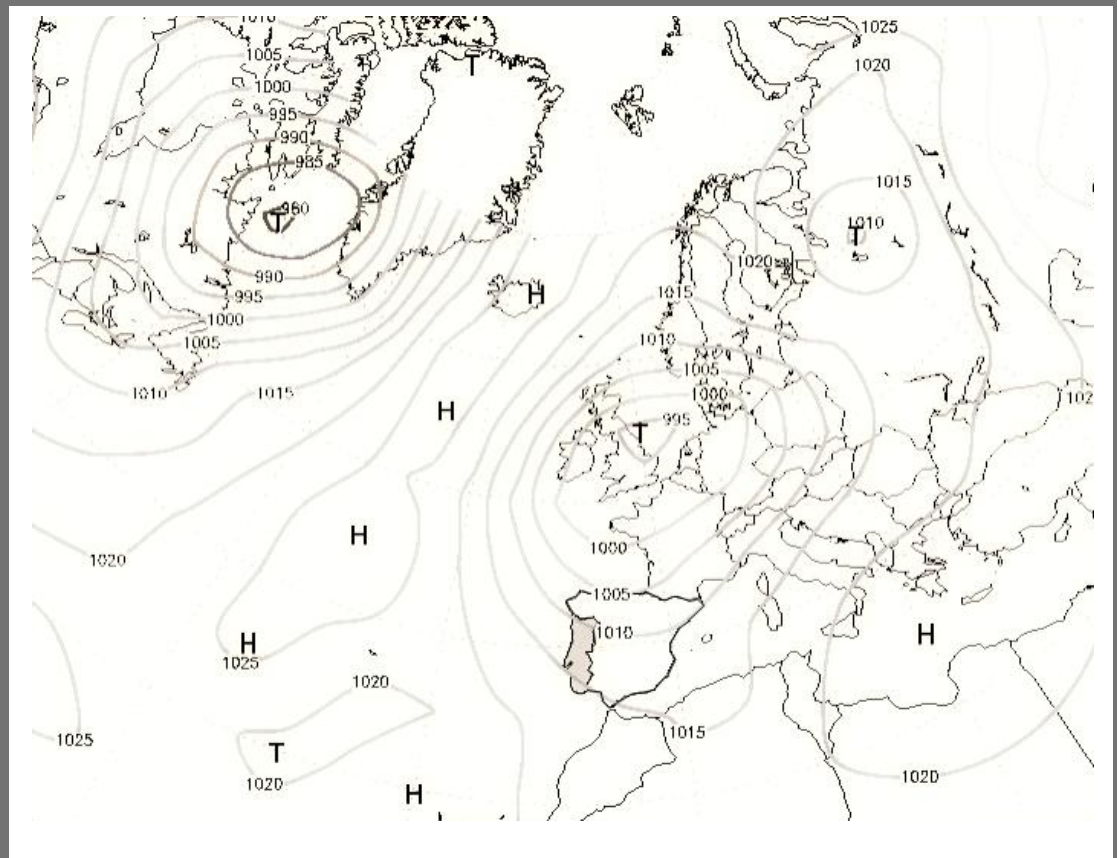


PAROXISMOS CLIMÁTICOS NA REGIÃO DO PORTO - ESTUDO COMPARATIVO ENTRE OS PERÍODOS DE 1900-1919 E 1988-2007

Contributo para o estudo das alterações climáticas à escala regional



Dissertação de Mestrado em Riscos, Cidades e ordenamento do Território

ROSA MARIA LEITE DE FARIA

Porto, Julho de 2010

PAROXISMOS CLIMÁTICOS NA REGIÃO DO PORTO - ESTUDO COMPARATIVO ENTRE OS PERÍODOS DE 1900-1919 E 1988- 2007

Contributo para o estudo das alterações climáticas à escala regional

ÍNDICE

	Página
INTRODUÇÃO	5
1. APRESENTAÇÃO E JUSTIFICAÇÃO DO TEMA ESCOLHIDO	5
2. HIPÓTESES DE TRABALHO E OBJECTIVOS A ATINGIR	10
3. METODOLOGIA GERAL DE TRABALHO	12
I – O CLIMA DE PORTUGAL	16
1. CARACTÉRÍSTICAS FUNDAMENTAIS DO CLIMA DE PORTUGAL	16
2. FACTORES CLIMÁTICOS INFLUENCIADORES DO CLIMA DE PORTUGAL	19
3. DIFERENÇAS REGIONAIS – A REGIÃO DA REGIÃO DO PORTO	23
II - ANÁLISE DOS ELEMENTOS CLIMÁTICOS RELATIVOS À ESTAÇÃO METEOROLÓGICA PORTO-SERRA DO PILAR – COMPARAÇÃO ENTRE OS DOIS PERÍODOS EM ESTUDO 1900-1919 E 1988-2007	28
1. A TEMPERATURA – ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE 1901-1919 E 1988-2007	28
1.1. As médias, médias máximas e médias mínimas diárias	28
1.2. Desvios absolutos das médias mensais às médias das séries	33
1.3. Desvios relativos – comparação dos Coeficientes de Variação entre os dois períodos em estudo	38
1.4. Distribuição da frequência mensal das temperaturas médias máximas e médias mínimas em percentagem	39
1.5. Os valores extremos de Temperatura Média	41
1.6. Estudo das sequências dos valores extremos de Temperatura Média	50
1.6.1. <u>Meses de Inverno</u>	50
1.6.2. <u>Meses de Verão</u>	51
2. A PRECIPITAÇÃO NA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA PORTO – SERRA DO PILAR – ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE 1900-1919 E 1988-2007	53
2.1. A precipitação anual e mensal	53
2.2. Os valores diários de precipitação	58

3. PRINCIPAIS CONCLUSÕES RESULTANTES DA ANÁLISE DOS ELEMENTOS CLIMÁTICOS	61
3.1. A Temperatura	61
3.2. A Precipitação	62
III - ANÁLISE DAS SITUAÇÕES SINÓPTICAS, QUE AFECTAM O NOROESTE DE PORTUGAL CONTINENTAL - ESTUDO COMPARATIVO ENTRE 1900-1919 E 1988-2007	64
1. CRITÉRIOS DE ANÁLISE UTILIZADOS	64
2. ANÁLISE DA FREQUÊNCIA DE SITUAÇÕES SINÓPTICAS NOS PERÍODOS DE 1900 A 1919 E DE 1988 A 2007	67
2.1 Período de 1900 a 1919	67
2.2 Período de 1988 a 2007	71
3. ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE OS PERÍODOS DE 1900 A 1919 E DE 2007	74
3.1. Análise comparativa, global, entre os dois períodos em estudo	74
3.2. Tipos de situações sinópticas – comparação entre os dois períodos	80
3.2.1. <u>Situações depressionárias</u>	81
3.2.2. <u>Situações anticiclónicas</u>	83
4. PRINCIPAIS CONCLUSÕES EXTRAÍDAS	86
IV - RELAÇÃO ENTRE A ANÁLISE SINÓPTICA E A ANÁLISE DOS ELEMENTOS CLIMÁTICOS, PARA OS PERÍODOS 1900-1919 E 1988-2007	88
CONCLUSÃO	92
BIBLIOGRAFIA	96
ÍNDICE DE FIGURAS	103
ÍNDICE DE QUADROS	106
ANEXOS	107

INTRODUÇÃO

“Nature favors those organisms which leave
the environment in better shape for
their progeny to survive.”

James Lovelock

1. APRESENTAÇÃO E JUSTIFICAÇÃO DO TEMA EM ESTUDO

Este trabalho é um exercício académico que versa a temática/problemática das alterações do clima, numa perspectiva de estudo do aumento dos paroxismos climáticos, analisados à escala regional e da relação destes com a irregularidade/alteração do comportamento da atmosfera à superfície (500 hPc).

O título deste estudo é “Paroxismos Climáticos na Região do Porto – Estudo comparativo entre os períodos de 1900-1919 e 1988-2007”

A escolha do tema prende-se com a actualidade do mesmo, mas, acima de tudo, com o gosto que temos, não apenas pela temática, mas também pela metodologia de trabalho que a mesma implica. Pretendemos, com este trabalho, dar um contributo para o estudo das alterações climáticas à escala regional, no caso concreto da Região do Porto.

Nunca como hoje, se discutiu tanto o problema das alterações climáticas, nem mesmo aquando da assinatura do Protocolo de Quioto¹. De um discurso puramente

¹ O Protocolo de Quioto é o mais importante instrumento na luta contra as alterações climáticas. Integra o compromisso, assumido pela maioria dos países industrializados, de reduzirem em 5%, em média, as suas emissões de determinados gases com efeito de estufa responsáveis pelo aquecimento global do Planeta.

O Protocolo de Quioto, discutido e negociado em Quioto – Japão, em Dezembro de 1997, foi o culminar de uma longa série de conferências, realizadas a partir de finais da década de 80, sobre a problemática das alterações climáticas. Destas Conferências fizeram parte a *Conference on the Changing Atmosphere*, no Canadá, em Outubro de 1988; o

académico passou-se a um discurso generalizado. Este é agora um problema de todos. No entanto, muito há ainda a fazer em matéria de sensibilização/educação da população em geral e particularmente das camadas da sociedade que têm influência nas decisões de cada país: governantes, autarcas, gestores, empresários, etc.

Os desafios que se colocam e que preocupam as comunidades internacionais assentam em duas questões fundamentais (COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES 2007). A primeira tem a ver com as graves consequências que as alterações climáticas acarretarão e que obrigarão a uma atitude de prevenção. Esta passará, forçosamente, pela mudança da política energética vigente (baseada nos combustíveis fósseis) para uma economia mundial assente numa política energética de *baixo carbono*. A segunda relaciona-se com o desafio da adaptação aos impactes inevitáveis das alterações climáticas já verificadas. Algumas dessas adaptações implicarão, entre várias formas, a adaptação aos movimentos das populações de uns locais para outros que a médio prazo se começarão a fazer sentir. Esta questão é particularmente sensível para os Países da União Europeia, da qual a Comunidade não se pode alhear. A par disto, há os efeitos imediatos na qualidade de vida das populações, nomeadamente nas questões ligadas à saúde e ao bem-estar. Planos de Contingência para as vagas de calor e vagas de frio já começam a ser uma realidade/necessidade, pois o número de óbitos tem vindo a crescer a cada ano, sobretudo nas latitudes médias (KYSSELÝ & KRÍŽ 2008).

Mas lidar com todas estas questões não será tarefa fácil, não pelos condicionalismos tecnológicos, mas pelos interesses economicistas e pelas barreiras que a lenta mudança de mentalidade implicará.

Veja-se o caso à escala mundial. Quioto não está muito distante, e, apesar do protocolo ter sido ratificado pela maioria dos países assinantes, na prática, estão longe de serem atingidos os seus objectivos, pois as alterações produzidas foram insignificantes...

IPCC's First Assessment Report em Sundsvall, na Suécia, em Agosto de 1990 e a *Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança Climática - ECO-92*, no Rio de Janeiro, Brasil, em Junho de 1992.

O Protocolo de Quioto incidiu na redução das emissões dos seis principais gases com efeito de estufa: Dióxido de carbono (CO₂); Metano (CH₄); Óxido nitroso (N₂O); Hidrocarbonetos fluorados (HFC); Hidrocarbonetos perfluorados (PFC) e Hexafluoreto de enxofre (SF₆).

Após a ratificação do Protocolo pelos países signatários (à excepção dos EUA e da Austrália, entre outros), os mesmos comprometiam-se a diminuir, em pelo menos 5% (relativamente a 1990), as suas emissões de GEE até 2012.

Se o processo inerente à aplicação do protocolo de Quioto foi um sucesso, o mesmo já não se pode dizer em relação às metas a atingir. Na verdade, a maior parte dos países industrializados, não só não reduziram os GEE, como aumentaram a sua emissão. Prevê-se que até finais de 2010 os mesmos países apresentem emissões 10% acima dos valores de 1990.

Nem mesmo depois da publicação do IPCC (2007)² e de todas as chamadas de atenção deste grupo de peritos especializados em clima do mundo, se conseguiu avançar significativamente em matéria de mitigação das consequências que já se fazem sentir. Basta ver o resultado da COP15 que ficou muito aquém do expectável. Os interesses individuais dos países mais influentes no panorama mundial, continuam a suplantar os interesses colectivos.

Veja-se igualmente o caso de Portugal. Em 2006 o Governo Português aprovou, através da resolução do Conselho de Ministros n.º 119/2004, de 31 de Julho, o 1.º Programa Nacional para as Alterações Climáticas (PNAC 2006). No primeiro exercício de monitorização (Novembro de 2007), praticamente não há conclusões, visto que a maioria dos relatórios parciais de monitorização ou não se realizaram ou necessitavam de reformulação.

Em 2007 são introduzidas novas metas no PNAC e em Abril de 2008 é lançado o 2.º Balanço de Progresso. Segundo este relatório, apenas o sector da energia revela progressos satisfatórios, mas só nos domínios das energias renováveis. Nos restantes sectores e domínios, ou os relatórios não foram entregues para avaliação, ou a informação disponível não permite avaliar os progressos, ou as medidas implementadas não deram os resultados esperados. Esta é a prova de que, de facto, ainda há muito por fazer antes de procedermos às medidas de adaptação que urge implementar.

MANN and BRADLEY (1999), no seu estudo sobre as variações de temperatura no último milénio no Hemisfério Norte, colocam em relevo as alterações verificadas no último século, ressaltando o enorme aumento verificado na década de 90. Para DODSON J. et al (2007) o papel das actividades económicas constitui um factor primordial nas mudanças químicas da atmosfera e, ao mesmo tempo, na cobertura vegetal, causando graves alterações na biosfera. São cada vez mais consensuais as implicações que o

² *Intergovernmental Panel on Climate Change*, estabelecido em 1988 pela Organização Meteorológica Mundial visa, em conjunto com o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), *fornecer informações importantes, de carácter técnico, científico e socioeconómico, para o conhecimento das alterações climáticas.*

O IPCC é composto por conjunto vasto de técnicos e cientistas divididos em três grupos de trabalho e uma equipe especial sobre inventários nacionais de gases do efeito estufa (GEE). Um primeiro grupo avalia os aspectos científicos do sistema climático e de mudança do clima; um segundo avalia a vulnerabilidade dos sistemas socioeconómicos e naturais face às mudanças climáticas assim como as possibilidades de adaptação às mesmas e um terceiro avalia as opções que permitiriam limitar as emissões de GEE. Cada grupo de trabalho elabora relatórios de acordo com as respectivas áreas de investigação. O último relatório a ser publicado foi o IPCC 2007 sobre Alterações climáticas, abordando: processos, Impactes, adaptações e vulnerabilidades e formas de mitigação.

aumento de Gases com Efeito de Estufa imprimem na atmosfera e na biosfera por inerência.

A relação directa entre o aumento do CO₂ na atmosfera e o aumento da temperatura tem sido defendida por muitos autores/investigadores (MANN M. and BRADLEY R. 1999). A Figura 1 coloca em relevo essa relação.

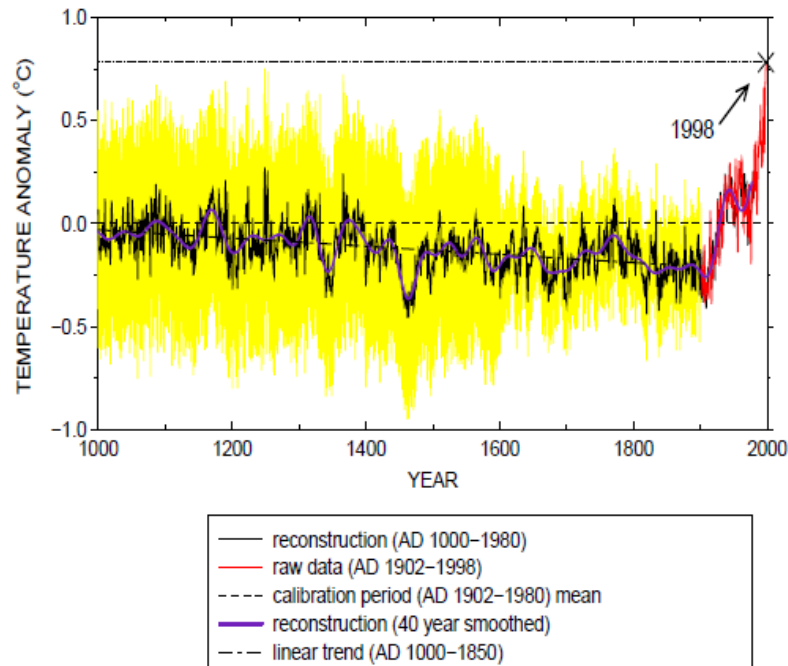


Figura 1 – Evolução das temperaturas ao longo do último milénio no Hemisfério Norte³

A anomalia verificada no último século é de tal forma acentuada e rápida que dificilmente poderia ser processada apenas por razões naturais.

É verdade que algo semelhante ocorreu no início do Holocénico, período em que a influência antrópica no sistema climático era quase nula, facto que leva a que outros investigadores defendam uma posição inversa. À semelhança de muitos outros, investigadores do Departamento de Meteorologia da Universidade de Estocolmo (Wibjörn Karlén, Anders Moberg e Karin Holmgren)⁴ revelam uma posição muito crítica e contrária ao IPCC e defendem a possibilidade da origem das alterações climáticas ser natural.

³ MANN M. and BRADLEY R. (1999) - Northern Hemisphere Temperatures During the Past Millennium: Inferences, Uncertainties, and Limitations, Department of Geosciences, University of Massachusetts, Amherst, Massachusetts, Published: American Geophysical Union, Geophysical Research Letters, Vol. 26, No. 6, p.759.

⁴ <http://www.misu.su.se/>

No entanto, é inegável que a alteração da composição química da atmosfera, mesmo que localizada numa dada região de um determinado Hemisfério, pode ter repercussões à escala planetária.

Uma das teorias das variações do clima é a *teoria da variabilidade interna* (PEIXOTO 1987). Segundo esta teoria, as instabilidades e os fenómenos de auto-realimentação no balanço da energia do sistema climático interno, oceano-atmosfera-criosfera, constituem mecanismos de variabilidade do clima. O transporte de *calor sensível* pelas circulações atmosféricas; o transporte de *calor latente* associado aos fluxos de vapor de água na atmosfera e o transporte de calor pelas circulações oceânicas, constituem mecanismos responsáveis por essas variações. Estes mecanismos dão origem a realimentações positivas ou negativas que se traduzem em aumentos ou diminuições de temperatura. Ora, sabendo que a circulação geral da atmosfera está dependente dos câmbios energéticos entre as baixas e altas latitudes, bastarão ocorrer pequenas realimentações positivas, para que se verifiquem alterações na circulação atmosférica de mesoescala.

Um aumento de calor na atmosfera provocará, por certo, uma alteração na circulação geral da atmosfera. Um aumento de energia nas regiões polares, poder-se-á traduzir num enfraquecimento das Altas Pressões Polares, e, desse modo, haver uma facilitação da influência das Altas Pressões Subtropicais no Sul da Europa, afectando, assim, o clima das latitudes médias.

O sistema climático é, portanto, um sistema complexo que reproduz as alterações que são impressas nos seus subsistemas, principalmente atmosfera. As alterações provocadas pelo Homem na atmosfera, ao lançar quantidades imensuráveis de GEE, terão, indubitavelmente, efeitos generalizados.

2. HIPÓTESES DE TRABALHO E OBJECTIVOS A ATINGIR

A **finalidade** deste trabalho é conhecer e compreender as variações climáticas que se estão a processar no clima da região do Porto, procurando entender a sua relação com as alterações de comportamento da atmosfera (alterações sinópticas) e, deste modo, contribuir para o estudo das alterações climáticas à escala regional.

A nossa *questão-problema*, que é “como se têm comportado os paroxismos climáticos na região do Porto?”, permite levantar um conjunto muito vasto de **hipóteses**:

- a) Há um aumento da temperatura na região do Porto, à semelhança do que acontece no nosso país?
- b) Esse aumento ocorre ao longo de todo o ano ou é mais significativo nos períodos interestacionais, destacando-se em determinadas épocas do ano?
- c) Este aumento será mais significativo nos últimos anos ou é uniforme e gradual ao longo do tempo?
- d) Há um aumento da irregularidade no clima, capaz de confirmar a ideia empírica, que todos temos, de que agora as estações do ano estão menos definidas?
- e) Como se tem comportado a variabilidade climática? Mantém-se como característica fundamental da distribuição da temperatura à escala nacional e regional?
- f) Os paroxismos climáticos têm aumentado?
- g) Relativamente à precipitação, verificam alterações nos quantitativos pluviométricos absolutos?
- h) Verifica-se alguma alteração no padrão de distribuição mensal da precipitação?
- i) A ocorrerem estas hipóteses, que relação existirá entre as mesmas e as situações sinópticas na baixa atmosfera?
- j) Ter-se-á modificado o padrão das situações sinópticas na baixa atmosfera?
- k) Será esta modificação, a existir, capaz de explicar as hipóteses anteriormente expostas?

Deste modo, ao longo deste trabalho, tentaremos atingir os seguintes **objectivos**:

- i. Verificar se há alterações no comportamento das variáveis climatológicas (temperatura e precipitação) entre os períodos em estudo.
- ii. Verificar e demonstrar a intensidade dessas alterações.

- iii. Verificar se há uma intensificação dos fenómenos atmosféricos extremos, ou seja, se os paroxismos climáticos tendem a aumentar.
- iv. Verificar se as condições sinópticas na baixa atmosfera, nos períodos em estudo, acompanham as alterações das variáveis climatológicas.
- v. Estabelecer uma relação entre as variações climáticas constatadas e as alterações nos padrões de comportamento das situações sinópticas na baixa atmosfera.

Tendo em vista a resposta a estas questões, a abordagem far-se-á em quatro pontos principais (Figura 2). O *primeiro ponto* será uma reflexão teórica sobre o clima de Portugal e da Região do Porto. No *segundo ponto* será feita uma análise comparativa do comportamento dos elementos climáticos, temperatura e precipitação, pondo em destaque as principais alterações verificadas, entre os dois períodos em estudo: 1900-1919 e 1988-2007. No *terceiro ponto* far-se-á uma análise comparativa das situações anticiclónicas e depressionárias, colocando em destaque as principais alterações/conclusões verificadas entre os períodos de 1900-1919 e 1988-2007. No *quarto ponto* será estabelecida uma relação entre as conclusões extraídas no ponto dois (principais alterações climáticas) e as conclusões extraídas da análise sinóptica – ponto três.

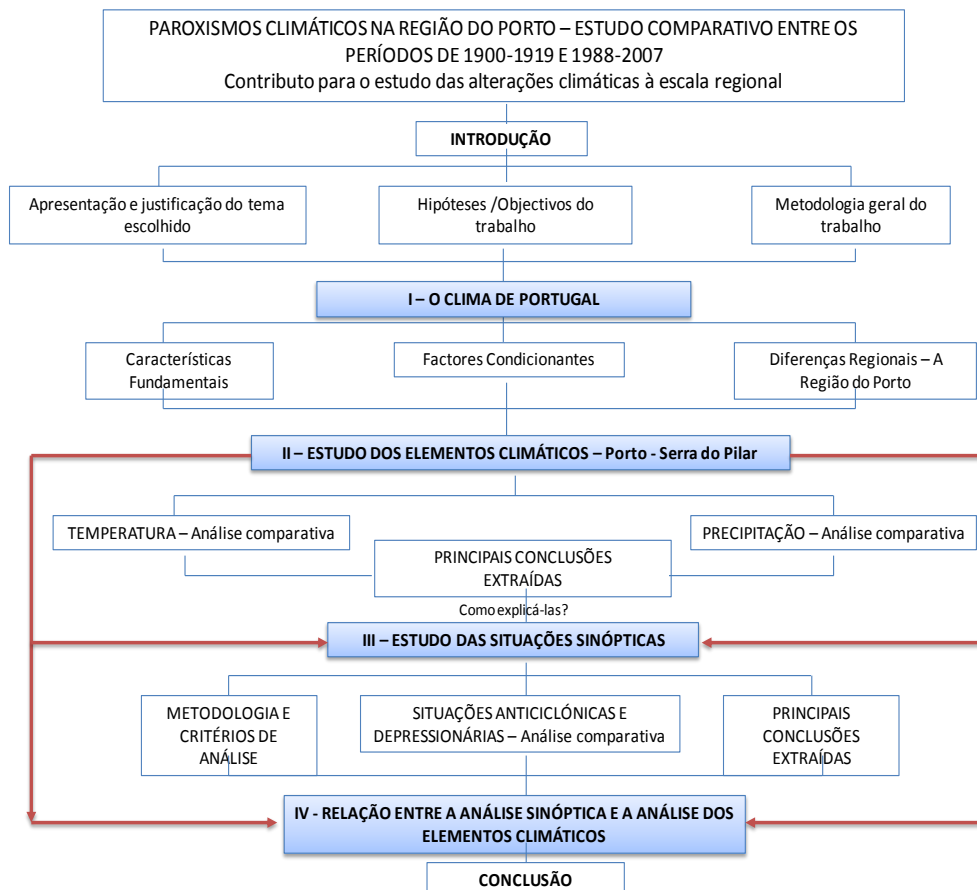


Figura 2 – Esquema conceptual da abordagem temática subjacente a este trabalho.

3. METODOLOGIA GERAL DE TRABALHO

Importa-nos agora clarificar as opções metodológicas implícitas na formulação dos objectivos e das hipóteses deste trabalho.

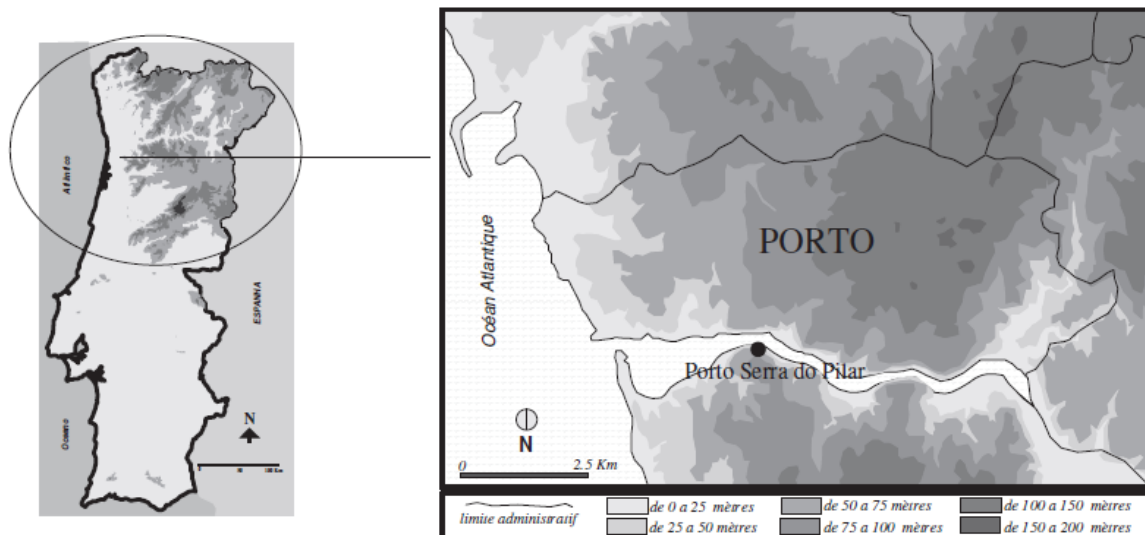
Em primeiro lugar, gostaríamos de esclarecer que, inicialmente, como forma de estudar profundamente o tema, pensámos trabalhar os dados, quer dos elementos climáticos, quer da sinóptica, à escala do século, ou seja, de 1900 a 2007. No entanto, verificamos que seria impossível fazer a classificação das cartas meteorológicas diárias de 107 anos (quase 40 000) em tempo útil. Assim, estabelecemos como período temporal de análise os primeiros 20 anos do século XX (1900-1919) e os últimos 20 anos (1988-2007). Entendemos que vinte anos já seriam suficientes para atingirmos a finalidade a que nos propúnhamos e, ao mesmo tempo, seria possível realizar o trabalho no tempo previsto.

Outra questão importante, e que necessita ser justificada, é a escolha da Estação Meteorológica. Porquê e, apenas, Porto-Serra do Pilar? É verdade que um estudo deste tipo ganharia em ser realizado tendo por base não uma mas várias estações meteorológicas, no entanto, decididos que estávamos a trabalhar os períodos extremos do século XX, não havia muito por onde escolher. Porto-Serra do Pilar é, em primeiro lugar, a única estação meteorológica secular e, em segundo lugar, trata-se de uma estação com dados bastante fiáveis e já validados por outros autores, como é o caso de Ana Monteiro⁵, que tem uma vasta obra sobre o clima da cidade do Porto, tendo os dados climatológicos da estação do Porto-Serra do Pilar, em conjunto com outras estações (não seculares), servido de base aos seus estudos.

Em termos de contextualização geográfica, a estação meteorológica Porto-Serra do Pilar localiza-se na margem esquerda do Douro, relativamente próximo da foz (Figura 3). Esta Estação Meteorológica, actualmente designada Observatório Meteorológico da Serra do Pilar, integra a Rede Meteorológica Nacional (estação 08546) para a qual fornece diariamente dados sobre: temperatura do ar (termómetro seco e molhado); temperatura da relva; pressão; humidade; precipitação; velocidade do vento; nebulosidade e horas de insolação. Foi fundada em 1833 e fica situada num edifício do início do século XX, localizado na Serra do Pilar, em Vila Nova de Gaia, tendo a torre do Observatório as seguintes coordenadas: latitude 41° 08' 19" N, longitude 8 ° 36' 09" W, altitude 93,515 m.

⁵ http://sigarra.up.pt/flup/web_page.inicial.

Do ponto de vista geográfico, trata-se de uma área com algum declive, muito exposta aos ventos de Oeste que sopram do Oceano Atlântico ao longo de todo o ano, condições essas, que não se distanciam muito das condições geográficas da área envolvente - O Grande Porto.



Fonte: MONTEIRO (2005)

Figura 3 - Localização geográfica da Estação Meteorológica Porto-Serra do Pilar

Relativamente ao estudo das cartas sinópticas, o ponto de partida foi definir uma classificação, tendo por base outros trabalhos já efectuados, que nos permitisse classificar as 14610 cartas meteorológicas, correspondentes aos dois períodos a estudar. Optamos por fazer uma simplificação da Classificação de Catarina Ramos (1986). A justificação das opções metodológicas para a elaboração de uma classificação simplificada que servisse de base à análise das diferentes situações sinópticas ocorridas ao longo do ano, encontra-se descrita imediatamente antes da apresentação dos resultados do estudo das situações sinópticas nos períodos em análise (ponto três, página 62). Depois de feita a classificação, passou-se ao tratamento estatístico e gráfico dos resultados e à análise dos mesmos.

Outro dos problemas com que nos defrontamos foi a necessidade de optarmos por uma de duas bases de dados disponíveis, relativas às cartas sinópticas. Este envolvia uma série de dificuldades que nos obrigaram a assumir alguns critérios cujas premissas assentaram: a não desvirtuação da finalidade deste trabalho, por um lado, e, por outro, o favorecimento da objectividade que se pretende imprimir ao mesmo, visto que a análise

das cartas sinópticas implica alguma subjectividade, uma vez que, nem sempre é fácil distinguir os diferentes tipos de anticiclones.

O primeiro problema foi a escolha da *fonte* a utilizar. Havia duas hipóteses de trabalho: utilizar as cartas sinópticas do Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica, em suporte papel, ou extrair/adquirir, em suporte digital, do *site* (<http://www.wetter3.de/>) a informação por este disponibilizada.

O Quadro 1 representa as vantagens e desvantagens das duas hipóteses que serviram de ponderação.

Fonte	Instituto nacional de Meteorologia e Geofísica	Site alemão de meteorologia (http://www.wetter3.de/)
Vantagens	<ul style="list-style-type: none"> - Informação muito completa. Incluiu: <ul style="list-style-type: none"> - Dados isobáricos à superfície e em altitude (850, 700, 500 e 300 hPc); - Informação sobre ventos; - Evolução da situação sinóptica nas próximas 12 horas; - Desenho das frentes e/ou perturbações frontais. 	<ul style="list-style-type: none"> - Existência de dados desde 1880 à actualidade; - Não há falhas de dados; - Grande facilidade de consulta, manuseamento e registo de dados; - (...)
Desvantagens	<ul style="list-style-type: none"> - Inúmeras lacunas, havendo meses, quase completos, em que não existe informação; - Irregularidade da publicação; - Dificuldade de manuseamento; - Alteração do formato da publicação; - (...) 	<ul style="list-style-type: none"> - Informação pouco completa. De 1880 a 1950 só existem dados à superfície; - Não incluiu o desenho das frentes e/ou perturbações frontais; - Não há evolução da situação sinóptica, a informação refere-se apenas às 00 UTC

Quadro 1 – Vantagens e desvantagens das duas hipóteses de trabalho.

Depois de analisadas as vantagens e desvantagens das duas fontes, centralizámos a nossa atenção nas duas questões chave, por um lado a falta de dados diários do INMG e, por outro, a informação pouco completa do *site* alemão. Entendeu-se que a falta de dados diários do INMG poderia pôr em causa a validade dos resultados, e que, se utilizássemos um critério de análise aplicado com rigor, que explicaremos mais adiante, talvez se conseguisse minimizar o problema da falta do desenho das frentes na informação do *site* do Instituto de Meteorologia Alemão. Optamos, então, pelas cartas disponíveis no referido *site*.

Do ponto de vista global, as opções metodológicas encontram-se esquematizadas na Figura 4. A abordagem metodológica a utilizar na análise dos elementos climáticos e na análise das situações sinópticas é muito semelhante. Integra, numa primeira fase, o tratamento estatístico dos dados recolhidos, ao qual se segue a representação gráfica, de acordo com as hipóteses a testar. A esta fase segue-se a descrição analítica dos resultados, numa perspectiva comparativa entre os dois períodos em estudo, extraindo-se as conclusões fundamentais.

Seguidamente, confrontar-se-ão os resultados da análise dos elementos climáticos com os resultados da análise sinóptica, com o intuito de demonstrarmos se existe uma relação *causa-efeito* entre as variáveis.

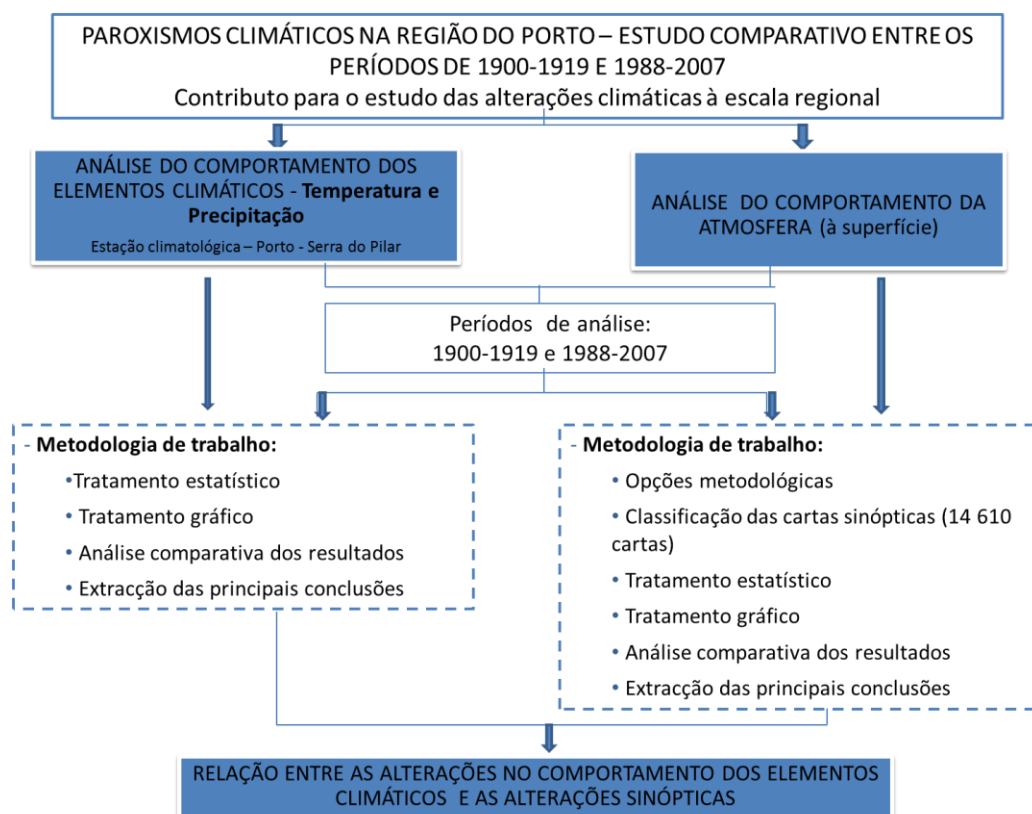
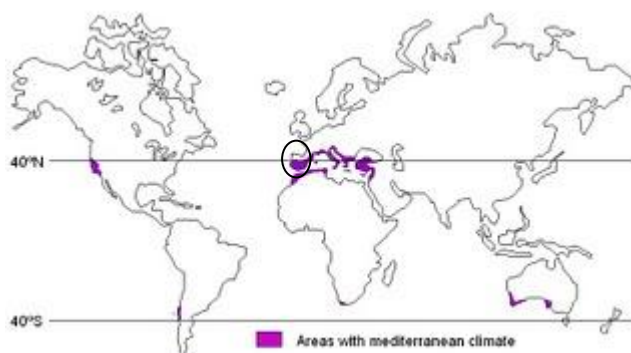


Figura 4 – Organograma da estrutura metodológica subjacente a este trabalho de investigação.

II – O CLIMA DE PORTUGAL

1. CARACTÉRÍSTICAS FUNDAMENTAIS DO CLIMA DE PORTUGAL

Portugal enquadra-se, do ponto de vista climático, no Clima Mediterrânico (Figura 5), um dos tipos de clima da classificação de Köppen⁶, situado entre 30 ° e 45 ° de latitude Norte (no caso de Portugal) e caracterizado por verões quentes e secos e invernos amenos e húmidos. No entanto, o Clima de Portugal vai muito além desta simples descrição. Primeiro pela sua localização junto ao Oceano Atlântico, sujeito à influência de uma grande massa oceânica e aos ventos de Oeste, facto que lhe confere particularidades bem distintas do restante território Europeu localizado à mesma latitude. Segundo, pela elevada irregularidade climática ao longo do ano (com excepção dos meses de Julho e Agosto) e pela diferenciação geográfica das condições climáticas, aspectos já referidos por LAUTENSACH, em 1944 (DAVEAU 1994, p.338).



Fonte:
<http://geographicae.wordpress.com/2007/01/18/clima-mediterraneo/>

Figura 5 – Regiões de Clima Mediterrâneo (Adaptado)

A irregularidade e a variabilidade são os aspectos mais marcantes do Clima de Portugal. A irregularidade manifesta-se nos estados de tempo ao longo do ano vistos a

⁶ A Classificação Climática de Köppen tem sido amplamente utilizada. Baseia-se num sistema de classificação empírica desenvolvido pelo climatologista e botânico alemão Wladimir Köppen. O Seu objectivo foi encontrar fórmulas que definissem os limites climáticos de modo a corresponder aos das zonas de vegetação (biomas), tendo estas sido, por si, cartografadas, pela primeira vez. Köppen publicou seu primeiro sistema de classificação climática em 1900, publicando, até à sua morte (1940) várias versões revistas.

Dada a importância do seu trabalho, muitos outros meteorologistas e climatologistas se inspiraram no processo de Köppen, desempenhando, assim, um papel importante no avanço da climatologia e meteorologia por mais de 70 anos, permanecendo até aos dias de hoje. As suas realizações teórico-práticas influenciaram profundamente o desenvolvimento da ciência atmosférica.

diferentes escalas temporais (semana, mês, estação do ano, ano e de ano para ano), a variabilidade ocorre intra e interanualmente de forma igualmente marcante. Ou seja,

Esta complexidade, é facilmente inteligível numa perspectiva sistémica.

O sistema climático é, segundo a Teoria Geral dos Sistemas, um sistema aberto e dinâmico, alimentado pela energia procedente do sol (GARCÍA 1995). É constituído por um conjunto de elementos que interagem entre si e que, conjuntamente, formam um todo unitário. Sendo um sistema aberto, o sistema climático sofre as interacções com os sistemas físicos e o sistema antrópico, estando, portanto, sujeito a alterações constantes. No entanto, o sistema climático tem a capacidade de criar sucessivos reajustamentos, em função dos inputs e/ou outputs impressos no sistema. Esta capacidade de reajustamento torna o sistema climático auto-regulador, podendo essa auto-regulação apresentar diferentes sentidos, promovendo a alteração do sistema no seu todo. Esta característica interactiva torna o sistema climático muito vulnerável, não só às variáveis físicas, mas, também, às variáveis antrópicas.

