

*MUDANÇAS CLIMÁTICAS NO AVE (NW DE PORTUGAL)***MUDANÇAS CLIMÁTICAS NO AVE (NW DE PORTUGAL)**

António Vieira
Universidade do Minho
vieira@geografia.uminho.pt

António Bento Gonçalves
Universidade do Minho
bento@geografia.uminho.pt

Flora Ferreira-Leite
Universidade do Minho
floraferreiraleite@gmail.com

Luciano Lourenço
Universidade de Coimbra
luciano@uc.pt

EIXO TEMÁTICO : RISCOS, SOCIEDADE E FENÓMENOS DA NATUREZA.**RESUMO**

O projeto Adaptaclima pretende avaliar a amplitude das mudanças climáticas em territórios do Sudoeste Europeu, através da implementação de modelos climáticos regionais baseados em modelos climáticos globais do IPCC e análise dos resultados obtidos através desses modelos, perspetivando as implicações dos possíveis cenários traçados.

Neste contexto, este trabalho apresenta a aplicação dos referidos modelos a uma área geográfica específica, a região do Ave, no Noroeste de Portugal. A partir da análise dos resultados da modelação climática estabelecem-se cenários preditivos e tendências para as variáveis climáticas consideradas, identificando-se um relativo paralelismo com idênticos estudos de âmbito nacional e ibérico.

PALAVRAS CHAVES

Mudanças climáticas, Adaptaclima, modelos climáticos regionais, AVE.

ABSTRACT

The project Adaptaclima aims to assess the extent of climate change in European territories of the Southwest, through the implementation of regional climate models based on IPCC global climate models and the analysis of results obtained through these models, searching for the implications of the possible scenarios outlined.

In this context, this paper presents the application of these models to a specific geographic area, the region of the Ave, in Northwest Portugal. The analysis of the results of climate modeling allow us to establish predictive scenarios and trends for the climatic conditions, identifying a relative parallelism with identical studies nationwide and Iberian.

Key-words: Climate changes, Adaptaclima, regional climate models, AVE.

INTRODUÇÃO

As últimas décadas têm sido marcadas por uma crescente preocupação em torno das problemáticas relacionadas com as mudanças climáticas e os seus efeitos diretos e indiretos para a sociedade.

A acompanhar esta tendência, também se multiplicou a investigação, procurando-se identificar causas, efeitos e medidas de mitigação.

A nível internacional esta investigação tem vindo a ser liderada pelo ‘Painel Intergovernamental sobre as Mudanças Climáticas’ (IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change), promovido pela Organização Meteorológica Mundial e pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente.

Este órgão tem desenvolvido esforços no sentido de compreender os mecanismos que condicionam as mudanças climáticas, seus potenciais impactes no planeta e nas atividades humanas e definição de estratégias de adaptação ou mitigação deste fenómeno.

É mais ou menos consensual que, a partir dos dados obtidos até ao momento e de acordo com a sua análise, se tem vindo a registar um aquecimento global do planeta. Também tem sido apontada a influência antropogénica para o incremento deste fenómeno.

A análise dos dados climáticos e das suas tendências, bem como as influências de origem humana têm vindo a ser objeto de reflexão e de modelação, com o objetivo de perspetivar e prever o comportamento do sistema climático e avaliar estas mudanças climáticas.

Para este efeito, têm sido empregues alguns modelos físico-matemáticos do clima (Modelos Globais do Clima - GCM), de forma a obter projeções globais da tendência das mudanças climáticas para o futuro. Estes modelos permitiram estabelecer diferentes cenários socioeconómicos futuros hipotéticos.

Em virtude da fraca resolução espacial destes modelos globais, de que decorre a impossibilidade de uma análise regional detalhada, têm vindo a ser propostos metodologias para a definição de cenários regionais de mudança climática, com vários exemplos a nível europeu ou mesmo ibérico (Gutiérrez et al., 2010).

No âmbito do projeto ADAPTACLIMA, procedeu-se à avaliação da magnitude das mudanças climáticas em várias regiões do Sudeste da Europa Ocidental, incluindo o AVE, utilizando-se, numa primeira fase, os resultados do projeto PRUDENCE (<http://prudence.dmi.dk>) que apresenta uma série de projeções de mudanças climáticas para a Europa com uma resolução horizontal de cerca de 50 km.

Essas projeções foram feitas por diferentes instituições, utilizando diferentes modelos climáticos regionais europeus, com base no modelo global HadAM3H, que é um dos modelos globais usados no IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) e aquele que oferece melhores resultados para o clima atual.

