



**PRODUÇÃO DE CONTEÚDOS TÉCNICOS E CIENTÍFICOS RELATIVOS
AOS RISCOS ASSOCIADOS ÀS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS, NO ÂMBITO
DA CANDIDATURA POSEUR-02-1708-FC-000049 - COMUNICAÇÃO E
SENSIBILIZAÇÃO EM CENÁRIOS DE RISCOS ASSOCIADOS ÀS
ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS**

2ª fase

Escala Nacional – Relatório Final

28 fevereiro de 2019

Versão 2

Promovido Por:



Elaborado por:



Cofinanciado por:



Ficha Técnica

Realização



Instituto de Geografia
e Ordenamento do Território
UNIVERSIDADE DE LISBOA



Edifício IGOT
Rua Branca Edmée Marques
Cidade Universitária
1600-276 Lisboa

Portugal

Câmara Municipal de Setúbal
Praça de Bocage
2900-866 Setúbal

Centro de Estudos Geográficos – Instituto de Geografia e Ordenamento do Território – ULisboa

Coordenação e Direção do Projeto	José Luís Zêzere, António Lopes
Equipa Técnica, Autores	António Lopes Cláudia Reis José Luís Zêzere Marcelo Fragoso Ezequiel Correia

Índice

1.	INTRODUÇÃO.....	7
2.	RESPOSTA ÀS QUESTÕES-CHAVE SOBRE AS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS NA ESCALA NACIONAL..	9
2.1.	Questão 1: Que tipo de modificações no regime térmico se sentirão em Portugal?.....	9
2.2.	Questão 2: Os regimes da precipitação no território nacional estão a mudar? E será que vai chover mais ou menos no futuro? E onde é que estas mudanças se farão sentir de forma mais crítica?	12
2.3.	Questão 3: Que mudanças no clima terão maiores consequências nas cidades em Portugal? 14	
2.4.	Questão 4: De que modo a subida do nível médio do mar afetará o litoral português?.....	18
2.5.	Questão 5: Como vai evoluir o risco de incêndios no futuro com as AC? E quais os seus impactos na floresta portuguesa?.....	20
2.6.	Questão 6: Quais os impactos das alterações climáticas no setor turístico em Portugal e qual é a perceção dos turistas sobre este tema?	22
2.7.	Questão 7: Quais são os impactos das alterações climáticas no bem-estar e na saúde humana em Portugal?	24
2.8.	Questão 8: Quais são as consequências das alterações climáticas nas pescas?.....	26
2.9.	Questão 9: Quais os impactos das alterações climáticas na biodiversidade em Portugal?	28
2.10.	Questão 10: Portugal vai ganhar potencial energético a partir de fontes renováveis no futuro com as alterações climáticas?	30
3.	BIBLIOGRAFIA	32

Índice de Figuras

FIGURA 1 – PROJEÇÕES PARA O PERÍODO 2071-2100, DE ACORDO COM OS CENÁRIOS IPCC (INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE) RCP4.5 (EM CIMA) E RCP8.5 (EM BAIXO) DA TEMPERATURA MÁXIMA [A] E D)], DO NÚMERO DE DIAS MUITO QUENTES (TEMPERATURA MÁXIMA SUPERIOR A 35°C) [B] E E)]; DO NÚMERO DE NOITES TROPICAIS (TEMPERATURA MÍNIMA SUPERIOR A 20°C) [C] E F)]. FONTE: IPMA, PORTAL DO CLIMA. ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS EM PORTUGAL (HTTP://PORTALDOCLIMA.PT/PT/).	9
FIGURA 2 – PROJEÇÕES DA TEMPERATURA MÁXIMA E PORTUGAL ATÉ AO FINAL DO SÉCULO XXI. FONTE: IPMA, PORTAL DO CLIMA. ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS EM PORTUGAL (HTTP://PORTALDOCLIMA.PT/PT/).	10

FIGURA 3 – ANOMALIA DA PRECIPITAÇÃO PROJETADA EM ÉVORA (SUL DE PORTUGAL) ATÉ AO FINAL DO SÉCULO XXI. FONTE: IPMA, PORTAL DO CLIMA. ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS EM PORTUGAL (HTTP://PORTALDOCLIMA.PT/PT/).....	13
FIGURA 4 – ILHA URBANA DE CALOR EM DIVERSAS CIDADES PORTUGUESAS. FONTE: ALCOFORADO ET AL., 2009	14
FIGURA 5 - NÚMERO DE DIAS EM QUE AS ORIENTAÇÕES DA ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE (OMS) PARA A MÉDIA DIÁRIA DE PARTÍCULAS PM10 (A) E PM2.5 (B) SÃO EXCEDIDAS NO PERÍODO DE REFERÊNCIA (REF) E EM CENÁRIOS FUTUROS (FUT). FONTE: MONTEIRO ET AL., 2017	15
FIGURA 6 – EXEMPLOS DE ESTUDOS DE CLIMA URBANO E ORIENTAÇÕES CLIMÁTICAS PARA O ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO: EM CIMA INTENSIDADE DA ILHA DE CALOR DE LISBOA E CORREDORES DE VENTILAÇÃO (LOPES, 2003). EM BAIXO: MAPAS CLIMÁTICOS DE CASCAIS. À ESQUERDA: MAPA DE ORIENTAÇÕES CLIMÁTICAS; À DIREITA: POTENCIAL EÓLICO PARA A INSTALAÇÃO DE MIN TURBINAS (PDM DE CASCAIS, 2015).	17
FIGURA 7 - CONSEQUÊNCIAS DA TEMPESTADE "STEPHANIE" (VENTO FORTE E PRECIPITAÇÃO INTENSA) NO LITORAL DE AVEIRO. FONTE: JORNAL “NOTÍCIAS DE AVEIRO”	19
FIGURA 8 - ALTERAÇÃO NO ÍNDICE METEOROLÓGICO DE RISCO DE INCÊNDIO ENTRE 1990 E 2100 EM PORTUGAL, PARA OS MESES DE JUNHO, JULHO E AGOSTO. FONTE: BORREGO ET AL., 2009.....	20
FIGURA 9 – PERGUNTA FEITA A TURISTAS EUROPEUS EM LISBOA: “EM QUE MEDIDA ESTÁ DISPOSTO A PAGAR UMA TAXA SUPLEMENTAR NOS PACOTES TURÍSTICOS PARA A SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL? FONTE: CLEMENTE, 2017.....	23
FIGURA 10 – PERGUNTAS FEITA A TURISTAS EUROPEUS EM LISBOA SOBRE AS MUDANÇAS DE ATITUDE EM FUNÇÃO DO CLIMA E DAS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS. FONTE: CLEMENTE, 2017.	23
FIGURA 11 – RELAÇÃO ENTRE A MORTALIDADE E A TEMPERATURA MÁXIMA EM LISBOA (CANÁRIO, ET AL. INÉDITO).....	24
FIGURA 12 – REPORTAGEM DO JORNAL PÚBLICO DE 15 DE JUNHO DE 2011, DA JORNALISTA INÊS SEQUEIRA COM A COLABORAÇÃO DE ANTÓNIO LOPES (UNIVERSIDADE DE LISBOA) E NUNO GANHO (UNIVERSIDADE DE COIMBRA).	27
FIGURA 13 – AS EXCELENTES CONDIÇÕES EM PORTUGAL PARA A PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA A PARTIR DO SOL. FONTE: EU/JRC.	31

1. INTRODUÇÃO

A equipa do Centro de Estudos Geográficos – Instituto de Geografia e Ordenamento do Território da Universidade de Lisboa (CEG-IGOT-ULisboa) tem a incumbência de produzir conteúdos técnicos e científicos relativos aos riscos associados às alterações climáticas, no âmbito da candidatura POSEUR-02-1708-FC-000049 - comunicação e sensibilização em cenários de riscos associados às alterações climáticas. Neste contexto, a partir da informação de referência para a identificação de cenários plausíveis, serão consideradas as seguintes escalas:

- a) Internacional;
- b) Portugal;
- c) Concelho de Setúbal (subunidades geográficas Sado e Arrábida).

O relatório que agora se apresenta é um documento metodológico que diz respeito à escala nacional, sendo consubstanciado em fontes oficiais, que incluem dados e resultados de estudos científicos de carácter nacional, como o Quadro Estratégico da Política Climática (QEPiC), o Programa Nacional para as Alterações Climáticas (PNAC), Estratégia Nacional para a Adaptação às Alterações Climáticas (EN AAC) e o Plano Metropolitano para a Adaptação às Alterações Climáticas na área Metropolitana de Lisboa (PMAAC-AML), bem como outros estudos científicos.

A abordagem metodológica utilizada tem em consideração os objetivos de comunicação e sensibilização dos riscos associados às Alterações Climáticas no Município de Setúbal, destinadas a um público diversificado e heterogéneo, tipicamente não familiarizado com as questões mais técnicas do assunto. Deste modo,

pretendeu-se produzir um documento que seja facilmente compreensível, não prescindindo do rigor científico e da atualidade ditada pela investigação do Estado-da-Arte na matéria.

Neste contexto, considerou-se que a abordagem adequada deve passar pelo estabelecimento, e posterior resposta, de um conjunto de questões-chave que cobrem os grandes temas da discussão atual sobre Alterações Climáticas à escala nacional, a saber:

- a) Os Conceitos; a Ciência e as Evidências das Alterações Climáticas em Portugal;
- b) Os Riscos e Impactes nas Sociedades Humanas e nos Ecossistemas;
- c) As Soluções: Mitigação e Medidas de Adaptação das Sociedades.