Assim, e como o sistema climático interage com a atmosfera, a hidrosfera, a criosfera, a litosfera e a biosfera, qualquer alteração nestes subsistemas é suficiente para criar desequilíbrios no clima. Isto faz com que o mesmo, apesar da sua relativa regularidade, apresente grande variabilidade temporal e espacial.

A compreensão desta complexidade exige perceber e distinguir os conceitos de *estado de tempo* e *clima* (XOPLAKI 2002). Assim, o *estado de tempo* traduz o conjunto das condições atmosféricas/meteorológicas que ocorrem num dado momento e lugar e apresenta uma leitura de curto prazo, “hoje a temperatura máxima rondará os 14 °C em Portugal Continental, o céu estará muito nublado, podendo ocorrer aguaceiros acompanhados de trovoadas, o vento será fraco, do quadrante oeste, ...” (www.meteo.pt), enquanto que, o *clima* é, por definição, o conjunto das condições atmosféricas verificadas ao longo de um período de tempo, geralmente 30 anos, sendo este a síntese de um estudo estatístico das variáveis climatológicas. Implica, portanto, um estudo analítico dos elementos climáticos: precipitação, temperatura, humidade, insolação, vento, pressão atmosférica, etc. Antigamente, o estudo do clima era feito com recurso a métodos estatísticos relativamente simples (somatórios, médias aritméticas, ...), hoje, o estudo dos elementos climáticos pressupõe a utilização de diferentes métodos de análise que passam pela utilização, não só dos valores médios, mas, também, dos valores extremos, das frequências de valores dentro de intervalos e associadas a condições atmosféricas

específicas. Esta nova abordagem analítica pretende, não só, a determinação das Normais Climatológicas, mas, acima de tudo, estudar a sua variabilidade. De acordo com BOCHSLER (2002), um dos aspectos mais importantes do clima é a sua variabilidade, carácter aleatório, difícil de medir, mas que pode ser determinada de forma quantitativa, em função da amostra que serve de base ao estudo.

A variabilidade climática denota-se em alterações no clima ao longo do tempo, tendo por base estudos matemáticos comparativos de longo ou médio prazo e é medida pelos desvios estatísticos apresentados. Esses desvios ou anomalias podem ser estudados a diferentes escalas temporais, tudo dependerá dos objectivos pretendidos. Por exemplo, os fenómenos extremos, podem ocorrer num determinado mês ou estação do ano, mas se pretendemos estudá-los em termos de frequência, necessitaremos de uma série relativamente longa – algumas décadas⁷.

O termo "variabilidade climática" é frequentemente utilizado para designar desvios do clima às normais climatológicas durante um determinado período de tempo (semana, mês, estação do ano ou ano) a partir do clima a longo prazo. Neste sentido, a variabilidade climática é medida por esses desvios, que são geralmente denominados anomalias (GEER, 1996, citado por XOPLAKI (2002).

O estudo dos desvios estatísticos, através de processos analíticos, permite, assim, concluir a existência, ou não, de alterações registadas num determinado clima. Deste modo, e embora sendo conceitos distintos, há uma relação directa entre a variabilidade climática e as “alterações climáticas” num determinado espaço, visto que as mesmas se podem correlacionar com base nos desvios das variáveis climatológicas, num determinado período temporal, salvaguardando, claro, a devida complexidade do sistema climático – sistema não linear e com inúmeras fontes de instabilidade que dificulta a obtenção de uma simples interpretação de “causa e efeito”. A correlação destes dois conceitos assenta no facto de os fenómenos extremos, mais ou menos significativos e mais ou menos frequentes, interferirem naquilo a que poderíamos chamar “regularidade climática” de um determinado espaço geográfico, o que significa que o estudo da variabilidade climática permite inferir as alterações de um determinado clima, embora, possam ser ao mesmo tempo uma consequência dessas alterações.

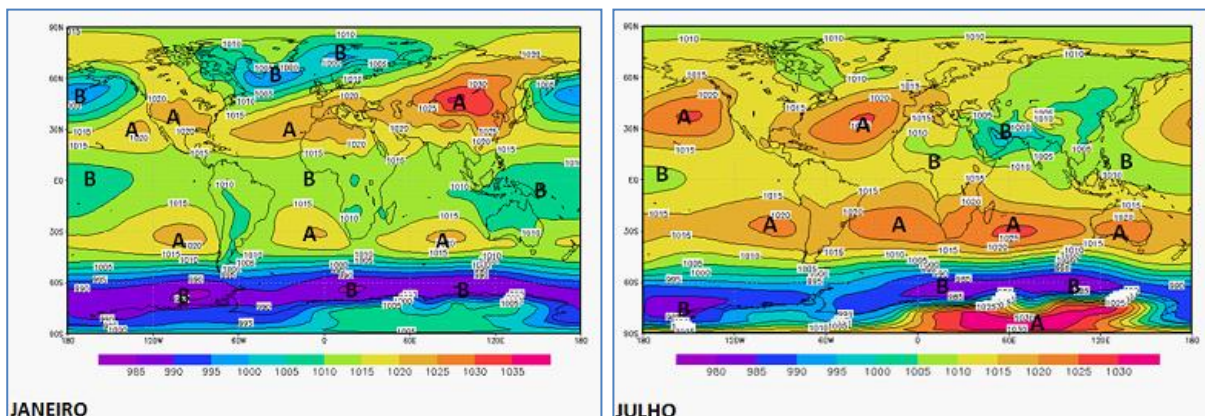
⁷ TUCCI, Carlos E.M. (2002) classifica as escalas de tempo aplicadas aos processos hidroclimáticos da seguinte forma: *variabilidade de curto prazo* - incluiu a ocorrência de um fenómeno em minutos, horas ou alguns dias (de um aguaceiro a um período chuvoso de alguns dias); *variabilidade interanual de curto prazo* - 2 a 3 anos secos/chuvosos; *variabilidade decadal* – pressupõe dezenas de anos e é capaz de traduzir alterações nos sistemas hidroclimáticos.

2. FACTORES CLIMÁTICOS INFLUENCIADORES DO CLIMA DE PORTUGAL

A par do que já foi referido, como características fundamentais do clima de Portugal, há um vasto conjunto de factores (alguns dos quais já afluídos) que explica, igualmente, a complexidade do clima de Portugal.

A latitude é um deles. Este, é o factor climático que mais influencia o ritmo climático de Portugal, sendo o mesmo responsável pela elevada variabilidade atmosférica ao longo do ano.

Portugal situa-se no extremo Sudoeste da Europa, posição muito influenciada pela grande massa oceânica que é o Oceano Atlântico, mas também pela grande massa continental que é a Europa. Dista 3500 km da costa Leste dos EUA; 2500 km do centro da Europa; 2790 km do Circulo Polar Ártico, junto à Islândia, de onde provêm as baixas pressões subpolares e 2000 km do Trópico de Câncer, de onde provêm as altas pressões subtropicais (Figura 6).



Fonte: <http://geographicae.wordpress.com/>

Figura 6- Localização de Portugal no contexto da circulação geral da atmosfera, em Janeiro e em Julho (pressão atmosférica ao nível do mar).

Portugal encontra-se, geograficamente, na confluência de áreas geográficas, completamente opostas do ponto de vista dos factores naturais, que em muito influenciam as condições climáticas do nosso país. Assim, esta posição geográfica coloca o nosso território, do ponto de vista atmosférico, numa “... encruzilhada atmosférica muito complexa, onde passam e embatem umas nas outras massas de ar de origens muito

diversas” (DAVEAU 1994, p.390): massas de ar quente e húmido proveniente de SW, massas de ar quente e seco proveniente do Norte de África, massas de ar frio e seco, no Inverno e quente e seco no Verão, vindas do interior da Europa e massas de ar frio e húmido proveniente do Pólo Norte.

Em termos de circulação geral da atmosfera, Portugal enquadra-se entre a faixa das baixas pressões subpolares e a faixa das altas pressões subtropicais (Anticiclone dos Açores), ficando sob a influência das mesmas de forma sazonal, ou seja, durante o Outono e Inverno são mais frequentes as baixas pressões subpolares, principalmente no Norte de Portugal Continental, e durante a Primavera e Verão verifica-se a influência, predominante, das altas pressões subtropicais verificando-se uma maior influência deste no Sul do país. Isto *grosso modo*, porque a circulação em altitude como é predominantemente meridiana, promove a formação de ondulações (dorsais e vales planetários) que tornam o padrão atrás descrito muito variável. Esta oscilação resulta da deslocação da circulação geral da atmosfera, ora para Norte, ora para Sul, segundo o movimento de translação da Terra (GOMES 1998 e TRIGO 2002).

As baixas pressões subpolares são fenómenos atmosféricos de origem dinâmica e resultam da convergência de massa de ar polar, promovidas pelas altas pressões polares, associadas a massas de ar tropical, provenientes de sul.

A convergência de massas de ar com características diferentes é responsável por uma sequência de estados de tempo típicos e repetitivos que se desenrolam entre a passagem da *frente*⁸ quente e a passagem da *frente fria* formando *sistemas frontais*. O ar tropical marítimo, dada a maior temperatura e capacidade higrométrica, dá origem à formação de nuvens baixas, do tipo *estratos*, que se traduz em chuviscos persistentes e de duração variável e em temperaturas mais ou menos amenas, para as quais também contribui a libertação de calor latente, por acção da precipitação. O ar polar quando progride, sobre o oceano, na direcção N-S, enriquece em humidade e torna-se muito instável, dando origem à formação de nuvens de grande desenvolvimento vertical, do tipo *cumulonimbus*, responsáveis por fortes aguaceiros, muitas vezes acompanhados de trovoadas.

Com a passagem da frente fria dá-se um arrefecimento acentuado da temperatura e verifica-se um aumento da intensidade do vento, dado o elevado gradiente barométrico, visto que os sistemas frontais estão, regra geral, associados a acentuadas depressões

⁸ Uma frente é definida como a fronteira entre duas massas de ar de diferentes temperatura e densidade. Elas não se misturam (imediatamente) devido às diferenças de densidade. Em vez de se misturarem, a massa de ar mais leve e com temperatura mais elevada sobe sobre a massa mais fria e mais densa; a frente é a região de transição entre elas.

barométricas. Portugal fica sujeito a estas condições meteorológicas grande parte do ano, com excepção dos meses de Junho a Setembro, período em que as perturbações da frente polar se localizam acima do 45° de latitude Norte. No entanto, é muito frequente a existência do anticiclone atlântico zonal, conjugado com as altas pressões de fim de família (RAMOS 1986) – pós passagem da frente fria - e de anticiclones térmicos, que podem formar-se sobre a Península Ibérica, devido às baixas temperaturas do solo ou quando o anticiclone europeu se estende no sentido SW, de modo a atingir a Península Ibérica. Em ambos os casos, verificam-se dias de Inverno muito soalheiros, com temperaturas diurnas bastante elevadas, contrastando com noites muito frias em que ocorre formação de geada, sobretudo nas regiões afastadas do litoral, traduzindo uma elevada amplitude térmica diurna. Estas condições atmosféricas são muito frequentes nos meses de Dezembro e Janeiro, meses que correspondem ao pico do Inverno nas nossas latitudes.

Dada a localização geográfica em que Portugal se insere no contexto do Fluxo de Oeste, e apesar da influência que o mesmo gera em toda a região do Atlântico Norte, desde a Islândia aos Açores, Portugal Continental fica relativamente afastado do seu centro máximo de acção – as Ilhas Britânicas - pelo que, a influência dos anticiclones atlânticos mistos e dos anticiclones europeus, assume um papel importante nas situações meteorológicas nesta época do ano em Portugal Continental.

Outro aspecto importante é a influência da NAO⁹ (Oscilação do Atlântico Norte), no comportamento das temperaturas médias e na precipitação ao longo do ano (TRIGO 2004). Como a Oscilação do Atlântico Norte apresenta um comportamento algo irregular, visto que é regida por um conjunto de variáveis dinâmicas, facilmente alteráveis, condiciona a distribuição dos elementos climáticos: precipitação, temperatura, ventos, humidade, insolação, etc., facto que contribui para a elevada irregularidade anual e interanual dos elementos climáticos, principalmente, da precipitação.

No Verão, Portugal fica sob a influência do Anticiclone dos Açores, que é uma célula das altas pressões subtropicais, cujo núcleo, neste período do ano, se localiza sobre o Arquipélago dos Açores. Tem uma origem dinâmica e é responsável por longos períodos (vários dias) de ausência de nebulosidade associada a temperaturas muito elevadas e ocorre com mais frequência nos meses de Julho, Agosto e Setembro.

⁹ A Oscilação do Atlântico Norte (NAO) é um índice que mede a diferença de pressão entre Lisboa (ou Gibraltar) e a Islândia. O índice NAO está relacionado com a intensidade dos Ventos de Oeste no Atlântico Norte. Tem sido interpretada como a oscilação de larga escala de uma configuração do campo da anomalia da pressão (OSBORN et al, 1999 – citado por TRIGO, 2004). Apresenta uma forte correlação com a temperatura média e a precipitação em muitas regiões da Europa.

Outro factor importantíssimo é a proximidade do oceano Atlântico, por um lado, e a *continentalidade* provocada pelas características físicas da Península, por outro. A Península Ibérica funciona como um *mini-continente*, acentuando a variabilidade climática, numa perspectiva espacial, fazendo sentir, sobretudo, nos contrastes litoral/interior.

Assim, o *litoral* demarca-se, claramente, do *interior*, pela maior amenidade térmica ao longo do ano, comparativamente com o *interior*, que sofre a influência da formação de altas e baixas pressões de origem térmica, no Inverno e no Verão, respectivamente, dando ao clima destas regiões, características marcadamente continentais, nomeadamente em termos térmicos, resultando em elevadas amplitudes térmicas anuais. Em comparação, na faixa litoral, as amplitudes térmicas são bastante mais baixas, sendo os extremos térmicos muito menos acentuados.

Não menos importante, enquanto factor climático, é a localização e disposição do relevo. Os aspectos orográficos são determinantes nas características climáticas à escala regional. A localização e orientação do relevo são fundamentais na distribuição da precipitação, este funciona, quase sempre, como barreira de condensação, favorecendo a formação de chuvas orográficas, sobretudo nas vertentes ocidentais.

A região a Norte do Tejo demarca-se, morfologicamente, da região a Sul. Na primeira o relevo é muito acidentado e cortado por vales profundos, com destaque para o NW do país, onde as altitudes podem atingir os 1500 m, na Serra do Gerês e para a região da Cordilheira Central, onde a altitude atinge os 2000 m (Serra da Estrela). A região Sul, com excepção das serras de S. Mamede, no Alto Alentejo e as serras de Monchique e Caldeirão, no Algarve, há um predomínio do relevo plano, com particular destaque para a peneplanície alentejana e para as bacias do Tejo e Sado. Verifica-se, então, uma relação directa entre a altitude do relevo e os níveis de precipitação anual.

A variação dos factores climáticos referidos (latitude, proximidade ao oceano, continentalidade e orografia), embora pequena, é suficiente para induzir variações significativas na temperatura e, principalmente, na precipitação observadas em Portugal Continental. Assim, enquanto a região NW de Portugal regista dos valores mais elevados de precipitação da Europa, atingindo valores superiores a 3000 mm de precipitação, em termos de média anual acumulada, na Serra do Gerês, em alguns locais do Douro Interior e do Alentejo, a precipitação anual acumulada não ultrapassa, em média, os 500 mm. Aqui, a precipitação apresenta variações interanuais muito acentuadas, tornando a região

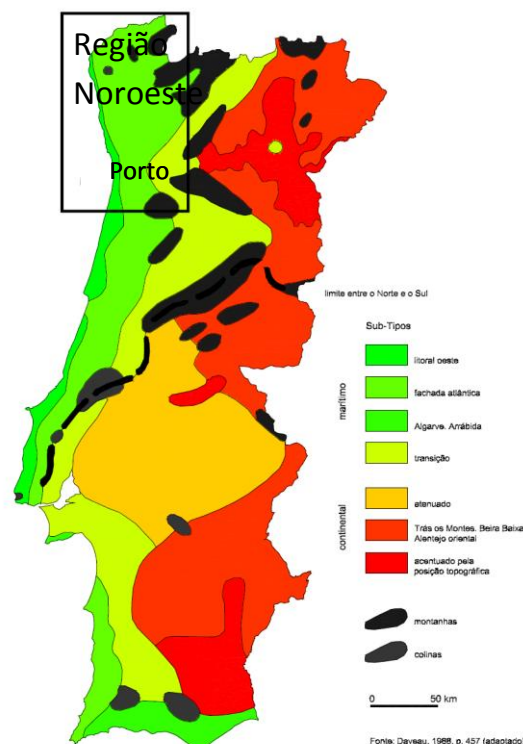
vulnerável a fenómenos extremos associados ao défice (secas) ou ao excesso de precipitação (cheias).

Relativamente à região NW de Portugal Continental, as precipitações mais elevadas, são justificadas não apenas pela orografia, mas também, pela maior influência que a região apresenta à influência das perturbações frontais. A trajectória da NAO, principalmente a acção da frente fria, que cria maior influência nesta região do País, condiciona não apenas a precipitação, como já foi referido, mas os restantes elementos climáticos, nomeadamente, a temperatura, a intensidade do vento, a humidade atmosférica e a insolação/nebulosidade.

3. DIFERENÇAS REGIONAIS - O CLIMA DA REGIÃO DO PORTO

Todos os aspectos atrás descritos - irregularidade dos elementos climáticos, elevada variabilidade dos estados de tempo e do clima e a influência dos factores climáticos, conferem a Portugal uma elevada diversidade climática.

De acordo com o esboço provisório das regiões climáticas de Portugal (DAVEAU 1994), distinguem-se em Portugal Continental 7 subtipos climáticos: *Litoral Oeste*, *Fachada Atlântica*, *Algarve Arrábida*, *Marítimo de Transição*, *Continental atenuado*, *Continental de Trás-os-Montes*, *Beira Baixa* e *Alentejo Litoral*. *Continental Acentuado pela Posição Topográfica e Diferenciado pela Altitude* (Figura 7).



Fonte: Atlas Agro climatológico do Entre Douro e Minho (MONTEIRO 2005)

Figura 7 – Subtipos climáticos de Portugal Continental (adaptado).

Como se constata pela figura 7, Portugal é marcado por múltiplos cambiantes climáticos. Cada Subtipo Climático apresenta características diferenciadas, quer no regime das temperaturas, quer no regime das precipitações.

O Litoral Oeste é um subtipo climático caracterizado por amplitudes térmicas anuais pouco acentuadas. Assim, o Inverno é ameno e o Verão pouco quente e marcado pelos nevoeiros matinais promovidos pela brisa marítima que ocorre no Verão. A precipitação é bastante frequente ao longo do ano, à exceção dos meses de Verão, mas de fraca intensidade. A Fachada Atlântica surge imediatamente a seguir. À medida que nos afastamos do Litoral, começa a verificar-se um aumento da amplitude térmica e a esbater-se as características puramente atlânticas. Há maior número de dias de calor e de frio intenso (no Verão e no Inverno, respectivamente) e a precipitação passa a ser de maior intensidade.

O Atlântico de Transição marca o “limite” entre a faixa atlântica e o interior, verificando-se a influências dos dois subtipos. Nas regiões cortadas por rios a influência atlântica pode fazer-se sentir até dezenas de quilómetros para o interior ao longo do rio e vice-versa, está, portanto, bastante dependente da hidrografia e da orografia.

Os subtipos continentais surgem ao longo de todo o Interior do País (Trás-os-Montes, Beiras e Alentejo). São caracterizados por amplitudes térmicas muito acentuadas, sendo os Invernos muito frios e os Verões muito quentes. A Precipitação é menos frequente mas bastante intensa sobretudo no Inverno. Ocorrem, com alguma frequência no Verão, chuvas convectivas originadas pelas elevadas temperaturas. As características continentais são mais marcadas no Vale do Douro e no Vale do Guadiana, devido às condições topográficas/orográficas.

As regiões montanhosas de maior altitude marcam a separação entre diferentes subtipos climáticos. Estas são marcadas por uma forte dissimetria climática. As partes mais elevadas das montanhas apresentam nuances atlânticas, enquanto que o fundo dos vales apresentam ritmos climáticos marcadamente continentais (DAVEAU 1994 p.456 a 460).

O Clima da Região do Porto

A região do Porto insere-se na região do NW Peninsular e na Faixa Litoral Oeste como se pode ver na Figura 7, apresentando as características *climáticas-base* deste subtipo climático já mencionadas.

Mas, do ponto de vista climático, a Região do Porto é muito mais complexa do aquilo que foi descrito. A acrescer à *oceanicidade* que o Atlântico lhe confere (clima ameno e bastante húmido, mesmo no Verão); à influência das perturbações frontais (durante mais tempo do que no resto do País dada a sua posição geográfica relativamente à passagem das superfícies frontais), que associada à proximidade do mar e às características orográficas da região¹⁰, origina maior nebulosidade, maiores quantitativos pluviométricos, maior número de dias de nevoeiro e menores temperaturas (sendo portanto, uma região relativamente amena e relativamente pluviosa, à excepção do meses de Verão); à presença do estuário do Rio Douro, que canaliza as massas de ar vindas de Oeste, favorecendo a penetração dos ventos de oeste até dezenas de quilómetros do Litoral; ... há também o factor *urbanização*.

O clima urbano tem, como sabemos, características térmicas muito próprias conferidas, quer pelo efeito dos edifícios na absorção, na difusão e na reflexão da radiação solar e terrestre¹¹, quer pelos GEE produzidos pelo intenso tráfego aí existente, que se acumulam na atmosfera.

As condições atmosféricas pertencem aos factores abióticos, mas estes interagem com outros factores (bióticos e socioculturais), reflectindo-se nesse *todo* a que chamamos Clima Urbano. É com base nesta perspectiva sistémica (MONTEIRO, 1997 e ANDRADE, 2005) que o Clima da Região do Porto tem de ser entendido.

A região do Porto, onde se engloba a Cidade do Porto e toda a sua área limítrofe, é das regiões do país mais densamente povoadas e urbanizadas. Caracteriza-se pela elevada concentração de actividades económicas, onde os consumos energéticos são maiores, do

¹⁰ A região do Porto é uma área marcada pelo Rio Douro. Localizada em plena bacia hidrográfica do Douro, a região do Porto é, do ponto de vista geomorfológico, bastante complexa. O rio Douro corre, quase até à foz, num vale bastante encaixado, com vertentes íngremes e fortes declives, sobretudo na sua margem direita.

¹¹ “A complexa geometria das superfícies urbanizadas, a forma e orientação dos edifícios, as propriedades térmicas dos materiais utilizados, a impermeabilização do solo ou o calor libertado pelas diversas actividades antrópicas, são alguns dos contributos decisivos para alterar o balanço energético nas cidades” (MONTEIRO, 1994).

mesmo modo que os resíduos produzidos (sobretudo GEE). MONTEIRO A. (1997) refere que, a par dos grandes impactes gerados no *sistema climático*¹², resultantes da intensificação do uso de combustíveis fósseis, das actuais práticas agrícolas e do uso insustentado dos recursos hídricos, a intensificação dos processos de urbanização não pode ser negligenciada nas mudanças climáticas que se estão a operar e que são visíveis a diferentes escalas espaciais.

CHANGNON (1973), citado por Ana MONTEIRO (1997), compara os impactes de uma cidade no clima local aos de um vulcão ou de um deserto nas aéreas envolventes. Os modos de vida urbana modificam o balanço energético, o balanço hídrico, a geomorfologia e o ciclo geoquímico. Em suma, são mais os ganhos energéticos do que as perdas, pelo que se verifica uma acumulação de energia calorífica, dando origem às chamadas “ilhas de calor”¹³.

Em termos de comportamento dos elementos climáticos, na região do Porto, de acordo com os estudos efectuados por MONTEIRO (1997), as temperaturas médias máximas e médias mínimas aumentaram consecutivamente na região do Porto. Segundo a autora, o aumento das temperaturas, sobretudo as médias mínimas tem sido substancial, sobretudo, entre Setembro e Fevereiro e Julho, ao contrário dos meses de Março, Abril e Maio. Verifica-se, portanto, que a par do aumento das temperaturas máximas e mínimas, assistiu-se a alterações no ritmo térmico estacional.

Este aumento das temperaturas na região do Porto, de acordo com a autora, que já vem dos anos 60¹⁴, e que se acentuou a partir dos anos 80, foi acompanhado de um aumento da precipitação, na época mais pluviosa e de uma diminuição na época estival.

¹² Sobre este assunto, o Relatório do IPCC/ONU – Novos Cenários Climáticos – Versão em português: iniciativa da Ecolatina 1, refere que “A concentração de dióxido de carbono, de gás metano e de óxido nitroso na atmosfera global tem aumentado marcadamente como resultado de actividades humanas desde de 1750, e agora já ultrapassou em muito os valores da pré-industrialização determinados através de núcleos de gelo que se estendem por centenas de anos. O aumento global da concentração de dióxido de carbono ocorre principalmente devido ao uso de combustível fóssil e a mudança no uso do solo, enquanto o aumento da concentração de gás metano e de óxido nitroso ocorre principalmente devido à agricultura”.

¹³ Corresponde à área urbana, geralmente o centro da cidade (CBD), onde as temperaturas são mais elevadas, comparativamente com as áreas envolventes. Trata-se de um fenómeno térmico comum às grandes cidades e cuja explicação tem pontos comuns. A origem do fenómeno tem a ver com a densidade de ocupação do espaço e a ausência de espaços verdes; da morfologia dos edifícios e dos materiais de construção utilizados (apresentam, geralmente, elevada capacidade de absorção do calor), elevada impermeabilização do solo e ausência de água à superfície; elevado tráfego automóvel e congestionamentos infundáveis; uso excessivo de sistemas de aquecimento/refrigeração e levada iluminação das ruas e estabelecimentos comerciais; etc.

¹⁴ Tendo como referência as normais climatológicas de 1931-1960, 1951-80 e 1960-1989.

Verifica-se, assim, e à semelhança da temperatura, uma alteração no ritmo anual da precipitação.

A autora atribui estas alterações ao *boom* urbanístico que a cidade e arredores sofreram, a partir da década de 80, e ao conseqüente agravamento do “efeito de estufa” desencadeado por este processo. Facto que comprovou ao estudar os elementos climáticos numa área restrita, circunscrita ao centro da cidade do Porto, onde demonstrou existirem “ilhas de calor”, em que o comportamento da temperatura se distinguiu, pelas anomalias positivas verificadas, em relação à área envolvente. Demonstrou, assim, a existência de uma forte relação de causalidade entre a intensidade do fenómeno urbano e os excedentes energéticos que o mesmo promove.

Tudo o que acabamos de explanar mostra que o clima da região do Porto está dependente de um vasto conjunto de factores físicos e humanos que contribuem, sobremaneira, para a sua elevada complexidade, contribuindo, igualmente, para a dificuldade da explicação dos fenómenos climáticos, que neste trabalho nos propomos abordar.

II - ANÁLISE DOS ELEMENTOS CLIMÁTICOS RELATIVOS À ESTAÇÃO METEOROLÓGICA PORTO-SERRA DO PILAR – COMPARAÇÃO ENTRE OS DOIS PERÍODOS EM ESTUDO 1901-1919 E 1988-2007

Iniciámos este trabalho levantando uma série de questões/hipóteses, a que nos propomos dar resposta. Para tal, exige-se-nos proceder a um estudo pormenorizado das séries de dados climatológicos diários fiáveis e inclusos nos períodos de tempo escolhidos para este estudo, ou seja, os primeiros dezanove anos do século XX (1901-1919) e os últimos vinte (no caso 1988-2007).

Relativamente à série do início do século XX, esta só se inicia em 1901 por falta de dados relativos ao ano de 1900.

A abordagem metodológica será constituída por uma análise comparativa da evolução dos elementos climáticos feita a três escalas temporais: valores diários, mensais e anuais, quer em relação à Temperatura, quer em relação à Precipitação, partindo sempre do geral para o particular.

1. A TEMPERATURA – ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE 1901-1919 E 1988-2007

1.1. As médias, médias máximas e médias mínimas diárias

Pela análise dos registos, e em termos globais, verificou-se um aumento muito significativo das temperaturas médias entre os primeiros vinte anos do século XX e o período 1988-2007 (Figura 8), tendo-se verificado um aumento da temperatura média (TM) de 1,063 °C. No entanto, o verdadeiro aumento dá-se na temperatura média máxima (TMM), cujo aumento global foi de 1,8 °C. A temperatura média mínima (TMm) foi a que registou um aumento menos significativo, na ordem dos 0,4 °C.

Analisando em termos de distribuição mensal, verificam-se algumas nuances interessantes. Como se pode constatar pela Figura 9, e no que se refere à temperatura média, todos os meses registaram aumentos de temperatura, com destaque para os meses de Março e Outubro, cujos aumentos da temperatura média foram de 2,2 °C e 1,5 °C respectivamente, bastante acima, portanto, da média global (1,063 °C), seguidos dos meses

de Junho, Fevereiro e Novembro, com aumentos de 1,25 °C, 1,1 °C e 1,0 °C respectivamente.

Quanto à média máxima realçam-se os meses de Fevereiro, Março, Junho e Agosto, com aumentos superiores a 2 °C, com destaque para Março que registou um aumento de 3,5 °C.

No que respeita às temperaturas médias mínimas, constata-se que, os meses de Abril, Maio e Setembro registaram decréscimos nas temperaturas médias mínimas, mais precisamente, -0,2 °C (Abril) e - 0,1 °C (Maio e Setembro). Os meses com aumentos mais significativos foram Outubro (1,2 °C) e Março (0,9 °C).

Quanto às temperaturas médias máximas, os aumentos variaram entre 1,1 °C em Setembro e 3,5 °C em Março, destacando-se, também, os meses de Fevereiro, Junho e Agosto com um aumento de 2,1 °C e Julho com 2,0 °C.

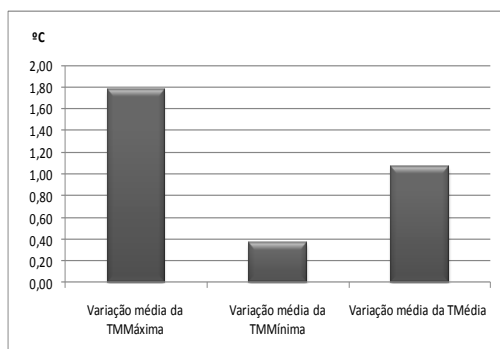


Figura 8 – Variação/aumento global da temperatura média, média máxima e média mínima entre as duas séries (1901-1919 e 1988-2007).

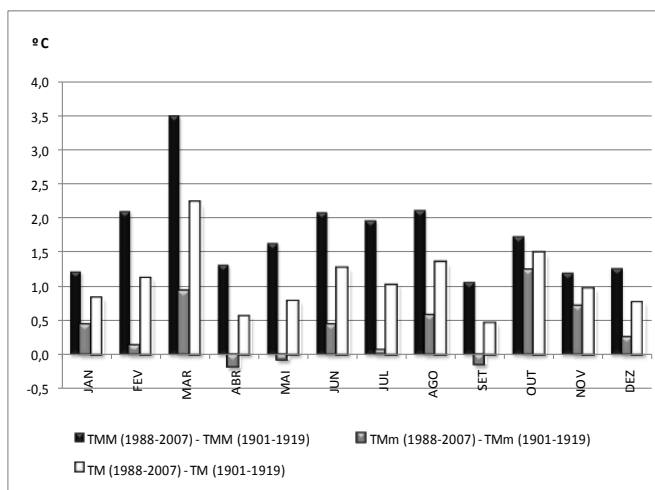
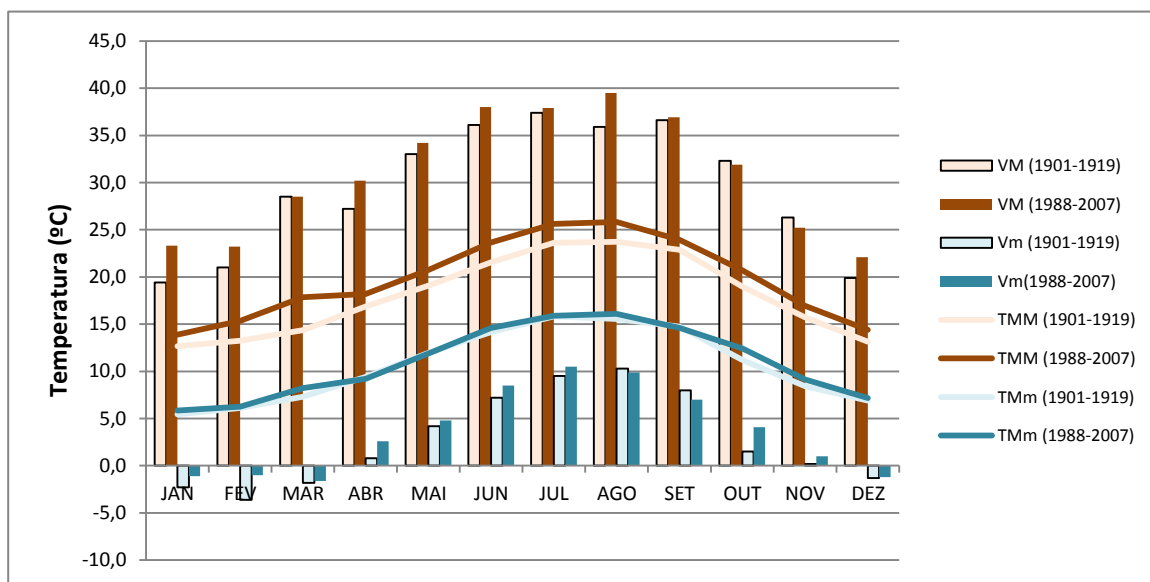


Figura 9 – Variação mensal da temperatura média, média máxima e média mínima entre as duas séries (1901-1919 e 1988-2007).

Em termos de distribuição das diferentes variáveis ao longo dos meses, verifica-se uma homogeneidade entre as linhas e barras representativas das temperaturas médias, médias máximas e médias mínimas (Figura 10), nos dois períodos em estudo. Verifica-se uma coincidência, expectável, no comportamento ao longo do ano, ocorrendo as temperaturas mais baixas nos meses de Dezembro, Janeiro e Fevereiro e mais elevadas nos meses de Julho, Agosto e Setembro, facto verificável em ambas as séries, salvaguardando os aumentos registados nas diferentes variáveis e já acima descritos. Apesar do referido, salienta-se a anomalia verificada em Março, resultado de um aumento muito acentuado das temperaturas neste mês, principalmente a temperatura máxima.

Se tivermos em conta a Figura 11, parece poder concluir-se que o aumento da temperatura na região do Porto é ligeiramente superior à média do país, sobretudo no que se refere à temperatura média máxima.



T °C	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
TMM (1901-1919)	12,7	13,2	14,4	16,9	19,1	21,6	23,6	23,7	22,9	19,0	15,7	13,1
TMM (1988-2007)	13,9	15,3	17,9	18,2	20,7	23,6	25,6	25,8	23,9	20,7	16,9	14,4
TMm (1901-1919)	5,4	6,1	7,3	9,4	12,0	14,2	15,8	15,5	14,8	11,2	8,4	6,9
TMm (1988-2007)	5,9	6,3	8,2	9,2	11,9	14,6	15,9	16,1	14,6	12,4	9,1	7,2
VM (1901-1919)	19,4	21,0	28,5	27,2	33,0	36,1	37,4	35,9	36,6	32,3	26,3	19,9
VM (1988-2007)	23,3	23,2	28,5	30,2	34,2	38,0	37,9	39,5	36,9	31,9	25,2	22,1
Vm (1901-1919)	-2,3	-3,6	-1,8	0,8	4,2	7,2	9,5	10,3	8,0	1,5	0,2	-1,3
Vm(1988-2007)	-1,1	-1,0	-1,6	2,6	4,8	8,5	10,5	9,9	7,0	4,1	1,0	-1,2

Figura 10 – Distribuição mensal da temperatura média máxima, média mínima, valor máximo e valor mínimo das duas séries (1901-1919 e 1988-2007).

Comparando os nossos dados com as Normais Climatológicas da Estação do Porto-Serra do Pilar de 1931-1960, 1951-1980 e 1960-1989 (Quadro 2), verificamos que no período de 1900 e 1919 as médias máximas eram inferiores aos valores das normais climatológicas subsequentes. Daí que a variação das temperaturas médias máximas na

região do Porto seja superior ao esperado, tendo em conta a Figura 11. Segundo MIRANDA *et al* (2004), em Portugal, entre 1930 e 1945 dá-se um aumento da temperatura por década de $0,87\text{ }^{\circ}\text{C}$, nas temperaturas médias máximas e de $0,68\text{ }^{\circ}\text{C}$ nas temperaturas médias mínimas. Isto significa que se pode inferir, que o período anterior, embora não retratado na figura 11, terá correspondido a um período de temperaturas mais baixas.

Assim sendo, o nosso universo de estudo corresponde a dois períodos opostos do ponto de vista da evolução do ritmo térmico, ou seja, os primeiros 20 anos do século XX corresponderam a uma fase de temperaturas mais baixas, sobretudo as médias máximas, e os últimos 20 anos a um período de temperaturas mais altas, facto que coloca em relevo uma maior variação, comparativamente com Portugal Continental.

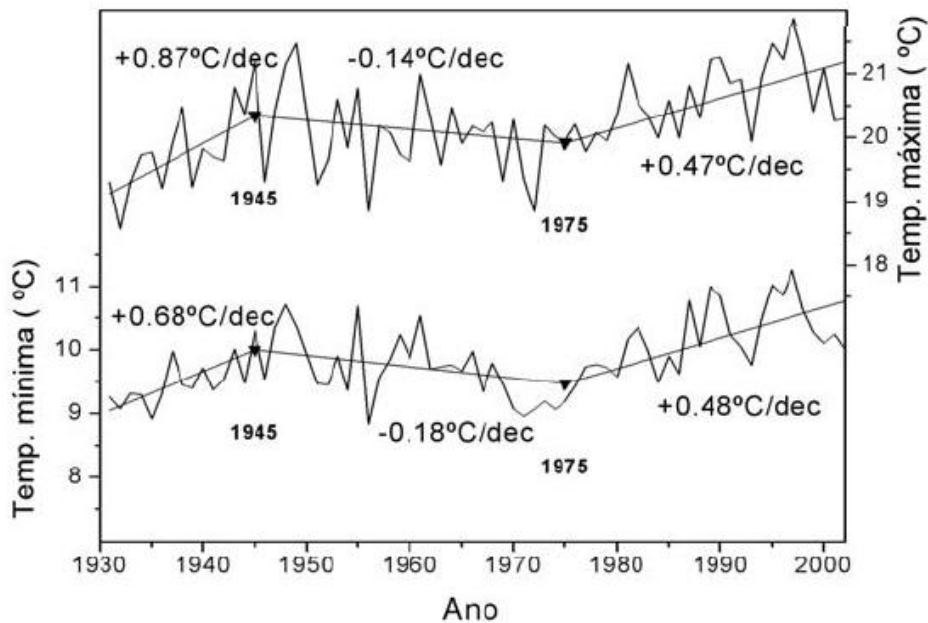


Figura 11 – Evolução temporal das médias das temperaturas máxima (curva de cima) e mínima (curva de baixo) em Portugal Continental. Sobrepostos estão os ajustes lineares às curvas calculados com os anos de mudança das tendências de Karl *et al.* (2000) (1945 e 1975 - rectas a cheio). Os valores das tendências para os períodos 1930-1945, 1946-1975 e 1976-2002 estão assinalados em $^{\circ}\text{C}$ por década.

