floresta e proteção do solo, como também para a

biodiversidade e economia da região afetada. O regime de fogos está altamente dependente do clima e das condições meteorológicas, podendo este regime estar já a ser modificado devido às alterações climáticas com origem antropogénica (Flannigan et al., 2005). Para alguns autores, estes fatores meteorológicos e climáticos são mesmo considerados mais importantes do que as características do material combustível e o tipo de terreno (Cary et al., 2006).

Com o agravamento das alterações climáticas, é projetado o aumento da vulnerabilidade a incêndios florestais, que estará associado aos efeitos conjugados do aumento da temperatura média, da diminuição da precipitação, do aumento da frequência e duração das ondas de calor e das secas. Assim, é esperado um aumento da frequência de incêndios, das áreas ardidas, e da severidade do fogo e o seu impacto na região mediterrânica (Camia et al., 2017).

O regime de fogo define-se como um conjunto de atributos da ocorrência e desenvolvimento dos fogos, num dado ecossistema ou região. Estes incluem a distribuição e variabilidade espaciotemporal dos fogos, a extensão e duração do fogo, a intensidade e sazonalidade, a data de ocorrência e a previsibilidade, as espécies vegetais e combustíveis envolvidos. As condições meteorológicas têm um papel importante em diferentes fases dos fogos, desde a ignição (trovoadas) até à propagação (vento, temperatura e humidade relativa) e extinção (precipitação).

Em Portugal, a distribuição espacial e temporal dos fogos apresenta padrões de agrupamento. O padrão temporal é caracterizado pela época de fogos no verão e um pico secundário na primavera, influenciados pelo clima e ocorrência de condições meteorológicas (Pereira et al., 2005; Trigo et al., 2006). O padrão espacial revela dois regimes de fogo diferentes, um a norte e outro a sul do rio Tejo, associados a diferentes características biofísicas e humanas (Parente et al., 2016; Pereira et al., 2015).

A situação sinóptica mais propícia à ocorrência de grandes fogos rurais consiste no alongamento do anticiclone dos Açores para a Europa Central, estando ligado a um centro de altas pressões situado no Mediterrâneo, formando uma crista anticiclónica sobre a Península Ibérica (Pereira et al., 2005). Este posicionamento possibilita uma circulação atmosférica dominada por uma forte componente meridional, com advecção de ar muito quente e seco do Norte de África, que é ainda mais aquecido ao atravessar o interior da Península Ibérica, provocando um aumento substancial da temperatura do ar, níveis de humidade relativa muito baixos e vento de leste. Estas condições contrastam com a situação típica de verão em Portugal que se caracteriza por ventos de noroeste no litoral oeste, com temperatura do ar mais baixa, em especial no litoral. Por vezes, esta situação permanece por mais de 6 dias, originando uma onda de calor, e aumentando consideravelmente o risco de incêndio (Pereira et al., 2005).

2.1 VARIÁVEIS E PARÂMETROS CLIMÁTICOS RELEVANTES PARA O SETOR

Para o setor das Florestas, as variáveis e parâmetros climáticos a incluir nas análises e projeções são todas aquelas que afetem de forma direta o crescimento e desenvolvimento das plantas, ou que afetem outros recursos de que a produtividade dependa, nomeadamente os solos e a precipitação.

Consideram-se relevantes, a precipitação média anual, as temperaturas média, máxima e mínima do ar, a humidade relativa e a radiação solar. Informação sobre os dias em que ocorre geada e eventos extremos como ondas de calor, períodos de seca, vagas de frio devem ser considerados.

Para o risco de incêndios o vento é também um parâmetro relevante, para além dos já referidos.

2.2 AVALIAÇÃO DAS VULNERABILIDADES E MODELAÇÃO DE IMPACTOS

2.2.1 DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA POTENCIAL DE ESPÉCIES

A abordagem adotada neste contexto consistiu numa caracterização das áreas de distribuição potencial em função do clima, das principais espécies florestais presentes no Algarve. Deu-se particular ênfase ao pinheiro manso, à azinheira, ao sobreiro, à alfarrobeira e ao medronheiro. Para o eucalipto não foi feita esta caracterização devido ao facto de ser uma espécie exótica e a sua distribuição estar dependente da introdução artificial através da instalação de povoamentos, e não de uma distribuição natural. Esta caracterização também não foi realizada para o pinheiro bravo por ser uma espécie com pouca expressão no Algarve e muito limitada em termos climáticos para esta região.

O estudo elaborado para a distribuição das espécies e consequente quantificação dos impactos das alterações climáticas no Algarve, recorreu à metodologia usada pelo setor Biodiversidade, desenvolvida com objetivos idênticos.

As variáveis meteorológicas utilizadas são referentes a dados mensais da temperatura máxima, temperatura mínima e precipitação acumulada, para o período de referência (1971-2000) e para os períodos de curto (2011-2040), médio (2041-2070) e longo prazo (2071-2100). Os valores utilizados correspondem à média de nove modelos climáticos (*ensemble*) para dois cenários de concentração de gases com efeito de estufa (RCP4.5 e RCP8.5), disponibilizados pelo *Euro-Cordex* (Jacob et al., 2014) e regionalizados para o Algarve no decorrer da elaboração do PIAAC-AMAL (Tabela 2). Estes dados permitiram a geração de 19 variáveis bioclimáticas para todo o país e para todos os períodos de estudo (médias anuais de 30 anos).

As variáveis bioclimáticas são amplamente utilizadas pela comunidade científica em estudos semelhantes, graças à sua reconhecida importância na determinação da distribuição das espécies. Para informação mais detalhada é aconselhada a consulta de O'Donnell et al. (2012).

De modo a simplificar o modelo e conseqüentemente reduzir o tempo de computação, avaliou-se estatisticamente a correlação das 19 variáveis geradas, recorrendo-se à correlação de Pearson. As variáveis bioclimáticas cujo coeficiente de correlação é superior a 0,8 foram retiradas, uma vez que se considerou que acima deste valor as variáveis contribuem com pouca informação para o modelo, criando redundância. Assim, 6 variáveis climáticas foram mantidas, e podem ser consultadas de forma detalhada, no relatório do setor Biodiversidade.

Para a modelação do espaço climático disponível para cada espécie, foi utilizado o *software* MaxEnt¹ (Phillips et al., 2006). Este *software* baseia-se no princípio estatístico da máxima entropia, ou seja, a distribuição espacial de uma dada espécie será mais provável em locais onde o clima é semelhante aos dos locais onde foram amostradas.

Os resultados da modelação da distribuição de espécies mostram-nos as zonas onde existem condições climáticas adequadas à ocorrência de cada espécie, podendo esta informação corresponder, ou não, à distribuição atual real da espécie. Por esse motivo os resultados são chamados de “distribuição potencial”.

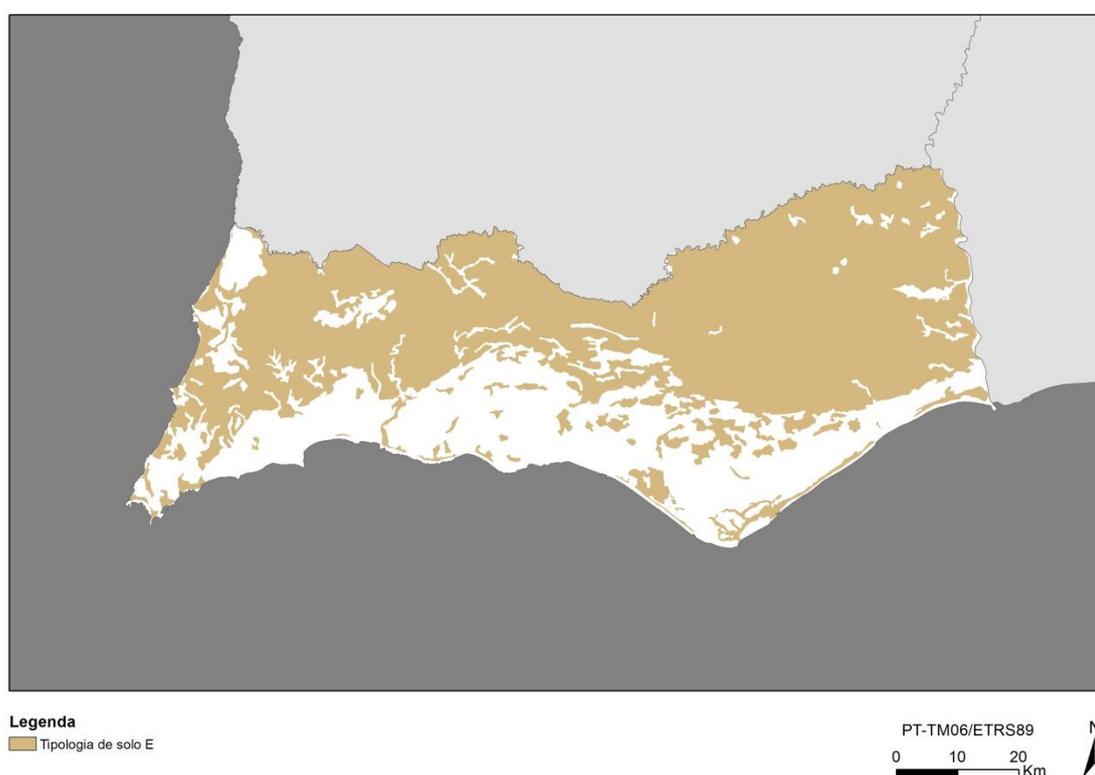


Figura 3 Distribuição de solos no Algarve de classe de capacidade de uso E, segundo a Carta de Capacidade de Uso do solo (Loureiro, 2016)

¹ Versão 3.4.1

A distribuição das espécies numa região não está dependente apenas dos fatores climáticos, mas também de fatores relacionados com o solo da região (entre outros). Por este motivo, é importante incluir nas análises realizadas a tipologia de solos. Desta forma, procurou-se, através da Carta de Capacidade de Uso do Solo (obtida em Loureiro, 2016) determinar as regiões onde a distribuição fosse limitada também pelo fator solo, obtendo-se uma distribuição mais adequada à região e às suas características. Com a utilização do *software* SIG ArcMap², selecionaram-se as zonas cuja classificação de usos do solo é identificada como mais limitante, correspondendo à tipologia de classe de uso E (Figura 3). Esta classe de uso do solo apresenta na sua descrição as seguintes limitações³:

- Limitações muito severas;
- Riscos de erosão muito elevados;
- Não suscetível de utilização agrícola;
- Severas a muito severas limitações para pastagens, matos e exploração florestal;
- Podem-se destinar apenas para vegetação natural, floresta de proteção ou de recuperação;
- Podem não ser suscetível de qualquer utilização.

Para cada espécie estudada foram sobrepostas a distribuição potencial projetada (para cada um dos cenários e períodos considerados) e a distribuição dos solos de classe E. Esta abordagem permite identificar as zonas onde a espécie poderá eventualmente ocorrer e, dentro destas, onde poderá ter limitações de tipo de solo e, conseqüentemente, de produtividade.

2.2.2 AVALIAÇÃO DA VULNERABILIDADE A FOGOS FLORESTAIS

Devido à elevada importância que a ocorrência de incêndios florestais acarreta para a região, e por ser um dos principais riscos apontados para a floresta nos estudos sobre alterações climáticas, procedeu-se à avaliação da vulnerabilidade atual e projetada relativa aos fogos florestais, através da aplicação de um índice de incêndio florestal.

Ao longo dos anos, e com o objetivo de monitorizar as condições atmosféricas que influenciam os fogos, foram desenvolvidos vários índices, com especial relevância para Sistema de Indexação de Risco de Incêndio Florestal Canadiano. Um dos índices que compõe este sistema é o *Fire Weather Index* (FWI), que utiliza como variáveis meteorológicas a temperatura do ar (em graus Celsius), humidade relativa (em percentagem), velocidade do vento (em km/h) e a precipitação acumulada nas 24 horas anteriores (em mm), sendo todas as variáveis registadas ao meio-dia (ver Figura 4; CFS 2018).

O FWI é considerado como eficiente para classificar o risco de incêndio (Flannigan et al., 2013, 2016) e é especialmente adequado para a previsão do risco de incêndio em Portugal, durante o verão (Viegas et al., 1999), sendo utilizado desde 1998 pelo Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA) para produzir mapas de risco de incêndio. Contudo, apesar de ser um índice

² Versão 10.5.1

³ dgadr.gov.pt

numérico de classificação da intensidade do fogo, o FWI depende apenas das condições meteorológicas e não considera diferenças no risco, combustível ou topografia.

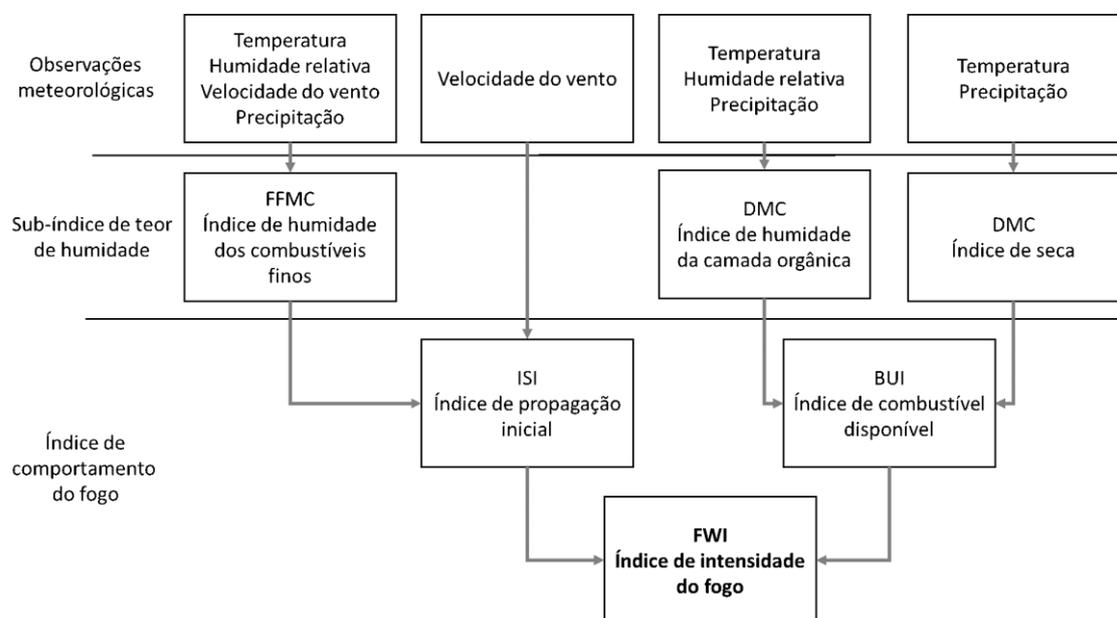


Figura 4 Componentes do Sistema de Indexação de Risco de Incêndio Florestal Canadiano. Figura retirada de Durão et al. (2006)

No âmbito do PIAAC-AMAL, optou-se por avaliar o risco incêndio através do *Daily Severity Rating* (DSR), que, por refletir os esforços necessários à extinção de um fogo rural, é considerado um índice de risco mais adequado (CFS, 2018). O DSR é uma função do FWI, especialmente concebida para estimar os comportamentos médios, quer para um período num determinado local (média temporal), quer para toda uma região num determinado instante (média espacial).