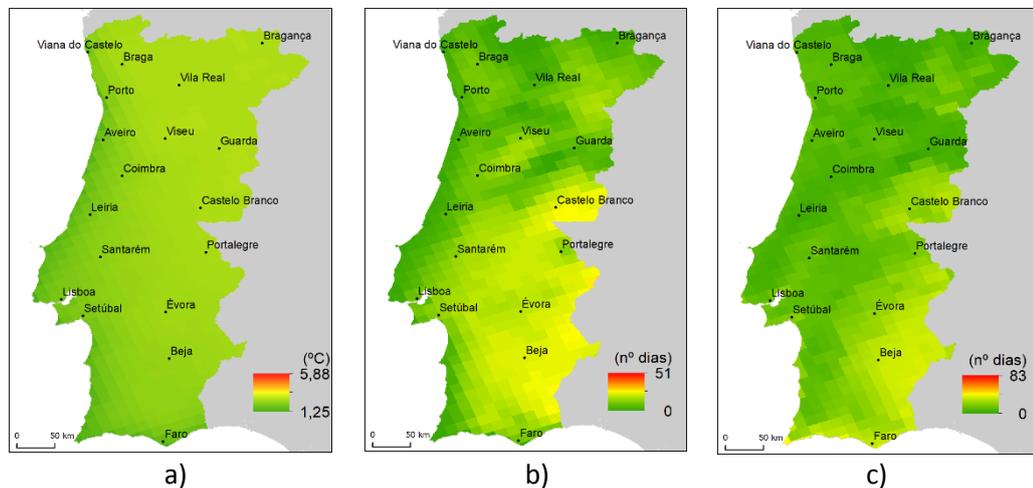
Na secção 2 são apresentadas 10 questões-chave, cujas respostas permitem consubstanciar o conhecimento científico atual sobre Alterações Climáticas e suas grandes consequências na escala de Portugal Continental.

2. RESPOSTA ÀS QUESTÕES-CHAVE SOBRE AS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS NA ESCALA NACIONAL

2.1. Questão 1: Que tipo de modificações no regime térmico se sentirão em Portugal?

É consensual que no futuro irá observar-se um aumento generalizado das temperaturas no território nacional. A temperatura média anual sofrerá aumentos significativos em todas as regiões do país até ao final do século XXI, com as projeções desses aumentos a irem de 3,3°C em 2040 a 5,8°C em 2090 (Alcoforado et al., 2009; Casimiro et al., 2006). Os valores máximos da temperatura anual (figura 1a) aumentarão aproximadamente entre 3°C nas regiões litorais e 7°C no interior do país de acordo com o RCP8.5 no final do século XXI.

RCP4.5



RCP8.5

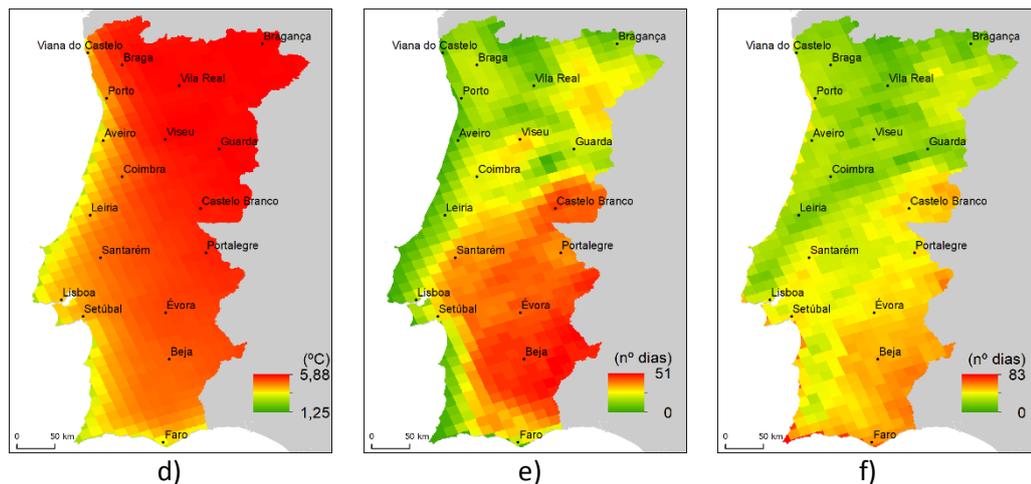


Figura 1 – Projeções para o período 2071-2100, de acordo com os cenários IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) RCP4.5 (em cima) e RCP8.5 (em baixo) da temperatura máxima [a) e d)], do número de dias muito quentes (temperatura máxima superior a 35°C) [b) e e)]; do número de noites tropicais (temperatura mínima superior a 20°C) [c) e f)]. Fonte: IPMA, Portal do Clima. Alterações Climáticas em Portugal (<http://portaldoclima.pt/pt/>).

Espera-se também um aumento considerável do número de dias com temperaturas máximas superiores a 35°C (considerados dias muito quentes - figura 1) e de noites tropicais (aquelas cuja temperatura mínima nunca descerá abaixo de 20°C – figura 1), bem como um aumento do número, duração e intensidade de ondas de calor. Por outro lado, verificar-se-á uma redução do número de dias de geada, que tenderão a desaparecer na maior parte do território de Portugal Continental, sobretudo no litoral e no sul, e das ondas de frio (Reis et al., 2001; Casimiro et al., 2006; Santos e Miranda, 2006; Alcoforado et al., 2009).

No entanto, o aquecimento projetado não será uniforme ao longo do ano e em todo território nacional. No que diz respeito às variações sazonais: no verão, estação que registrará as maiores anomalias positivas da temperatura em todos os modelos climáticos, espera-se uma subida das temperaturas máximas entre 4,5°C e 11,5°C, com as regiões Norte e Centro do país a experienciar os maiores aumentos, e o litoral os menores. Nas estações intermédias, esperam-se aumentos na temperatura entre os 2°C e os 7°C durante o outono e entre 1°C e 5,5°C na primavera. Já no inverno é muito provável que as temperaturas mínimas subam 3,1°C a 3,3°C, sobretudo no sul do país.

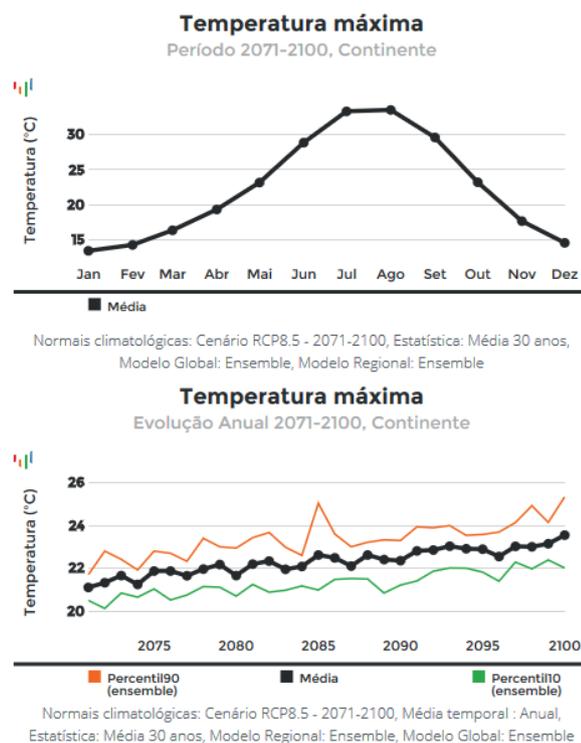


Figura 2 – Projeções da temperatura máxima e Portugal até ao final do Século XXI. Fonte: IPMA, Portal do Clima. Alterações Climáticas em Portugal (<http://portaldoclima.pt/pt/>).

Na tabela 1 podemos observar alguns valores projetados para o final deste século de várias regiões portuguesas, publicados em Estratégias e Planos de Adaptação às Alterações Climáticas muito recentemente.

Tabela 1 – Aumento projetado da temperatura do ar e em alguns indicadores de extremos térmicos até ao final do século XXI em três regiões de Portugal Continental.

	Ílhavo (Litoral Centro)	Lisboa	Alentejo Central
Temperatura média anual	1°C - 4°C	1°C - 4°C	1,5°C - 4°C
Temperatura máxima anual	1,3°C - 3,7°C	1,5°C - 6,3°C	1,6°C - 4,1°C
Temperatura mínima anual	1,7°C - 3,8°C	1,2°C - 3,9°C	1,4°C - 3,6°C
Número médio de dias de verão (temperatura máxima ≥ 25°C)	14 - 85	23 - 69	26 - 28
Número médio de dias muito quentes (temperatura máxima ≥ 35°C)	1 - 5	3 - 24	14 - 46
Número médio de noites tropicais (temperatura mínima ≥ 20°C)	2 - 40	3 - 62	11 - 52

Fontes: EMAAC Ílhavo, 2016; EMAAC Lisboa, 2017; PIAAC Alentejo Central, 2018

A região do Alentejo Central sofrerá mais com as alterações climáticas, com um acentuado incremento dos dias muito quentes e noites tropicais, com consequências no aumento dos episódios de onda de calor (no final do século, 2071-2100, o número máximo de dias em onda de calor poderá corresponder a um mês). Nesta região, o aumento da temperatura vai fazer sentir-se mais no Vale do Guadiana, uma das áreas mais secas do país (PIAAC-AC, 2018).

2.2. Questão 2: Os regimes da precipitação no território nacional estão a mudar? E será que vai chover mais ou menos no futuro? E onde é que estas mudanças se farão sentir de forma mais crítica?