Assim, para cada um dos modelo regional obteve-se uma projeção para o período de 2071-2100 e uma simulação de controlo para o período de 1961-1990, que serviu como base para a simulação.

Após essa análise preliminar, uma análise mais detalhada para a região de AVE foi realizado (MeteoGalicia, 2010b), tendo em conta as estações meteorológicas instaladas em território Português norte-ocidental, que será analisada de forma aprofundada neste trabalho.

OBJETIVOS

O objetivo principal do projeto Adaptaclima prende-se com a elaboração de um plano de adaptação ao impacto das alterações climáticas nos incêndios florestais no AVE. Neste sentido, torna-se imperioso proceder à análise das variáveis climáticas e realizar uma avaliação da magnitude das alterações climáticas na área considerada, num enquadramento temporal futuro específico.

Consequentemente, é nosso objetivo neste trabalho apresentar os resultados da implementação e análise de modelos climáticos baseados nas variáveis climáticas regionais consideradas adequadas, aplicados pela Meteo Galicia (MeteoGalicia, 2010a) no âmbito do projeto Adaptaclima.

MATERIAL E MÉTODO

O estabelecimento de cenários preditivos de evolução do clima para a região do Ave (fig. 1), baseou-se na análise de variáveis climáticas, a partir de técnicas de regionalização que possibilitaram projetar para o contexto regional os modelos globais do IPCC. Desta forma, pretende-se prever com maior rigor os seus impactos específicos a nível regional-local, bem como as suas implicações no contexto dos riscos climáticos.

Numa primeira fase, com base em projeções de modelos climáticos regionais, procedeu-se à análise da variabilidade e das alterações na temperatura e precipitação previstos em cenários de alterações climáticas futuras. Tendo como ponto de partida os resultados do Projeto PRUDENCE (MeteoGalicia, 2010a), que apresentava projeções de alterações para o período de 2071-2100, definiram-se dois cenários de evolução: o cenário A2 e o cenário B2.

Estes cenários enquadram-se na tipologia de cenários evolutivos definidos pelo IPCC, tendo em consideração a influência dos fatores socioeconómicos nas alterações climáticas.

Numa segunda fase, e na sequência dos cenários anteriormente definidos, procedeu-se a uma análise mais pormenorizada para o Ave (MeteoGalicia, 2010b), utilizando-se os dados referentes às estações meteorológicas de Braga, Pedras Rubras e Montalegre (fig. 1).