Os dados meteorológicos para o período atual foram obtidos no Centro Europeu de Previsão do Tempo a Médio Prazo (ECMFW, sigla original), mais concretamente do projeto *ERA-Interim*, e referem-se a uma reanálise atmosférica que se inicia em 1979 até ao presente. O *ERA-Interim* inclui análises temporais de 12 horas e espaciais de 80 km (ECMWF, 2018). Assim, as variáveis meteorológicas utilizadas foram a temperatura do ar a 2 metros, a temperatura do ponto de orvalho a 2 metros, a velocidade do vento a 10 metros (componente meridional e zonal) e a precipitação acumulada em 24 horas, para o período compreendido entre janeiro de 1979 e outubro de 2017. A humidade relativa do ar foi calculada (de acordo com a fórmula de Magnus) e acrescentada à base de dados utilizados. As médias climatológicas de todas as variáveis foram calculadas ao meio-dia e para o período de referência 1981-2010.

O risco de incêndio é usualmente dividido em classes, para uma melhor interpretação por parte do público em geral e das autoridades. A tabela seguinte foi originalmente criada pelo Sistema

Europeu de Informação de Fogos Florestais (EFFIS, na sigla original em inglês), que classifica o risco de incêndio em 6 classes, de acordo com o valor de FWI (EFFIS, 2018). A Tabela 1 apresenta os valores adaptados para os valores do DSR.

Classes de Risco	DSR
Muito baixo	< 0,50
Baixo	0,50 - 1,96
Moderado	1,96 - 6,11
Alto	6,11 - 17,01
Muito alto	17,01 - 27,65
Extremo	>= 27,65

Tabela 1 Classes de risco de incêndio utilizada no estudo do DSR. Valores adaptados de (EFFIS, 2018)

De modo a permitir a análise do risco de incêndio dentro do período de referência e a sua evolução ao longo do século no período onde o risco é geralmente maior e no período onde geralmente é menor, procedeu-se à análise dos mesmos dentro e fora do período de Nível Reforçado IV. Esta designação é referente ao período de maior probabilidade de ocorrência de incêndios florestais, que ocorre entre 1 de julho a 30 de setembro (antiga fase Charlie), sendo a fase com mais meios de combate disponíveis (ANPC, 2017). Este período foi definido pela Diretiva Operacional Nacional nº 2, do Dispositivo Especial de Combate a Incêndios Florestais e publicada em 2018 pela Autoridade Nacional de Proteção Civil.

Para além do risco de incêndio DSR, procedeu-se ainda à quantificação do número de dias extremos. Os dias extremos foram definidos como sendo aqueles em que o DSR é superior ao Percentil 90 do nível reforçado IV no período de referência (i.e. 1981-2010).

O estudo deste índice considerou também as projeções de alterações climáticas, tendo sido considerado 11 modelos climáticos nos cenários RCP4.5 e RCP8.5 (Tabela 2). Os modelos climáticos foram utilizados para o cálculo do DSR no período de referência (1976-2005), a curto (2011-2040), médio (2041-2070) e longo prazo (2071-2100). Contrariamente ao cálculo do DSR com recurso a dados do projeto *ERA-Interim* para o período atual, o CORDEX não disponibiliza dados horários. Atendendo a esta limitação, optou-se por utilizar valores médios ou máximos diários. Esta abordagem foi utilizada anteriormente, tendo sido obtidos bons resultados quando utilizados valores máximos ou médios diários da temperatura e valores médios da humidade relativa e da velocidade do vento (Carvalho et al., 2009; Giannakopoulos et al., 2009; Moriondo et al., 2006). Relativamente à precipitação, o valor utilizado é a precipitação acumulada diária, medida às 0h00 em vez das 12h00. Assim, as variáveis meteorológicas selecionadas foram a temperatura máxima do ar, a humidade relativa média do ar, a velocidade do vento média e a precipitação acumulada em 24 horas, sendo valores diários e à superfície.

Sempre que a variável da humidade relativa do ar não se encontrava disponível, esta foi calculada recorrendo-se à pressão atmosférica, à humidade específica e à temperatura média do ar, de acordo com a fórmula de Magnus.

Modelo global	Modelo regional
CNRM-CERFACS-CNRM-CM5	CLMcom-CCLM 4-8-17
	SMHI-RCA4
ICHEC-EC-EARTH	CLMcom-CCLM 4-8-17
	DMI-HIRHAM5
	KNMI-RACMO22E
	SMHI-RCA4
IPSL-CM5A-MR	IPSL-INERIS-WRF 3.3.1
	SMHI-RCA4
MPI-ESM-LR	CLMcom-CCLM 4-8-17
	SMHI-RCA4
MOHC-HadGEM2-ES	SMHI-RCA4

Tabela 2 Modelos utilizados para a avaliação climática projetada. Linhas a cinzento representam os modelos utilizadas exclusivamente no desenvolvimento das projeções do DSR. Todos os outros modelos foram utilizados em todos os exercícios de modelação

Para lidar com o viés de cada modelo (isto é, as diferenças entre o modelo e a realidade relativas às simulações para o clima atual), calculou-se a anomalia do DSR da média climatológica de cada mês, entre cada um dos cenários futuros (RCP4.5 ou RCP8.5) e o cenário histórico de cada modelo. Posteriormente, foi calculado o percentil 50 das 11 anomalias, correspondentes a cada modelo, e adicionou-se este valor ao observado (calculado anteriormente com os dados *ERA-Interim*) para se obter o valor do DSR sob os dois cenários de clima futuros. Este método não elimina totalmente o erro de cada modelo, mas consegue reduzi-lo substancialmente. O mesmo processo foi efetuado para o número de dias extremos, no clima futuro.

O cálculo dos índices FWI e DSR pode ser consultado no artigo *Equations and Fortran Program for the Canadian Forest Fire Weather Index System*, de Van Wagner et al. (1985), onde é fornecida uma descrição exaustiva do método de cálculo destes índices.

3.

Vulnerabilidade Atual



3.1 IDENTIFICAÇÃO DE IMPACTOS NÃO CLIMÁTICOS

Os impactos não climáticos mais relevantes para as florestas são os potenciados pela desertificação social do interior e das áreas rurais, que levam ao abandono de terras e à proliferação de matos e floresta sem gestão.

Neste contexto e associando práticas de gestão florestal menos adequadas, é de realçar a erosão e desertificação dos solos como um processo particularmente gravoso para a região do Algarve. Este processo pode ter várias origens (e.g. elevada procura por um determinado produto agrícola, elevada pressão demográfica, etc.), encontrando-se muitas vezes associado a fenómenos de sobrepastoreio ou de agricultura intensiva, que esgota a capacidade do solo em se renovar. Por sua vez, o solo perde progressivamente capacidade de manter vegetação, sofrendo processos de erosão. Consequentemente, perde também a capacidade de suportar outras comunidades biológicas, perdendo-se produtividade biológica (Figura 5).



Figura 5 Esquematização das principais causas e consequências do processo de desertificação. Imagem adaptada de MEAB (2005)

O processo de desertificação pode levar à pobreza da população que depende diretamente das áreas afetadas, perdas económicas (quer do setor primário, quer das atividades económicas que dependem da transformação desses produtos), perda de biodiversidade, entre outros (MEAB, 2005). Em último caso, o processo de desertificação pode forçar ao deslocamento das populações para

outro local em busca de rendimentos (i.e., migração). É ainda de notar que as alterações climáticas, através da maior incidência de eventos extremos como a seca, tem o potencial para exacerbar este processo.

É ainda de salientar o aumento da incidência de pragas e doenças, e o surgimento de espécies de pragas nocivas e doenças em novas regiões, ou mudanças de hospedeiro, como impactos não climáticos importantes para o setor das Florestas.

3.2 IDENTIFICAÇÃO DE IMPACTOS CLIMÁTICOS

Os impactos climáticos nas florestas decorrem na sua maior parte em torno da diminuição da disponibilidade de água decorrente, por um lado, pelo aumento da temperatura média e do aumento dos períodos de seca e ondas de calor, e por outro, pela diminuição da precipitação. Todos estes fatores levam a uma perda excessiva de água pelas plantas e à falta de disponibilidade hídrica no solo, que leva a situações de *stress* hídrico, diminuindo a produtividade potencial e a capacidade de sequestro de carbono da planta, e que em situações graves podem levar à morte de plantas. Estes factos podem ter consequências na sobrevivência de algumas espécies em alguns locais, causando uma deslocação na sua distribuição geográfica.

Por outro lado, a conjugação dos fatores climáticos, sobretudo no verão, com o estado de secura da vegetação, leva a um aumento do risco de incêndios florestais. Também estes fatores levam à degradação do solo, à diminuição da sua fertilidade e à sua erosão. Podem sentir-se ainda efeitos ao nível da biodiversidade, abordados em capítulo próprio.

Alterações na temperatura e precipitação podem exercer efeitos drásticos na sobrevivência, dispersão e distribuição geográfica de pragas e doenças e dos seus inimigos naturais e, associadas a alterações na radiação solar e na concentração de CO₂ atmosférico, induzir alterações da resistência das árvores a estes agentes (Ayres e Lombardero, 2000).

No pinheiro manso, e a título de exemplo, a produção de pinha é também afetada pela diminuição da precipitação primaveril, sobretudo nos meses em que ocorre a polinização (MAMAOT e ICNF, 2013).

3.2.1 DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA POTENCIAL DE ESPÉCIES

Pinheiro manso

O pinheiro manso é uma espécie que suporta bem temperaturas elevadas e períodos de seca. A produção de pinha/pinhão é o objetivo de produção, sendo uma cultura muito importante para a economia do país. Esta espécie é também utilizada para fins de proteção e conservação do solo. Observa-se que, no Algarve, a distribuição potencial atual de pinheiro manso (Figura 6) ocupa toda região, ou seja, considerando exclusivamente as variáveis climáticas, todo o Algarve teria aptidão

para esta espécie. No entanto, atendendo à sobreposição da do espaço climático com os solos de classe E (zonas a verde escuro na Figura 6), a utilização da espécie com fins de produção poderá ser limitada em grandes áreas do território Algarvio.



Figura 6 Área de distribuição potencial no presente para o pinheiro manso, *Pinus pinea* L. e solos no Algarve de classe de capacidade de uso E, segundo a Carta de Capacidade de Uso do solo (Loureiro, 2016)

Por este motivo, nos solos muito pobres do nordeste, onde foram instaladas grandes áreas de pinheiro manso com o objetivo de proteção, poderá existir uma má adequação da espécie às condições ecológicas do local, e por isso existem baixas produtividades no que toca à produção de fruto. No entanto, o efeito destas florestações nos fatores não produtivos do pinhal manso, como sejam o efeito de proteção, a redução da erosão dos solos, o aumento da fertilidade, o aumento da biodiversidade e o ensombramento (entre outras), são benéficos de uma forma geral para a zona.

Azinheira

A azinheira é a espécie mais rústica que existe em Portugal, persistindo onde poucas espécies o conseguem. Possui mecanismos de adaptação à seca, como as raízes profundas e o uso eficiente da água do solo, bem como a capacidade de realizar elevação hidráulica, mecanismo em que as

raízes redistribuem água do solo profundo, mais húmido, para o solo superficial (David et al., 2017). Regenera naturalmente sob o coberto de matos, nas zonas mais quentes e áridas do país, sendo resistente às temperaturas elevadas e ao frio, tolerando valores muito baixos e altos de precipitação anual (Correia e Oliveira, 2002). A produção de bolota é a principal utilização da azinheira, sendo também utilizada para recuperar solos degradados. A sua distribuição potencial no presente encontra-se por todo o Algarve, com exceção da zona norte de Aljezur e Monchique (Figura 7).

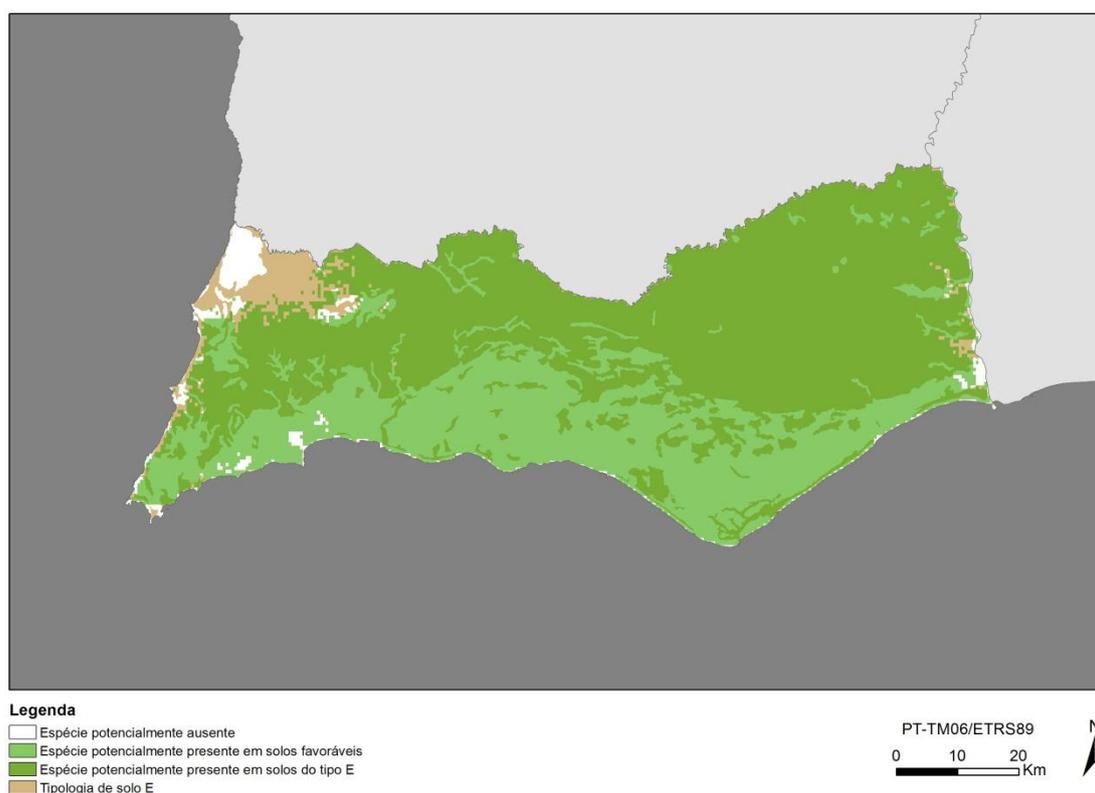


Figura 7 Área de distribuição potencial no presente para a azinheira, *Quercus rotundifolia* Lam., e solos no Algarve de classe de capacidade de uso E, segundo a Carta de Capacidade de Uso do solo (Loureiro, 2016)

Sobreiro

O sobreiro é uma espécie de zonas quentes e secas, embora tenha maior necessidade de precipitação do que a azinheira. Por este motivo é uma espécie característica de zonas com alguma influência atlântica (Correia e Oliveira, 2002). Não obstante, possui mecanismos de defesa contra a seca, como a perda da folha, a presença de raízes profundantes que conseguem captar água subterrânea a maiores profundidades e a capacidade de realizar elevação hidráulica, tal como a azinheira.