A precipitação no território nacional apresenta grandes contrastes espaciais, variando entre mais de 2000 mm anuais no Noroeste de Portugal e 400 mm no Sudeste do país, concentrando-se sobretudo nos meses de inverno (Santos et al., 2017). Alguns estudos revelam uma diminuição recente da precipitação em Portugal como, por exemplo, na região Oeste onde os quantitativos médios anuais passaram de 609 mm entre 1961 e 1990 para 576 mm, entre 1991 e 2006 (Malheiros et al., 2012).

No entanto, existem ainda grandes incertezas quanto à evolução futura da precipitação no país e quanto aos impactos das alterações climáticas nos regimes pluviométricos da Península Ibérica e em Portugal Continental (Reis et al., 2001; Santos e Miranda, 2006; Alcoforado et al., 2009; Pacharro et al., 2016). Ainda assim, a maioria dos modelos prevê uma diminuição da precipitação total anual, mais acentuada no sul do país (Reis et al., 2001; Santos e Miranda, 2006; Ramos et al., 2011; Stefanova et al., 2015; Santos et al., 2018). A distribuição mensal e estacional da precipitação provavelmente também sofrerá modificações, com um aumento da sua concentração no inverno, principalmente na região Norte, e uma redução dos quantitativos no outono, primavera e verão, sendo que esta última estação apresentará as maiores perdas (Reis et al., 2001; Santos e Miranda, 2006; Stefanova et al., 2015). Para além disto, prevê-se uma redução do número médio anual de dias com precipitação em todas as estações e um aumento dos episódios de precipitação intensa ou muito intensa, sobretudo no inverno e na primavera e no sul do país (Santos et al., 2018).

Segundo o Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas da Área Metropolitana de Lisboa (PMAAC-AML, 2018) a precipitação média anual no final deste século será 4 a 17% inferior aos valores observados no período de 1971-2000.

A redução da precipitação (figura 3) será acompanhada por um alargamento do número consecutivo de dias secos e da estação seca e um incremento da frequência e severidade de episódios de seca.

Estas projeções terão fortes impactos na disponibilidade de água, colocando uma pressão maior nos recursos hídricos subterrâneos do país que já se encontram em sobre-exploração (Lopes et al., 2012). O problema intensificar-se-á nos meses de verão (aumento das necessidades de água) e, sobretudo, no sul do país, onde se preveem as alterações mais significativas e onde os recursos hídricos já são limitados atualmente (Reis et al., 2001). Por outro lado, o aumento dos episódios de cheia colocará em risco um maior número de bens, atividades económicas e pessoas estabelecidas em leito de cheia ou nas suas imediações (Reis et al., 2001; Santos et al., 2018). A região norte do país é mais suscetível a eventos de precipitação intensa, enquanto a região sul do país está mais suscetível a episódios de seca

prolongada e mais severa (Santos et al., 2018). No futuro próximo, gerir a água disponível vai ser um dos maiores desafios de Portugal.

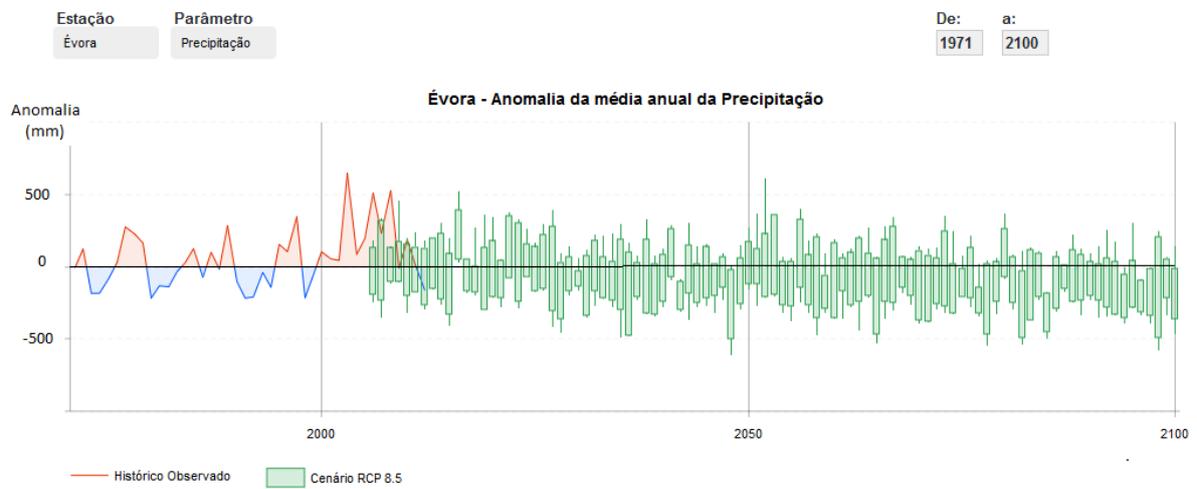


Figura 3 – Anomalia da precipitação projetada em Évora (sul de Portugal) até ao final do Século XXI. Fonte: IPMA, Portal do Clima. Alterações Climáticas em Portugal (<http://portaldoclima.pt/pt/>).

2.3. Questão 3: Que mudanças no clima terão maiores consequências nas cidades em Portugal?

As cidades, pelas suas características, nomeadamente a baixa percentagem de vegetação, a morfologia urbana, o tipo de materiais utilizados nas construções, as características energéticas e os elevados níveis de poluição, fruto das atividades antrópicas, são territórios que serão muito afetados pelas alterações climáticas em Portugal projetadas no futuro.

Em primeiro lugar, os estudos sobre o efeito de ilha urbana de calor (IUC) projetam um agravamento dos cenários de subida da temperatura do ar, sobretudo em cidades como Lisboa. IUC é um padrão térmico muito frequente, onde se observam temperaturas mais elevadas nas áreas mais densas das cidades em relação aos arredores mais ruralizados. Este padrão foi já estudado em várias áreas urbanas portuguesas, concluindo-se que a intensidade da IUC varia de cidade para cidade. Como se observa na figura 4, em Lisboa, por exemplo, a sua intensidade noturna varia, em média, entre 1°C e 4°C, enquanto para o Porto é indicada uma intensidade média de 2,8°C e, para Coimbra e Évora, de cerca de 5°C (Alcoforado et al., 2009).

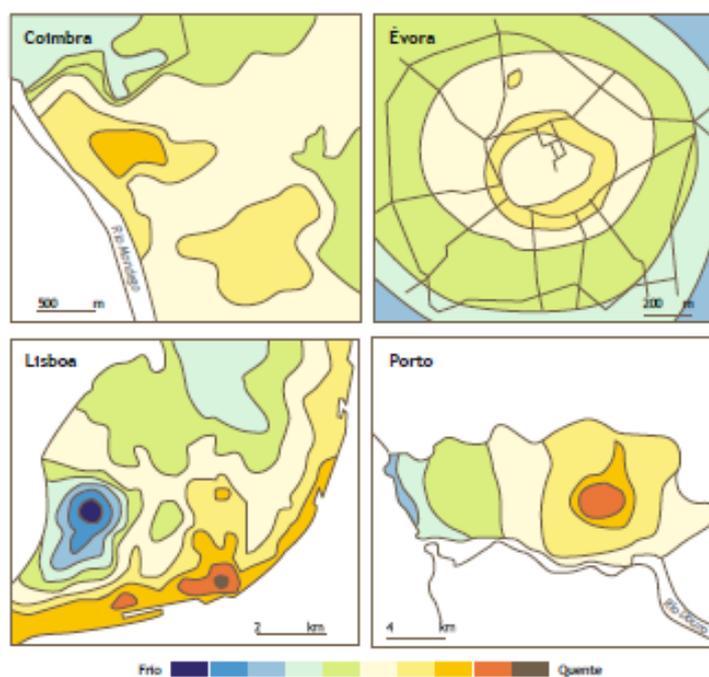


Figura 4 – Ilha Urbana de Calor em diversas cidades portuguesas. Fonte: Alcoforado et al., 2009

Nas cidades, a morfologia e a geometria urbana (arranjo e densidade dos edifícios), no geral, condiciona a circulação do vento, provocando a diminuição da sua velocidade média de 20% a 30%, devido ao aumento da rugosidade aerodinâmica das superfícies. Por exemplo, na capital portuguesa, Lopes (2003) concluiu que o crescimento da cidade para norte alterou significativamente os campos de vento, reduzindo a velocidade média do vento junto ao solo

em cerca de 20% a 30% no verão, estação do ano em que a diminuição deste elemento climático poderá ser mais desfavorável devido ao aumento esperado dos episódios intensos de poluição e da frequência e intensidade das ondas de calor.

Nas áreas urbanas a quantidade de vegetação existente é normalmente reduzida. No entanto, o aumento e/ou a otimização da vegetação e dos espaços verdes urbanos tem sido considerada uma das medidas mais eficazes na redução das temperaturas atmosféricas e, portanto, na mitigação da IUC, com efeitos positivos na saúde e no conforto térmico humano. Muito recentemente (Reis, 2018), estimou-se que um aumento de 50m² da área ocupada por vegetação na cidade de Lisboa provoca uma redução local de 1°C na temperatura do ar.

O tipo de materiais utilizado nas cidades (forte recurso ao betão e asfalto, entre outros), com propriedades muito distintas dos elementos naturais, conduz igualmente ao aumento do armazenamento de calor e posterior libertação para o meio urbano, agravando o efeito de aquecimento esperado pelas alterações climáticas (já de si bastante elevado).