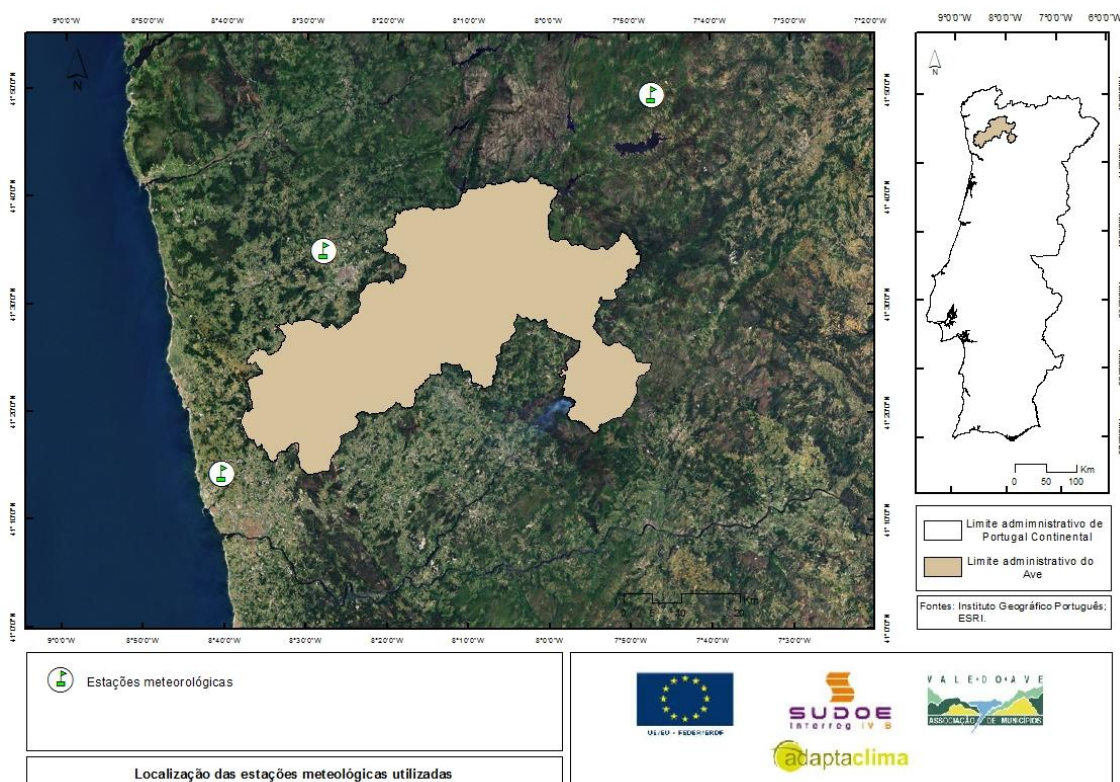


Figura 1. Ave: localização geográfica das estações meteorológicas utilizadas.

As variáveis utilizadas para este estudo correspondem às séries de Temperatura máxima, média e mínima, bem como as de Precipitação.

A utilização das referidas estações coloca-nos alguns problemas metodológicos, que, no entanto, são impossíveis de eliminar. De facto, as referidas estações localizam-se todas fora da área geográfica do Ave, criando-nos um problema de efetiva representatividade dos dados. Porém, dada a reduzida densidade da rede nacional de estações meteorológicas, estas estações são aquelas que nos permitem uma expressão mais aproximada das características climáticas da área em estudo.

Outro problema com o qual nos deparámos foi a mudança ocorrida quer ao nível dos equipamentos de registo dos elementos climáticos, em todas as estações, quer a mudança de localização da estação de Braga (Tabela I). De facto, em momentos diferentes, os equipamentos de medição presentes nas estações utilizadas neste estudo foram objeto de modernização, passando de manuais a automáticas, com consequências ao nível dos dados recolhidos. O facto de esta alteração ter ocorrido em momentos diferentes em cada uma das estações impede o estabelecimento de correlações entre as estações manuais e automáticas.

Consequentemente, observa-se uma falta de homogeneidade bem evidente na série de Braga, no que diz respeito à Temperatura máxima, facto que não se reproduz de igual forma nas Temperaturas média e mínima.

Tabela I. Ave: estações meteorológicas usadas para a Temperatura

Estações meteorológicas usadas para a Temperatura				
lista	Estação	Ano inicial	Ano final	Tipo estação
1	Braga (Posto Agrário)	1970	2006	Manual
1	Braga (Merelim)	2007	2009	Automática
2	Montalegre	1970	1999	Manual
2	Montalegre	2000	2009	Automática
3	Porto/Pedras Rubras	1970	1998	Manual
3	Pedras Rubras	1999	2009	Automática

(fonte: MeteoGalicia, 2010b)

Além destes problemas, foram detectados ainda alguns erros e lacunas nos dados, nomeadamente: a ausência de dados, facto particularmente sensível na Precipitação; a presença de dados acumulados de Precipitação, quando estes deveriam ser diários; a presença de registos de Precipitação com valores inferiores a 0 litros. Por este motivo, foi necessário proceder ao controlo de qualidade dos dados e sua homogeneização, implementados pela Meteogalicia, responsável pelo tratamento dos dados.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

De acordo com a análise realizada a partir dos dados produzidos no âmbito do projeto PRUDENCE, foi possível definir-se dois cenários de evolução, com projeções de alterações para o período de 2071-2100: o cenário A2 e o cenário B2.

Desta forma, o cenário A2 prevê um maior acréscimo do número de emissões devido à continuação do rápido crescimento da população à escala global e a um crescimento económico à escala regional, enquanto o cenário B2 pressupõe um menor incremento das emissões devido a um crescimento populacional moderado e níveis de crescimento económico e tecnológico mais lentos.

Para a definição dos cenários para o AVE recorreu-se às séries de Temperatura (máxima, média e mínima) e Precipitação, projetados para o período de 2071-2100.

Estabeleceram-se a partir dos dados referidos, as tendências de temperatura e precipitação, considerando a sua ocorrência anual, estacional e mensal e os valores extremos.

Consequentemente, para o cenário A2 verifica-se que a temperatura apresenta uma tendência positiva, revelando uma previsão de aumento da Temperatura média anual entre 1,5°C e 5°C. estes valores resultam num aumento da Temperatura no AVE em média cerca de 0,56°C/década para o período de 2071-2100.