Para o sobreiro, os resultados indicam uma zona de distribuição potencial menor, estando potencialmente ausente na parte este do Algarve, desde o litoral ao interior (Figura 8). Esta distribuição potencial é coincidente com a distribuição real da espécie (Figura 1).

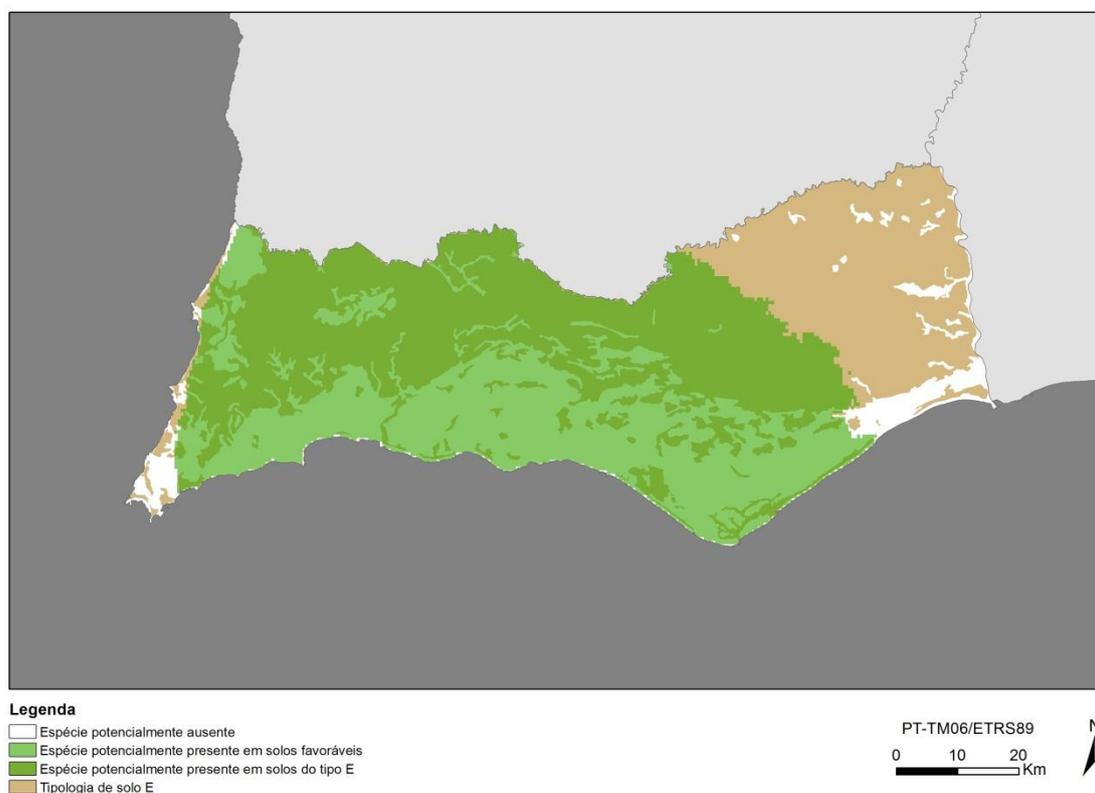


Figura 8 Área de distribuição potencial no presente para o sobreiro, *Quercus suber* L. e solos no Algarve de classe de capacidade de uso E, segundo a Carta de Capacidade de Uso do solo (Loureiro, 2016)

Alfarrobeira

A alfarrobeira é uma espécie bastante rústica, capaz de se desenvolver e frutificar em condições de secura e solos pobres. É uma espécie que ocorre praticamente em todo o Algarve, cultivada em pomar de sequeiro, tradicional nesta região (Loução e de Carvalho, 1989). O mapa de distribuição potencial atual revela que a alfarrobeira pode ocorrer em todo o Algarve, com exceção das zonas mais a norte de serra (Figura 9).

Portugal é o 3º produtor mundial de alfarroba, cuja produção de fruto (do qual se aproveitam a polpa e a semente) tem interesse para a indústria alimentar, farmacêutica e cosmética. Para além do valor económico bastante interessante, a cultura desta espécie enriquece e melhora os solos (Loução e de Carvalho, 1989), evitando a sua degradação e erosão, e é ainda um excelente sumidouro de carbono (Correia et al., 2017). É uma espécie muito eficiente no uso da água e nutrientes do solo e, à semelhança de outras espécies mediterrânicas, também exhibe mecanismos de adaptação à seca (Correia e Martins-Loução, 2005).

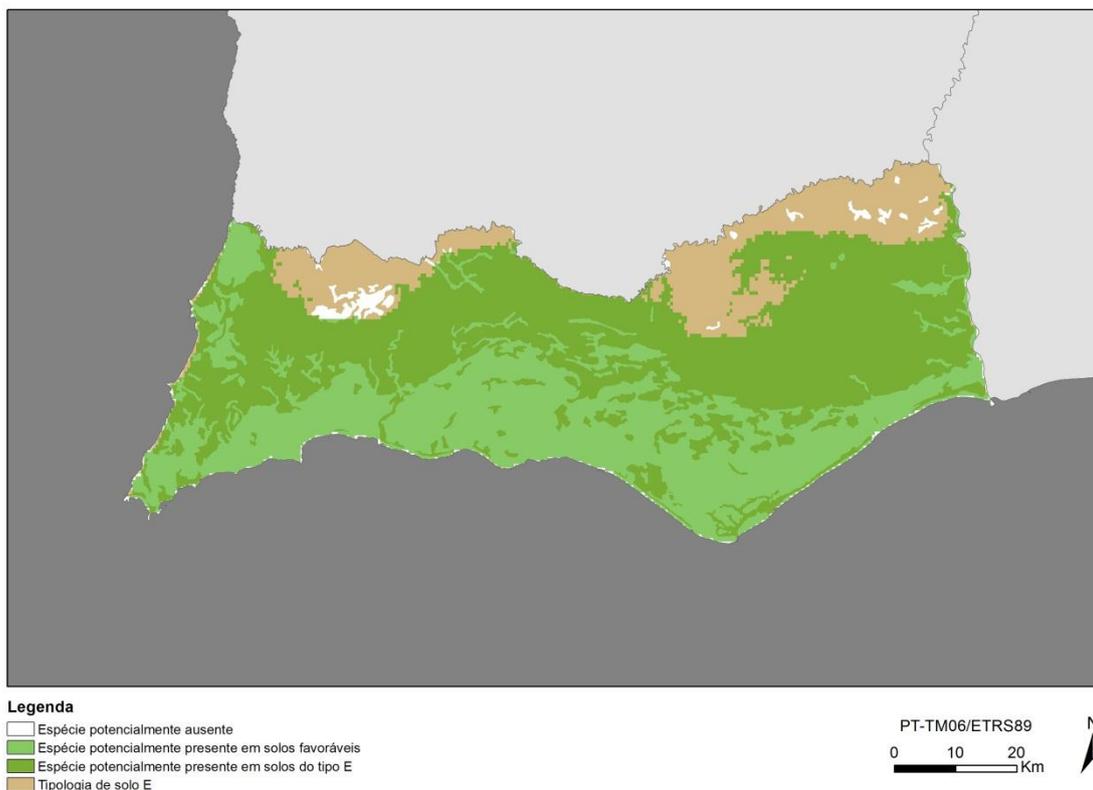


Figura 9 Área de distribuição potencial no presente para a alfarrobeira, *Cerastonia siliqua* L. e solos no Algarve de classe de capacidade de uso E, segundo a Carta de Capacidade de Uso do solo (Loureiro, 2016)

Medronheiro

Segundo Correia et al. (2002), o medronheiro é uma das espécies mais comuns no Mediterrâneo, estando distribuída por todo o país, com especial incidência a sul do rio Tejo. Surge frequentemente no sub-bosque dos povoamentos de sobreiro e azinheira, e de um modo geral é indicadora de que os solos não perderam a fertilidade. Tem também a capacidade de resistir à passagem do fogo, emitindo rebentos de raiz. A sua distribuição potencial atual espalha-se por todo o Algarve, com exceção da zona mais árida do nordeste (Figura 10).

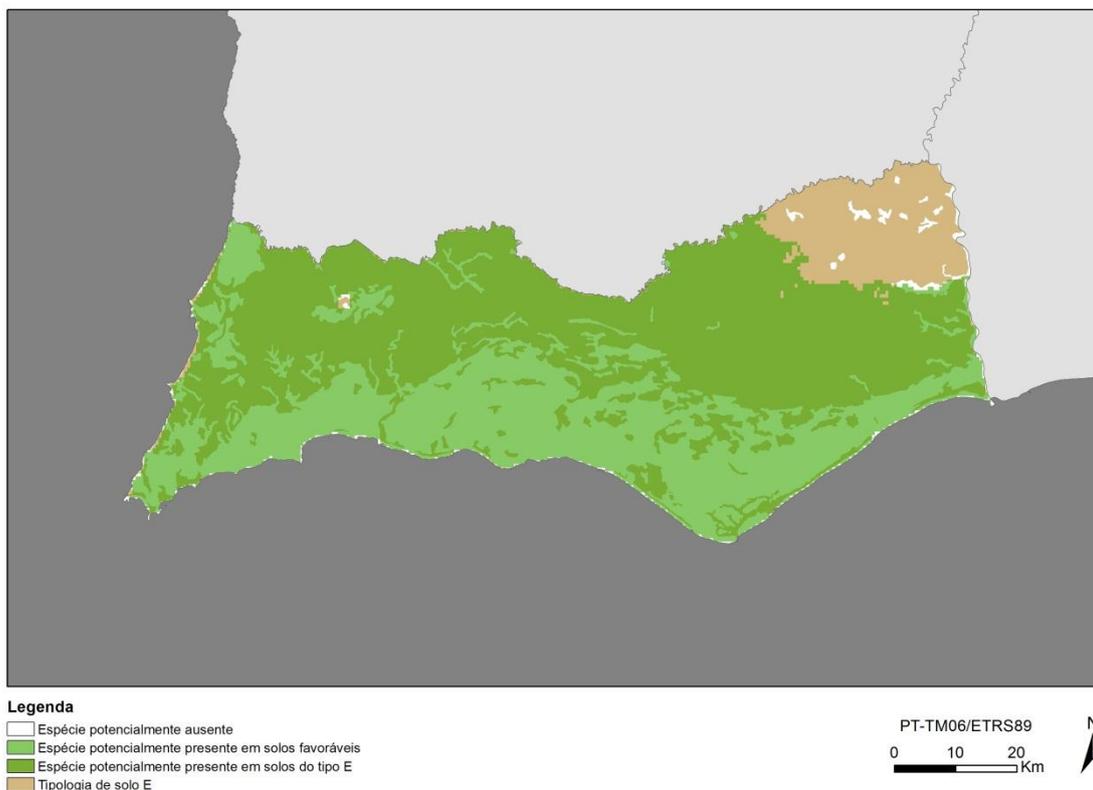


Figura 10 Área de distribuição potencial no presente para o medronheiro, *Arbutus unedo* L. e solos no Algarve de classe de capacidade de uso E, segundo a Carta de Capacidade de Uso do solo (Loureiro, 2016)

3.2.2 AVALIAÇÃO DA VULNERABILIDADE A FOGOS FLORESTAIS

A avaliação da vulnerabilidade a fogos florestais do Algarve foi iniciada com o cálculo de dias extremos, para as condições climáticas observadas (i.e., dias em que o DSR é superior ao Percentil 90, considerando o período de nível reforçado IV e as observações climáticas entre 1981 e 2010). A Figura 11 apresenta o Percentil 90 (P90) do DSR durante o nível reforçado IV, ou seja, o valor de DSR a partir do qual se considera que o dia é extremo.

Através da análise à Figura 11, verifica-se que existe uma diferença assinalável entre o litoral e o interior, em especial no litoral oeste, com valores bastante mais baixos que no resto do Algarve (sendo classificado como risco alto, segundo a classificação do DSR - Tabela 1). O P90 aumenta gradualmente para o interior e para leste, atingindo um máximo no nordeste, sendo classificado como risco muito alto (considerando a mesma classificação). Esta diferença entre o P90 é explicada pelas diferenças climáticas entre as regiões. A Serra de Monchique define uma área de características climáticas particulares, de clima Muito Húmido a Super-Húmido (segundo a Classificação de Thornthwaite-Mather). A Serra do Caldeirão, protege o Sotavento Algarvio da influência atlântica presente no Barlavento (e.g. a nortada característica da faixa atlântica ocidental e as massas de ar húmidas). Daqui resulta que o Sotavento recebe menor precipitação, que decresce para Leste, constituindo o vale do Guadiana uma das regiões mais áridas de Portugal

(ICNF, 2006). É expectável que um dia extremo em Sagres tenha condições meteorológicas (em especial, a temperatura e a humidade) bastante diferentes do que na Serra do Caldeirão e, conseqüentemente, diferenças consideráveis no DSR. Assim, é importante também olhar para o número de dias extremos e não apenas para o DSR, em especial quando se comparar o clima atual com o futuro.