A forte concentração de pessoas e atividades económicas nestes espaços contribuem igualmente para a deterioração da qualidade do ar e agravamento da poluição atmosférica. Por outro lado, a qualidade do ar será muito provavelmente agravada no futuro de acordo com várias projeções (figura 5).

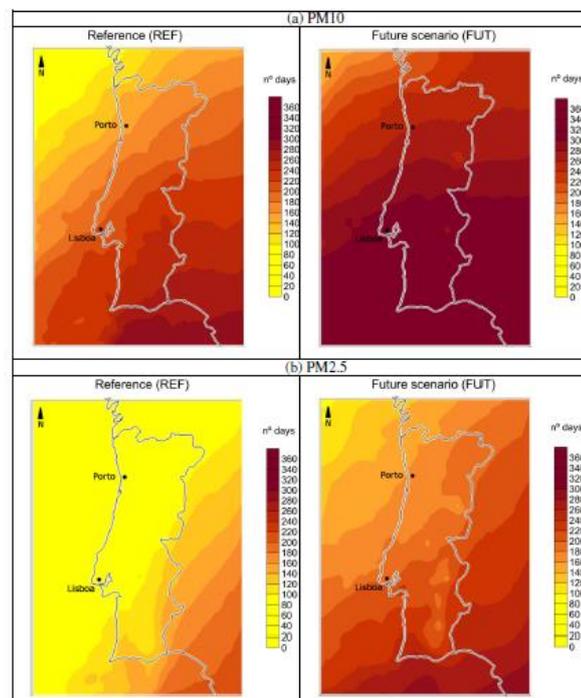


Figura 5 - Número de dias em que as orientações da Organização Mundial de Saúde (OMS) para a média diária de partículas PM10 (a) e PM2.5 (b) são excedidas no período de referência (REF) e em cenários futuros (FUT). Fonte: Monteiro et al., 2017

As soluções para adaptar as cidades às alterações climáticas passam por:

- i) Implementar medidas de ordenamento do território: criar mais espaços verdes, manter os corredores de ventilação para diminuir o efeito de ilha de calor e melhorar a qualidade do ar; privilegiar o transporte público coletivo e restringir a utilização do transporte privado para diminuir as emissões de CO₂ e melhorar a qualidade do ar; criar bacias de retenção para evitar inundações urbanas; evitar a impermeabilização dos solos.
- ii) Melhorar a eficiência energética dos edifícios e espaços públicos: utilizar mais intensivamente energias renováveis (painéis solares fotovoltaicos e mini turbinas eólicas); recorrer a técnicas de arquitetura bioclimática e solar passivo: maximizar a exposição solar (tendo em conta as necessidades de aquecimento no inverno e arrefecimento no verão); utilizar materiais de cobertura que minimizem a absorção de calor (usar materiais claros de maior albedo); Impermeabilizar os espaços *indoor* para evitar perdas energéticas (no inverno) e ganhos excessivos de energia (no verão).

Municípios como Lisboa e Cascais, entre outros, já promoveram estudos para o conhecimento do potencial climático dos seus territórios (figura 6).

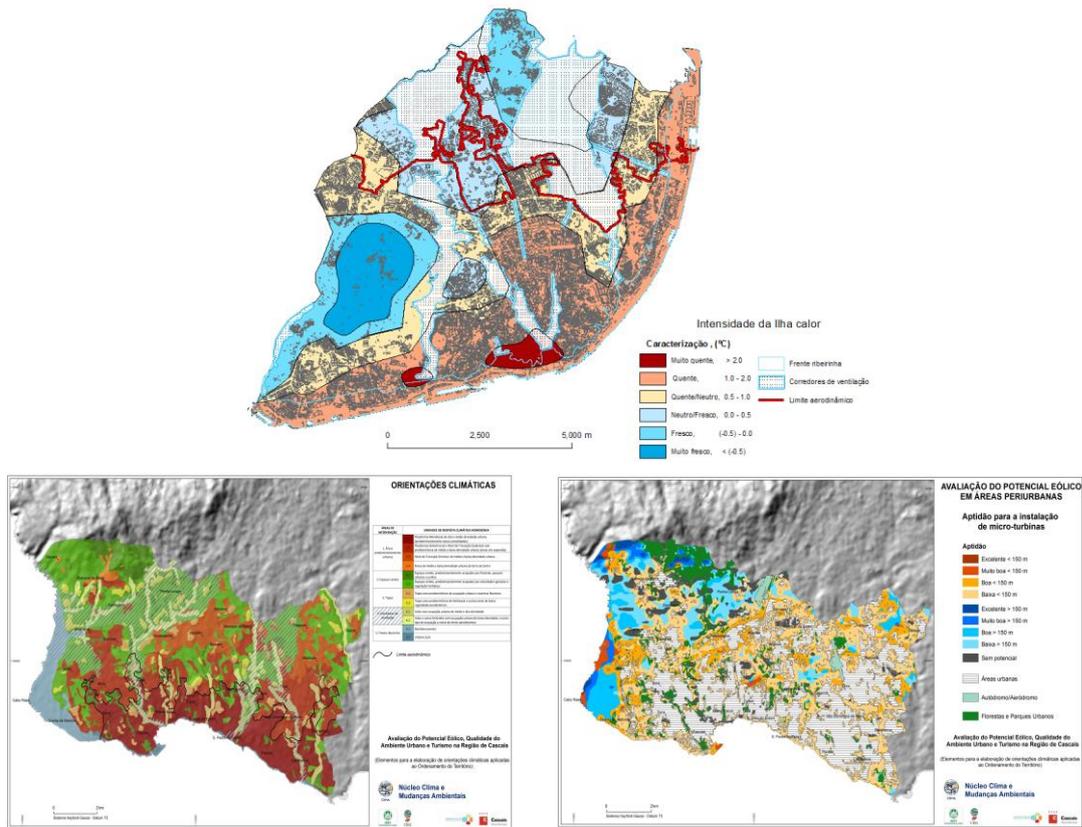


Figura 6 – Exemplos de estudos de clima urbano e orientações climáticas para o ordenamento do território: em cima Intensidade da ilha de Calor de Lisboa e corredores de ventilação (Lopes, 2003). Em baixo: Mapas climáticos de Cascais. À esquerda: Mapa de orientações Climáticas; à direita: Potencial eólico para a instalação de min turbinas (PDM de Cascais, 2015).

2.4. Questão 4: De que modo a subida do nível médio do mar afetará o litoral português?

Tendo em conta a forte ocupação humana do litoral português (em 2000, 50% das áreas urbanas estavam localizadas numa faixa costeira de 13 km, que representa apenas 13% do território nacional), as alterações climáticas têm vindo a acentuar em Portugal Continental o problema da erosão costeira (Schmidt et al., 2012). Este problema resulta da subida do nível médio das águas do mar (NMM). As previsões para Portugal indicam que o NMM poderá subir entre 25 e 111 cm até ao final do séc. XXI (Santos e Miranda, 2006), sendo o valor mais provável próximo de 1 m (Schmidt et al., 2012), com consequências na morfologia e na ocupação da faixa costeira portuguesa. Se estas previsões se confirmarem, observar-se-á um incremento das taxas de erosão do litoral entre 15% a 25% face ao ritmo atual (Santos e Miranda, 2006; Soukiazes, 2009).

O litoral entre Espinho e o Cabo Mondego e a costa sul algarvia (entre Ancão e Monte Gordo) correspondem às duas faixas costeiras mais vulneráveis à erosão. Em particular, o litoral junto a Aveiro, onde o Haff-Delta (vulgarmente designado por Ria) poderá eventualmente desaparecer ou tornar-se muito estreito (Soukiazes, 2009). Até 2040 as praias nesta faixa costeira poderão recuar até cerca de 3 m por ano, gerando-se uma segunda abertura no Haff-Delta com ligação ao oceano.

Já no município de Cascais, até ao final do séc. XXI espera-se um aumento da erosão das praias existentes, reduzindo, em 2050, a sua área entre 10% a 20% e entre 50% a 80% em 2100. De acordos com as projeções, este recuo pode ser mais significativo nas praias da costa sul (Ribeira de Cascais, Conceição / Duquesa, Tamariz, São Pedro do Estoril e Carcavelos).

Para agravar esta situação, alguns estudos apontam que a erosão da costa ocidental portuguesa poderá ser amplificada pela rotação da direção predominantemente da ondulação, com impactos na deriva sedimentar Norte-Sul (Santos e Miranda, 2006).

Para além disto, prevê-se um incremento do regime de temporais ao largo do litoral de Portugal Continental até ao final deste século com modificações no regime de agitação marítima, bem como uma intensificação da ocorrência e da perigosidade de fenómenos extremos como galgamentos costeiros e situações de instabilidade de arribas (Santos e Miranda, 2006), às quais se juntam os aumentos da exposição ao perigo dos equipamentos costeiros (figura 7).

Para além da intensificação dos fenómenos de erosão costeira e do recuo da linha de costa (perda de território), poder-se-á ainda assistir ao aumento das áreas inundadas (com eventual perda de terreno agrícola), bem como ao incremento da influência marinha em estuários, principalmente do Tejo e do Sado, e em lagunas (ex: Lagoa de Óbidos e de Albufeira),

modificando-se o regime de maré e o balanço sedimentar, provocando transformações nos ecossistemas dunares e nos habitats litorais.



Figura 7 - Consequências da tempestade "Stephanie" (vento forte e precipitação intensa) no litoral de Aveiro. Fonte: Jornal "Notícias de Aveiro".