Estacionalmente observa-se, de uma forma geral, anomalias positivas, mais significativas no Verão, entre 1,5°C e 8°C.

No que diz respeito à precipitação, verifica-se uma diminuição geral da sua ocorrência. Estacionalmente esta diminuição é mais sensível no Verão, verificando-se, no entanto, um aumento durante o período do Inverno.

Em consonância com estas tendências, observa-se também uma diminuição da frequência dos dias de chuva, registando-se um incremento dos dias de chuva muito intensa.

No que diz respeito aos extremos de temperatura, prevê-se um aumento do número de dias e noites quentes, que se poderá traduzir, no cenário A2, por um aumento de 100 dias por ano. De igual modo se prevê uma ligeira diminuição do número de dias e de noites frias.

Para o cenário B2 as previsões apontam igualmente para um aumento da Temperatura média anual, mas com uma tendência menos acentuada, situado entre o 1,5°C e os 4°C.

Também a análise estacional das temperaturas nos mostra anomalias positivas, superiores no Verão, mas menos significativas do que no cenário A2.

Relativamente à precipitação, as previsões para o cenário B2 são idênticas ao cenário A2, observando-se uma diminuição anual geral. Estacionalmente regista-se também diminuição, mais significativa no Verão, e aumento no Inverno.

Verifica-se, igualmente, uma diminuição da frequência de dias de chuva e acréscimo dos dias de chuva muito intensa, embora com valores inferiores aos do cenário A2, para ambas as variáveis.

Quanto aos extremos, tal como no cenário A2, prevê-se um aumento do número de dias e noites quentes (mais 86 dias por ano) e uma ligeira diminuição do número de dias e noites frias, ainda que menos pronunciada.

Na sequência desta análise, procedeu-se, como referido anteriormente, a uma análise mais pormenorizada, focada na região do Ave. Os resultados da implementação dos modelos climáticos regionais permitem-nos retirar algumas conclusões, que apresentaremos de seguida, referentes às tendências da temperatura e da precipitação.

Temperatura

A análise das séries de Temperatura permitiu-nos identificar as tendências observadas à escala anual, estacional e mensal, para o período de 1970-2009.

No que diz respeito à tendência anual, observou-se um aumento significativo da Temperatura. Para as estações de Braga e Montalegre (fig. 2 e fig. 3) o aumento nas Temperaturas máxima, média e mínima foi de 0,5°C/Década. Na estação de Pedras Rubras (fig. 4) o aumento foi de 0,5°C/Década para as Temperaturas média e mínima, mas de apenas 0,2°C/Década para a Temperatura máxima.