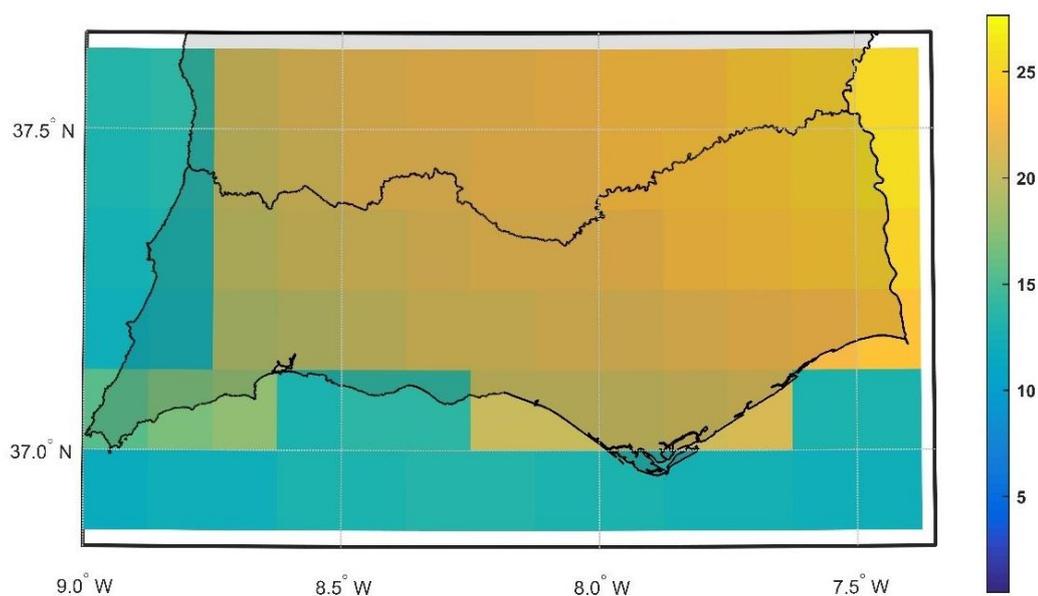


Figura 11 Percentil 90 do DSR no nível Reforçado IV, no período 1981-2010, calculado com os dados do ERA-Interim

Com base no P90 do DSR apresentado, calcularam-se o número de dias extremos por mês, no nível Reforçado IV (julho, agosto e setembro) e fora do nível Reforçado IV, para cada ano. De forma a obter uma análise mais abrangente, calculou-se ainda a média climatológica desta variável para o período 1981-2010, que é apresentada na Figura 12.

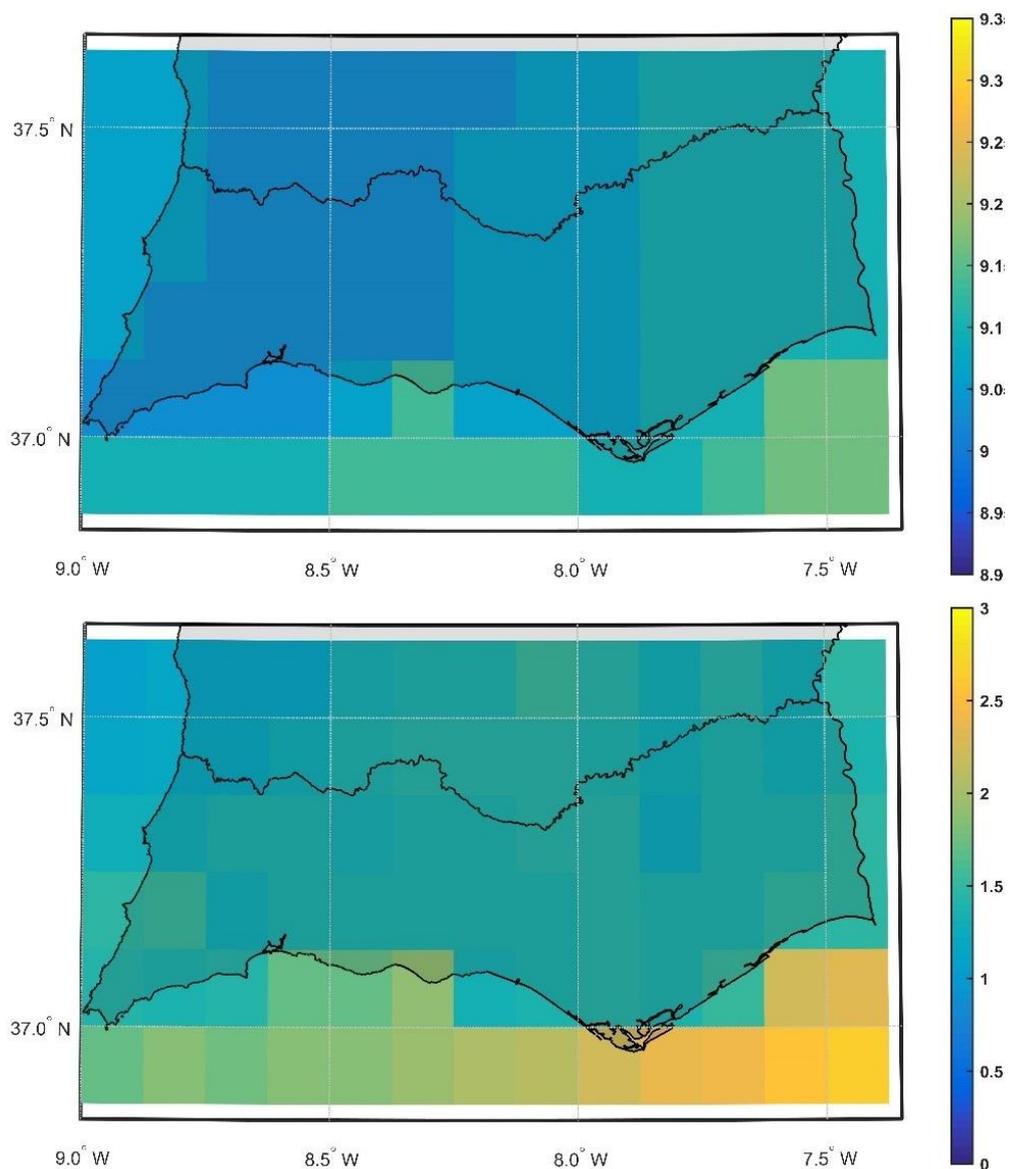


Figura 12 Número médio de dias extremos por ano, no período 1981-2010, no nível reforçado IV (em cima) e nos restantes meses do ano (em baixo). É importante denotar que as imagens apresentam escalas diferentes entre si

Esta análise permitiu confirmar que existe um número de dias extremos, por ano, muito maior no nível reforçado IV (entre 8 e 9) do que nos outros meses (entre 1 e 3), considerando o período de análise.

Considerando as áreas atingidas no passado recente por grandes incêndios, nomeadamente em 2003, 2004, 2012 e 2018, foi feita uma análise complementar ao número de dias extremos para um ponto na Serra de Monchique (37°31'N; 8°55'O) e de outro na Serra do Caldeirão (37°20'N; 7°23'O).

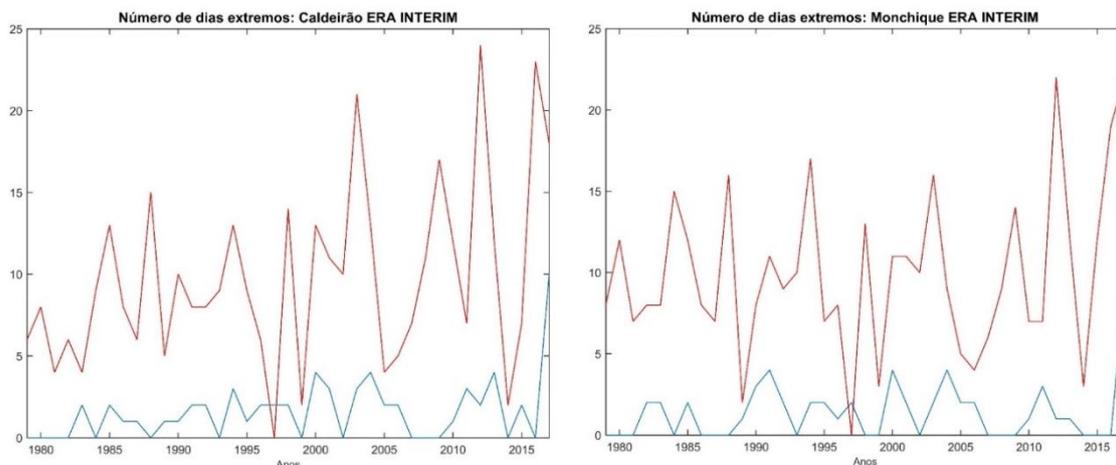


Figura 13 Número de dias extremos por ano, desde 1979 até 2017, na Serra do Caldeirão (à esquerda) e na Serra de Monchique (à direita), nos meses pertencentes ao nível reforçado IV (a vermelho) e fora deste (a azul)

Através da análise à Figura 13, verifica-se um aumento sustentado tanto em Monchique, como no Caldeirão, do número de dias extremos por ano, no nível reforçado IV desde 1979 até 2017. O maior valor registado é de 24 dias no Caldeirão (cerca de 3 vezes a média), em 2012, ano do grande incêndio de Tavira, em que arderam 42.874 hectares, em julho (ICNF, 2012). Nos outros anos em que registaram grandes incêndios no Algarve os valores são mais baixos: 16 dias em 2003 (cerca de 2 vezes a média), ano do incêndio de Monchique, com 27.617 hectares de área ardida em setembro (DGF, 2003); 13 dias em 2004 (cerca de 1,5 vezes a média), do incêndio que começou em Almodôvar, distrito de Beja, e alastrou para o Algarve, queimando no total 25.717 hectares, em julho (DGRF, 2004).

Analisando a evolução do número de dias extremos dentro e fora do nível reforçado IV, por ano, observa-se que nos meses dentro do nível reforçado IV é possível identificar uma tendência clara de evolução, ao contrário do que se denota nos meses fora do nível reforçado IV. No entanto, existem duas situações que merecem atenção: i) o valor de 2017, tanto no Caldeirão como em Monchique (10 e 9 dias, respetivamente), é muito acima da média e dos extremos anteriores; ii) o ano de 1997, único ano registado em que o número de dias extremos fora do nível reforçado IV (2 dias) é maior do que o valor no nível reforçado IV (0 dias).

Finalmente, estudou-se a distribuição mensal do número de dias extremos para a normal climatológica (1981-2010) na Serra do Caldeirão e na Serra de Monchique (Figura 14), tendo-se observado que os meses com maior número de dias extremos são julho e agosto (entre 3 e 4 dias), seguidos de setembro (meses pertencentes ao nível reforçado IV). É importante sublinhar que há registo de dias extremos desde março até novembro, sendo que o mês fora do nível reforçado IV com maior número de dias extremos é junho (inferior a 1 dia nos dois pontos).

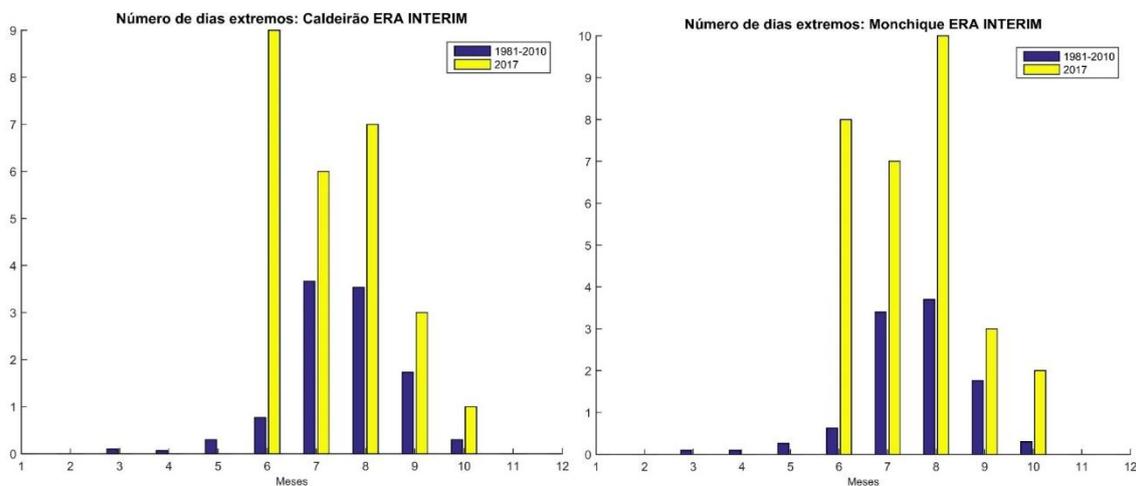


Figura 14 Comparação do número de dias extremos entre a normal climatológica 1981-2010 e o ano de 2017, na Serra do Caldeirão (à esquerda) e na Serra de Monchique (à direita)

Posteriormente, comparou-se o número de dias extremos da normal climatológica (1981-2010) nestes dois pontos, com o número de dias extremos do ano de 2017, um ano que se caracterizou por condições excepcionalmente favoráveis à ocorrência de fogos florestais (Figura 14). A partir desta comparação, denota-se claramente que 2017 foi um ano fora do normal, com um número de dias extremos mais de 3 vezes superiores à média nos meses de verão, especialmente no mês de junho (de quase um dia extremo na média para 9 dias em 2017, no Caldeirão). O dia 15 de outubro de 2017 foi mesmo o dia com o DSR mais elevado registado em todo o período na serra de Monchique, sendo o segundo mais extremo na serra do Caldeirão (resultado não apresentado).

4.

Impactos e Vulnerabilidades Futuras no Algarve



4.1 DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA POTENCIAL DE ESPÉCIES

Uma das consequências das alterações climáticas é a alteração da distribuição geográfica das espécies, que sucede quando deixam de existir as condições climáticas de que as espécies necessitam para ocorrerem num determinado local. Numa primeira fase, os povoamentos ficam em más condições vegetativas, podendo deixar de ter condições para a produção de fruto e, num estado mais avançado, acabam por não se conseguirem manter. O contrário pode também acontecer, desenvolvendo-se condições para algumas espécies que anteriormente não ocorriam nessas zonas.

Alterações na temperatura e precipitação podem também exercer efeitos drásticos na sobrevivência, dispersão e distribuição geográfica de pragas e doenças e dos seus inimigos naturais. Quando estas alterações ocorrem associadas a modificações na radiação solar e na concentração de CO₂ atmosférico, podem ser induzidas alterações na resistência das árvores às pragas e doenças (Ayres e Lombardero, 2000).

Os resultados da modelação da distribuição de espécies para os cenários futuros foram obtidos de forma semelhante aos do cálculo das distribuições atuais potenciais de espécies.

Pinheiro manso

A distribuição potencial futura para o pinheiro manso não sofre grandes alterações relativamente à sua distribuição potencial atual (Figura 15).

Do ponto de vista das condições climáticas, esta espécie continuará a ter condições para existir por toda a região de uma forma generalizada. No entanto, devido à pobreza dos solos de grande parte da região, esta espécie poderá sofrer de elevadas limitações à sua produtividade. Não obstante, esta espécie é já utilizada nas regiões mais áridas com fins de proteção e recuperação, podendo ser utilizada em povoamentos mistos ou em sistemas agroflorestais com a finalidade de melhorar as condições do solo, melhorar a retenção de água ou fornecer ensombramento, tornando-se a produção de pinha um objetivo secundário.

