

MUDANÇAS CLIMÁTICAS E MUDANÇAS NA VALORAÇÃO DO CLIMA, EM PORTUGAL, NOS ÚLTIMOS 50 ANOS

Climate change and changes in climate awareness in Portugal in the last 50 years

Les changements climatiques et les changements dans la valorisation du climat au Portugal au cours des 50 dernières années

Nuno Ganho
Universidade de Coimbra
nganho@netvisao.pt

Resumo

Nos últimos 50 anos, em Portugal, as mudanças sociais tiveram como fatores dinamizadores fundamentais a Revolução de 25 de Abril de 1974, que determinou a substituição de um regime político ditatorial por um regime democrático, a adesão efetiva do país à União Europeia (UE) a 1 de janeiro de 1986 (na altura CEE) e, nas últimas duas décadas, à globalização. No tempo, as dinâmicas sociais foram acompanhadas por crescimento e desenvolvimento e, neste contexto, o papel atribuído à ciência e à investigação científica foi reforçado, nomeadamente na área das ciências da atmosfera, como é a climatologia, especialmente em cenário de mudanças climáticas. Neste artigo analisam-se as repercussões das mudanças climáticas globais em Portugal, e a evolução da importância atribuída ao clima e à investigação em climatologia, na sua aplicação ao ordenamento do território, nomeadamente através de legislação específica, no último meio século.

Palavras-chave: Clima; Mudanças climáticas; Valoração do clima; Climatologia aplicada

Abstract

In the last 50 years, the fundamental factors driving social change in Portugal were the Revolution of 25 April 1974, which replaced the dictatorial political regime with a democratic regime, Portugal's entry into the European Union (EU, then called EEC) in January, 1st 1986 and, in the last two decades, globalization. In these years the social dynamics were accompanied by growth and development and, in this context, the role attributed to science and scientific investigation was reinforced, namely in the area of atmospheric sciences, such as climatology, especially in a scenario of climate change. This article analyses the repercussions of global climate change in Portugal and the evolution of the importance attributed to the climate and to investigation in climatology and its application to spatial planning, namely through specific legislation in the last half century.

Keywords: Climate; Climate change; Awareness of the climate; Applied climatology.

Résumé

Au cours des 50 dernières années, au Portugal, les changements sociaux ont comme principales forces motrices la Révolution du 25 Avril 1974, qui a conduit au remplacement de la dictature par un régime démocratique, puis par l'adhésion effective à l'Union Européenne (UE) le 1 Janvier 1986 (CEE au moment) et, au cours des deux dernières décennies, par la mondialisation. Pendant cette période, les dynamiques sociaux ont été accompagné par la croissance et le développement et, dans ce contexte, le rôle dévolu à la science et à la recherche scientifique s'est renforcée, entre autres dans le domaine des sciences de l'atmosphère, comme la climatologie, en particulier dans des scénarios de changement climatique. Dans cet article nous analysons les effets du changement climatique au Portugal et portons notre attention sur l'évolution de l'importance attribuée au climat et à la recherche en climatologie, dans son application à l'aménagement du territoire, notamment par le biais d'une législation spécifique développée au cours du dernier demi-siècle.

Mots-clés: Climat; Changement climatique; Valorisation du climat; Climatologie appliquée.

INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas à escala global, que os dados de observação têm vindo a mostrar, particularmente nos últimos 50 anos, a uma escala de maior pormenor também se vêm manifestando em Portugal, bastante suscetível, pela sua posição geográfica no contexto da dinâmica atmosférica, a secas e a episódios de precipitação intensa, a ondas de calor e de frio. De forma mais evidente e consequente nas cidades de maiores dimensões e em rápido processo de expansão periurbana, em função da crescente impermeabilização do solo e da concentração das atividades humanas, da intensificação da ilha de calor urbana, do desconforto bioclimático humano e da diminuição da qualidade do ar.

Modificações no uso do solo, em especial nas regiões mais meridionais do país, onde as características do solo conjugadas com a variabilidade climática inerente aos climas subtropicais e amplificadas por mudanças climáticas, apontam para cenários de desertificação e tropicalização, com consequências na agricultura e no coberto vegetal.