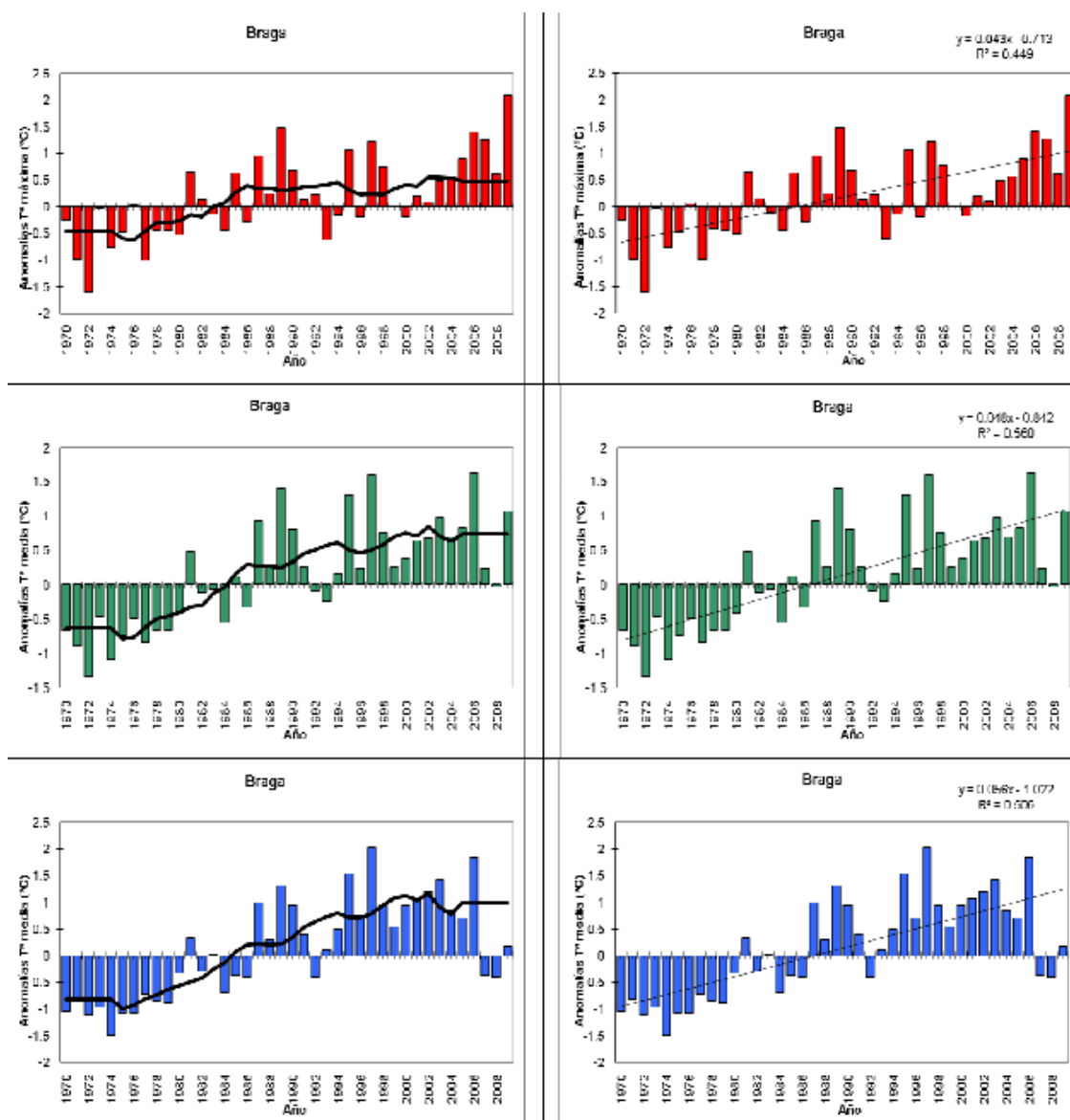


Figura 2. Tendências anuais – Braga
(fonte: MeteoGalicia, 2010b)