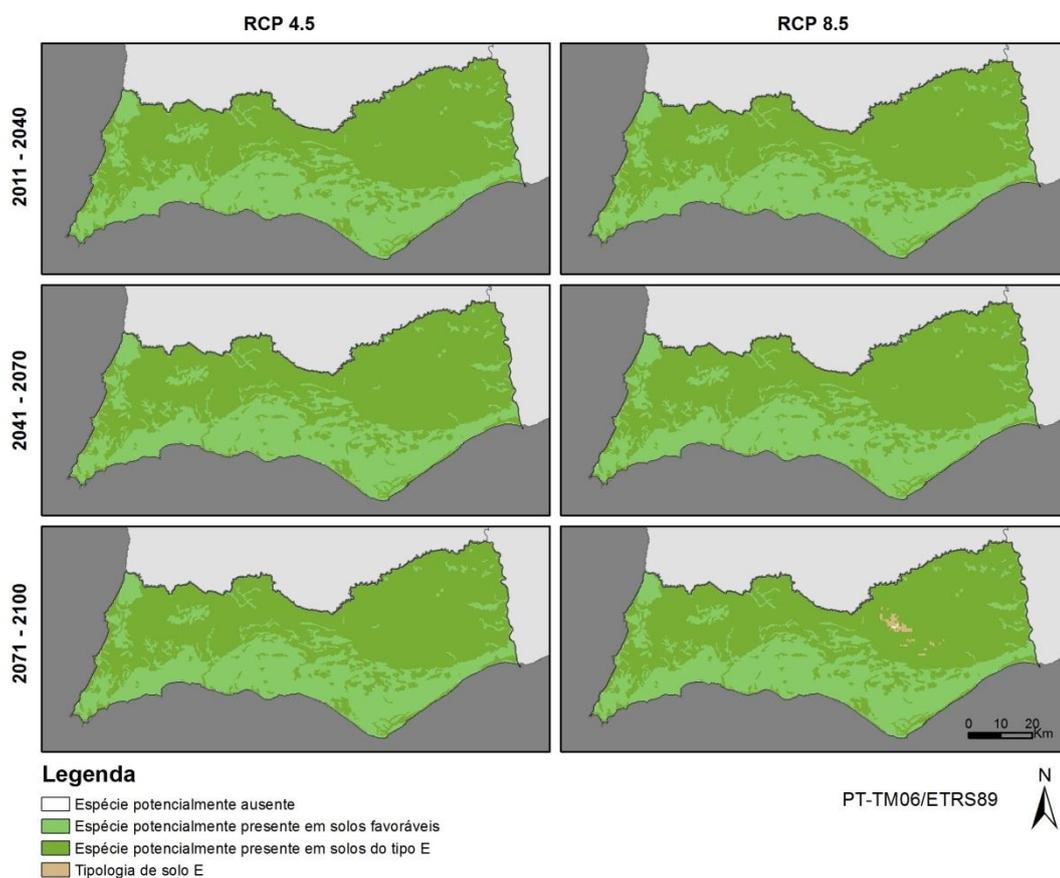


Figura 15 Distribuição potencial futura do pinheiro manso, considerando os cenários RCP4.5 (à esquerda) e RCP8.5 (à direita), para os períodos 2011-2040 (em cima), 2041-2070 (a meio) e 2070-2100 (em baixo), e solos no Algarve de classe de capacidade de uso E, segundo a Carta de Capacidade de Uso do solo (Loureiro, 2016)

Azinheira

Sendo a azinheira uma espécie rústica e bastante resistente, é de esperar que a sua distribuição não sofra alterações drásticas com os cenários de alterações climáticas para esta região, sobretudo por os efeitos esperados serem aqueles para os quais esta espécie se encontra naturalmente adaptada. Assim, em todos os cenários e períodos observa-se uma expansão na zona de Aljezur, com ocupação da área onde atualmente está ausente (Figura 16).

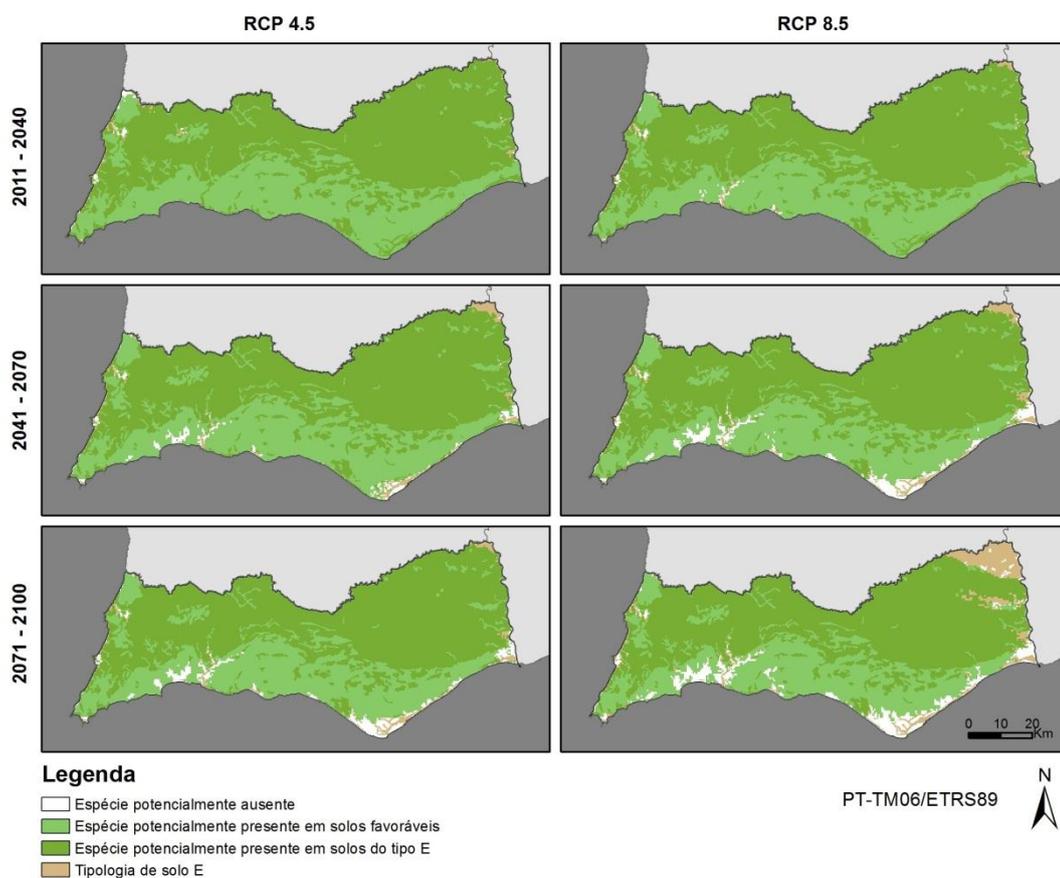


Figura 16 Distribuição potencial futura da azinheira, considerando os cenários RCP4.5 (à esquerda) e RCP8.5 (à direita), para os períodos 2011-2040 (em cima), 2041-2070 (a meio) e 2070-2100 (em baixo), e solos no Algarve de classe de capacidade de uso E, segundo a Carta de Capacidade de Uso do solo (Loureiro, 2016)

Para o cenário menos gravoso (RCP4.5) observa-se uma expansão para o interior. Para o cenário RCP8.5, com projeções mais gravosas, observa-se que, a meio do século, poderá ocorrer um recuo maior na zona de Alcoutim. Esta tendência intensifica-se no final do século. À semelhança do caso anterior, a existência dos solos pobres nas serras poderá implicar limitações nos povoamentos desta espécie.

Sobreiro

O sobreiro é uma espécie bastante adaptada às regiões secas e quentes, embora não tanto como a azinheira. Apesar do sobreiro ser uma espécie altamente adaptada ao clima mediterrânico e aos períodos de seca (David et al., 2007; Kurz-Besson et al., 2006; Oliveira et al., 1992), necessita de mais precipitação do que a azinheira. Por este motivo, no presente não se encontra na zona este do Algarve, graças às condições de aridez que ali se encontram.

Os mapas de distribuição potencial futura para o sobreiro (Figura 17), apontam para uma diminuição da área de distribuição no Algarve, que será gradual e pouco dramática no caso do cenário menos gravoso (RCP4.5) mas que se intensificará caso se verifique o cenário mais gravoso (RCP8.5). No RCP8.5 observa-se uma diminuição considerável a partir do primeiro período (2011-2040), que se agrava para o final do século, desaparecendo inclusivamente das zonas de barrocal e litoral da zona central do Algarve.

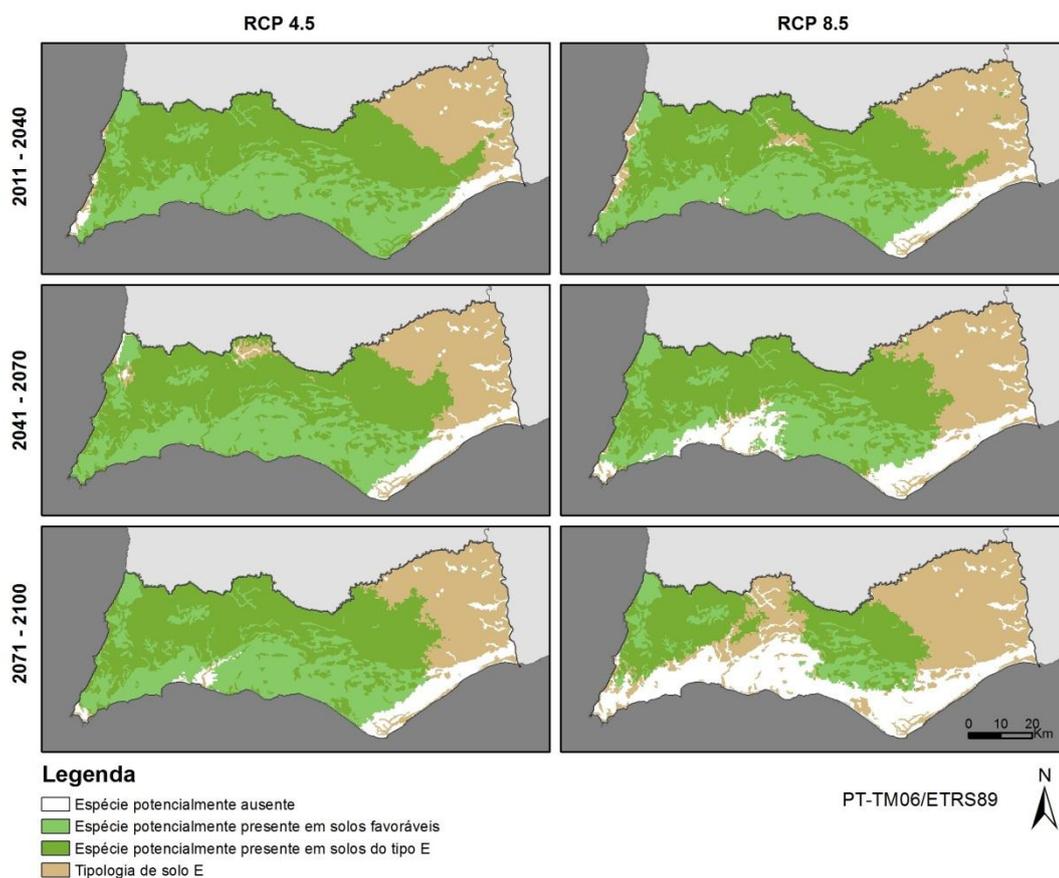


Figura 17 Distribuição potencial futura para o sobreiro, considerando os cenários RCP4.5 (à esquerda) e RCP8.5 (à direita), para os períodos 2011-2040 (em cima), 2041-2070 (a meio) e 2070-2100 (em baixo), e solos no Algarve de classe de capacidade de uso E, segundo a Carta de Capacidade de Uso do solo (Loureiro, 2016)

Adicionalmente, a potencial contração na área de distribuição por origens climáticas poderá ser agravada pelos condicionalismos dos solos da serra.

As alterações climáticas produzirão, para além da alteração da distribuição geográfica, efeitos negativos nos sistemas de montado, tanto no que toca à mortalidade, como na produtividade e qualidade da cortiça, bem como nas interações complexas com pragas e doenças (Palma et al., 2015).

Alfarrobeira

Em cenário de alterações climáticas, a alfarrobeira poderá encontrar condições para se expandir para todo o Algarve, o que revela o carácter rústico desta espécie (Figura 18). De facto, para todos os cenários e em todos os períodos, a alfarrobeira passa a ocupar praticamente toda a área do Algarve, o que se revela um ponto positivo para esta espécie e para a região, dado o seu potencial valor económico e ecológico.

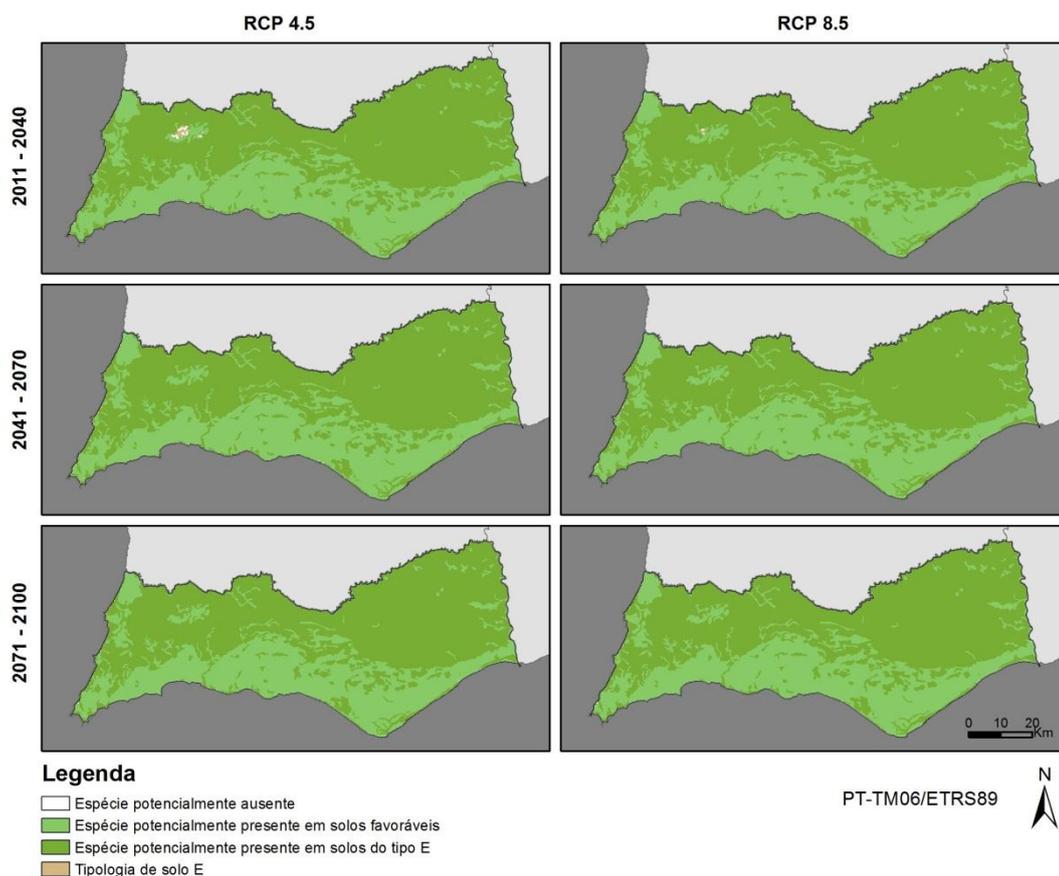


Figura 18 Distribuição potencial futura para a alfarrobeira, considerando os cenários RCP4.5 (à esquerda) e RCP8.5 (à direita), para os períodos 2011-2040 (em cima), 2041-2070 (a meio) e 2070-2100 (em baixo), e solos no Algarve de classe de capacidade de uso E, segundo a Carta de Capacidade de Uso do solo (Loureiro, 2016)

De forma semelhante às espécies anteriormente analisadas, também a alfarrobeira poderá ter limitações ao seu crescimento nas zonas da serra com os solos mais pobres, apesar da sua grande capacidade de adaptação. No entanto o seu uso como espécie de proteção não deve ser descartado, tal como as outras espécies analisadas neste plano.