Fonte: MIRANDA (2004)

		JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Média
Temp. Média Máxima	1901-1919	12,7	13,2	14,4	16,9	19,1	21,6	23,6	23,7	22,9	19,0	15,7	13,1	18,0
	Normal 31-60	13,2	14,2	16,3	18,4	19,6	22,6	24,7	25,0	23,7	20,8	16,7	13,7	19,1
	Normal 51 - 80	13,4	14,0	15,9	17,9	20,0	22,6	24,8	24,8	23,7	21,0	16,6	13,8	19,0
	Normal 60-89	13,4	14,2	16,0	17,5	19,5	22,5	24,6	24,9	23,9	20,9	16,6	13,8	19,0
	1988-2007	13,9	15,3	17,9	18,2	20,7	23,6	25,6	25,8	23,9	20,7	16,9	14,4	19,8
Temp. Média Mínima	1901-1919	5,4	6,1	7,3	9,4	12,0	14,2	15,8	15,5	14,8	11,2	8,4	6,9	10,6
	Normal 31-60	4,7	5,0	7,5	8,8	10,8	13,4	14,6	14,6	13,6	10,8	7,8	5,4	9,8
	Normal 51 - 80	5,2	5,5	7,0	8,3	10,4	13,2	14,8	14,3	13,5	11,1	7,5	5,5	9,7
	Normal 60-89	5,1	5,8	6,8	8,3	10,6	13,5	14,9	14,6	13,8	11,4	8,0	5,7	9,9
	1988-2007	5,9	6,3	8,2	9,2	11,9	14,6	15,9	16,1	14,6	12,4	9,1	7,2	10,9
Temp. Média	1901-1919	9,1	9,7	10,8	13,1	15,5	17,9	19,7	19,6	18,8	15,1	12,1	10,0	14,3
	Normal 31-60	9,0	9,6	11,9	13,6	15,2	18,0	19,7	19,8	18,7	15,8	12,3	9,6	14,4
	Normal 51 - 80	9,3	9,8	11,5	13,1	15,2	17,9	19,8	19,6	18,6	16,1	12,1	9,7	14,4
	Normal 60-89	9,3	10,0	11,4	12,9	15,1	18,0	19,8	19,8	18,9	16,2	12,3	9,8	14,4
	1988-2007	9,9	10,8	13,0	13,7	16,3	19,1	20,8	21,0	19,3	16,6	13,0	10,8	15,4

Quadro 2 – Comparação das temperaturas média máxima, média mínima e média, dos períodos em estudo com as normais climatológicas de 31-60, 51-80 e 60-89, na estação climatológica do Porto-Serra do Pilar.

Mas, se o que acabamos de constatar é verdade em relação às temperaturas médias máximas, o mesmo já não se verifica em relação às médias mínimas. Nos nossos resultados os valores de aumento das temperaturas médias mínimas são inferiores às apresentadas pelo autor acima citado. Relembremos que no Porto a temperatura média mínima apresenta uma variação máxima de 0,6 °C, sendo que em alguns meses essa variação foi negativa (Figura 10). Refira-se que segundo os dados das normais climatológicas entre 1930 e 1989 a temperatura média mínima anual não sofreu alterações, manteve-se nos 14,4 °C, o grande aumento dá-se nos últimos 20 anos.

Citando o estudo atas referido, o autor ao estudar a estação climatológica de Lisboa/Geofísico chega a uma conclusão idêntica – maiores acréscimos nas temperaturas máximas do que nas mínimas. O autor justifica o facto, com a maior variabilidade interanual ocorrida nas estações quando estudadas individualmente, referindo, ainda, mudanças que podem ocorrer na estação. No caso do Porto-Serra do Pilar, esta situação pode ter a ver com factores físicos de ordem local e que se prendem com a localização da estação climatológica da Serra do Pilar. MONTEIRO Ana (1997, p. 64) refere a propósito desta estação o seguinte: “Os elementos climatológicos registados na estação da Serra do Pilar reflectirão, certamente, os efeitos combinados da canalização dos ventos de E e W

através do vale encaixado e sinuoso do Douro, do arejamento típico associado à sua posição cimeira...”, o que mostra que as condições geográficas locais têm bastante influência nos resultados deste tipo de estudos.

1.2. Desvios absolutos das médias mensais às médias das séries

Como se pode verificar pela observação da Figura 12, a diferença da variação média anual das temperaturas médias mensais entre os dois períodos é bastante significativa. No período de 1901 a 1919 a variabilidade interanual regista valores baixos, oscilando entre os $-0,5\text{ °C}$ e os $0,4\text{ °C}$, com uma tendência linear praticamente nula. O contrário acontece em relação ao período de 1988 a 2007. A variabilidade interanual é muito mais acentuada, oscilando entre os $-0,9\text{ °C}$ e os $0,9\text{ °C}$ e a tendência linear dessa variação é ascendente. Neste período destacam-se como anos com maior variação média anual, 1989, 1993, 1995, 1997, 2003 e 2006. Refira-se que destes (seis), cinco correspondem a anomalias positivas.

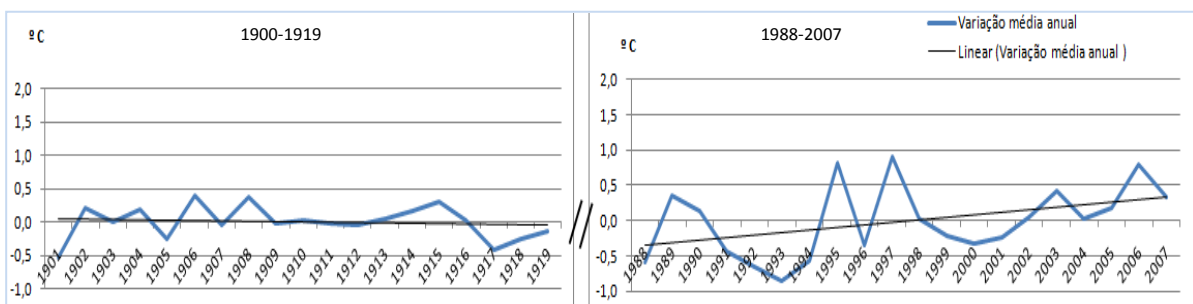


Figura 12 – Variação média anual das temperaturas médias mensais – comparação entre as duas séries (1901-1919 e 1988-2007)

Analisando os mesmos dados, agora numa distribuição mensal (Figura 13), verifica-se que a variabilidade intermensal é elevada nos dois períodos. No período de 1901 a 1919 destaca-se Novembro de 1902 por registar uma temperatura média $5,4\text{ °C}$ acima dos valores normais. Relativamente ao período de 1988 a 2007, denota-se uma tendência para uma variabilidade positiva, sobretudo a partir de 1995. Regista-se, portanto, uma redução dos desvios médios negativos, em comparação com o início do século.

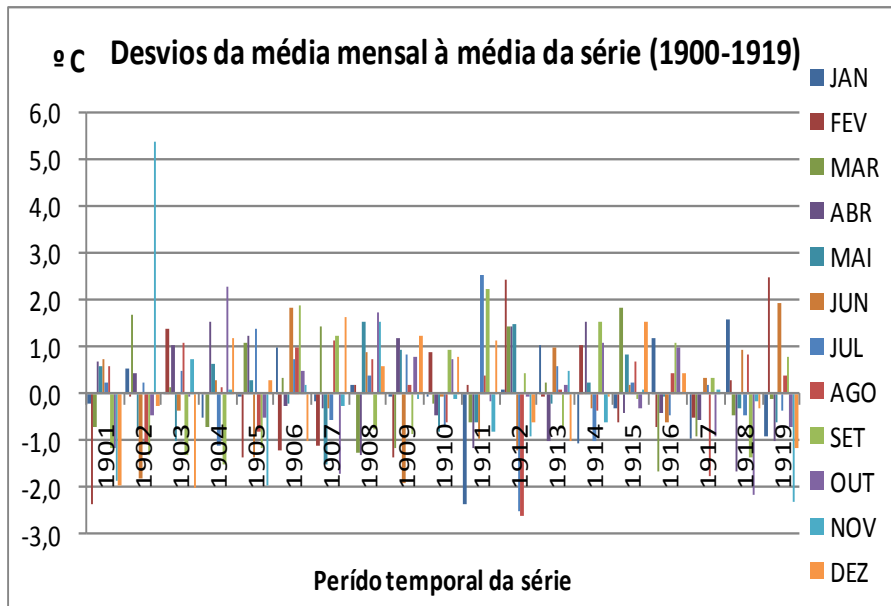


Figura 13 A – Desvios absolutos das médias mensais à média da série (1901-1919)

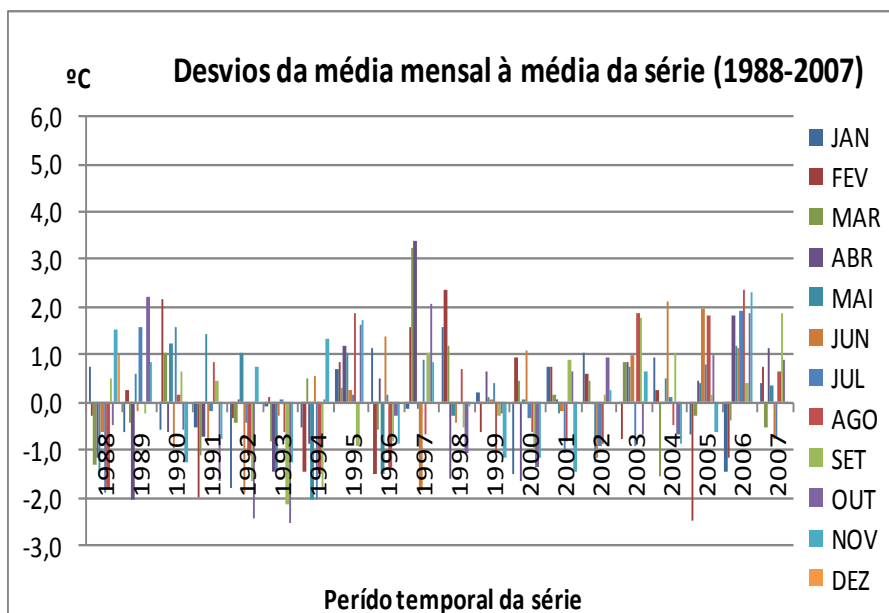


Figura 13 B – Desvios absolutos das médias mensais à média da série (1988-2007)

Analisando os mesmos dados mas de um modo mais pormenorizado é possível ver algumas diferenças entre os meses. Para tal agruparam-se os meses frios, os meses de Primavera, os meses quentes e os meses de Outono¹⁵ (Figuras 14, 15, 16 e 17).

Nos meses frios (Dez., Jan. e Fev.), pode dizer-se que as diferenças não são significativas, no entanto, há uma inversão na tendência linear, ou seja, no período de

¹⁵ Neste critério agruparam-se os meses do ano pelas suas características térmicas e não por estações do ano, tal como são definidas para as Zonas Temperadas (em função dos solstícios e dos equinócios).

1988-2007, a variabilidade tende para valores negativos de desvios à média, em qualquer um dos meses de Inverno. Em ambos os períodos, o mês de Fevereiro é o mês com maior variabilidade interanual.

Relativamente aos meses de Primavera (Março, Abril e Maio) a tendência geral é de diminuição dos desvios negativos, bastante mais visível a partir de 1995. Em ambas as séries, Abril é o mês que regista maior variabilidade interanual, embora com tendência linear oposta, isto é, tendência para os desvios à média positivos.

Nos meses quentes também não se verificam grandes alterações em termos de variabilidade interanual. Aquilo que é notório, mais uma vez, é a tendência para o predomínio da ocorrência de desvios à média positivos em todos os meses (Junho, Julho, Agosto e Setembro), sobretudo a partir de 2003.

Setembro e Outubro não fogem à regra da tendência atrás descrita, com destaque para o mês de Novembro.

Concluindo, a variabilidade interanual continua a ser uma das fortes características do nosso clima e, na verdade, não se verificam acentuadas alterações no padrão de distribuição dos desvios da média mensal à média da série, entre o período de 1901-1919 e 1988-2007. No entanto, em todas as estações do ano, com excepção do Inverno (em que o padrão de distribuição, *grosso modo*, se mantém), a tendência é para aumentar os desvios acima da média, muito visíveis, sobretudo a partir de 1995, na Primavera e de 2003, no Verão e no Outono.

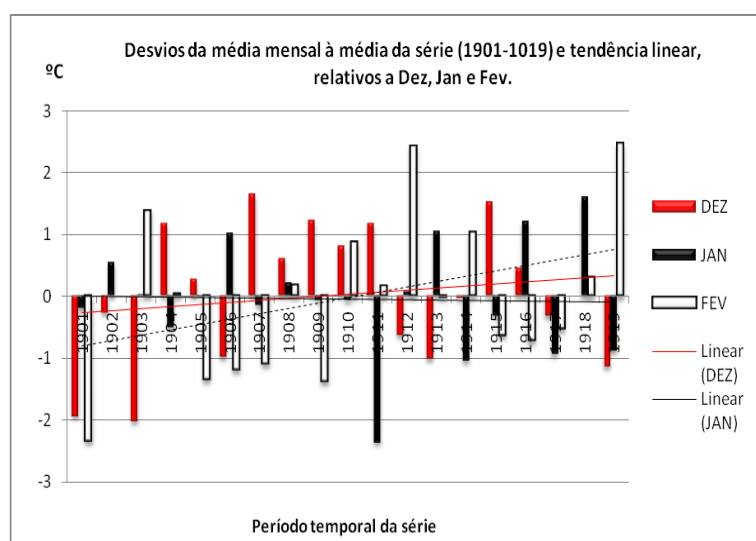


Figura 14 A – Desvios absolutos das médias mensais à média da série (1901-1919), para os meses de Dez., Jan. e Fev.

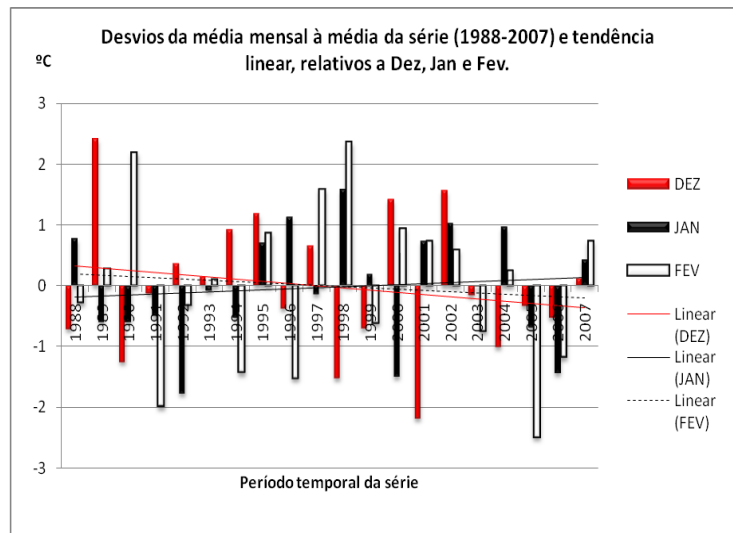


Figura 14 B – Desvios absolutos das médias mensais à média da série (1988-2007), para os meses de Dez., Jan. e Fev.

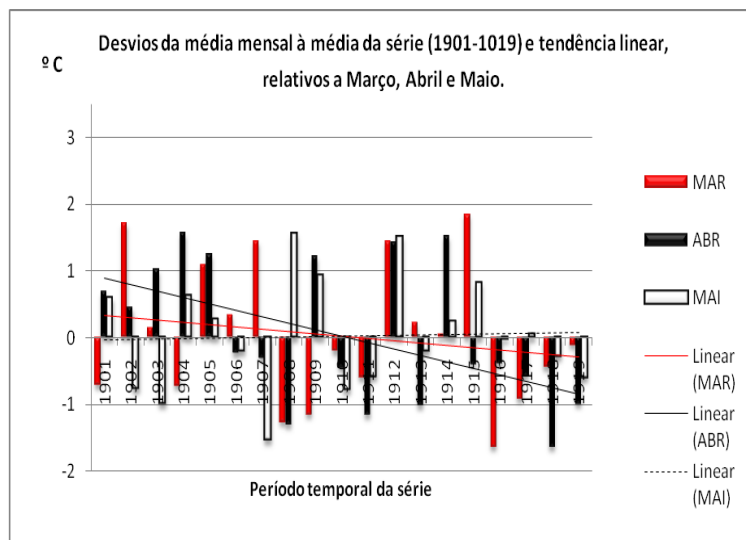


Figura 15A – Desvios absolutos das médias mensais à média da série (1901-1919), para os meses de Mar. Abr. e Mai.

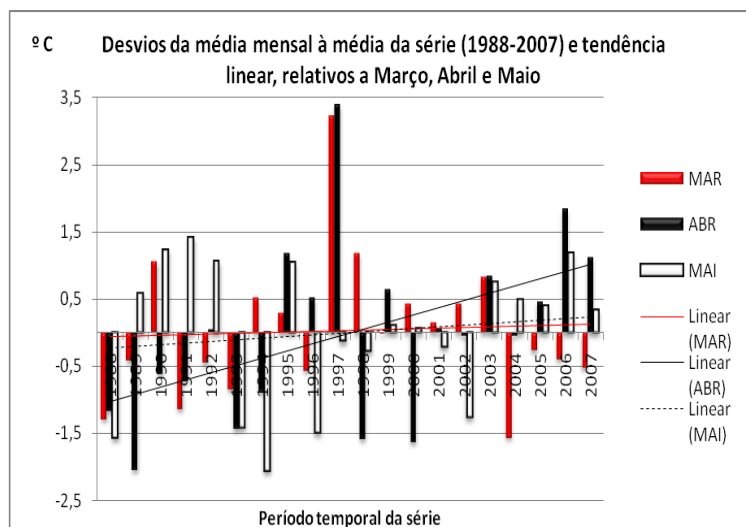


Figura 15 B – Desvios absolutos das médias mensais à média da série (1988-2007), para os meses de Mar. Abr. e Mai.

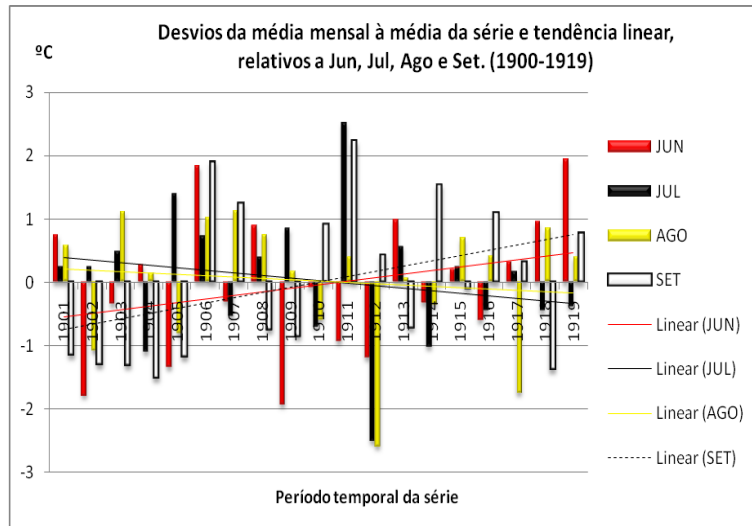


Figura 16A – Desvios absolutos das médias mensais à média da série (1901-1919), para os meses de Jun. Jul. Ago. e Set.

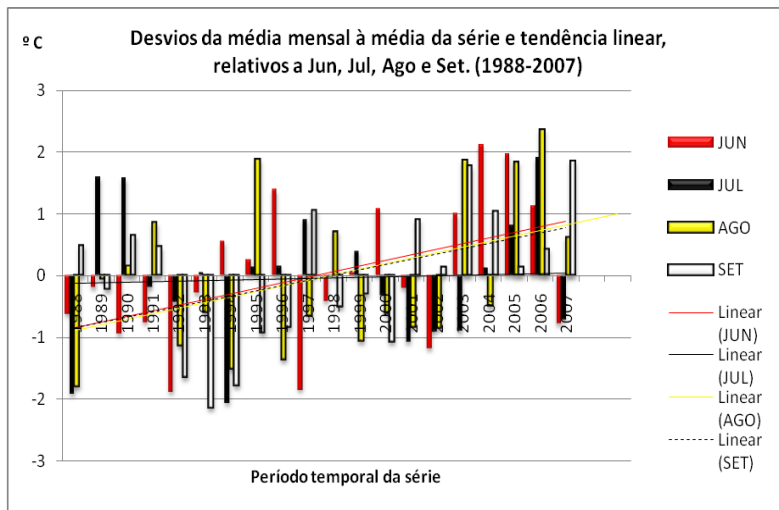


Figura 16B – Desvios absolutos das médias mensais à média da série (1988-2007), para os meses de Jun. Jul. Ago. e Set.

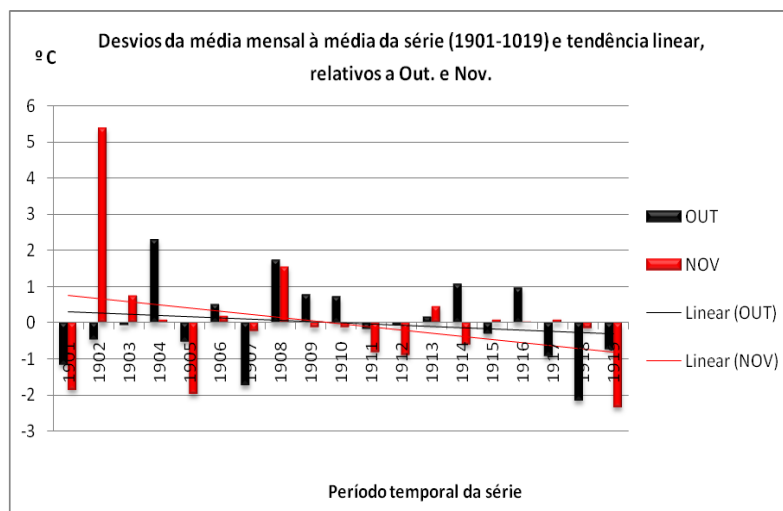


Figura 17 A – Desvios absolutos das médias mensais à média da série (1901-1919), para os meses de Out. e Nov.

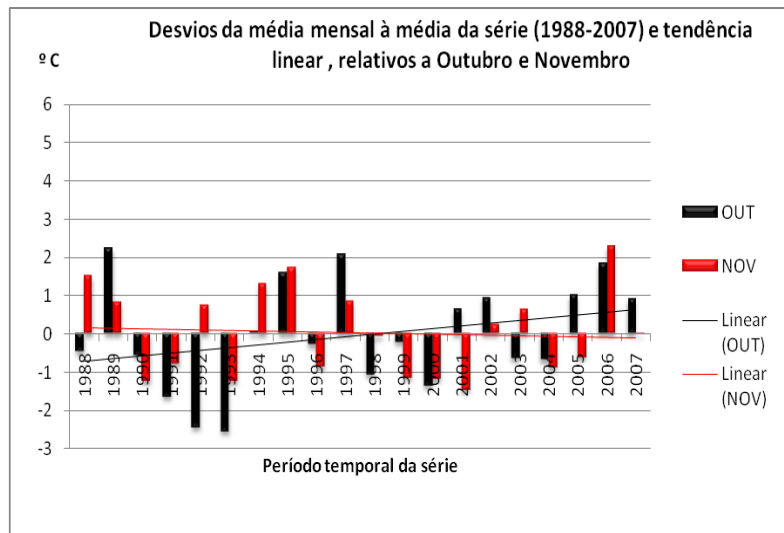


Figura 17 B – Desvios absolutos das médias mensais à média da série (1988-2007), para os meses de Out. e Nov.

1.3. Desvios relativos – comparação dos Coeficientes de Variação entre os dois períodos em estudo

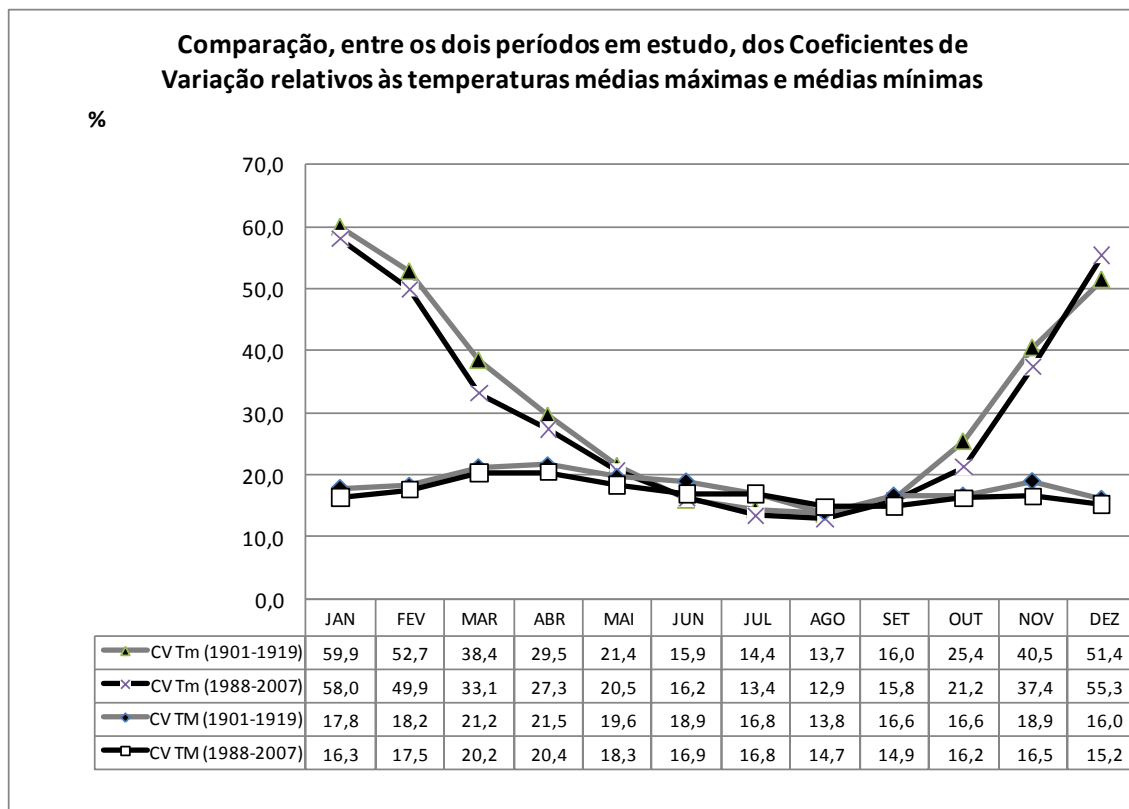


Figura 18 – Distribuição dos coeficientes de variação relativos às temperaturas mínima e máxima nas duas séries (1901-1919 e 1988-2007).

Da análise da distribuição dos coeficientes de variação das temperaturas mínima e máxima nos períodos em estudo (Figura 18), ressalta a elevada dispersão dos valores, sobretudo nas temperaturas médias mínimas e, particularmente, nos meses de Inverno, diminuindo essa dispersão nos meses quentes. Refira-se que o valor mais elevado ocorre em Janeiro, sendo a dispersão de 60% e 58% em 1901-1919 e 1988-2007 respectivamente (temperaturas máximas) e o valor mais baixo ocorre em Agosto, sendo este de 13,7% e 12,9% respectivamente (temperaturas mínimas). Ainda no que se refere à dispersão dos valores de temperatura mínima, comparando os dois períodos em estudo, verificou-se uma diminuição da dispersão, relativamente visível nos meses de Janeiro a Abril e nos meses de Setembro e Outubro. O mês de Dezembro foge completamente a esta regra, registando um aumento da dispersão bastante significativo. No Verão, há um ligeiro aumento no mês de Junho, embora sem grande expressão.

Relativamente às temperaturas médias máximas, a distribuição dos coeficientes de variação revela-se bastante mais uniforme, verificando-se os valores mais elevados nos meses de Primavera e Outono. A menor dispersão dos valores ocorre em Agosto (13,8% no período de 1901-1919 e 14,7% no período de 1988-2007) e a maior dispersão ocorre em Abril (21,5% no período de 1901-1919 e 20,4% no período de 1988-2007).

À semelhança das temperaturas médias máximas, as médias mínimas também registam uma diminuição da dispersão entre 1901-1919 e 1988-2007, com excepção do mês de Agosto em que se regista um ligeiro aumento.

Concluiu-se que há um aumento generalizado das temperaturas, principalmente das temperaturas médias máximas, acompanhado de uma ligeira diminuição da dispersão dos valores de temperatura.

1.4. Distribuição da frequência mensal das temperaturas médias máximas e médias mínimas em percentagem

Como já havíamos constatado, o aumento da temperatura entre o início do século XX e a actualidade, na região do Porto, verifica-se sobretudo nas temperaturas médias máximas. É interessante verificar que no período de 1901 a 1919, nos meses de Dezembro, Janeiro, Fevereiro e Março as percentagens mais elevadas de frequência mensal ocorriam

no escalão dos 12-14 °C de temperatura (Figura 19), sendo essas percentagens de 37%, 35%, 38% e 37% respectivamente. No período 1988-2007, os maiores valores de frequência ocorrem no escalão dos 14-16 °C, com valores de 36%, 36%, 32% e 24%, para os mesmos meses, respectivamente. Refira-se que os valores de frequência no escalão dos 16-18 °C, os mesmos meses e períodos passou de 5% para 11% em Dezembro, de 7% para 12% em Janeiro, de 8% para 22% em Fevereiro e de 11% para 24% em Março, realçando-se, aqui, os meses de Fevereiro e Março pelo aumento verificado.

O mesmo acontece em relação aos meses de Verão, em que as maiores percentagens de ocorrências passam do escalão dos 20-22 °C para 22-24 °C de temperatura, com um aumento substancial no escalão dos 24-26 °C em Julho, Agosto e Setembro. Ainda relativo a estes meses, verifica-se um aumento substancial da frequência de ocorrências de temperatura $\geq 32^\circ\text{C}$, verificando, no período de 1901 a 1919, valores de 5% em Julho e de 2% em Agosto, que passaram para 12% e 11% respectivamente, no período de 1988 a 2007.

1901-1919 - TEMPERATURA MÁXIMA (%)													1988-2007 - TEMPERATURA MÁXIMA (%)												
T (° C)	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	T (° C)	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
< 8	1	1										1	< 8	1											
8 - 10	10	6	2	1							2	7	8 - 10	3	1	2								2	
10 - 12	26	20	16	3							6	16	10 - 12	14	8	1	1						2	9	
12 - 14	35	38	37	18	4					2	18	37	12 - 14	31	21	9	8	1					10	28	
14 - 16	20	22	24	28	15	3			1	14	30	32	14 - 16	36	32	24	22	4					5	26	35
16 - 18	7	8	11	18	25	14	1		6	22	22	5	16 - 18	12	22	24	23	17	2			1	16	29	20
18 - 20	1	4	5	13	22	24	13	6	14	27	12	1	18 - 20	3	10	15	19	29	12	3	1	10	24	18	4
20 - 22			3	9	12	23	30	29	23	17	6		20 - 22		4	12	11	21	24	15	8	21	22	10	
22 - 24			2	5	11	12	21	30	22	9	2		22 - 24		1	7	7	10	26	26	30	24	14	4	
24 - 26			2	5	4	8	11	13	15	7			24 - 26			5	5	8	12	20	24	20	11	1	
26 - 28				1	3	7	7	9	8	1			26 - 28			2	4	4	7	10	15	9	6		
28 - 30					2	4	7	6	6				28 - 30					3	6	8	8	6	1		
30 - 32					1	4	6	5	3				30 - 32					1	5	6	5	5			
≥ 32						2	5	2	2				≥ 32					2	5	12	11	3			

Figura 19 – Distribuição da frequência mensal (%) por escalões, da temperatura média máxima das duas séries (1901-1919 e 1988-2007). Assinalam-se a azul os valores de frequência mais elevados.

Relativamente às temperaturas médias mínimas (Fig.20), as frequências por escalões não registam grandes alterações entre os dois períodos em estudo, à excepção dos meses de Março, Setembro e Outubro. Quanto ao mês de Março, verifica-se um aumento da frequência nos escalões dos 8-10 °C, dos 10-12 °C e dos 12-14 °C, sendo essa variação de 5% em cada um dos escalões mencionados. Os meses de Setembro e Outubro, registam aumentos de frequência nos escalões de maior temperatura, com destaque para Outubro.

No caso de Setembro, passa de 23% para 26% no escalão dos 16-18 °C e no caso do mês de Outubro, passa de 13% para 26% no mesmo escalão e dos 4% para os 7% no escalão dos 18-20 °C.

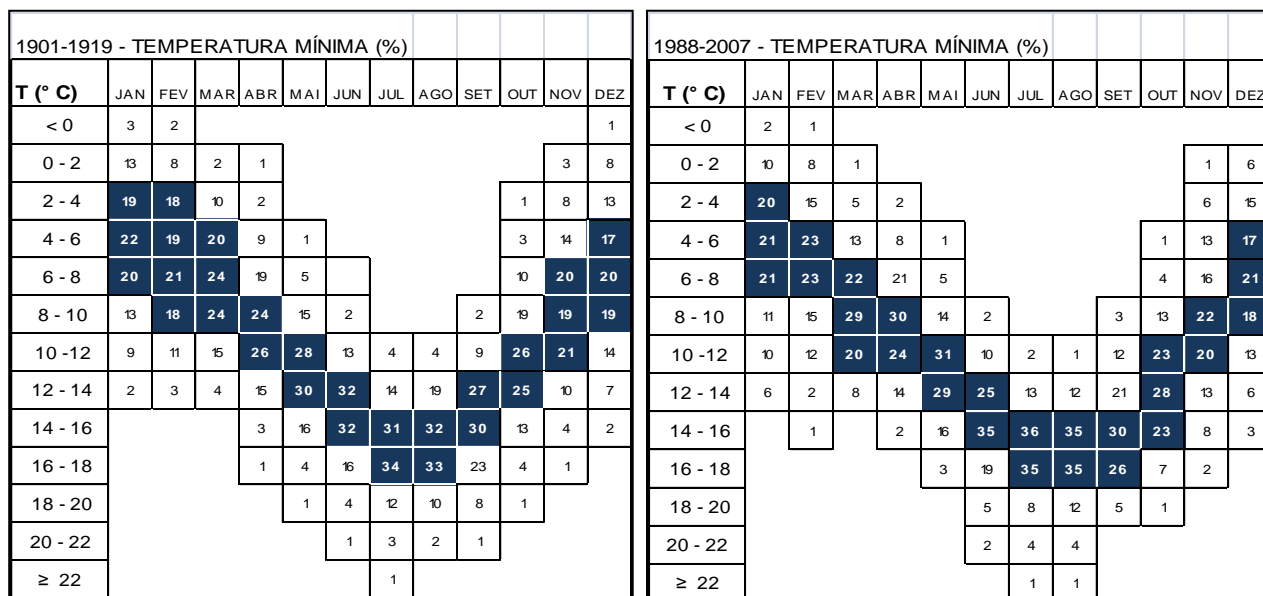


Figura 20 – Distribuição da frequência mensal (%) por escalões, da temperatura média mínima das duas séries (1901-1919 e 1988-2007). Assinalam-se a azul os valores de frequência mais elevados.

Concluiu-se que o aumento da temperatura, na região do Porto, entre o início do século XX e a actualidade se verifica sobretudo durante o dia e que os meses que registam maior aumento das temperaturas, quer máximas, quer mínimas, são os meses de Fevereiro, Março, Setembro e Outubro, ou seja, os meses de Primavera e Outono.

1.5. Os valores extremos de Temperatura Média

Com o intuito de verificar se há variações no comportamento dos valores extremos, procedeu-se ao estudo da frequência de dias com temperatura inferior e superior à média e inferior e superior aos Percentis 5, 10, 90 e 95. Nesta abordagem recorreu-se à elaboração de um conjunto de diagramas que pretendem mostrar, de um modo mais pormenorizado, essas variações (Figuras 21 a 25).

Os diagramas referidos representam a frequência de dias em que ocorrem valores abaixo e acima da média e destes e o número de dias em que os valores são inferiores aos Percentis 5, 10, ou superiores aos Percentis 90 e 95. Estes dados permitem-nos verificar o

comportamento dos valores extremos e estabelecer comparações verificando a tendência de evolução.

Observando os resultados, e no que se refere aos meses de Inverno (Fig. 21), verifica-se que Dezembro e Fevereiro apresentam maior número dias com temperatura superior à média, ao contrário de Janeiro, mês em que se verifica uma maior frequência dos dias com temperatura inferior à média. No que toca ao Inverno) não se verificam diferenças significativas entre os dois períodos relativamente à frequência dos valores extremos, ressalve-se Dezembro e Fevereiro, por registarem um aumento do número de dias com temperatura abaixo dos Percentis 5 e 10 e acima dos Percentis 90 e 95. Este facto vem confirmar o que havíamos constatado atrás, aquando da análise dos desvios das médias mensais às médias das séries, ou seja, verifica-se, de facto, uma tendência para o aumento da frequência de valores extremos.

É ainda de destacar a variabilidade interanual, havendo anos com uma frequência muito elevada de dias com temperaturas anormalmente baixas e altas. É o caso dos Dezembros de 1901, 1903 e 2001, destacando-se estes pela elevada frequência de valores abaixo da média, ou, pelo oposto, os Dezembros de 1915 e de 1989. A mesma conclusão se tira, genericamente, em relação aos restantes meses do ano.

Relativamente à Figura 22, constata-se que em Março, de um modo global, as situações extremas não sofrem grandes alterações, a frequência de dias com temperatura abaixo dos P5 e P10 e acima dos P90 e P95 não é muito diferente entre os dois períodos. Nota-se, sim, um aumento da frequência de dias com temperatura acima da média, tendo passado de 35% para 39 %.

Abril mantém a tendência de predomínio da frequência de dias com temperaturas abaixo da média, verificando-se um aumento da frequência de dias abaixo do P10, tendo passado de 7,9%, no período 1901-1919 para 13% no período 1988-2007. Isto mostra que apesar do aumento das temperaturas médias atrás constatado, a variabilidade intramensal em Abril é muito elevada, com tendência para haver maior número dias com temperaturas anormalmente baixas.

Quanto a Maio e Junho (Figura 23) pode dizer-se que são os meses em que as duas séries mais se aproximam. Ambos os meses apresentam predomínio da frequência de dias com temperaturas inferiores à média, com destaque para Junho. Maio vê decrescer a frequência de dias com temperatura superior à média, passando de 36,3% para 34,5%.

Relativamente aos meses de Verão (Figura 24) é interessante verificar que a frequência de dias com temperatura abaixo da média se destaca em ambas as séries, sobretudo Julho e Agosto, sendo os valores, em termos globais de 46,3% e de 48,6%, no mês de Julho para os períodos de 1901-1919 e 1988-2007 respectivamente e para Agosto os valores são de 43,5% e 48,4% para os mesmos períodos. Estes valores mostram, ainda, uma acentuação da frequência de dias com temperaturas abaixo da média. Já no que se refere aos valores extremos, referentes aos meses de Julho e Agosto não se verificam alterações significativas. Mas, é de destacar que partir de 2003, há um aumento significativo dos valores acima do Percentil 95, o que vem confirmar o que dissemos relativamente aos valores dos desvios da média mensal à média da série, ou seja, a partir de 2003, nos meses de Verão, a tendência é para um aumento da frequência de valores de temperatura extrema.

No que diz respeito ao mês de Setembro esta tendência é ainda mais acentuada, ou seja, verifica-se um aumento da frequência de dias com temperaturas acima da média.

Isto permite-nos concluir que a par do aumento das temperaturas médias e de um aumento dos valores extremos (cima do Percentil 90) nos meses de Verão, sobretudo a partir de 2003, em termos globais, há um aumento da frequência de dias com temperaturas inferiores à média.

Outubro e Novembro (Figura 25) apresentam uma frequência de dias com temperaturas acima e abaixo da média muito próximas, em ambos os meses e em ambos os períodos. No entanto, verifica-se um aumento dos dias com temperatura abaixo da média em Outubro e o contrário em Novembro.

Em termos globais, a frequência de dias com temperatura acima e abaixo da média é a que regista percentagens de variação mais elevadas entre os dois períodos em estudo, destacando-se os meses de Julho, Agosto e Outubro, por registarem percentagens de variação negativa mais elevadas ($\geq -2\%$), em termos da frequência de dias com temperatura acima da média. No caso de Agosto, diminui 5,1%, o que é bastante significativo (Figura 26), isto a par de um aumento significativo do número de dias com temperatura acima do Percentil 90, a partir de 2003. Isto permite-nos concluir que, as grandes alterações verificadas no Verão se dão, sobretudo, na primeira década do século XXI.