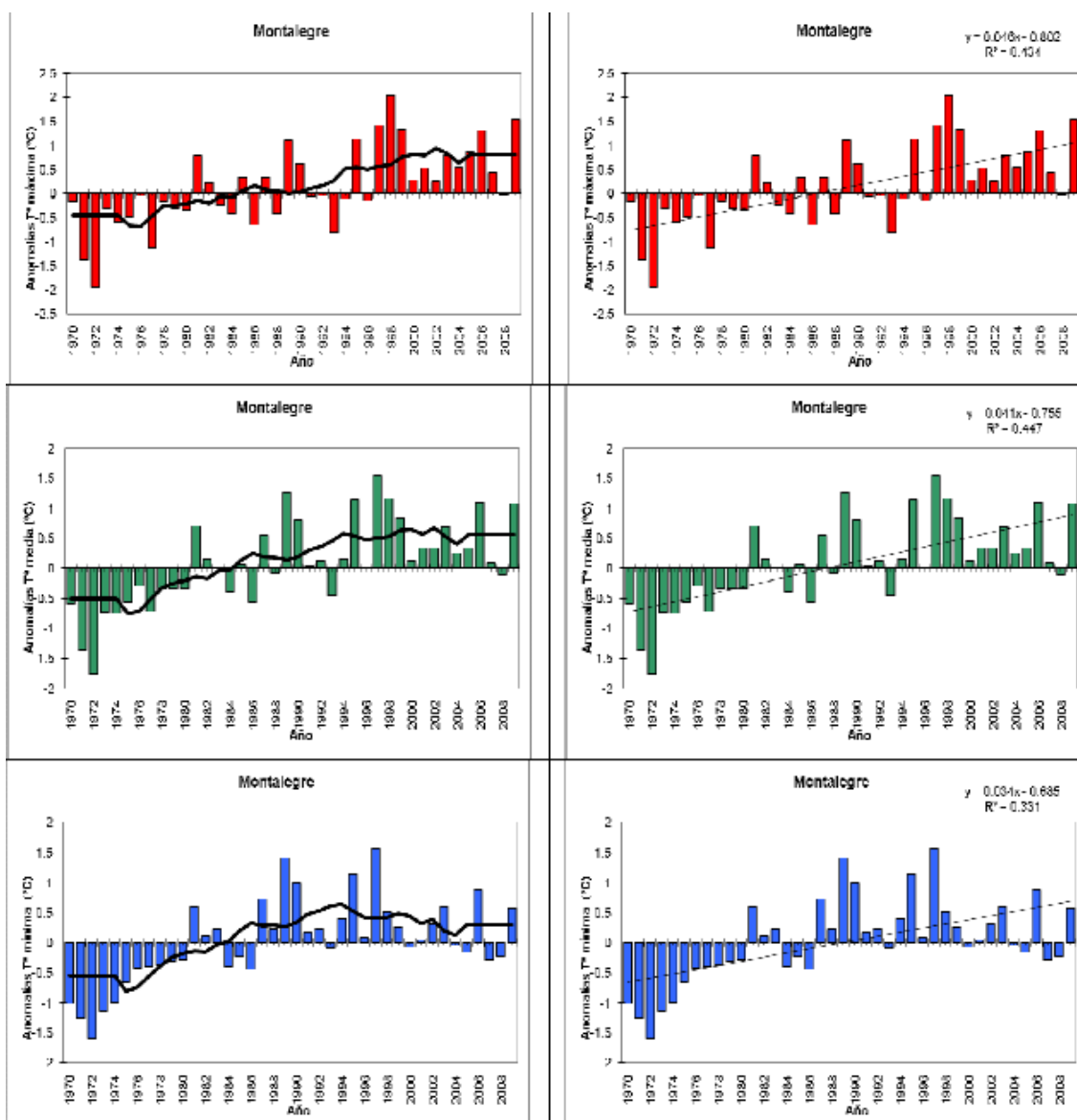


Figura 3. Tendências anuais – Montalegre
(fonte: MeteoGalicia, 2010b)