Medronheiro

O medronheiro tem uma área de distribuição potencial atual que abrange todo o Algarve, exceto na zona nordeste. Para os cenários de projeções climáticas utilizados, observa-se que esta espécie se poderá manter em toda a região do Algarve e ainda existir, no início do século para os dois cenários, uma ligeira expansão para a zona onde atualmente não se encontra. Esta distribuição mantém-se até ao final do século para o caso do cenário RCP4.5. Por outro lado, no cenário RCP8.5 e no período de final do século, poderá ocorrer uma regressão na área ocupada, na zona do sotavento, que deixa de ter condições de adequabilidade para esta espécie (Figura 19). Os solos pobres podem também condicionar o crescimento e produção desta espécie sobretudo nas zonas de serra.

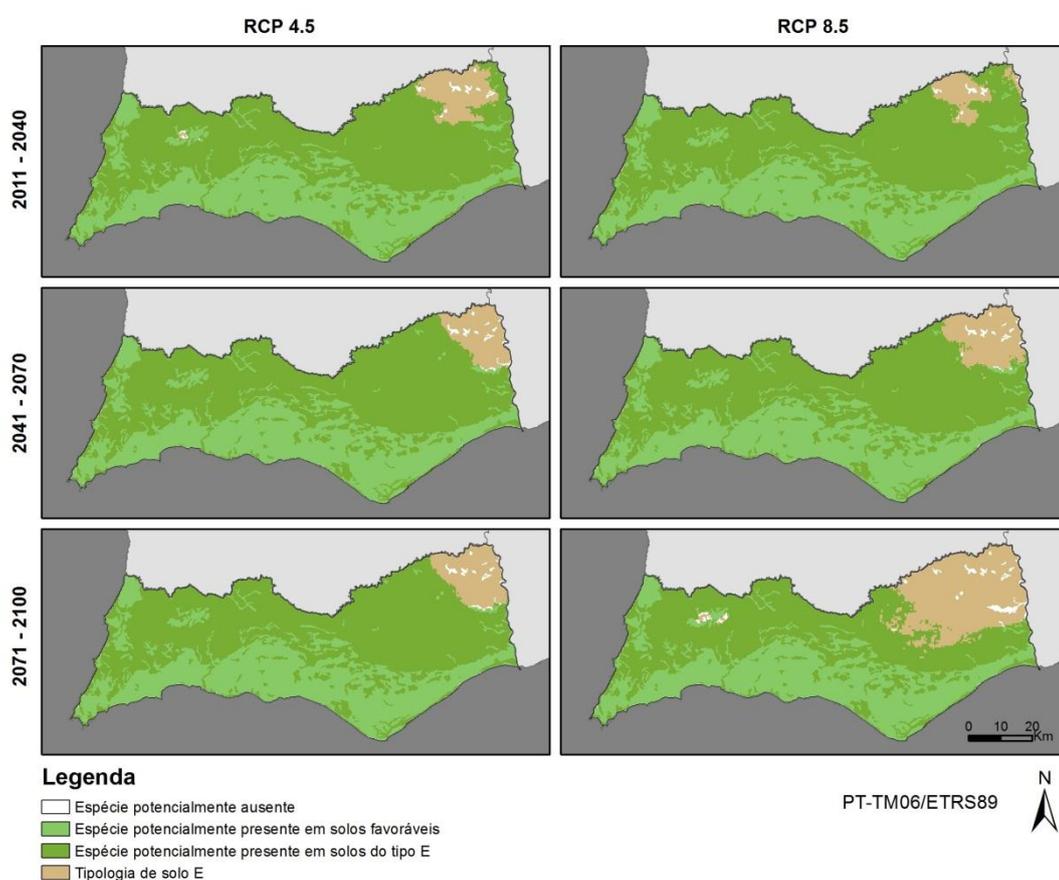


Figura 19 Distribuição potencial futura para o medronheiro, considerando os cenários RCP4.5 (à esquerda) e RCP8.5 (à direita), para os períodos 2011-2040 (em cima), 2041-2070 (a meio) e 2070-2100 (em baixo) e solos no Algarve de classe de capacidade de uso E, segundo a Carta de Capacidade de Uso do solo (Loureiro, 2016)

De um modo geral, as espécies presentes no Algarve são espécies adaptadas a um clima quente e seco, pelo que é esperado que a maior parte das espécies encontre condições para se manter nos cenários projetados. No entanto há exceções, como é o caso do sobreiro, que sofrerá a maior retração da sua área de distribuição potencial (considerando o cenário mais gravoso e o período do final do século). Os condicionalismos respeitantes aos solos, que numa grande parte da área de

floresta do Algarve pertencem à classe E e que por isso apresentam grandes limitações para grande parte dos usos, poderão colocar alguns entraves ao estabelecimento de povoamentos produtivos (dependendo também do objetivo da instalação). Contudo, este facto não inviabiliza o uso destas espécies em sistemas agroflorestais ou mistos, ou outros usos como a proteção e a recuperação de solos e de habitats, com benefícios variados como a conservação e fomento da biodiversidade, o sequestro de carbono ou a melhoria do solo.

4.2 AVALIAÇÃO DA VULNERABILIDADE A FOGOS FLORESTAIS

Da análise às diferenças do DSR no clima futuro, verifica-se um aumento do risco de incêndio em todos os meses estudados, desde março até novembro, em especial no cenário mais severo (RCP8.5) e no final do século (2071-2100).

O aumento projetado do DSR é considerável nos meses de primavera e verão, mais concretamente em junho e julho (Figura 20). A região interior do Algarve, particularmente na Serra do Caldeirão, é a área em que se projeta o maior aumento do DSR (perto de 10 unidades), em junho, para o período 2071-2100. Na região oeste e em grande parte do litoral sul, o aumento será menos pronunciado. Em julho, a distribuição das anomalias é semelhante (valores mais elevados no interior e leste do Algarve), mas com aumentos menos elevados (diferença até próximo de 7, no cenário RCP8.5 e no final do século).

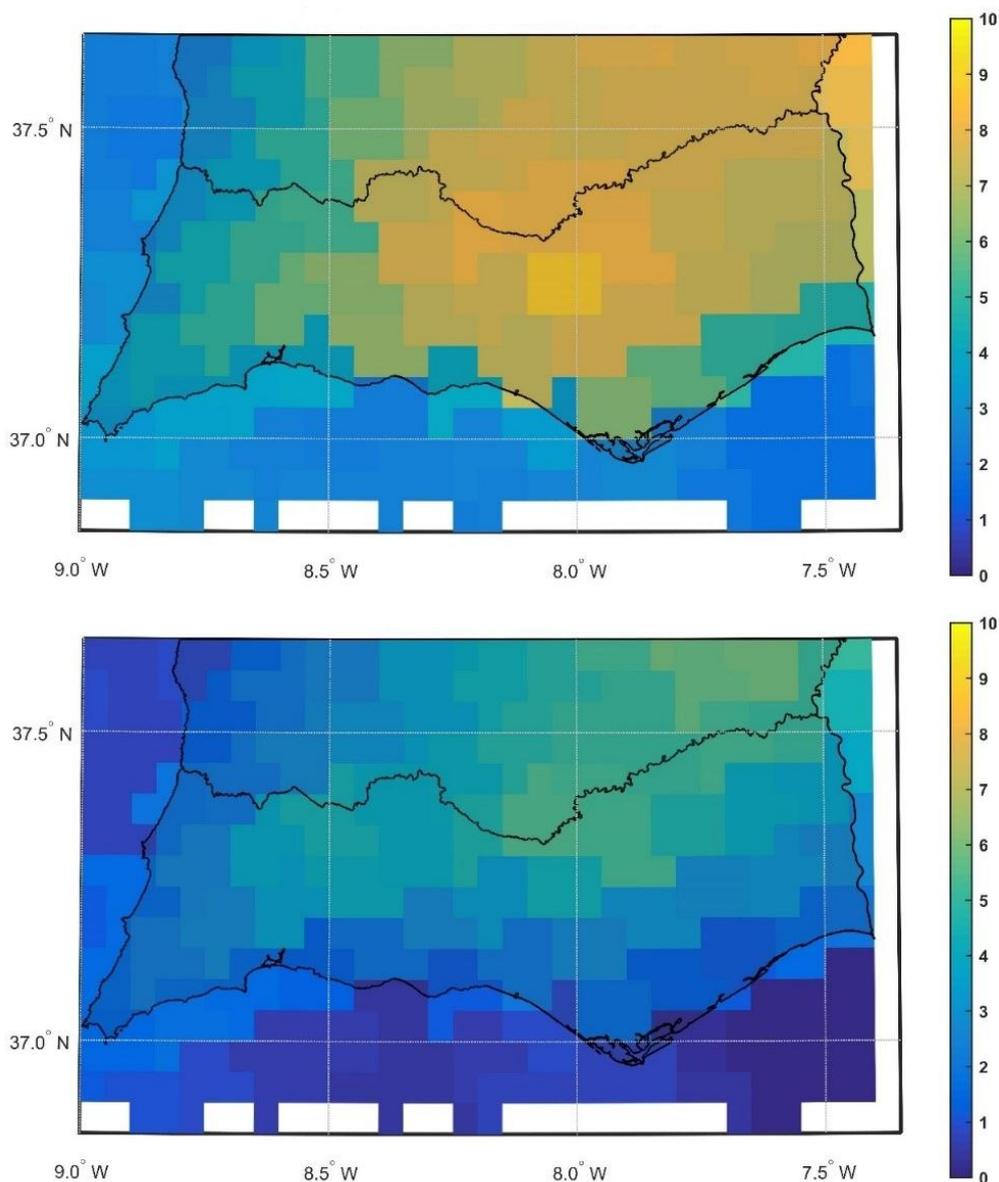


Figura 20 Anomalia do DSR, no cenário RCP8.5 para o período 2071-2100, nos meses de junho (em cima) e julho (em baixo)

Projeta-se que o DSR poderá aumentar ao longo do século, em particular no cenário RCP8.5 nos meses correspondentes ao final da primavera e no verão, no interior e zona leste do Algarve. Na região oeste, em particular na zona costeira entre Sagres e Aljezur, os aumentos de DSR são pouco pronunciados.

No cenário RCP4.5 os aumentos são mais modestos, com um máximo próximo de 5 na média climatológica do DSR em junho, no período 2071-2100. Estes resultados antecipam um aumento da duração da época de fogos, podendo começar já em junho e estendendo-se ao longo dos meses de verão. A época de fogos poderá ser também mais intensa, devido ao aumento da média climatológica do DSR nos meses de julho, agosto e setembro.

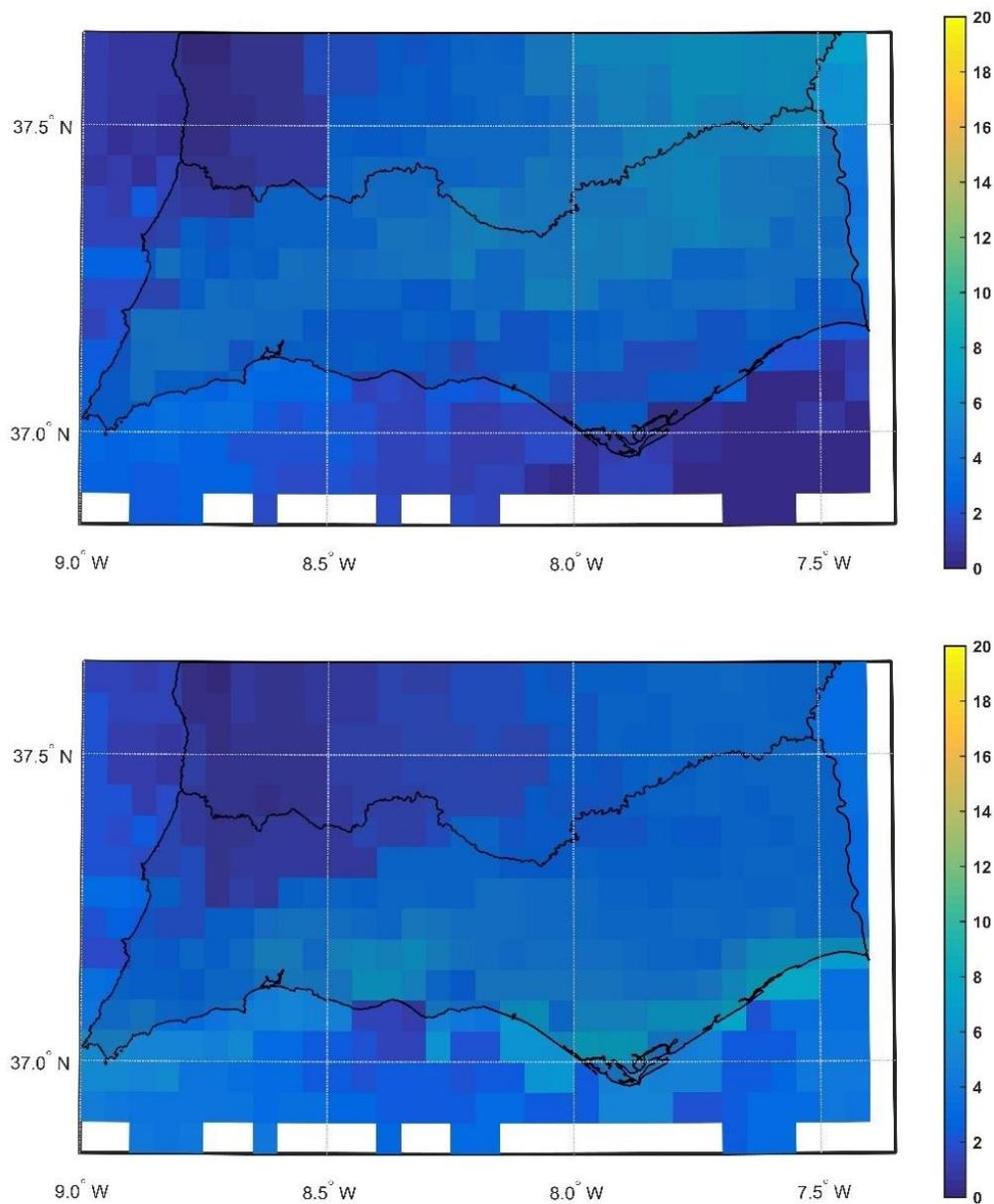


Figura 21 Anomalia nos dias extremos no cenário RCP4.5, para o período 2071-2100, no nível reforçado IV (em cima) e nos restantes meses (em baixo)

Anteriormente foram definidos dias extremos como sendo aqueles em que o DSR é superior ao Percentil 90 durante o nível reforçado IV no período 1981-2010 (estudo com base nos dados do *Era-Interim*). É importante também olhar para o número de dias extremos e não apenas para o DSR quando se compara o clima atual com o futuro. Neste sentido, calcularam-se o número de dias extremos por mês, nos meses pertencentes ao nível reforçado IV (julho, agosto e setembro) e fora do nível reforçado IV, para cada ano. Utilizando o método de cálculo das anomalias do DSR

aborado anteriormente, foram calculadas as anomalias dos dias extremos no cenário RCP4.5 (Figura 21) e no cenário RCP8.5 (Figura 22).