Até há meio século atrás as questões relacionadas com o clima só assumiam algum protagonismo aquando da ocorrência de fenómenos meteorológicos extremos, como tempestades particularmente violentas, secas muito prolongadas ou grandes inundações. Nos últimos 50 anos tem-se assistido a uma valorização do clima como parte integrante e ativa nas questões ambientais e do ordenamento do território, bem como recurso natural e energético.

Se até então se fazia alguma investigação climática, de carácter eminentemente analítico e de âmbito académico, o desenvolvimento exponencial das tecnologias de obtenção e tratamento de dados ao serviço das ciências da atmosfera, e a crescente consciencialização social para os problemas ambientais, tem vindo a atribuir protagonismo crescente aos estudos climáticos. É neste contexto que em meados dos anos de 1980 surge legislação ambiental e que contempla especificamente a qualidade do ar, o que implicitamente remete para o clima. O clima passa a estar também presente, ainda que tantas vezes de forma residual e inadequada aos objectivos em causa, em estudos de impacto ambiental e nos planos de ordenamento do território a diferentes escalas.

Especialmente nas últimas três décadas, trabalhos de investigação no domínio da climatologia multiplicam-se e especializam-se, privilegiando temas como as mudanças climáticas, o clima urbano, o bioclima humano, entre outros, orientados para a aplicação ao ordenamento do território, a maioria dos quais, porém, ignorados pelas entidades decisoras, ficando por isso, ainda, circunscritos à comunidade académica que os produz.

MÉTODOS

A pesquisa de resultados sobre mudanças climáticas em Portugal nos últimos 50 anos alicerçou-se no mais importante e completo conjunto de estudos feitos para o território nacional, denominado projecto SIAM, subdividido em duas fases temporais de investigação: SIAM I e SIAM II, cada um deles publicado em livro. Pelo seu conteúdo científico, mais aprofundado e mais recente, foram privilegiados os resultados do projecto SIAM II, assim como de alguns artigos em que as variações das temperaturas no tempo são (também) influenciadas pelo crescimento urbano.

Quanto à inventariação dos estudos elaborados em Portugal, no último meio século, tradutores da valoração científica da climatologia aplicada e da evolução da investigação científica em climatologia, o método de pesquisa foi, necessariamente, seletivo. Os estudos considerados restringiram-se ao contexto da ciência geográfica e, dada a inexistência de estudos de climatologia aplicada emanados de outras instituições que não as universidades e centros de investigação, inventariaram-se trabalhos de investigação e artigos publicados em revistas ou em actas de conferências, bem como teses de doutoramento, tendo como denominador comum o território português, desde os anos 70 do século passado. Não obstante atualmente e de há uns anos para cá terem começado a

proliferar algumas (não muitas) dissertações de mestrado em climatologia, estas não foram aqui diretamente consideradas, mas foram-no indiretamente algumas, que pela sua relevância científica foram publicadas, integral ou parcialmente, sob a forma de estudos, livros ou artigos em revistas, referidos neste trabalho.

MUDANÇAS CLIMÁTICAS

A localização geográfica de Portugal, a latitudes subtropicais (entre 37° e 42° Norte), no sudoeste do continente europeu, na fachada ocidental da Península Ibérica, encostado ao Atlântico a oeste, e próximo do Norte de África a sul e do Mediterrâneo a leste, impõe um clima de tipo mediterrâneo em todo o território, com variações regionais e locais significativas.

Sendo o clima mediterrâneo um clima de transição entre grandes zonas climáticas, é por isso, também, marcado por forte variabilidade interanual e grande suscetibilidade a mudanças climáticas impostas por variações na dinâmica atmosférica. No caso de Portugal pelos "humores" da Oscilação do Atlântico Norte (NAO), relacionados com a interação entre o anticiclone dos Açores e as perturbações frontais mobilizadas pela depressão da Islândia, em sintonia com a dinâmica do vórtice polar e do *jet-stream* nos níveis altos da troposfera (GANHO, 2013 e 2014).