	Dezembro 1901-1919						Dezembro 1988-2007						
	<M	<P10	<P5	≥M	≥P90	≥P95	<M	<P10	<P5	≥M	≥P90	≥P95	
1900	*	*	*	*	*	*	19	1	0	12	0	0	1988
1901	22	5	5	9	0	0	2	0	0	29	11	5	1989
1902	16	1	1	15	0	0	20	6	4	11	0	0	1990
1903	26	7	7	5	0	0	15	1	0	16	1	1	1991
1904	6	0	0	26	2	0	9	3	2	22	4	0	1992
1905	14	0	0	17	1	0	12	3	1	19	0	0	1993
1906	20	3	3	11	0	0	11	3	2	20	8	6	1994
1907	4	0	0	28	2	0	9	3	2	22	7	5	1995
1908	12	0	0	19	3	1	15	4	2	16	2	1	1996
1909	8	0	0	23	7	4	13	0	0	18	4	1	1997
1910	11	0	0	20	6	1	23	10	2	8	2	1	1998
1911	9	1	1	22	4	2	20	6	5	11	1	1	1999
1912	19	0	0	12	0	0	6	0	0	26	6	1	2000
1913	20	4	5	12	2	1	27	11	6	5	0	0	2001
1914	16	2	2	15	2	1	8	0	0	23	7	4	2002
1915	11	2	2	20	13	11	19	0	0	14	0	0	2003
1916	14	0	0	18	5	3	23	3	0	11	0	0	2004
1917							20	0	0	11	0	0	2005
1918	18	0	0	14	1	0	18	4	2	13	6	2	2006
1919	19	2	2	13	0	0	19	4	1	12	1	1	2007
Total Dias	265	27	28	299	48	24	308	62	29	319	60	29	
%	38	3,9	4,1	43	6,1	3,5	38	7,7	3,6	40	7,4	3,6	

	Janeiro 1901-1919						Janeiro 1988-2007						
	<M	<P10	<P5	≥M	≥P90	≥P95	<M	<P10	<P5	≥M	≥P90	≥P95	
1900	*	*	*	*	*	*	11	0	0	20	0	0	1988
1901	16	5	2	15	3	1	21	3	1	10	0	0	1989
1902	12	1	1	19	4	1	22	2	1	9	1	0	1990
1903	16	4	1	15	5	2	20	2	2	10	4	0	1991
1904	19	0	0	12	0	0	24	8	2	7	0	0	1992
1905	17	2	0	13	3	0	16	3	0	15	4	1	1993
1906	12	1	1	19	10	7	17	3	3	13	1	0	1994
1907	18	0	0	13	0	0	11	1	0	18	4	2	1995
1908	15	0	0	16	1	1	9	1	0	22	7	3	1996
1909	18	1	0	13	4	1	15	7	5	16	3	2	1997
1910	15	4	1	16	1	0	10	1	1	21	10	5	1998
1911	28	9	5	3	0	0	14	3	0	17	2	2	1999
1912	14	2	0	17	4	2	23	6	1	8	0	0	2000
1913	7	1	1	24	6	2	11	0	0	20	3	1	2001
1914	19	9	7	12	1	0	11	0	0	20	5	3	2002
1915	16	4	3	14	2	1	14	6	4	17	5	5	2003
1916	4	0	0	27	3	1	11	0	0	19	7	3	2004
1917	22	7	4	9	3	2	20	4	3	11	0	0	2005
1918	6	4	3	25	12	8	24	4	2	7	0	0	2006
1919	21	5	2	10	1	0	14	4	2	17	5	3	2007
Total Dias	295	59	31	292	63	29	318	58	27	297	61	30	
%	38	7,7	4	38	8,2	3,8	40	7,3	3,4	38	7,7	1,9	

LEGENDA	
	≥ 15 dias com temperatura inferior à Média
	≥ 5 dias com temperatura inferior ao Percentil 10
	≥ 5 dias com temperatura inferior ao Percentil 5
	≥ 15 dias com temperatura superior à Média
	≥ 5 dias com temperatura superior ao Percentil 90
	≥ 5 dias com temperatura superior ao Percentil 95
*	Sem incluir o ano de 1900, por ausência de dados

Figura 21 – Número de dias com valores inferior à Média, ao valor dos Percentis 10 e 5 e superiores ou iguais à Média, aos Percentis 90 e 95 das duas séries (1901-1919 e 1988-2007) e para os meses de Dezembro e Janeiro.

	Fevereiro 1901-1919						Fevereiro 1988-2007						
	<M	<P10	<P5	≥M	≥P90	≥P95	<M	<P10	<P5	≥M	≥P90	≥P95	
1900	*	*	*	*	*	*	15	4	1	14	3	1	1988
1901	22	11	7	6	0	0	14	0	0	14	1	0	1989
1902	12	5	4	16	3	3	2	0	0	26	10	7	1990
1903	9	0	0	19	6	3	21	10	2	7	0	0	1991
1904	15	0	0	14	2	0	17	1	0	12	0	0	1992
1905	21	4	3	7	0	0	13	2	0	15	1	0	1993
1906	20	6	1	8	0	0	20	7	3	8	1	0	1994
1907	14	8	6	14	1	1	9	1	0	19	3	2	1995
1908	12	0	0	17	2	1	24	6	6	5	0	0	1996
1909	22	5	3	6	1	0	5	0	0	23	8	3	1997
1910	10	0	0	18	3	1	3	0	0	25	11	9	1998
1911	13	0	0	15	0	0	16	5	3	12	2	0	1999
1912	2	0	0	27	12	7	8	0	0	21	4	2	2000
1913	13	2	1	15	1	0	9	1	0	19	4	2	2001
1914	6	0	0	21	4	1	8	1	0	20	0	0	2002
1915	18	2	1	9	0	0	19	3	2	9	0	0	2003
1916	19	3	1	10	0	0	15	3	1	14	6	3	2004
1917	14	4	2	14	0	0	26	9	7	2	0	0	2005
1918	14	2	0	14	4	2	20	4	2	8	0	0	2006
1919	2	0	0	26	13	5	12	0	0	16	5	1	2007
Total Dias	258	52	29	276	52	24	276	57	27	289	59	30	
%	37	7,5	2	40	7,5	3,5	37	7,7	3,7	39	8	4,1	

	Março 1901-1919						Março 1988-2007						
	<M	<P10	<P5	≥M	≥P90	≥P95	<M	<P10	<P5	≥M	≥P90	≥P95	
1900	*	*	*	*	*	*	23	5	2	8	0	0	1988
1901	20	3	1	11	1	0	18	4	0	13	1	0	1989
1902	6	0	0	25	5	4	9	0	0	22	5	0	1990
1903	18	0	0	13	1	0	23	5	2	8	0	0	1991
1904	23	4	4	8	1	0	21	3	1	10	3	1	1992
1905	10	3	3	21	7	5	15	4	4	16	1	1	1993
1906	17	4	4	14	7	5	13	0	0	18	1	0	1994
1907	9	2	0	22	8	7	14	7	2	17	7	4	1995
1908	22	6	5	9	0	0	18	4	4	13	0	0	1996
1909	19	9	9	12	0	0	0	0	0	31	13	10	1997
1910	18	3	3	13	3	0	11	0	0	20	4	3	1998
1911	20	2	2	11	0	0	15	4	1	16	4	1	1999
1912	11	0	0	20	6	5	16	2	0	15	7	3	2000
1913	17	1	0	14	3	0	13	0	0	18	1	0	2001
1914	13	2	2	17	1	0	16	3	3	15	6	4	2002
1915	7	0	0	24	10	3	7	1	0	24	1	1	2003
1916	28	5	5	3	0	0	25	3	2	6	0	0	2004
1917	18	5	2	13	0	0	14	6	6	17	4	3	2005
1918	16	6	6	15	3	0	17	4	3	14	1	0	2006
1919	20	1	1	11	3	1	20	4	1	11	2	0	2007
Total Dias	312	56	47	276	59	30	308	59	31	312	61	31	
%	40	7,2	6	35	7,6	3,8	38	7,4	3,9	39	7,6	3,9	

	Abril 1901-1919						Abril 1988-2007						
	<M	<P10	<P5	≥M	≥P90	≥P95	<M	<P10	<P5	≥M	≥P90	≥P95	
1900	*	*	*	*	*	*	18	7	3	12	0	0	1988
1901	16	2	1	14	7	4	27	8	4	3	0	0	1989
1902	14	0	0	16	1	0	23	1	0	7	2	0	1990
1903	11	1	1	19	5	3	20	2	0	10	0	0	1991
1904	8	0	0	22	3	3	17	1	1	13	3	1	1992
1905	12	3	2	18	6	3	23	5	1	7	0	0	1993
1906	18	1	1	12	1	0	24	4	0	6	3	3	1994
1907	21	1	0	8	4	2	10	6	5	20	9	6	1995
1908	23	3	1	7	1	1	12	0	0	18	1	1	1996
1909	8	0	0	22	0	0	1	0	0	29	9	6	1997
1910	18	5	2	11	3	2	24	7	3	6	0	0	1998
1911	17	6	4	12	0	0	13	3	2	17	5	1	1999
1912	9	0	0	21	5	1	25	5	3	5	0	0	2000
1913	21	5	2	9	0	0	16	1	0	14	1	0	2001
1914	11	0	0	19	5	4	18	4	1	12	4	3	2002
1915	17	2	1	11	1	0	4	1	0	26	0	0	2003
1916	18	2	1	12	0	0	17	2	0	13	2	0	2004
1917	17	12	6	13	5	2	12	0	0	18	1	0	2005
1918	26	6	2	4	0	0	8	0	0	22	8	1	2006
1919	20	8	3	10	4	0	9	2	1	21	7	3	2007
Total Dias	305	57	27	260	51	25	321	59	24	279	55	25	
%	42	7,9	3,7	36	7	3,4	42	13	3,1	37	7,2	3,3	

Figura 22 – Número de dias com valores inferior à Média, ao valor dos Percentis 10 e 5 e superiores ou iguais à Média, aos Percentis 90 e 95 das duas séries (1901-1919 e 1988-2007) e para os meses de Fevereiro, Março e Abril.

	Maio 1901-1919						Maio 1988-2007						
	<M	<P10	<P5	≥M	≥P90	≥P95	<M	<P10	<P5	≥M	≥P90	≥P95	
1900	*	*	*	*	*	*	26	5	2	5	0	0	1988
1901	8	3	0	23	1	0	13	1	0	18	1	0	1989
1902	24	4	4	7	4	4	8	0	0	23	3	0	1990
1903	22	10	5	9	6	3	13	7	4	18	12	6	1991
1904	12	2	1	19	4	3	13	0	0	18	5	2	1992
1905	16	2	1	15	2	0	26	4	3	5	0	0	1993
1906	22	5	4	9	5	3	28	7	4	3	0	0	1994
1907	25	5	3	6	0	0	11	1	0	20	5	3	1995
1908	10	1	1	21	7	4	22	9	7	9	2	1	1996
1909	12	0	0	19	3	1	18	4	1	13	2	1	1997
1910	18	4	1	13	0	0	18	1	0	13	1	0	1998
1911	22	1	0	9	1	0	15	2	1	16	4	2	1999
1912	10	0	0	21	6	4	16	1	0	15	0	0	2000
1913	18	5	2	13	6	2	20	4	2	11	5	3	2001
1914	15	2	0	16	2	1	22	5	0	9	0	0	2002
1915	9	0	0	22	0	0	16	0	0	15	5	2	2003
1916	16	4	4	15	3	1	11	8	5	20	7	2	2004
1917	15	0	0	16	0	0	16	0	0	15	2	1	2005
1918	17	4	1	14	6	2	15	2	0	16	6	6	2006
1919	20	7	1	11	3	2	15	1	1	16	3	2	2007
Total Dias	311	59	28	278	59	30	342	62	30	278	63	31	
%	41	7,7	3,7	36	7,7	3,7	42	7,7	3,7	34	7,8	3,8	

	Junho 1901-1919						Junho 1988-2007						
	<M	<P10	<P5	≥M	≥P90	≥P95	<M	<P10	<P5	≥M	≥P90	≥P95	
1900	*	*	*	*	*	*	20	2	0	10	2	0	1988
1901	9	0	0	21	3	0	14	7	3	16	2	2	1989
1902	23	9	6	7	0	0	24	1	0	6	1	0	1990
1903	17	2	0	13	2	1	21	4	1	9	2	1	1991
1904	16	0	0	14	2	0	22	12	11	8	0	0	1992
1905	22	8	4	8	1	1	19	5	2	11	3	1	1993
1906	5	0	0	25	5	2	15	1	1	15	6	2	1994
1907	20	1	0	10	2	0	14	1	0	16	2	1	1995
1908	13	1	1	17	5	0	12	2	1	18	6	3	1996
1909	23	11	5	7	0	0	29	4	1	1	0	0	1997
1910	18	5	2	12	4	4	17	3	3	13	2	1	1998
1911	23	3	2	7	3	2	17	2	0	13	2	0	1999
1912	24	4	1	6	1	0	13	4	2	17	7	7	2000
1913	15	3	2	15	6	6	21	0	0	9	2	1	2001
1914	20	7	2	10	4	2	20	7	5	10	1	1	2002
1915	17	0	0	13	3	2	15	2	0	15	5	4	2003
1916	20	0	0	10	0	0	6	0	0	24	6	4	2004
1917	17	0	0	13	3	0	5	0	0	25	7	4	2005
1918	12	3	3	18	6	3	10	0	0	20	4	1	2006
1919	9	0	0	21	8	6	26	0	0	4	1	0	2007
Total Dias	323	57	28	247	58	29	340	57	30	260	61	33	
%	44	7,7	3,8	33	7,8	3,7	44	7,3	3,8	33	7,8	4,2	

Figura 23 – Número de dias com valores inferior à Média, ao valor dos Percentis 10 e 5 e superiores ou iguais à Média, aos Percentis 90 e 95 das duas séries (1901-1919 e 1988-2007) e para os meses de Maio, e Junho.

Paroxismos Climáticos na Região do Porto – Estudo comparativo entre os períodos de 1900-1919 e 1988-2007
 Contributo para o estudo das alterações climáticas à escala regional

	Julho 1901-1919						Julho 1988-2007						1988
	<M	<P10	<P5	≥M	≥P90	≥P95	<M	<P10	<P5	≥M	≥P90	≥P95	
1900	*	*	*	*	*	*	26	8	5	5	0	0	1988
1901	17	4	3	14	3	2	16	0	0	15	8	6	1989
1902	18	0	0	13	3	1	14	2	2	17	8	6	1990
1903	19	1	0	12	4	3	19	4	3	12	3	2	1991
1904	26	0	0	5	0	0	21	0	0	10	1	0	1992
1905	8	1	0	23	1	0	15	3	0	16	0	0	1993
1906	15	1	0	16	3	1	30	5	1	1	1	0	1994
1907	19	8	6	12	5	3	19	0	0	12	1	1	1995
1908	20	1	1	11	3	3	20	1	0	11	3	2	1996
1909	14	1	0	17	6	4	13	4	3	18	6	2	1997
1910	23	2	1	8	0	0	17	3	1	14	2	0	1998
1911	7	0	0	24	9	3	19	1	0	12	4	1	1999
1912	30	12	5	1	0	0	21	2	0	10	3	1	2000
1913	22	1	0	9	7	4	25	7	5	6	3	1	2001
1914	23	5	2	8	1	1	23	8	5	8	2	0	2002
1915	15	0	0	16	2	1	25	3	2	6	2	1	2003
1916	20	7	3	11	2	1	17	3	3	14	2	0	2004
1917	16	0	0	15	2	0	16	0	0	15	4	3	2005
1918	21	3	3	10	4	0	11	0	0	20	7	5	2006
1919	21	9	6	10	4	3	24	4	1	7	2	2	2007
Total Dias	354	56	30	235	59	30	391	58	31	229	62	33	
%	46	7,3	3,9	31	7,7	3,9	49	7,2	3,9	28	7,7	4,1	

	Agosto 1901-1919						Agosto 1988-2007						1988
	<M	<P10	<P5	≥M	≥P90	≥P95	<M	<P10	<P5	≥M	≥P90	≥P95	
1900	*	*	*	*	*	*	28	10	5	3	1	0	1988
1901	18	1	0	13	6	3	21	0	0	10	2	1	1989
1902	27	2	0	4	0	0	19	3	0	12	3	0	1990
1903	15	2	1	16	9	5	13	3	3	18	7	3	1991
1904	17	0	0	14	1	0	21	7	5	10	0	0	1992
1905	21	5	2	10	0	0	21	7	4	10	2	0	1993
1906	10	0	0	21	5	2	27	2	2	4	0	0	1994
1907	9	0	0	22	5	1	13	1	0	18	10	5	1995
1908	16	3	1	15	7	4	29	6	2	2	0	0	1996
1909	16	1	1	15	2	1	23	4	1	8	1	1	1997
1910	22	6	3	9	2	2	17	1	0	14	5	2	1998
1911	7	0	0	24	1	0	26	3	0	5	0	0	1999
1912	30	18	10	1	0	0	23	3	2	8	1	0	2000
1913	17	4	2	14	4	3	25	3	2	6	0	0	2001
1914	20	2	0	11	2	0	21	4	3	10	0	0	2002
1915	11	1	0	20	3	2	8	0	0	23	7	6	2003
1916	17	0	0	14	3	3	22	0	0	9	0	0	2004
1917	29	10	7	2	0	0	12	0	0	19	9	5	2005
1918	17	3	0	14	7	3	9	3	2	22	10	8	2006
1919	13	1	0	18	2	1	12	1	0	19	4	1	2007
Total Dias	332	59	27	257	59	30	390	61	31	230	62	32	
%	43	7,7	3,5	34	7,7	3,9	48	7,6	3,8	29	7,7	4	

	Setembro 1901-1919						Setembro 1988-2007						1988
	<M	<P10	<P5	≥M	≥P90	≥P95	<M	<P10	<P5	≥M	≥P90	≥P95	
1900	*	*	*	*	*	*	12	3	2	18	4	2	1988
1901	23	1	0	7	0	0	19	4	0	11	4	2	1989
1902	24	3	1	6	0	0	12	0	0	18	3	3	1990
1903	25	2	1	5	1	1	8	4	2	22	3	0	1991
1904	24	6	3	6	0	0	23	8	2	7	1	1	1992
1905	19	12	9	11	6	3	27	12	8	3	2	2	1993
1906	5	0	0	25	5	0	24	8	6	6	0	0	1994
1907	10	2	1	20	6	5	22	2	0	8	1	0	1995
1908	20	4	2	10	1	0	20	4	4	10	3	2	1996
1909	21	3	2	9	1	0	11	0	0	19	5	2	1997
1910	17	0	0	13	7	4	19	2	1	11	0	0	1998
1911	6	0	0	24	7	3	17	1	0	13	3	0	1999
1912	15	4	0	15	5	4	19	4	2	11	0	0	2000
1913	17	7	2	13	0	0	13	2	1	17	7	3	2001
1914	7	0	0	23	4	2	14	1	0	16	2	2	2002
1915	18	4	1	12	2	0	6	0	0	24	6	4	2003
1916	11	1	0	19	5	1	10	0	0	20	4	2	2004
1917	15	0	0	15	1	1	16	2	1	14	4	2	2005
1918	22	4	2	8	0	0	12	1	0	18	2	1	2006
1919	15	4	2	15	8	5	8	0	0	22	7	4	2007
Total Dias	314	57	26	256	59	29	312	58	29	288	61	32	
%	42	8	4	35	8	4	40	7	4	37	8	4	

Figura 24 – Número de dias com valores inferior à Média, ao valor dos Percentis 10 e 5 e superiores ou iguais à Média, aos Percentis 90 e 95 das duas séries (1901-1919 e 1988-2007) e para os meses de Julho, Agosto e Setembro.

	Outubro 1901-1919						Outubro 1988-2007							Novembro 1901-1919						Novembro 1988-2007							
	<M	<P10	<P5	≥M	≥P90	≥P95	<M	<P10	<P5	≥M	≥P90	≥P95		<M	<P10	<P5	≥M	≥P90	≥P95	<M	<P10	<P5	≥M	≥P90	≥P95		
1900	*	*	*	*	*	*	20	2	1	11	2	1	1988	*	*	*	*	*	*	10	2	2	20	13	4	1988	
1901	20	8	4	11	2	0	5	0	0	26	8	6	1989	22	6	5	8	0	0	9	0	0	21	0	0	1989	
1902	21	0	0	10	0	0	20	2	0	11	0	0	1990	0	0	0	30	26	19	18	8	7	12	0	0	1990	
1903	15	2	1	16	2	0	24	8	3	7	1	0	1991	14	2	0	16	7	0	21	3	3	9	1	1	1991	
1904	5	0	0	26	10	5	27	12	10	4	0	0	1992	13	6	6	17	4	3	9	1	0	21	3	1	1992	
1905	20	4	2	11	4	3	30	8	5	1	0	0	1993	1905	22	10	4	8	0	0	20	4	1	10	1	0	1993
1906	14	2	1	17	3	1	18	2	2	13	1	0	1994	1906	13	0	0	17	2	1	5	0	0	25	1	0	1994
1907	25	6	4	6	0	0	6	0	0	25	7	3	1995	1907	16	3	1	14	0	0	10	1	1	20	8	6	1995
1908	7	1	1	24	9	4	19	1	0	12	3	2	1996	1908	5	0	0	25	4	1	16	5	2	14	0	0	1996
1909	12	3	2	19	6	4	4	1	0	27	9	8	1997	1909	12	3	2	18	1	0	9	1	0	21	1	0	1997
1910	11	0	0	20	3	2	26	2	0	5	1	0	1998	1910	14	3	1	16	1	0	16	3	0	14	5	2	1998
1911	16	2	0	15	2	1	18	2	0	13	3	0	1999	1911	19	2	1	11	0	0	19	6	3	11	1	0	1999
1912	17	1	0	14	0	0	24	9	6	7	1	1	2000	1912	20	5	3	10	3	0	21	3	2	9	0	0	2000
1913	14	2	2	17	2	0	12	0	0	19	3	2	2001	1913	10	2	0	20	1	0	22	9	2	8	1	1	2001
1914	11	1	0	20	5	5	9	2	0	22	6	3	2002	1914	17	2	0	13	0	0	14	2	0	16	3	2	2002
1915	19	3	0	12	2	2	19	5	4	12	2	2	2003	1915	14	1	0	16	0	0	11	0	0	19	2	1	2003
1916	9	2	1	22	7	3	18	2	0	13	1	0	2004	1916	15	0	0	15	0	0	21	0	0	9	1	0	2004
1917	19	8	5	12	2	1	12	0	0	19	5	2	2005	1917	17	0	0	13	1	0	15	6	5	15	1	1	2005
1918	27	10	5	4	0	0	5	0	0	26	6	1	2006	1918	16	1	0	14	0	0	3	0	0	27	9	4	2006
1919	18	4	2	13	0	0	12	0	0	19	3	1	2007	1919	23	10	4	7	0	0	14	3	1	16	4	2	2007
Total Dias	300	59	30	289	59	31	328	58	31	292	62	32		Total Dias	282	56	27	288	50	24	283	57	29	317	55	25	
%	39	7,7	3,9	38	7,7	4	41	7,2	3,9	36	7,7	4		%	39	7,7	3,7	40	6,9	3,3	37	7,4	3,8	41	7,2	3,3	

Figura 25 – Número de dias com valores inferior à Média, ao valor dos Percentis 10 e 5 e superiores ou iguais à Média, aos Percentis 90 e 95 das duas séries (1901-1919 e 1988-2007) e para os meses de Outubro e Novembro.

Registe-se, também, que à excepção dos meses de Janeiro e Abril, todos os outros meses registam aumento (embora com pouca expressão) da frequência de dias com temperatura superior ou igual ao Percentil 95.

Os meses de Março, Setembro, Novembro e Dezembro, destacam-se, também, pelo aumento significativo que apresentam na frequência de dias com temperatura acima da média. No entanto, estes meses distinguem-se entre si, enquanto Dezembro regista um aumento da percentagem de dias com temperatura igual ou inferior ao Percentil 10, os restantes meses apresentam uma relação inversa, ou seja, diminui a frequência de dias com temperatura inferior ao Percentil 10.

Outra conclusão que se extrai é que o mês de Junho é o mês que regista menos variações. Os meses de Março e Setembro são os meses que registam valores mais elevados de aumento da frequência de dias de temperatura igual ou superior à média e ao mesmo tempo registam diminuição do número de dias de temperatura abaixo do Percentil 10, no caso de Março a percentagem de diminuição dos valores abaixo do Percentil 5 é de 2,1%. Isto vem confirmar as conclusões que extraímos da análise já efectuada, ou seja, Invernos com temperaturas extremas (baixas) mais frequentes; Verão com temperaturas extremas (altas) mais frequentes, sobretudo na última década em estudo e estações intermédias com temperaturas extremas (altas) igualmente mais frequentes.

Mês	Jan		Fev		Mar		Abr		Mai		Jun		Jul		Ago		Set		Out		Nov		Dez	
Ano	01-19	88-07	01-19	88-07	01-19	88-07	01-19	88-07	01-19	88-07	01-19	88-07	01-19	88-07	01-19	88-07	01-19	88-07	01-19	88-07	01-19	88-07	01-19	88-07
< M (%)		↑		↑		↓		=		↑		=		↑		↑		↓		↑		↓		↓
< P10 (%)		↓		↑		↑		↑		=		↓		↓		↓		↓		↓		↓		↑
< P5 (%)		↓		↑		↓		↓		=		=		=		↑		↑		=		↑		↓
≥ M (%)		↓		↓		↑		↑		↓		=		↓		↓		↑		↓		↑		↓
≥ P90 (%)		↓		↑		=		↑		↑		=		=		=		↓		=		↑		↓
≥ P95 (%)		↓		↑		↑		↓		↑		↑		↑		↑		↑		=		=		↑

Figura 26 – Variação percentual da frequência de dias com temperatura inferior ao Percentil 5 e ao Percentil P10 e superior ou igual à Média, ao Percentil 90 e ao Percentil 95, relativa aos períodos de 1901 a 1919 e 1988 a 2007 (ver quadro de dados em anexo).

Frequência de dias

- ↑ 0 – 1% ↓ 0 - -1 %
- ↑ 1 – 2 % ↓ -1 - -2%
- ↑ ≥ 2% ↓ ≤ -2%

1.6. Estudo das seqüências dos valores extremos de Temperatura Média

1.6.1. Meses de Inverno

Com esta abordagem pretende-se verificar as alterações, entre os períodos em estudo, em termos de seqüência dos valores extremos. Contabilizaram-se as seqüências de 3 dias a mais de 10 dias com temperatura inferior à média e aos Percentis 25, 10 e 5, nos meses de Dezembro, Janeiro e Fevereiro dos dois períodos em estudo. Sombream-se as seqüências com valores mais altos em cada uma das variáveis.

Pela análise da Figura 27, conclui-se que, em termos globais e no que concerne às seqüências abaixo da média (independentemente do número de dias), a diferença, entre os dois períodos, não é muito significativa, pois verificam-se, apenas, mais 8 ocorrências em 1988-2007, relativamente ao período de 1901-1919. No entanto, se considerarmos que dessas 108 ocorrências 59 (50%) encontram-se abaixo do Percentil 25, mais 10 ocorrências do que no início do século, e que essas ocorrências se verificam, sobretudo, nas seqüências de 7 ou mais dias, o resultado não pode deixar de ser relevante. Do mesmo modo se destacam as ocorrências inferiores ao Percentil 10, visto que as seqüências de 6 dias passam de 0 em 1901-1919 para 5, no período de 1988-2007.

1901-1919				1988-2007				
≤P5	≤P10	≤P25	<M	Nº de dias	<M	≤P25	≤P10	≤P5
6	12	15	24	3 Dias	21	20	12	6
3	6	10	21	4 Dias	15	12	3	3
1	4	8	11	5 Dias	13	8	4	1
1	0	12	10	6 Dias	14	3	5	0
0	0	1	8	7 Dias	5	6	0	0
0	1	2	5	8 Dias	11	5	0	0
0	0	0	3	9 Dias	6	3	0	0
0	0	1	18	≥10 Dias	23	2	0	0
11	23	49	100	SOMA	108	59	24	10

1901-1919	M	P25	P10	P5
Dezembro	10,0	8,4	6,6	5,7
Janeiro	9,1	7,4	6,0	5,2
Fevereiro	9,7	8,19	6,63	5,75

1988-2007	M	P25	P10	P5
Dezembro	10,8	9,0	7,5	6,7
Janeiro	9,9	8,2	6,7	6,0
Fevereiro	10,8	9,2	7,62	6,5

Figura 27 – Ocorrência de dias consecutivos com temperatura média inferior à média da série, ao Percentil 25, ao Percentil 10 e ao P5, nos meses de DEZ, JAN e FEV, para as séries de 1901-1919 e 1988-2007 e respectivos valores de temperatura. Assinalam-se os valores com maior número de ocorrências.

Podemos assim concluir, que não aumentou apenas a ocorrência de temperaturas extremas, mas também o número de ocorrências extremas consecutivas.

1.6.2. Meses de Verão

Relativamente aos meses de Verão, verifica-se um aumento muito significativo da ocorrência de temperatura acima da média em todas as sequências, principalmente nas sequências de 3 e 5 dias (Figura 28). Em relação aos valores acima da média, houve um aumento de 17 ocorrências no período 1988-2007 (contabilizando o conjunto das sequências).

O mesmo acontece em relação às sequências de 3 e 4 dias nos valores de temperatura acima do Percentil 75, mas, neste caso, em termos globais, o número de sequências mantém-se.

Quanto aos valores de temperatura acima dos Percentis 90 e 95, verifica-se, globalmente, uma diminuição do número de ocorrências. No entanto, regista-se um ligeiro aumento nas sequências de 7 e 8 dias.

Isto revela que, em termos globais, comparando os dois períodos em análise, verificaram-se mais 8 ocorrências de temperatura acima da média no período 1988-2007, correspondendo, *grosso-modo*, às sequências de 3 dias, não traduzindo aumentos significativos nos valores extremos.

1901-1919				1988-2007				
≥P95	≥P90	≥P75	≥ M	Nº de dias	≥M	≥P75	≥P90	≥P95
9	10	21	21	3 Dias	28	23	11	5
4	8	8	13	4 Dias	15	14	7	2
0	4	17	9	5 Dias	18	13	0	1
0	4	2	9	6 Dias	9	2	0	0
0	0	7	8	7 Dias	4	2	1	0
0	0	2	7	8 Dias	6	0	2	1
0	0	2	2	9 Dias	3	4	0	0
0	0	4	10	≥10 Dias	13	5	0	0
13	26	63	79	SOMA	96	63	21	9

1901-1919	M	P75	P90	P95
Julho	19,7	21,4	22,7	25,3
Agosto	19,6	20,8	22,7	24,4
Setembro	18,8	20,4	22,5	24,0

1988-2007	M	P75	P90	P95
Julho	20,8	22,2	25,0	26,7
Agosto	21,0	21,9	24,8	26,7
Setembro	19,3	20,6	22,7	24,1

Figura 28 – Ocorrência de dias consecutivos com temperatura média inferior à média da série, ao Percentil 25, ao Percentil 10 e ao P5, nos meses de DEZ, JAN e FEV, para as séries de 1901-1919 e 1988-2007 e respectivos valores de temperatura.

A questão que se coloca é: correspondem estes valores a um maior número de *vagas de frio* e *vagas de calor* no período de 1988-2007?

Não, se o critério utilizado para a sua definição for o da OMM¹⁶. Nos meses correspondentes ao Inverno, o aumento do número de ocorrências de sequências de 3 ou mais dias com temperaturas inferiores ao valor do Percentil 25, não se traduzem em acréscimo de *vagas de frio* como podemos constatar pela Figura 40. Pelo contrário, não há registo de nenhuma vaga de frio.

Relativamente ao Verão, também não há uma grande diferença, exceptuando Julho e Agosto que registam um ligeiro aumento das ocorrências relativas às sequências de 4, 5 e 6 ou mais dias, mas com expressão reduzida.

Concluindo, o Porto, no período de 1988 a 2007, comparativamente com o período 1900-1919, apenas registou, no Verão, mais uma *onda de calor* (Agosto).

1901-1919			1988-2007			
FEV	JAN	DEZ	Nº de dias	DEZ	JAN	FEV
1	0	2	3 Dias	0	0	0
0	0	0	4 Dias	0	0	0
0	0	0	5 Dias	0	0	0
0	0	0	≥ 6 Dias	0	0	0
1	0	2	SOMA	0	0	0

1901-1919			1988-2007			
SET	AGO	JUL	Nº de dias	JUL	AGO	SET
3	3	2	3 Dias	2	2	1
2	1	1	4 Dias	3	1	1
0	0	1	5 Dias	0	1	0
0	0	1	≥ 6 Dias	1	1	0
4	4	5	SOMA	6	5	2

Figura 29 – Ocorrência de dias consecutivos com temperatura média 5°C acima da média diária, nos meses de Inverno (Dezembro, Janeiro e Fevereiro) e de Verão (Julho, Agosto e Setembro), para as séries 1901-1919 e 1988-2007. Assinalam-se os valores com maior número de ocorrências.

¹⁶ Segundo o Instituto de Meteorologia, em consonância com a OMM, considera-se vaga de frio uma sequência de 6 ou mais dias com temperaturas médias 5 °C abaixo do período de referência (normais climatológicas) e vaga de calor, quando a temperatura média de determinado mês, apresenta uma sequência de 6 ou mais dias com temperatura 5 °C acima do período de referência. No nosso caso o período de referência foi a média mensal de cada série, 1901-1919 e 1988-2007

2. A PRECIPITAÇÃO NA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA PORTO – SERRA DO PILAR – ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE 1900-1919 E 1988-2007

3.3. A precipitação anual e mensal

Como podemos constatar pela observação das Figuras 30 e 31, a variabilidade interanual da precipitação é uma constante. No entanto, a média de cada um dos períodos em estudo não é muito diferente, isto é, os quantitativos pluviométricos médios não sofreram alterações entre o início do século XX e a actualidade.

No período de 1900-1919 destacam-se como anos mais pluviosos os anos de 1900 e de 1901 e menos pluviosos os anos de 1906, 1908, 1917 e 1918. No período de 1988-2007, destacam-se como anos mais pluviosos os anos de 1997, 2000, 2001 e 2002 e como anos mais secos 2005 e 2007.

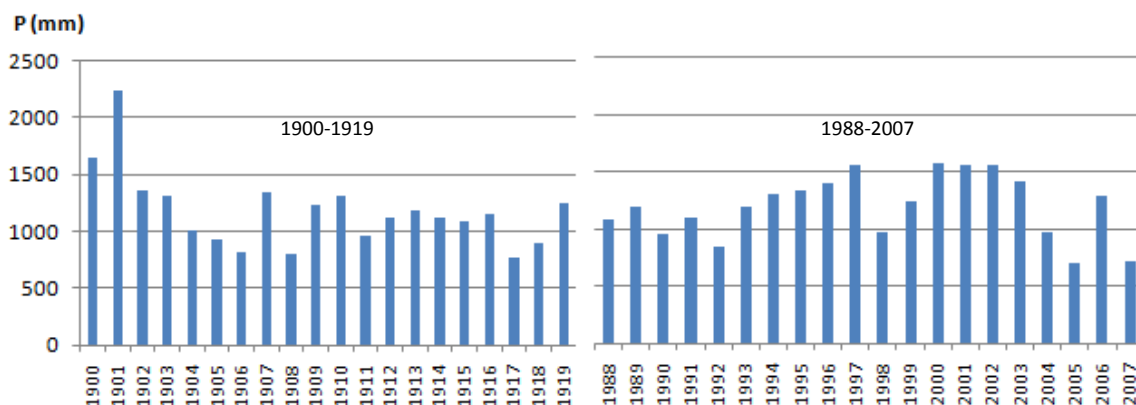


Figura 30 – Precipitação total anual nos períodos de 1900-1919 e 1988-2007

O período de 1900-1919, em termos de evolução, caracteriza-se por uma tendência de diminuição dos quantitativos pluviométricos, visto que, entre 1904 e 1919 há um conjunto de sequências de anos secos, só interrompido em 1907, 1909-1910 e 1913. O período 1988-2007 caracterizou-se por períodos de seca relativamente longos (nomeadamente 1989-1992), intercalados por períodos muito húmidos, igualmente longos (1993-1997 e 1999-2003).

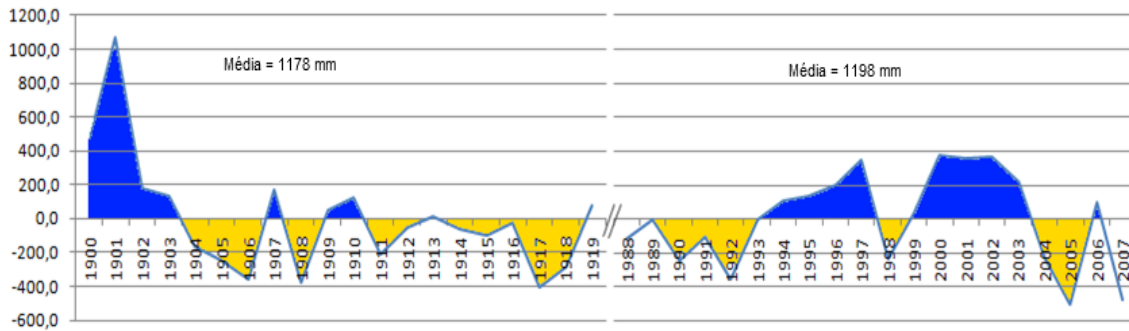


Figura 31 – Distribuição dos anos secos e húmidos nos períodos de 1900-1919 e 1988-2007

Em termos de distribuição mensal, verificam-se grandes alterações entre os dois períodos em análise (Figura 32). Regista-se um aumento de precipitação nos meses de Janeiro, Maio, Julho, Agosto, Outubro e Novembro, com destaque para Outubro que registou um aumento médio de 60 mm, seguido dos meses de Novembro e Janeiro, com aumentos de 39 mm e 28 mm respectivamente. Os meses de Fevereiro, Março, Abril, Junho, e Dezembro, pelo contrário, registam diminuições significativas, com destaque para Fevereiro cujo valor de diminuição médio foi de 58 mm.

Conclui-se que, no período de 1988-2007, o Outono e o Verão são mais chuvosos, com destaque para Outubro e Novembro; aumentou a precipitação em Janeiro e diminuiu em Dezembro e a Primavera tende a ser mais seca, com destaque para os meses de Fevereiro e Março. O mês de Dezembro, tradicionalmente o mês mais chuvoso, deu lugar ao mês de Novembro que é agora o mês com maior precipitação.

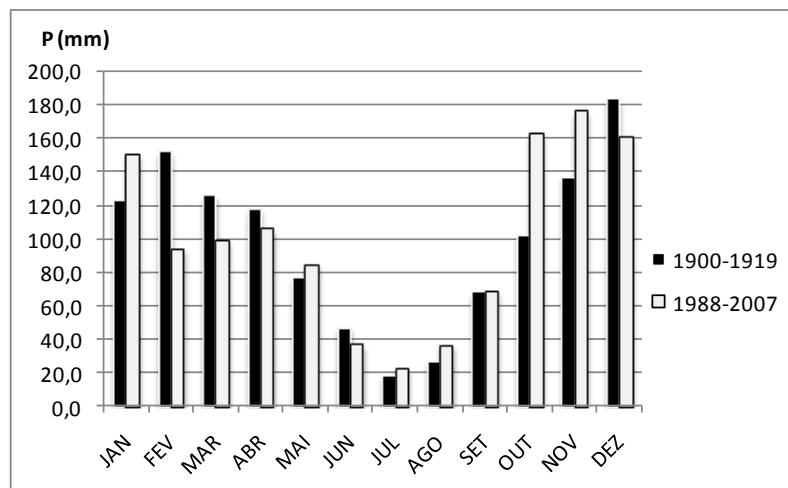


Figura 32 – Comparação dos valores médios mensais de pluviosidade entre os dois períodos (1900-1919 e 1988-2007)

No período de 1900-1919 tínhamos como meses mais pluviosos os meses correspondentes ao Inverno, ou seja, Dezembro, Janeiro e Fevereiro. No período de 1988-2007, mantém-se Dezembro como o mês mais chuvoso, seguido dos meses de Outono

(Outubro e Novembro), alterando-se, significativamente, o padrão de distribuição de Inverno. Relativamente ao período estival, salvo as variações atrás referidas, mantém-se o *padrão tipo*.

Confrontando estes dados com a informação da Figura 33, concluiu-se que a precipitação nos meses em que esta é mais abundante, correspondentes aos meses de Outono e Inverno (Janeiro, Outubro e Novembro), verifica-se uma diminuição da frequência relativa nos escalões dos 101-150 mm e dos 151-200 mm. Nos meses de Julho e Agosto diminui a frequência nos escalões dos 51-100 mm e dos 101-150 mm e predomina no escalão do 0-50 mm.

Nos meses em que menos precipitação absoluta, há uma tendência para diminuir a precipitação relativa no escalão dos 0-50 mm e aumentar no escalão dos 151-200 mm.

Em termos globais, os meses de Verão apresentam predomínio de frequência no escalão dos 0-50 mm e os meses de maior precipitação absoluta (Inverno e Outono) apresentam predomínio de frequência no escalão dos 51-100 mm, *grosso-modo*.

P (mm) %	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
0-50	10	30	10	35	35	60	100	90	55	25	10	15
51-100	40	10	25	25	50	30		5	25	35	25	15
101-150	15	15	40	30		10		5	10	15	20	15
151-200	15	5	10		5				5	15	20	10
201-250	15	25	5	5	10						15	15
251-300	5	5	10					5	10	10	10	15
301-350												5
351-400		5										10
401-450		5										
>451				5								

P (mm) %	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
0-50	20	40	35	20	30	80	85	80	40	10	10	20
51-100	20	20	40	45	35	10	15	10	40	15	35	25
101-150	15	15	10	20	20	10		10	5	20		10
151-200	20	20	5	5	10				15	20	20	15
201-250	10	5	5		5					15	5	5
251-300				5						15	15	10
301-350	10									5	5	10
351-400	5										5	
401-450				5								
>451	5										5	

Figura 33 – Distribuição de frequência relativa dos totais mensais de precipitação nos dois períodos em análise (1900-1919 e 1988-2007). As classes com maior representatividade relativa encontram-se realçadas a negro.

As Figuras 34 e 35 colocam em evidência a elevada variabilidade intermensal nas duas séries¹⁷. A irregularidade é de tal forma acentuada que é difícil encontrar padrões de comportamento ao longo dos anos, isto é, nem sempre um ano muito seco corresponde a meses muito secos ou vice-versa. Do mesmo modo, anos muito pluviosos podem registar

¹⁷ As figuras foram elaboradas com base na classificação do Instituto de Meteorologia Espanhol (Garcia, 1995). Segundo este critério, um mês/ano é *muito seco* quando o total mensal/anual de precipitação é inferior ao 1º Quintil; é *seco* quando os valores se encontram entre o 1º e o 2º Quintil, é *normal* quando os valores se encontram entre o 2º e o 3º Quintil, é *húmido* quando os valores se encontram entre o 4º e o 5º Quintil e é *muito húmido* quando os valores de precipitação total mensal/anual são superiores ao 5º Quintil.

meses muito secos, sendo o inverso igualmente verificável. É claro que, em termos globais, a um ano seco corresponde o predomínio de meses secos e vice-versa.

Comparando as alterações verificadas entre os dois períodos no que concerne à variabilidade intermensal e interanual (Figura 36), verifica-se uma redução do número de meses secos e muito húmidos e um aumento do número de meses muito secos, normais e húmidos. Em termos anuais verifica-se uma diminuição muito significativa do número de anos muito húmidos e um aumento, igualmente acentuado, do número de anos médios.

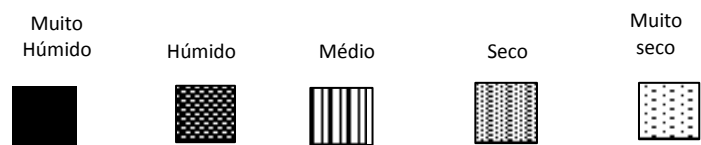
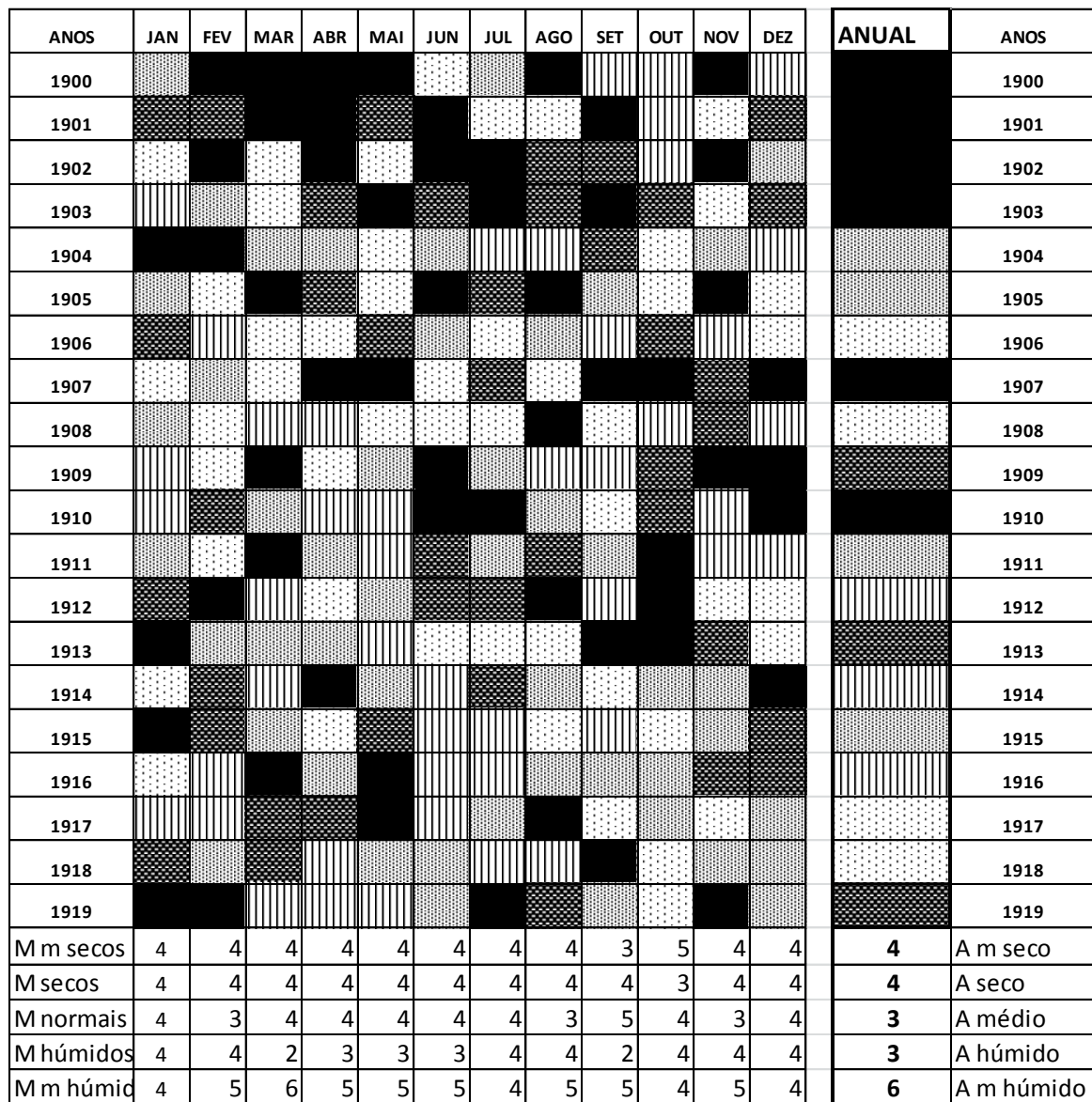


Figura 34 – Distribuição dos meses e anos muito secos, secos, normais, húmidos e muito húmidos, referentes ao período 1900-1919.

Concluiu-se desta análise, que parece haver uma tendência para a intensificação da variabilidade intermensal e da diminuição da variabilidade interanual. DESSAI, S. e TRIGO, R. (1999, p. 3) referem que “a precipitação média anual registada sobre o território continental de Portugal não sofreu alterações estatisticamente significativas durante o século XX. No entanto, a distribuição sazonal da precipitação ao longo do ano hidrológico (definido de Outubro a Setembro do ano seguinte, cobrindo a estação chuvosa) sofreu importantes alterações” - o que confirma os nossos resultados.

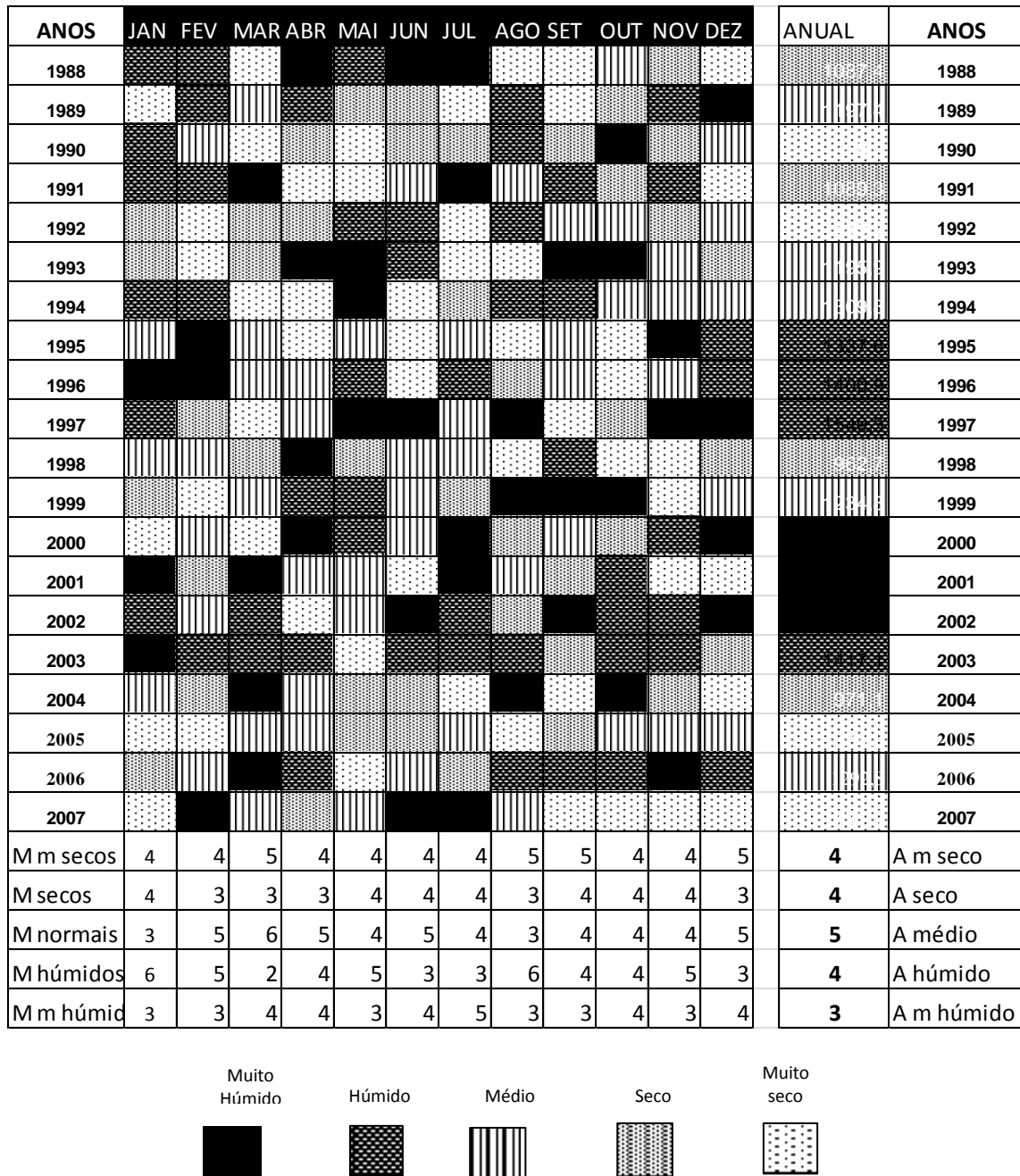


Figura 35 – Distribuição dos meses e anos muito secos, secos, normais, húmidos e muito húmidos, referentes ao período 1988-2007.

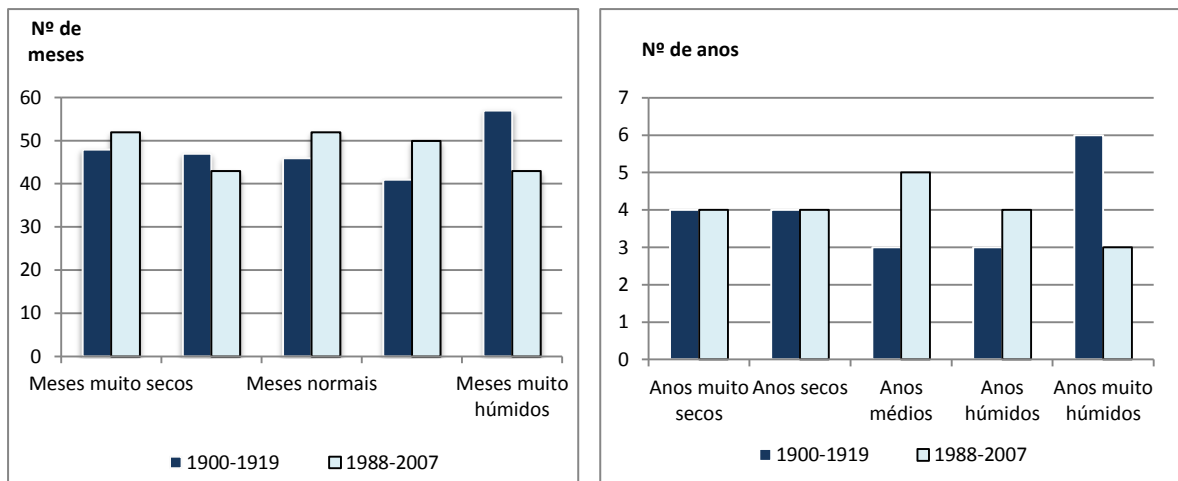


Figura 36 - Comparação das características pluviométricas dos meses e dos anos das duas séries (1900-1919 e 1988-2007)

MONTEIRO (1993), a propósito da distribuição da precipitação no período de 1971-72 a 1991-92 referem haver alterações nos padrões de distribuição nesses vinte anos, comparativamente com a série secular das estações meteorológicas que serviram de base ao estudo (Porto-Serra do Pilar e Coimbra IGU). Referem ainda a existência de uma maior desorganização no padrão de distribuição da precipitação ao longo do ano, com destaque para os meses de Novembro, Janeiro, Abril, Maio, Junho e Agosto, indo ao encontro dos resultados por nós obtidos. Outra conclusão que é tirada pelos autores é a de que parece haver uma diminuição da precipitação nos meses tradicionalmente mais pluviosos, o que poderá confirmar, mais uma vez, o que atrás referimos.

3.2. Os valores diários de precipitação

Analisando agora os valores de precipitação diária¹⁸ (Figura 37) e de um modo global, parece verificar-se uma diminuição da variabilidade intra-mensal no período de 1988-2007, comparativamente com os dados do início do século XX, confirmando, portanto, o que havíamos constatado antes. Enquanto no período de 1900-1919 a variabilidade intra-mensal era maior nos meses de Abril a Outubro em todas as variáveis, no período de 1988-2007, essa é maior nos meses de Inverno.

¹⁸ Os dados foram tratados em percentagem pelo facto de haver inúmeras lacunas nos dados diários na série 1900-1919.

Outra conclusão que se extrai da Figura 37 é o acentuado aumento, entre os dois períodos em análise, da frequência de dias sem precipitação ao longo de quase todo o ano, com particular destaque para os meses de Julho, Dezembro, Maio, Setembro e Fevereiro. Exceptuam-se os meses de Janeiro, Abril e Outubro que registam valores abaixo do período 1900-1919, embora sem expressão (Figura 38). Verifica-se ainda, uma diminuição na frequência de registos superiores ou iguais à média, principalmente no Verão. Ou seja, constata-se um aumento da precipitação nos meses de Julho e Agosto (Figura 32), mas sem ocorrência de valores extremos.

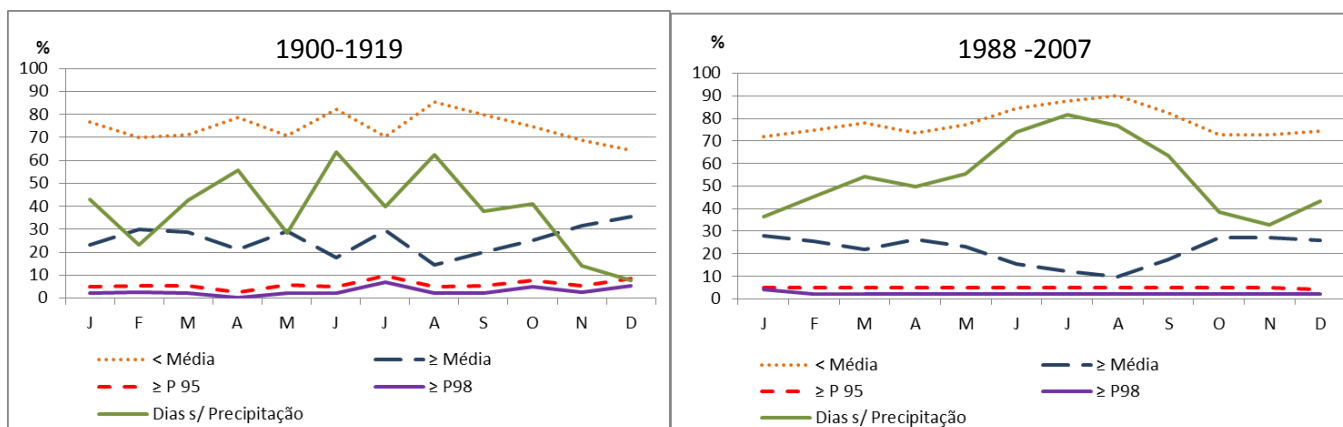


Figura 37 - Comparação dos valores diários de precipitação inferior à média, superior ou igual à média e aos Percentis 90 e 95 e dos dias sem precipitação das duas séries (1900-1919 e 1988-2007).

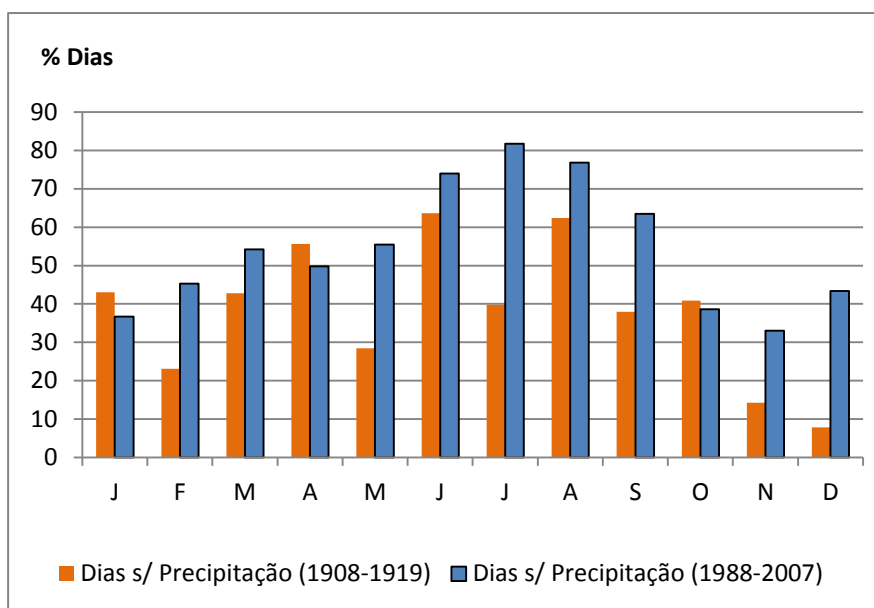


Figura 38 - Comparação da percentagem de dias sem precipitação, entre os dois períodos em estudo (1900-1919 e 1988-2007).

Em termos de dispersão dos valores diários de precipitação e no que diz respeito aos coeficientes de variação (Figura 39) registam-se aumentos nos meses de Fevereiro e Março, de Maio a Setembro e em Novembro e Dezembro, destacando-se os meses de Julho e Março por registarem maiores aumentos de coeficientes de variação. Pelo contrário, Janeiro, Abril e Outubro registam uma diminuição da dispersão dos valores de precipitação.

Verifica-se uma relação directa entre o aumento da frequência do número de dias sem precipitação e o aumento dos coeficientes de variação.

Relativamente à distribuição mensal do desvio padrão (Figura 40), verifica-se um aumento desta variável em todos os meses, sem excepção, com destaque para Outubro, por ser o mês com o registo mais elevado.

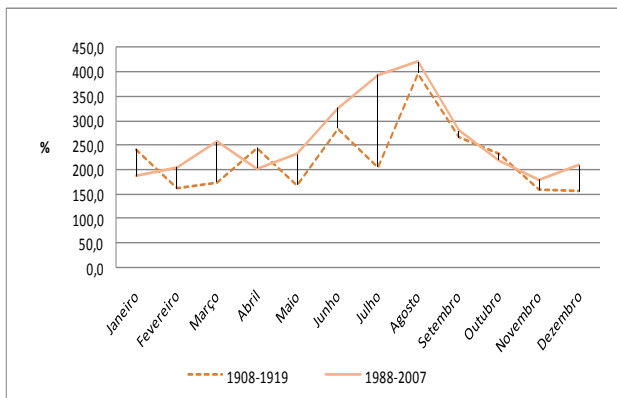


Figura 39 - Comparação do Coeficiente de Variação entre os dois períodos (1900-1919 e 1988-2007).

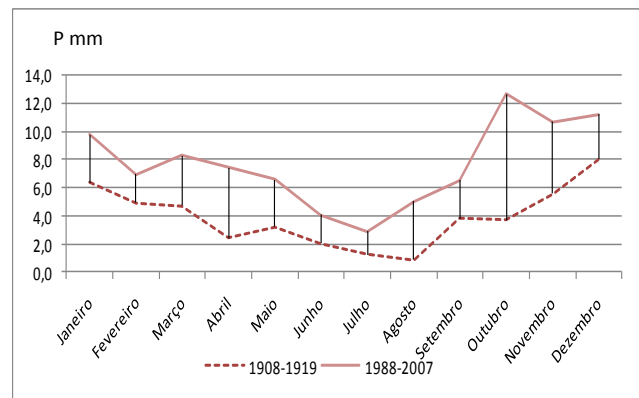


Figura 40 - Comparação do Desvio Padrão entre os dois períodos (1900-1919 e 1988-2007).

4. PRINCIPAIS CONCLUSÕES RESULTANTES DA ANÁLISE DOS ELEMENTOS CLIMÁTICOS

4.1.A Temperatura

As temperaturas médias registaram entre o início do século XX e a actualidade um aumento de 1,06 °C. No entanto, o aumento dá-se sobretudo nas temperaturas médias máximas, com um aumento de 1,8 °C. As temperaturas mínimas registaram um aumento de 0,4 °C, tendo os valores de variação oscilado entre 1,2 °C em Outubro e -2 °C em Abril.

Em termos de distribuição mensal refira-se que em todos meses há aumento da temperatura média, com destaque para Março e Outubro. Estes são os meses que registam aumentos mais significativos tanto das médias máximas, como das médias mínimas, com realce para Março que regista um aumento de 2,2 °C de temperaturas médias.

O aumento da temperatura verifica-se, sobretudo, a partir de 1995, com destaque para os anos de 1995, 1997, 2003 e 2006.

A variabilidade interanual continua a demarcar-se como elemento característico do clima, no entanto, a variabilidade intra-anual tende para um aumento acima da média, em quase todos os meses, com excepção dos meses de Inverno.

Relativamente aos valores extremos de temperatura média, em termos globais não se verificam alterações muito significativas, embora se denote uma tendência ligeira para haver Invernos com maior frequência de temperaturas extremas baixas e Verões com maior frequência de temperaturas extremas altas. Aquilo que se demarca, realmente, é a tendência verificada para aumentarem os valores quer acima da Média, quer dos Percentis 90 e 95 nos meses de Março, Setembro, Novembro e Dezembro. Pelo contrário, os meses de Fevereiro, Agosto, Abril e Outubro revelam uma tendência de aumento dos valores inferiores à média e/ou aos Percentis 10 e 5.

Globalmente, e tendo em conta os registos sequencias relativos aos meses de Inverno há, no período de 1988-2007, um aumento do número de dias consecutivos com temperatura abaixo da Média e do Percentil 25, na ordem dos 7,5% e 16% respectivamente, apresentando-se as sequências de 8 ou mais dias, abaixo da média e do

P25, com uma expressão bastante significativa, comparativamente com o período de 1901-1919.

Nos meses de Verão verifica-se um aumento significativo das ocorrências sequenciais, de 3 ou mais dias com temperatura acima da Média (11%), correspondendo, sobretudo, às sequências de 3 e 4 dias. Quanto às ocorrências superiores ao Percentil 75, estas mantêm-se, diminuindo as ocorrências acima dos Percentis 90 e 95.

Ainda referente aos paroxismos climáticos e relativamente aos meses de Inverno (Dezembro, Janeiro e Fevereiro), constata-se que o aumento da ocorrência de sequências de 3 ou mais dias de temperatura inferior à Média e ao Percentil 25, não se traduz em aumento do número de *vagas de frio*. O mesmo se passa em relação ao Verão (Julho, Agosto e Setembro). Apesar de haver um aumento das ocorrências de sequências acima da Média, a frequência de *vagas de calor* não regista alterações entre os dois períodos em estudo. Verifica-se, apenas, mais uma *vaga de calor* em Agosto, o que não é, de todo, significativo.

4.2.A Precipitação

A variabilidade interanual mantém-se e os quantitativos pluviométricos médios anuais não sofreram alterações de relevo entre o início do século XX e a actualidade.

O mesmo não se pode dizer em relação à variabilidade intra-anual. Concluiu-se que, no período de 1988-2007, o Outono e o Verão são mais chuvosos, com destaque para Outubro e Novembro; aumentou a precipitação em Janeiro e diminuiu em Dezembro e a Primavera tende a ser mais seca, com destaque para os meses de Fevereiro e Março.

No período de 1988-2007, mantém-se o mês de Dezembro como mais pluvioso do ano, mas agora seguido dos meses de Outubro, Novembro e Janeiro e não dos meses de Fevereiro, Novembro e Janeiro, como no início do século

Relativamente ao período estival, salvo o ligeiro aumento da precipitação em Julho e Agosto, mantém-se o *padrão tipo*.

Comparando as alterações verificadas entre os dois períodos no que concerne à variabilidade intermensal e interanual, verifica-se uma redução do número de meses secos

e muito húmidos e um aumento do número de meses muito secos, normais e húmidos. Em termos anuais verifica-se uma diminuição muito significativa do número de anos muito húmidos e um aumento, igualmente acentuado, do número de anos médios. Concluiu-se desta análise, que parece haver uma tendência para a intensificação da variabilidade intermensal e da diminuição da variabilidade interanual.

Relativamente aos valores de precipitação diária parece verificar-se uma diminuição da variabilidade intra-mensal no período de 1988-2007, comparativamente com os dados do início do século XX.

Outra conclusão é o acentuado aumento da frequência de dias sem precipitação ao longo de quase todo o ano, com particular destaque para os meses de Julho, Dezembro, Maio, Setembro e Fevereiro.

Verifica-se uma relação directa entre o aumento da frequência do número de dias sem precipitação e o aumento dos coeficientes de variação.

Relativamente à distribuição mensal do desvio padrão, verifica-se um aumento desta variável em todos os meses, sem excepção, com destaque para Outubro, por ser o mês com o registo mais elevado.

Verificado este conjunto de alterações no ritmo climático da região do Porto, levanta-se uma série de questões: Como explicar estas alterações? O que traduzem estas alterações do ponto de vista atmosférico? Ter-se-á alterado o ritmo das situações sinópticas em Portugal, nomeadamente na Região Norte? A ocorrer alterações sinópticas, será que estas explicam, pelo menos em parte, este quadro climático?

No ponto que se segue iremos estudar as possíveis alterações no ritmo meteorológico, em Portugal Continental, de modo a encontrar respostas para as questões acima colocadas.

III - ANÁLISE DAS SITUAÇÕES SINÓPTICAS, QUE AFECTAM O NOROESTE DE PORTUGAL CONTINENTAL - ESTUDO COMPARATIVO ENTRE 1900-1919 E 1988-2007

Depois de feito o estudo dos elementos climáticos temperatura e precipitação entre os dois períodos em foco e extraídas as principais conclusões, torna-se necessária uma análise das condições sinópticas no sentido de encontrar uma relação de causalidade entre as alterações climáticas constatadas no ponto anterior e as possíveis alterações no ritmo meteorológico. Para tal proceder-se-á a uma análise comparativa das situações sinópticas incidente em dois períodos bem distintos: de 1900 a 1919 e de 1988 a 2007.

Esta análise tem como objectivo principal saber se, entre o início do século e a actualidade se verificaram alterações nos comportamentos da circulação geral da atmosfera à latitude da Península Ibérica, mais propriamente do Noroeste Peninsular, espaço geográfico no qual se inscreve a nossa área de estudo. Pretende-se, assim, e a existirem, verificar se essas alterações são capazes de, de algum modo, justificar as possíveis alterações no comportamento climático à escala regional.

Na elaboração deste estudo tivemos como base teórica de apoio a classificação de situações sinópticas de Catarina Ramos (1986), à qual tivemos que fazer uma adaptação/simplificação face aos constrangimentos detectados, que descreveremos a seguir.

1. CRITÉRIOS DE ANÁLISE UTILIZADOS

Com base na classificação sinóptica de Catarina Ramos (1986), foram estudadas as hipóteses de abordagem. Aqui surgiu-nos um problema: a grande diversidade de situações sinópticas à superfície, quer depressionárias, quer anticiclónicas contempladas e a dificuldade de encaixar cada uma das situações em concreto, nas classificações pré-definidas.

A solução passou por dois passos essenciais: a) fazer uma simplificação da classificação de Catarina Ramos, nas situações à superfície b) analisar as situações sinópticas em termos de estabilidade/instabilidade atmosférica, tendo-se atendido, para tal, ao valor médio isobárico (1013 hPc), no caso concreto à isóbara dos 1015 hPc.

Em termos gerais, consideraram-se as seguintes situações: a) *situação depressionária*, quando a isóbara dos 1015 hPc de um centro barométrico atinge o Norte de Portugal Continental, sendo depois classificada como sendo estacionária ou com possibilidade de perturbação frontal; b) *margens anticiclónicas*, quando a isóbara dos 1020 hPc de um centro barométrico se encontra, *grosso modo*, à latitude ou longitude de Portugal Continental; c) *Situações anticiclónicas*, quando Portugal Continental se encontra sob a influência de um centos de altas pressões, tendo-se agrupado os anticiclones mistos num único grupo e os anticiclones ibero-africano e ibero-mediterrânico, num outro. No Quadro 2 está especificada cada uma das situações sinópticas referidas.

Relativamente à classificação em altitude manteve-se a classificação de Catarina Ramos com pequenas alterações (ver Quadros 3 e 4 em anexo), no entanto, dado que as cartas sinópticas do período 1900-1919 não contemplam essa variável, as situações em altitude não serão objecto de análise neste estudo, servindo, apenas, como meio de confirmação de situações sinópticas à superfície que suscitem dúvida e necessitem de melhor ponderação.

Outro aspecto a referir prende-se com a escala de análise, ou seja, como a área de estudo deste trabalho é o NW de Portugal Continental, estabeleceu-se como limite de referência a área a Norte do Tejo.

Quadro 3 - Critérios de classificação sinóptica aplicados à superfície

SITUAÇÕES SINÓPTICAS À SUPERFÍCIE		
Nº Cód.	Situações Depressionárias	
1	Depressões estacionárias	Consideram-se depressões estacionárias todas as situações depressionárias que, independentemente da sua orientação, tendem a permanecer no mesmo local durante algum tempo (2 ou mais dias). Quando um centro depressionário estacionário se encontra localizado ligeiramente a Oeste da Península Ibérica, está, geralmente, associado a situações de bloqueio em altitude. Consideraram-se, também, as depressões de origem térmica, no Verão.

2	Depressões com possibilidade de perturbação frontal	Consideraram-se depressões com possibilidade de perturbação frontal quando: o deslocamento do centro depressionário é de Oeste para Este (<i>grosso modo</i>), o gradiente barométrico é muito elevado, o valor barométrico da isóbara central é muito baixo e a evolução da depressão é rápida.
Situações Anticiclónicas		
3	Anticiclone atlântico zonal	Consideraram-se quando o anticiclone se encontra localizado sobre o Oceano Atlântico, apresentando uma configuração isobárica relativamente uniforme no sentido W-E. Está associado a uma circulação zonal rápida, ocorrendo, sobretudo, no Inverno.
4	Anticiclones mistos	Consideraram-se todos os anticiclones mistos, quer localizados sobre o Oceano Atlântico, quer estendidos pela Europa. Englobam-se os anticiclones: de fim de família; com apófise polar; estendido pela Europa e ligados ao anticiclone europeu.
5	Anticiclone europeu	Consideraram-se quando o anticiclone térmico europeu se estende no sentido NE-SW, sendo a Península Ibérica atingida pelo mesmo.
6	Anticiclone ibero – africano/mediterrânico	Consideraram-se quando o centro de altas pressões está localizado entre a Península Ibérica e o Norte de África e/ou sobre a bacia do mediterrâneo. Portugal é afectado por este tipo de anticiclone, sobretudo no Inverno, pois, na maior parte das vezes, tem origem térmica.
7	Anticiclone subtropical	Designado, também, por Anticiclone dos Açores, este anticiclone pode ocorrer ao longo de todo o ano. No entanto, é mais frequente nos meses de verão. Está associado à deslocação para Norte da faixa das altas pressões subtropicais. Portugal é muito afectado por este anticiclone dada a sua proximidade em relação à localização desta célula.
8	Margens anticiclónicas	Consideraram-se margens quando a isóbara dos 1020 hPa se encontrava localizada, <i>grosso-modo</i> , sobre a faixa costeira portuguesa ou sobre a região centro, isto é, nas situações em que as depressões de Oeste se encontravam bastante afastadas e o anticiclone em questão apresentava uma localização marginal relativamente ao território nacional. Refira-se que esta situação sinóptica é muito frequente.
Colos e Pântanos		
9	Colos	Consideraram-se quando Portugal Continental se encontrava entre dois anticiclones.
10	Pântanos	Consideraram-se quando o gradiente barométrico era muito baixo, não sendo visíveis centros de pressão e em que a pressão era alta.

A análise global e de pormenor que fazemos neste capítulo tem como objectivo sistematizar de forma genérica e simplificada do comportamento da atmosfera no início e no final do século XX.

A análise e classificação das 14760 cartas de superfície, correspondentes aos períodos 1900 a 1919 e de 1988 a 2007, utilizando os critérios apresentados no Quadro 2, permitiu aglutinar em *diagramas síntese* as situações anticiclónicas e as situações depressionárias¹⁹ independentemente do tipo.

Relativamente à análise de pormenor, passar-se-á a ter como base fundamental os diferentes tipos de situações sinópticas e a sua distribuição e variabilidade no tempo, procedendo-se, igualmente, à sistematização dos resultados em quadros síntese e à expressão gráfica dos mesmos.

Assim, começaremos por elaborar um gráfico que nos permita comparar, globalmente a variabilidade da distribuição das diferentes situações sinópticas, nos dois períodos em estudo. Seguidamente, e depois de verificadas as situações mais frequentes, proceder-se-á à análise gráfica e à elaboração de diagramas síntese de pormenor, que nos permitirá extrair com maior rigor a informação fundamental.

A base metodológica assentará numa abordagem do geral para o particular e de uma análise periódica para a comparativa.

2. ANÁLISE DA FREQUÊNCIA DE SITUAÇÕES SINÓPTICAS NOS PERÍODOS DE 1900 A 1919 E DE 1988 A 2007

2.1. Período de 1900 a 1919

Do resultado do tratamento dos dados neste período de vinte anos, e em termos globais, constata-se que há um predomínio claro das situações anticiclónicas, comparativamente com as situações depressionárias (Figura 41). As primeiras representam

¹⁹ Quando nos referimos a situações anticiclónicas e depressionárias, referimo-nos a situações de estabilidade e instabilidade atmosférica, respectivamente. Esta questão vem na sequência do que já foi referido na metodologia e que diz respeito à ausência, nas cartas sinópticas da representação gráfica das frentes, o que nos levou a optar pelo critério já referido, ou seja, o valor das linhas isobáricas.

57% das ocorrências totais dos vinte anos em estudo. As situações depressionárias, representam 33% e as situações de colos e pântanos barométricos 10%.

Tendo em conta apenas as situações de estabilidade e instabilidade (Figura 41), verifica-se que, em todos os anos do período em estudo, a percentagem de situações anticiclónicas é sempre superior às situações depressionárias, sendo a média aritmética do período de 64% e 36% dos dias do ano, respectivamente. Com percentagens mais elevadas de ocorrências anticiclónicas (superiores à média que é de 64%) destacam-se os anos de 1900, 1905 e 1906, com 70% das ocorrências totais e 1918 e 1919 e 1901 e 1914, com 66% e 68% respectivamente.

Relativamente às situações depressionárias destacam-se os anos de 1902, 1907, 1908, 1909, 1915, 1916 e 1917 por registarem valores percentuais abaixo da média da série, com realce para os anos de 1909 e 1915 com 45% de ocorrências (9% acima da média).

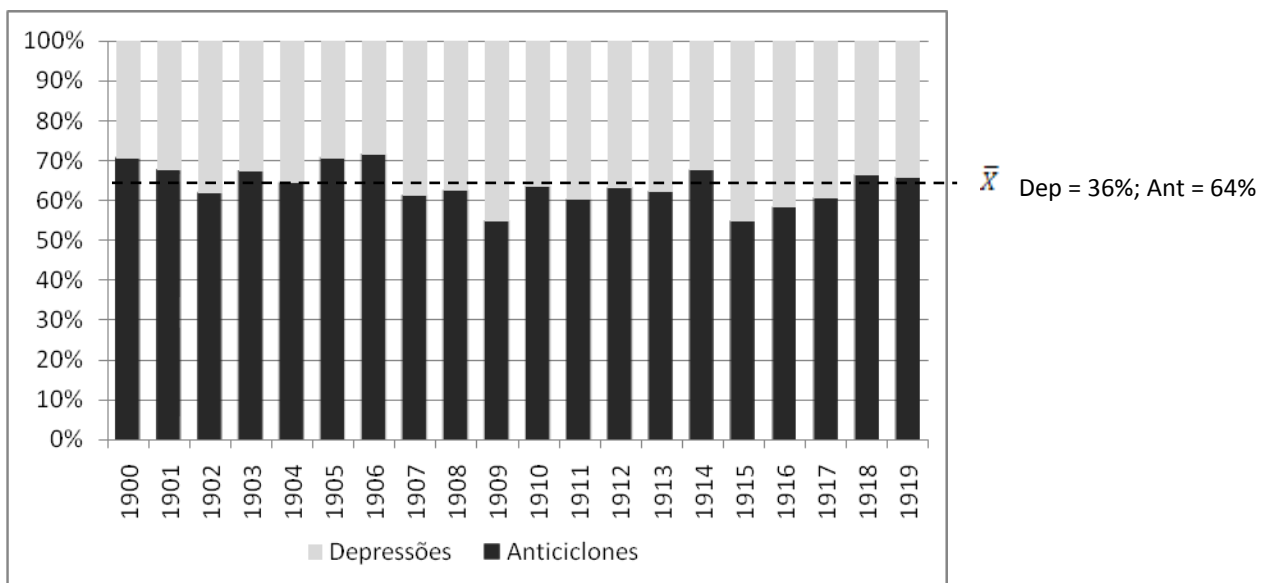




Figura 41 - Percentagem de situações anticiclónicas e de situações depressionárias, por ano, ao longo da série 1900-1919 (correspondendo a 7380 cartas sinópticas).

Circulação à superfície (1900-1919)

	1900		1901		1902		1903		1904		1905		1906		1907		1908		1909		1910		1911		1912		1913		1914		1915		1916		1917		1918		1919	
	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D		
Janeiro	23	7	22	8	29	0	13	13	22	8	23	6	28	2	26	5	21	9	21	4	25	6	25	5	9	18	13	16	19	7	17	14	31	0	8	19	13	17	16	13
Fevereiro	5	22	17	10	4	23	26	2	15	14	26	2	24	3	18	9	28	0	14	11	19	8	22	3	9	19	14	9	9	19	13	15	16	12	11	15	22	0	6	19
Março	15	14	15	13	17	12	23	4	12	17	15	12	19	9	27	2	18	10	10	20	18	10	14	17	17	13	15	11	20	10	11	18	4	25	18	12	13	14	17	14
Abril	24	4	16	8	5	20	18	9	21	8	11	12	17	11	11	18	16	14	11	14	16	12	16	13	19	6	11	18	20	7	21	7	14	11	15	11	9	21	17	10
Maiο	21	9	13	14	26	2	14	13	18	5	21	6	12	19	7	21	15	15	13	11	22	8	17	13	13	13	17	12	25	4	10	15	16	8	8	18	17	10	12	7
Junho	22	6	21	5	17	11	15	7	15	10	15	10	14	7	19	4	12	11	12	13	17	9	19	10	18	9	28	0	25	4	15	11	20	4	15	5	23	6	27	0
Julho	17	7	23	6	20	5	25	5	13	8	26	0	21	5	22	5	22	4	26	3	16	11	18	8	20	9	22	3	22	7	23	5	22	7	17	5	21	6	29	0
Agosto	31	6	19	5	18	11	16	8	17	7	18	6	19	8	22	1	18	10	23	4	19	9	16	8	17	14	21	7	24	5	17	9	16	11	15	14	23	0	20	4
Setembro	19	2	16	12	20	8	12	11	14	11	17	11	25	2	16	8	15	3	8	17	20	7	14	8	17	6	11	17	19	8	18	7	18	7	17	5	12	13	14	11
Outubro	16	8	25	5	22	8	16	9	14	11	21	8	12	12	8	21	8	20	13	14	11	16	8	20	19	11	7	23	22	8	19	9	19	8	21	5	23	8	22	6
Novembro	16	12	22	7	9	17	23	6	21	6	11	17	18	11	13	16	13	15	9	14	17	13	10	14	29	1	21	5	13	16	9	19	10	18	26	0	15	13	12	18
Dezembro	28	3	15	14	19	10	12	17	22	8	24	6	26	5	11	18	17	11	11	16	15	15	15	10	25	6	26	4	14	16	9	21	5	26	16	14	28	3	21	10

Quadro 4 – Distribuição das situações anticiclónicas e depressionárias no período de 1900-1919, por frequência mensal (correspondendo a 7380 cartas sinópticas).

 N.º de situações anticiclónicas > n.º de situações depressionárias
 N.º de situações depressionárias > n.º de situações anticiclónicas

A – Situação anticiclónica
 D – Situação depressionária

Analisando os dados em termos de frequência mensal ao longo da série Figura 42)²⁰, podemos verificar uma predominância clara das situações anticiclónicas, comparativamente com as situações depressionárias, em todos os meses, com excepção do mês de Novembro, em que a percentagem de meses com predomínio de situações anticiclónicas é igual à percentagem de meses com predomínio de situações depressionárias.

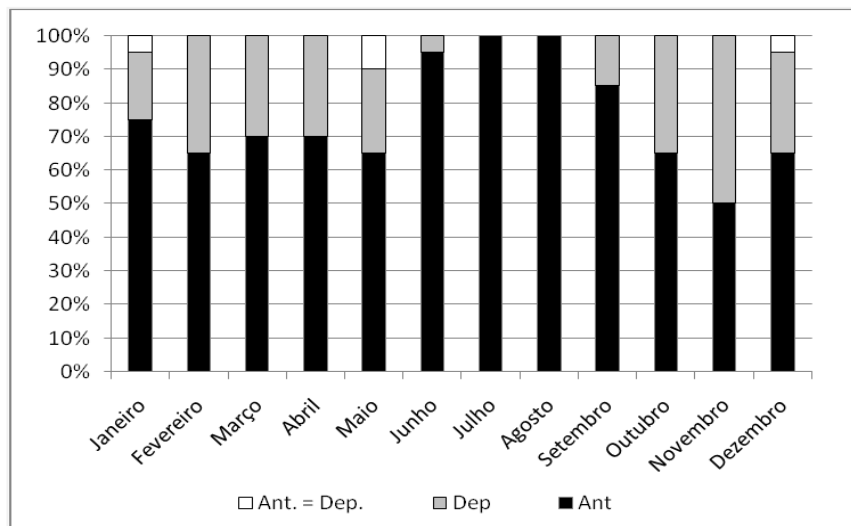


Figura 42 - Percentagem de meses com predomínio de situações anticiclónicas e de situações depressionárias entre 1900 e 1919.

Desta distribuição destacam-se, também, os meses de Julho e Agosto, pelo facto de, em 100% dos meses se verificar o predomínio das situações anticiclónicas. Destacam-se, ainda os meses de Junho e Setembro, pelas elevadas taxas de predomínio de situações anticiclónicas verificadas nos vinte anos em estudo, sendo estas, de 95% e 84 %, respectivamente.

Em todos os restantes meses a predominância de frequência de situações anticiclónicas é superior a 60%. Os meses que apresentam maior número de situações em que houve predomínio de situações depressionárias correspondem a Novembro, Dezembro, Outubro e Fevereiro, meses correspondentes ao Inverno, nas nossas latitudes, oscilando os valores entre os 50% em Novembro e os 35 % nos restantes meses.

Da análise feita até ao momento podemos, desde já, concluir a existência de uma variabilidade interanual, relativamente significativa no que respeita às situações sinópticas que afectam Portugal Continental, mas também, que, nos primeiros vinte anos do século,

²⁰ Considera-se que há predominância quando um determinado tipo de situação sinóptica é superior a 16 dias, nos meses de 30 e 31 dias e superior a 14 ou 15, nos meses de Fevereiro, consoante se trate de ano comum ou bissexto, respectivamente.

as situações de abrigo aerológico tinham um peso muito significativo nas condições atmosféricas do nosso país.

2.2. Período de 1988 a 2007

No período 1988 a 2007 verifica-se, na globalidade, e à semelhança do período 1900-1919 e, também, à semelhança dos valores referidos por Catarina RAMOS (1986) para o período 1974/75-1979/80, uma predominância das situações anticiclónicas, comparativamente com as situações depressionárias e mal definidas (colos e pântanos). Assim, as situações anticiclónicas representam 52%, as depressionárias 37% e as situações mal definidas 11%.

Tendo em conta apenas as situações anticiclónicas e depressionárias, as primeiras registam uma média aritmética de 59% e as segundas de 41%. Pela observação da Figura 43 constata-se uma elevada irregularidade interanual no registo, nos dois tipos de situações sinópticas. Constata-se, ainda, e no que se refere às situações anticiclónicas, os anos de 1988, 1990, 1992, 1998, 2003, 2004 e 2007, foram os que apresentaram maior percentagem de ocorrência de abrigo aerológico²¹. Em todos estes caso o valor foi superior à média (59%), com destaque para o ano de 1990, cuja percentagem foi de 72%.

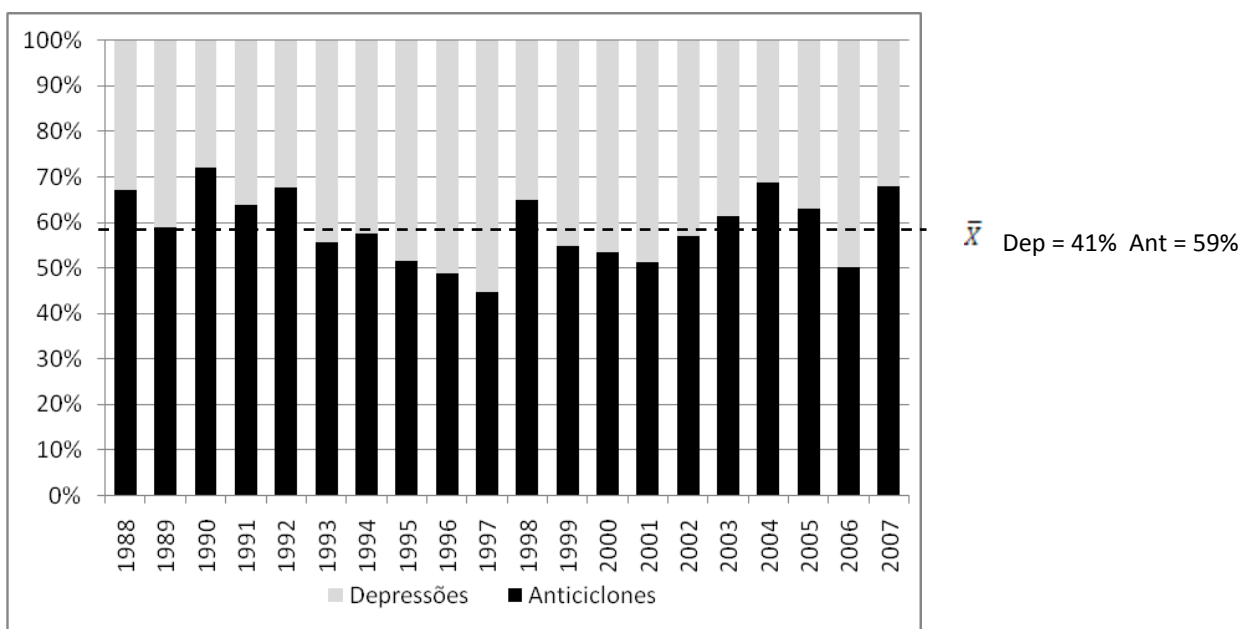




Figura 43 - Percentagem de situações anticiclónicas e de situações depressionárias, por ano, ao longo da série 1988-2007 (correspondendo a 7380 cartas sinópticas).

²¹ Situações anticiclónicas que impedem a penetração de ar instável (associado a situações depressionárias), mantendo as condições de estabilidade atmosférica, às vezes por longos períodos.

Circulação à superfície (1988-2007)

	1988		1989		1990		1991		1992		1993		1994		1995		1996		1997		1998		1999		2000		2001		2002		2003		2004		2005		2006		2007	
	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D		
Janeiro	27	4	24	6	23	8	27	2	25	2	26	3	19	10	25	6	1	29	9	18	19	12	19	10	23	6	12	17	27	3	21	9	26	4	28	0	19	10	26	3
Fevereiro	21	7	18	7	22	4	8	14	20	2	25	2	10	14	20	6	16	12	25	0	21	6	24	4	26	0	18	8	22	3	16	8	19	9	15	11	10	13	17	10
Março	25	6	28	3	28	2	6	23	13	0	14	10	22	1	24	7	5	22	24	4	23	4	13	17	20	9	7	22	10	17	15	8	17	9	16	11	12	18	27	4
Abril	14	13	10	19	20	10	14	9	15	10	11	19	18	12	9	19	12	11	12	8	7	22	16	13	3	25	19	9	13	13	8	18	13	14	15	12	12	16	16	11
Maio	12	19	10	16	24	6	24	4	15	13	3	27	5	23	8	14	12	16	4	24	4	19	5	22	11	15	8	15	14	14	21	5	13	12	15	13	15	11	14	16
Junho	16	14	21	6	19	9	22	6	11	16	10	13	16	7	10	16	17	6	6	19	18	8	17	12	16	7	12	15	14	9	10	11	20	2	18	8	7	19	14	16
Julho	22	7	26	4	25	6	18	9	20	3	22	8	15	8	16	12	20	5	19	12	20	7	12	16	11	19	10	16	17	11	27	3	21	4	19	9	12	13	21	6
Agosto	14	17	14	11	16	7	12	14	13	12	14	13	11	14	17	10	17	7	7	20	17	9	9	16	16	12	15	11	15	8	11	12	17	9	19	9	14	17	16	15
Setembro	27	2	15	10	22	8	14	9	20	6	11	15	17	12	17	11	9	13	8	10	11	14	9	18	6	14	8	18	8	15	22	2	18	7	21	5	11	12	13	12
Outubro	14	17	22	8	12	17	16	11	11	17	9	22	9	16	9	16	20	8	11	20	23	4	12	12	21	7	7	18	12	15	8	17	6	18	8	21	8	21	18	7
Novembro	19	10	6	24	20	10	16	11	26	2	9	12	18	10	8	17	22	7	2	28	24	2	21	8	10	19	25	2	13	16	13	16	23	5	13	16	15	12	25	5
Dezembro	29	2	5	25	20	11	27	4	14	14	27	0	21	6	6	25	4	26	16	14	23	6	25	2	12	19	23	5	16	13	18	11	22	5	23	8	29	1	26	5

Quadro 5 – Distribuição das situações anticiclónicas e depressionárias no período 1988-2007, por frequência mensal (correspondendo a 7380 cartas sinópticas).

 N.º de situações anticiclónicas > n.º de situações depressionárias
 N.º de situações depressionárias > n.º de situações anticiclónicas

A – Situação anticiclónica
 D – Situação depressionária

Relativamente às situações depressionárias, destacam-se os anos de 1993 a 1997, 1999, 2000, 2001 e 2006, por apresentarem valores percentuais superiores à média do vinténio, com relevo para 1997, cujo valor foi de 56%.

Em termos de distribuição mensal (Figura 44), os meses de Dezembro, Janeiro, Fevereiro e Julho, salientam-se por serem aqueles em que os valores de predominância de situações anticiclónicas são mais elevados, oscilando entre os 75% e os 85%.

Dos meses atrás mencionados destacam-se os meses de Janeiro e Fevereiro, visto que essa predominância ocorre acima dos 80%, ou seja, entre 19 e 21 dias em média, dos referidos meses da série. No período (1974-75 a 1979-80) estudado por Catarina RAMOS (data), Dezembro, Janeiro e Fevereiro são meses em que há predominância das situações depressionárias, no entanto, MONTEIRO e GANHO (1993) referem, a propósito da justificação da seca de 91-92 e 92-93, que as situações de abrigo aerológico se ficaram a dever a um elevado aumento de situações anticiclónicas durante o período de Inverno. É claro que não podemos extrapolar para uma generalização, no entanto, tentaremos, na análise de pormenor, verificar se se trata de uma anomalia ou de uma tendência. Os meses de Junho, Agosto e Setembro apresentam percentagens entre 60% e 65%, correspondendo estes a 14 e 19 dias de situações anticiclónicas, em média, valores inferiores aos do Inverno, com excepção do mês de Julho (Figura 44).

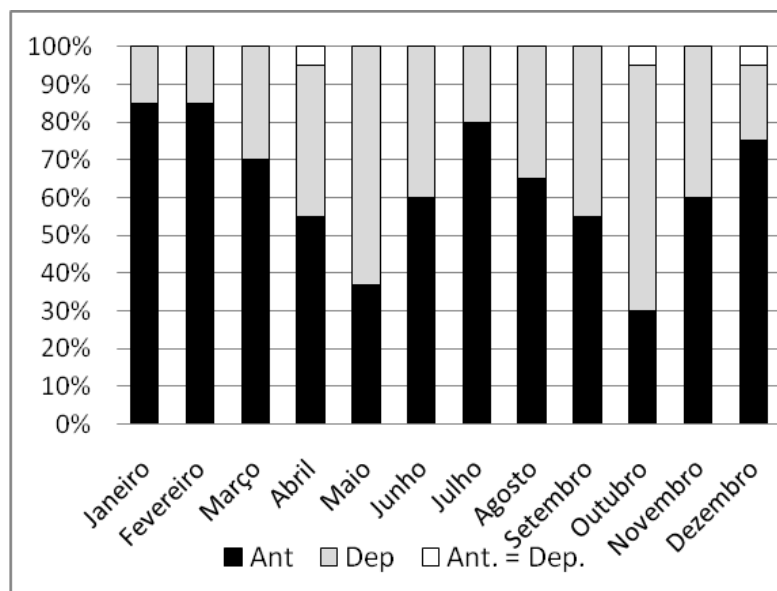


Figura 44 - Percentagem de meses com predomínio de situações anticiclónicas e de situações depressionárias entre 1988 e 2007.

Os meses com maior número médio de dias de situações depressionárias são os de Abril, Maio e Junho, com destaque para Maio, cuja percentagem é de 63%, correspondendo a 15 dias em média e para os meses de Setembro, Outubro e Novembro, com destaque para Outubro, em que, no período em estudo, o predomínio de ocorrência mensal de situações depressionárias é de 70%, correspondendo, em média, a 15 dias de situações depressionárias.

Numa primeira análise dos dados globais ressalta a hipótese de estarmos perante uma alteração no padrão de distribuição das condições atmosféricas típicas para Portugal nestas últimas duas décadas. A conclusão que se tira é a de que há um aumento das situações de abrigo aerológico nos meses de Inverno e que nos meses de Verão há um aumento das situações de instabilidade atmosférica. Tendo em linha de conta o referido por Catarina RAMOS e Ana MONTEIRO (1997), os meses de Dezembro e Janeiro são meses determinantes nos anos secos/húmidos. Segundo as mesmas autoras, quando estes meses são menos chuvosos, os meses de Verão, nomeadamente o Agosto, tendem a ser mais chuvoso. Sabendo que as situações de secas estão relacionadas com o predomínio de situações anticiclónicas (abrigo aerológico) e que os meses mais húmidos estão relacionados com uma maior frequência de situações depressionárias, pensamos ser possível fazer este tipo de inferência.

3. ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE OS PERÍODOS DE 1900 A 1919 E DE 1988 A 2007

3.1. Análise comparativa, global, entre os dois períodos em estudo

Comparando os dois períodos em estudo, 1900-1919 e 1988-2007, podemos concluir que se verifica uma semelhança em matéria de predomínio na frequência das situações anticiclónicas. No entanto, no período de 1900 a 1919 a frequência de situações anticiclónicas, é mais significativa do que no período de 1988 a 2007, sendo que no período do início do século, a média dos meses com situações anticiclónicas é de 57% e no período mais actual é de 52%. A diminuição de situações anticiclónicas foi compensada por uma

aumento das situações depressionárias, tendo passado de 33% para 37%. Quanto às situações mal definidas a percentagem é idêntica 10 e 11% respectivamente (Figura 45).

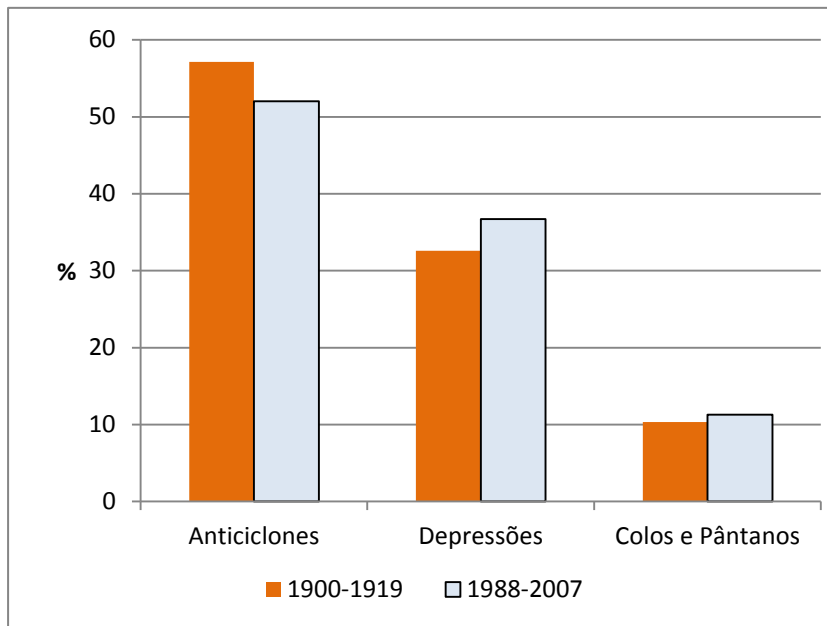


Figura 45 – Comparação da percentagem de situações anticiclónicas e de situações depressionárias entre os períodos de 1900 -1919 e de 1988-2007.

Se no global a diferença não é muito significativa, o mesmo não acontece na análise mensal, sendo, neste caso, essa diferença bastante acentuada, em termos comparativos. Assim, e pela observação da Figura 46²², e, no que se refere às situações anticiclónicas, verificamos uma grande variabilidade na sua distribuição mensal, com destaque para os meses de Novembro a Fevereiro, em que se verifica um aumento significativo das situações de abrigo aerológico nos últimos 20 anos, comparativamente com os 20 primeiros anos do século XX. Nos restantes meses, passa-se o inverso, o número de situações depressionárias é bastante maior no período de 1988 a 2007, com particular destaque para os meses de Maio a Outubro, com excepção do mês de Março, cujos valores são iguais nos dois períodos (Figura 46).

²² O cálculo destes valores foi efectuado a partir dos dados dos quadros 4 e 5 aplicando a média aritmética aos dados anuais por frequência mensal.

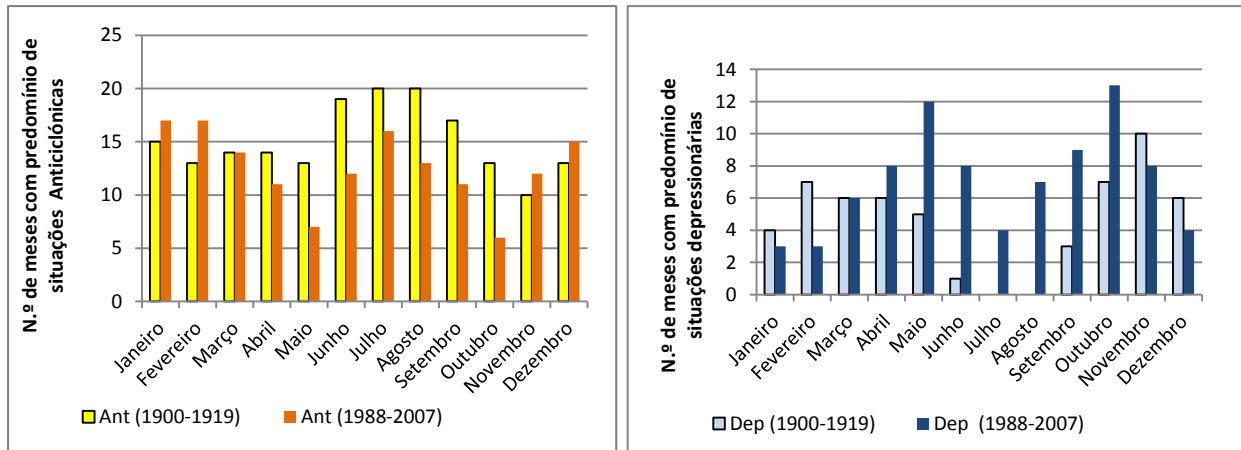


Figura 46 – Comparação da frequência do predomínio mensal de situações anticiclónicas e depressionárias entre 1900-1919 e 1988-2007.

Assim, nos meses correspondentes ao Verão - Junho, Julho, Agosto e Setembro – há uma maior frequência de estabilidade atmosférica, no período correspondente ao início do século XX, em comparação com o período de 1988 a 2007. Neste último, as situações de instabilidade atmosférica são muito mais frequentes ao longo de todo o ano, com um aumento particular na Primavera, no Verão e no Outono, com maior relevância nos meses de Maio a Outubro.

Em termos de frequência anual das situações sinópticas de estabilidade e instabilidade, constata-se que no período de 1900 a 1919 há uma grande regularidade no padrão de distribuição, com excepção do ano de 1909, em que o número de meses com predomínio de situações depressionárias foi superior às situações anticiclónicas, sendo a diferença anual, em média, de 9 meses com predomínio de frequência de situações anticiclónicas e de 3 meses com predomínio de frequência de situações depressionárias (quadros 4 e 5).

O mesmo não acontece em relação ao período de 1988 a 2007, em que, em 5 dos 20 anos se verifica o predomínio de frequência mensal de situações depressionárias, com destaque para os anos de 1997, 2001 e 2006. É, ainda, de referir, que dos 20 anos em estudo, 8 apresentam 6 ou mais meses com predomínio de situações depressionárias, mesmo os restantes anos, apresentam maior número de situações depressionárias comparativamente com o período de 1900 a 1919.

Os dados do Quadro 6 permitem-nos realçar as significativas alterações na frequência das diferentes situações sinópticas entre o início do século e a actualidade. Assim, nos

últimos vinte anos em estudo (1988-2007) ocorreram entre Maio e Agosto mais 51, 64, 57 e 71 dias de situação de depressões estacionárias, respectivamente, verificando-se o inverso em relação aos meses de Fevereiro, Março Outubro e Novembro, em que se regista uma diminuição de 31, 57, 34 e 75 dias, respectivamente. Isto revela uma alteração muito significativa no padrão de distribuição anual deste tipo de situação sinóptica.

O mesmo acontece em relação às situações de depressão com possibilidade de perturbação. Neste caso, Abril, Outubro e Novembro, registam mais 46, 96 e 69 dias, respectivamente. Com diminuição, apenas se destaca o mês de Fevereiro, que regista uma diminuição de 44 dias. No entanto, no cômputo final, observa-se uma diminuição significativa do número de dias de situações depressionárias em Fevereiro e Março e um aumento bastante acentuado, das mesmas situações nos meses de Verão.

Relativamente às situações anticiclónicas, passa-se o inverso relativamente ao atrás descrito. No caso do Anticiclone Atlântico Misto, este regista um aumento na ordem dos 40 dias mensais entre Novembro e Março. Se a isto acrescentarmos o aumento da frequência do Anticiclone Ibero - africano/mediterrânico, que regista em Fevereiro e Março mais 18 e 36 dias, constatamos que, no período de 1988-2007, os meses de Inverno são bastante mais soalheiros do eram no início do século. Pelo contrário, os meses de Verão (de Julho a Setembro), registam, em média, menos 40 dias mensais de situações de Anticiclone atlântico Misto e menos 46 dias mensais, em média, de situações de Anticiclone Subtropical. Estas constatações parecem ser reveladoras de acentuadas alterações nos estados de tempo tipicamente de Verão, entre o início do século e a actualidade.

À semelhança de algumas das nossas conclusões referentes ao ponto dois deste estudo, e como referem MONTEIRO e GANHO (1993) a propósito das alterações no padrão interanual da distribuição da precipitação da década de 83-93, podemos concluir que parece existir uma relação *causa-efeito* entre as alterações no padrão da distribuição da precipitação e as alterações verificadas ao nível da baixa atmosfera. Coloca-se a questão: será que esta tendência manifestada no início dos anos 80 se acentua ou pelo contrário? O Gráfico e o Quadro que se seguem permitem-nos responder a esta questão.

Quadro 6

Diferença na ocorrência dos diferentes tipos de situações sinópticas entre 1900-1919 e 1988 e 2007
 (valores absolutos = dias)

Situação sinóptica	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1	-3	-31	-57	3	51	64	57	71	13	-34	-75	-16
2	-12	-44	-3	46	30	13	12	25	26	96	69	-15
3	-12	3	-19	-5	-2	-7	0	0	-5	-3	-8	6
4	37	43	40	-31	-7	-16	-49	-37	-43	-12	25	48
5	-3	-8	2	-2	-6	-1	0	-13	-14	-5	-22	11
6	-1	18	36	-5	-9	-2	0	-2	3	4	19	19
7	-17	-5	-21	-4	-47	-40	-30	-66	-8	-30	-11	-60
8	18	4	-7	-4	-9	-9	27	13	32	-24	8	3
9	-9	14	9	20	12	21	8	17	7	10	-4	0
10	2	6	2	-18	-13	-23	-25	-14	-11	-4	-7	4

≥ 60	
40 - 60	
20 - 40	
0 - 20	
0 - _20	
_20 - _40	
_40 - _60	
≤ -60	

Legenda

- 1 | Centros depressionários estacionários
- 2 | Centros depressionários com possibilidade de perturbação
- 3 | Anticiclone atlântico zonal
- 4 | Anticiclones mistos
- 5 | Anticiclone europeu
- 6 | Anticiclone ibero - africano/mediterrânico
- 7 | Anticiclone atlântico subtropical
- 8 | Margens anticiclónicas
- 9 | Colos
- 10 | Pântanos

Globalmente, apesar de as alterações não serem muito significativas, há, na última década em estudo, uma diminuição das situações anticiclónicas. O Quadro 7 é bastante mais elucidativo, permite-nos constatar que há uma acentuação da tendência de alteração das situações sinópticas verificadas e descritas anteriormente, ou seja, o fenómeno é visível nos últimos 20 anos, mas intensificou-se nos últimos 10 anos.

Relembrando as nossas conclusões relativas às alterações nos elementos climáticos, refira-se que as grandes alterações se processaram nos últimos 10 anos. Estamos perante mais um elemento de convergência entre os dois campos de análise.

Quadro 7

Diferença na ocorrência dos diferentes tipos de situações sinópticas entre a década de 1988-1997 e a década de 1998 e 2007 (valores absolutos = dias)

Situações sinópticas	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1	7	13	12	6	-4	4	36	17	28	2	-10	-19
2	-21	-9	29	17	-16	-9	-6	-24	-7	-14	-20	-33
3	6	-6	1	1	4	0	0	0	0	0	4	7
4	10	5	-6	-12	-3	-5	-1	-15	-14	-8	33	20
5	-27	-5	-10	-2	-5	0	-1	0	1	-2	0	5
6	-8	-5	-12	-2	1	0	0	0	-5	-5	-17	8
7	18	24	8	-13	6	-5	-49	6	-8	10	12	4
8	15	-10	-10	15	0	8	18	23	-7	-5	4	4
9	-3	-3	5	-10	7	3	3	-6	9	15	-5	3
10	3	-4	1	0	10	4	0	-1	3	7	-2	1

≥ 30	
20_30	
10_20	
0_10	
0_-10	
10-20	
20-30	
≤ -30	

Legenda

- 1 | Centros depressionários estacionários
- 2 | Centros depressionários com possibilidade de perturbação
- 3 | Anticiclone atlântico zonal
- 4 | Anticiclones mistos
- 5 | Anticiclone europeu
- 6 | Anticiclone ibero - africano/mediterrânico
- 7 | Anticiclone atlântico subtropical
- 8 | Margens anticiclónicas
- 9 | Colos
- 10 | Pântanos

Em síntese, actualmente ocorrem bastantes mais situações de instabilidade atmosférica, principalmente, nos meses não correspondentes ao Inverno, comparativamente com o início do séc. XX, onde as situações anticiclónicas eram muito mais frequentes, sobretudo no Verão (Junho a Outubro).

Parece-nos ser possível estabelecer uma relação, na generalidade e para o mesmo período, entre o regime das precipitações ao longo de um determinado período de tempo e as situações sinópticas, salvaguardando-se embora as devidas diferenças²³.

²³ A variabilidade da precipitação depende das situações sinópticas mas também dos factores climáticos em geral, nomeadamente a temperatura superficial do oceano. A este respeito, GOMES, P.T. (1998), refere que a

3.2. Tipos de situações sinópticas – comparação entre os dois períodos

Como podemos constar na análise global dos resultados dos dois períodos em estudo, as diferenças são bastante substanciais, no entanto, em matéria de ocorrência das diferentes situações sinópticas, o mesmo não é tão significativo.

Pela análise da Figura 47, podemos verificar que as situações sinópticas mais frequentes, à semelhança do que é referido por Catarina RAMOS (1986) e em matéria de situações anticiclónicas, são os anticiclones mistos, os anticiclones subtropicais e as margens anticiclónicas. Relativamente a este grupo de anticiclones, destaca-se, pela análise do gráfico, uma diminuição substancial dos anticiclones subtropicais, cuja explicação se prende com o aumento de situações depressionárias nos meses em que este anticiclone é mais frequente, ou seja, nos meses de Junho a Novembro. Regista-se, também um aumento das margens anticiclónicas e dos anticiclones ibero-africano-mediterrânico, entre os dois períodos em estudo.

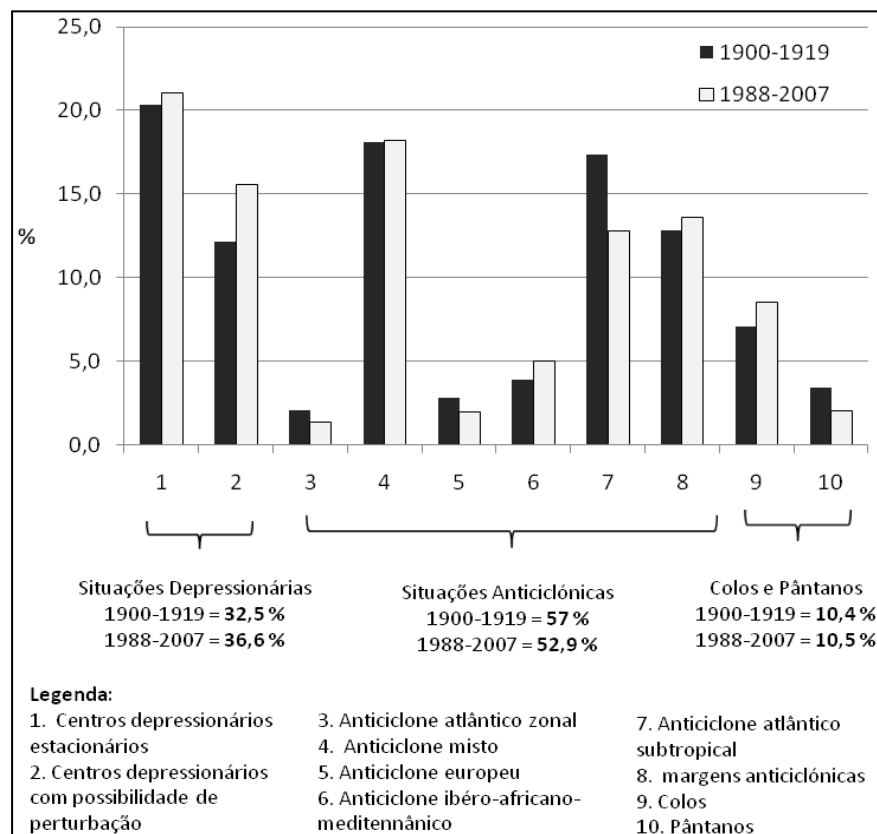


Figura 47 – Comparação da frequência das diferentes situações sinópticas entre 1900-1919 e 1988-2007.

variabilidade da precipitação em Portugal está dependente da NAO (Oscilação do Atlântico Norte) mas também da TSO (Temperatura Superficial do Oceano).

Em matéria de situações depressionárias, quer estacionárias, quer com possibilidade de perturbação, estas apresentam, um aumento da sua frequência entre os dois períodos, com maior relevo para as depressões com possibilidade de perturbação. Relativamente às situações mal definidas, verifica-se um aumento das situações de colo e uma diminuição das situações de pântano barométrico.

3.2.1. Situações depressionárias

Comparando as situações depressionárias entre os dois períodos em estudo, constata-se que, no que respeita às depressões estacionárias (Figura 48), estas ocorrem com muito maior frequência na Primavera e nos meses de Verão²⁴, sobretudo de Abril a Setembro. Os meses de Inverno são os que registam valores mais baixos. Os dois períodos em estudo, apesar dos afastamentos verificados, seguem o mesmo padrão de distribuição.

Os meses que registam maiores afastamentos, em relação à média, correspondem aos meses de Março, Novembro, Maio, Junho, Julho e Agosto, verificando-se um aumento muito significativo entre 1900-1919 e 1988-2007. Nos meses de Fevereiro e Março e Outubro e Novembro verifica-se, pelo contrário, uma redução das situações depressionárias estacionárias no período de 1988-2007. Os meses de Janeiro, Abril, Setembro e Dezembro não registam alterações.

Podemos concluir que, no diz respeito às situações depressionárias estacionárias, as diferenças são bastante significativas, em termos de frequência média mensal nos dois períodos em estudo. Assim, aumentaram, significativamente, as situações depressionárias estacionárias nos meses de Verão e diminuíram nos meses de transição estacional. Os meses de Inverno não sofreram alterações, bem como Abril e Setembro.

Relativamente às situações depressionárias com possibilidade de perturbação (Figura 49), o padrão de distribuição, ao longo do ano, é muito semelhante nos dois períodos em estudo, verificando-se, uma maior concentração destas situações sinópticas nos meses de Outubro a Abril, enquanto os restantes meses apresentam valores mais baixos, com destaque para Julho e Agosto. Em termos de desvios entre os dois períodos, estes ocorrem, sobretudo, nos meses de Outubro, Novembro e Abril, revelando um aumento acentuado no período actual (1988-2007), comparativamente com o início do século. Fevereiro é o único mês que

²⁴ Conceito de estação do ano baseado nas características térmicas (ver nota da página 34).

regista diminuição no período mais recente. Os restantes meses registam, igualmente, um aumento no período mais recente, embora sem grande significado.

Concluindo, nos dois períodos em estudo, os meses de Inverno, sobretudo Dezembro e Janeiro não se registam grandes alterações em matéria de ocorrência de situações depressionárias. No período temporal mais recente observa-se um aumento das situações depressionárias estacionárias no Verão e um aumento das depressões com possibilidade de perturbação na Primavera e Outono.

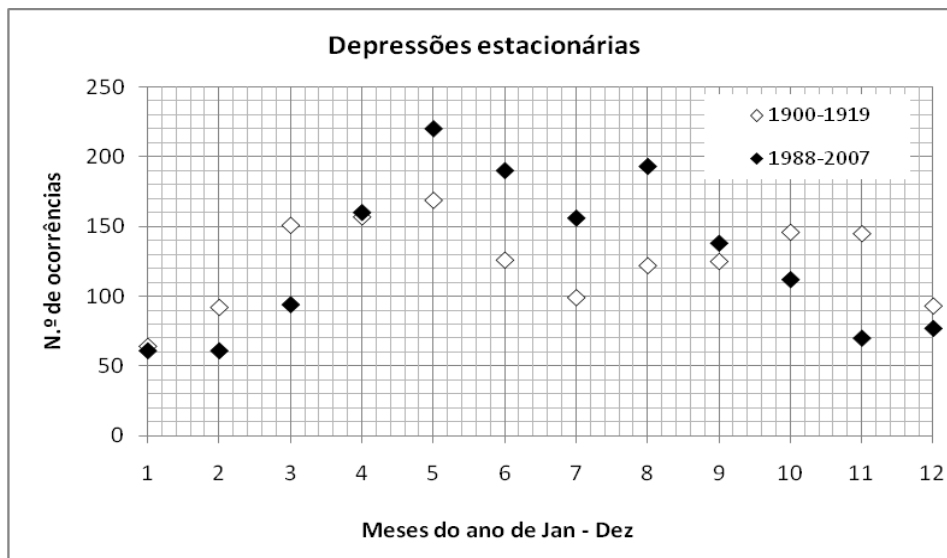


Figura 48 – Distribuição média mensal das situações sinóticas depressionárias estacionárias nos períodos de 1900 a 1919 e de 1988 a 2007.

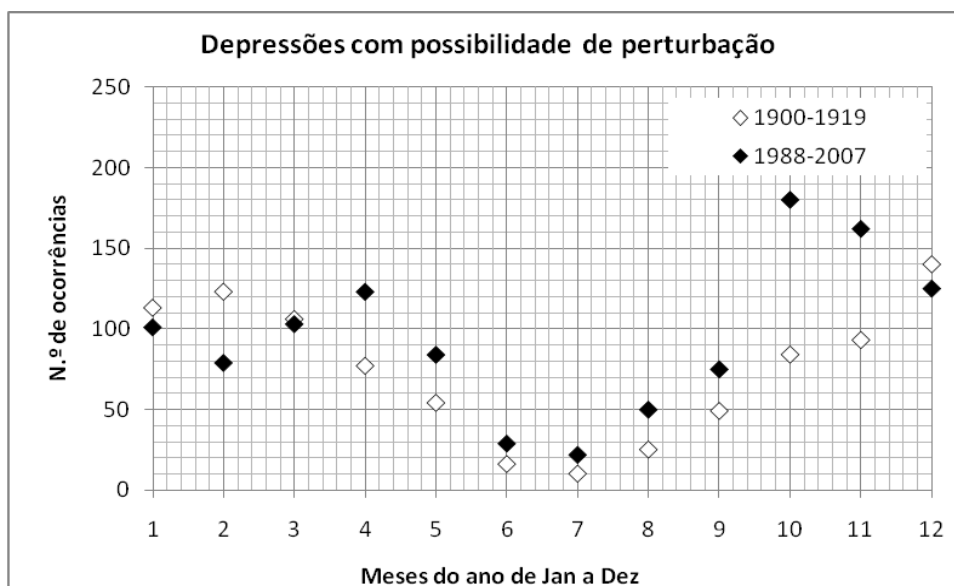


Figura 49 – Distribuição média mensal das situações sinóticas depressionárias com possibilidade de perturbação no período de 1900 a 1919 e de 1988 a 2007.

3.2.2. Situações anticiclónicas

Como já foi referido anteriormente, em termos de situações anticiclónicas predominam, largamente, em ambos os períodos em análise, os anticiclones mistos, os anticiclones subtropicais e as margens anticiclónicas, daí que privilegiaremos a análise destes três tipos de anticiclones (Figuras 50, 51 e 52).

Assim, e pela leitura dos gráficos das situações anticiclónicas mais frequentes, constata-se que os padrões de distribuição anual, nos dois períodos em estudo, são muito semelhantes em cada um dos tipos de anticiclones, com destaque para a frequência das margens anticiclónicas, que não registam alterações de relevo. Comparando em termos globais, o ritmo de frequência dos anticiclones mistos é inversamente proporcional aos anticiclones subtropicais e às situações de margens anticiclónicas, isto é, os anticiclones mistos registam valores mais elevados nos meses de Outubro a Março e os anticiclones subtropicais e as margens anticiclónicas ocorrem no Verão, sobretudo de Junho a Setembro.

Em termos comparativos entre 1900-1919 e 1988-2007, e no que se refere ao Anticiclone Atlântico Misto (Figura 50), verifica-se um aumento deste tipo de situação sinóptica no período de 1988-2007, sobretudo no Inverno e início da Primavera (entre Novembro e Março), verificando-se o inverso nos restantes meses, com destaque para os meses de Verão (Julho, Agosto e Setembro).

Relativamente ao Anticiclone Subtropical (Figura 51), dependente que está da deslocação da faixa das altas pressões subtropicais, as maiores frequências ocorrem sobretudo nos meses de Verão, embora se manifeste ao longo de todo o ano, porém com muito menor expressão. Em termos comparativos, verifica-se uma diminuição generalizada da sua frequência, isto é, no período de 1988-2007 este tipo de situação sinóptica ocorre com menor frequência do que no início do século, embora essa diferença não seja muito significativa, com excepção do mês de Agosto, que apresenta um desvio considerável.

Quanto às situações de margens anticiclónicas (Figura 52), e como já foi referido, o padrão de distribuição ao longo do ano, entre os dois períodos, não revela grandes desvios, com excepção dos meses de Julho, Agosto e Setembro que registam um ligeiro aumento.

Concluindo, no período de 1988-2007 verifica-se uma diminuição das situações anticiclónicas, relativamente significativa, sobretudo no Verão, ligeiramente compensada pelo aumento das situações de margens anticiclónicas.

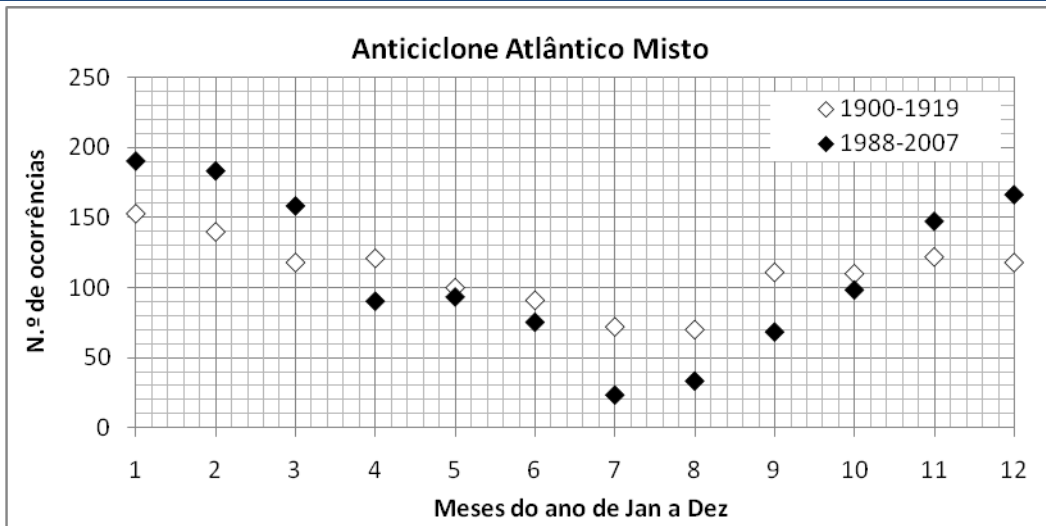


Figura 50 – Distribuição média mensal das situações sinóticas anticiclónicas, do tipo atlântico misto nos períodos de 1900 a 1919 e de 1988 a 2007.

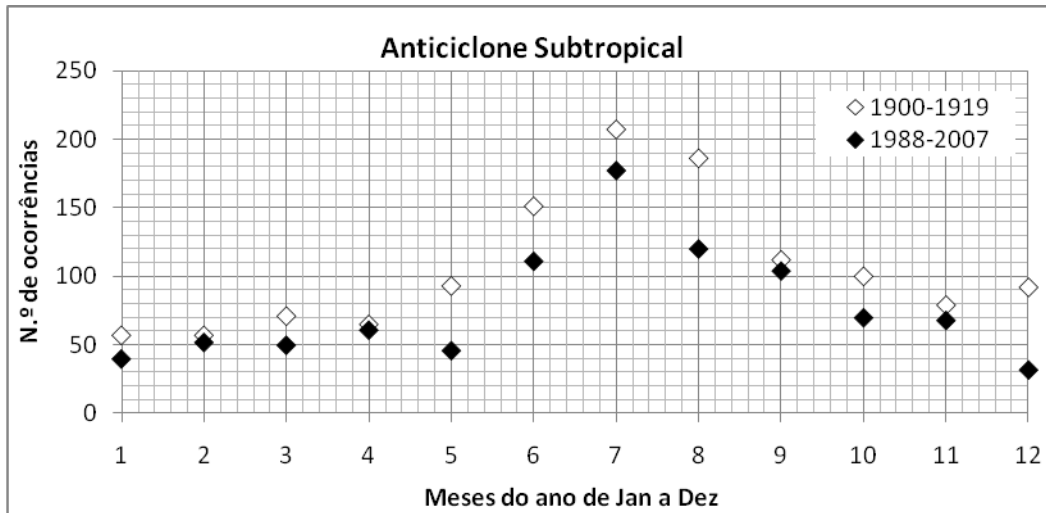


Figura 51 – Distribuição média mensal das situações sinóticas anticiclónicas, do tipo subtropical (anticiclone dos Açores) nos períodos de 1900 a 1919 e de 1988 a 2007.

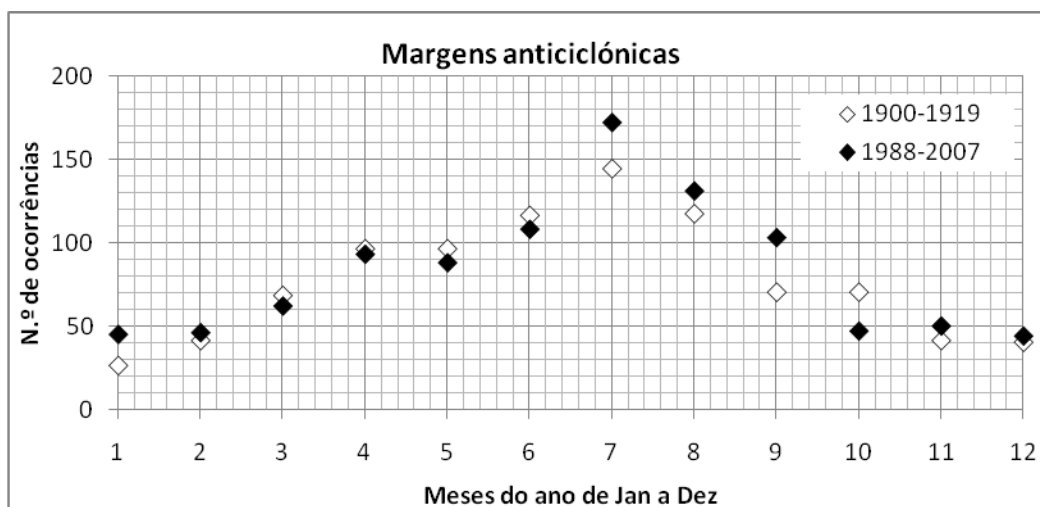


Figura 52 – Distribuição média mensal das situações sinóticas anticiclónicas, do tipo margens anticiclónicas nos períodos de 1900 a 1919 e de 1988 a 2007.

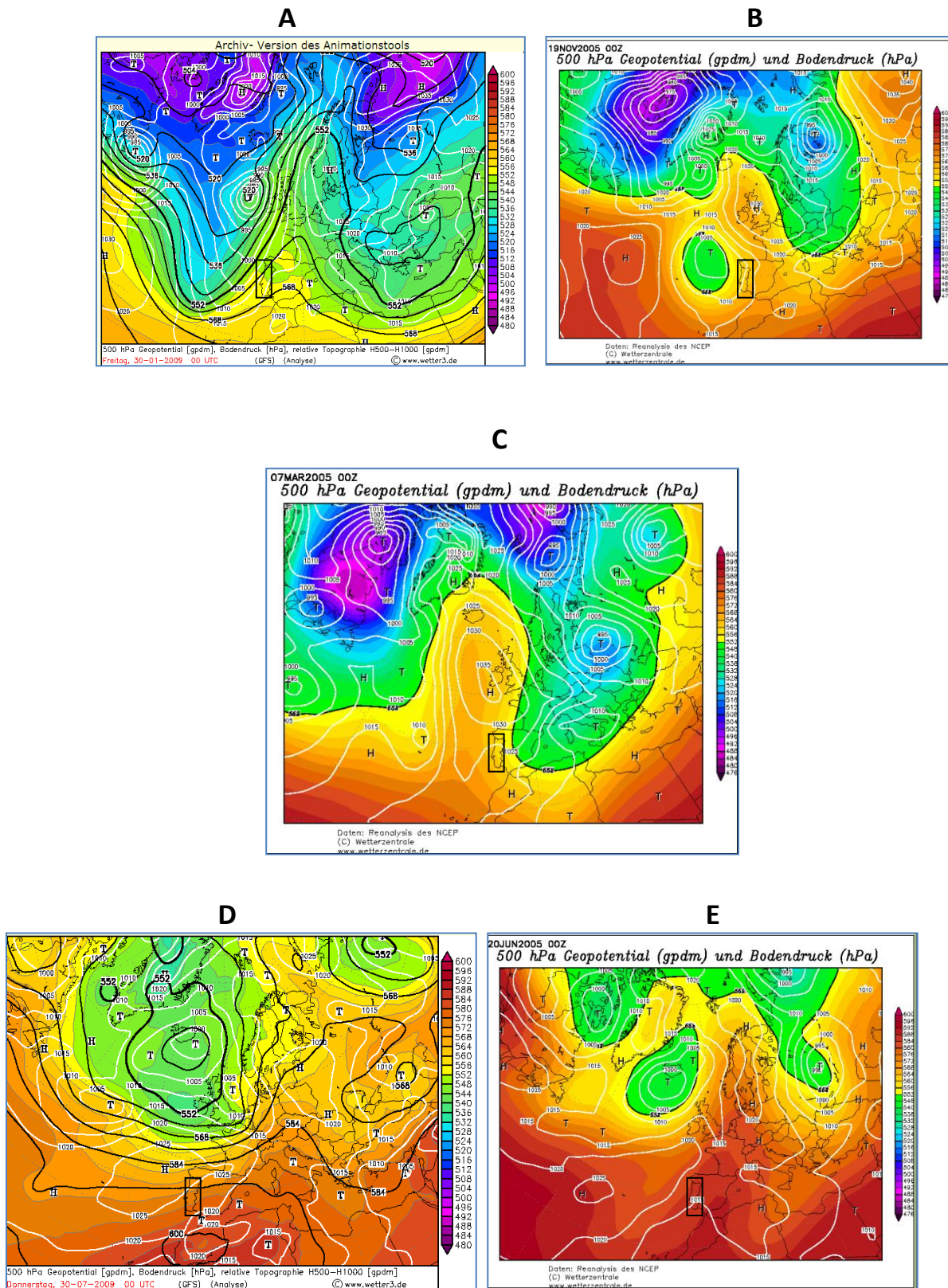


Figura 53 – Situações sinópticas mais frequentes em Portugal.

A - Depressão com possibilidade de perturbação; **B** – Depressão estacionária. **C** – Anticiclone Atlântico Misto; **D** – Anticiclone Subtropical; **E** – Margens Anticiclónicas.

Fonte: <http://www.wetter3.de>.

4. PRINCIPAIS CONCLUSÕES

Em termos gerais há um predomínio claro das situações anticiclónicas em ambos os períodos em estudo. No período 1900-1919 a percentagem de situações anticiclónicas era de 57% e no período de 1988-2007 é de 52,9%.

Entre o início do século XX e a actualidade verifica-se um aumento das situações de instabilidade atmosférica, traduzidas pela ocorrência de um maior número de situações depressionárias quer estacionárias, quer com possibilidade de perturbação, denotando-se uma maior irregularidade nos estados de tempo ao longo do ano. Essa irregularidade é mais notória no Verão e nos meses de transição estacional, o que explica o aumento, embora muito ligeiro, da precipitação no Verão.

Relativamente, ainda, às situações depressionárias, verifica-se no período de 1988-2007, não só um aumento generalizado, sobretudo nas fases de transição estacional (Maio e Junho e Setembro e Outubro) e no Verão, como já referimos. Verifica-se, também, uma alteração na sua distribuição ao longo do ano. Fevereiro e Março registam uma diminuição muito significativa de situações depressionárias.

Em termos de distribuição das situações anticiclónicas ao longo do ano, verifica-se uma diminuição, quer do anticiclone Atlântico Misto, quer do Anticiclone Subtropical, comparativamente com o período 1900-1919, sobretudo no Verão, embora, ligeiramente compensada com o aumento das situações de margens anticiclónicas, no mesmo período. Relativamente à frequência do Anticiclone Subtropical, este era bastante mais frequente no início do século, do que no período de 1988-2007. Este facto prende-se com as conclusões atrás referidas, isto é, se ocorrem, no período de 1988-2007, menos situações anticiclónicas no Verão, sendo que o Anticiclone subtropical o mais frequente nesta altura do ano, a conclusão é linear – diminuição da frequência dos anticiclones subtropicais. Isto pode indiciar que, no início do séc. XX os estados de tempo seriam bastante mais uniformes e mais consonantes com as estações do ano do que no período de 1988-2007.

Globalmente, verificam-se oscilações muito expressivas ao longo da média dos vinte anos dos dois períodos em estudo, quer no que se refere às situações depressionárias, quer anticiclónicas. Regista-se uma alteração, bastante significativa nos padrões de distribuição

da média mensal, sobretudo, e como já foi referido, nos períodos interestacionais e no Verão.

Parece poder concluir-se ainda, que passamos a ter Verões, em média, menos estáveis e Invernos bastante mais soalheiros, facto que se intensificou na última década.

Constata-se que há uma acentuação, nos últimos 10 anos, da tendência de alteração das situações sinópticas verificadas e descritas globalmente para o período 1988-2007.

IV - RELAÇÃO ENTRE A ANÁLISE SINÓPTICA E A ANÁLISE DOS ELEMENTOS CLIMÁTICOS, PARA OS PERÍODOS 1900-1919 E 1988-2007

Pelo que acabamos de expor tudo aponta para a existência de uma forte relação de causalidade entre as alterações dos elementos climáticos, na região do Porto e as alterações das situações sinópticas, à escala do Noroeste Peninsular, nos períodos em estudo.

Na Figura 54 está representada uma síntese das alterações verificadas no estudo da sinóptica e no estudo dos elementos climáticos (T e P). Procurou-se estabelecer uma relação entre essas alterações, por forma a encontrar explicações para algumas das questões levantadas ao longo deste trabalho.

Em termos metodológicos, fez-se um cruzamento entre as conclusões extraídas da análise sinóptica e as conclusões extraídas da análise da temperatura e da precipitação, tendo sempre em conta as alterações produzidas entre os dois períodos, com reflexos no período de 1988-2007. Procurou-se, através desse cruzamento, verificar os aspectos em que havia relação entre os mesmos.

Com este exercício, foi possível verificar uma forte relação entre as alterações constatadas na análise sinóptica e as alterações no comportamento dos elementos climáticos (T e P) entre os dois períodos em estudo.

Da análise da Figura 54 conclui-se que, entre o início do século XX e a actualidade, ocorreram, sem dúvida, alterações consideráveis no clima da região do Porto.

Verifica-se, em termos de temperatura, uma tendência para aumentar a variabilidade intra-anual em quase todos os meses, com excepção dos meses de Inverno. Este aspecto parece estar relacionado com o aumento da ocorrência de situações depressionárias quer estacionárias, quer com possibilidade de perturbação e com a maior irregularidade nos estados de tempo ao longo do ano, sobretudo no Verão e nos meses de transição estacional, no período de 1988-2007. Este facto poderá, também, explicar a tendência para o aumento da variabilidade intra-anual da precipitação. No período de 1988-2007, o Verão (Julho e Agosto) e o Outono tendem a ser mais chuvosos.



Figura 54 – Relação entre a análise sinóptica e a análise dos elementos climáticos, tendo por base as principais conclusões extraídas ao longo do trabalho.

Registou-se um aumento da temperatura média em todos os meses do ano, com destaque para os meses de Primavera e Outono. A par disto, o Outono passou a ser bastante mais chuvoso, com destaque para Outubro e Novembro. O aumento das situações depressionárias nas fases interestacionais, principalmente no Outono, poderá estar na origem destas alterações.

Fevereiro e Março registam um aumento muito significativo de situações anticiclónicas, aumento esse que poderá justificar o aumento da temperatura média em todos os meses, com destaque para Março e a diminuição da precipitação na Primavera, com destaque para os meses de Fevereiro e Março.

A diminuição da influência do anticiclone Atlântico Misto e do Anticiclone Subtropical, sobretudo no Verão, embora, ligeiramente compensado com o aumento das situações de margens anticiclónicas, no mesmo período, poderá explicar o aumento da precipitação em Julho e Agosto. A par disto, o aumento da temperatura poderá dar origem a maior nebulosidade e logo maior precipitação.

Verifica-se, também, um aumento ligeiro das situações de temperatura extrema, quer no Inverno, quer no Verão facto que poderá ser o resultado de estados de tempo menos uniformes e menos consonantes com as estações do ano e, do mesmo modo, a maior dispersão dos valores de precipitação.

Parece poder concluir-se ainda, que passamos a ter Verões, em média, menos estáveis e Invernos menos pluviosos, o que poderá estar relacionado com o aumento (ligeiro) das situações de temperatura extrema, quer no Inverno, quer no Verão e com o aumento da temperatura média ao longo do ano, principalmente na Primavera, sem excluir os meses de Inverno. Poderá, ainda, estar na origem da alteração do padrão de distribuição da precipitação (os meses mais pluviosos são agora Outubro, Novembro e Dezembro, ao contrário do início do século em que eram Dezembro, Janeiro e Fevereiro, os meses de maior precipitação).

Constata-se, por fim, que houve uma acentuação da tendência de alteração das situações sinópticas verificadas, nos últimos 10 anos. Esta questão parece estar directamente relacionada com o facto de, a partir de 1995, o aumento da temperatura ter sido

significativamente mais elevado. O mesmo acontece em relação à precipitação, visto que se verifica uma diminuição acentuada dos desvios médios negativos, sobretudo nos últimos 10 anos.

Tendo por base este estudo comparativo, incidente na região do Porto, parece poder conclui-se que as alterações à escala regional são tão ou mais acentuadas do que as que se estão a verificar à escala nacional e internacional.

Concluiu-se, ainda, que as alterações climáticas verificadas à escala regional, reproduzem um forte padrão de semelhanças com as alterações verificadas nos padrões da circulação atmosférica de mesoescala, aspecto digno de relevo. Este pode ser um ótimo ponto de partida para uma abordagem do tema à escala nacional.

CONCLUSÃO

Relembrando a Introdução deste estudo, mais concretamente as nossas hipóteses de trabalho e os objectivos a atingir, podemos concluir que os nossos propósitos foram atingidos.

Pensamos que, por modesto que tenha sido, demos um contributo para o conhecimento das alterações climáticas à escala regional pondo em destaque algumas das inter-relações que se podem estabelecer dentro desta problemática.

Procurámos neste trabalho, em primeiro lugar, perceber as alterações que se processaram entre os primeiros 20 anos do século XX e os últimos 20 anos da actualidade em termos climáticos, na região do Porto, e explicar essas alterações com base no estudo das condições atmosféricas relativas aos mesmos períodos. O principal objectivo era estabelecer um nexo de causalidade entre as alterações meteorológicas e as alterações climáticas.

Concluímos que, entre os períodos em estudo e no que se refere aos elementos climáticos, se verificou um conjunto de alterações das quais se destacam:

- i. Um aumento significativo da temperatura, acima da média do nosso país.
- ii. Esse aumento ocorre ao longo de todo o ano, no entanto, é bastante mais significativo nos períodos interestacionais, com destaque para Março e Outubro.
- iii. Este aumento é mais significativo nos últimos 10/12 anos (a partir de 1995).
- iv. O facto atrás mencionado parece confirmar a ideia empírica, que todos temos, de que agora as estações do ano estão menos definidas.
- v. Em termos de variabilidade, esta mantém-se como característica fundamental da distribuição da temperatura, mas não se verificam alterações de relevo, sobretudo, no que concerne aos valores extremos, isto é, verifica-se uma acentuação dos valores extremos, mas que não se traduzem em alterações muito significativas. No entanto, isto não significa que a hipótese de intensificação da ocorrência de maior n.º de

vagas de frio e *vagas de calor*, previstas em muitos estudos de investigação [em particular o IPCC (1900, 1995, 2001 e 2007)], relativamente ao Sul da Europa, que não possam ocorrer. O que nós concluímos é que esse facto, de momento, não tem ainda grande expressão.

- vi. Relativamente à precipitação, não se verificam alterações nos quantitativos pluviométricos absolutos entre os dois períodos em estudo, denota-se, isso sim, uma alteração no padrão de distribuição mensal.
- vii. O Outono e o Verão são agora mais chuvosos, sobretudo, os meses de Outubro e Novembro.
- viii. Pelo contrário Fevereiro e Março são mais secos. No início do século XX os meses mais pluviosos decorriam entre Novembro e Fevereiro e no período de 1988-2007, decorrem entre Outubro e Janeiro. Em grande parte estas alterações encontram relação/justificação nas alterações verificadas no comportamento das condições sinópticas.

Relativamente às alterações das situações sinópticas, extraíram-se as seguintes conclusões:

- i. Predomínio claro das situações anticiclónicas em ambos os períodos em estudo. No entanto verificou-se uma diminuição das mesmas. A percentagem de situações anticiclónicas era de 57% em 1900-1919 e no período de 1988-2007 é de 52,9%. Estes valores traduziram-se num aumento das situações de instabilidade atmosférica.
- ii. Denota-se uma maior irregularidade nos estados de tempo ao longo do ano. Essa irregularidade é mais notória no Verão e nos meses de transição estacional.
- iii. Relativamente, ainda, às situações depressionárias, verifica-se no período de 1988-2007, não só um aumento generalizado, sobretudo nas fases de transição estacional (Maio e Junho e Setembro e Outubro) e no Verão, como já referimos, mas, também, uma alteração na sua distribuição ao longo do ano.
- iv. Fevereiro e Março registam uma diminuição muito significativa de situações depressionárias, facto que poderá justificar os aumentos acentuados da temperatura e a redução da precipitação.

- v. Em termos de distribuição das situações anticiclónicas ao longo do ano, verifica-se uma diminuição, quer do anticiclone Atlântico Misto, quer do Anticiclone Subtropical, comparativamente com o período 1900-1919, sobretudo no Verão, embora, ligeiramente compensada com o aumento das situações de margens anticiclónicas, no mesmo período.
- vi. Relativamente à frequência do Anticiclone Subtropical, este era bastante mais frequente no início do século, do que no período de 1988-2007.
- vii. Globalmente, verificam-se oscilações muito expressivas ao longo da média dos vinte anos dos dois períodos em estudo, quer no que se refere às situações depressionárias, quer anticiclónicas. Regista-se uma alteração, bastante significativa nos padrões de distribuição da média mensal, sobretudo, nos períodos interestacionais e no Verão.
- viii. Passamos a ter Verões, em média, menos estáveis e Invernos mais soalheiros, facto que se intensificou na última década.
- ix. Constata-se que há uma acentuação, nos últimos 10 anos, da tendência de alteração das situações sinópticas verificadas e descritas anteriormente.
- x. Ligeiro aumento dos paroxismos climáticos, manifestado sobretudo no aumento da ocorrência de sequência de dias com temperaturas acima da média nos períodos de Primavera, Verão e Outono e abaixo da média no Inverno (sobretudo Dezembro e Janeiro).

Conclui-se, por fim, que há uma relação muito directa entre as conclusões emanadas do ponto dois – alterações dos elementos climáticos entre os períodos em estudo e as conclusões do ponto três – alterações nas situações sinópticas no mesmo período, facto que permitiu estabelecer uma relação de causalidade entre as duas partes do trabalho.

Findo este trabalho resta dizer, que a opção por este tema de estudo teve motivações pessoais de dois níveis: por um lado a pertinência e actualidade do tema e por outro o gosto que temos, de há muito, pelas Ciências da Terra, nomeadamente pela Climatologia Aplicada. Por isso, fazer este trabalho, pressupôs mais do que um mero exercício académico, implicou prazer e envolvimento pelo e durante o processo.

Claro está, que muitos aspectos ficaram aquém das potencialidades teóricas permitidas pelo tema. Por exemplo, se em vez de trabalharmos os primeiros e os últimos vinte anos do

século XX, trabalhássemos todo o período secular e estabelecemos comparações década a década, possivelmente, teríamos, para além de resultados (*quicá*) diferentes, um melhor conhecimento, em termos de escala temporal, da evolução das diferentes variáveis analisadas.

Outro aspecto que constituiria uma mais-valia para o trabalho, seria a existência de dados climatológicos de outras estações, de modo a ser possível confrontar resultados e chegar a uma espécie de *média* que permitisse fazer generalizações e, desse modo, abranger um território mais extenso, e, sobretudo, bem definido.

Outra via importante seria perceber até que ponto os GEE podem estar na origem das alterações sinópticas verificadas.

Outro aspecto, embora bastante ambicioso, seria classificar as cartas sinópticas que faltam para uma série secular e trabalhar os dados climatológicos das principais estações meteorológicas nacionais e fazer uma abordagem do tema à escala do país.

Há muito por onde melhorar e/ou pegar no tema. Será tudo uma questão de disponibilidade.

Resta-me agradecer à minha Professora, Ana Monteiro, pela amizade, solicitude e profissionalismo com que me acompanhou. Agradeço também às Professoras Helena Madureira e Cármen Ferreira e à minha colega Natália Fontes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

AGENCIA PORTUGUESA DO AMBIENTE – Programa Nacional para as Alterações climáticas (PNAC) – Monitorização do PNAC - www.apambiente.pt

ALCOFORADO, M., 1993 - *O Clima da Região de Lisboa: Contrastes E Ritmos Térmicos*, Centro de Estudos Geográficos Universidade de Lisboa, Lisboa.

ANDRADE, Henrique – O Clima Urbano: Natureza, Escalas de Análise e Aplicabilidade, *FINISTERRA*, XL, 80, 2005, pp. 67-91.

DAVEAU, Suzanne, 1995 – *Portugal Geográfico*, Edições JSC, Lisboa.

CAMPOS C. J. e CHONG M., 1999 - *Sistema convectivo de mesoescala observado no dia 12 de Dezembro de 1992 durante toga-coare: estrutura cinemática e transporte de quantidade de moviment*, *Brazilian Journal of Geophysics*, Vol. 17(2,3).

CASTILLO, Carmen e JORDAN, Marta, 1999 – *Meteorología y Clima*, Edicions UPC, Barcelona.

COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES, 2007- *Green Paper from the Commission to the Council, the European Parliament, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, Adapting to Climate Change in Europe – Options for EU Action*, Brussels.

CUBASCHLL, U. *et al*, 1996 - *Estimates of climate change in Southern Europe derived from dynamical climate model output*, *Clim Res* vol 7: 129-149.

DODSON J. *et al*, 2007 - *Alterações climáticas - registos nas rochas*, Planet Earth - Ciências da Terra para a Sociedade, Edição Portuguesa coordenada por José Brilha da Universidade do Minho, www.yearofplanetearth.org.

GARCIA, F., 1996 - *Manual de Climatología Aplicada: Clima, Médio Ambiente y Planificación*, Editorial Sintesis, Madrid.

DESSAI, S. e TRIGO, R., 2001 - "A Ciência das Alterações Climáticas". *FINISTERRA*, Vol. XXXVI, p.117-132.

EYERS, Stephen R. e PAGANI, Mark, 2006 - *Quasi-periodic climate teleconnections between northern and southern Europe during the 17th–20th centuries*, *Global and Planetary Change* 54, p. 291–301.

GANHO, N., MONTEIRO, A., 1989 - Nota sobre a anomalia climática de 1 de Junho a 10 de Julho de 1988 em Portugal Continental, *Biblos*, vol.LXV, Coimbra, p.165-188.

GANHO, Nuno, 1992 - *A importância dos métodos quantitativos para a análise e classificação de tipos de tempo*, Actas do VI Colóquio Ibérico de Geografia, Porto (em publicação, em colaboração com V. TELES e L. CUNHA)

GANHO, Nuno, 2000 - *Catlogação e "transfiguração" numérica de situações sinópticas no contexto das metodologias "subjectivas" - Nota sobre uma proposta metodológica*, *Cadernos de Geografia*, 19, pp. 175-180.

GANHO, Nuno, 2001 – *Classificação de tipos de tempo aplicada à análise topoclimática – Uma proposta metodológica*, *Cadernos de Geografia*, 20, pp. 53-63.

GANHO, Nuno, 1991 - *Contribuição para o conhecimento dos tipos de tempo de Verão em Portugal Continental - o exemplo de Coimbra*, *Cadernos de Geografia*, 10, pp. 431-513.

GANHO, Nuno, 2001 – *Investigação de factores intervenientes nos contrastes térmicos espaciais em topoclimatologia urbana – O caso de Coimbra*, *Cadernos de Geografia*, 20, pp. 37-51.

GANHO, Nuno, 1995 - *O Boletim Meteorológico Diário do Instituto de Meteorologia - Nota a propósito da 2ª série, Cadernos de Geografia*, 13, pp. 125-129.

GANHO, Nuno, 1998 – *O clima Urbano de Coimbra – Estudo de Climatologia Local Aplicada ao Ordenamento Urbano*, FLUC, IEG, Coimbra.

GANHO, Nuno, 2002 – *O paroxismo pluviométrico de 2000/2001 em Coimbra – Umas notas a montante dos riscos naturais e da crise*, Territorium.

GOOSSE H. et al, 2009 - *Introduction to climate dynamics and climate modeling*, online textbook available at, <http://www.climate.be/textbook>.

GOMES, Pedro Tilde, 1998 – *A Variabilidade da precipitação em Portugal e Relação com o Sistema Oceano – Atmosfera no Atlântico Norte*, Finisterra, XXXIII, 66, pp.77-89.

HERRERA, G. et al, 2005- *Annales Geophysicae Extreme summer temperatures in Iberia: health impacts and associated synoptic conditions*, *Annales Geophysicae* (2005) 23: 239–251, European Geosciences Union.

JIMÉNEZ, R. M., CAPA, A. B. e LOZANO, A. P., 2004 - *Meteorología y Climatología, Semana de la Ciencia y la Tecnología 2004*, Edição da FECYT (Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología).

KALKSTEIN, L.; SMOYER, K. - *The Impact of Climate Change on Human Health: Some International Implications*, *Experientia*, Department of Geography, University of Delaware, Newark, 1993, p. 969-979.

KOPPE, Christina et al, 2004 - *Health and Global Environmental Change, Heat-waves: risks and responses*, World Health Organization.

KYSELÝ, J. & KRÍŽ, B., 2008 - *Decreased impacts of the 2003 heat waves on mortality in the Czech Republic: an improved response?*, Int J Biometeorol, 52:733–745.

IPCC, 2001: *Climate Change 2001: Synthesis Report. A Contribution of Working Groups I, II, and III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Watson, R.T. and the Core Writing Team (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, and New York, NY, USA, 398 pp.

IPCC, 2007: *Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Inter gubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático* [Equipo de redacción principal: Pachauri, R.K. y Reisinger, A. (directores de la publicación)]. IPCC, Ginebra, Suiza, 104 págs.

MANN M. and BRADLEY R., 1999 - *Northern Hemisphere Temperatures During the Past Millennium: Inferences, Uncertainties, and Limitations*, Department of Geosciences, University of Massachusetts, Amherst, Massachusetts, Published: American Geophysical Union, Geophysical Research Letters, Vol. 26, No. 6, p.759.

MONTEIRO, A., 1998, Mudam-se os tempos, mudam-se os meios de investigação, muda-se a percepção climática..., *Boletim Informativo da Rede Portuguesa de Educação Ambiental*, nº8, V.N.Gaia, p.19-29.

MONTEIRO, A., 1994 - *Potenciais impactes do fenómeno de urbanização portuense no ritmo intra e interanual da precipitação (1970-89)*, *Actas do II Congresso da Água*, vol. II, APRH, FIL, Lisboa, p.191 a 201.

MONTEIRO, Ana, 1997 – *O Clima Urbano do Porto – Contributo para a Definição das estratégias de planeamento e ordenamento do território*, Fundação Calouste Gulbenkian, Junta nacional de Investigação Científica.

MONTEIRO, Ana, 1998 – *O Clima Urbano do Porto – Contributo para a Gestão de um Espaço Urbanizado*, palestra apresentada na Conferência sobre *Clima y Ambiente Urbano*

en Cidades Ibéricas e Ibero-americanas, Grupo de Geografia da Universidade Autónoma de Madrid, Madrid, pp. 67-84.

MONTEIRO, Ana – *O Clima Urbano Portuense – Contributo para a Gestão de um Espaço Urbanizado*.

MONTEIRO, Ana, 1994 – *Manifestações de Mudança Climática em Espaços Urbanizados: O Porto – um estudo de caso*, Actas da 4.^a Conferência Nacional sobre a Qualidade do Ambiente, Lisboa.

MONTEIRO, Ana, 1997 – *O Ambiente (Urbano): Um Instrumento de Concretização de Penas vs Um Ecossistema Cujas Vulnerabilidades Urge Conhecer*, Territorium, N.º 4, Coimbra, p.11-20.

MONTEIRO, Ana, 1995 – *Perceptibilidade, Risco e Vulnerabilidade em Climatologia: um estudo de caso no Porto*, Territorium, N.º 2, p. 51-63.

MONTEIRO, Ana, 1994 – *Potenciais Impactes do Fenómeno de Urbanização Portuense no Ritmo Intra e Interanual de Precipitação (1970-89)*, Actas do II Congresso da Água, Lisboa.

MONTEIRO, Ana et-al 2005 – *Atlas Agro climatológico do Entre Douro e Minho*, Projecto POCTI/GEO/14260/1998.

MONTEIRO, Ana et-al (2006) - *Accidents de la Route et Types de Temps dans la Commune de Porto (Portugal) entre 2000 et 2005* .

MONTEIRO, Ana e GANHO, Nuno, 1993 – *A Anomalia Pluviométrica de 91-92 e 92-93 no Litoral Norte e Centro de Portugal*, Cadernos de Geografia, nº 12, Coimbra, FLUC, pp.75-87.

MONTEIRO, Ana e GANHÓ, Nuno, 1993 – *A Anomalia Pluviométrica de 91-92 e 92-93 no Litoral Norte e Centro de Portugal*, Cadernos de Geografia, nº 12, Coimbra, FLUC, pp.75-87.

MONTEIRO, Ana e PINHO, Paulo, 1999, *In Região Norte de Portugal: Actualizar e Aprofundar o Conhecimento*, Edições Afrontamento, Porto.

MIRANDA, P. et al - *O clima de Portugal nos séculos XX e XXI The Portuguese climate in the 20th and 21st centuries, estudo extraído de http://www.cgul.ul.pt/pm/Siam2_Clima.pdf*

RAMOS, Catarina, 1986 – *Tipos de Anticiclones e Ritmo Climático de Portugal* – Estudo de Climatologia, Centro de Estudos Geográficos, Lisboa, 236 p.

Reanalysis of Historical Climate Data for Key Atmospheric Features: Implications for Attribution of Causes of Observed Change - U.S. Climate Change Science Program Synthesis and Assessment Product 2.2, Edited by: Randall M. Dole, 2008.

Relatório do IPCC/ONU – Novos Cenários Climáticos, 2007 – Versão em português: iniciativa da Ecolatina 1.

RIBEIRO, O., LAUTENSACH, H., DAVEAU, S. - *Geografia de Portugal. I. A posição geográfica e o território*, Lisboa, Ed. Sá da Costa, 1987, 334 p.

RIBEIRO, O., LAUTENSACH, H., DAVEAU, S., 1987 - *Geografia de Portugal. II. O ritmo climático e a paisagem*, Lisboa, Ed. Sá da Costa, 334 p.

TRIGO, Ricardo *et al*, 2002 – *A Influência da Oscilação do Atlântico Norte no Clima do Continente Europeu e no Caudal dos Rios Ibéricos Atlânticos*, Finisterra, XXXVII, 73, pp. 5-31.

TRIGO, Ricardo *et al*, 2006 - *Atmospheric Conditions Associated With the Exceptional Fire Season of 2003 in Portugal*, International Journal Of Climatology, 26: 1741–1757, 2006.

TRIGO, Ricardo and CÂMARA, Carlos, 2000 - *Circulation Weather Types And Their Influence On The Precipitation Regime In Portugal*, International Journal of Climatology, *Int. J. Climatol.* **20**: 1559–1581.

XOPLAKI, Eleni, 2002 - *Climate variability over the Mediterranean*, Inauguraldissertation der Philosophisch-naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Bern , Geografisches Institut Universität Bern Schweiz, Bern.

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Evolução das temperaturas ao longo do último milénio no Hemisfério Norte	8
Figura 2 – Esquema conceptual da abordagem temática	11
Figura 3 - Localização geográfica da Estação Meteorológica Porto-Serra do Pilar	13
Figura 4 – Organograma da estrutura metodológica subjacente a este trabalho de investigação.	15
Figura 5 – Regiões de Clima Mediterrâneo	16
Figura 6- Localização de Portugal no contexto da circulação geral da atmosfera, em Janeiro e em Julho (pressão atmosférica ao nível do mar)	19
Figura 7 – Subtipos climáticos de Portugal Continental, adaptado.	23
Figura 8 – Variação/aumento global da temperatura média, média máxima e média mínima entre as duas séries (1901-1919 e 1988-2007)	29
Figura 9 – Variação mensal da temperatura média, média máxima e média mínima entre as duas séries (1901-1919 e 1988-2007)	29
Figura 10 – Distribuição mensal da temperatura média máxima, média mínima, valor máximo e valor mínimo das duas séries (1901-1919 e 1988-2007)	30
Figura 11 – Evolução temporal das médias das temperaturas máxima (curva de cima) e mínima (curva de baixo) em Portugal Continental. Sobrepostos estão os ajustes lineares às curvas calculados com os anos de mudança das tendências de Karl <i>et al.</i> (2000) (1945 e 1975 - rectas a cheio). Os valores das tendências para os períodos 1930-1945, 1946-1975 e 1976-2002 estão assinalados em °C por década.	31
Figura 12 – Variação média anual das temperaturas médias mensais – comparação entre as duas séries (1901-1919 e 1988-2007)	33
Figura 13 – Desvios absolutos das médias mensais à média de cada uma das séries (1901-1919 e 1988-2007)	34
Figura 14 – Desvios absolutos das médias mensais à média de cada uma das séries (1901-1919 e 1988-2007), para os meses de Dez., Jan. e Fev.	36
Figura 15 – Desvios absolutos das médias mensais à média de cada uma das séries (1901-1919 e 1988-2007), para os meses de Mar., Abr. e Maio	36
Figura 16 – Desvios absolutos das médias mensais à média de cada uma das séries (1901-1919 e 1988-2007), para os meses de JUN, JUL, AGO e SET	37
Figura 17 – Desvios absolutos das médias mensais à média de cada uma das séries (1901-1919 e 1988-2007), para os meses de OUT e NOV	37
Figura 18 – Distribuição dos coeficientes de variação relativos às temperaturas mínima e máxima nas duas séries (1901-1919 e 1988-2007)	39
Figura 19 – Distribuição da frequência mensal (%) por escalões, da temperatura média máxima das duas séries (1901-1919 e 1988-2007)	40

Figura 20 – Distribuição da frequência mensal (%) por escalões, da temperatura média mínima das duas séries (1901-1919 e 1988-2007)	41
Figura 21 – Número de dias com valores inferior à Média, ao valor dos Percentis 10 e 5 e superiores ou iguais à Média, aos Percentis 90 e 95 das duas séries (1901-1919 e 1988-2007) e para os meses de Dezembro e Janeiro.	44
Figura 22 – Número de dias com valores inferior à Média, ao valor dos Percentis 10 e 5 e superiores ou iguais à Média, aos Percentis 90 e 95 das duas séries (1901-1919 e 1988-2007) e para os meses de Fevereiro, Março, e Abril	45
Figura 23 – Número de dias com valores inferior à Média, ao valor dos Percentis 10 e 5 e superiores ou iguais à Média, aos Percentis 90 e 95 das duas séries (1901-1919 e 1988-2007) e para os meses de Maio, e Junho	46
Figura 24 – Número de dias com valores inferior à Média, ao valor dos Percentis 10 e 5 e superiores ou iguais à Média, aos Percentis 90 e 95 das duas séries (1901-1919 e 1988-2007) e para os meses de Julho, Agosto e Setembro	47
Figura 25 – Número de dias com valores inferior à Média, ao valor dos Percentis 10 e 5 e superiores ou iguais à Média, aos Percentis 90 e 95 das duas séries (1901-1919 e 1988-2007) e para os meses de Outubro e Novembro	48
Figura 26 – Variação percentual da frequência de dias com temperatura inferior ao Percentil 5 e ao Percentil P10 e superior ou igual à Média, ao Percentil 90 e ao Percentil 95, relativa aos períodos de 1901 a 1919 e 1988 a 2007	49
Figura 27 – Ocorrência de dias consecutivos com temperatura média inferior à média da série, ao Percentil 25, ao Percentil 10 e ao P5, nos meses de DEZ, JAN e FEV, para as séries de 1901-1919 e 1988-2007 e respectivos valores de temperatura	50
Figura 28 – Ocorrência de dias consecutivos com temperatura média inferior à média da série, ao Percentil 25, ao Percentil 10 e ao P5, nos meses de DEZ, JAN e FEV, para as séries de 1901-1919 e 1988-2007 e respectivos valores de temperatura	51
Figura 29 – Ocorrência de dias consecutivos com temperatura média 5°C acima da média diária, nos meses de Inverno (Dezembro, Janeiro e Fevereiro) e de Verão (Julho, Agosto e Setembro), para as séries 1901-1919 e 1988-20007	52
Figura 30 – Precipitação total anual nos períodos de 1900-1919 e 1988-2007	53
Figura 31 – Distribuição dos anos secos e húmidos nos períodos de 1900-1919 e 1988-2007	54
Figura 32 – Comparação dos valores médios mensais de pluviosidade entre os dois períodos (1900-1919 e 1988-2007)	54
Figura 33 – Distribuição de frequência dos totais mensais de precipitação nos dois períodos em análise (1900-1919 e 1988-2007). As classes com maior representatividade relativa encontram-se realçadas a negro	55
Figura 34 – Distribuição dos meses e anos muito secos, secos, normais, húmidos e muito húmidos, referentes ao período 1900-1919	56
Figura 35 – Distribuição dos meses e anos muito secos, secos, normais, húmidos e muito húmidos, referentes ao período 1988-2007	57

Figura 36 - Comparação das características pluviométricas dos meses e dos anos das duas séries (1900-1919 e 1988-2007)	58
Figura 37 - Comparação dos valores diários de precipitação inferior à média, superior ou igual à média e aos Percentis 90 e 95 e dos dias sem precipitação das duas séries (1900-1919 e 1988-2007)	59
Figura 38 - Comparação da percentagem de dias sem precipitação, entre os dois períodos em estudo (1900-1919 e 1988-2007)	59
Figura 39 - Comparação do Coeficiente de Variação entre os dois períodos (1900-1919 e 1988-2007)	60
Figura 40 - Comparação do Desvio Padrão entre os dois períodos (1900-1919 e 1988-2007)	60
Figura 41 - Percentagem de situações anticiclónicas e de situações depressionárias, por ano, ao longo da série 1900-1919 (correspondendo a 7380 cartas sinópticas)	68
Figura 42 - Percentagem de meses com predomínio de situações anticiclónicas e de situações depressionárias entre 1900 e 1919	70
Figura 43 - Percentagem de situações anticiclónicas e de situações depressionárias, por ano, ao longo da série 1988-2007 (correspondendo a 7380 cartas sinópticas)	71
Figura 44 - Percentagem de meses com predomínio de situações anticiclónicas e de situações depressionárias entre 1988 e 2007	73
Figura 45 – Comparação da percentagem de situações anticiclónicas e de situações depressionárias entre os períodos de 1900 -1919 e de 1988-2007	75
Figura 46 – Comparação da frequência do predomínio mensal de situações anticiclónicas e depressionárias entre 1900-1919 e 1988-2007	76
Figura 47 – Comparação da frequência das diferentes situações sinópticas entre 1900-1919 e 1988-2007	80
Figura 48 – Distribuição média mensal das situações sinópticas depressionárias estacionárias nos períodos de 1900 a 1919 e de 1988 a 2007	82
Figura 49 – Distribuição média mensal das situações sinópticas depressionárias com possibilidade de perturbação no período de 1900 a 1919 e de 1988 a 2007	82
Figura 50 – Distribuição média mensal das situações sinópticas anticiclónicas, do tipo atlântico misto nos períodos de 1900 a 1919 e de 1988 a 2007	84
Figura 51 – Distribuição média mensal das situações sinópticas anticiclónicas, do tipo subtropical (anticiclone dos Açores) nos períodos de 1900 a 1919 e de 1988 a 2007	84
Figura 52 – Distribuição média mensal das situações sinópticas anticiclónicas, do tipo margens anticiclónicas nos períodos de 1900 a 1919 e de 1988 a 2007	84
Figura 53 – Situações sinópticas mais frequentes em Portugal.	
A - Depressão com possibilidade de perturbação; B – Depressão estacionária. C – Anticiclone Atlântico Misto; D – Anticiclone Subtropical; E – Margens Anticiclónicas. A área em estudo está demarca por um rectângulo preto. Fonte: http://www.wetter3.de .	85

Figura 54 – Relação entre a análise sinóptica e a análise dos elementos climáticos, tendo por base as principais conclusões extraídas ao longo do trabalho. 89

INDICE DE QUADROS

Quadro 1 – Vantagens e desvantagens das duas hipóteses de trabalho.	14
Quadro 2 – Comparação das temperaturas média máxima, média mínima e média, dos períodos em estudo com as normais climatológicas de 31-60, 51-80 e 60-89, na estação climatológica do Porto-Serra do Pilar	32
Quadro 3 - Critérios de classificação sinóptica aplicados à superfície	65
Quadro 4 – Distribuição das situações anticiclónicas e depressionárias no período de 1900-1919, por frequência mensal (correspondendo a 7380 cartas sinópticas).	69
Quadro 5 – Distribuição das situações anticiclónicas e depressionárias no período de 1988-2007, por frequência mensal (correspondendo a 7380 cartas sinópticas).	72
Quadro 6 - Diferença na ocorrência dos diferentes tipos de situações sinópticas entre 1900-1919 e 1988 e 2007 (valores absolutos = dias).	78
Quadro 7 - Diferença na ocorrência dos diferentes tipos de situações sinópticas entre a década de 1988-1997 e a década de 1998 e 2007 (valores absolutos = dias).	79

Anexo

Evolução da percentagem de acontecimentos extremos entre 1901-1919 e 1988-2007
 Dados referentes à figura 26 (página 49)

Mês	Jan		Fev		Mar		Abr		Mai		Jun		Jul		Ago		Set		Out		Nov		Dez	
	01-19	88-07	01-19	88-07	01-19	88-07	01-19	88-07	01-19	88-07	01-19	88-07	01-19	88-07	01-19	88-07	01-19	88-07	01-19	88-07	01-19	88-07	01-19	88-07
< P5 (%)	4,0	3,4	2,0	3,7	6,0	3,9	3,7	3,1	3,7	3,7	3,8	3,8	3,9	3,9	3,5	3,8	3,5	3,7	3,9	3,9	3,7	3,8	4,1	3,6
< P10 (%)	7,7	7,3	7,5	7,7	7,2	7,4	7,9	13,3	7,7	7,7	7,7	7,3	7,3	7,2	7,7	7,6	7,7	7,4	7,7	7,2	7,7	7,4	3,9	7,7
≥ M (%)	38,0	37,5	39,9	39,2	35,4	38,9	35,9	36,6	36,3	34,5	33,3	33,3	30,8	28,5	33,6	28,5	34,5	36,9	37,6	36,4	39,6	41,4	43,3	39,5
≥ P90 (%)	8,2	7,7	7,5	8,0	7,6	7,6	7,0	7,2	7,7	7,8	7,8	7,8	7,7	7,7	7,7	8,0	7,8	7,7	7,7	6,9	7,2	6,1	7,4	
≥ P95 (%)	3,8	1,9	3,5	4,1	3,8	3,9	3,4	3,3	3,7	3,8	3,7	4,2	3,9	4,1	3,9	4,0	3,9	4,1	4,0	4,0	3,3	3,3	3,5	3,6

Quadros

Quadros A e B – Comparação entre a classificação de Catarina Ramos e a adaptação/simplificação utilizada neste estudo

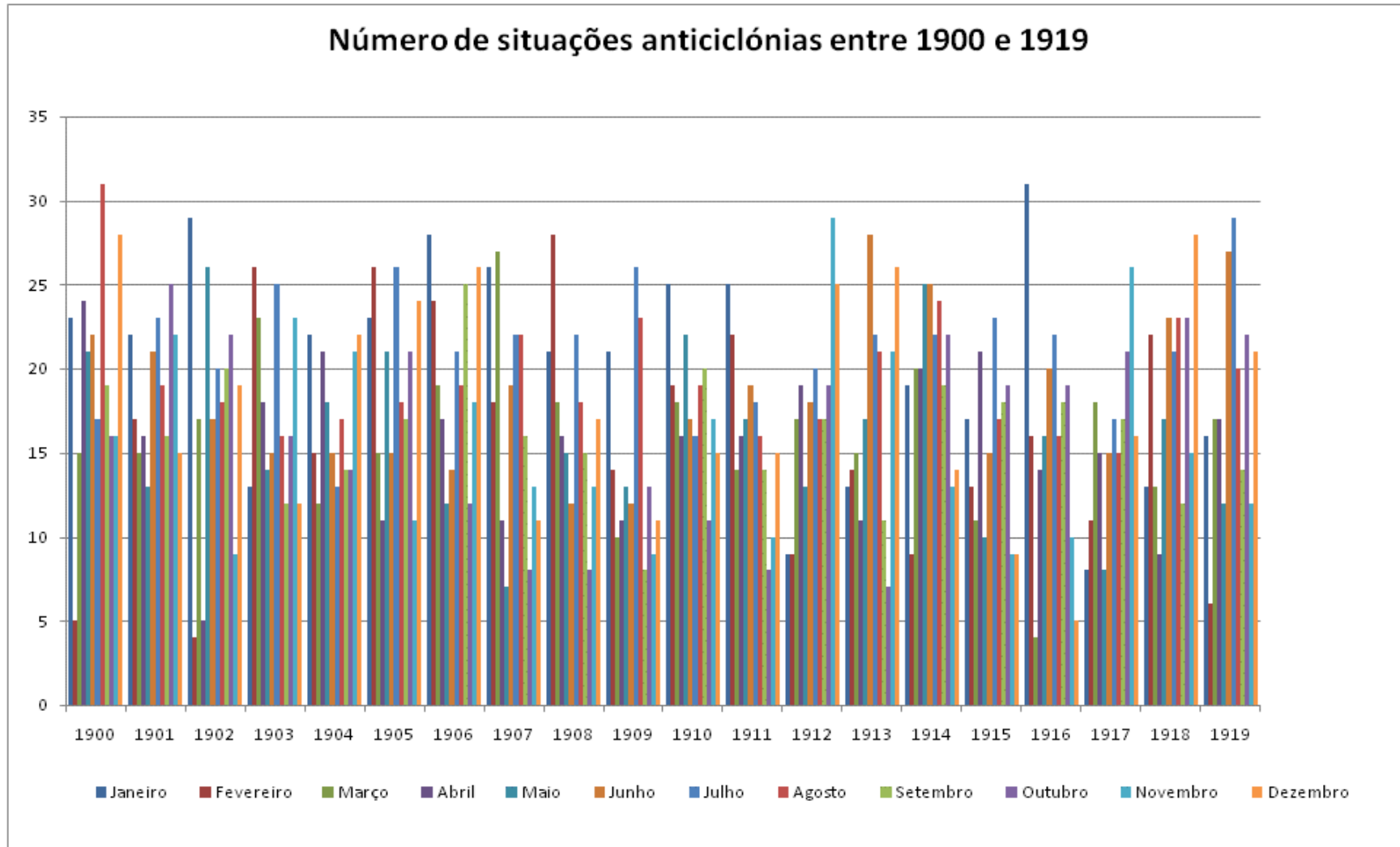
Quadro A - Classificação de Catarina Ramos

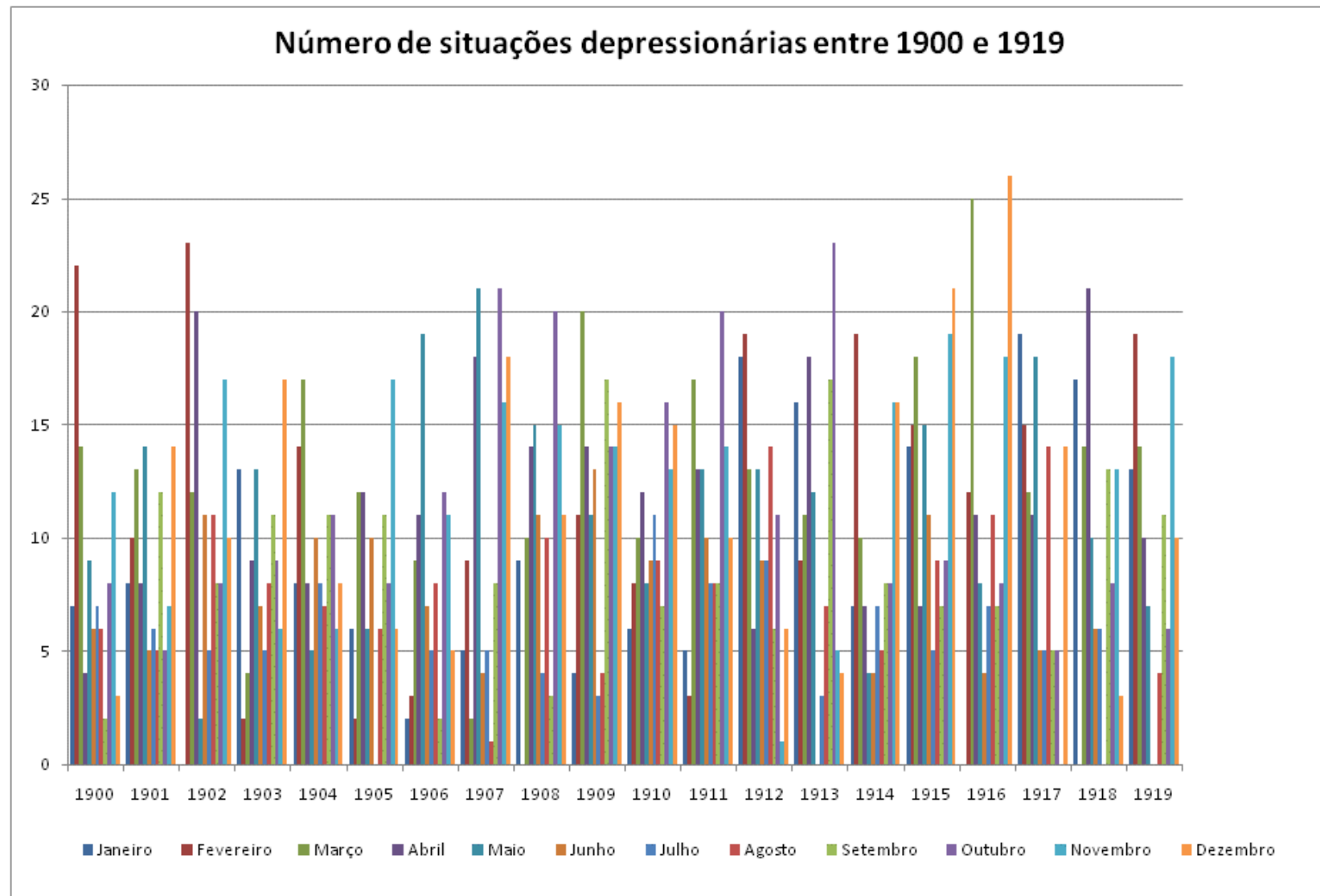
SITUAÇÕES SINÓPTICAS À SUPERFÍCIE	
Nº Cód.	Situações Depressionárias
PW	Perturbações de oeste
PWa	Perturbações de oeste afastadas
PWp	Perturbações de oeste próximas
PN	Perturbações de norte
PNW	Perturbações de noroeste
PS	Perturbações de sul
PSW	Perturbações de sudoeste
CD	Centros depressionários estacionários
DPI	Depressão sobre a Península Ibérica
DTPI	Depressão térmica sobre a Península Ibérica
Situações Anticiclónicas	
Az	Anticiclone atlântico zonal
Aa	Anticiclone atlântico misto
Ap	Anticiclone atlântico misto com apófise polar
Ao	Anticiclone atlântico misto estendido pela Europa
At	Anticiclone atlântico misto ligado ao anticiclone térmico europeu
Ae	Anticiclone europeu
Am	Anticiclone ibero-mediterrânico
Ai	Anticiclone ibero-africano
As	Anticiclone atlântico subtropical
A...m	Margens anticiclónicas
Colos e Pântanos barométricos	
C	Colos
P	Pântanos

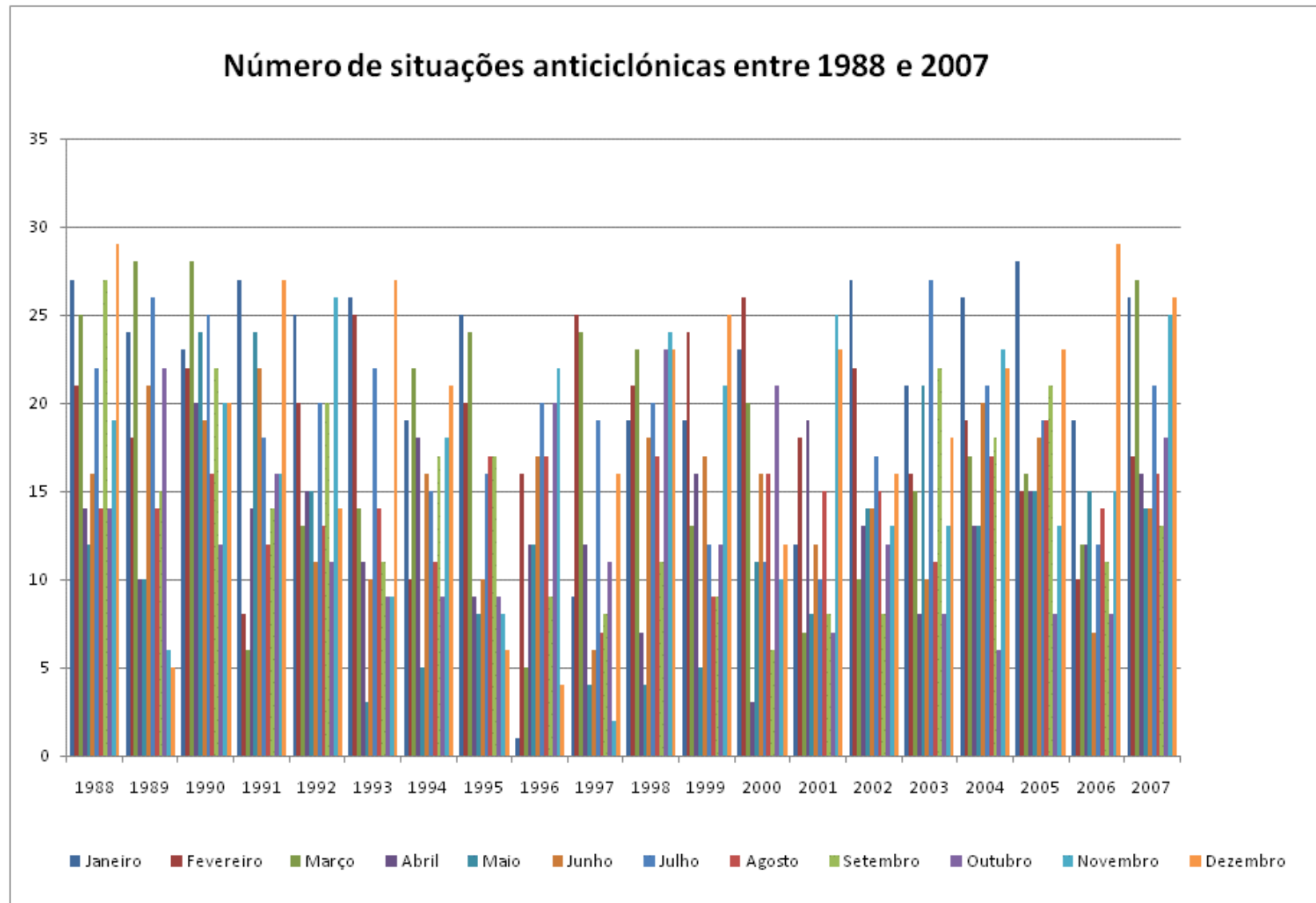
Quadro B - Classificação simplificada (síntese)

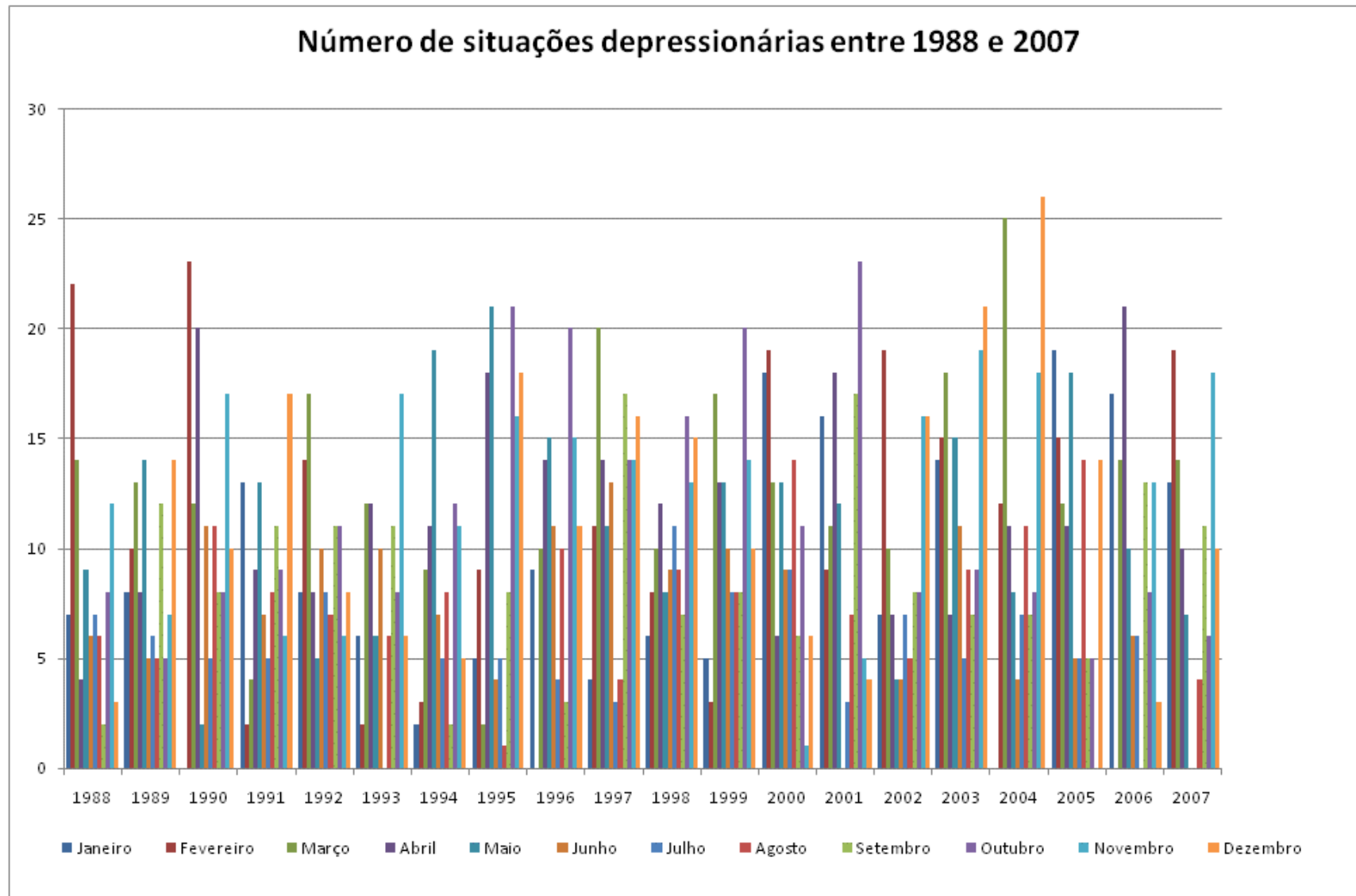
SITUAÇÕES SINÓPTICAS À SUPERFÍCIE	
Nº Cód.	Situações Depressionárias
1	Centros depressionários estacionários
2	Centros depressionários com possibilidade de perturbação
Situações Anticiclónicas	
3	Anticiclone atlântico zonal
4	Anticiclones mistos
5	Anticiclone europeu
6	Anticiclone ibero - africano - mediterrânico
7	Anticiclone atlântico subtropical
8	Margens anticiclónicas
Colos e Pântanos barométricos	
9	Colos
10	Pântanos

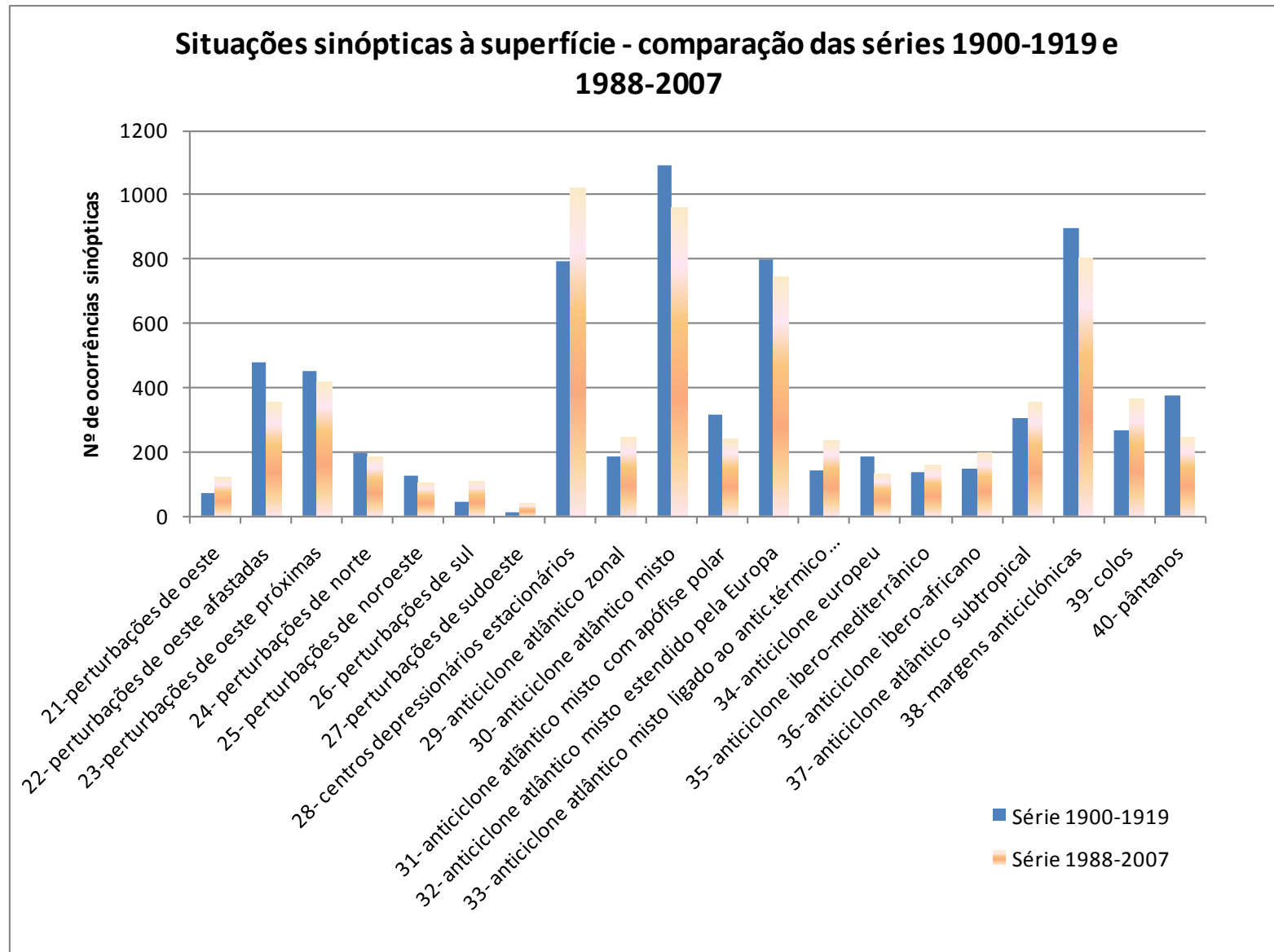
Gráfico

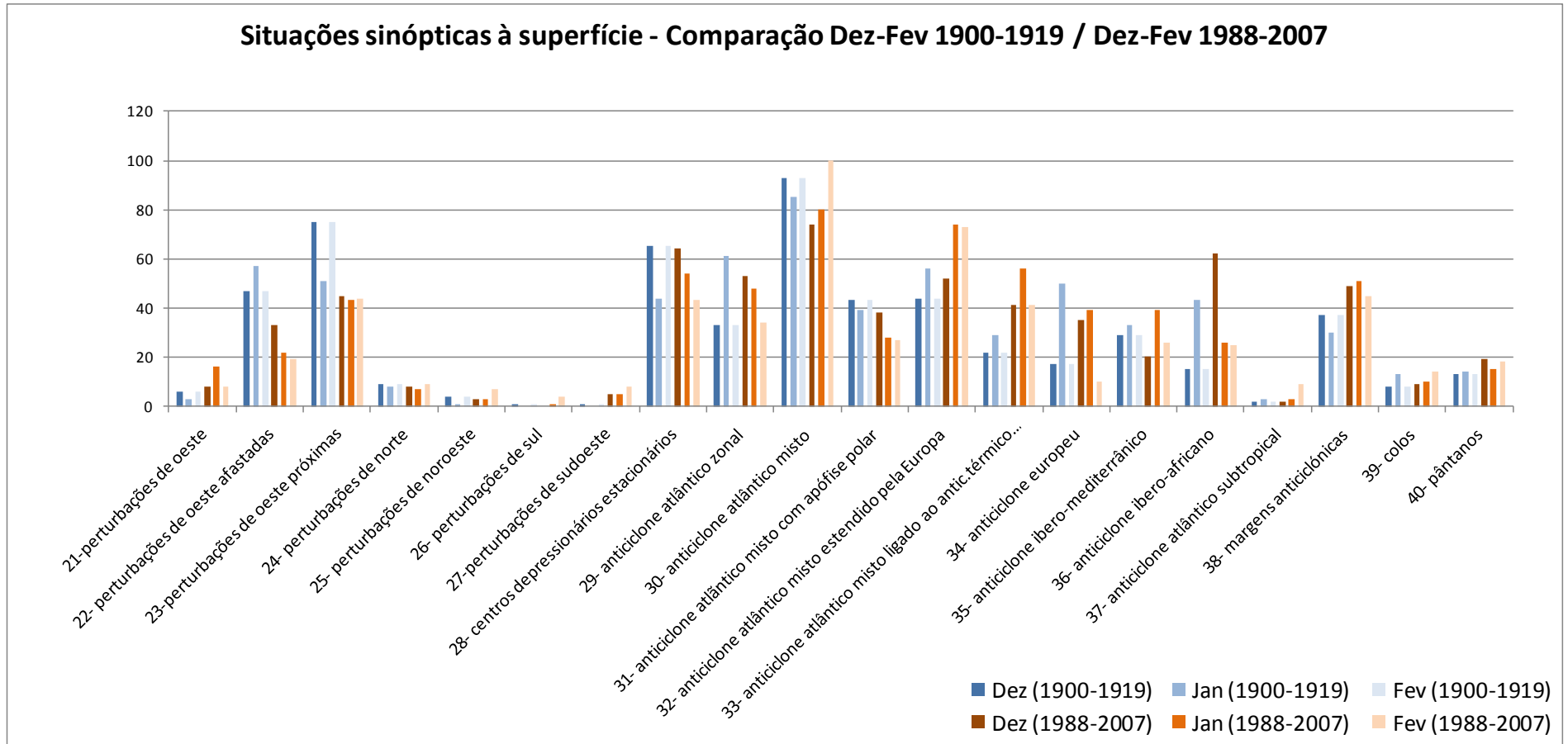


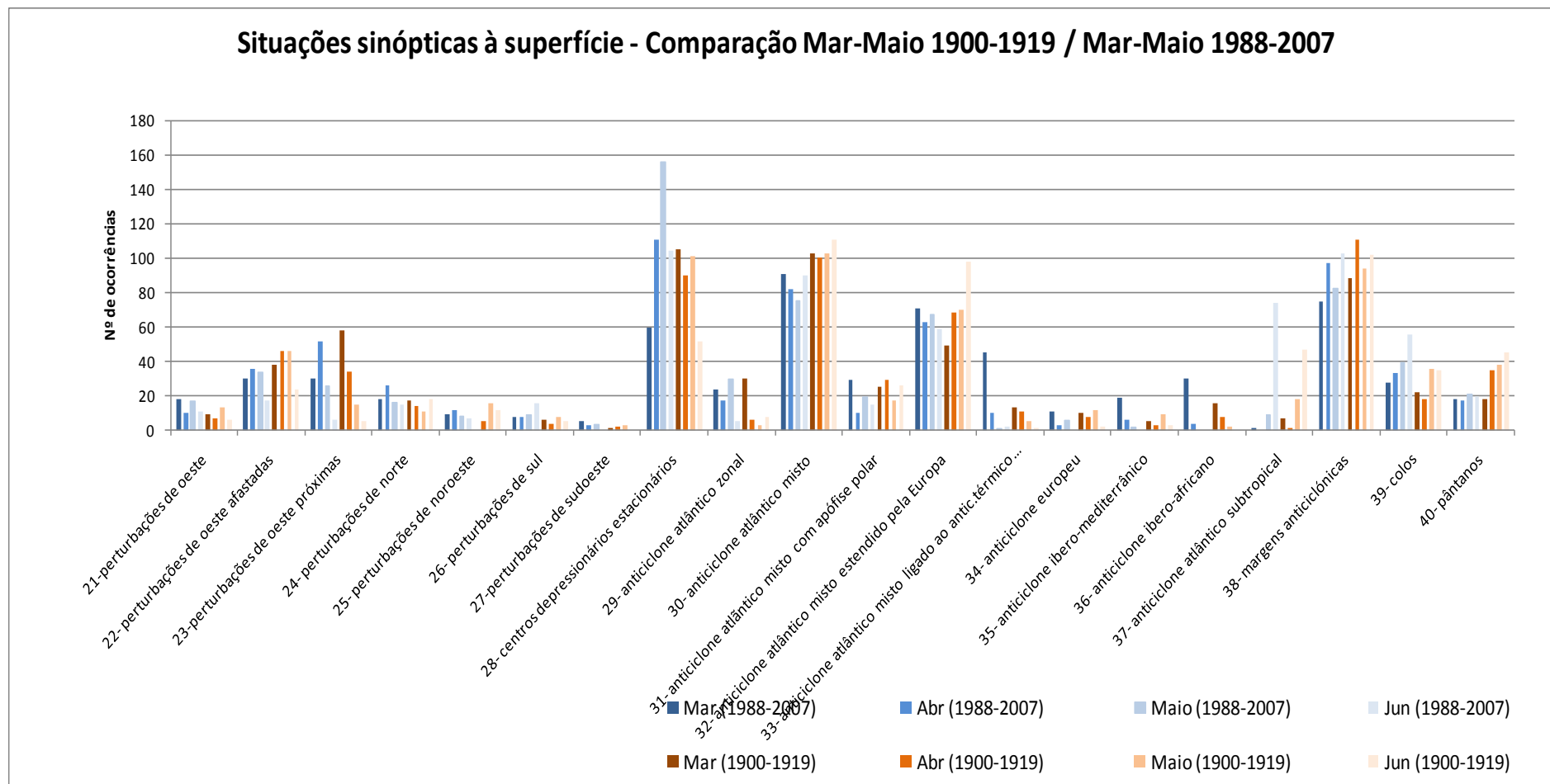




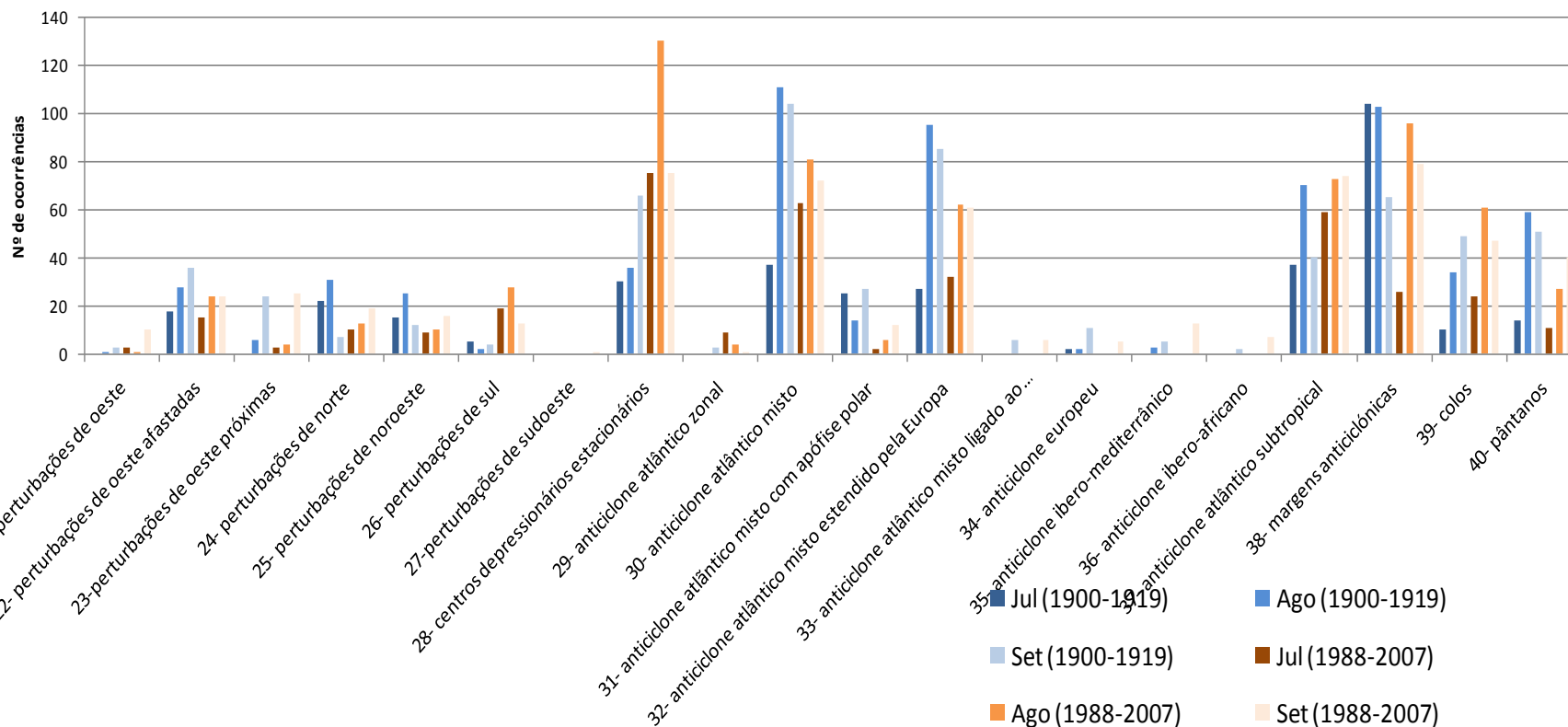








Situações sinópticas à superfície - Comparação Jun-Ago 1900-1919 / Jun-Ago 1988-2007



Situações sinóticas à superfície - Comparação Set-Nov 1900-1919 /Set-Nov 1988-2007