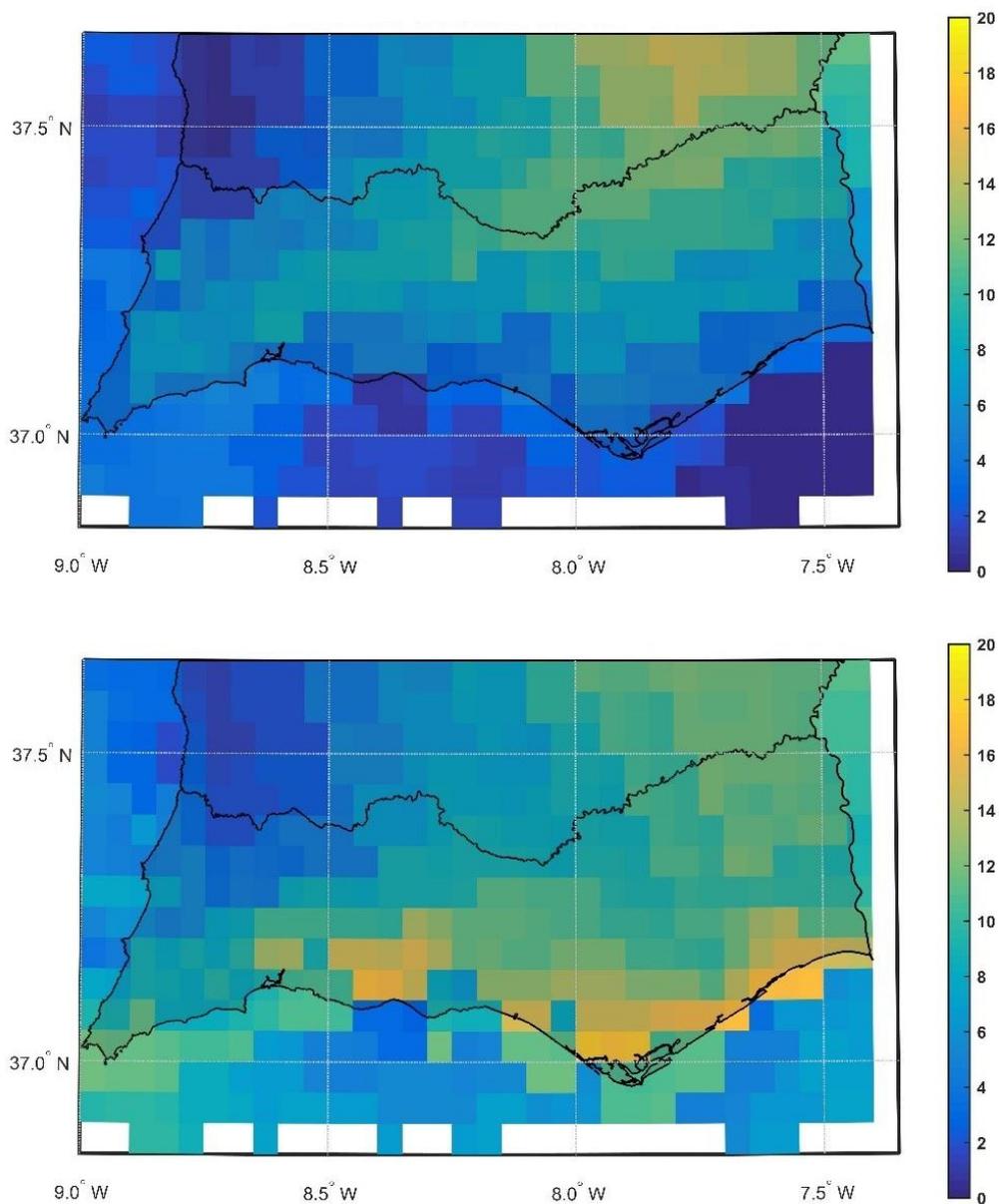


Figura 22 Anomalia nos dias extremos no cenário RCP8.5, para o período 2071-2100, no nível reforçado IV (em cima) e nos restantes meses (em baixo)

A análise dos resultados permite verificar que existe um aumento do número de dias extremos no final do século, por ano, maior fora do nível reforçado IV (até cerca de 11 dias no cenário RCP4.5 e até cerca de 18 dias no cenário RCP8.5) do que no nível reforçado IV (até cerca de 10 dias no cenário RCP4.5 e até cerca de 14 dias no cenário RCP8.5). É interessante notar que a distribuição espacial do aumento do número dias extremos nos meses do nível reforçado IV é diferente dos restantes

meses. De facto, no nível reforçado IV, é projetado que os maiores aumentos ocorram no interior e no leste, sendo de assinalar o aumento na região a sudoeste da Serra de Monchique, que tem atualmente poucos dias extremos registados. Nos meses fora do nível reforçado IV, os maiores aumentos situam-se na região costeira, em especial no sotavento Algarvio.

Foi novamente calculada a normal climatológica, para um ponto na Serra de Monchique (37°31'N; 8°55'O) e outro na Serra do Caldeirão (37°20'N; 7°23'O), desta vez acrescentado os períodos estudados, no cenário RCP4.5 (Figura 23) e RCP8.5 (Figura 24).

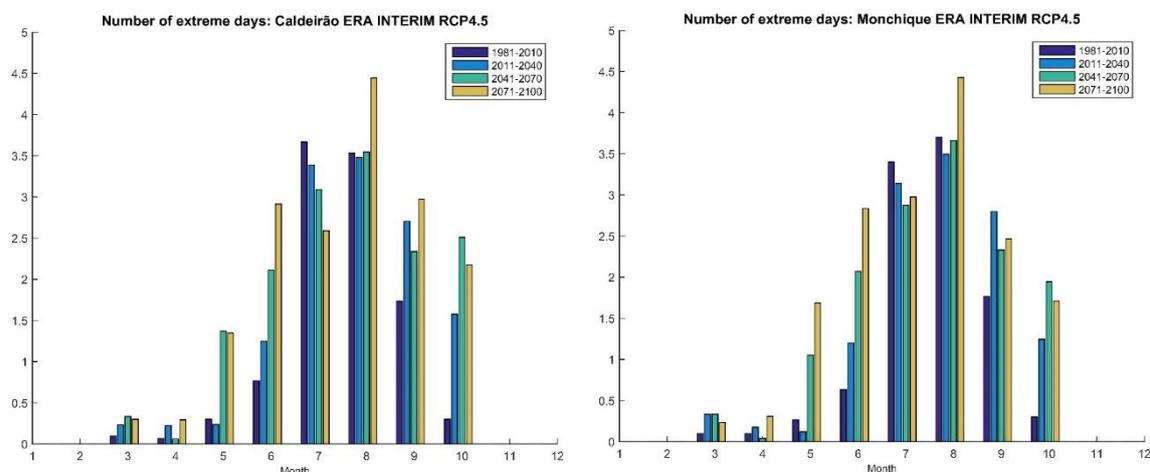


Figura 23 Anomalia nas normais climatológicas projetadas, relativa ao número de dias extremos na Serra do Caldeirão (esquerda) e na Serra de Monchique (direita), no cenário RCP4.5

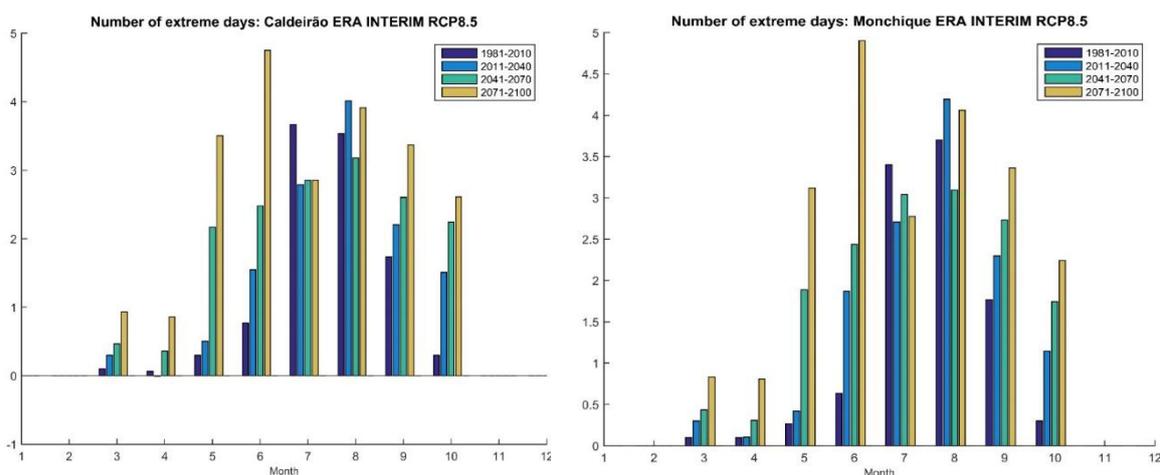


Figura 24 Anomalia nas normais climatológicas projetadas, relativa ao número de dias extremos na Serra do Caldeirão (esquerda) e na Serra de Monchique (direita), no cenário RCP8.5

Comparou-se a normal climatológica (1981-2010) de número de dias extremos, nestes dois pontos, com os períodos futuros, destacando-se desde logo o aumento do número de dias extremos nos meses de maio, junho e outubro, antecipando (tal como denunciado nas médias do DSR), um aumento da duração da época de fogos. No entanto, esta análise permite identificar a possibilidade da ocorrência de dias extremos muito mais comuns desde maio até outubro, em especial no final do século, em ambos os cenários. Este aumento será gradual ao longo do século. No entanto, é projetada uma ligeira diminuição do número de dias extremos em julho, tanto na Serra do Caldeirão como na Serra de Monchique. Não obstante, o número de dias extremos nos meses de maio, junho e setembro poderão mesmo ultrapassar os valores atuais de julho no final do século (RCP8.5). Em outubro, os valores projetados ultrapassam os valores atuais de setembro (exceto em Monchique, no cenário RCP4.5) no final do século.

Comparando as projeções (Figura 23 e Figura 24) com o ano de 2017 (Figura 14), verifica-se que o ano de 2017 foi fora do normal, e será também no clima futuro, em termos de intensidade. Em Monchique, 2017 foi um ano com dias extremos muito superiores à média em junho, julho e agosto (chegando quase ao dobro), mesmo no cenário RCP8.5, no final do século. Na serra do Caldeirão a anomalia é semelhante, em especial em junho e agosto. No entanto, a duração da época de fogos é ligeiramente menor do que a projetada nos cenários futuros: em 2017 durou de junho até outubro, ao passo que nos cenários futuros poderá atingir 6 meses (desde maio até outubro). O ano de 2017 aproximou-se assim dos cenários futuros na duração da época de fogos no clima futuro, no final do século, mas a sua intensidade foi superior à média projetada. Todavia, projeta-se também um aumento dos fenómenos extremos, o que indica que anos fora do normal, com intensidade como a de 2017 podem ser mais comuns no clima futuro.

5.

Considerações Finais



As principais vulnerabilidades do setor Florestas estão, por um lado, relacionadas com a disponibilidade de água, que pode comprometer a produtividade e a própria sobrevivência das florestas e com a degradação e erosão dos solos, e por outro com o aumento do risco de incêndios florestais.

O aumento da temperatura média pode não causar impactos elevados na maior parte das espécies florestais por si, mas quando associado aos períodos de seca, pode colocar as plantas em situação de carência de água com perdas de produtividade, danos nas árvores, e, em casos mais graves, declínio e morte das árvores. Também o risco de incêndios florestais pode ser agravado por este fator, sobretudo nos meses de verão.

A diminuição da precipitação pode comprometer as reservas de água no solo, nas barragens e nos lençóis freáticos, diminuindo a disponibilidade de água no solo, mesmo em profundidade. As secas prolongadas podem diminuir a quantidade e diversidade de vegetação herbácea e arbustiva, diminuindo por isso a proteção que estas oferecem ao solo, aumentando o risco de degradação e erosão, agravado pelo aumento dos fenómenos extremos, sobretudo chuvadas intensas em períodos curtos, fora da época normal de chuvas.

As alterações climáticas podem ainda causar alterações nas populações de pragas e doenças e nos seus inimigos naturais, tanto na sua distribuição geográfica como na sua abundância, aumentando, no limite, a mortalidade das espécies florestais.

As florestas são sistemas bastante resilientes, estando no caso do Algarve, compostas por espécies adaptadas ao clima local, que possuem mecanismos próprios de reação a condições extremas e, por isso, capazes de suportar períodos de calor e seca sem comprometer o seu desenvolvimento e produtividade. Algumas espécies como o sobreiro e o medronheiro poderão diminuir a sua área de distribuição, mas outras como a azinheira, a alfarrobeira e o pinheiro manso poderão expandir a sua área de distribuição, representando oportunidades de adaptação às alterações climáticas nesta região.

No que diz respeito aos fogos florestais, projeta-se um aumento da média do risco de fogos florestais em todos os meses analisados, em especial no final da primavera e no período de final do século. Como consequência, antecipa-se um aumento considerável do número de dias extremos (com especial relevância nas zonas da Serra de Monchique e da Serra do Caldeirão, onde já se verificaram incêndios de grandes dimensões no passado), particularmente em maio, junho e outubro. Tendo como base os resultados apresentados neste setor, é expectável que a época dos fogos possa vir a ter uma duração de 6 meses, desde maio até outubro, sendo ligeiramente mais intensa do que atualmente nos meses de verão.

6.

Bibliografia



Adams, R.M., Hurd, B.H., Lenhart, S., Leary, N., 1998. Effects of global climate change on agriculture: an interpretative review. *Clim. Res.* 11, 19–30.