A primeira avaliação integrada das mudanças climáticas em Portugal foi feita pelo Projeto SIAM, em duas fases: a primeira fase decorreu entre 1999 e 2002 (SIAM I) e a segunda fase durante 2002 e 2003 (SIAM II), aprofundando os estudos iniciados na primeira fase (SANTOS, 2006).

As principais conclusões do Projeto SIAM II, especificamente quanto ao clima (MIRANDA *et al.*, 2006), mostram que em Portugal Continental as séries temporais (1931-2000) de temperatura máxima e mínima médias apresentam tendências com o mesmo sinal positivo das observadas à escala global, mais marcadas nas últimas três décadas e de intensidade ligeiramente maior no caso da temperatura mínima do que da temperatura máxima.

No caso particular de Lisboa, também relativamente aos últimos 30 anos da série, verificam-se tendências significativas para um aumento do número de "dias de verão" (temperatura máxima superior a 25°C) e de "noites tropicais" (temperatura mínima superior a 20°C), assim como um ligeiro aumento da duração das ondas de calor, em

contraste com a tendência, mais forte, para um aumento da duração das ondas de calor no interior do país relativamente ao litoral.

As correspondentes séries de precipitação acumulada sazonalmente (três últimas décadas do século XX), não mostram tendências com significado estatístico, exceto no caso da primavera, em que a redução da precipitação é significativa.

Comparando as normais climatológicas de 1941-1970 com as de 1971-2000, a precipitação mensal em Portugal Continental apresenta uma diminuição em novembro, janeiro, fevereiro e, de forma bem marcada, em março, e um aumento em outubro e dezembro, sendo irrelevantes os resultados obtidos para os restantes meses do ano.

A análise espaço-temporal do índice de seca PDSI (*Palmer Drought Severity Index*) evidencía, desde os anos de 1980, nas regiões do Sul do país, não só episódios de seca mais frequentes e severos, como também episódios de chuva mais intensa.

O mesmo estudo (MIRANDA *et al.*, 2006) aponta como cenários de mudança climática até ao fim do século XXI, em Portugal Continental, um aumento significativo da temperatura, especialmente no verão e no interior, e da frequência e intensidade das ondas de calor, e uma redução da precipitação anual por redução da duração da estação chuvosa.

As questões factuais das mudanças climáticas, especialmente no caso da temperatura, têm que ser analisadas na perspetiva de factores intervenientes à escala global e sinóptica, mas fazendo intervir aqueles que são inerentes à escala local, como o crescimento urbano e a contaminação dos dados de algumas estações meteorológicas por ilhas de calor urbano, como será o caso, em Portugal, de Lisboa (ALCOFORADO, 1992), do Porto (MONTEIRO, 1997) ou de Coimbra (GANHO, 1998).

Os cenários de mudança climática, a diferentes escalas, são também uma problemática muito subjetiva e discutível à luz dos modelos que contemplam a dinâmica atmosférica, pela incerteza inerente aos mecanismos de retroação do sistema climático, e a mudanças de ocupação e utilização do solo, nomeadamente nas regiões do Sul do país, como o Algarve, em consequência da urbanização acelerada ao serviço do turismo de praia, e o Alentejo, pela intensificação agrícola possível pela irrigação extensiva fomentada por novas barragens.

VALORAÇÃO DO CLIMA

O valor atribuído ao clima como variável interveniente na vida da população traduz-se, quer na sua integração em legislação ambiental aplicada ao ordenamento do território, à gestão de recursos naturais ou à mitigação de riscos naturais, quer na importância atribuída à investigação em climatologia.

Até Abril de 1974 não existia, em Portugal, uma verdadeira política ambiental, traduzida, por exemplo, por uma lei fundamental do ambiente (TAVARES, 2013).

Só em 1987, na sequência da degradação da qualidade ambiental, da consciencialização social para o ambiente e da entrada na CEE, surge a primeira Lei de Bases do Ambiente, onde o clima aparece de forma subliminar através de uma das várias componentes ambientais denominada por "ar" e restringida à poluição atmosférica.

Entre 1992 e 1995 é elaborada a primeira geração de Planos Directores Municipais que, para além de não cumprirem os seus objetivos, não contemplavam adequadamente o clima como variável inerente ao ordenamento do território, o que tem vindo a perdurar (ALCOFORADO, 1999; ALCOFORADO e VIEIRA, 2004).