2.5. Questão 5: Como vai evoluir o risco de incêndios no futuro com as AC? E quais os seus impactos na floresta portuguesa?

Num cenário climático futuro, onde se esperam aumentos consideráveis nas temperaturas máxima, média e mínima, os incêndios florestais sofrerão incrementos substanciais no seu número, dimensão, período de ocorrência (a época de fogos estender-se-á por mais meses do ano), recorrência e gravidade, criando-se, assim condições para um aumento da percentagem de área ardida, que poderá atingir no total os 478%, e das emissões de gases provenientes desta atividade para a atmosfera (Carvalho, 2008; Carvalho et al., 2011; Bento-Gonçalves et al., 2012). No entanto, esta percentagem é substancialmente maior no Norte e Centro do país, enquanto no Sul tende a reduzir-se, sendo que esta dicotomia clara permanecerá e evidenciar-se-á cada vez mais ao longo do século XXI. Por exemplo, nos distritos de Bragança e do Porto espera-se um aumento da área ardida (Carvalho et al., 2010). Considerando as variações sazonais do regime de fogos florestais, o verão registará os maiores aumentos absolutos em termos de risco de incêndio, principalmente nos distritos do interior Norte e Sul (sobretudo na Beira Interior e Trás-os-Montes – figura 8). Ao mesmo tempo também se prevê uma antecipação da época de fogos para o mês de maio (Borrego et al., 2009).

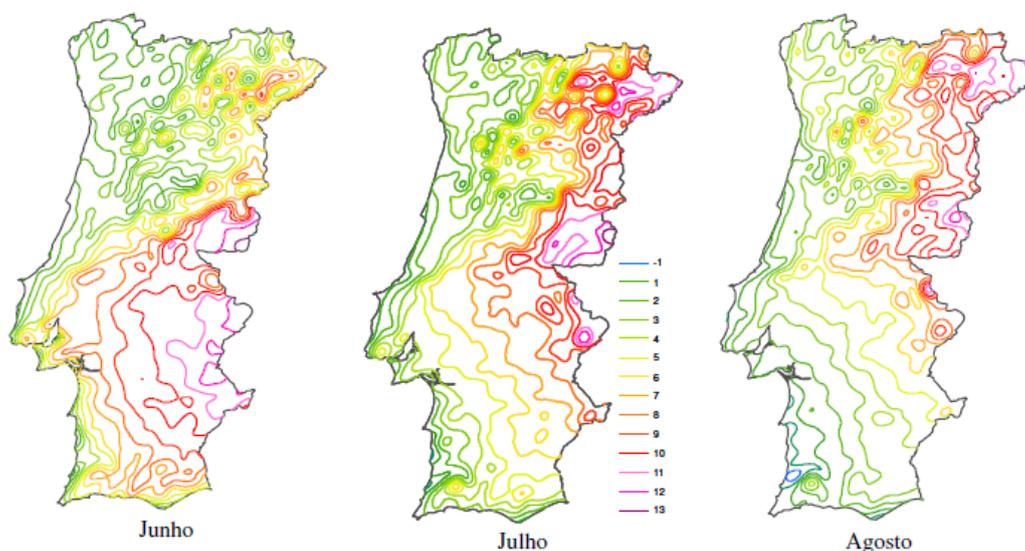


Figura 8 - Alteração no índice meteorológico de risco de incêndio entre 1990 e 2100 em Portugal, para os meses de junho, julho e agosto. Fonte: Borrego et al., 2009

O aumento do risco de incêndio florestal ao longo deste século trará como consequências no território nacional o aumento da erosão dos solos com o seu consequente empobrecimento e perda de produtividade, a desvalorização da paisagem e perda de biodiversidade, perda de atratividade turística e mudanças nos usos do solo (Hangula, 2016).

Considerando apenas o ecossistema da floresta, com o aumento dos incêndios, milhares de hectares serão perdidos e observar-se-ão modificações neste ecossistema (Alcoforado et al., 2009). Uma delas consiste no incremento da propagação de espécies invasoras, que poderão ser muito beneficiadas pelas alterações que ocorrerem no meio, tais como a diminuição de precipitação no verão, o aumento de deposição de azoto nos solos e o aumento de ondas de calor (Santos et al., 2002).

2.6. Questão 6: Quais os impactos das alterações climáticas no setor turístico em Portugal e qual é a perceção dos turistas sobre este tema?

As alterações climáticas que se sentirão em Portugal provocarão, por um lado, uma redução do número de meses com stress extremo ou forte pelo frio, tornando o país um destino mais atrativo para o turismo de inverno (Santos e Miranda, 2006). Ao mesmo tempo, o outono e a primavera serão as estações com maior grau de agradabilidade, sobretudo em regiões como o Algarve (Surugiu et al., 2010). O verão poderá perder algum interesse turístico (Clemente, 2017), reduzindo, provavelmente, em mais de 20% as chegadas de visitantes a Portugal (Gebayel, 2013). Isto porque se prevê, durante este século, um aumento dos dias muito quentes (temperaturas máximas superiores a 35°C), considerados desfavoráveis para algumas práticas ao ar livre, ao qual acresce o aumento da frequência e intensidade de episódios de onda de calor, provocando reduções nos níveis de conforto térmico humano (Machete et al., 2014).

Esta situação é particularmente significativa em cidades com grande oferta e procura turística, como é o caso do Porto, Lisboa e Faro. No caso de Lisboa, mesmo quando o tempo é categorizado como extremamente quente ou desfavorável para o turismo, isso não se tem refletido de forma negativa nas taxas de ocupação hoteleira da cidade (Machete et al., 2014).

As áreas litorais, como a região do Oeste, sendo fortemente influenciadas pelo efeito moderador do Oceano Atlântico e dos ventos de norte (a Nortada estival), poderão tornar-se mais competitivas em termos turísticos, em relação ao interior de Portugal, onde as previsões apontam para um aumento de temperatura com uma possível diminuição da procura estival. (Malheiros et al., 2012). Os impactos da subida do nível médio do mar colocarão inevitavelmente em risco bens e pessoas, conduzindo a reduções drásticas nas funções turísticas, de recreação e transporte. A título de exemplo, no município de Cascais, as alterações nas condições térmicas incrementarão o número de meses favoráveis à prática do turismo balnear. Contudo, de acordo com o que já foi referido, as praias neste concelho irão sofrer danos e recuos acentuados ao longo deste século, o que poderá afetar a prática deste tipo de turismo (Surugiu et al., 2010).

Para além disto, a redução da disponibilidade de água tendo em conta as possíveis mudanças nos padrões de precipitação colocará pressão em muitos empreendimentos turísticos, sobretudo *resorts*, campos de golfe, entre outros, obrigando a uma reavaliação da gestão dos recursos hídricos atuais (Machete et al., 2014). Os recursos hídricos disponíveis também sofrerão degradação, favorecendo o aparecimento e propagação de doenças infecciosas, o que poderá afastar uma porção considerável dos turistas, sobretudo durante o verão (Surugiu et al., 2010).

Embora as alterações climáticas venham a ter aparentemente impactos negativos na atividade turística em Portugal, alguns estudos verificaram que apenas uma pequena parte dos turistas estaria disposta a contribuir monetariamente para a adaptação e mitigação destas modificações (figura 8), embora a maior parte considere a hipótese de alterar o seu plano de viagem e a sua estadia em função das expectativas face ao clima futuro. (figura 10).

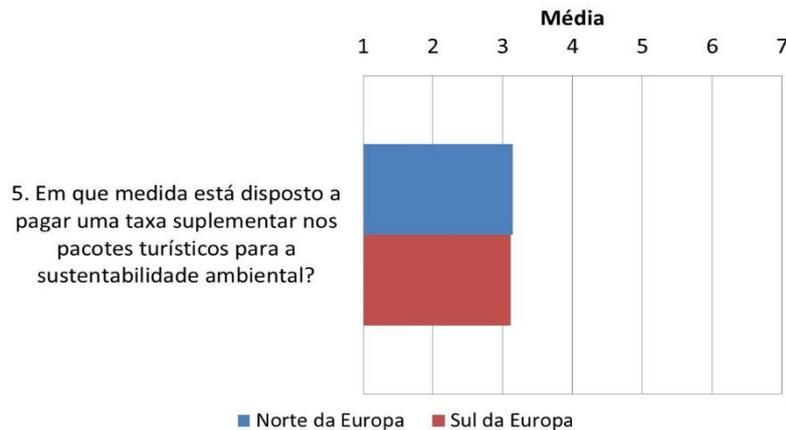


Figura 9 – Pergunta feita a turistas europeus em Lisboa: “Em que medida está disposto a pagar uma taxa suplementar nos pacotes turísticos para a sustentabilidade ambiental? Fonte: Clemente, 2017

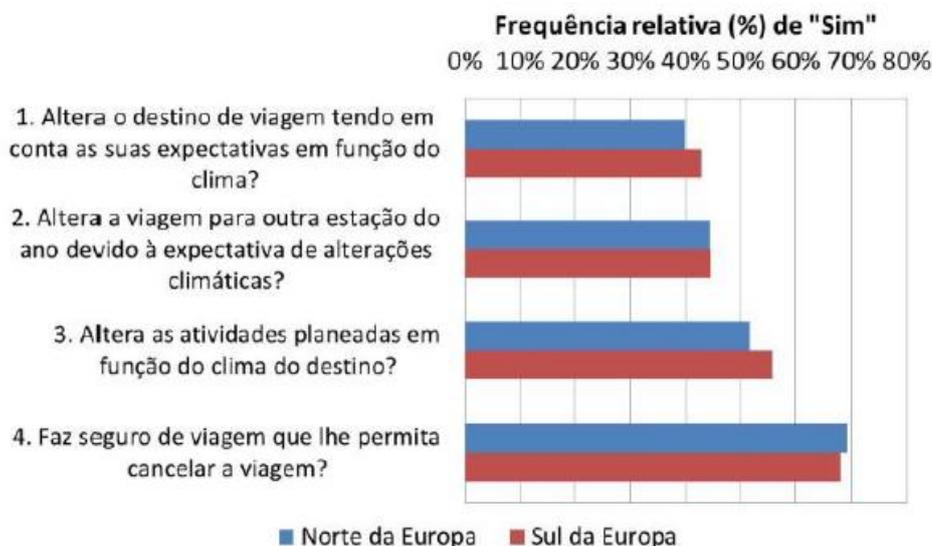


Figura 10 – Perguntas feita a turistas europeus em Lisboa sobre as mudanças de atitude em função do clima e das alterações climáticas. Fonte: Clemente, 2017.