ANPC, 2017. Diretiva Operacional Nacional n.º2 – DECIF. Dispositivo Especial de Combate a Incêndios Florestais.

Ayres, M.P., Lombardero, M.J., 2000. Assessing the consequences of global change for forest disturbance from herbivores and pathogens. *Sci. Total Environ.* 262, 263–286. [https://doi.org/10.1016/S0048-9697\(00\)00528-3](https://doi.org/10.1016/S0048-9697(00)00528-3)

Bale, J., Masters, G.J., Hodkinson, I.D., Awmack, C., Bezemer, T.M., Brown, V.K., Butterfield, J., Buse, A., Coulson, J., Farrar, J., Good, J.E.G., Harrington, R., Hartley, S., Jones, T.H., Lindroth, R.L., Press, M.C., Symrnioudis, I., Watt, A.D., Whittaker, J.B., 2002. Herbivory in global climate change research: direct effects of rising temperature on insect herbivores. *Glob. Chang. Biol.* 8, 1–16.

Caetano, M., Igreja, C., Marcelino, F., Costa, H., 2017. Estatísticas e dinâmicas territoriais multiescala de Portugal Continental 1995-2007-2010 com base na Carta de Uso e Ocupação do Solo (COS). Direcção-Geral do Território. 149.

Camia, A., Libertà, G., San-Miguel-Ayanz, J., 2017. Modeling the impacts of climate change on forest fire danger in Europe: sectorial results of the PESETA II Project. Publications Office of the European Union, Luxembourg. <https://doi.org/citeulike-article-id:14314418> doi: 10.2760/768481

Carvalho, A., Flannigan, M.D., Logan, K.A., Gowman, L.M., Miranda, A.I., Borrego, C., 2009. The impact of spatial resolution on area burned and fire occurrence projections in Portugal under climate change. *Clim. Change* 98, 177. <https://doi.org/10.1007/s10584-009-9667-2>

Cary, G.J., Keane, R.E., Gardner, R.H., Lavorel, S., Flannigan, M.D., Davies, I.D., Li, C., Lenihan, J.M., Rupp, T.S., Mouillot, F., 2006. Comparison of the Sensitivity of Landscape-fire-succession Models to Variation in Terrain, Fuel Pattern, Climate and Weather. *Landsc. Ecol.* 21, 121–137. <https://doi.org/10.1007/s10980-005-7302-9>

CCDR-A, 2007. Plano Regional de Ordenamento do Território: Problemática da Desertificação. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional - Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Algarve.

CCDR-A, 2006a. Plano Regional de Ordenamento do Território do Algarve- ANEXO D - Floresta - Caracterização e Diagnóstico do Sector. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional - Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Algarve.

CCDR-A, 2006b. Plano Regional de Ordenamento do Território do Algarve - ANEXO D - Floresta - Caracterização e Diagnóstico do Sector. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional - Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Algarve.

CFS, 2018. Canadian Wildland Fire Information System [WWW Document].

Correia, P.J., Guerreiro, J.F., Pestana, M., Martins-Loução, M.A., 2017. Management of carob tree orchards in Mediterranean ecosystems: strategies for a carbon economy implementation. *Agrofor. Syst.* 91, 295–306. <https://doi.org/10.1007/s10457-016-9929-8>

Correia, P.J., Martins-Loução, M.A., 2005. The use of macronutrients and water in marginal Mediterranean areas: the case of carob-tree. *F. Crop. Res.* 91, 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2004.05.004>

Correia, A. V., Oliveira, Â.C., 2002. Principais Espécies Florestais com Interesse para Portugal: Zonas de Influência Mediterrânica, 2ª. ed. Direcção-Geral das Florestas, Lisboa.

David, T.S., Henriques, M.O., Kurz-Besson, C., Nunes, J., Valente, F., Vaz, M., Pereira, J.S., Siegwolf, R., Chaves, M.M., Gazarini, L.C., David, J.S., 2007. Water-use strategies in two co-occurring Mediterranean evergreen oaks: surviving the summer drought. *Tree Physiol.* 27, 793–803.

David, T.S., Pinto, C.A., Nadezhdina, N., David, J.S., 2017. Estrutura e funcionamento das raízes em sobreiro: o uso de água. *Vida Rural*.

de Rigo, D., Libertà, G., Houston Durrant, T., Artés Vivancos, T., San-Miguel-Ayanz, J., 2017. Forest fire danger extremes in Europe under climate change: variability and uncertainty., EUR 28926 EN. Publications Office of the European Union, Luxembourg. <https://doi.org/doi:10.2760/13180, JRC108974>

DGF, 2003. Incêndios Florestais - 2003. Relatório Provisório (1 Janeiro a 31 Outubro) Direcção Geral das Florestas. DSVPF – Divisão de Protecção e Conservação Florestal.

DGRF, 2004. DGRF (2004): Incêndios Florestais - 2004. Relatório Provisório (1 Janeiro a 10 Outubro). Direcção Geral dos Recursos Florestais. DSDF – Divisão de Defesa da Floresta contra Incêndios.

DGT, 2018. Especificações técnicas da Carta de Uso e Ocupação do Solo de Portugal Continental para 1995, 2007, 2010 e 2015. Relatório Técnico.

DRAP-A, 2007. Programa de Desenvolvimento Rural 2007 – 2013 Algarve.

Durão, R.M., Corte-Real, J., 2006. Alterações climáticas: futuro dos acontecimentos extremos e do risco de incêndio. Incêndios Florestais em Port. Caracter. impactes e prevenção.

EAAFAC, 2013. Estratégia de Adaptação da Agricultura e das Florestas às Alterações Climáticas. Ministério da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território.

ECMWF, 2018. ERA-Interim [WWW Document].

EFFIS, 2018. Fire Danger Forecast [WWW Document].

ENF, 2015. Resolução do Conselho de Ministros n.º 6-B/2015 - Estratégia Nacional para as Florestas. RCM n.º 6-B/2015 - Diário da República n.º 24/2015, 1º Suplemento, Série I de 2015-02-04.

Flannigan, M., Cantin, A.S., de Groot, W.J., Wotton, M., Newbery, A., Gowman, L.M., 2013. Global wildland fire season severity in the 21st century. *For. Ecol. Manage.* 294, 54–61. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foreco.2012.10.022>

Flannigan, M.D., Logan, K.A., Amiro, B.D., Skinner, W.R., Stocks, B.J., 2005. Future Area Burned in Canada. *Clim. Change* 72, 1–16. <https://doi.org/10.1007/s10584-005-5935-y>

Flannigan, M.D., Wotton, B.M., Marshall, G.A., de Groot, W.J., Johnston, J., Jurko, N., Cantin, A.S., 2016. Fuel moisture sensitivity to temperature and precipitation: climate change implications. *Clim. Change* 134, 59–71. <https://doi.org/10.1007/s10584-015-1521-0>

Giannakopoulos, C., Le Sager, P., Bindi, M., Moriondo, M., Kostopoulou, E., Goodess, C.M., 2009. Climatic changes and associated impacts in the Mediterranean resulting from a 2 °C global warming. *Glob. Planet. Change* 68, 209–224. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2009.06.001>

ICNF, 2012. Relatório Anual de Áreas Ardidas e Incêndios Florestais em Portugal Continental. Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas.

ICNF, 2006. PROF do Algarve - Base de ordenamento - Plano Regional de Ordenamento Florestal do Algarve.

INE, 2017. Estatísticas Agrícolas 2016. Lisboa.

Jacob, D., Petersen, J., Eggert, B., Alias, A., Christensen, O.B., Bouwer, L.M., Braun, A., Colette, A., Déqué, M., Georgievski, G., Georgopoulou, E., Gobiet, A., Menut, L., Nikulin, G., Haensler, A., Hempelmann, N., Jones, C., Keuler, K., Kovats, S., Kröner, N., Kotlarski, S., Kriegsmann, A., Martin, E., van Meijgaard, E., Moseley, C., Pfeifer, S., Preuschmann, S., Radermacher, C., Radtke, K., Rechid, D., Rounsevell, M., Samuelsson, P., Somot, S., Soussana, J.-F., Teichmann, C., Valentini, R., Vautard, R., Weber, B., Yiou, P., 2014. EURO-CORDEX: new high-resolution climate change projections for European impact research. *Reg. Environ. Chang.* 14, 563–578. <https://doi.org/10.1007/s10113-013-0499-2>

Kurz-Besson, C., Otieno, D., Lobo do Vale, R., Siegwolf, R., Schmidt, M., Herd, A., Nogueira, C., David, T.S., David, J.S., Tenhunen, J., Pereira, J.S., Chaves, M., 2006. Hydraulic Lift in Cork Oak Trees in a Savannah-Type Mediterranean Ecosystem and its Contribution to the Local Water Balance. *Plant Soil* 282, 361–378. <https://doi.org/10.1007/s11104-006-0005-4>

Lindner, M., Garcia-Gonzalo, J., Kolström, M., Green, T., Reguera, R., Maroschek, M., Seidl, R., Lexer, M.J., Netherer, S., Schopf, A., Kremer, A., Delzon, S., Barbati, A., Marchetti, M., Corona, P., 2008. Impacts of climate change on European forests and options for adaptation. , Report to the European Commission Directorate-General for Agriculture and Rural Development.

Loução, M.A., de Carvalho, J.H.B., 1989. A cultura da alfarrobeira.

Loureiro, N., 2016. Cartografias de Solos disponíveis para o Algarve.

MADRP, 2006. PROF - Plano Regional de Ordenamento Florestal do Algarve. Decreto Regulamentar n.º 17/2006.

MAMAOT, ICNF, 2013. Estratégia de Adaptação da Agricultura e das Florestas às Alterações Climáticas - Portugal Continental. Lisboa.

MEAB, 2005. Ecosystems and Human Well-being: Desertification Synthesis - Millennium Ecosystem Assessment Board. World Resources Institute, Washington, DC.

Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe, 2011. Oslo Ministerial Decision: European Forests 2020, in: Ministerial Conferences on the Protection of Forests in Europe. pp. 1–5.

Moriondo, M., Good, P., Durão, R., Bindi, M., Giannakopoulos, C., Corte-Real, J., 2006. Potential impact of climate change on fire risk in the Mediterranean area. *Climate Research*. <https://doi.org/10.3354/cr031085>

O'Donnell, M.S., Ignizio, D.A., 2012. Bioclimatic Predictors for Supporting Ecological Applications in the Conterminous United States. *U.S Geol. Surv. Data Ser.* 691 10.

Oliveira, G., Correia, O.A., Martins-Loução, M.A., Catarino, F.M., 1992. Water relations of cork-oak (*Quercus suber* L.) under natural conditions, in: Romane, F., Terradas, J. (Eds.), *Quercus Ilex L. Ecosystems: Function, Dynamics and Management*. Springer Netherlands, Dordrecht, pp. 199–208. https://doi.org/10.1007/978-94-017-2836-2_21

Palma, J.H.N., Paulo, J.A., Faias, S.P., Garcia-Gonzalo, J., Borges, J.G., Tomé, M., 2015. Adaptive management and debarking schedule optimization of *Quercus suber* L. stands under climate change: case study in Chamusca, Portugal. *Reg. Environ. Chang.* 15, 1569–1580. <https://doi.org/10.1007/s10113-015-0818-x>

Parente, J., Pereira, M.G., Tonini, M., 2016. Space-time clustering analysis of wildfires: The influence of dataset characteristics, fire prevention policy decisions, weather and climate. *Sci. Total Environ.* 559, 151–165. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.03.129>

Pereira, M.G., Caramelo, L., Orozco, C.V., Costa, R., Tonini, M., 2015. Space-time clustering analysis performance of an aggregated dataset: The case of wildfires in Portugal. *Environ. Model. Softw.* 2015 v.72, 239–249. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2015.05.016>

Pereira, M.G., Trigo, R.M., da Camara, C.C., Pereira, J.M.C., Leite, S.M., 2005. Synoptic patterns associated with large summer forest fires in Portugal. *Agric. For. Meteorol.* 129, 11–25. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2004.12.007>

Phillips, S.J., Anderson, R.P., Schapire, R.E., 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecol. Modell.* 190, 231–259. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2005.03.026>

Santos, F.D., Miranda, P., 2006. Alterações Climáticas em Portugal Cenários, Impactos e Medidas de Adaptação - Projecto SIAM II. Gradiva, Lisboa.

Trigo, R., Pereira, J., Pereira, M., Mota, B., Calado, T., Dacamara, C., Santo, F., 2006. Atmospheric conditions associated with the exceptional fire season of 2003 in Portugal. *Int. J. Climatol.* 26, 1741–1757. <https://doi.org/citeulike-article-id:14174564> doi: 10.1002/joc.1333

Van Wagner, C.E., Pickett, T.L., 1985. Equations and FORTRAN program for the Canadian Forest Fire Weather Index System., Forestry Technical Report 33. Chalk River, Ontario.

Viegas, D.X., Bovio, G., Ferreira, A., Nosenzo, A., Sol, B., 1999. Comparative study of various methods of fire danger evaluation in southern Europe. *Int. J. Wildl. Fire* 9, 235–246. <https://doi.org/https://doi.org/10.1071/WF00015>

7.

Equipa Técnica



Coordenação Executiva/Científica

Luís Filipe Dias (CCIAM/cE3c/FCUL)

Coordenação Não Executiva

Filipe Duarte Santos (CCIAM/cE3c/FCUL)

CCIAM/cE3c/FCUL:

Ana Lúcia Fonseca (*Stakeholder Engagement*)

André Oliveira (Saúde humana, Segurança de Pessoas e Bens)

Andreia Ferreira (Segurança de Pessoas e Bens)

Bruno Aparício (Biodiversidade, Clima)

Helena Santos (Agricultura, Florestas)

Hugo Costa (Turismo)

Inês Morais (Recursos Hídricos)

João Pedro Nunes (Recursos Hídricos, Fogos Florestais)

Luís Filipe Dias (Clima, Recursos Hídricos, Segurança de Pessoas e Bens, Ordenamento do Território)

Ricardo Coelho (Energia, Transportes e Comunicações)

Sidney Batista (Clima)

Tomás Calheiros (Fogos Florestais)

CIMA/UAlgarve:

Cristina Veiga-Pires (**Coordenação UAlgarve**)

Delminda Moura (Zonas Costeiras)

Erwan Garel (Cunha Salina)

Flávio Martins (Cunha Salina)

Isabel Mendes (Zonas Costeiras)

João Janeiro (Cunha Salina)

Luciano Junior (Cunha Salina)

Rita Carrasco (Zonas Costeiras)

Ruwan Sampath (Zonas Costeiras)

Susana Costas (Zonas Costeiras)

Bentley Systems Portugal:

David Brito (Cheias e Inundações)

Frank Braunschweig (**Coordenação Bentley**)

Luís Fernandes (Cheias e Inundações)