Só em 2003, com a aprovação da orgânica do Instituto do Ambiente, é pela primeira vez inscrita na lei a referência a alterações climáticas e à proteção da camada de ozono.

Finalmente, em 2007, e na sequência da entrada em vigor do Protocolo de Quioto (Fevereiro de 2005), é criada a Agência Portuguesa do Ambiente, com um dos principais objetivos o de executar e acompanhar a implementação de políticas de combate às alterações climáticas, à emissão de poluentes atmosféricos e à avaliação de impactos ambientais e de riscos naturais.

A valoração do clima, no sentido específico de valorização, depende essencialmente de problemas consequentes de fenómenos climático-meteorológicos extremos com forte impacto nas populações e decorrentes da falta de prevenção adequada aos riscos ligados ao clima.

Nos últimos 50 anos, em Portugal, assumem particular destaque, pela sua virulência e pela gravidade das suas consequências, alguns paroxismos atmosféricos que impulsionaram a sensibilidade das autoridades competentes para as questões ligadas ao clima e para a prevenção dos riscos que lhe estão associados.

Neste contexto, à escala local, destacam-se as inundações catastróficas nos arredores de Lisboa, na noite de 25 para 26 de novembro de 1967. Como consequência de uma perturbação frontal em movimento para o território do continente desde a região da Madeira, sobreimposta por uma advecção fria nos níveis altos da troposfera, geradora de

forte atividade convectiva e pluviogénica, a ocorrência de mais de 100mm de precipitação em poucas horas provocou um número indeterminado de mortos (valor censurado pelo regime ditatorial vigente na época), mas estimado em mais de 500 (AMARAL, 1968; REBELO, 2008), em vales da periferia da capital, pobres, com forte pressão demográfica e sem ordenamento urbano.

A outra escala, de dimensão regional, assumem grande destaque, pelo número de vítimas mortais que "silenciosamente" originaram em Portugal, estão as ondas de calor de 1981 e de 2003. As suas causas sinópticas são sempre a advecção de fluxos continentais provenientes do Norte de África, orientados pela circulação do campo depressionário de origem térmica dos níveis baixos da atmosfera ibérica (FERREIRA-LEITE *et al.*, 2017).

A onda de calor de 1981 (GARCIA *et al.*, 1999) ocorreu entre 10 e 20 de junho e provocou um número estimado de óbitos de, aproximadamente, 1900, na sequência de temperaturas máximas que atingiram valores entre 40 e 43°C no interior do país, mas também em alguns locais próximos do litoral, como em Lisboa (41,5°C).

Mais intensa e prolongada foi a onda de calor que se fez sentir de 29 de julho a 14 de agosto de 2003 (CALADO *et al.*, 2004), que atingiu também parte da Europa Ocidental (Espanha, França, Alemanha), provocando muitos milhares de mortes. Em Portugal a mortalidade estimada foi de 1950 pessoas, em consequência de temperaturas máximas persistentemente elevadas, ente 40 e 45°C, em particular nas regiões do interior, mas não só, como foi o caso de Lisboa (42,0°C) e regiões próximas, como Setúbal (43,0°C), ou Santarém (45,2°C).

INVESTIGAÇÃO GEOGRÁFICA EM CLIMATOLOGIA

Não obstante a crescente importância atribuída ao clima como variável ambiental nas últimas décadas, quer na legislação, quer no ordenamento do território, esta continua muito aquém do desejável e do que é praticado nos países com sérias políticas do ambiente ao serviço do desenvolvimento. Mas não por falta de interesse por parte dos investigadores em ciências da Terra e da atmosfera, como prova a proliferação crescente de trabalhos científicos em climatologia, de carácter académico e aplicado, na sua maioria ignorados pelas entidades competentes para a sua inserção espacial.

A verdadeira valorização do clima, em Portugal, nos últimos 50 anos, tem-se, então, feito nas Universidades, evidenciada pelos exemplos que se seguem, exclusivamente no domínio da investigação em geografia física.

A Universidade de Lisboa foi pioneira na produção de estudos no domínio da cartografia climática à escala regional do território, destacando-se dois importantes trabalhos de Daveau, primeiro sobre a precipitação (1977) e mais tarde sobre a temperatura, a nebulosidade e o nevoeiro (1985), e um outro, posterior, de Alcoforado *et al.* (1993), relativo à definição espacial de domínios bioclimáticos em Portugal.

Foi também pioneira na investigação em climatologia sinóptica com os trabalhos de Ferreira, dos quais se destaca um sobre o clima do Atlântico subtropical oriental (1989) ou com outros trabalhos, nomeadamente de Ramos (1986) sobre anticiclones e ritmo climático de Portugal, de Ventura (1986) sobre gotas-frias e distribuição espaço-temporal das chuvas em Portugal, e de Fragoso que, entre inúmeros trabalhos de investigação em que cruza a climatologia sinóptica e a hidroclimatologia, se destaca o estudo das precipitações intensas no Sul de Portugal (2008). Por sua vez Ventura, da Universidade Nova de Lisboa, estudou o ritmo e a distribuição espacial das precipitações no Sul de Portugal (1994).

No início dos anos de 1980 começa a desenvolver-se uma inovadora linha de investigação em climatologia urbana com os trabalhos de Alcoforado, da Universidade de Lisboa, nomeadamente um sobre contrastes e ritmos térmicos do clima da região de Lisboa (1992). A esta temática dedicaram-se outros investigadores, não só da Universidade de Lisboa, como Andrade, introduzindo na análise do clima urbano de Lisboa a bioclimatologia humana (2003), ou Lopes, analisando as modificações do clima urbano de Lisboa em consequência do crescimento urbano (2003), como também da Universidade do Porto e da Universidade de Coimbra.

Na Universidade do Porto a investigação em climatologia urbana começou em meados da década de 1980 com Monteiro, assumindo destaque, entre os seus muitos trabalhos, aquele que estuda o clima urbano do Porto orientado para o planeamento e ordenamento do território (1997).

Na Universidade de Coimbra os estudos sobre climatologia urbana tiveram o seu início no final dos anos de 1980, com os trabalhos de Ganho, destacando-se, entre eles, o estudo do clima local de Coimbra aplicado ao ordenamento urbano da cidade (1998).

Todos estes investigadores criaram ou participaram em projetos de investigação em climatologia, da escala local à escala sinóptica, envolvendo outros investigadores, valorizando assim as questões ligadas ao clima e determinando a multiplicação de trabalhos de climatologia aplicada.

É o que tem vindo a acontecer em Portugal, nas Universidades de Lisboa, do Porto, de Coimbra e do Minho. Destacam-se, para além de estudos aplicados ao ordenamento urbano (ALCOFORADO *et al.*, 2005; ALCOFORADO, 2006; MARQUES *et al.*, 2009; LOPES, 2015), ou às áreas de montanha (MORA, 2006), outros aplicados aos incêndios florestais (BOTELHO *et al.*, 2014; LOURENÇO e BERNARDINO, 2013), às inundações (GANHO, 2002; REBELO e GANHO, 2001), às secas (BOTELHO e GANHO, 2010; FEIO e HENRIQUES, 1983; FERREIRA e FERREIRA, 1981), às ondas de calor (MOÇO, 2015) e às ondas de frio (BOTELHO e GANHO, 2012), ou às mudanças climáticas (GANHO, 2014). E, necessariamente, como ciência da atmosfera, aos estudos que privilegiam a causalidade sinóptica dos fenómenos climático-meteorológicos (BALKESTÅHL, 2013; FRAGOSO, 2004; GANHO, 2016a e 2016b; NUNES *et al.*, 2011/2012).

CONCLUSÃO

Os resultados dos estudos sobre mudanças climáticas em Portugal no último meio século apontam para tendências semelhantes às que se verificam à escala global. Nomeadamente para um aumento das temperaturas, da frequência, intensidade e duração das ondas de calor, em particular nas regiões do interior, e uma maior variação, de ano para ano, dos valores de precipitação, com secas mais acentuadas e prolongadas, a par com episódios de maior quantidade e intensidade de chuva.

Vários fenómenos climáticos extremados, como secas, chuvas intensas, ventos tempestuosos e fortes ondas de calor, com consequências catastróficas sobre as populações, contribuíram para uma valorização social e política do clima nas últimas décadas. Determinante foi, porém, a elaboração de legislação ambiental integrando o clima como variável ambiental, subsequente à entrada plena de Portugal na UE. A sua implementação no terreno, nomeadamente no ordenamento do território, não tem sido feita da forma mais adequada, não obstante a crescente produção de estudos de climatologia aplicada, nomeadamente no contexto da geografia física, de grande qualidade, elaborados

nos últimos 25 anos nas Universidades portuguesas. A sua proliferação e conveniente inserção no espaço geográfico, numa base estrutural e independente de ciclos económicos e de sensibilidades políticas, ao serviço da qualidade de vida das populações, é um imperativo de futuro, indissociável do tão almejado desenvolvimento do país.

REFERÊNCIAS

AMARAL, I. As inundações de 25/26 de Novembro de 1967 na região de Lisboa. *Finisterra*, Lisboa, n. 5, p. 79-84, 1968.

ALCOFORADO, M. J. *O clima da Região de Lisboa. Contrastes e ritmos térmicos*. Lisboa: CEG, n. 15, 1992, 347p.

ALCOFORADO, M. J.; ALEGRIA, M. F.; PEREIRA, A. R.; SIRGADO, C. *Domínios Bioclimáticos em Portugal definidos por comparação dos índices de Gaussen e de Emberger* (reedição). Lisboa: CEG, n. 33, 1993, 57p.

ALCOFORADO, M. J. Aplicação da climatologia ao Planeamento Urbano. Alguns Apontamentos. *Finisterra*, Lisboa, n. 67-68, p. 83-94, 1999.

ALCOFORADO, M. J.; VIEIRA, H. Informação climática nos Planos Directores Municipais de concelhos urbanos. Possível articulação com o planeamento em Lisboa. *Sociedade e Território - Revista de Estudos Urbanos e Regionais*, Lisboa, n. 37/38, p. 103-118, 2004.

ALCOFORADO, M. J.; LOPES, A.; ANDRADE, H.; VASCONCELOS, J. *Orientações Climáticas para o Ordenamento em Lisboa*. Lisboa: CEG, n. 4, Lisboa, 2005, 83p.

ALCOFORADO, M. J. Planning procedures towards high climatic quality cities. Example referring to Lisbon. *Finisterra*, Lisboa, n. 82, p. 49-64, 2006.

ANDRADE, H. *Bioclima Humano e Temperatura do Ar em Lisboa*. Dissertação de Doutoramento em Geografia Física, Faculdade de Letras, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2003, 435p.

BALKESTÄHL, L. C. *A Ilha de Calor Urbano e o Contexto Sinóptico. Topoclima Urbano - domínio ou sujeição?*. Dissertação de Doutoramento em Geografia, especialidade de Geografia Física, Faculdade de Letras, Universidade do Porto, 2013, 418p.

BOTELHO, F.; GANHO, N. Dinâmica anticiclónica subjacente à seca de 2004/2005 em Portugal Continental. In: *Actas do VI Seminário Latino-Americano e II Seminário Ibéro-Americano de Geografia Física*, Coimbra, 2010, p. 1-14.

- BOTELHO, F.; GANHO, N. Episódios de frio extremo em Portugal Continental: análise comparativa de episódios de frio seco e de frio com neve a cotas baixas. *Geonorte – Edição Especial*, Manaus, v. 2, n. 4, p. 857-869, 2012.
- BOTELHO, F.; FERREIRA-LEITE, F.; GANHO, N.; BENTO-GONÇALVES, A. Climatologia sinóptica dos grandes incêndios florestais (>5000 ha) em Portugal Continental. *Revista Brasileira de Climatologia*, Curitiba, n. 14, p. 114-131, 2014.
- CALADO, R.; NOGUEIRA, J. N.; CATARINO, J.; PAIXÃO, L. J.; BOTELHO, J.; CARREIRA, M.; FALCÃO, J. M. A onda de calor de Agosto de 2003 e os seus efeitos sobre a mortalidade da população portuguesa. *Revista Portuguesa de Saúde Pública*, Lisboa, v. 22, n. 2, p. 7-20, 2004.
- COSTA, F. S. C.; CARDINA, M.; VIEIRA, A. A. B. As inundações de 1967 na região de Lisboa. Uma catástrofe com diferentes leituras. *Investigaciones Geográficas*, Santiago do Chile, n. 51, p. 103-114, 2016.
- DAVEAU, S. *Répartition et Rythme des Précipitations au Portugal*. Lisboa: CEG, n. 3, 1977, 192p.
- DAVEAU, S. *Mapas Climáticos de Portugal. Nevoeiro e nebulosidade. Contrastes térmicos*. Lisboa: CEG, n. 7, 1985, 84p.
- FEIO, M.; HENRIQUES, V. A seca de 1980-81 e as secas anteriores: intensidade e distribuição espacial. *Biblos*, Coimbra, n. 59, p. 84-103, 1983.
- FERREIRA, D. B.; FERREIRA, A. B. *Alguns aspectos da seca invernal de 1980-81 em Portugal*. Lisboa: CEG, n. 13, 1981, 46p.
- FERREIRA, D.B. *Le Climat de l'Atlantique Oriental des Açores Aux Iles du Cap Vert. Contribution à l'étude du système océan-atmosphère*. Thèse de Doctorat d'Etat, Université de Paris-Sorbonne, Paris IV, v. I, II, III, 1989, 1657p.
- FERREIRA-LEITE, F.; GANHO, N.; BENTO-GONÇALVES; A.; BOTELHO, F. Iberian atmospheric dynamics and large forest fires in mainland Portugal. *Agricultural and Forest Meteorology*, n. 247, p. 551-559, 2017.
- FRAGOSO, M. *O Contexto Atmosférico dos Episódios de Precipitações Intensas no Sul de Portugal*. Lisboa: CEG, n. 39, 2004, 148p.
- FRAGOSO, M. *Climatologia das Precipitações Intensas no Sul de Portugal*. Lisboa: FCG, FCT, 2008, 578p.
- GANHO, N. *O Clima Urbano de Coimbra. Estudo de Climatologia local aplicada ao ordenamento urbano*. Dissertação de Doutoramento em Geografia, Faculdade de Letras, Universidade de Coimbra, Coimbra, 1998, 551p.
- GANHO, N. O paroxismo pluviométrico de 2000/2001 em Coimbra - Umas notas a montante dos riscos naturais e da crise. *Territorium*, Coimbra, n. 9, p. 5-11, 2002.

GANHO, N. Risco de ventos tempestuosos de escala sinóptica em Portugal Continental: análise causal. In: *Riscos Naturais, Antrópicos e Mistos. Homenagem ao Professor Doutor Fernando Rebelo*. Coordenação L. Lourenço e M. Mateus, Faculdade de Letras, Universidade de Coimbra, Coimbra, 2013, p. 251-266.

GANHO, N. Mudanças climáticas e riscos climático-meteorológicos na perspectiva da dinâmica atmosférica de escala sinóptica - o caso do inverno boreal de 2013/2014. *Cadernos de Geografia*, Coimbra, n. 33, p. 27-36, 2014.

GANHO, N. A propósito da originalidade do ciclone *Alex* no Atlântico Norte (janeiro de 2016). *Cadernos de Geografia*, Coimbra, n. 35, p. 45-56, 2016a.

GANHO, N. A inusual atividade ciclogénica explosiva no Atlântico Norte extratropical no inverno boreal de 2013/14. *Cadernos de Geografia*, Coimbra, n. 35, p. 57-66, 2016b.

GARCIA, A. C.; NOGUEIRA, P. J.; FALCÃO, J. M. Onda de calor de Junho de 1981 em Portugal: efeitos na mortalidade. *Revista Portuguesa de Saúde Pública*, Lisboa, v. 1, p. 67-77, 1999.

LOPES, A. *Modificações no Clima Urbano de Lisboa como Consequência do Crescimento Urbano. Vento, ilha de calor de superfície e balanço energético*. Dissertação de Doutoramento em Geografia Física, Faculdade de Letras, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2003, 375p.

LOPES, S. *Clima e Ordenamento do Território no Funchal*. Dissertação de Doutoramento em Geografia, especialidade de Geografia Física, IGOT, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2015, 406p.

LOURENÇO, L.; BERNARDINO, S. Condições meteorológicas e ocorrência de incêndios florestais em Portugal Continental (1971-2010). *Cadernos de Geografia*, Coimbra, n. 32, p. 105-132, 2013.

MARQUES, D.; GANHO, N.; CORDEIRO, A. O contributo de estudos climáticos à escala local para o ordenamento urbano - O exemplo de Coimbra (Portugal). In: *Actas do 1º Congresso de Desenvolvimento Regional de Cabo Verde, 2º Congresso Lusófono de Ciência Regional, 3º Congresso de Gestão e Conservação da Natureza e 15º Congresso da Associação Portuguesa de Desenvolvimento Regional (APDR)*, Cidade da Praia, 2009, p. 3394-3415.

MIRANDA, P. M. A.; VALENTE, M. A.; TOMÉ, A. R.; TRIGO, R.; COELHO, M. F. E. S.; AGUIAR, A.; AZEVEDO, E. B. O clima de Portugal nos séculos XX e XXI. In: *Projecto SIAM II - Alterações Climáticas em Portugal. Cenários, Impactos e Medidas de Adaptação*, Editores F. D. Santos e P. Miranda, Lisboa: Gradiva, 2006, p. 45-113.

MOÇO, S. *O Desconforto Térmico no Verão em Portugal Continental e a Perceção Populacional para as Alterações Climáticas e Comportamentos Adotados Aquando de Vagas de Calor. Educação Ambiental e Sustentabilidade*. Dissertação de Doutoramento em Geografia, Universidade Aberta, Lisboa, 2015, 254p.

- MONTEIRO, A. *O Clima Urbano do Oporto. Contribuição para as definições das estratégias de planeamento e ordenamento do Território*. Lisboa: FCG, JNICT, 1997, 486p.
- MORA, C. *Climas da Serra da Estrela. Características Regionais e Particularidades Locais dos Planaltos e do Alto Vale do Zêzere*. Dissertação de Doutoramento em Geografia Física, Faculdade de Letras, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2006, 425p.
- NUNES, A.; PINHO, J.; GANHO, N. O "ciclone" de Fevereiro de 1941: análise histórico-geográfica dos seus efeitos no concelho de Coimbra. *Cadernos de Geografia*, Coimbra, n. 30/31, pp. 53-60, 2011/2012.
- RAMOS, C. *Tipos de Anticiclones e Ritmo Climático de Portugal. Estudo de Climatologia*. Lisboa: CEG, n. 25, 1986, 236p.
- REBELO, F.; GANHO, N. Inundações no Sul de Portugal (1997). In: REBELO, F. *Riscos Naturais e Acção Antrópica*, Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra, 2001, p. 189-198.
- REBELO, F. Um novo olhar sobre os riscos? O exemplo das cheias rápidas (flash floods) em domínio mediterrâneo. *Territorium*, Coimbra, n. 15, p. 7-14, 2008.
- SANTOS, F. D. Problemática das alterações climáticas no início do século XXI. In: Projecto SIAM II - Alterações Climáticas em Portugal. Cenários, Impactos e Medidas de Adaptação, Editores F. D. Santos e P. Miranda, Lisboa: Gradiva, 2006, p. 55-43.
- TAVARES, B. R. *O Ambiente e as Políticas Ambientais em Portugal: Contributos para uma Abordagem Histórica*. Dissertação de Mestrado em Cidadania Ambiental e Participação, Universidade Aberta, Lisboa, 2013, 70p.
- VENTURA, J. *Influência das Gotas de Ar frio no Ritmo e na Repartição Espacial das Chuvas em Portugal. Estudo de Climatologia*. Lisboa: CEG, n. 24, 1986, 212p.
- VENTURA, J. *As precipitações no Sul de Portugal. Ritmo e distribuição espacial*: Dissertação de Doutoramento em Geografia Física e Planeamento Regional, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 1994, 438p.