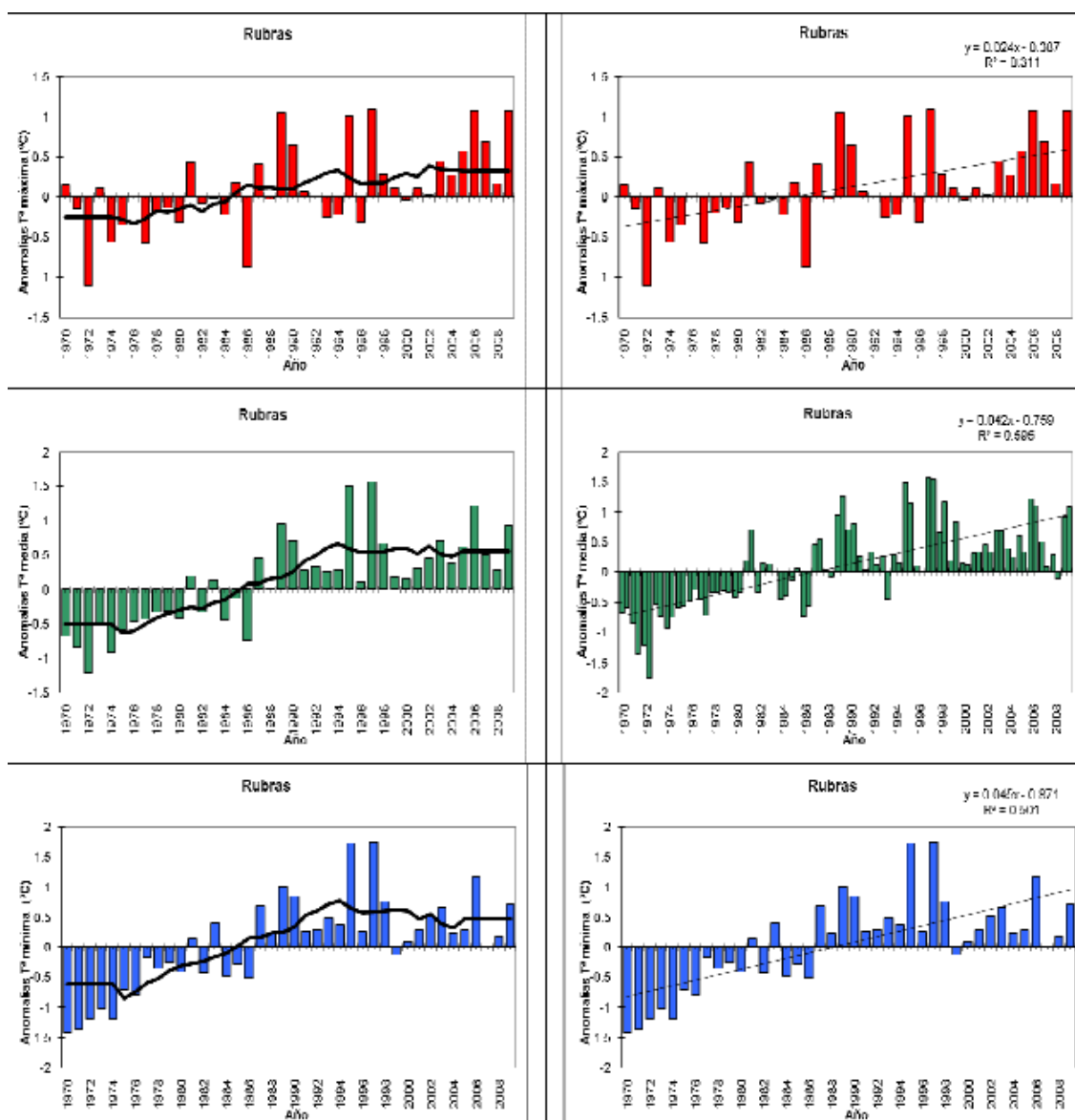


Figura 4. Tendências anuais – Montalegre

(fonte: MeteoGalicia, 2010b)

Se por um lado se observa um comportamento da tendência das temperaturas semelhante nas diversas estações, já o mesmo não acontece se tivermos em consideração o período em análise. Com efeito, esta tendência não é homogénea ao longo do período considerado. Na realidade, é apenas a partir de meados dos anos 70 do século XX que se observa um crescimento acentuado das temperaturas.

No que diz respeito à tendência estacional, verificamos que é a Primavera a estação do ano que apresenta um maior incremento da temperatura, atingindo em média valores em torno dos 0,7°C/Década. Este comportamento verifica-se em todas as séries e temperaturas consideradas, embora com menor intensidade.

Relativamente à tendência mensal das temperaturas, destaca-se o mês de Março com aumentos mais significativos: nas estações de Braga e Montalegre o incremento observado é de cerca de

1°C/Década, enquanto em Pedras Rubras o aumento é menos significativo, de cerca de 0,6°C/Década.

Outro aspeto que tivemos em consideração, a partir dos dados diários das três séries de temperatura, foi a análise dos extremos¹. Concluiu-se que ocorreu uma diminuição significativa da frequência de dias frios e noites frias. Esta tendência foi mais acentuada na Primavera e no Verão, tendo atingido os valores mais significativos em Pedras Rubras no Verão (decréscimo de noites frias de -3,34 dias/década).

Quanto aos dias quentes, identificou-se um aumento, ocorrendo essencialmente na Primavera e Verão. Este aumento foi de cerca de 1,5 dias/década na Primavera (mais significativo em Braga) e de cerca de 2,5 dias/década no Verão (em Montalegre e Braga). Também se observou um acréscimo de noites quentes. No caso de Braga este acréscimo ocorreu não só na Primavera e Verão mas também no Outono. Em Pedras Rubras ocorreu em todas as estações do ano.

Precipitação

Tal como fizemos anteriormente para a Temperatura, procedemos à análise dos dados referentes à Precipitação para as estações meteorológicas de Braga, Montalegre e Pedras Rubras (Tabela II) tendo-nos a análise das séries permitido identificar as tendências observadas à escala anual, estacional e mensal, para o período de 1970-2009.

Tabela II. Ave: estações meteorológicas usadas para a Precipitação.

Estações meteorológicas usadas para a Precipitação				
lista	Estação	Ano inicial	Ano final	Tipo estação
1	Braga (Posto Agrário)	1970	2006	Manual
1	Braga (Merelim)	2007	2009	Automática
2	Montalegre	1970	2009	Manual
3	Porto/Pedras Rubras	1970	2009	Manual

(fonte: MeteoGalicia, 2010b)

No que diz respeito à Precipitação acumulada anual, não se observa nenhuma tendência significativa em qualquer das três séries.

Por seu lado, relativamente ao comportamento estacional da Precipitação, observa-se uma tendência positiva quase significativa em Braga, no Outono, correspondente a um provável aumento de 1,58%, enquanto em Montalegre se observa também uma tendência positiva quase significativa no

¹ Para a análise dos extremos de temperatura a metodologia aplicada passou pelo cálculo dos percentis p95 e p5 para as temperaturas máxima e mínima, em cada série e para cada estação do ano. Designou-se por dias quentes aqueles em que a temperatura máxima superou o percentil 95 e noites quentes os dias em que a temperatura mínima superou o percentil 95. De igual forma, se designou por dias frios aqueles em que a temperatura máxima foi inferior ao percentil 5 e noites frias os dias em que a temperatura mínima foi inferior ao percentil 5.

Outono de cerca de 1,97%/década.

Ao nível das tendências mensais, identifica-se uma diminuição da Precipitação no mês de Fevereiro e um aumento no mês de Outubro.

De referir que estes resultados estão de acordo com os obtidos no estudo das tendências para a Galiza, analisado para o período de 1960-2006, por Cruz et al. (2006).

No que diz respeito aos extremos de Precipitação, na frequência de dias de chuva que superam determinados limites não existem tendências à escala anual.

CONCLUSÃO

O objectivo principal do Adaptaclima prende-se com a elaboração de um plano de adaptação ao impacte das alterações climáticas nos incêndios florestais no AVE. Neste sentido, tornou-se imperioso proceder à análise das variáveis climáticas e realizar uma avaliação da magnitude das alterações climáticas na área considerada, num enquadramento temporal futuro específico.

Consequentemente, foram implementados modelos climáticos baseados nas variáveis climáticas regionais consideradas adequadas e análise dos resultados, realizados em parceria com a Meteo Galicia (MeteoGalicia, 2010a, 2010b).

Neste sentido, os resultados obtidos estão em linha com os apresentados por diversos autores, quer no contexto nacional (Santos et al., 2002) quer no contexto ibérico (Gutierrez et al., 2010), apontando para uma tendência anual de aumento das temperaturas, bem como um aumento dos dias e noites quentes. Relativamente à precipitação apenas a nível estacional e mensal se identificam tendências significativas, sendo de destacar a diminuição no mês de Fevereiro e aumento em Outubro.

REFERENCIAS

Bento-Gonçalves, A., Vieira, A., Ferreira-Leite, F., Martins, José, Silva, Domingos, Soares, Vera. **ADAPTACLIMA - Adaptation to the effects from climate change in the AVE**. In: Proceedings of the 3rd international meeting of fire effects on soil properties (FESP III) Edited by: António Bento-Gonçalves, António Vieira. Guimarães: NIGP-Universidade do Minho, CEGOT, pp. 175-180, 2011a. http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/12300/1/FESP_2011_Proceedings.pdf

Bento-Gonçalves, A., Vieira, A., Ferreira-Leite, F., Martins, J., Silva, D., Soares, V. **Adaptaclima: Adaptação aos efeitos derivados das alterações climáticas. As Mudanças Climáticas e os Incêndios Florestais no Ave**. AMAVE, Interreg Sudoe IV B, ISBN: 978-989-95470-4-9; Guimarães,

94pp, 2011b.

Cruz, R.; Lago, A.; Lage, A.; Rial, M. E.; Diaz-Fierros, F.; Salsón, S. **Evolución recente do clima de Galicia. Tendencias observadas nas variables meteorolóxicas.** In Evidencias e impactos do cambio climático en Galicia. Xunta de Galicia, pp. 1-58, 2009.

Gutiérrez, J. M.; Herrera, S.; San-Martin, D.; Sordo, C.; Rodriguez, J. J.; Frochoso, M; Ancell, R., Fernández, J. Cofiño, A. S.; Pons, M. R.; Rodrigues, M. A. **Escenarios regionales probabilísticos de Cambio Climático en Cantabria: termopluiometría.** Gobierno de Cantabria, Consejería de Medio Ambiente. Santander, 108 p. + 60 mapas, 2010.

MeteoGalicia. **Informe sobre impactos sobre el Val do Ave – Portugal – Variables: precipitación, temperatura, evaporación, viento y radiación de onda corta (relatório interno).** Conselleria de Medio Ambiente Territorio e Infraestruturas. Santiago de Compostela. 24 pp, 2010a.

MeteoGalicia. **Informe sobre evidencias en Portugal – Variables: temperatura e precipitación (relatório interno).** Conselleria de Medio Ambiente Territorio e Infraestruturas. Santiago de Compostela. 56 pp, 2010b.

Santos, F.; Forbes, K.; Moita, R. (ed.). **Climate change in Portugal. Scenarios, Impacts and Adpatation Measures – SIAM Project,** Gradiva, Lisboa, 454 pp, 2002.