Por último, é importante considerar que a atividade turística também acarreta grandes impactos ambientais, sendo por isso, responsável por parte destas alterações climáticas (Machete, 2011), a saber: alterações na ocupação e uso do solo, no consumo energético e dos recursos hídricos, na emissão de gases de efeito estufa (sobretudo através dos sectores transporte e edificações), na biodiversidade e na difusão de doenças.

2.7. Questão 7: Quais são os impactos das alterações climáticas no bem-estar e na saúde humana em Portugal?

Considerando que no futuro a temperatura, o número de dias muito quentes (figura 1) e a frequência e intensidade de ondas de calor sofrerão incrementos significativos no nosso país, ao passo que o número de dias muito frios e de vagas de frio sofrerão quedas acentuadas, esperam-se impactos consideráveis no conforto e na saúde humana (figura 11). Deste modo, assistiremos a um aumento da mortalidade e das patologias associadas a tipos de tempo muito quentes, como golpes de calor, exaustão, desmaios, distúrbios de sono, problemas respiratórios e cardíacos, entre outras, (Alcoforado et al., 2009; Vasconcelos, 2012). Este problema poderá agravar-se nas áreas urbanas, como é o caso da cidade de Lisboa, onde o fenómeno de IUC contribui igualmente para o incremento da temperatura, com efeitos no conforto bioclimático. A título de exemplo, as taxas de mortalidade anuais ligadas ao calor nesta cidade poderão subir de 5,4 a 6 por 100 000 habitantes em 1980-1998 para entre 8,5 e 12,1 em 2020 e para um máximo de 29,5 habitantes por cada 100 000 em 2050 (Casimiro et al., 2006).

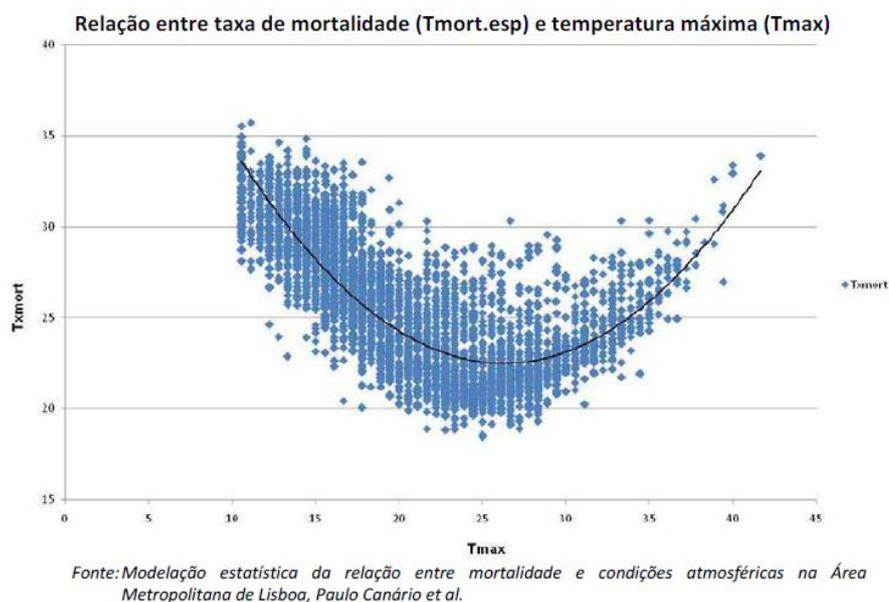


Figura 11 – Relação entre a mortalidade e a temperatura máxima em Lisboa (Canário, et al. inédito)

Tendo em conta o envelhecimento demográfico do país, estes impactos implicarão mais gastos sociais para tratar uma população extremamente vulnerável a alterações bruscas de temperatura e valores extremos, sobretudo quando se prevê que a duração destes episódios de calor extremo aumente consideravelmente.

Por outro lado, o aumento da temperatura pode igualmente propiciar o incremento de alérgenos na atmosfera e acelerar a formação de poluentes fotoquímicos, com efeitos negativos na qualidade do ar (Alcoforado et al., 2009). A isto junta-se a degradação prevista da sua qualidade, em que o aumento das temperaturas promove uma subida dos níveis de O₃ troposférico, afetando os sistemas respiratório e cardiovascular (Monteiro et al., 2017).

Juntamente com as modificações no comportamento térmico, as alterações no regime de precipitação do território continental incrementarão a possibilidade de ocorrência de doenças transmitidas por vetores (insetos e roedores), favorecendo o desenvolvimento e a sobrevivência dos parasitas que originam doenças como a malária, a febre do Nilo Ocidental, a leishmaniose, a febre escaro-nodular e a leptospirose (Reis et al., 2001; Casimiro et al., 2006; Santos e Miranda, 2006; Alcoforado et al., 2009).

Ainda, a presença de agentes patogénicos na água, cuja qualidade se prevê diminuir, pode também causar problemas de saúde pública (Casimiro et al., 2006).

2.8. Questão 8: Quais são as consequências das alterações climáticas nas pescas?

Tendo em conta as alterações climáticas esperadas no território nacional, nomeadamente na temperatura da água, na direção e intensidade dos ventos, e na precipitação e no escoamento dos cursos de água, a abundância e distribuição de quase todos os recursos piscatórios tenderão a modificar-se (Santos e Miranda, 2006).

Relativamente à temperatura da água e considerando que este último parâmetro é um dos maiores reguladores da vida marinha, na costa da Península Ibérica tem-se observado um incremento da temperatura da superfície do oceano (cerca de 0,9°C entre 1926 e 2012, segundo Gamito et al., 2015). Este aumento da temperatura está associado a uma maturação sexual precoce e a uma redução da dimensão dos adultos de algumas espécies, bem como alterações na disponibilidade alimentar que podem fazer diminuir o potencial reprodutor dos peixes. Por outro lado, temperaturas das águas do oceano mais elevadas, sobretudo na camada superficial, provocarão um aumento da mortalidade das espécies autóctones e o aparecimento espécies menos comuns. Estes factos, juntamente com as modificações no regime de ventos, terão consequências nas pescas, nomeadamente modificações na distribuição das espécies de peixes: as de água quente migrarão para latitudes mais elevadas, o que conduz a uma alteração do seu habitat e da sua produtividade (diminuição do seu tamanho). Um dos exemplos mais flagrantes na costa portuguesa é o da sardinha, que depende muito do fitoplâncton, cuja abundância está fortemente relacionada com o *upwelling*, que consiste no afloramento de massas de água fria e ricas em nutrientes do fundo do mar (figura 12). Estas correntes são mais intensas em regimes de vento de Norte (Nortada). No entanto, as projeções climáticas para o território nacional preveem um aumento da agitação marítima e das tempestades e uma redução dos ventos de Norte (Santos e Miranda, 2006), prejudicando negativamente este afloramento costeiro de nutrientes vitais a inúmeras espécies de peixes e conduzindo, potencialmente, a um desaparecimento de espécies em zonas onde a agitação e a força da energia do mar serão maiores, como é o caso das espécies que vivem nas faixas entre marés.

Para além das mudanças na temperatura das águas, a acidificação do oceano, a poluição das áreas costeiras e os derrames petrolíferos terão consequências desastrosas para os ecossistemas marinhos afetando-os de forma muito significativa. Ao mesmo tempo, as alterações climáticas também afetarão os processos biológicos, as cadeias alimentares marinhas e de água doce, tendo consequências imprevisíveis para a produção de peixe (Santos e Miranda, 2006).

Por último, também é importante considerar os impactos da atividade piscatória nas AC: as operações de pesca, transporte, transformação e armazenamento de peixe são responsáveis por um volume significativo de emissões de gases de efeito estufa.

P P2 ÍPSILON CULTO FUGAS P3 CINECARTAZ

A culpa da falta de sardinhas frescas? É da nortada

Por Inês Sequeira · 15 de Junho de 2011, 0:00



Noite de Santo António. Onde se servia o petisco típico da noite, em Alfama e noutros bairros populares da capital, a constatação era quase unânime: "Sardinhas? Só congeladas." Português que se preze prefere o peixe saído quase directamente das redes de pesca para o prato, mas as sardinhas este ano saíram magras, não "pingam no pão".

A culpa não será do peixe, mas sim do vento, que não tem soprado de feição. Os pescadores sabem-no por experiência, mas também os geógrafos que estudam o clima. "É verdade que se pode fazer esta associação entre a falta de vento norte no Verão e a sardinha magra", diz António Lopes, investigador do Centro de Estudos Geográficos da Universidade de Lisboa.

AFP

Figura 12 – Reportagem do jornal Público de 15 de Junho de 2011, da jornalista Inês Sequeira com a colaboração de António Lopes (Universidade de Lisboa) e Nuno Ganho (Universidade de Coimbra). www.publico.pt/2011/06/15/jornal/a-culpa-da-falta-de-sardinhas-frescas-e-da-nortada-22278893#gs.G2A8ekFB

2.9. Questão 9: Quais os impactos das alterações climáticas na biodiversidade em Portugal?

As alterações climáticas em Portugal Continental provocarão, no geral, reduções na matéria orgânica e na produtividade do território nacional, entre 15% a 30% em 2100, sendo especialmente afetadas as pastagens e culturas permanentes ou temporárias de sequeiro (ex: cereais), bem como uma deslocação potencial das comunidades vegetais atuais para norte e para oeste, acompanhada por uma substituição de muitas espécies vegetais, sobretudo do estrato arbóreo, por outras mais tolerantes à seca (PIACC Viseu Dão Lafões, 2017; Santos e Miranda, 2006). Isto verificar-se-á sobretudo no período seco, caracterizado por um aumento da temperatura e uma redução da precipitação que poderão acentuar o stress ambiental, enquanto que na estação chuvosa, que se reduzirá praticamente ao inverno, a produtividade poderá aumentar devido ao aumento da temperatura (Hangula, 2016).

Ao mesmo tempo, observar-se-á um provável aumento das áreas inóspitas, ou seja, áreas que suportam um reduzido número de espécies devido à fragmentação e simplificação dos habitats e da paisagem. A ocorrência de pragas e doenças poderá ser mais frequente devido ao stress ambiental acrescido (Alcoforado et al., 2009; Santos e Miranda, 2006).

Considerando o ecossistema da floresta, de grande importância em Portugal, prevê-se uma diminuição da sua produtividade na generalidade do território devido ao aumento do período de seca estival, tanto em duração como em intensidade (Santos e Miranda, 2006). Neste cenário, é provável que a floresta possa desaparecer das zonas atualmente mais áridas como o Alentejo Interior. Esta região poderá ser particularmente afetada com a diminuição da floresta existente e a sua substituição por comunidades de plantas esclerofilas estruturalmente mais pobres. Por outro lado, o risco de invasões por espécies exóticas poderá ampliar-se (Santos e Miranda, 2006).

No entanto, as modificações na biodiversidade não ocorrerão de forma uniforme em todo o país. No Norte, a produtividade vegetal poderá sofrer incrementos, sobretudo no norte litoral, sendo beneficiadas as espécies mais adaptadas à seca e a temperaturas mais elevadas. Pelo contrário, no centro interior, a produtividade vegetal sofrerá um decréscimo moderado, que se poderá tornar mais notório no sul de Portugal, em particular no interior (Alcoforado et al., 2009; Santos e Miranda, 2006). Esta última região será mais afetada devido ao aumento da aridez, com fortes impactos negativos em espécies arbóreas como o eucalipto e o pinheiro, que são mais exigentes em água, sendo provável que se tornem espécies residuais nesta região. Para além disso, prevê-se aqui um aumento da área de matos xerofíticos. Neste sentido, o centro litoral do país será a região menos afetada pelas AC em termos de biodiversidade e produtividade vegetal pois o stress ambiental mais severo poderá ser contrabalançado pelo efeito fertilizante da concentração elevada de CO₂ na atmosfera (Alcoforado et al., 2009).

Relativamente às espécies animais (vertebradas), tendo em conta que cerca de 1/3 encontra-se atualmente ameaçado, possuem menos vantagens adaptativas para fazer face às alterações severas dos habitats que ocupam atualmente, sendo por isso mais vulneráveis. Alguns modelos preveem contrações significativas nas distribuições climáticas potenciais (superiores a 27%), sendo estas mais acentuadas no fim do século XXI e nas espécies de mamíferos, aves e anfíbios, comparativamente aos répteis, acompanhando a deslocação dos seus habitats potenciais (Araújo, 2012).

2.10. Questão 10: Portugal vai ganhar potencial energético a partir de fontes renováveis no futuro com as alterações climáticas?

A utilização de alguns tipos de energias renováveis poderá ser futuramente beneficiada com as alterações climáticas que se projetam no nosso país (Santos e Miranda, 2006; Alves, 2013).

No caso da energia solar, e tendo em conta que Portugal está entre os países da Europa e do planeta com melhores condições para o seu aproveitamento (a média diária de energia solar é duas vezes superior às necessidades de consumo no território nacional, isto é, dispomos de um número médio anual de horas de sol variável entre 2200 e 3000 horas – APEA, 2009 (figura 13), o aumento da disponibilidade de energia durante os meses de verão, fruto do incremento da disponibilidade de radiação, será relativamente significativo para ter um impacto no desempenho dos sistemas solares fotovoltaicos, com um aumento entre 2-9% na produção de células fotovoltaicas e térmica (Santos et al., 2002; Santos e Miranda, 2006). Embora os estudos sobre os impactos das alterações climáticas na tecnologia solar não sejam em grande número, este tipo de energia terá tendência para aumentar em Portugal (Alves, 2013).

No caso da energia produzida a partir dos recursos hídricos, embora a maior frequência de situações de seca que se projeta no futuro e a redução da disponibilidade hídrica em 2050 (cerca de 50% da atual) possa causar problemas no arrefecimento de algumas centrais no centro e sul de Portugal a curto e médio prazo, nas bacias hidrográficas a norte do país (Douro, Cávado e Lima), os modelos climáticos indicam um aumento dos caudais durante o inverno devido ao possível aumento da precipitação no Noroeste da Península Ibérica, com impacto no potencial hidroelétrico destas zonas (Santos et al., 2002; Santos e Miranda, 2006; APEA, 2009; Alves, 2013).

Relativamente à energia eólica, as alterações no regime e intensidade dos ventos não implicarão, provavelmente, uma modificação significativa da potencia eólica, embora se espere uma diminuição da velocidade do vento, juntamente com a ocorrência de temperaturas elevadas e uma redução da humidade da atmosfera que afetarão negativamente a disponibilidade de energia eólica (Santos e Miranda, 2006). Apesar disto, os cenários climáticos futuros do vento no território nacional são contraditórios, apontando tanto aumentos da sua velocidade como reduções (Santos e Miranda, 2006).

Por fim, o potencial da energia das ondas e correntes também não sofrerá modificações significativas com as AC, embora se preveja para a costa portuguesa um aumento da frequência e intensidade da agitação marítima e das tempestades (Santos e Miranda, 2006).

Photovoltaic Solar Electricity Potential in European Countries

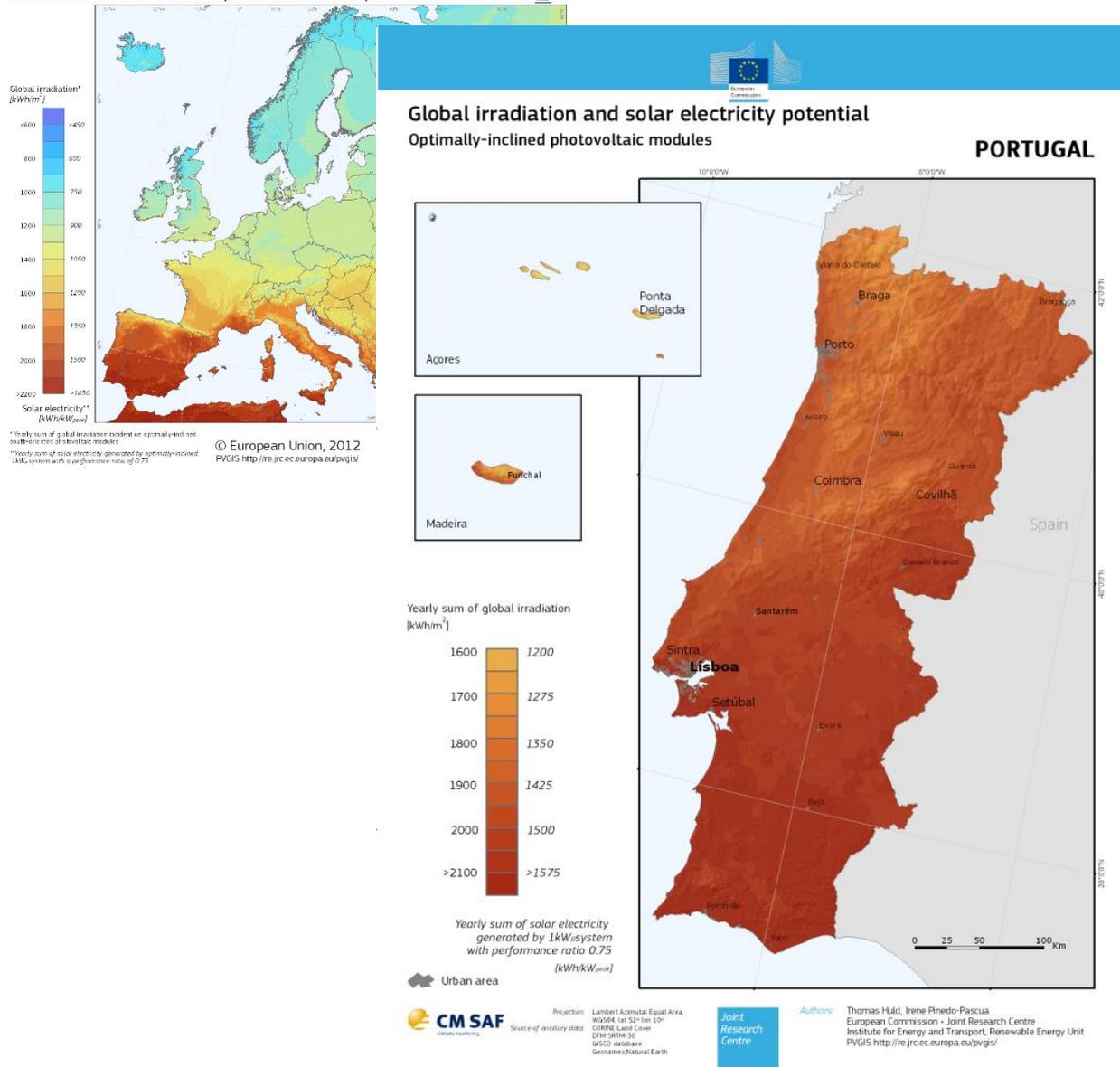


Figura 13 – As excelentes condições em Portugal para a produção de energia elétrica a partir do Sol.
Fonte: EU/JRC.

3. BIBLIOGRAFIA

Alcoforado, M.J., Andrade, H., Oliveira, S., Festas, M.J., Rosa, F. (2009). Alterações climáticas e desenvolvimento urbano. DGOTDU. Série Política de cidades, 4. (ISBN: 978-972-8569-46-4)

Alves, M. A. P. (2013). Impacto das Alterações Climáticas nos Recursos Energéticos Renováveis: Sistema Elétrico Português até 2070. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia do Ambiente. Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa. 142pp.

Araújo, M. B. (2012) Biodiversidade e Alterações Climáticas na Península Ibérica. Ministério do Ambiente e Ordenamento do Território de Portugal & Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino de España. Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC, Madrid, Espanha.

Associação Portuguesa de Engenharia do Ambiente, APEA (2009). Energia e alterações climáticas. Comissão Europeia.

Bento-Gonçalves, A., Vieira, A., Ferreira-Leite, F., Lourenço, L. (2012). Mudanças climáticas e risco de incêndio florestal no Ave (Noroeste de Portugal). Revista Geonorte, Edição Especial, 1 (4): p.830 – 842.

Borrego, C., Lopes, M., Ribeiro, I., Carvalho, A. (2009). As alterações climáticas: uma realidade transformada em desafio. Debater a Europa, 1; ISSN 1647-6336, disponível em: <http://www.europe-direct-aveiro.aeva.eu/debatereuropa/>

Carvalho, A., Flannigan, M. D., Logan, K. A., Gowman, L. M., Miranda, A. I., Borrego, C. (2010). The impact of spatial resolution on area burned and fire occurrence projections in Portugal under climate change. Climatic Change, 98:177–197; DOI 10.1007/s10584-009-9667-2

Carvalho, A., Monteiro, A., Flannigan, M., Solman, S., Miranda, A. I., Borrego, C. (2011). Forest fires in a changing climate and their impacts on air quality. Atmospheric Environment, 45: 5545-5553

Carvalho, A. C. (2008). Os incêndios florestais e a qualidade do ar em cenário de alteração climática. Tese apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Doutor em Ciências Aplicadas ao Ambiente. Departamento de Ambiente e Ordenamento, Universidade de Aveiro, Aveiro.

Casimiro, E., Calheiros, J., Santos, F. D., Kovats, S. (2006). National Assessment of Human Health Effects of Climate Change in Portugal: Approach and Key Findings. Environmental Health Perspectives, 114 (12): 1950-1956

Clemente, M. F. M. F. (2017). Turismo, Alterações Climáticas e Medidas de Adaptação na Região de Lisboa. Tese especialmente elaborada para obtenção do grau de Doutor no ramo de Turismo, especialidade de Gestão de Destinos e Produtos Turísticos. Instituto de Geografia e Ordenamento do Território, Universidade de Lisboa, Lisboa.

Estratégia Municipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Município de Ílhavo (2016).

Estratégia Municipal de Adaptação às Alterações Climáticas de Lisboa (2017). Câmara Municipal de Lisboa.

Gamito, R., Teixeira, C. M., Costa, M. J., Cabral, H. N. (2015). Are regional fisheries' catches changing with climate? *Fisheries Research*, 161: 206-2016

Gebrayel, A. (2013). The Impact of Climate Change on Tourism in the Mediterranean Region. *Global Climate Change (EH525)*. Cyprus International Institute For Environmental and Public Health in Association with Harvard School of Public Health.

Hangula, P. V. T. (2016). Alterações Climáticas na Região de Aveiro: Impactes e Adaptação. Dissertação apresentada na Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia do Ambiente. Departamento de Ambiente e Ordenamento, Universidade de Aveiro, Aveiro.

Lopes, A. M. S. (2003). Modificações no clima de Lisboa como consequência do crescimento urbano. Vento, ilha de calor de superfície e balanço energético. Tese de Doutoramento em Geografia Física. Faculdade de Letras, Universidade de Lisboa, Lisboa. 354pp

Lopes, M., Monteiro, A. C., Ribeiro, I., Sá, E., Martins, H., Coutinho, M., Borrego, C. (2012). Alterações Climáticas e Gestão da Água em Portugal. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 6: 1333-1357

Machete, R. (2011). Clima e Turismo num contexto de mudanças climáticas. *Finisterra*, XLVI, 91: pp.193-154

Machete, R., Lopes, A., Gómez-Martin, M. B., Fraga, H. (2014). Tourism and climate in Lisbon: an assessment based on weather types. *Finisterra*, XLIX, 98: pp. 153-176

Malheiros, C., Brasão, I., Dias, F. *Imagem, Património e Sustentabilidade dos Destinos Turísticos*. Media XXI, Porto, 2012.

Monteiro, A., Sá, E., Fernandes, A., Gama, C., Sorte, S., Borrego, C., Lopes, M. (2017). Air quality over Portugal: now and in 2050. *Sustainable Development and Planning*, VIII: 621- 630.

Pacharro, A. C., Melo-Gonçalves, P., Rocha, A. (2016). Regionalisation of precipitation for the Iberian Peninsula and climate change. *Physics and Chemistry of the Earth*, 94: 146-154

Plano Diretor Municipal de Cascais (2015) - Relatório dos estudos de caracterização.

Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas do Alentejo Central, 2018. Relatório de Fase 1: caracterização e diagnóstico de vulnerabilidades atuais

Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas Viseu Dão Lafões – Relatório Final (2017).

Plano Metropolitano de Adaptação às Alterações Climáticas da Área Metropolitana de Lisboa (2018). CEDRU – Centro de Estudos e Desenvolvimento Regional e Urbano, LDA.

Ramos, A. M., Trigo, R. M., Santo, F. E. (2011). Evolution of extreme temperatures over Portugal: recent changes and future scenarios. *Climate Research*, 48: 177-192; doi: 10.3354/cr00934

Reis, C. E. (2018). A eficiência térmica no potencial de arrefecimento de dois espaços verdes em Lisboa. Dissertação elaborada para a obtenção do grau de Mestre em Geografia Física e Ordenamento do Território. Instituto de Geografia e Ordenamento do Território, Universidade de Lisboa, Lisboa.

Reis, C. S., Santos, F. D., Almeida, J. F., Pereira, J. S., Monteiro, J. H., Calheiros, J. M., Seixas, J., Cunha, L. V., Pinto, P. A., Barata, P. M., Miranda, P., Aguiar, P., Moita, R. (2001). Alterações Climáticas em Portugal: Cenários, Impactes e Medidas de Adaptação – Projecto SIAM.

Santos, F. D., Forbes, K., Moita, R. Climate change in Portugal. Scenarios, Impacts and Adaptation Measures – SIAM Project. Gadriva, Lisboa, 2002.

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

Santos, M., Fonseca A., Fragoso, M., Santos, J. A. (2018). Recent and future changes of precipitation extremes in mainland Portugal. *Theoretical and Applied Climatology*; <https://doi.org/10.1007/s00704-018-2667-2>

Santos, M., Fragoso, M., Santos, J. A. (2017). Regionalization and susceptibility assessment to daily precipitation extremes in mainland Portugal. *Applied Geography*, 86: 128-138.

Schmidt, L., Santos, F. D., Prista, P., Saraiva, T., Gomes, C. (2012). Alterações climáticas, sociais e políticas em Portugal: processos de governança nu, litoral em risco. *Ambiente & Sociedade*, XV (1): 23-40

Soukiazes, A. M. C. (2009). Adaptação das Zonas Costeiras às Alterações Climáticas em Portugal. Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia do Ambiente. Departamento de Ambiente e Ordenamento, Universidade de Aveiro, Aveiro.

Stefanova, A., Krysanova, V., Hesse, C., Lillebo, A. I. (2015). Climate change impact assessment on water inflow to a coastal lagoon: the Ria de Aveiro watershed, Portugal. *Hydrological Sciences Journal – Journal des Sciences Hydrologiques*, 60 (5): 929 – 948 ; <http://dx.doi.org/10.1080/02626667.2014.983518>

Surugiu, C., Breda, Z., Surugiu, M.-R., Dinca, A.-I. (2010). Climate change impact on seaside tourism. Portugal and Romania: two different case studies with strong particularities. *Revista economica*, 1 (54): 113-135.

Vasconcelos, J. (2012). Bioclima, saúde e qualidade da habitação em Portugal. Papel da exposição ao frio na incidência de doenças coronárias agudas. Dissertação para obtenção do Grau de Doutor em Ambiente. Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa.