JOSÉ EDUARDO SILVÉRIO VENTURA

AS PRECIPITAÇÕES NO SUL DE PORTUGAL

(RITMO E DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL)

Dissertação apresentada à Universidade Nova de Lisboa para obtenção do grau de Doutor no ramo de Geografia e Planeamento Regional na especialidade de Ambiente e Recursos Naturais

F.C.S. DE CIÊNCIAS SOCIAIS E HUMANAS
SERVIÇOS DE DOCUMENTAÇÃO

UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA
FACULDADE DE CIÊNCIAS SOCIAIS E HUMANAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA E PLANEAMENTO REGIONAL
LISBOA, 1994

43037

551.557(469-13)"1949/1978"(043.2)

T 2922

INTRODUÇÃO

O estudo do clima do Sul de Portugal, como tema desta dissertação, surgiu na sequência de anterior trabalho em que esta região se destacava pela originalidade do regime pluviométrico e dos mecanismos responsáveis pelas chuvas, relativamente às regiões do Norte e do Centro do País.

Considerou-se, também, de grande interesse, averiguar, do ponto de vista climático, até que ponto é válida a ideia de uniformidade habitualmente atribuída às vastas extensões do Alentejo, e, por outro lado, estudar os contrastes entre as terras alentejanas e as algarvias.

Com a presença do oceano a oeste e sul, o problema da delimitação da área de estudo apenas existia relativamente ao leste e a norte. No primeiro caso, a fronteira com Espanha não constitui uma barreira natural, separa regiões geograficamente semelhantes. O prolongamento da área de estudo para lá da fronteira teria inegável interesse, pois permitiria averiguar até onde e de que modo as características pluviométricas do sector português se prolongam por Espanha. Contudo, esta foi abandonada pela dificuldade de obtenção dos dados pluviométricos e também pela desigualdade de informação disponível nos dois países.

A norte, convencionou-se estender a área de análise até ao vale do Tejo, acidente geográfico que parece corresponder aproximadamente, do ponto de vista

pluviométrico, à fronteira entre o Norte e o Sul de Portugal (S. DAVEAU, 1977). É, de resto, comum considerar-se, genericamente, o Tejo como divisória, especialmente quando se pretende sublinhar os contrastes norte-sul do relevo. Esta comparação aparece por exemplo em O. RIBEIRO (1986), referindo que a sul do Tejo se localizam 61,5 % das áreas com menos de 200 m de altitude e que só um relevo, a Serra de S. Mamede, culmina a mais de 1000 m. É, também, habitual contrapor a uniformidade e baixa altitude do Sul ao relevo acidentado e de altitudes médias bastante superiores do Norte. Em O. RIBEIRO *et al.* (1987) estas regiões são definidas como "extensas bacias deprimidas, peneplanícies pouco elevadas e relevos residuais parcelados e distantes".

Assim, podemos afirmar que a ideia de uniformidade do Sul aparece quase sempre por oposição à diversidade do Norte.

No entanto, no Sul de Portugal, apesar do predomínio das áreas baixas e aplanadas que ocupam boa parte do Ribatejo e Alentejo, existem relevos que, apesar da reduzida altitude, se individualizam na paisagem e são responsáveis por contrastes térmicos já referidos em S. DAVEAU e colab. (1980) e por uma diferenciação espacial das precipitações.

De entre as áreas deprimidas, mais ou menos abrigadas em relação ao influxo húmido do Atlântico pela sua posição, destacam-se as bacias do Sorraia, Sado, Degebe e os sectores de jusante das do Tejo e do Guadiana (fig. 1). Estes locais, especialmente os de maior interioridade, correspondem geralmente a áreas menos chuvosas, por oposição aos relevos, onde as chuvas são em média bastante mais abundantes.

No Alto Alentejo, salientam-se, a Serra de S. Mamede, os interflúvios do norte do Alto Alentejo e do Ribatejo e, mais para sul, os relevos da região da Serra



Fig. 1 - Localização dos principais acidentes do relevo do Sul de Portugal.

de Monfurado, do conjunto formado pela Serra de Ossa e planalto de Estremoz bem como as Serras do Mendro e Portel. No Baixo Alentejo as principais elevações são as serras do litoral alentejano (Serras de Grândola e Cercal), os interflúvios da área de Beja e os relevos da região da Serra da Adiça, próximos da raia. Mais a sul, a passagem para a serra algarvia (Serras de Monchique e do Caldeirão), faz-se por um aumento progressivo da altitude. No norte da Serra de Monchique a transição é feita, segundo M. FEIO (1952), por "um nível de cimos e cristas (*Gipfelfluhr*) muito extenso" e profundamente entalhado pela erosão. No caso do flanco norte da Serra do Caldeirão a transição é muito gradual.

A disposição do relevo é esquematizada na figura 2 através de perfis topográficos simplificados. Identificam-se grandes extensões de topografia aplanada, cortadas por alguns maciços montanhosos. Destaca-se, também, o isolamento do interior em relação ao oceano, por uma série de relevos que se estendem desde o Maciço Calcário Estremenho, passando pelas serras do litoral alentejano e terminando no sul, com a serra algarvia. Esta periferia montanhosa acentua o carácter continental das áreas interiores do Alentejo, apesar da presença relativamente próxima do oceano. Como se verá neste trabalho, estes relevos têm um papel fundamental na distribuição espacial das chuvas, correspondendo aos sectores mais chuvosos, por oposição às áreas do interior de precipitações bastante mais reduzidas.

Assim, não obstante as vastas superfícies aplanadas do interior, o Sul de Portugal apresenta uma diversidade geográfica que contraria a ideia comum de uniformidade e monotonia. Os relevos, apesar de espaçados e de reduzida altitude, contribuem para matizar as diversas influências que lhe advêm da originalidade da sua posição entre o Atlântico e o Mediterrâneo. Contudo, apesar da influência do influxo atlântico, moderado e húmido, a tonalidade

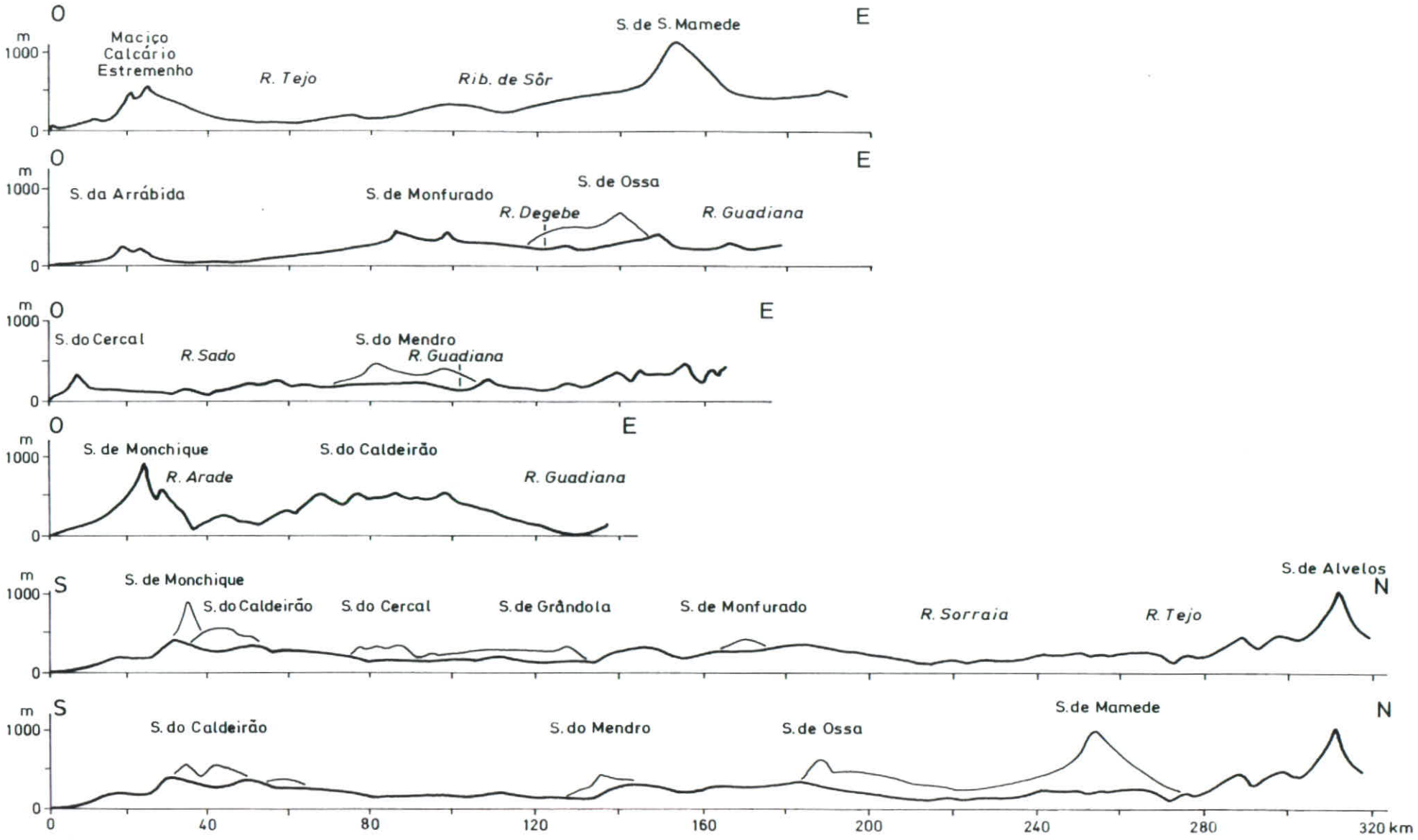


Fig. 2 - Perfis topográficos simplicados do Sul de Portugal. Nos oeste/este projectaram-se os principais relevos a norte do perfil. Nos sul/norte, que são idênticos, traçados à longitude de Faro, no primeiro projectaram-se os relevos do sector ocidental e no segundo os do sector oriental.

climática é dada pelo cariz mediterrânico, no qual se destaca a secura estival. Esta, acompanha, por todo o Sul, um estio longo e quente que é apenas um pouco atenuado no litoral ocidental pelos ventos frescos do norte, uma maior humidade relativa do ar e a presença de nevoeiros.

O objectivo deste trabalho começou por ser o estudo do clima do Sul de Portugal. Pensava-se, então, efectuar não só a análise das precipitações e temperaturas, com base nos dados publicados ou inéditos, mas também com o recurso a transeptos de medição de temperatura, a efectuar no campo. Este tipo de trabalho de campo, de grande interesse, foi desenvolvido em 1990-91. Contudo, a vastidão da área, parte dela a mais de 300 Km de Lisboa, levou a abandonar o estudo da diferenciação térmica e a circunscrever a investigação exclusivamente às características e contrates pluviométricos do Sul do país, aproveitando os numerosos dados disponíveis.

A dissertação foi dividida em duas partes: a primeira intitula-se "Variabilidade temporal e espacial das precipitações" e constitui uma introdução e enquadramento à segunda parte, designada "A escassez e a abundância das precipitações", onde se estudam os fenómenos pluviométricos extremos.

Na primeira parte são apresentados os principais problemas que se prendem com os dados utilizados e o seu grau de fiabilidade, bem como a variabilidade da precipitação, com base em dados seculares e nos de um período de referência. Este foi o de 1949/78, correspondente aos últimos trinta anos com informação publicada à data do início do trabalho. Conclui-se esta primeira parte com a distribuição espacial das precipitações prováveis no Sul de Portugal.

Esta análise prévia permitiu evidenciar a importância e relativa frequência de fenómenos

pluviométricos extremos, que constitui o essencial da segunda parte. Nela discute-se o conceito de secura e aridez para, em seguida, se estudarem vários episódios de défice pluviométrico. Se a escassez hídrica do Sul do país é conhecida, os episódios muito chuvosos, apesar de responsáveis por danos materiais elevados, como sucedeu no Algarve, em Dezembro de 1989, são frequentemente esquecidos. Estes constituem fenómenos de impacte considerável e de inegável interesse científico e para o ordenamento do território, razão por que se estudaram vários espisódios de forte abundância pluviométrica e os necanismos por eles responsáveis, bem como a interacção destes com o relevo.

Na Primeira Parte utilizaram-se amplamente métodos e técnicas estatísticas para caracterizar o regime médio e a variabilidade espacial e temporal das precipitações. Começou-se por utilizar o teste do "double cumul" para averiguar a validade das séries de dados de cuja homogeneidade havia dúvidas resultantes de mudanças de localização.

Na avaliação da variação das precipitações ao longo deste século recorreu-se a técnicas diversas como: as médias de períodos consecutivos e de períodos com sobreposição de anos, as médias móveis, os desvios acumulados à média, bem como a determinação das rectas de tendência.

Para o estudo do regime provável, além do cálculo dos parâmetros de dispersão em relação à média (desvio padrão e coeficientes de variação) fez-se o estudo frequencial das precipitações em todos os locais com dados disponíveis.

A caracterização do regime médio foi feita a partir dos critérios de Musset e Angot tendo-se utilizado o Índice de Olivier para averiguar a concentração mensal. Aplicaram-se as técnicas de análise factorial e dos

métodos de classificação para determinar as principais regiões pluviométricas do Sul de Portugal.

Os resultados da análise frequencial foram utilizados na cartografia da variação espacial das frequências prováveis das precipitações medianas e decis extremos anuais, e, também dos decis extremos mensais.

Na Segunda Parte, além da utilização dos dados da análise frequencial no estudo da variabilidade interanual das precipitações, foram elaborados mapas com a posição dos anos secos relativamente às frequências prováveis. No capítulo dedicado aos episódios muito chuvosos, priveligiou-se a representação da repartição espacial das precitações registadas, tendo-se elaborado numerosos mapas de que se apresentam apenas alguns exemplos.

Assim, além de se caracterizar as precipitações no Sul de Portugal, assinalam-se os contrastes pluviométricos nestas regiões, de aparente monotonia e uniformidade, onde os episódios extremos, de secura ou concentração das precipitações são um fenómeno natural relativamente frequente, cujas causas e mecanismos são pouco conhecidos. Pretendeu-se, também, mostrar as principais características da sua repartição espacial e temporal que devem ser tidas em conta em decisões relacionadas com o ordenamento pois, apesar das suas consequências económicas e sociais, serem conhecidas, mercê da ampla divulgação que lhes é normalmente dedicada nos meios de comunicação, estes episódios de características extremas são frequentemente ignorados ou subavaliados nas tomadas de decisão pelos responsáveis do ordenamento do território.

Ao Professor António de Brum Ferreira a quem propus o tema de dissertação e à Professora Suzanne Daveau que aceitou co-orientar este trabalho devo expressar os meus sinceros agradecimentos pela disponibilidade para a discussão dos resultados de investigação, dos métodos utilizados, leitura crítica das várias versões de cada capítulo e sobretudo as críticas, encorajamento e ajuda que permitiram melhorar e concluir este trabalho.

Tendo sido meus professores na licenciatura em Geografia e no Mestrado de Geografia Física e Regional, que frequentei na Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa, acompanharam a minha formação pelo que lhes devo, também, boa parte da minha aprendizagem científica.

Desejo também agradecer ao Departamento de Geografia e Planeamento Regional da Faculdade de Ciências Sociais e Humanas da Universidade Nova de Lisboa e à Professora Raquel Soeiro de Brito, as dispensas de serviço que me foram concedidas bem como a compreensão e amizade demonstradas ao longo destes anos.

A várias instituições devo manifestar o meu reconhecimento pelas facilidades concedidas. À Ex--Direcção Geral dos Recursos Naturais (actual I. N. A. G.), onde me foi facultado o fornecimento e consulta de numerosos dados pluviométricos diários e em cuja tarefa de recolha devo agradecer também a participação das D. Neomísia e D. Margarida. Ao I. N. M. G., em cuja biblioteca me foi facultada a consulta de parte da bibliografia e de vários anos de Boletins Meteorológicos. Por último, ao Centro de Estudos Geográficos, pela utilização da biblioteca, mapoteca, meios informáticos e execução de alguns desenhos.

Ao Senhor José Peres fico grato pelo cuidado com que desenhou algumas figuras deste trabalho. A António Eanes,

os meus agradecimentos pela sua disponibilidade em executar, em computador, alguns dos desenhos deste trabalho bem como na resolução de problemas relacionados com a finalização de outros.

À Professora Maria João Alacoforado agradeço a leitura crítica que fez dos textos iniciais de alguns capítulos da Primeira Parte do trabalho.

Ao Professor Mariano Feio fico grato pela amizade, e pela estimulante troca de impressões sobre o Alentejo e os seus problemas climáticos.

Aos meus sogros desejo manifestar a minha gratidão pela disponibilidade com que me ajudaram nestes anos difíceis. À minha filha devo desculpas pela minha frequente indisponibilidade e falta de atenção.

Aos meus colegas e amigos quero salientar o meu reconhecimento pelo apoio, incentivo que me deram e sobretudo por se terem encarregado das tarefas árduas da fase final do trabalho que permitiram a sua apresentação. Devo-lhes a leitura final e formatação do texto,o tratamento informatizado da bibliografia e índices, a reconstrução de numerosos gráficos em computador, bem como os retoques finais e montagem das figuras. De entre eles gostaria de destacar os Drs. Carlos Sirgado, Catarina Ramos, José Luís Zêzere, Luísa Rodrigues, e especialmente a Professora Ana Ramos Pereira que coordenou as tarefas e me apoiou durante os últimos e longos dias dedicados a este trabalho.

Por último, a minha mulher, um agradecimento especial por ter acreditado na possível concretização deste trabalho, bem como pelo incentivo e ajuda que me permitiram superar as dificuldades dos últimos anos.

PRIMEIRA PARTE

VARIABILIDADE TEMPORAL E ESPACIAL DAS PRECIPITAÇÕES

CAPÍTULO I

A DOCUMENTAÇÃO UTILIZADA E DIFICULDADES ENCONTRADAS

O estilo pluviométrico constitui um dos elementos capitais na caracterização do clima de uma região. A eficácia das precipitações resulta do número e da intensidade dos episódios chuvosos, da sua repartição no tempo, bem como da sua conjugação com os outros elementos do clima, nomeadamente a temperatura, o vento e a humidade atmosférica.

São pois múltiplos os aspectos a considerar para o conhecimento das precipitações. Neste trabalho, o seu estudo iniciar-se-á pela análise dos totais anuais e mensais, sua variação espacial, sua distribuição ao longo do ano (regime anual), bem como pela sua variabilidade nas diferentes escalas temporais consideradas.

Quanto às precipitações anuais utilizadas refira-se que nos climas mediterrânicos o ano civil divide a estação chuvosa por dois anos. Consequentemente, os dados disponíveis não traduzem as reais características pluviométricas de cada ano pelo que foram substituidos pelos do ano climatológico acumulados de Setembro a Agosto.

O início em Setembro resulta do facto de este mês coincidir geralmente com a ocorrência das primeiras precipitações. Embora nalguns anos, o começo das chuvas se verifique um pouco mais tardiamente, em Outubro, este critério, como destaca D. B. FERREIRA (1989, p.1135), é para a região do Atlântico Oriental o menos arbitrário e seguramente muito menos discutível do que o ano civil, consignado nos anuários. Aliás, Setembro segue-se aos meses (Julho e Agosto) em que se verifica, por todo o Sul de Portugal, o mínimo de chuva e, nalguns anos, mesmo a sua ausência total.

1. O PERÍODO ESTUDADO

O período estudado, 1948-49/1977-78 (1) é constituído por 30 anos climatológicos. Tal escolha resulta de ser este o número de anos utilizado pela O.M.M. para definir os períodos normais.

Este limite de 30 anos foi estabelecido em função dos climas temperados, em que a variabilidade é bastante mais reduzida do que nas nossas regiões. Embora escassa para permitir a estabilização, esta duração permite uma amostragem suficientemente representativa das características da série.

Tal facto é corroborado por L. M. ALBENTOSA (1975), que, trabalhando numa região de irregularidade climática comparável à do Alentejo, afirma que um período de 30 anos é suficiente para "definir o carácter das

(1) A série utilizada de 1948/49 a 1977/78 será referida no texto, simplificadamente, como série de 1949/78.

precipitações numa estação com as características geográficas de Barcelona", mas salienta a sua insuficiência para a determinação, com rigor, do valor da média e da mediana da série (ob. cit. p.73 e 74).

A estes argumentos junte-se o facto de a consideração de um maior número de anos reduzir os locais com informação disponível, o que, aumentando o rigor da representatividade estatística das séries amostrais, diminuiria significativamente a densidade da informação.

A necessidade da compreensão da variação espacial levou-nos a não aumentar o número de anos e, até, a considerar frequentemente séries mais curtas, com pelo menos 20 dos 30 anos escolhidos (2). Procurou-se, apesar da menor fiabilidade das séries reduzidas, obter o máximo de locais com dados disponíveis, sem no entanto comprometer a sua validade. O ano de 1978 coincide com o último com dados publicados nos Anuários Climatológicos de Portugal, aquando do início deste trabalho.

Os locais de medição utilizados estão representados na figura 3. Assinalam-se as Estações Meteorológicas e os Postos Udométricos com dados para o período de 1948/49 a 1977/78, bem como os que funcionaram em pelo menos 20 destes 30 anos. Destes, distinguem-se os correspondentes aos primeiros 20 anos (1948-49/1967-68), dos respeitantes aos últimos 20 (1958-59/1977-78) da série.

De entre os locais assinalados na figura 3 refiram-se os que possuem séries pluviométricas mais longas: Chouto, Pavia e Estremoz (desde 1911); Beja (desde 1897); Faro (desde 1896) e Évora, com série, já centenária, de registos desde 1870.

Estas séries longas permitem, pela sua duração, uma estabilização dos diversos parâmetros estatísticos. Serão

---

(2) Este limite de 20 anos, para as séries incompletas, não foi escolhido ao acaso. Resulta do facto de este número de anos permitir o cálculo fácil dos decis, tal como a de 30 anos.

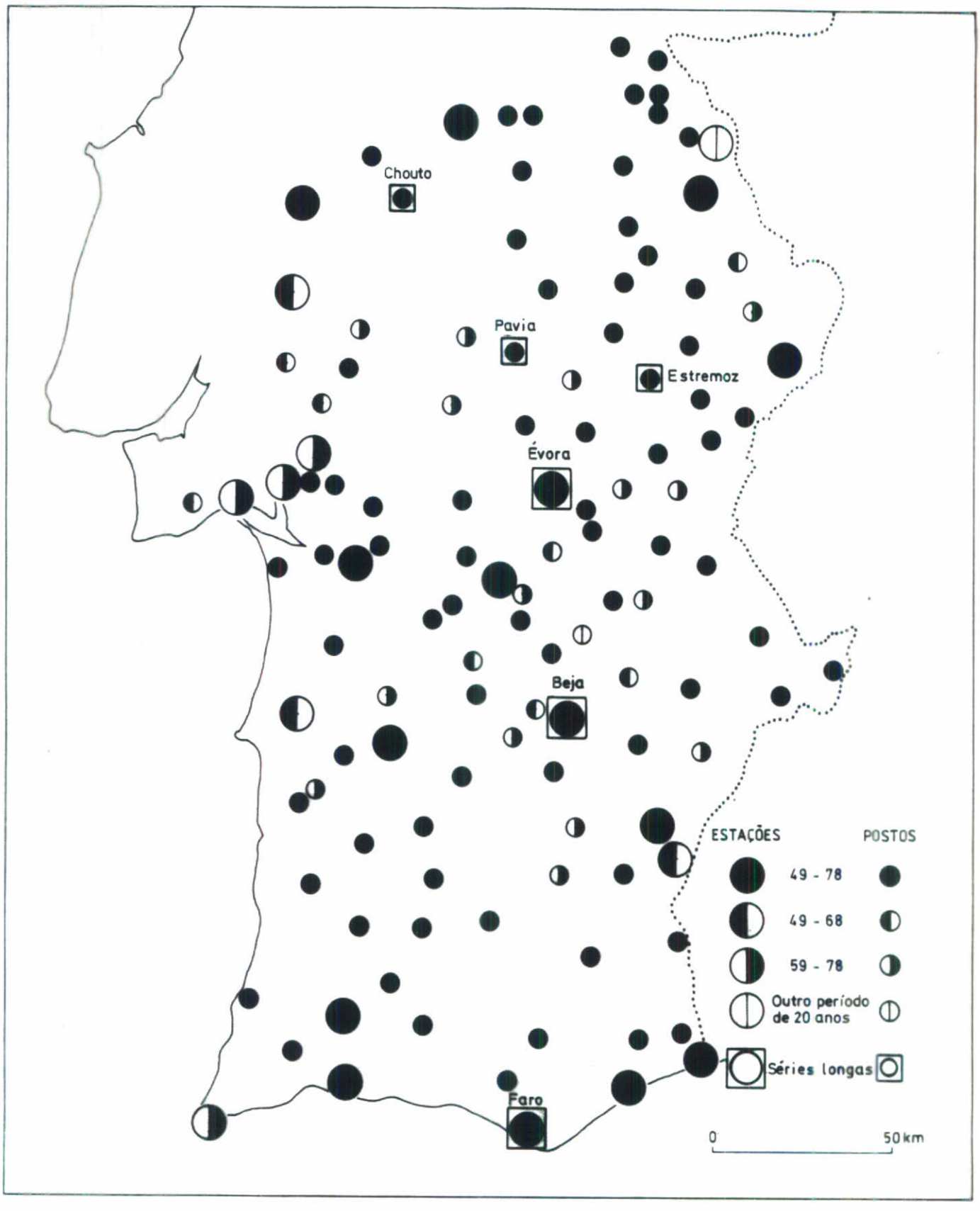


Fig. 3 - Localização das estações e dos postos udométricos utilizados. Os círculos maiores representam as estações meteorológicas; os menores os postos udométricos.

aqui utilizadas como referência e a partir delas será feito o enquadramento do período escolhido.

2. A VALIDADE DOS DADOS

A utilização dos dados pluviométricos levanta logo à partida o problema da validade dos totais de chuva recolhidos nos pluviómetros. Validade relativamente aos quantitativos que atingem o solo nas áreas próximas, representatividade destes valores pontuais relativamente às áreas envolventes e, ainda, o problema da comparação de dados colhidos por aparelhos de medição diferentes.

Embora, em Portugal, este tipo de preocupações não tenha suscitado grande interesse, é importante assinalar as conclusões apresentadas por J. P. M. ALBUQUERQUE. Em trabalhos de 1957 e de 1960, o autor afirma que entre dois valores de chuva captados em locais próximos e divergentes, se deve optar pelo mais abundante. E, ainda, que estas diferenças se devem quer a erros fortuitos, "sobretudo por negligência do observador" quer a erros sistemáticos "por obstrução local ou pela acção do vento" (ALBUQUERQUE, 1957, p.86).

No trabalho de 1960, o mesmo autor cita o caso do Promontório de Sagres, "batido sempre pelas rajadas de vento de todos os quadrantes marinhos" (ALBUQUERQUE, 1960, p.267), que apresenta um défice de chuva que será superior a 50 %. Este, foi calculado pelo autor em função da velocidade do vento, segundo a tabela de KOSCHMIEDER (1934).

O valor encontrado foi também corroborado pelos totais de chuva recolhidos em dois pluviómetros localizados em Vila do Bispo. Um com a boca a uma altura do solo de 0,3 m e o outro a 1,5 m, sendo a diferença encontrada entre ambos de 50,8 %, a favor do primeiro. O autor conclui que a disparidade teria sido ainda maior se o udómetro de altura inferior estivesse colocado ao nível do solo.

Também F. R. CUNHA (1957), no seu estudo sobre o clima do Algarve refere este problema. Salienta que estudos desenvolvidos, tanto na Europa como nos Estados Unidos da América, apontam para défices de captação das chuvas pelos udómetros,resultantes dos efeitos da turbulência provocada pelo vento. Estes défices acentuam-se com o aumento da velocidade do vento e com a diminuição da intensidade das chuvas. Refere, em Portugal, o exemplo de Montalegre e da Guarda em que as diferenças da precipitação recolhida no cimo e na base de torres são, em média, de 30 %. Apresenta também o exemplo dos pluviómetros que funcionaram em Vila do Bispo, referindo que, exceptuando o caso mais aberrante, a diferença foi de mais 35 % de chuva recolhida no udómetro colocado a 30 cm do solo. A partir destes dados conclui que as precipitações registadas nesta região do barlavento devem ser substancialmente mais elevadas do que as medidas e, portanto, mais em harmonia com os totais do restante litoral algarvio.

Mais recentemente, A. LENCASTRE e F. M. FRANCO (1984) referem a necessidade de usar aparelhos normalizados, bem como a aplicação das normas de instalação (ob. cit. p.47-48).

Ao contrário do que aconteceu entre nós, este assunto tem merecido a atenção de numerosos investigadores estrangeiros, dos quais destacamos R. ARLÉRY *et al* (1973), G. MAIRE (1977), J. SCHERER (1977), C. COSANDEY (1982), P. VITON (1990).

Os diversos autores estão geralmente de acordo em considerar que a chuva recolhida nos pluviómetros é inferior à que efectivamente atinge o solo. Portanto, os registos pluviométricos são feitos por defeito. Já no que diz respeito à grandeza do "coeficiente de captação" não há concordância.

Segundo as suas experiências, pelo menos a nível mensal, J. SCHERER (1977, p.103) refere que os totais medidos são muito próximos dos valores efectivos, na maioria dos casos.

Em trabalho recente, intitulado "Mesures de pluie", P. VITON (1990) reafirma que, regra geral, a altura de chuva captada é inferior à ocorrida na proximidade imediata do pluviómetro. Origina-se, assim, um erro que admite ser sobretudo função da intensidade da chuva e da velocidade do vento, mas que é sempre fraco em valor absoluto. Salienta também que, nas situações em que existem défices, os erros de medição não ultrapassam, em casos extremos, os 12 %. Em geral, situam-se entre os 2 e os 5 %, relativamente aos totais anuais, nas estações de planície.

Quanto à validade dos dados relativamente às áreas próximas, cite-se a experiência referida em ARLÉRY *et al* (1973), relativamente a dois pluviómetros colocados a uma distância de 20 metros um do outro. Os resultados mostraram que, para chuvas com totais superiores a 5 mm, as diferenças foram da ordem dos 5 %. Disparidades relativamente mais fortes verificaram-se nas chuvas menos abundantes (com totais inferiores a 5 mm) e sobretudo quando acompanhadas de vento forte. Nestas circunstâncias, os dois totais chegaram a apresentar desigualdades relativas da ordem dos 20 %. Partindo destes valores, concluem que estas não têm grande peso nos totais absolutos de precipitação. Isto porque as diferenças parecem ser relevantes apenas durante as

pequenas chuvadas e especialmente quando acompanhadas de vento forte.

No que se refere aos valores captados pelos vários tipos de údometros as dissemelhanças parecem não ser elevadas. Segundo diversos autores referidos em C. COSANDEY (1982), estas não ultrapassam normalmente os 6 % sendo frequentemente semelhantes, como também refere G. MAIRE (1977), relativamente às suas experiências. Totais substancialmente díspares aparecem entre os recolhidos nos pluviómetros e nos pluviógrafos. Tal facto deriva, segundo C. COSANDEY (1982), da pouca fiabilidade que merecem os pluviógrafos, aparelhos extremamente sensíveis e frequentemente manípulados em condições deveras precárias.

No que diz respeito à localização dos pluviómetros destaquem-se as conclusões de G.MAIRE (1977), resultantes do estudo da influência do local de medição nos resultados obtidos. Nelas o autor salienta a importância primordial do sítio. Chama a atenção para o facto de serem os locais abrigados, principalmente em relação aos ventos chuvosos dominantes, os mais adequados para a localização dos udómetros, o que, segundo este autor, contraria as ideias geralmente aceites.

Segundo P. VITON (1990), os pluviómetros devem situar-se em "meio homogéneo" e longe das perturbações aerodinâmicas introduzidas pelos obstáculos. Isto porque nos aparelhos de medição expostos sem precaução, em lugares pouco propícios, os défices de captação podem atingir os 50 %.

Destaque-se, para finalizar, a opinião expressa por C. COSANDEY (1977), quanto a nós especialmente pertinente, que põe em causa a quantificacão dos erros de medição. Assim, segundo este autor, o problema da avaliação do défice de captação será sempre subjectivo. Isto porque, para o cálculo deste são necessários dados

de referência, para os quais é difícil estabelecer um grau de confiança. Assim, em cada experiência, permanece desconhecida qual a parte da diferença encontrada "imputável ao fenómeno que se pretende medir, e a ligada às condições de experimentação" (ob. cit. p.52).

Do que foi dito, podem extrair-se duas ideias fundamentais: por um lado o questionável rigor na quantificacão dos erros de medição das precipitações e, por outro lado, a ideia de que, apesar de tudo, estas dificuldades não põem em causa a representatividade dos registos pluviométricos.

Tendo em conta esta conclusões, os dados publicados, podem ser, à partida, considerados como válidos. No caso do Alentejo, segundo S. DAVEAU (1977) há uma influência marcante do relevo na repartição das chuvas. Esta, resulta das ondulações induzidas pelos relevos nos fluxos chuvosos, que têm como consequência a alternância de faixas de maior e menor precipitação. Contudo, a sua topografia, predominantemente aplanada ou de formas suaves, deve favorecer uma maior validade dos registos aqui do que nas regiões onde um complicado mosaico de relevos introduz profundas modificações na circulação dos fluxos.

Porém, os dados publicados apresentam frequentes problemas. Estes resultam dos locais pouco próprios onde, por vezes, estão implantados os pluviómetros e também, noutros casos, da sua mudança de localização. O primeiro destes é de difícil resolução. Esta, implica não só o conhecimento do local exacto de todos os pluviómetros, mas também a bem mais delicada tarefa que advém da necessidade de estabelecer as devidas correcções de cada caso em que a posição do pluviómetro fosse considerada incorrecta. Quanto à mudança de localização dos aparelhos, esta pode afectar seriamente a homogeneidade dos registos. O que acontece desde que a transferência

não seja efectuada para sítio próximo e sem grandes diferenças na circulação local do vento.

Quanto aos erros de leitura, os aberrantes ou sistemáticos, quando não corrigidos pelo organismo compilador, são geralmente detectados pelo utilizador, precavido quanto à sua possível existência. São, portanto, os pequenos desvios, os mais difíceis de detectar. No entanto, uma boa parte destes acaba por se anular. Isto porque, sendo introduzidos, em geral, de maneira aleatória, acabam por se anular, em função dos seus sinais opostos. Como exemplo de casos deste tipo, refira-se a preferência de certos observadores por determinados algarismos como os números pares, a exclusiva utilização de alguns deles ou, apenas, do 0 e do 5, implicando arredondamentos ora por excesso ora por defeito.

3. OS HIATOS NAS SÉRIES DE DADOS

A existência de numerosas faltas de dados numa série compromete gravemente a sua validade, pelo que as que se encontravam nestas condições foram simplesmente abandonadas. Contudo, nalgumas séries, a falta de dados afectava apenas alguns meses. Nestes casos, tentou-se resolver este problema comparando as precipitações do local em causa com as de outro de referência, sem falhas e com características o mais semelhantes possível. O método utilizado foi o da determinação da correlação entre ambas e, sempre que esta era significativa,

calcular o ou os dados em falta a partir dos do local de referência (3).

Refira-se, contudo, que num regime pluviométrico como o do Sul de Portugal, a concentração das chuvas sobretudo durante uma das metades do ano, leva a que a falta de registos não tenha a mesma gravidade em todos os meses. Assim, embora as chuvadas registadas na época mais seca possam ser de grande interesse em função dos reduzidos totais normalmente verificados, para a análise estatística a sua falta não é muito grave.

Deste modo, completaram-se as séries cuja falta de dados correspondia essencialmente aos meses menos chuvosos. Quando esta se verificava durante o Inverno, este procedimento apenas se aplicou a um ou dois meses. Correcções em mais de dois meses, por poderem introduzir erros acrescidos, só foram realizadas quando a série correspondia a uma região sem outros locais de registo. Caso contrário, ou foi abandonada ou, no caso de a falta temporária de dados se verificar durante os primeiros ou os últimos dez anos desta, optou-se por utilizar uma série reduzida, de apenas vinte anos, os iniciais ou os finais, em que não havia problemas de falta de dados.

4. A FALTA DE HOMOGENEIDADE DAS SÉRIES

De entre a bibliografia consultada, o procedimento mais comum para averiguar a homogeneidade das séries

(3) Para um intervalo de confiança de 1 % o coeficiente de correlacção é considerado significativo quando o seu valor é superior a 0,575 e a 0,470 respectivamente para as séries de 20 e de 30 anos. Em praticamente todos os casos considerados as correlações utilizadas tinham valores superiores ou iguais a 0,7.

climatológicas é o teste do "double cumul" ou "double masse", dos autores de língua francesa, utilizado, por exemplo, na execução da Carta Climática Detalhada de França [4].

Neste teste acumulam-se as precipitações, ano a ano, da série a verificar, bem como as da série homogénea de referência. A marcação do valor correspondente a cada ano, para as duas estações, num gráfico cartesiano, permite averiguar a sua homogeneidade. Esta existe, se os pontos dos vários anos definirem uma linha recta. Caso haja inflexões, estas provam que a série é heterogénea. Cada inflexão corresponde a uma mudança de localização ou, pelo menos, a uma modificação, muito forte, das condições locais de circulação do ar.

Método semelhante encontra-se referido em autores brasileiros que o denominam por curva dupla acumulativa ou curva de massa. Difere do procedimento anterior apenas pelo facto do valor de referência não ser de uma só estação, mas resultante da média de várias, próximas da que se está a testar.

No entanto, a utilização deste método é posta em causa por alguns autores. Por exemplo A. DAUPHINÉ (1976) trabalhando com cerca de duas centenas de séries de precipitação nos "Midis Français", refere que, num estudo desta escala, as curvas cumulativas representam "um trabalho enorme, certamente útil mas pouco fecundo" (ob. cit. p.136).

Também REMY OSTER (1979), embora salientando que o teste fornece muita informação acerca da paridade dos dados, põe em causa a sua utilização. Isto porque, trabalhando com séries de pouco crédito (referentes à Colômbia), assinala que, com este método, ter-se-iam de corrigir quase todas, havendo mesmo dificuldade em encontrar as de referência. Por estas razões renunciou a

---

(4) In: Équipe de Recherche n° 30 C.N.R.S. (1981).

"aplicar tal metodologia demasiado sofisticada para o caso colombiano", acrescentando que, nestas circunstâncias, é preferível trabalhar com uma margem de erro não desprezável (REMY OSTER, 1979, p.61).

Para o Alentejo, não se levantam problemas graves de validade como os da Colômbia, e as séries disponíveis ultrapassam uma centena. Deste modo, optou-se pela utilização do teste do "double cumul" para controlo das séries para cujos locais de registo eram indicadas mudanças de localização e, apenas, de maneira sistemática, para as séries longas.

Consequentemente, a verificação da homogeneidade foi iniciada pelo levantamento, ano a ano, das coordenadas geográficas de cada local de medição, indicadas nos Anuários Climatológicos de Portugal.

Assim, seleccionaram-se aquelas para cujos locais de medição eram indicadas mudanças de coordenadas. Frequentemente, estes correspondem apenas à sua correcção ou, noutros casos, a uma mudança de sítio, para local próximo, e de características semelhantes, que pode não afectar a homogeneidade dos registos. Deste modo, a aplicação do teste permitiu distinguir, de entre elas, quais as que, efectivamente, tinham a sua homogeneidade comprometida.

Nas figuras 4 e 5, apresentam-se os testes do "double-cumul" efectuados. Considerou-se como série de referência a de Évora, a mais antiga e de que não se conhecem mudanças de localização.

Na figura 4 apresenta-se o teste às séries longas, nos anos comuns entre cada uma delas e Évora. Para Beja, apesar da indicação de modificações, a homogeneidade parece não ser afectada (fig. 4-A). No caso de Faro, que mudou da cidade para o aeroporto em 1952, a comparação com Évora mostra alguns problemas nos primeiros anos de funcionamento e não aquando da mudança (fig. 4-B).

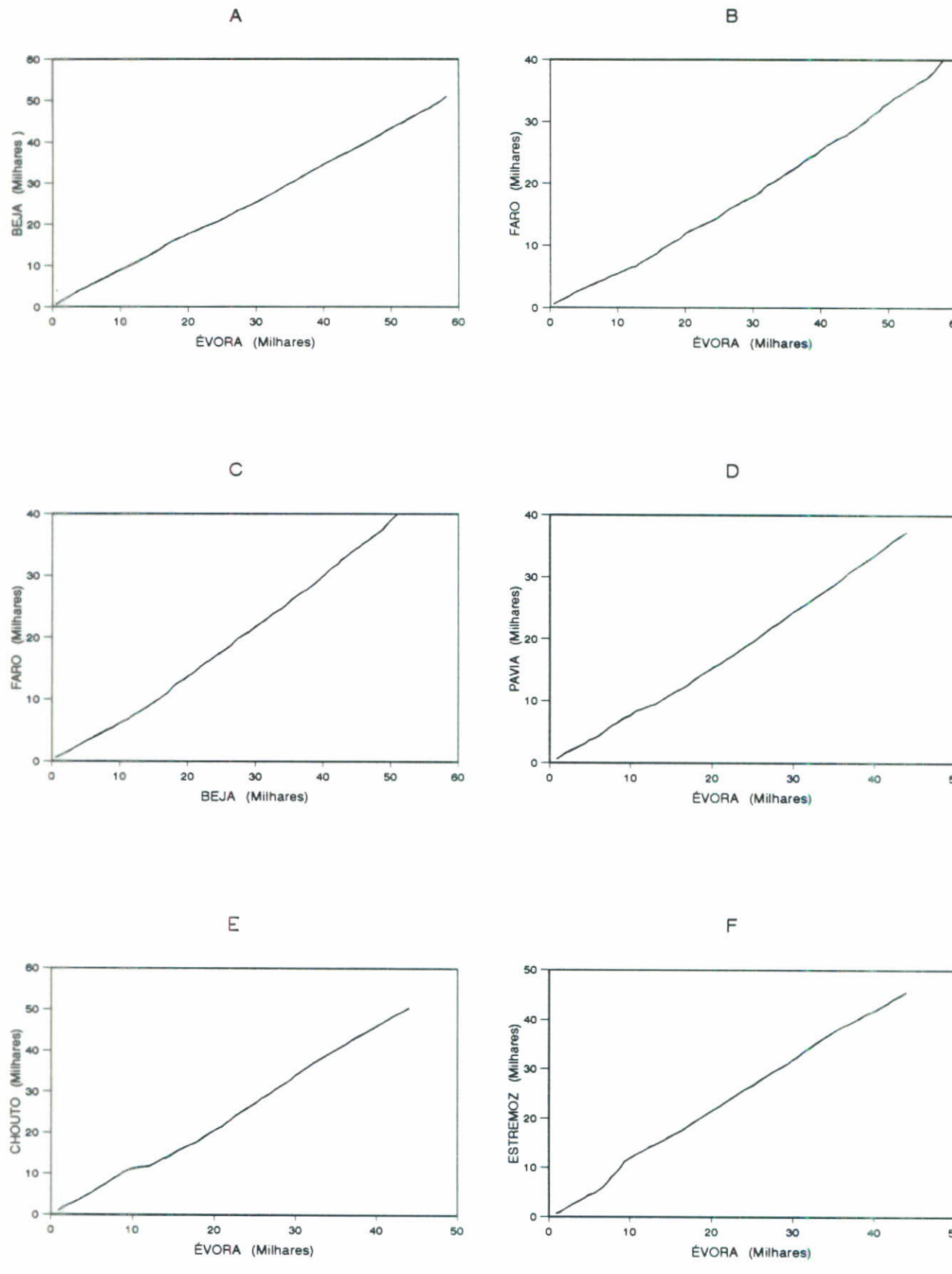


Fig. 4 - Teste (double cumul) das precipitações anuais das séries longas, relativamente a Évora. Para Faro apresenta-se também o teste em relação a Beja.

Contudo, a distância e as diferenças regionais do relevo levaram a que se fizesse a comparação também com Beja (fig. 4-C). A inflexão que se verificava em relação a Évora diminui significativamente, pelo que os seus registos foram considerados homogéneos.

Para as outras séries longas, Pavia, Chouto e Estremoz, apenas a primeira parece não apresentar grandes problemas de homogeneidade. As outras duas têm fortes inflexões, logo nos primeiros anos de funcionamento: até 1928/29 em Chouto e até 1926/27 em Estremoz. Nestas, o período utilizável ficou, consequentemente, restringido, optando-se pela sua utilização a partir de 1929/30.

Quanto às séries referentes ao período de 1948--49/77-78, com mudanças de localização assinalada nos anuários, o teste do "double-cumul" (fig. 5), relativamente a Évora, mostra que, na maioria dos casos, a homogeneidade das séries não foi afectada. De entre elas, apenas Canha, Santiago do Cacém e Marvão apresentam grandes desvios na curva das precipitações acumuladas.

No caso de Santiago do Cacém, estas correspondem às mudanças de coordenadas, pelo que a série é nitidamente heterogénea.

Quanto a Canha e a Marvão, as inflexões são em número muito superior às mudanças de localização indicadas, o que sugere a interferência de outros factores na explicação destes casos. Dos possíveis destaque-se a distância à estação de referência, Évora, bem como as diferentes posições relativamente ao relevo regional. Évora localiza-se no cimo de um relevo que emerge de uma vasta região aplanada do Alto Alentejo. Canha situa-se num vale aberto para noroeste em direcção à planície do baixo Tejo. Marvão ocupa o topo de um dos alinhamentos mais orientais dos relevos que formam o maciço da Serra de S.Mamede e, consequentemente, numa

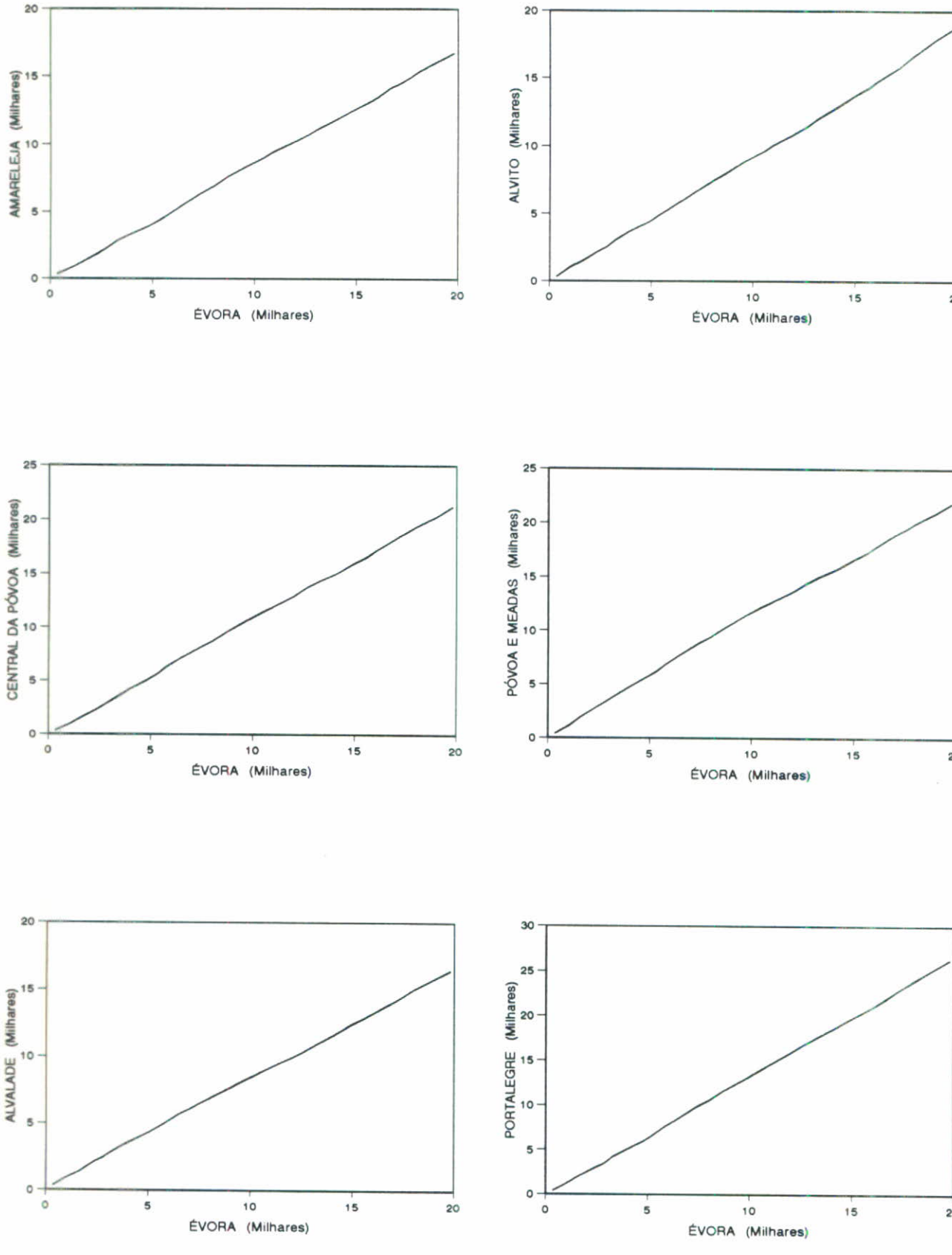


Fig. 5 - Teste (double cumul) das precipitações anuais para os locais que tiveram mudanças de localização no período escolhido (1949/78), relativamente a Évora.

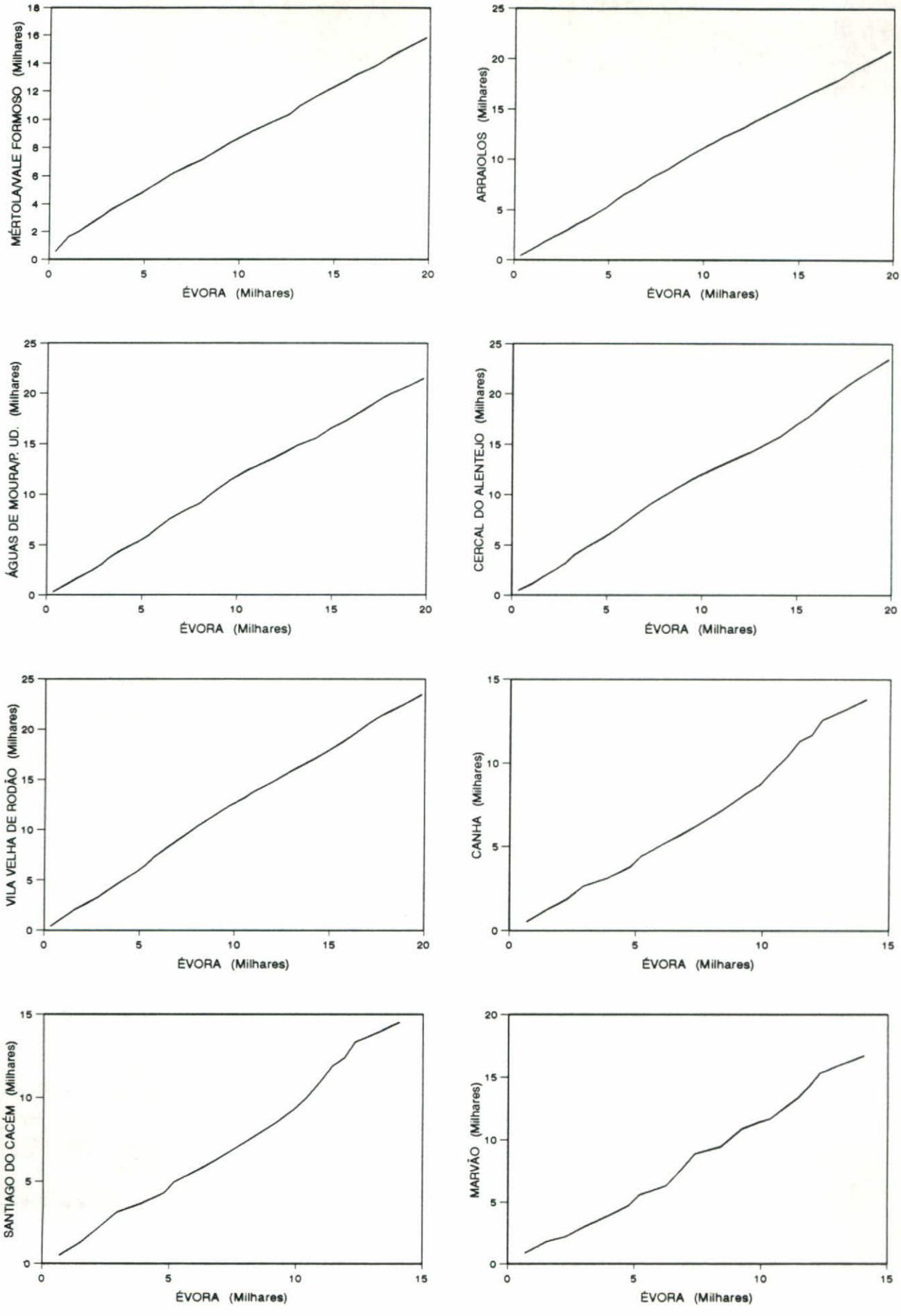


Fig. 5 (continuação).

posição muito diferente e de cunho mais continental do que Évora.

Assim, a distância das referidas estações a Évora, e a diferente posição no contexto do relevo regional podem tornar Évora inadequada como estação de referência para Canha e sobretudo para Marvão. Destes factos devem resultar boa parte das irregularidades encontradas no teste do "double-cumul" resultantes da comparação entre locais de medição sem afinidades, relativamente à circulação local e mesmo regional dos fluxos húmidos. Admitindo as conclusões precedentes fica por definir qual o grau de heterogeneidade destas séries e portanto a sua fiabilidade.

Contudo, estes dados serão utilizados, pelo menos como valor indicativo, pois resultam de medições efectuadas em dois ou mais locais de observação, normalmente não muito afastados uns dos outros. Parece-nos portanto preferível a consideração destes valores numéricos, embora com um erro não desprezável, do que a sua ausência, especialmente quando a sua inutilização pressupõe que posições topográficas bastante específicas, como é o caso de Marvão, ficassem sem registos.

Assim, optou-se por estudar as precipitações num período de trinta anos que corresponde aos últimos com dados disponíveis aquando do início deste trabalho.

As séries existentes apresentam alguns problemas de falhas de dados e falta de homogeneidade. As que apresentaram faltas de dados em vários meses de Inverno, ou foram abandonadas ou encurtadas para vinte anos, quando tal acontecia nos primeiros ou últimos dez anos do período de 1948-49/77-78. A manifesta falta de homogeneidade detectada em Chouto e Estremoz nos primeiros anos de observação levou a que se encurtassem estas duas séries longas.

CAPÍTULO II

A VARIABILIDADE TEMPORAL DAS PRECIPITAÇÕES

1. METODOLOGIA E PARÂMETROS UTILIZADOS

De entre os numerosos métodos que se encontram nos trabalhos referentes à variabilidade temporal das precipitações, os procedimentos mais habituais são a utilização das médias de períodos consecutivos e das médias móveis. Quanto às primeiras, consoante os autores, têm diferentes durações (5, 10 ou 30 anos), e podem ou não ser parcialmente sobrepostas. As segundas aparecem calculadas para os mais diferentes conjuntos de anos (5, 7, 10, 11, 20 e 30) anos. Destes, os mais frequentes são os de 5 e 10 anos o que demonstra uma preferência pelos períodos mais curtos. Nestes há um menor encurtamento da série e um esbatimento mais fraco das oscilações do que com os períodos mais longos.

Outros métodos foram utilizados por mais de um autor como a análise em componentes principais (S. GREGORY,

1975; S. MARTIN *et al*, 1981; A. DOUGREDOIT, 1988 e P. MAHERAS *et al*, 1989) e a soma dos desvios à média (E. B. KRAUS, 1958; H. VIVIAN e S. MARTIN, 1978; S. MARTIN *et al*, 1981 e M. J. ALCOFORADO, 1984 e 1993).

Outros, menos comuns, também utilizados são a "linkage analysis" (S. GREGORY, 1975), a correlação linear (N. TASE e S. NAKAGAWA, 1990), e a "five-term binomial filter" (T. M. WIGLEY e P. D. JONES, 1987). Saliente-se ainda a utilização de outros métodos como as autocorrelações, análise espectral, análise harmónica, regulação dos valores por coeficientes binomiais e ainda a "variance spectra of series" por R. BRADZIL *et al* (1985) e R. BRADZIL (1986).

Ao contrário da metodologia, há uma grande uniformidade quanto aos parâmetros, com a utilização, em geral, dos totais anuais. Contudo, em estudos mais pormenorizados, desce-se à escala estacional ou mesmo mensal.

De entre as conclusões apresentadas pelos diferentes autores consultados referem-se, apenas, algumas de maior interesse nesta análise, por respeitarem à Europa e à região do Mediterrâneo, ou só mesmo aos seus sectores mais ocidentais.

D. J. SCHOVE (1950), em trabalho relativo à Europa e ao Atlântico, encontrou, para vários países, uma evolução semelhante ou inversa da precipitação. Concluiu, também, da existência de um mínimo, que não é coincidente em todas as regiões. Este ocorre no Norte e Este da Europa, durante os finais do século passado, e nas regiões mediterrânicas, já no presente século. Refere ainda que, entre 1895 e 1925, as regiões do Norte se tornaram mais chuvosas e as do Sul mais secas.

Reportando-se apenas à Europa Central R. BRADZIL *et al* (1985) encontraram, por toda esta região,

tendências semelhantes, com diferenças apenas quanto à intensidade.

Para a Europa Ocidental, de 1860 a 1975, S. MARTIN *et al* (1981) assinalam as principais fases pluviométricas encontradas na fachada Atlântica: uma de 1887 a 1909, caracterizada por uma diminuição dos totais anuais de precipitação; outra, de 1922 a 1941, mais chuvosa, com um acréscimo de 8 % nos totais anuais; e, ainda, um período mais seco, de 1942 a 1957, com um défice da ordem dos 10 % para o ano.

Quanto ao Mediterrâneo, refiram-se as conclusões de K. B. BUTZER (1962), que assinala, para o sector Oriental, uma descida acentuada, desde o início dos anos quarenta e uma posterior recuperação ou, pelo menos, uma manutenção dos totais pluviométricos. Para o Mediterrâneo Ocidental, também no último século, P. MAHERAS *et al* (1989) referem duas fases húmidas por toda a sua extensão, com intensidades e durações diferentes consoante os locais. Destas, a primeira ocorreu de 1910 a 1916 e a segunda de 1935 a 1941. Esta última registou uma duração nitidamente superior nas estações da margem norte, facto já mencionado por outros investigadores, quer para o Mediterrâneo Ocidental, quer para a Europa Ocidental nas latitudes médias. Segundo eles este aumento das chuvas deve ter resultado de um predomínio da circulação meridiana nestas regiões.

Para o Atlântico Oriental, no período 1947/80, D. B. FERREIRA (1989) concluiu existirem flutuações pluviométricas mas sem um sincronismo perfeito nas diferentes regiões. Para Portugal Continental no início da série, até 1958, refere uma fase deficitária. Durante os outros anos encontra flutuações coincidentes entre o Continente e o Arquipélago dos Açores, com fases húmidas de 1959/67 e de 1976/80, separadas por anos de escassez pluviométrica.

Assinale-se ainda A. H. PERRY (1988) que, baseando-se nas suas investigações e em diversos outros autores, indica as várias fases pluviométricas registadas nalguns locais do Mediterrâneo, nomeadamente Roma, Nordeste da Córsega, Beirute e Malta. Com base na bibliografia, este autor acaba por sugerir que, no Mediterrâneo, haverá ciclos de secura e de humidade, com duração diferenciada consoante os locais. Por exemplo, com cerca de 100 anos em Roma, 35 e 70 anos em Beirute e aproximadamente 30 anos em Malta.

Destaque-se, ainda, o trabalho de T. M. L. WIGLEY e P. D. JONES (1987). Nele os autores salientam uma conclusão que nos parece de extrema importância e que aponta para um aumento dos períodos de deficiência pluviométrica durante os últimos 10 anos.

A bibliografia consultada mostra a existência de flutuações pluviométricas nestas regiões. A comparação dos resultados obtidos pelos vários autores evidencia a falta de sincronismo entre as diversas regiões.

2. A SÉRIE SECULAR DE ÉVORA

No presente estudo foram utilizados diversos métodos para a análise da variação das precipitações desde que existem registos.

As séries dos totais anuais de precipitação, neste caso as denominadas séries longas de referência, constituem amostragens de valores sucessivos, tomados na sua ordem cronológica e correspondentes a espaços de

tempo iguais, pelo que são consideradas séries climatológicas.

Como tal, foi tentado o seu ajustamento a uma função linear, através da correlação entre o tempo e os totais anuais de precipitação. Os valores encontrados para os coeficientes de correlação não são significativos, sendo para todas as séries, iguais ou inferiores a 0,1.

No entanto, a utilização do teste de von Neumann, proposto pelo GROUPE CHADULE (1974) e utilizado por autores como J. M. RASO NADAL (1987) e M. J. ALCOFORADO (1993), revelou valores do referido teste muito baixos, sempre inferiores à unidade, portanto indiciadores de existência de organização nas séries (5).

O carácter contraditório dos resultados expostos anteriormente resulta provavelmente da variação, assaz irregular, das precipitações. Não se prosseguiram os cálculos conducentes à confirmação da organização ou aleatoriedade das séries, pois não é esse o nosso objectivo fundamental.

Pretende-se, sobretudo, encontrar as flutuações pluviométricas no Sul de Portugal, ao longo das últimas décadas e como se enquadra, nesta variação, o período estudado (1948-49/77-78). Para tal começaremos com uma análise ao único registo secular existente, o da série de Évora, aqui considerada separadamente.

Na tentativa de encontrar as tendências da variação dos totais anuais de precipitação (fig. 6), foram utilizados vários métodos. Calculou-se a média, desvio padrão e coeficiente de variação para as várias décadas (quadro I); as médias para períodos de 12, 21 e 30 anos sucessivos, estes últimos com sobreposição de 15 anos (fig. 7); determinaram-se as frequências de ocorrência para períodos de 20 anos, com sobreposição de 10, de que se representaram a mediana e o primeiro e nono decil na

(5) Segundo von Newman uma série é considerada aleatória sempre que $\delta 2/\sigma 2 \approx 2$.

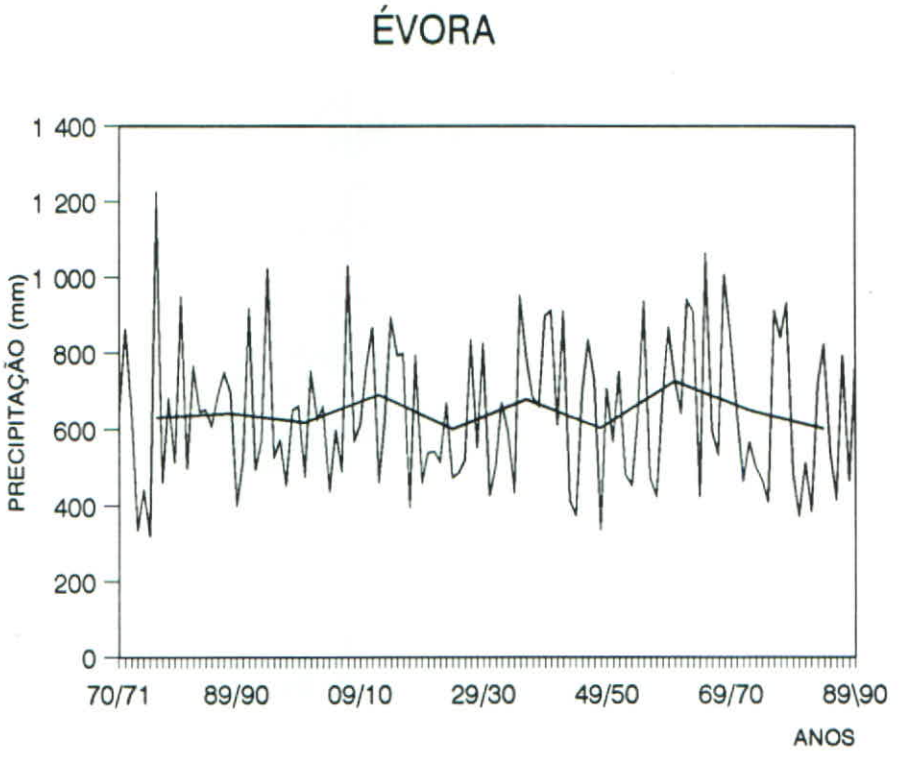


Fig. 6 - Variação interanual das precipitações em Évora e evolução das médias de 12 anos consecutivos.

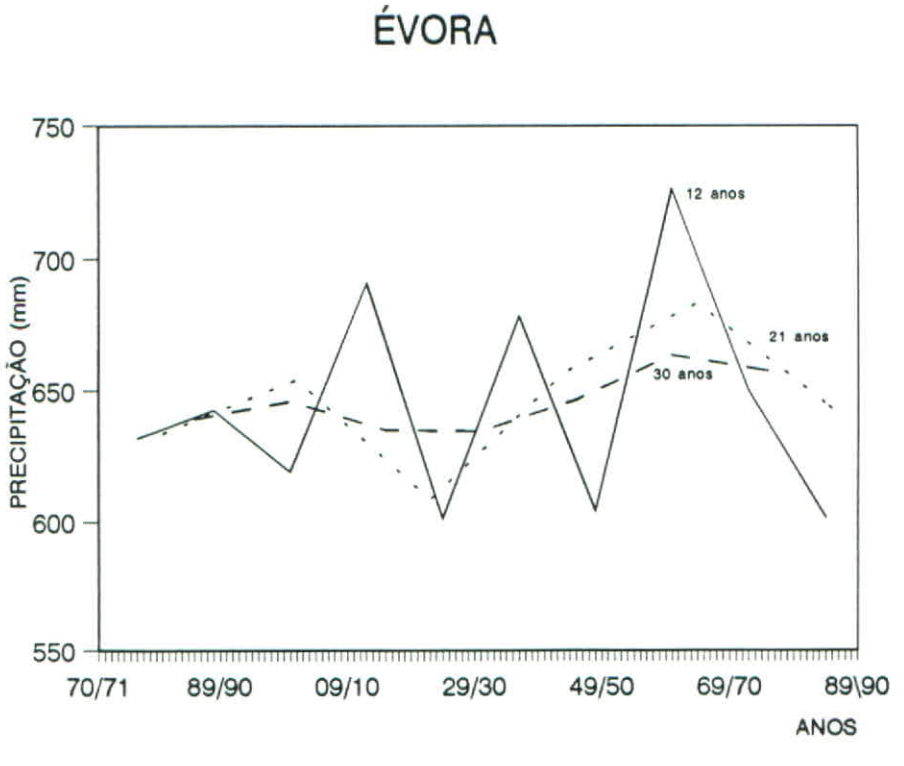


Fig. 7 - Variação das precipitações em Évora: médias de 12 e de 21 anos consecutivos e de 30 anos, com sobreposição de 15 anos.

figura 8 e, por último, as médias móveis com um número de ordem de 11 anos (fig. 9).

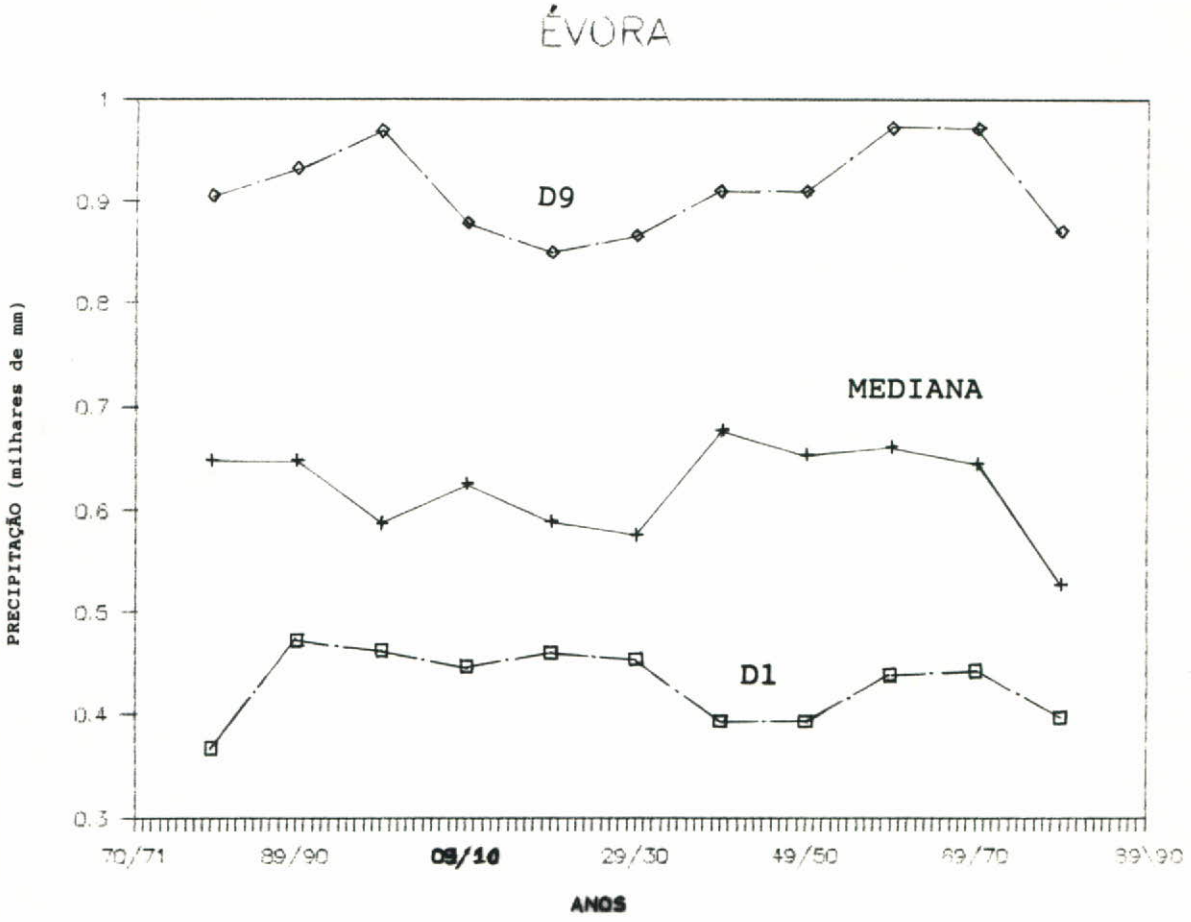


Fig. 8 - Variação das precipitações em Évora: mediana, primeiro e nono decis das séries de 20 anos (com sobreposição de 10 anos).

Esta análise estatística tem como condicionante o problema da já referida irregularidade na evolução das precipitações. Como afirma R. G. VERYARD (1963), a variabilidade interanual tem tendência a esconder as flutuações de menor amplitude, podendo estas últimas dissimular as tendências a longo prazo. Por outro lado, como salienta J. DETWILLER (1970), os resultados são consequência dos tipos de teste utilizados e do limiar de significância considerados. Como precaução em relação a estas circunstâncias, optou-se, tal como M. J. ALCOFORADO

(1992), pela utilização de técnicas que não analisam os dados globalmente, aceitando-se, apenas, como seguros, os resultados confirmados por vários tipos de tratamento estatístico.

Assim, as médias de anos sucessivos, com ou sem sobreposição, e as médias móveis têm, logo à partida, uma forte limitação por reduzirem as séries. Estas últimas, embora se contem entre os tratamentos estatísticos mais comuns em trabalhos referentes às flutuações climáticas, como foi visto anteriormente, são fortemente criticáveis. Por exemplo, M. J. ALCOFORADO (1992, p.63) refere que "esta técnica tem o inconveniente de encurtar a série e de não ser sempre eficaz na filtragem das irregularidades".

Para F. T. STRINGER (1972), as médias móveis eliminam os ciclos cujo período é igual ao considerado na média. Se o número de ordem for demasiado longo, o forte aplanamento da curva oculta os possíveis ciclos, se demasiado curto, não eliminará as irregularidades, dissimulando os padrões subjacentes procurados. E, em certas situações, pode mesmo originar uma periodicidade aparente, ou até converter máximos em mínimos e vice-versa.

A escolha do período a utilizar é, consequentemente, crítica, influenciando directamente a qualidade dos resultados. No presente caso, após experiências com períodos de diversas grandezas, optou-se por um número de ordem de 11 anos, pois permite suprimir as pequenas oscilações, continuando a traduzir as flutuações das precipitações anuais.

Em virtude dos inconvenientes assinalados, os totais anuais de Évora foram sujeitos a outros métodos, mais consensuais, de modo a podermos confirmar as tendências encontradas nos procedimentos mais simples e menos precisos. Assim, calcularam-se e expressaram-se

graficamente os desvios acumulados em relação à média (fig. 10). Este método aplicado por vários autores, como foi referido anteriormente, é apontado por R. G. VERYARD (1963), como dando resultados que parecem ser verdadeiros. Segundo S. MARTIN *et al* (1981) os desvios em relação à média, calculados e acumulados a partir de uma determinada data, permitem caracterizar a evolução das séries climatológicas e o gráfico obtido mostra os períodos de deficiência e de excedente pluviométricos. Com esta técnica, ao contrário do que acontece com as médias móveis, cada ano mantém a sua característica pluviométrica.

Os totais anuais de precipitação de Évora (1870--71/1989-90) apresentam uma forte variabilidade interanual como se pode observar na figura 6, a que corresponde um coeficiente de variação de 29,1 % (6). Esta irregularidade não se mantém constante ao longo da série. Aos anos de grande variabilidade da década de setenta do século passado, com um coeficiente de variação de 43 %, seguem-se aqueles em que esta foi menor, nos anos oitenta, com apenas 18 % (quadro I).

Os últimos anos do século XIX e os primeiros trinta do século XX, constituem um período de menores ocilações interanuais de chuva, com um coeficiente de variação que apenas ultrapassa os 30 % na década de noventa (31,3 %). A partir dos anos quarenta, os coeficientes de variação são já um pouco mais elevados, indiciando uma maior irregularidade que se mantém até aos anos recentes (quadro I e fig. 6).

(6) Foi dada preferência à utilização do coeficiente de variação em detrimento do desvio padrão. Isto porque este último é, ao contrário do primeiro, fortemente influenciado pelos valores absolutos da série. Assim, e tendo em conta a forte variabilidade espacial e temporal das precipitações, a utilização do coeficiente de variação permite uma mais correcta comparação da variabilidade entre épocas e espaços diferentes.

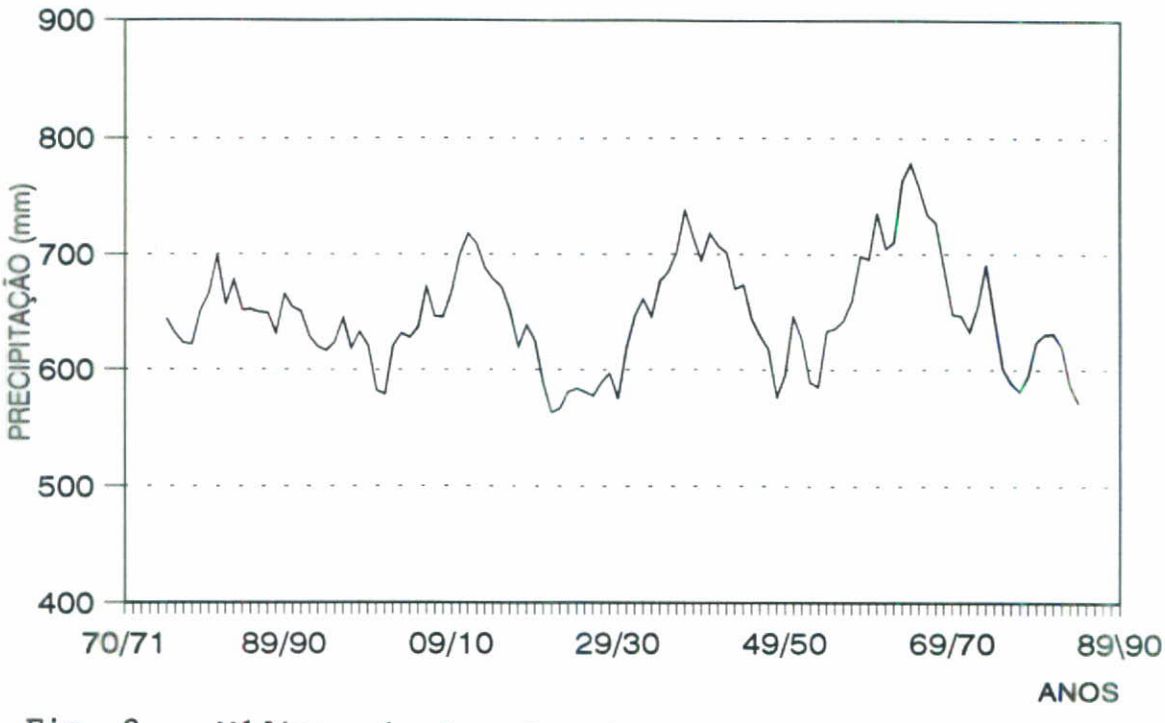


Fig. 9 - Médias móveis, de número de ordem 11, dos totais anuais de precipitação em Évora.

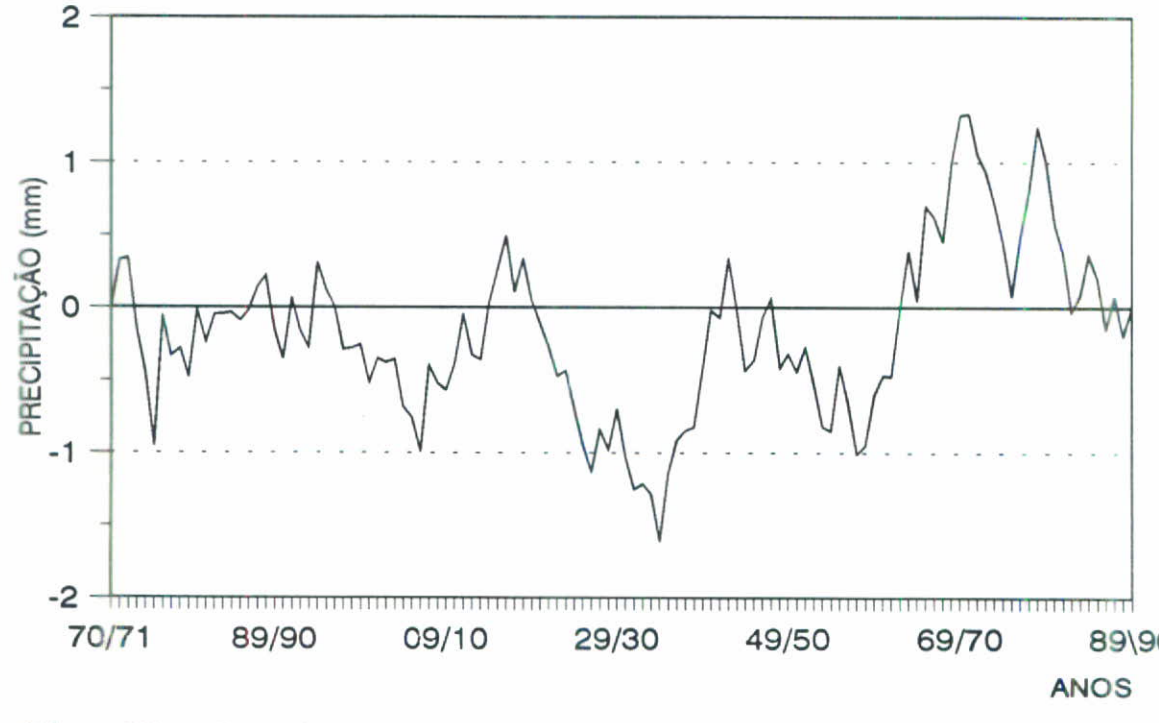


Fig. 10 - Desvios acumulados aos totais anuais de precipitação de Évora (calculados a partir da média de 1870-71/1989-90).

QUADRO I

Precipitação mínima, máxima, média, desvio padrão e coeficiente de variação, por década, para a série de Évora (1870-71/1989-90).

DÉCADAS	MÍNIMA	MÁXIMA	MÉDIA	D. PAD.	C. VAR.%
1870	320,7	1225,1	624,7	270,0	43,2
80	498,4	948,1	676,9	123,3	18,2
90	399,5	1021,6	612,5	191,4	31,3
1900	435,7	1029,7	629,4	162,2	25,8
10	395,4	894,0	699,7	161,2	23,0
20	459,8	836,0	559,8	107,2	19,2
30	426,1	950,4	654,8	162,3	24,8
40	373,6	911,1	670,9	216,1	32,2
50	422,6	936,5	610,3	153,9	25,2
60	424,1	1064,1	771,1	205,6	26,7
70	411,0	912,9	659,8	180,6	27,3
80	371,8	793,0	551,5	150,8	27,3

Representadas na figura 7, as médias de 21 anos e de 30, com sobreposição 15, encurtam bastante a série, em consequência do seu elevado número de ordem, esbatendo fortemente as oscilações das precipitações. A partir delas apenas é perceptível um ligeiro aumento, no fim do século passado, ao qual se segue um período de mínimo, na segunda e terceira década deste século, e um incremento progressivo nas seguintes, com nova diminuição durante os anos sessenta.

As médias de 12 anos (fig. 7), pelo contrário, dão uma visão mais pormenorizada, com um menor encurtamento da série, e reflectem uma maior flutuação dos totais anuais de chuva. Indicam uma alternância de máximos e mínimos, a partir dos anos noventa do século passado, que termina nos anos sessenta do presente século. A partir daí, inicia-se uma descida, mais prolongada, das chuvas,

cujo fim não é ainda perceptível. Aliás, esta oscilação parece traduzir, de maneira simplificada, a evolução das precipitações anuais de Évora como se pode ver na sobreposição das médias de 12 anos aos totais anuais na figura 6. Na figura 8, a evolução do primeiro e nono decil bem como da mediana, comprovam a alternância de máximos e de mínimos. Destaquem-se os períodos de menor variabilidade no fim do século XIX e, sobretudo, ao longo da segunda e terceira décadas deste século.

As médias móveis (fig. 9) mostam uma oscilação de períodos mais e menos chuvosos, confirmados pela subida ou descida da curva dos desvios acumulados em relação à média (fig. 10). Esta alternância é nítida a partir do início do século vinte. Há uma sucessão de fases com anos predominantemente secos ou chuvosos, mas em que os excedentes, destes últimos, são reduzidos, pouco mais que suficientes para colmatar as deficiências acumuladas nas fases de secura.

Excedentes abundantes e abrangendo um período mais vasto, aparecem ao longo dos anos sessenta e setenta. No fim do século passado, esta flutuação entre períodos de défice e de excesso pluviométrico, não é perceptível. Os desvios acumulados, quer positivos quer negativos, nunca são elevados.

Os métodos aplicados à série centenária dos totais anuais de precipitação de Évora permitem encontrar algumas características, verificadas em mais do que um deles, e, portanto, consideradas como válidas. As principais são a existência de alternância de períodos de maior ou menor variabilidade e, sobretudo, entre conjuntos de anos com relativa abundância e de anos de escassez pluviométrica.

Quanto à variabilidade destaquem-se o fim do século XIX e as quatro primeiras décadas do presente século, e,

de entre estas últimas, especialmente, os anos entre 1910 e 1930, pela sua reduzida variabilidade.

No que se refere à alternância de fases secas e chuvosas estas são nítidas a partir da década de vinte. Contudo, realce-se o facto de, até aos anos sessenta, durante as fases de chuva mais abundante, só alguns poucos anos registarem desvios acumulados positivos relativamente à média, enquanto nos anos mais recentes a fase mais chuvosa registou desvios positivos desde fins dos anos sessenta até à primeira metade da década de oitenta.

3. AS OUTRAS SÉRIES LONGAS DE REGISTOS

Começou-se por comparar os valores médios das normais publicadas nos fascículos do Clima de Portugal. Um número razoável de locais de medição só aparece disponível a partir da normal de 1921/50. Estas médias serão comparadas com as de 1931/60 e com as da série de 1948-49/77-78 por nós calculadas.

Em primeiro lugar assinale-se que estas médias apresentam diferentes sobreposições e, enquanto as duas primeiras corresponderam a anos civis, a última refere-se a anos climatológicos. Contudo, a comparação parece-nos válida, pois pretende-se, apenas, averiguar se há uma tendência geral na variação dos valores médios das precipitações.

Mais grave é o facto de, como foi visto anteriormente, as séries de Estremoz e Chouto apresentarem problemas de homogeneidade, na década de

vinte, pelo que os seus valores na série de 1921/50 não oferecem confiança. Por essa razão, pareceu-nos razoável optar pela correcção das médias, utilizando o método indicado em N. L. SOUSA PINTO *et al* (1976) (7). Permitiu encontrar, para Estremoz, um valor substancialmente mais baixo do que o apresentado na normal de 1921/50 (579,3 em vez de 707,9 mm) e um pouco mais elevado para Chouto (716,4 em vez dos 679,7 mm). Estes valores, corrigidos, enquadram-se bastante melhor nas tendências gerais encontradas do que os anteriores, como se pode observar pelo quadro II.

QUADRO II

Valores médios da precipitação nas séries de 1921/50, 1931/60 e de 1949/78.

	1921/50	1931/60	1949/78			
	A	B	C	B-A	C-B	C-A
SANTARÉM	652,4	711,2	626,4	+	-	-26,0
CHOUTO	716,4*	817,2	810,3	+	-	+93,9
A.DO CHÃO	628,8	537,0	609,6	-	+	-19,2
AVIZ	500,0	603,8	679,9	+	+	+179,9
PAVIA	504,6	568,1	618,9	+	+	+114,3
ESTREMOZ	579,3*	671,8	655,1	+	-	+75,8
ÉVORA	629,0	655,6	660,5	+	+	+31,5
BEJA	524,3	549,7	592,8	+	+	+68,5
M.S.DOMINGOS	489,8	497,1	597,2*	+	+	+107,4
P.DA ROCHA	420,2	416,6	472,0	-	+	+51,8
FARO	423,4	452,7	501,7	+	+	+78,3
TOTAL DE AUMENTOS				9	8	9

* Precipitacão média anual corrigida

(7) Segundo este método, a precipitação num ponto (Px) é proporcional à verificada nas estações vizinhas Pa, Pb e Pc. Supõe-se que o coeficiente de proporcionalidade seja a relação entre a média Mx e as médias Ma, Mb e Mc num mesmo intervalo de anos. Adopta-se como valor de Px a média entre os três valores calculados a partir de A, B e C.

Há também o problema da média de Mina de S. Domingos corresponder ao período de 1949/68 e não ao de 1949/78. Este valor, para ser confrontável aos de 1949/78, foi corrigido por comparação com o de Mértola/Vale Formoso. Obteve-se, deste modo, o valor de 597,2 mm, enquanto o respeitante à série incompleta, de 1949/68, era de 619,5 mm.

Os valores médios de diferentes períodos mostram uma nítida tendência de subida das séries mais antigas para as mais recentes. Refira-se que, do conjunto de locais considerados, mais de metade sofreu um aumento progressivo entre estes três períodos e, 9 dos 11 locais, apresentam um incremento do valor médio das precipitações de 1921/50 para 1949/78.

Assim, conclui-se que os diversos locais de medição parecem mostrar tendências aproximadas. Numa tentativa de as confirmar, calculou-se a correlação entre as diversas séries, e, entre estas e os totais anuais médios de precipitação nas várias estações (calculados a partir dos totais anuais das diversas séries longas, no seu período comum de 1929-30 a 1977-78).

Os valores da correlação entre as séries estão indicados no quadro III. Estes são sempre significativos (com um erro de 1 %). A mais baixa correlação é a de Faro, de 0,6 com todos os outros locais, excepto com Beja onde alcança 0,8. Relativamente aos valores da média de todas as estações, a sua correlação com cada uma destas é sempre forte atingindo os valores máximos para Évora e Beja.

Assim, estes dados indicam uma evolução temporal das chuvas, com fortes semelhanças ao longo de todo o Sul, e sobretudo no Alentejo, mas com uma menor afinidade entre este e as regiões mais meridionais, de que Faro é exemplo.

QUADRO III

Coeficientes de correlação entre as várias séries consideradas e entre estas e as médias calculadas a partir de todas elas (neste último caso no período de funcionamento comum a todas elas, 1929-30/1977-78).

	CHOUTO	PAVIA	ESTR.	ÉVORA	BEJA	FARO	MÉDIA
CHOUTO	1,0	0,8	0,8	0,7	0,8	0,6	0,9
PAVIA		1,0	0,8	0,8	0,8	0,6	0,9
ESTREMOZ			1,0	0,9	0,8	0,6	0,9
ÉVORA				1,0	0,9	0,6	1,0
BEJA					1,0	0,8	1,0
FARO						1,0	0,8
MÉDIA							1,0

O incremento dos totais anuais foi acompanhado por um aumento da variabilidade. No quadro IV, indicam-se os valores dos desvios padrão e dos coeficientes de variação para os diversos períodos considerados. A variabilidade em termos absolutos, expressa pelo desvio padrão, tem, nos diversos períodos das séries mais longas, uma ligeira tendência para o aumento. Este, parece ser nítido especialmente nas estações meridionais, sobretudo em Beja, onde o acréscimo é sensível também em termos relativos, como indicam os valores do coeficiente de variação.

Para confirmar a tendência do incremento das chuvas, e como o teste de von Neuman indicia que as séries são organizadas, calcularam-se as rectas de tendência utilizando o método dos mínimos quadrados, representadas na figura 11 e 12 conjuntamente com a variação interanual dos totais de chuva.

QUADRO IV

Desvio padrão e coeficientes de variação para os diversos períodos das séries longas consideradas.

	SÉRIE LONGA		1911-12/77-78		1929-30/77-78	
	D.P.	C.V.	D.P.	C.V.	D.P.	C.V.
ÉVORA	(1870-71/77-78)					
	187,7	28,9	186,0	28,4	193,7	29,0
FARO	(1896-97/77-78)					
	146,2	33,2	151,6	34,2	158,2	33,4
BEJA	(1897-98/77-78)					
	136,0	24,0	144,1	25,7	155,0	27,4
PAVIA			177,8	31,2	181,9	31,0
CHOUTO					249,8	31,6
ESTREMOZ					211,6	31,9

Com excepção de Estremoz, que mostra uma tendência muito ligeira para a diminuição (0,13 mm por ano), todas as outras apontam em sentido contrário. O aumento é, nalguns casos, muito claro, como em Pavia, Chouto e Faro (com médias de respectivamente 3,41, 2,64 e 1,77 mm por ano) e apenas ligeiro em Évora e Beja (com um incremento anual médio de 0,42 e 0,49 mm).

Quanto aos valores médios, estes reflectem, consequentemente, a influência de vários ritmos. O seu resultado acaba por não ser o somatório das tendências referidas, pois estes valores foram calculados só para o período comum a todas as estações (1930/78), que é o correspondente às mais curtas, de Chouto e Estremoz. Contudo, revela um aumento médio anual bem visível das precipitações, de 2,24 mm ao ano.

Este incremento, praticamente generalizado, dos totais anuais de precipitação, não se processou, como

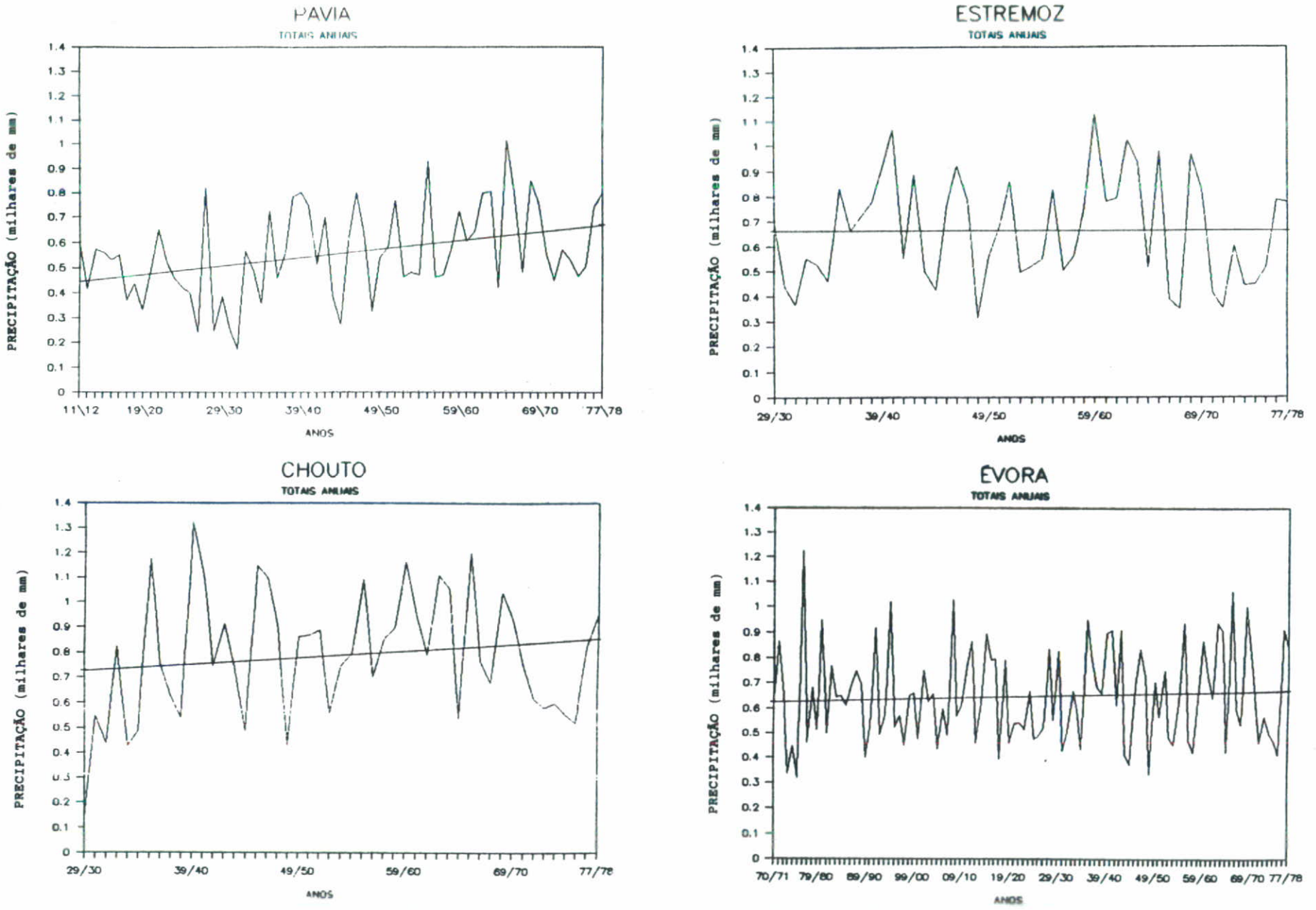


Fig. 11 - Variação interanual e respectiva recta de tendência das precipitações em Pavia, Chouto, Estremoz e Évora.

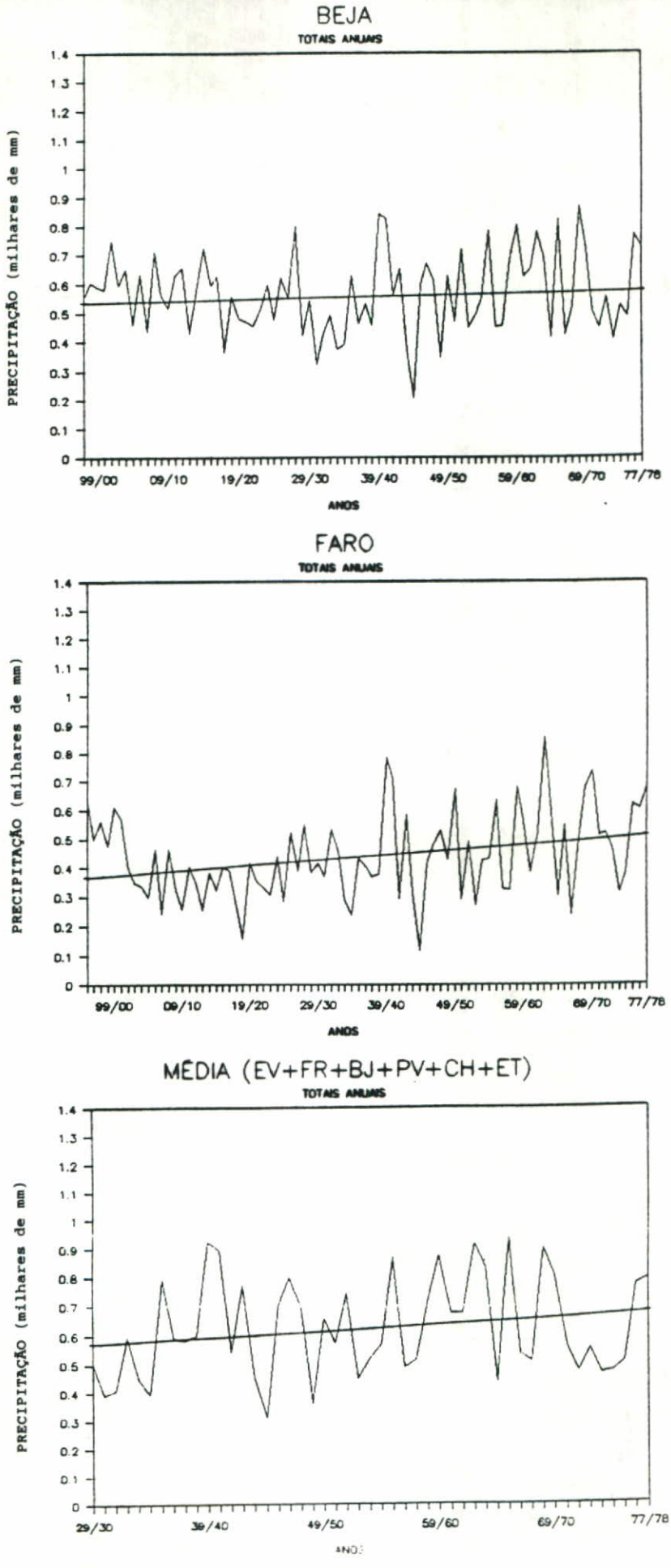


Fig. 12 - Variação interanual e respectiva recta de tendência das precipitações em Beja, Faro e para os valores médios (Pavia, Chouto, Estremoz, Évora, Beja e Faro).

aliás foi já constatado para Évora, de maneira uniforme. A evolução é marcada por flutuações detectáveis através das médias móveis (figs. 13, 14 e 15) e dos desvios acumulados (figs. 16, 17 e 18). As médias móveis têm como número de ordem os 11 anos, como as calculadas anteriormente para Évora. Quanto aos desvios acumulados em relação à média, refira-se que, neste caso, esta é sempre a do período comum às séries longas (1930/78) para que possa haver comparação entre elas. Para simplificar, as séries foram consideradas só até 1977/78, que é o último ano do período escolhido, e porque, para boa parte delas, os dados dos anos mais recentes ainda não estão disponíveis.

Quer as médias móveis, quer os desvios acumulados em relação à média, mostram a existência de flutuações pluviométricas. Confirmam as tendências de uma alternância entre períodos de maior ou menor abundância pluviométrica já anteriormente encontradas para Évora. Refira-se contudo a diferença existente entre os desvios acumulados para o caso de Évora, nas figuras 8 e 15, em virtude de serem calculados relativamente a médias de períodos diferentes. Na figura 8, a média considerada era de 644,7 mm referente à série longa (1870-71/1977-78). Na figura 15 o seu valor era superior, de 668,1 mm, relativo ao período comum entre as diversas séries (1929-30/1977-78).

Quanto às flutuações encontradas no período comum a todas as séries, verificam-se dois máximos, bem individualizados, separados por um mínimo. Este, para os desvios acumulados à média (figs. 16, 17 e 18), centra-se na década de cinquenta, enquanto os máximos culminam, na década de quarenta, o primeiro, e nos finais dos anos sessenta e início dos setenta, o segundo. Nas médias móveis (figs. 13, 14 e 15), as posições são semelhantes, mas ocorrem mais cedo, como resultado da deformação da curva introduzida por este método.

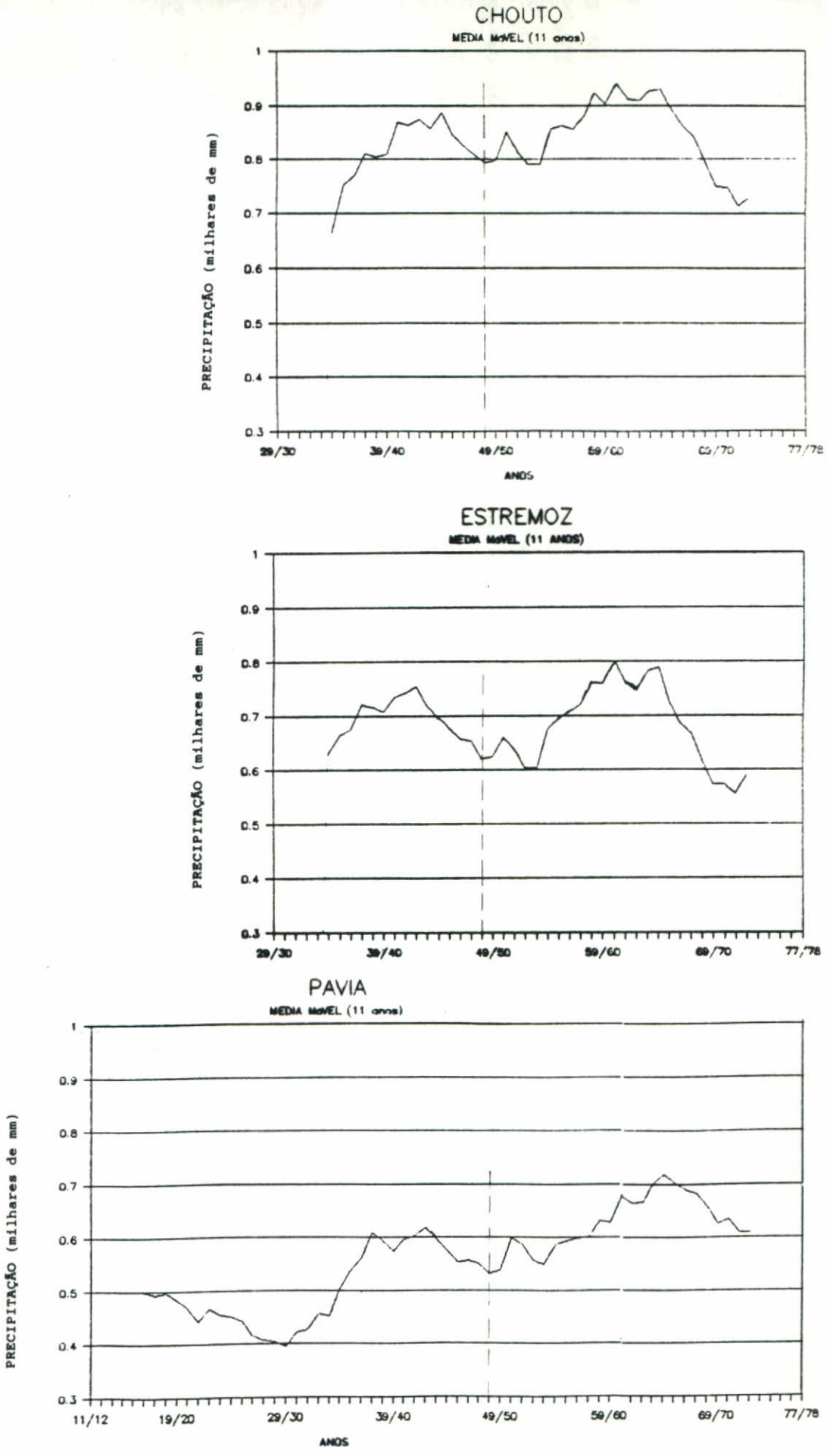


Fig. 13 - Médias móveis, de número de ordem 11, das precipitações anuais em Chouto, Estremoz e Pavia.

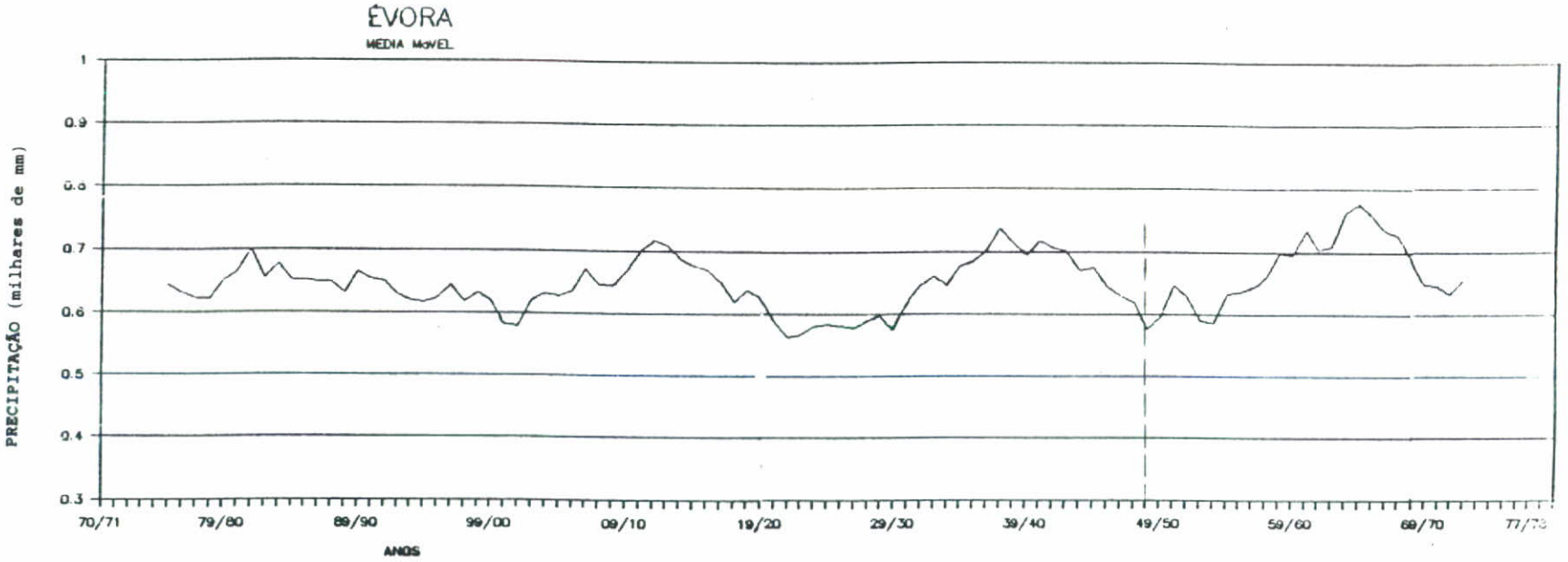


Fig. 14 - Médias móveis, de número de ordem 11, das precipitações anuais em Évora.

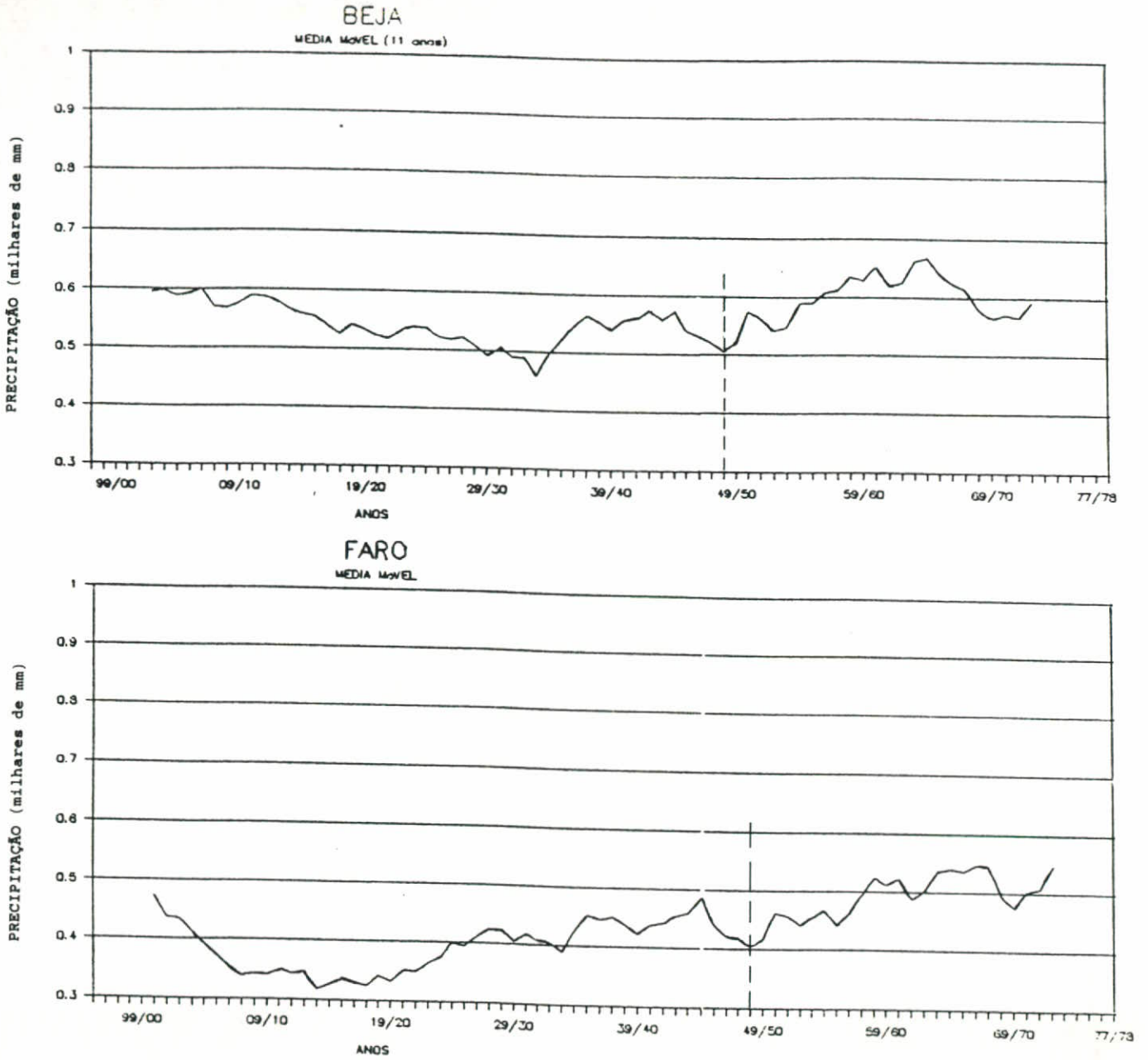


Fig. 15 - Médias móveis, de número de ordem 11, das precipitações anuais em Beja e Faro.

Saliente-se, contudo, que estas flutuações estão melhor individualizadas, em geral, nas estações mais setentrionais. Em Faro, a estação mais meridional, a sua existência é pouco marcada, com certeza encoberta pela maior irregularidade das chuvas. Refira-se que Faro é a série longa que apresenta os coeficientes de variação mais elevados (quadro III).

Nas séries mais longas, com dados desde finais do século XIX (Évora, Faro e Beja), só em Évora é evidente que a flutuação se iniciou antes dos anos trinta, com um outro máximo na segunda década deste século e mínimo nos finais da década de vinte, início da de trinta.

Évora apresenta, nos últimos decénios do século XIX, um aumento regular dos desvios acumulados negativos. Neste século, os períodos de maior precipitação não compensam os défices acumulados que, apesar das oscilações, mostram um progressivo incremento. Deste modo, é possível concluir que a abundância dos períodos mais chuvosos não é suficiente para compensar a deficiência acumulada nos períodos secos, de grande escassez pluviométrica.

Em função da diferente duração das séries, não nos parece muito correcta a comparação detalhada da evolução dos desvios acumulados. Por isso, apenas será feita para a evolução destes, entre séries com igual período de funcionamento. Deste modo, é possível comparar as séries iniciadas nos anos trinta, Chouto e Estremoz e as começadas nos últimos anos do século XIX, Faro (em 1896--97) e Beja (em 1897-98).

Chouto e Estremoz têm, desde o seu início, desvios acumulados negativos. O período mais chuvoso da década de quarenta apenas lhes permitiu uma diminuição do défice, aparecendo os desvios acumulados positivos só nos anos sessenta.

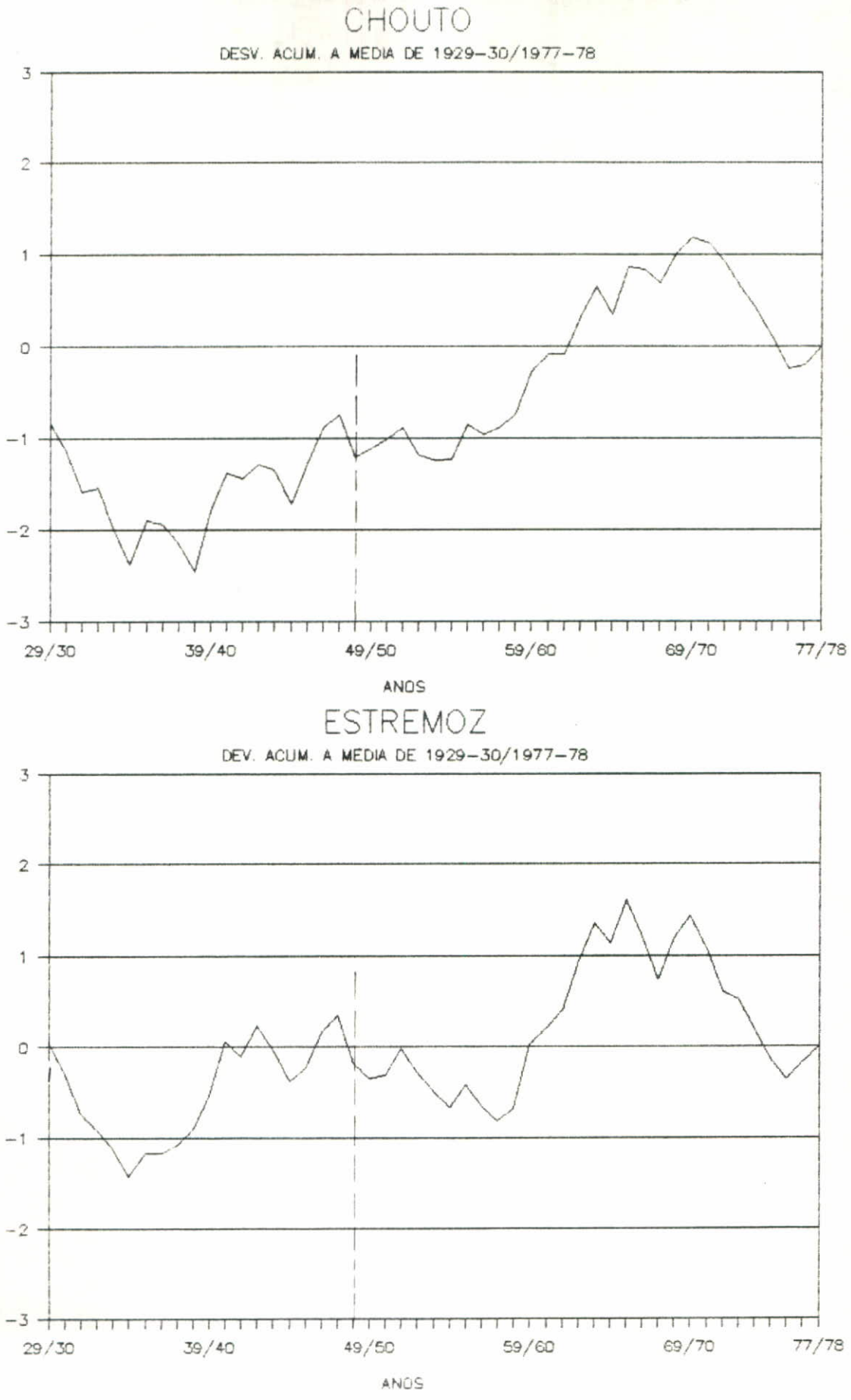
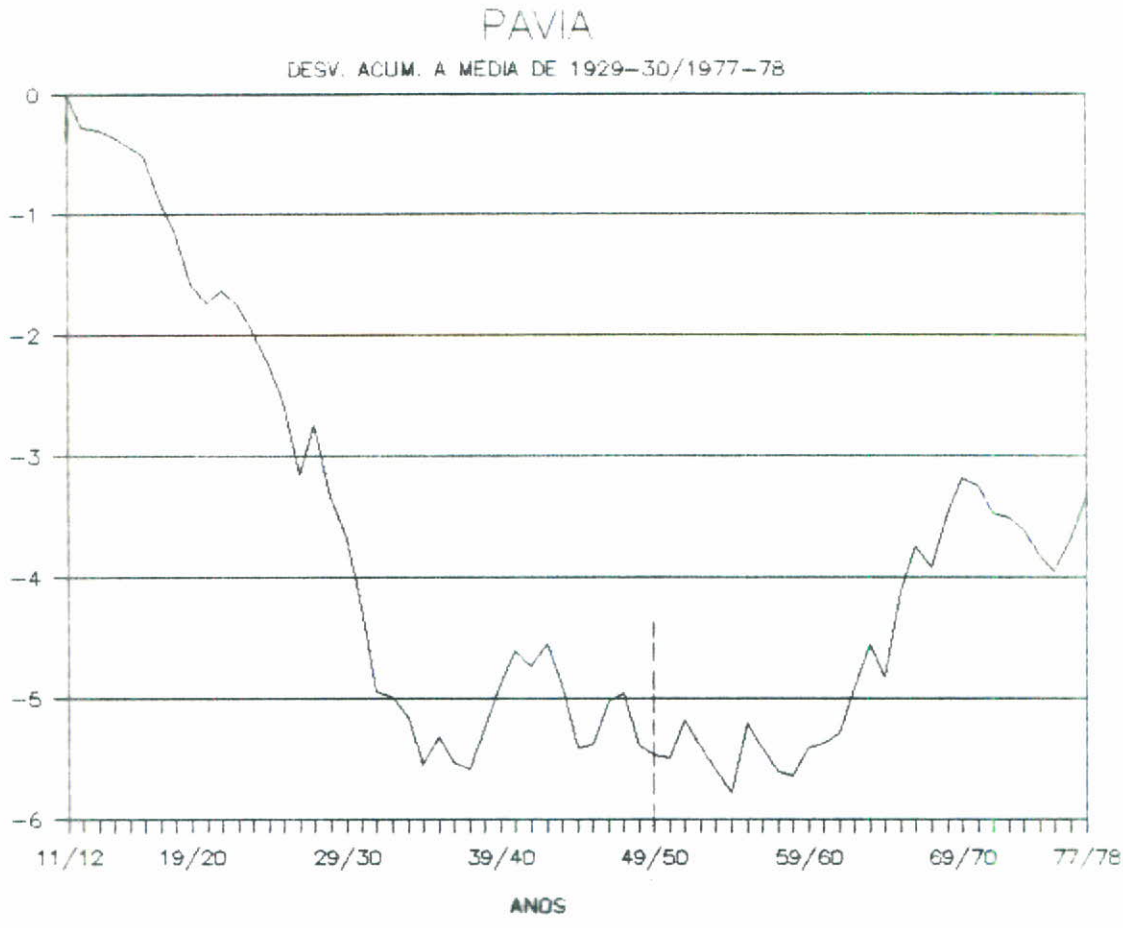


Fig. 16 - Desvio acumulado, em relação à media de 1929-30/77-78, em Chouto e Estremoz.



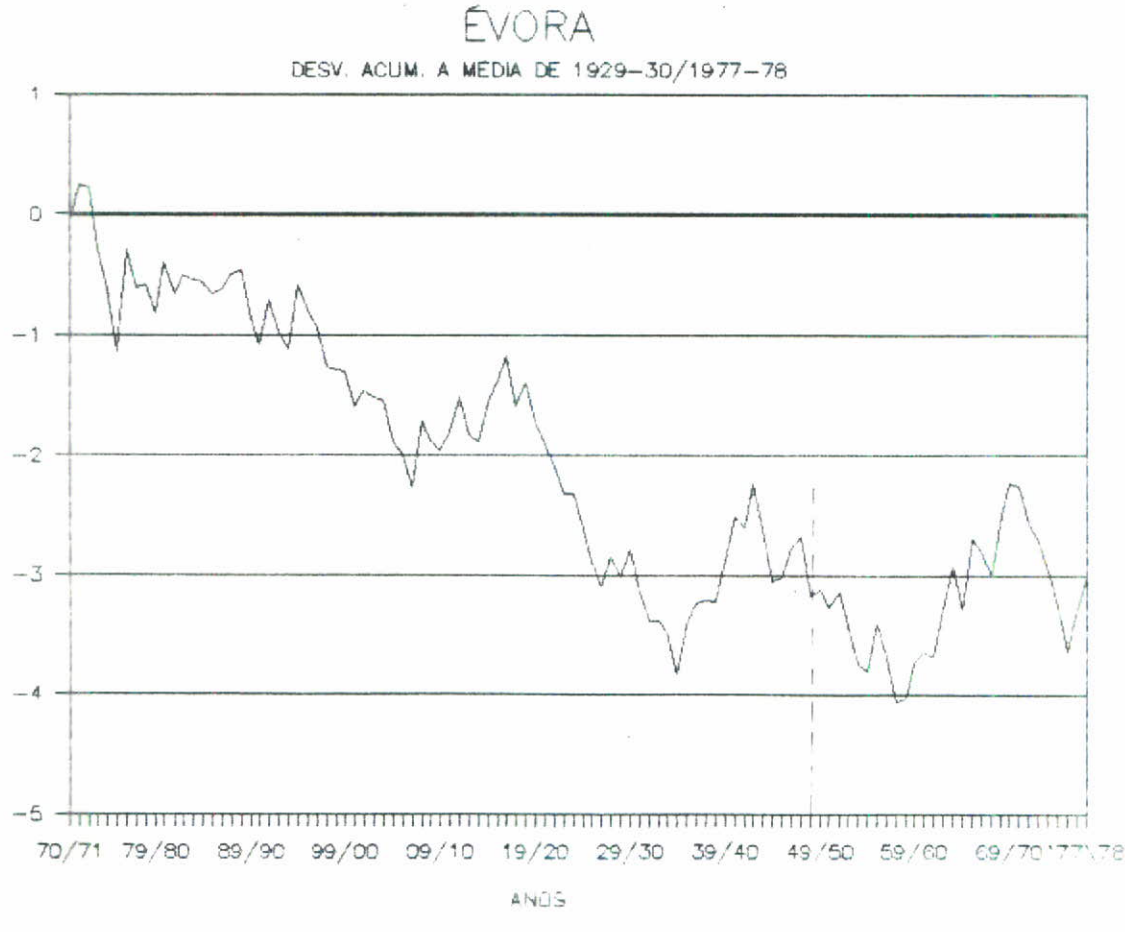
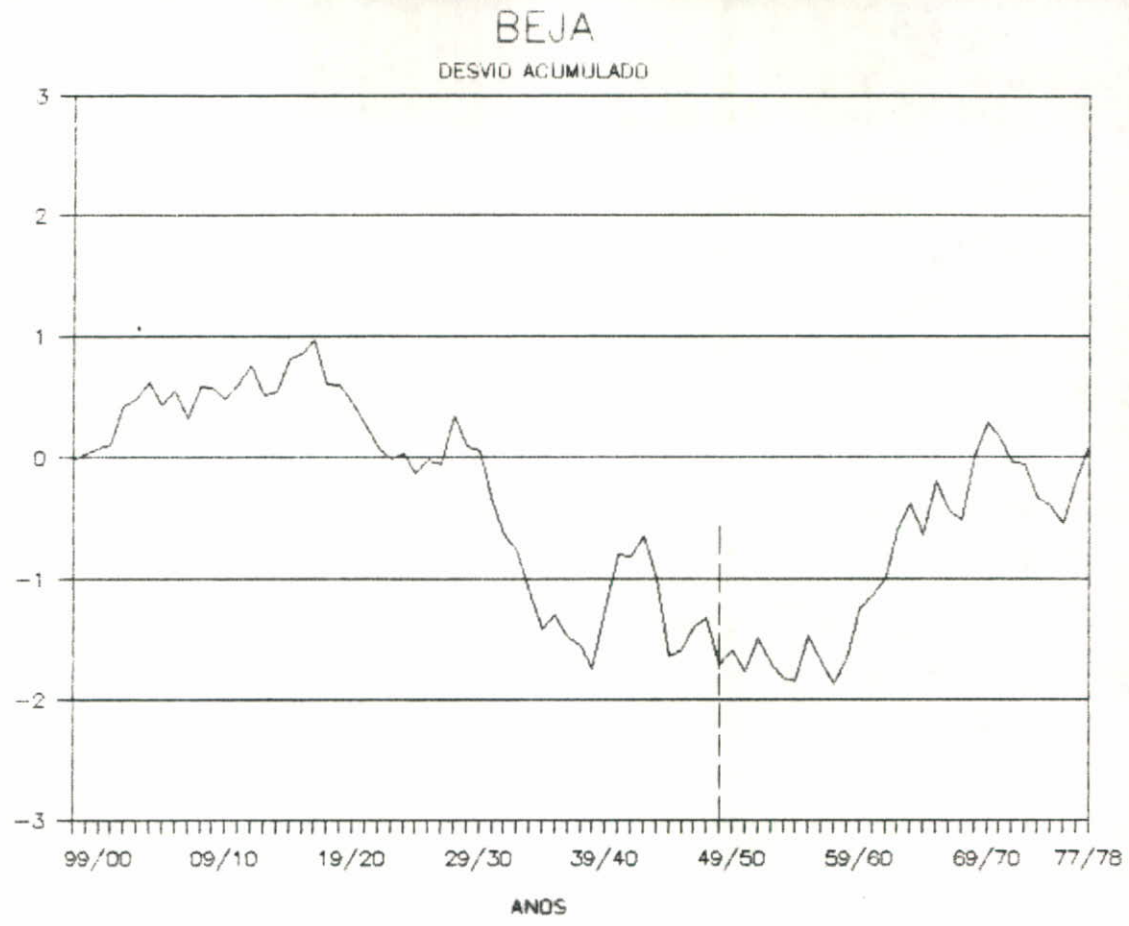


Fig. 17 - Desvio acumulado, em relação à média de 1929-30/77-78, em Pavia e Évora.



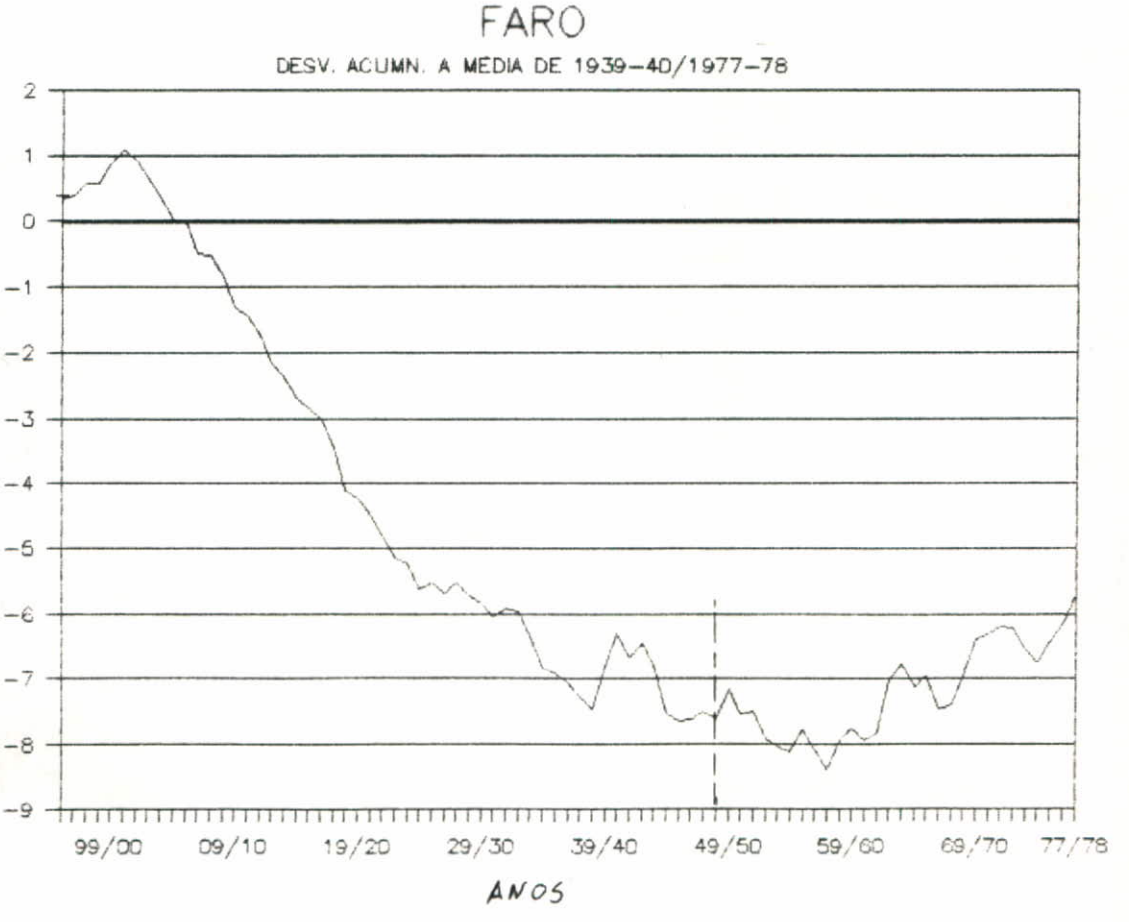


Fig. 18 - Desvio acumulado, em relação à média de 1929-30/77-78, em Beja e Faro.

Nas séries de Beja e Faro, os primeiros anos parecem ter sido relativamente chuvosos, notando-se seguidamente uma diminuição das precipitações. Esta foi mais precoce em Faro, logo no início do século. Em Beja, a escassez das chuvas só se verifica na segunda década de 1900. Os desvios negativos acumulados atingem o máximo no final da década de cinquenta, destacando-se os de Faro que são os mais fortes encontrados.

Por último, saliente-se uma forte coincidência entre os períodos húmidos e secos, assinalados por P. MAHERAS *et al* (1989), para o Mediterrâneo Ocidental e as flutuações aqui encontradas. A primeira fase húmida referida por aqueles autores, de 1910-16, corresponde à primeira flutuação, constatada para Évora. A segunda, de 1935/41, aparece, em geral, bem evidenciada pelas médias móveis, prolongando-se para além de 1941 em todas as séries longas analisadas. Tal situação está, também, de acordo com os autores citados, segundo os quais esta segunda fase teria uma duração nitidamente superior, nas estações da margem norte do Mediterrâneo Ocidental. Quanto às fases secas, a primeira referida nas séries mais longas, de 1922/29, só é clara para o caso de Évora, evidenciando-se mal em Beja e Faro. A segunda, correspondente ao período de 1945/54, aparece bem destacada ao longo de todas as séries com dados neste período.

4. O PERÍODO DE REFERÊNCIA

A série por nós escolhida (1949/78) corresponde aos últimos trinta anos analisados para as séries longas do

Sul de Portugal (figs. 13, 14, 15, 16, 17 e 18). Estes anos correspondem, como foi visto, a uma fase em que a variabilidade foi elevada, sendo mesmo igual ou superior à das séries de referência.

Como se verificou uma tendência para o aumento das precipitações, este período, correspondendo à sua parte final, regista, consequentemente, valores médios superiores aos encontrados para as séries longas.

A série de 1949/78, também inclui dois períodos com características pluviométricas diferentes. Um de maior escassez de precipitação, durante a sua primeira metade, e outro de chuvas mais abundantes, na segunda. Engloba, portanto, os dois tipos de fases das flutuações pluviométricas registadas durante as últimas décadas.

Daqui se conclui que, embora possuindo uma pluviosidade superior à registada até aos anos cinquenta, esta série constitui uma amostragem significativa das séries de referência. É, pois, representativa da variabilidade e das flutuações pluviométricas que têm afectado as precipitações no Sul de Portugal, ao longo deste século.

Deste modo, podemos concluir que no Sul de Portugal as séries longas de registos apontam para uma alternância de fases secas e chuvosas. A resultante parece ter sido de uma tendência para um ligeiro aumento das precipitações sobretudo nas regiões mais meridionais. Nestas, representadas por Faro, as flutuações são mais esbatidas, facto que deve resultar da maior irregularidade interanual das chuvas.

CAPÍTULO III

O REGIME MÉDIO DAS PRECIPITAÇÕES NO PERÍODO DE REFERÊNCIA

A média, sendo um parâmetro matematicamente fundamentado, tem a desvantagem de cada ocorrência ter um peso correspondente à sua magnitude. Assim, quando as distribuições são dissimétricas, os valores extremamente altos provocam o deslocamento daquela na sua direcção. Deste modo, reflete a existência de valores anuais excepcionalmente elevados, que ocorrem neste tipo de clima. Segundo J. M. RASO NADAL *et al* (1984), o valimento dos valores médios é inversamente proporcional à variabilidade dos dados a que se refere.

Assim, a média é insuficiente para descrever as precipitações anuais. Estas, em boa parte dos casos, afastam-se fortemente da distribuição de Gauss. Não representa, consequentemente, o valor mais provável da série. E, como assinala D. B. FERREIRA (1989, p.1136), não tem suficientemente em conta as "irregularidades no tempo", que constituem episódios de consequências bem mais marcantes do que as "repetições" e os "ritmos

habituais". Para L. M. ALBENTOSA (1976), as médias mensais, nos climas em que há uma forte variação interanual das chuvas, induzem a conclusões que são abstrações e como tal se afastam da realidade.

Contudo, como salienta J. MOUNIER (1979), embora o clima não seja já considerado como um estado médio da atmosfera, a média mantém a sua utilidade, pois tem em consideração todos os valores da série. Segundo este autor, a repartição no espaço e no tempo dos valores médios de uma variável continua a constituir uma maneira válida de iniciar o estudo das variações regionais de qualquer elemento climático. Considera que este método é legitimado pelo facto de ser através da cartografia dos valores médios que melhor se destacam as similitudes espaciais entre a vegetação e os elementos do clima. Refere, no entanto, que são insuficientes para representarem a realidade climática, especialmente nas regiões correspondentes às margens dos principais domínios climáticos, como é o presente caso.

Assim, embora as médias sejam, até hoje, o parâmetro estatístico mais utilizado em trabalhos de climatologia, devem assinalar-se os casos em que a existência de uma forte variabilidade e dissimetria nas curvas de distribuição contribuem para reduzir a sua representatividade. Nestas situações, a solução consiste em acompanhar a média de outros parâmetros, quer de tendência central e de dispersão, quer dos quantis calculados com base nas frequências empíricas ou dos teóricos, determinados a partir da sua distribuição teórica ou lei de probabilidade.

Das outras medidas de tendência central saliente-se a mediana, frequentemente preferida relativamente à moda. Aquela, embora não seja um valor matemático, ao depender apenas da posição das observações, é independente do valor absoluto que apresentam os anos extremos. Corresponde, também, ao valor que tem a probabilidade de

ser ultrapassado um ano em cada dois e permite inferir, por comparação com a média, acerca da dissimetria da curva de distribuição, bem como do seu sinal. Quanto à moda, a sua utilização levanta problemas, especialmente quando se querem comparar valores. Isto porque, sendo calculada a partir da distribuição de frequência, tem um valor que não é fixo, dependendo do intervalo de classe que foi considerado.

Em climatologia começou por se definir o regime como a repartição ao longo do ano das precipitações médias num período considerado como normal. A assinalada falta de representatividade das médias e a existência de séries longas mostrou que é indispensável ter em conta a irregularidade a nível anual e mensal, bem como a importância das situações extremas que serão analisadas na segunda parte deste trabalho.

Neste capítulo fez-se uma análise ao regime médio no período de referência que será completada, no capítulo seguinte, com o estudo da variabilidade das precipitações mensais e anuais.

1. O REGIME ESTACIONAL

No Sul de Portugal, embora haja uma forte variação interanual na maneira como as chuvas se distribuem ao longo de cada ano, há, contudo, determinadas características que geralmente se repetem. Não obstante a sua elevada variabilidade, há, nos climas mediterrâneos, na maioria dos anos, uma oposição entre uma estação chuvosa e outra seca. Dentro da primeira é possível encontrar diferentes tipos de evolução. São eles que

marcam o estilo pluviométrico, imprimindo um ritmo próprio a cada região.

Podemos dizer que este ritmo resulta da acção dos factores astronómicos e sinópticos. A combinação destes com os factores geográficos determina as cambiantes ou estilos regionais do clima, no qual se inclui o regime pluviométrico.

É, portanto, de grande interesse, o conhecimento deste ritmo. Dele dependem, em conjugação com outros elementos e factores do clima (dos quais se destaca a temperatura), o desenvolvimento ao longo do ano das actividades agrícolas e o depauperamento ou recarga das reservas hídricas superficiais e subterrâneas. Assim, directa ou indirectamente, o ritmo anual das precipitações influencia a organização do espaço e de muitas actividades económicas.

O regime estacional segundo Musset

O estudo deste ritmo tem sido associado a uma determinada escala temporal, a estação. Dividir o ano em estações, equivale, segundo A. DAUPHINÉ (1976, p.135), "a estabelecer uma representação simplificada da realidade".

O método clássico de Musset, que divide o ano em quatro classes trimestrais (começadas de modo que o primeiro mês de cada estação contenha um solstício ou um equinócio) tem sido largamente criticado. A este respeito cite-se, por exemplo, o caso referido em G. POURSIN (1973), segundo o qual a estação mais chuvosa pode não conter o mês de maior precipitação e a estação mais seca pode, frequentemente, não incluir o mês de maior escassez pluviométrica. Também os limites atribuidos a cada estação, bem como a sua duração, são, em geral, bastante

diferentes da realidade, e consequentemente pouco lógicos.

Contudo, e apesar da arbitrariedade sempre presente em períodos baseados em meses, P. PÉGUY (1965), por exemplo, insiste que é preferível a utilização do bimestre, pois este é mais representativo do que o trimestre.

No entanto, e apesar das limitações deste método, calculamos o regime estacional das precipitações, segundo Musset. Em virtude da sua divulgação é possível comparar os resultados com os de outras regiões, quer quanto aos tipos mais representativos, quer quanto à sua variedade.

O regime pluviométrico segundo Musset mostra um ritmo característico do clima das nossas regiões, em que, para o ano médio, o Inverno é sempre a estação de maior pluviosidade e o Verão a mais seca.

Contudo, permite precisar alguns aspectos referentes às estações intermédias (Outono e Primavera). Estas, são, consoante as regiões, a segunda ou terceira estação mais chuvosa (regimes IOPV e IPOV). A pluviosidade do Outono é, em média, superior à da Primavera, ao longo de todo o litoral ocidental e meridional, bem como nalgumas áreas do interior, nomeadamente numa faixa desde a Serra de Grândola até ao Guadiana, numa ampla inflexão para norte a partir do Algarve Oriental e, ainda, em grande parte da metade norte do Ribatejo e Alto Alentejo. A supremacia das chuvas primaveris sobre as outonais corrresponde às restantes áreas, ou seja, à grande maioria do interior do Alentejo.

Há, assim, um regime médio pouco variável, mediterrânico, com um mínimo, bem marcado, no Verão. Se se generalizar, pode dizer-se que as regiões mais continentais tendem a registar mais chuvas primaveris do que outonais, enquanto nas mais oceânicas se passa o contrário.

Regime semelhante aos das regiões litorais do Alentejo foi encontrado por A. B. FERREIRA (1982), para a ilha da Madeira e Porto Santo. Quando se consideram superfícies mais vastas e, sobretudo, em regiões climaticamente diversificadas encontra-se uma diversidade de regimes muito superior. Como exemplo, cite-se J. MARTÍN VIDE (1985) que refere 13 tipos de regime, de entre os 24 possíveis segundo este método, para a Península Ibérica (segundo dados de Fillat, 1984), dos quais 7 aparecem representados na área de estudo que apresenta, o Pirenéu Catalão e suas proximidades. Aqui, é sobretudo o relevo que proporciona fortes constrastes espaciais, levando a que, numa região de dimensões inferiores às do Sul de Portugal, se verifique uma muito maior diversidade de regimes.

Deste modo, poderíamos concluir que, no Sul de Portugal, há, em termos médios, uma forte uniformidade espacial de regimes. Todavia, em consequência da dissimetria das curvas de distribuição, a média acaba por representar de maneira insuficiente a série. Assim, o regime por ela definido é, muitas vezes, apenas semelhante ao mais habitual, não reproduzindo a variabilidade interanual deste.

Para comprovar esta ideia tomamos os exemplos de Évora e Faro para 1949/78, representativos dos dois regimes encontrados, respectivamente IPOV e IOPV.

A análise ano a ano das precipitações para Évora evidenciou 6 tipos diferentes de regime. O mais comum, registado em praticamente um ano em cada dois (14 anos), corresponde ao médio (IPOV). Contudo a ocorrência de outonos muito chuvosos está na origem de três outros tipos (em 12 anos), o OPIV, OIPV e o IOPV. Os dois primeiros quando o total outonal supera o do Inverno, e o terceiro quando apenas ultrapassa as chuvas primaveris. Aparecem ainda três anos em que a Primavera foi o período mais chuvoso (PIOV) e um outro, aliás único, em que

aquela toma a posição habitual do Verão, ou seja a de estação mais seca.

Em Faro, o regime médio (IOPV) foi registado em apenas 8 anos, sendo o mais frequente, com 12 anos, o IPOV. Também aqui o Outono pode ser a estação mais chuvosa, facto que ocorreu em 7 anos (regimes do tipo OIPV e OPIV. A Primavera só foi a mais chuvosa num ano, número que corresponde igualmente áqueles em que quer o Outono, quer a Primavera foram as estações mais secas (IPVO e IOVP).

Concluindo, podemos assinalar que a uniformidade do regime médio esconde uma grande variabilidade interanual. Para Évora e Faro registaram-se 7 tipos de regime, dos quais 6 comuns às duas.

Assim, a existência dos dois regimes médios encontrados esconde uma forte variação interanual destes. Esta, deve-se essencialmente às fortes chuvadas outonais, que nalguns anos se abatem sobre as áreas mais litorais. Embora pouco frequentes, estas chuvas têm, pela sua abundância, um forte peso nos totais dos meses de Outono, tornando-os, em média, mais chuvosos que os da Primavera. Contudo, a análise do regime, ano a ano, mostra que as chuvas de Primavera embora sem tais excessos, são, na maior parte dos anos, superiores às do Outono, o que acontece em Évora, mesmo para o ano médio.

Acrescente-se, ainda, que, em termos de posição dentro do regime, o comportamento pluviométrico variável das estações intermédias (Outono e Primavera), permite que estas ocupem qualquer um dos lugares possíveis dentro do regime. Segue-se-lhes o Inverno, que pode ocupar todas as posições excepto a de estação mais seca. E, por último, o Verão, que corresponde à estação mais estável dentro do regime. Só muito raramente não corresponde à

mais seca, casos em que ocupa o penúltimo lugar, deixando o que lhe é comum a uma das estações intermédias.

Os coeficientes pluviométricos mensais

Um outro método clássico de estudar os regimes médios é a utilização dos **coeficientes pluviométricos relativos**, imaginados por A. Angot. Como o seu cálculo é feito mês a mês, não levanta questões de ordem temporal, resultantes do agrupamento destes.

O índice corresponde à razão entre a precipitação média real de cada mês e aquela que este receberia, tendo em conta a sua duração, se o total anual estivesse igualmente distribuido por todos os dias do ano.

Deste modo, é possível ultrapassar certas limitações inerentes à utilização dos totais médios mensais. Assim, o índice de cada mês tem em conta a sua duração, o que é extremamente útil, especialmente no caso do Inverno em que como é sabido Fevereiro tem cerca de 10 % menos dias do que os outros meses.

Ao exprimir o carácter mais ou menos chuvoso de cada mês no conjunto do ano, o valor deste coeficiente é independente do total anual. Permite o confronto cómodo entre totais anuais de precipitação de grandeza muito diversa, sendo adequado para a apreciação do regime das chuvas, ao longo do ano, entre vários locais. Contudo, refira-se que apesar destas vantagens subsiste o inconveniente de totais mensais muito diferentes poderem dar coeficientes semelhantes, ou mesmo iguais. Como assinala P. PÉGUY (1970, p.214-215), a utilização destes coeficientes pressupõe algumas limitações pois não tem em conta as consequências físicas ou fisiológicas correspondentes a um determinado volume de precipitação.

O seu uso é útil no Sul de Portugal, pois além de obstar ao problema da diferente duração dos meses, torna comparáveis os totais pluviométricos dos diferentes locais. Isto porque, não obstante a regularidade que vulgarmente é atribuida ao clima destas regiões, registam-se abundâncias muito diversas. A este propósito, comparem-se quer a média quer a mediana entre os locais mais secos e os mais chuvosos (quadro V) e verifique-se que estas nos primeiros não atingem sequer metade dos valores registados nos segundos.

Os coeficientes pluviométricos mensais apresentam valores mínimos de 0 ou 0,1, os quais ocorrem, sempre, nos meses de Julho e de Agosto (quadro VI). Como se pode ver na figura 19, em grande parte do Sul de Portugal estes dois meses apresentam o mesmo valor. O mínimo no mês de Julho, com um índice nulo, aparece também com relativa frequência, especialmente ao longo da faixa litoral alentejana e de algumas áreas interiores, correspondentes à serra algarvia e regiões próximas.

Em Junho e Setembro, meses imediatamente anterior e posterior àqueles, o coeficiente pluviométrico relativo é já mais elevado. Em Junho, por exemplo, o 0,2 é muito raro, verificando-se, em geral, só em alguns dos postos mais meridionais. Já em Setembro, o referido valor só aparece em Alcaria Longa e o 0,3 ocorre raramente e, praticamente, só no Algarve. Quanto aos máximos, em ambos os meses atinge-se o valor de 0,7. Este, só ocorre para Junho em locais do interior (Amareleja, Estremoz, S. Manços e S. Susana) e para Setembro em 9 locais, 7 dos quais no interior e 2 no Ribatejo.

Quanto aos valores máximos, estes variam entre 1,6 e 2,3. Contudo os mais frequentes situam-se entre 1,7 e 2,1. Registam-se, consoante os locais, de Novembro a Março (fig. 20). Em 31 deles o coeficiente máximo ocorre em mais do que um mês, seguidos ou não.

QUADRO V

Os 6 locais com, respectivamente, os valores mais reduzidos e mais elevados da mediana e da média das precipitações anuais (1949/78).

VALORES MAIS REDUZIDOS DE PRECIPITAÇÃO			
	MEDIANA		MÉDIA
MÉRTOLA	417,1	ALCARIA LONGA	435,3
ALCARIA LONGA	435,1	MÉRTOLA	454,5
PRAIA DA ROCHA	438,7	SAGRES	466,0
SAGRES	463,1	ALCOUTIM	467,2
ALCOUTIM	464,5	PRAIA DA ROCHA	472,0
AMARELEJA	498,5	FARO	501,7

VALORES MAIS ELEVADOS DE PRECIPITAÇÃO			
	MEDIANA		MÉDIA
CASTELO DE VIDE	839,3	CASTELO DE VIDE	853,2
GAVIÃO	844,1	GAVIÃO	859,1
SANT. DO ESCOURAL	861,1	PORTALEGRE	876,3
MARVÃO	864,3	SANT. DO ESCOURAL	888,7
BARRANCO DO VELHO	941,5	BARRANCO DO VELHO	998,6
CALDAS DE MONCHIQUE	988,4	CALDAS DE MONCHIQUE	1062,3

Refira-se que o máximo, ou um dos máximos mensais, se verificaram, por ordem crescente de ocorrências, em Novembro, Março, Janeiro, Dezembro e Fevereiro. Estes dois últimos destacam-se dos outros com totais de 56 e 60, respectivamente. Na figura 20, observa-se que o máximo ou um deles acontece, frequentemente, em Fevereiro nas regiões setentrionais e em Dezembro nas mais meridionais.

QUADRO VI

Coeficientes pluviométricos relativos (1949/78).

	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
Águas de Moura/Es.	0.5	1.3	1.6	1.7	1.8	1.9	1.4	0.8	0.6	0.4	0.1	0.0
Águas de Moura/Po.	0.5	1.1	1.5	1.8	1.9	1.6	1.6	0.9	0.8	0.4	0.0	0.0
Alcácer do Sal	0.5	1.0	1.5	1.9	1.7	1.7	1.6	0.9	0.7	0.4	0.0	0.1
Alcaçovas	0.5	1.1	1.5	1.6	1.9	1.8	1.5	0.9	0.7	0.4	0.0	0.0
Alcaria Longa	0.2	1.5	1.5	1.9	1.7	1.8	1.4	0.9	0.7	0.4	0.1	0.0
Aldeia de Palheiros	0.5	1.1	1.5	1.9	1.6	1.8	1.6	1.0	0.6	0.4	0.0	0.1
Aldeia N. S. Bento	0.5	1.4	1.5	1.8	1.4	1.6	1.8	1.0	0.7	0.4	0.0	0.0
Algodor	0.5	1.4	1.4	1.9	1.5	1.5	1.6	1.0	0.6	0.5	0.1	0.0
Aljustrel	0.5	1.2	1.5	1.8	1.7	1.7	1.6	0.9	0.7	0.4	0.1	0.0
Almodovar	0.4	1.2	1.5	2.0	1.6	1.8	1.5	0.8	0.8	0.3	0.0	0.1
Alter do Chão	0.7	1.2	1.5	1.3	1.6	1.8	1.5	0.9	0.8	0.6	0.1	0.1
Alvalade	0.5	1.2	1.6	1.9	1.7	1.7	1.5	0.8	0.6	0.4	0.0	0.0
Alvega	0.6	1.0	1.6	1.5	1.7	1.7	1.4	0.9	0.9	0.5	0.1	0.1
Alvito	0.4	1.1	1.6	1.7	1.7	1.8	1.5	1.0	0.8	0.5	0.0	0.0
Amareleja	0.5	1.3	1.4	1.6	1.5	1.5	1.6	1.0	0.8	0.7	0.0	0.0
Amieira	0.4	1.2	1.4	1.6	1.7	1.9	1.4	1.0	0.8	0.5	0.0	0.1
Arraiolos	0.5	1.2	1.5	1.7	1.6	1.7	1.6	0.9	0.8	0.5	0.0	0.1
Arronches	0.7	1.2	1.7	1.6	1.3	1.7	1.5	1.1	0.7	0.4	0.1	0.1
Aviz	0.6	1.1	1.5	1.5	1.8	1.9	1.4	0.9	0.8	0.4	0.1	0.1
Azaruja	0.6	1.1	1.5	1.6	1.6	1.7	1.6	1.0	0.8	0.4	0.1	0.0
Barrancos	0.6	1.2	1.4	1.6	1.5	1.5	1.6	1.1	0.8	0.5	0.1	0.1
Barros	0.3	1.2	1.6	1.8	1.8	2.0	1.4	0.8	0.8	0.3	0.0	0.0
Beja	0.4	1.2	1.5	1.8	1.6	1.7	1.6	1.0	0.7	0.5	0.0	0.0
Beja/Soeiro	0.4	1.2	1.6	2.1	1.5	1.6	1.8	0.9	0.6	0.3	0.0	0.0
Cabeço de Vide	0.6	1.1	1.4	1.6	1.6	1.7	1.5	0.9	0.8	0.6	0.1	0.1
Campilhas	0.4	1.3	1.6	2.0	1.7	1.9	1.4	0.8	0.6	0.3	0.0	0.0
Canha	0.6	1.1	1.4	1.6	1.6	1.7	1.5	0.9	0.8	0.6	0.1	0.1
Castelo de Vide	0.7	1.1	1.5	1.4	1.6	1.8	1.4	0.9	0.9	0.5	0.1	0.1
Central da Póvoa	0.6	1.1	1.5	1.5	1.6	1.8	1.6	0.9	0.7	0.5	0.1	0.1
Cercal do Alentejo	0.3	1.1	1.6	2.0	1.8	1.8	1.5	0.9	0.7	0.3	0.0	0.1
Comporta	0.5	1.1	1.6	1.9	1.6	1.6	1.6	1.0	0.7	0.3	0.1	0.0
Cuba	0.5	1.3	1.6	1.5	1.6	1.8	1.5	1.0	0.7	0.5	0.0	0.0
Elvas	0.6	1.0	1.5	1.5	1.5	1.7	1.7	1.0	0.8	0.5	0.1	0.1
Estremoz	0.5	1.1	1.5	1.6	1.6	1.7	1.5	1.0	0.8	0.6	0.1	0.0
Évora	0.5	1.0	1.6	1.6	1.7	1.7	1.5	1.0	0.8	0.5	0.1	0.0
Évora/Currais	0.6	1.1	1.5	1.6	1.5	1.6	1.6	0.9	0.7	0.7	0.1	0.1
Ferreira do Alent.	0.5	1.2	1.5	1.8	1.6	1.7	1.4	0.9	0.9	0.5	0.0	0.1
Fronteira	0.7	1.2	1.4	1.5	1.6	1.7	1.5	0.9	0.9	0.5	0.1	0.1
Galveias	0.6	1.0	1.5	1.5	1.7	1.7	1.5	0.9	0.8	0.5	0.1	0.1
Gavião	0.5	1.0	1.6	1.5	1.8	1.7	1.5	0.9	0.8	0.6	0.1	0.1
Grândola	0.3	1.0	1.6	2.1	1.8	1.9	1.5	0.9	0.6	0.3	0.0	0.0
Juromenha	0.5	1.1	1.6	1.6	1.6	1.7	1.6	1.0	0.7	0.5	0.1	0.0
Longomel	0.6	1.0	1.6	1.6	1.8	1.8	1.4	0.9	0.8	0.5	0.0	0.1
Martim Longo	0.4	1.3	1.5	2.0	1.7	1.6	1.5	0.9	0.7	0.3	0.0	0.0
Marvão	0.6	1.2	1.4	1.4	1.8	1.7	1.6	0.9	0.7	0.5	0.1	0.1
Mértola	0.4	1.5	1.6	1.9	1.5	1.5	1.5	0.9	0.8	0.4	0.0	0.0
Mértola/Vale Form.	0.5	1.3	1.5	1.9	1.5	1.4	1.5	1.0	0.7	0.5	0.1	0.0
Mina de S.Domingos	0.4	1.6	1.7	1.7	1.3	1.6	1.7	1.1	0.6	0.3	0.0	0.0
Moinhola	0.5	1.1	1.5	1.7	1.8	1.7	1.5	1.0	0.8	0.4	0.0	0.1
Monforte	0.7	1.2	1.4	1.5	1.6	1.6	1.5	1.0	0.8	0.5	0.1	0.1
Montalvão	0.6	1.0	1.5	1.5	1.7	1.8	1.5	0.9	0.7	0.6	0.1	0.1
Montevil	0.5	1.1	1.7	1.7	1.8	1.9	1.3	0.9	0.7	0.4	0.1	0.0
Moura/Machados	0.5	1.2	1.5	1.8	1.5	1.6	1.6	1.0	0.8	0.5	0.0	0.0
Nisa	0.6	1.1	1.6	1.5	1.7	1.8	1.5	0.8	0.8	0.5	0.1	0.1
Odemira	0.5	1.3	1.5	2.0	1.6	1.6	1.6	0.8	0.7	0.3	0.0	0.1
Odivelas	0.5	1.2	1.7	1.7	1.4	1.7	1.7	0.9	0.7	0.3	0.0	0.1
Panóias	0.4	1.2	1.5	1.9	1.6	1.7	1.5	0.9	0.8	0.5	0.0	0.0
Pavia	0.6	1.1	1.5	1.6	1.6	1.6	1.5	1.0	0.8	0.6	0.1	0.0
Pedrogão do Alent.	0.6	1.3	1.5	1.6	1.6	1.6	1.7	0.9	0.7	0.5	0.0	0.0

	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
Pego Altar	0.5	1.1	1.5	1.7	1.7	1.7	1.6	0.9	0.7	0.4	0.1	0.1
Pegões	0.4	1.1	1.6	1.6	1.7	1.9	1.3	0.9	0.8	0.5	0.1	0.1
Ponte de Mourão	0.6	1.0	1.5	1.6	1.5	1.6	1.6	1.0	0.8	0.6	0.1	0.1
Portalegre	0.6	1.1	1.4	1.5	1.7	1.7	1.5	0.9	0.8	0.5	0.1	0.1
Portel	0.5	1.0	1.5	1.6	1.7	1.8	1.6	0.9	0.8	0.5	0.1	0.0
Póvoa e Meadas	0.7	1.0	1.5	1.5	1.6	1.8	1.5	0.9	0.8	0.5	0.1	0.1
Redondo	0.5	1.1	1.6	1.6	1.5	1.7	1.6	1.0	0.8	0.5	0.1	0.1
Reguengos de Mons.	0.6	1.1	1.5	1.6	1.6	1.7	1.7	0.9	0.7	0.5	0.1	0.0
Relíquias	0.5	1.1	1.6	1.9	1.7	1.8	1.5	0.8	0.7	0.3	0.0	0.1
Santiago do Cacém	0.4	1.1	1.7	2.0	1.8	1.8	1.6	0.8	0.6	0.2	0.0	0.1
S. Aleixo/Tejo	0.7	1.1	1.5	1.5	1.5	1.6	1.5	1.0	0.8	0.6	0.1	0.1
Sabóia	0.4	1.2	1.7	1.9	1.6	1.8	1.6	0.8	0.7	0.3	0.0	0.0
S. Aleixo/Guadiana	0.5	1.2	1.3	1.6	1.6	1.6	1.5	1.1	0.8	0.6	0.1	0.1
Santiago Escoural	0.5	1.0	1.5	1.7	1.7	1.8	1.6	1.0	0.7	0.4	0.0	0.1
Santiago Maior	0.4	1.1	1.5	1.6	1.7	2.0	1.4	0.9	0.8	0.6	0.1	0.0
Santana da Serra	0.4	1.2	1.5	2.0	1.6	1.7	1.6	0.9	0.6	0.4	0.0	0.1
Santo Estevão	0.6	1.1	1.7	1.6	1.5	1.6	1.7	1.0	0.8	0.3	0.0	0.1
S. Domingos	0.4	1.2	1.5	1.9	1.8	1.8	1.6	0.8	0.7	0.3	0.0	0.0
S. Geraldo	0.5	1.1	1.5	1.7	1.6	2.0	1.4	1.0	0.6	0.5	0.1	0.0
S. Manços	0.5	1.1	1.5	1.6	1.6	1.7	1.5	0.9	0.8	0.7	0.1	0.0
S.Marcos da Abóbada	0.7	1.1	1.7	1.5	1.4	1.6	1.9	1.0	0.7	0.5	0.0	0.0
S. Marcos da Serra	0.4	1.2	1.6	2.0	1.7	1.6	1.6	1.0	0.6	0.3	0.0	0.1
S. Martinho	0.6	1.1	1.6	1.8	1.7	1.8	1.4	1.0	0.6	0.4	0.0	0.0
S. Torcato	0.5	1.1	1.6	1.6	1.7	1.8	1.6	0.9	0.7	0.4	0.1	0.1
Santa Eulália	0.5	1.3	1.5	1.5	1.7	1.7	1.3	1.0	0.7	0.6	0.1	0.1
Santa Susana	0.4	1.2	1.4	1.6	1.5	1.9	1.4	0.9	0.8	0.7	0.1	0.0
Santa Vitória	0.3	1.2	1.4	1.7	1.8	2.0	1.4	0.9	0.7	0.5	0.0	0.1
Serpa	0.5	1.2	1.5	1.7	1.5	1.6	1.6	1.0	0.8	0.5	0.0	0.0
Setúbal	0.5	1.1	1.5	1.7	1.9	1.9	1.4	0.9	0.7	0.4	0.0	0.0
Sousel	0.6	1.1	1.5	1.6	1.6	1.7	1.4	1.0	0.8	0.5	0.1	0.1
Torrão do Alentejo	0.5	1.1	1.5	1.7	1.7	1.7	1.6	0.9	0.7	0.4	0.1	0.1
Trindade	0.4	1.2	1.5	1.9	1.5	1.6	1.6	1.0	0.7	0.5	0.1	0.0
Vale de Gaio	0.4	1.2	1.5	1.8	1.7	1.7	1.5	0.9	0.9	0.4	0.0	0.0
Vale Peso	0.7	1.1	1.4	1.5	1.7	1.8	1.5	0.9	0.7	0.5	0.1	0.1
Viana do Alent./Es.	0.5	1.2	1.5	1.6	1.7	1.7	1.6	0.9	0.8	0.4	0.1	0.1
Viana do Alent./Po.	0.4	1.1	1.4	1.7	1.8	2.0	1.3	0.9	0.8	0.5	0.1	0.1
Vidigueira	0.3	1.2	1.7	1.6	1.8	1.8	1.6	0.9	0.6	0.4	0.0	0.0
Vila Nog. Azeitão	0.5	1.1	1.6	1.8	1.6	1.7	1.8	0.9	0.7	0.2	0.0	0.0
Vila Veha de Rodão	0.6	1.1	1.6	1.5	1.8	1.7	1.5	0.8	0.8	0.5	0.1	0.1
Vila Viçosa	0.5	1.0	1.5	1.8	1.8	1.7	1.6	0.8	0.7	0.4	0.1	0.1
Vimieiro	0.5	1.2	1.4	1.6	1.6	1.8	1.4	1.0	0.8	0.6	0.1	0.0
Abrantes	0.5	1.1	1.7	1.4	1.7	1.7	1.5	1.0	0.8	0.5	0.1	0.1
Chamusca	0.7	1.1	1.7	1.3	1.8	1.7	1.4	0.9	0.9	0.4	0.1	0.1
Chouto	0.6	1.1	1.5	1.5	1.8	1.7	1.4	0.9	0.9	0.5	0.1	0.1
Coruche	0.5	1.2	1.6	1.3	1.9	2.1	1.2	1.0	0.8	0.4	0.1	0.0
Mora	0.6	1.2	1.4	1.5	1.6	1.9	1.4	1.0	0.8	0.5	0.1	0.1
Salvaterra Magos	0.7	1.3	1.7	1.6	1.5	1.5	1.6	1.0	0.7	0.3	0.0	0.1
Santarém/Esc.Agr.	0.6	1.1	1.6	1.5	1.7	1.6	1.5	0.9	0.8	0.4	0.1	0.1
Alcoutim	0.5	1.6	1.7	1.8	1.8	1.8	1.2	0.8	0.5	0.3	0.0	0.0
Aljezur	0.4	1.4	1.6	1.9	1.6	1.6	1.5	0.9	0.8	0.2	0.0	0.0
Barranco do Velho	0.3	1.2	1.5	2.0	1.9	1.9	1.5	0.8	0.6	0.3	0.0	0.0
Bravura	0.4	1.2	1.4	2.1	1.8	1.7	1.5	0.9	0.7	0.2	0.0	0.1
Caldas Monchique	0.3	1.2	1.5	2.0	1.8	1.8	1.6	0.9	0.6	0.3	0.0	0.1
Faz Fato	0.3	1.3	1.6	1.9	2.0	1.7	1.4	0.9	0.5	0.3	0.0	0.0
Figueirais	0.3	1.3	1.5	2.1	1.8	1.8	1.5	0.8	0.6	0.3	0.0	0.0
Loulé	0.3	1.3	1.5	2.1	1.9	1.7	1.5	0.9	0.5	0.3	0.0	0.1
Praia Rocha	0.4	1.2	1.6	2.1	1.9	1.6	1.5	0.8	0.6	0.3	0.0	0.0
Sagres	0.3	1.3	1.7	1.9	2.0	1.9	1.2	0.9	0.5	0.2	0.0	0.1
S.Bartolomeu Mess.	0.4	1.3	1.5	2.0	1.8	1.7	1.6	0.8	0.6	0.3	0.0	0.1
Tavira	0.3	1.2	1.6	2.2	1.9	1.9	1.4	0.7	0.5	0.3	0.0	0.0
Vila Real S.Antón.	0.3	1.2	1.5	2.0	1.9	1.7	1.6	0.9	0.5	0.3	0.0	0.1
Faro	0.3	1.2	1.6	2.3	1.9	1.7	1.5	0.7	0.5	0.3	0.0	0.0

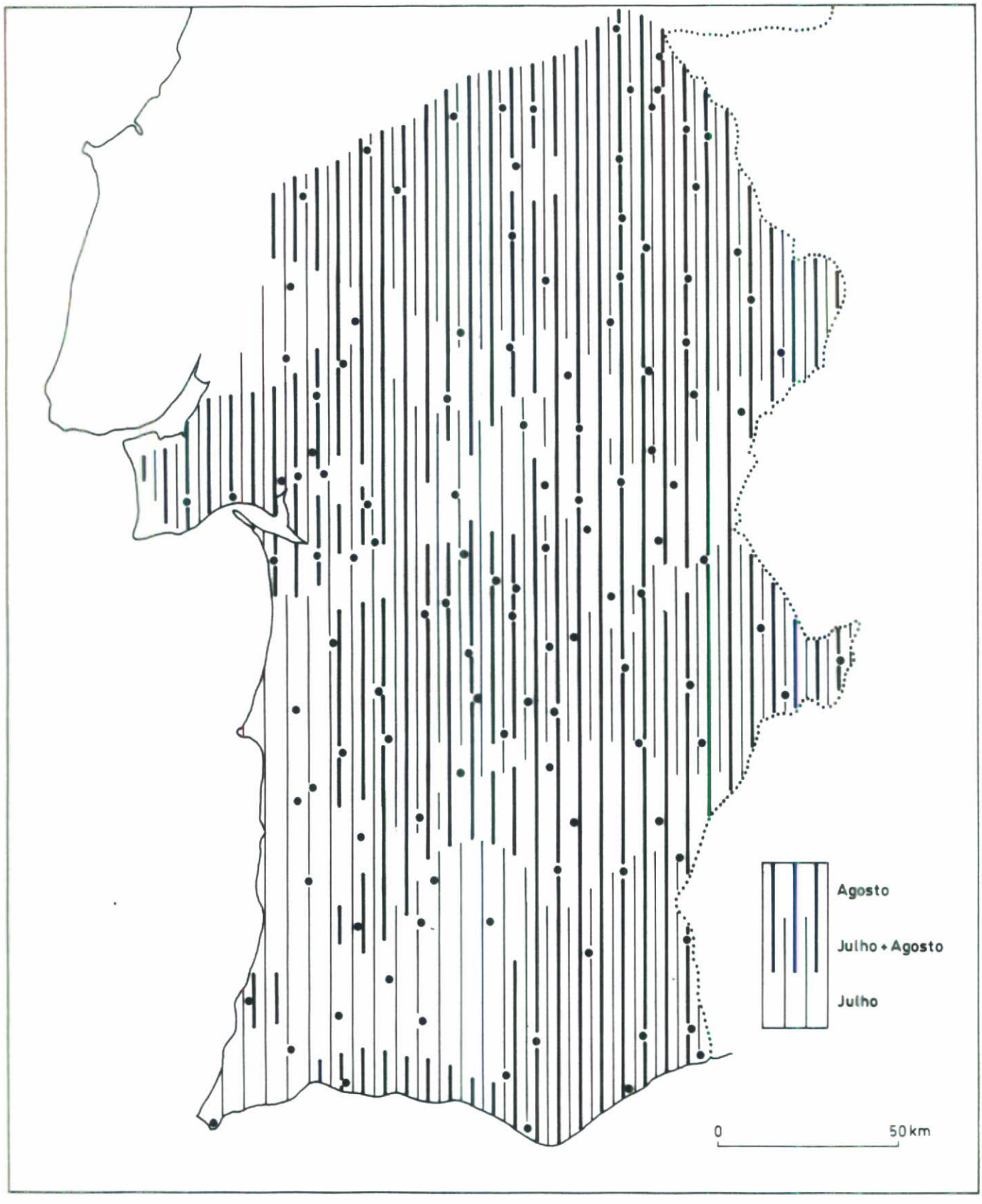


Fig. 19 - Repartição espacial do mês (ou meses) em que ocorre o valor mínimo dos coeficientes pluviométricos relativos (1949/78).

Os índices mais elevados de concentração mensal de precipitação (coeficientes iguais ou superiores a 2), registam-se em 28 locais, que correspondem, na sua essência, aos mais meridionais e aos do litoral alentejano (fig. 21). Destes 28, 20 registam-se em Dezembro, 6 em Fevereiro e 2 em Janeiro.

Como seria de esperar, esta breve análise mostra aspectos bem conhecidos do regime como a enorme indigência pluviométrica do Verão, centrada em Julho e Agosto e o Inverno como estação mais chuvosa. Interessantes são as características de pormenor encontradas, referentes à época mais chuvosa. Assim, verifica-se uma desigual concentração das chuvas durante o Inverno, variando também o mês em que ocorre o máximo da precipitação.

2.A CONCENTRAÇÃO MENSAL

Os coeficientes pluviométricos mensais mostram a existência de uma maior concentração, a nível mensal, das chuvas nas regiões mais meridionais. Para a sua comparação, dentro do ano, nos vários locais, escasseiam as técnicas. Estas, são, geralmente, pouco precisas, ou, pelo contrário, bem complexas, como é o caso da análise harmónica.

B. C. N. SILVA, (1982) utiliza o índice de Olivier que é uma técnica matemático-estatística que permite determinar a concentração ou diversificação de um fenómeno no tempo e, através da sua representação cartográfica, também no espaço. Este índice foi

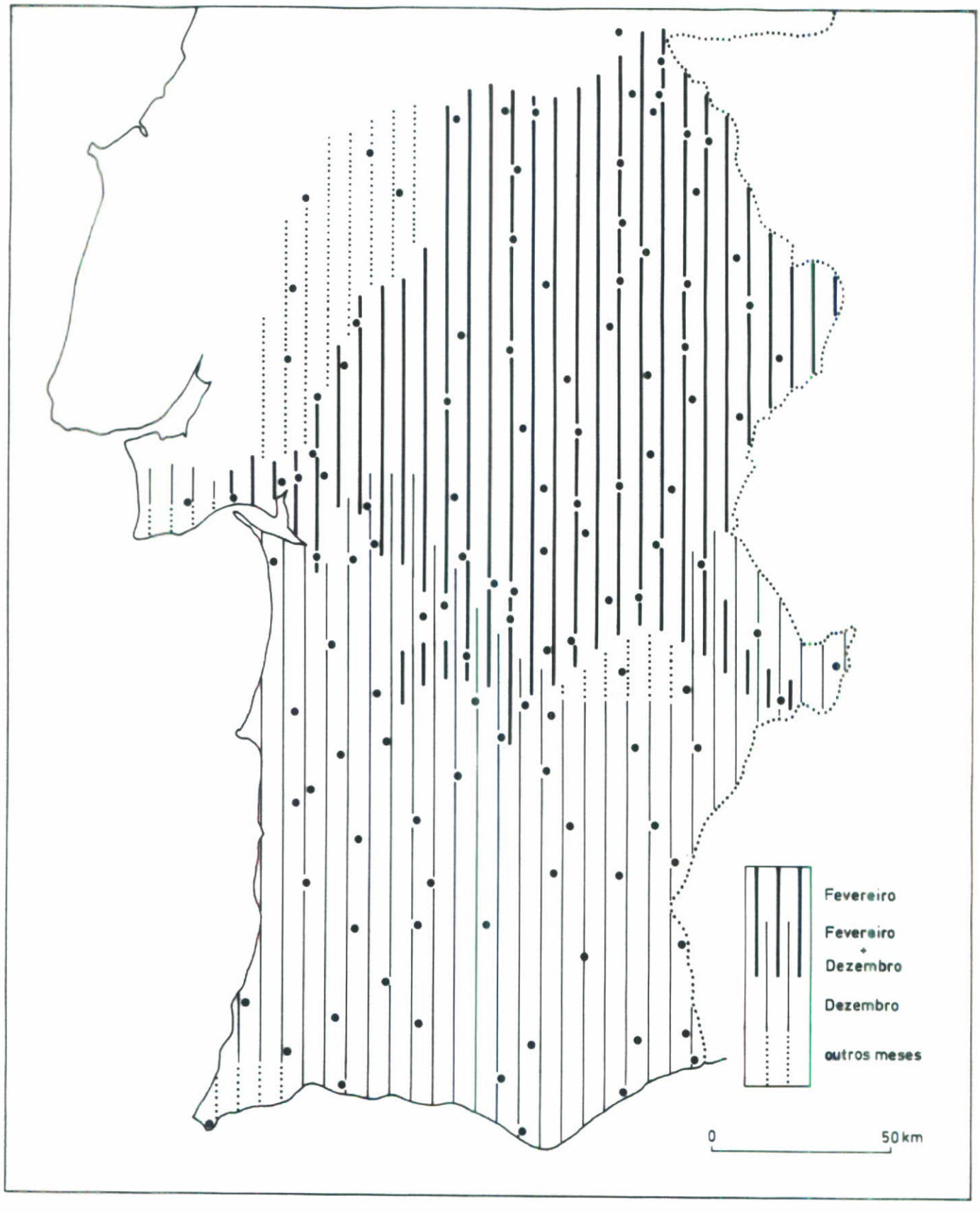


Fig. 20 - Repartição espacial do mês (ou meses) em que ocorre o valor máximo dos coeficientes pluviométricos relativos (1949/78).

desenvolvido a partir do de Gibbs-Martin que surgiu na área da economia.

O índice de Olivier é dado pela razão entre o somatório do quadrado da precipitação de todos os meses, pelo quadrado do total anual, expresso em percentagem. O índice aproxima-se de 100, à medida que vai aumentando a concentração, atingindo este valor quando toda a chuva se concentra num só mês, caso em que o numerador e denominador são iguais. Quanto maior for a diversificação ao longo dos meses, menor é o numerador e consequentemente mais baixo será o índice. No caso da precipitação mensal, em que há 12 categorias, o valor mínimo que se pode obter é de 8,33, na situação em que as precipitações mensais sejam todas iguais. Assim, o índice não tem em conta a quantidade de chuva, mas apenas a sua concentração/diversificação.

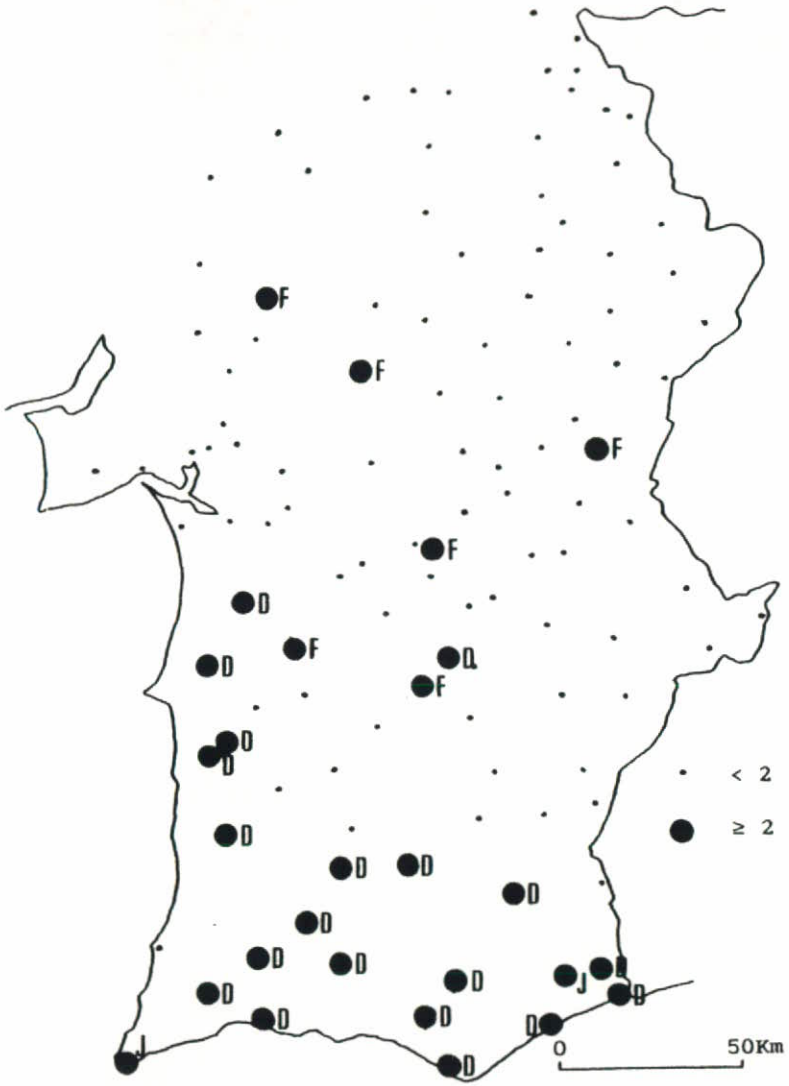
O cálculo do índice de Olivier foi efectuado para todos os locais de medição considerados (quadro VII), estando os resultados obtidos representados na figura 22. Esta, dá-nos uma imagem da maneira mais ou menos concentrada/diversificada como as chuvas se distribuem ao longo do ano e da sua variação no espaço.

Fica confirmada a ideia obtida a partir dos coeficientes pluviométricos mensais. Há, efectivamente, uma maior concentração das chuvas, ou seja, um maior peso das precipitações de Inverno no total anual (Dezembro, segundo os coeficientes pluviométricos), simultaneamente nas regiões mais meridionais e mais próximas do oceano. Ou seja, no sul do Alentejo, no Algarve e ao longo de uma larga faixa do litoral ocidental que engloba grande parte da bacia do Sado (fig. 22).

Quadro VII

Valores do índice de Olivier para o Sul de Portugal (1949/78).

Ag.Moura/E.	11,7	Juromenha	11,2	S. Torcato	11,5
Ag.Moura/P.	11,7	Longomel	11,3	Sta Eulália	10,9
Alc. do Sal	11,7	Martim Longo	12,1	Sta Susana	11,2
Alcáçovas	11,8	Marvão	11,1	Sta Vitória	11,8
Alc. Longa	12,1	Mértola	11,8	Serpa	11,3
Aldeia Palh.	11,8	Mért./V.For.	11,4	Setúbal	11,9
Aldeia N.S.B.	11,5	Mina S. Dom.	11,9	Sousel	11,0
Algodor	11,5	Moinhola	11,4	Torrão do Al.	11,4
Aljustrel	11,6	Monforte	10,7	Trindade	11,6
Almodôvar	11,9	Montalvão	10,8	Vale do Gaio	11,5
Alt. do Chão	10,7	Montevil	11,8	Vale de Peso	10,9
Alvalade	12,0	Moura/Mach.	11,4	V.do Al./Es.	11,3
Alvega	11,0	Nisa	11,1	V.do Al./Po.	11,5
Alvito	11,5	Odemira	12,0	Vidigueira	12,0
Amareleja	11,0	Odivelas	11,5	V.N.Azeitão	11,9
Amieira	11,5	Panóias	11,5	V.V.de Rodão	11,3
Arraiolos	11,3	Pavia	10,9	Vila Viçosa	11,8
Arronches	11,1	Ped. do Al.	11,3	Vimieiro	11,1
Avis	11,2	Pego Altar	11,5	Abrantes	11,0
Azaruja	11,1	Pegões	11,3	Chamusca	11,0
Barrancos	10,8	P. de Mourão	10,9	Chouto	10,9
Barros	12,2	Portalegre	10,8	Coruche	11,5
Beja	11,5	Portel	11,5	Mora	11,0
Beja/Soeiro	12,3	Póv.e Meadas	10,8	Salv. de M.	11,1
Cabeço de V.	10,8	Redondo	11,1	Sant./Esc.A.	11,1
Campilhas	12,3	Reg.de Mons.	11,2	Alcoutim	12,2
Canha	11,6	Relíquias	12,0	Aljezur	11,9
Castelo de V.	10,8	Sant.do Cac.	12,5	B. do Velho	12,5
Central Póvoa	11,0	S. Aleixo/T.	10,8	Bravura	12,3
Cercal do Al.	12,2	Sabóia	12,2	Cald. Monch.	12,4
Comporta	11,8	S. Aleixo/G.	10,9	Faz Fato	12,5
Cuba	11,4	Sant.do Esc.	11,5	Figueirais	12,6
Elvas	11,1	Sant. Maior	11,4	Loulé	12,6
Estremoz	10,8	S. da Serra	12,0	P. da Rocha	12,7
Évora	11,3	Sto Estevão	11,2	Sagres	12,6
Évora/Currais	11,1	S. Domingos	12,3	S.B.Messines	12,4
Ferr. do Al.	11,3	S. Geraldo	11,5	Tavira	13,0
Fronteira	10,8	S. Manços	11,0	V.R. de S.A.	12,4
Galveias	11,1	S.Mar.da Abó.	11,3	Faro	13,1
Gavião	11,5	S.Mar.da Ser.	12,2		
Grândola	12,6	S. Martinho	11,8		


F
F
F
F
D
D
F
D
D
D

O regime pluviométrico do Sul de Portugal é tipicamente mediterrânico, com mínimo estival e máximo invernal. Quanto às estações intermédias, no interior chove mais em média na Primavera do que no Outono passando-se o contrário nas regiões litorais, onde se registam chuvas outonais mais abundantes.

Durante o Inverno há contrastes entre as regiões meridionais e as setentrionais. Nas primeiras há uma maior concentração invernal das chuvas e o mês mais chuvoso é Dezembro, posição ocupada por Fevereiro nas segundas.

CAPÍTULO IV

O REGIME PROVÁVEL

Como se referiu no capítulo anterior, os valores médios das precipitações são insuficientes para representar a realidade climática do Sul de Portugal. Assim, além do ritmo médio que marca o desenrolar do ano pluviométrico importa, também, conhecer a forte variabilidade a nível anual e mensal que caracteriza as precipitações.

1. A VARIABILIDADE DAS PRECIPITAÇÕES ANUAIS

Os trabalhos de J. DUBIEF (1963), A. DAUPHINÉ (1976), J. MOUNIER (1979) e D. B. FERREIRA (1989) relativos, respectivamente, ao Sara, às regiões do Sul de França, ao Noroeste da Península Ibérica e ao Atlântico

Oriental dos Açores às Canárias, indicam que a variabilidade absoluta, expressa pelo desvio padrão, apresenta valores que dependem da precipitação média. Quanto mais elevada fôr a abundância dos totais anuais de chuva, maior tende a ser o desvio padrão da série.

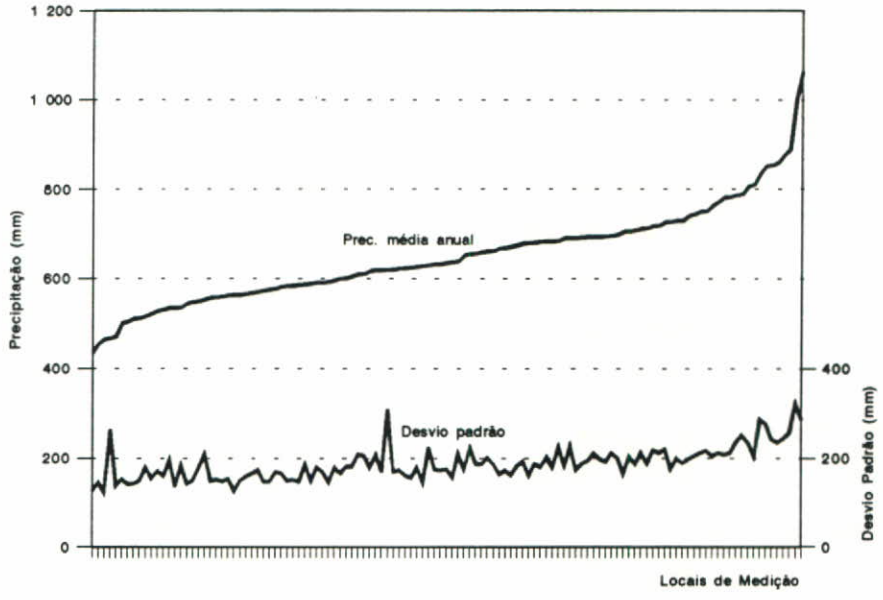
Segundo D. B. FERREIRA (1989), os desvios padrão são directamente proporcionais aos totais anuais, sendo o declive de cada conjunto variável de região para região. Esta característica aparece confirmada na figura 23. No entanto, o grande número de locais de medição aumenta a dispersão da nuvem de pontos (fig. 23-b). Refiram-se os postos udométricos de Alcoutim e Mina de S. Domingos cujos desvios padrão são muito superiores aos de precipitações médias anuais semelhantes. Esta situação resulta, provavelmente, de erros de medição ou da mudança de localização do udómetro. Em segundo lugar, destaque-se que os locais mais chuvosos sobressaem perfeitamente do conjunto de todos os outros, mas numa posição de continuidade, em relação à nuvem definida. São eles Barranco do Velho e Caldas de Monchique, ambos localizados na vertente sul das serras algarvias.

Comprova-se a já referida dependência do desvio padrão em relação aos valores absolutos da série para os quais é calculado, o que dificulta a comparação entre locais com totais de chuva bastante diferenciados.

A comparação da variabilidade entre locais é possível por meio dos valores da variabilidade relativa, expressa pelo coeficiente de variação. Este representa, percentualmente, a razão entre o desvio padrão e a média, o que elimina a proporcionalidade existente entre ambos e permite o confronto entre locais de pluviosidades muito diferentes.

A verificação feita, em capítulo anterior, entre as séries longas e a de 1949/78, evidenciou que a variabilidade tendeu a aumentar nas décadas recentes.

A



B

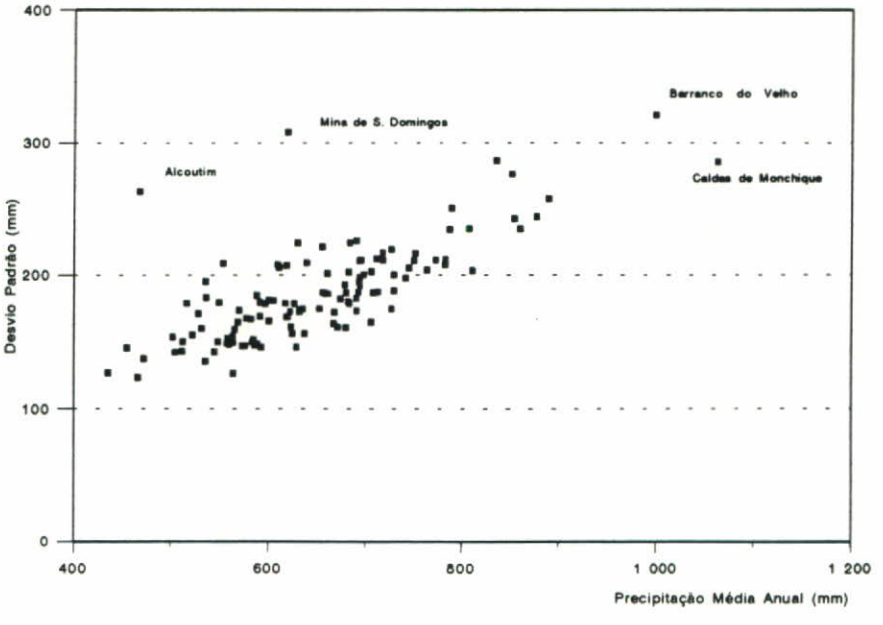


Fig. 23 - Relação entre o desvio padrão e a precipitação média anual (1949/78). Os postos de medição aparecem por ordem crescente das precipitações.

Este facto aparece também referido em D. B. FERREIRA (p. 1141, 1989), que o atribui a um aumento recente dos "acidentes pluviométricos".

Como se pode verificar no quadro VIII, para o Sul de Portugal, no período estudado, os valores mínimos dos coeficientes de variação são 22 % em Odivelas (série incompleta de 20 anos) e 23 % em Montalvão. O máximo de 56 % registou-se em Alcoutim, seguido de 50 % em Mina de S. Domingos e 37 % em Santo Aleixo/Guadiana. Estes três postos situam-se em áreas relativamente próximas, o que mostra uma variação espacial coerente deste parâmetro. Esta circunstância abona em favor da credibilidade destes coeficientes elevados, não deixando, contudo, de causar estranheza o seu valor muito alto.

J. M. RASO NADAL *et al.* (1984) referem dados, provenientes dos estudos realisados por BIEL à escala planetária, que apontam coeficientes de variação para os climas mediterrânicos oscilando entre os 20 e os 25 %, o que supõe já uma elevada probabilidade de secas prolongadas. Os autores citados encontraram, para a Catalunha, valores entre 19 e 40 %, portanto com máximos um pouco inferiores aos do Sul de Portugal. Para os Arquipélagos da Madeira e Canárias, D. B. FERREIRA (1989) encontrou coeficientes de variação que atingem 45 % no primeiro destes e, especialmente, nas ilhas ocidentais do segundo. Nas orientais, a variabilidade é ainda bastante mais acentuada, com valores entre 50 e 60 %, portanto, semelhante aos máximos por nós encontrados.

Assim, pode dizer-se que os valores encontrados são comuns, geralmente, em latitudes bastante mais baixas, isto se os dados destas séries estiverem correctos.

Contudo, dada a grande diferença entre os dois valores mais elevados e o terceiro (respectivamente 19 e 13 %), aqueles dois devem ser encarados com algumas reservas. Além disso há motivos para suspeitar dos dados

QUADRO VIII

Variabilidade das chuvas anuais (1949/78).

	MEDIA	MEDIANA	MIA/-MNA	DES.PAD.	COEF.VAR.
	X	ME	X-ME	σ	C.V.
Aguas de Moura/Es.	667.2	694.2	-27.0	163.6	24.5
Aguas de Moura/Po.	717.7	710.1	7.6	217.1	30.3
Alcácer do Sal	559.7	514.2	45.5	147.9	26.4
Alcaçovas	786.7	751.5	35.2	234.6	29.8
Alcaria Longa	435.3	435.1	0.2	127.3	29.2
Aldeia de Palheiro	632.2	594.9	37.3	172.9	27.4
Aldeia N. S. Bento	584.7	553.5	31.2	151.5	25.9
Algodor	511.4	493.7	17.7	143.1	28.0
Aljustrel	577.6	558.0	19.6	167.9	29.1
Almodovar	605.4	580.8	24.6	181.0	29.9
Alter do Chão	609.6	575.7	33.9	208.1	34.2
Alvalade	548.0	494.4	53.6	150.3	27.4
Alvega	668.3	649.0	19.3	172.4	25.8
Alvito	620.1	586.3	33.8	168.8	27.2
Amareleja	557.5	488.5	69.0	149.0	26.7
Amieira	635.4	627.3	8.1	174.6	27.5
Arraiolos	694.0	664.8	29.2	198.2	28.6
Arronches	661.7	633.7	28.0	186.0	28.1
Aviz	679.9	682.7	-2.8	186.7	27.5
Azaruja	632.1	615.2	16.9	174.3	27.6
Barrancos	563.8	554.5	9.3	149.6	26.5
Barros	629.0	606.7	22.3	146.0	23.2
Beja	592.8	553.6	39.2	146.2	24.7
Beja/Soeiro	750.3	755.8	-5.5	211.0	28.1
Cabeço de Vide	678.8	661.0	17.8	193.0	28.4
Campilhas	850.7	763.7	87.0	276.3	32.5
Canha	683.6	636.2	47.4	178.8	26.2
Castelo de Vide	853.2	839.3	13.9	242.3	28.4
Central da Póvoa	707.9	684.0	23.9	186.9	26.4
Cercal do Alentejo	782.3	786.9	-4.6	211.7	27.1
Comporta	544.8	498.5	46.3	142.7	26.2
Cuba	536.0	499.6	36.4	183.4	34.2
Elvas	600.8	563.3	37.5	181.2	30.2
Estremoz	655.1	581.8	73.3	221.4	33.8
évora	660.5	633.5	27.0	201.2	30.5
évora/Currais	563.1	529.9	33.2	154.1	27.4
Ferreira do Alente	516.1	496.3	19.8	179.0	34.7
Fronteira	596.4	577.2	19.2	178.9	30.0
Galveias	674.3	638.5	35.8	182.4	27.1
Gavião	859.1	844.1	15.0	234.7	27.3
Grândola	671.5	664.5	7.0	161.1	24.0
Juromenha	591.5	595.1	-3.6	169.4	28.6
Longomel	744.5	724.0	20.5	205.4	27.6
Martim Longo	531.5	510.1	21.4	160.2	30.1
Marvão	834.9	864.3	-29.4	286.6	34.3
Mértola	454.5	417.1	37.4	145.7	32.1
Mértola/Vale Form.	528.2	498.9	29.3	171.0	32.4
Mina de S.Domingos	619.5	553.9	65.6	308.2	49.8
Moinhola	691.0	671.0	20.0	173.1	25.0
Monforte	582.4	555.2	27.2	167.1	28.7
Montalvão	705.8	718.4	-12.6	164.6	23.3
Montevil	565.5	546.0	19.5	159.1	28.1
Moura/Machados	690.9	717.0	-26.1	225.7	32.7
Nisa	683.0	649.2	33.8	202.4	29.6
Odemira	637.2	638.3	-1.1	156.2	24.5
Odivelas	563.8	561.5	2.3	126.4	22.4
Pandias	573.5	530.6	42.9	147.3	25.7
Pavia	618.9	567.5	51.4	168.7	27.3
Pedrogão do Alent.	591.0	582.0	9.0	179.9	30.4
Pego Altar	622.4	585.5	36.9	172.8	27.8
Pegões	741.1	734.5	6.6	198.0	26.7

	MEDIA	MEDIANA	MIA/-MNA	DES.PAD.	COEF.VAR.
	X	ME	X-ME	σ	C.V.
Ponte de Mourão	575.9	580.2	-4.3	147.0	25.5
Portalegre	876.3	837.0	39.3	244.1	27.9
Portel	682.2	679.8	2.4	180.2	26.4
Póvoa e Meadas	729.3	739.1	-9.8	188.3	25.8
Redondo	600.5	543.3	57.2	165.6	27.6
Reguengos de Mons.	568.4	510.2	58.2	164.7	29.0
Relíquias	711.3	688.7	22.6	212.2	29.8
Santiago do Cacém	727.0	718.2	8.8	174.9	24.1
S. Aleixo/Tejo	617.6	591.2	26.4	179.0	29.0
Sabóia	695.6	699.7	-4.1	211.5	30.4
S. Aleixo/Guadiana	535.1	489.6	45.5	195.1	36.5
Santiago Escoural	888.7	861.1	27.6	257.3	29.0
Santiago Maior	679.8	708.3	-28.5	160.6	23.6
Santana da Serra	692.5	665.8	26.7	187.4	27.1
Santo Estevão	610.4	534.8	75.6	205.9	33.7
S. Domingos	751.6	723.5	28.1	216.4	28.8
S. Geraldo	712.7	725.0	-12.3	187.5	26.3
S. Manços	535.2	526.7	8.5	135.7	25.4
S.Marcos Abóbada	624.7	603.7	21.0	156.1	25.0
S. Marcos da Serra	729.2	685.3	43.9	200.2	27.5
S. Martinho	639.5	578.4	61.1	209.3	32.7
S. Torcato	705.8	679.0	26.8	202.8	28.7
Santa Eulália	549.3	533.8	15.5	179.5	32.7
Santa Susana	630.2	632.8	-2.6	224.2	35.6
Santa Vitória	618.6	552.8	65.8	207.3	33.5
Serpa	522.0	508.3	13.7	155.1	29.7
Setubal	763.4	766.6	-3.2	204.0	26.7
Sousel	693.6	648.1	45.5	194.6	28.1
Torrão do Alentejo	588.9	563.5	25.4	148.9	25.3
Trindade	511.8	496.1	15.7	150.2	29.4
Vale de Gaio	583.6	548.6	35.0	149.9	25.7
Vale Peso	772.3	748.2	24.1	211.5	27.4
Viana do Alent./Es	694.3	669.6	24.7	192.2	27.7
Viana do Alent./Po	726.4	674.5	51.9	219.6	30.2
Vidigueira	652.6	666.7	-14.1	175.0	26.8
Vila Nog. Azeitão	656.0	634.2	21.8	187.0	28.5
Vila Velha de Rodão	781.8	771.3	10.5	208.0	26.6
Vila Viçosa	788.9	771.0	17.9	250.6	31.8
Vimieiro	623.4	579.3	44.1	161.1	25.8
Abrantes	683.7	628.7	55.0	224.2	32.8
Chamusca	553.2	623.2	-70.0	209.0	32.0
Chouto	810.3	808.8	1.5	203.3	25.1
Coruche	806.7	770.3	36.4	234.7	29.1
Mora	659.0	640.5	18.5	186.3	28.3
Salvaterra Magos	586.3	573.1	13.2	147.4	25.2
Santarém/Esc.Agr.	626.4	679.1	-52.7	178.7	24.6
Alcoutim	467.2	464.5	2.7	263.1	56.3
Aljezur	558.0	553.2	4.8	152.6	27.4
Barranco do Velho	998.6	941.5	57.1	321.4	32.2
Bravura	690.6	701.5	-10.9	183.0	26.5
Caldas Monchique	1062.3	988.4	73.9	285.5	26.9
Faz Fato	693.8	668.1	25.7	210.9	30.4
Figueirais	570.1	539.8	30.3	173.7	30.5
Loulé	698.3	659.1	39.2	200.1	28.7
Praia Rocha	472.0	438.7	33.3	137.5	29.1
Sagres	466.0	463.1	2.9	123.5	26.5
S.Bartolomeu Mess.	718.2	687.8	30.4	211.5	29.5
Tavira	587.8	540.3	47.0	184.8	31.5
Vila Real S.Anton.	504.1	514.7	-10.6	142.4	28.2
Faro	501.7	507.2	-5.5	153.8	30.7

de ambos os postos udométricos, especialmente dos de Alcoutim. Mina de S. Domingos funcionou como posto particular e, em Alcoutim, segundo informação de um professor da Escola Secundária da vila, os dados são obtidos em udómetro instalado no recinto deste estabelecimento de ensino, com medições efectuadas pelos alunos.

Segundo os dados de Alcoutim, o coeficiente de Neuman, que dá a razão entre o valor máximo e mínimo da série considerada (NEUMAN, 1960), atinge o valor de 18, enquanto em Mina de S. Domingos e em Santo Aleixo/Guadiana é de 6,6 e 3,7.

Alcoutim teve uma precipitação anual máxima de 1003 mm, que se enquadra perfeitamente nos valores registados nos locais de medição próximos. A grande diferença, como já se deixou antever, reside nos totais anuais extremamente reduzidos, que se situam muito abaixo dos verificados nos outros udómetros da região. Em Alcoutim, dos 30 anos considerados, 4 tiveram valores inferiores a 100 mm, não ultrapassando o mais seco os 55 mm.

A repartição espacial dos coeficientes de variação das séries anuais de precipitação, no Sul de Portugal, não é simples. Como se pode ver na figura 24, estes são mais elevados, geralmente, nas regiões orientais. Assim os valores mais reduzidos (< 25 %), ocorrem ao longo de grande parte do litoral alentejano, prolongando-se daí para o interior, da Serra de Grândola até à bacia média do Sado e atingindo mesmo a do Degebe. Os valores mais elevados (> 35 %), registam-se no Baixo Alentejo Oriental, na região fronteiriça, para lá do Guadiana, de Barrancos até ao sul de Alcoutim.

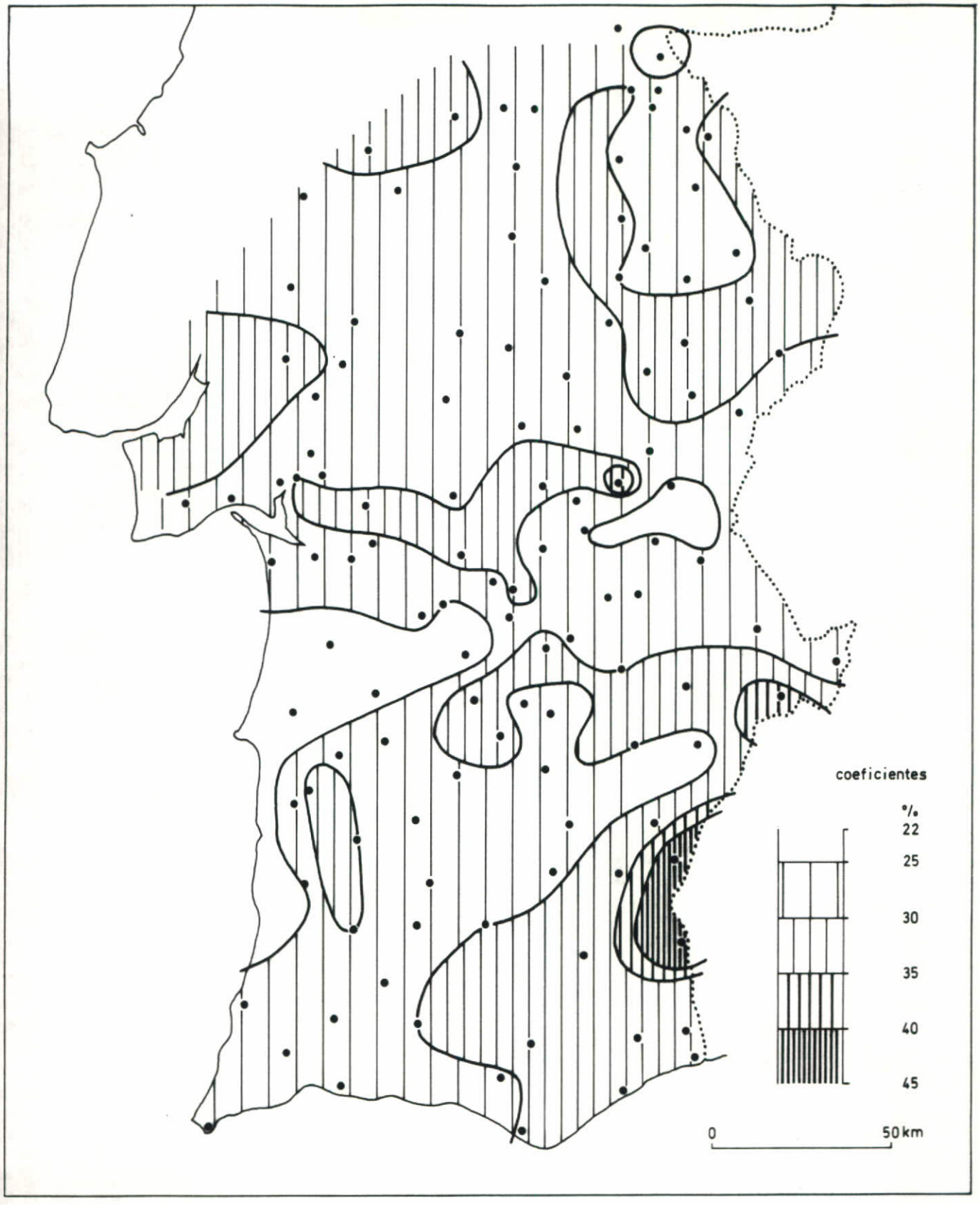


Fig. 24 - Repartição espacial dos coeficientes de variação das precipitações anuais (1949/78).

2. A VARIABILIDADE DAS PRECIPITAÇÕES MENSAIS

A variabilidade das precipitações mensais será analisada a partir dos regimes prováveis das precipitações e dos coeficientes de variação das séries de referência (1949/78).

O estudo frequencial das precipitações foi feito com base nos decis empíricos. Estes foram calculados através da divisão das séries de dados, previamente ordenadas, em dez partes iguais, para cada um dos meses e para o ano climatológico.

A partir dos decis construiram-se as curvas dos regimes prováveis (Ch. P. PÉGUY, 1970 e J. DION, 1972). Estes serão analisados a partir de dez exemplos, que correspondem aos locais representativos da divisão do Sul de Portugal a partir do regime pluviométrico médio, apresentados no capítulo seguinte.

2.1. Regimes prováveis

Como há uma forte variação ao longo do ano das precipitações, para facilitar o comentário optou-se por dividi-lo em vários períodos. Serão considerados separadamente o período chuvoso, o seco e os intermédios. Esta solução é discutível havendo autores que utilizam diferentes critérios. Por exemplo, D. B. FERREIRA (1989), para o espaço subtropical do Atlântico Oriental, com regime pluviométrico semelhante ao do Sul de Portugal, faz apenas a separação entre estação chuvosa e estação deficitária.

Contudo, a divisão adoptada parece-nos ser a que melhor respeita o regime pluviométrico do Sul de Portugal, pois além de ter sido já utilizada com bons resultados [8], tem em conta as suas particularidades.

Por exemplo, para os decis extremos, Outubro nem sempre ocupa a mesma posição. Corresponde à transição para a estação chuvosa no primeiro decil, mas integra-a no nono decil. Aí, a sua posição é tomada por Setembro que, para o primeiro decil, pertencia ao período seco. Situação semelhante verifica-se com Junho, inequivocamente integrante do período seco, para o primeiro decil, mas fazendo parte do período de transição, para o nono decil.

Assim, quer Setembro quer Outubro serão considerados como meses de transição entre a época seca e a chuvosa. Equivalem ao período em que se dá o incremento das precipitações que, consoante os Outonos, pode ser precoce, (com forte aumento de Setembro para Outubro) ou um pouco tardia (com um incremento nítido entre Outubro e Novembro).

Junho será analisado conjuntamente com Abril e Maio. Isto porque, como se concluiu anteriormente e se pode observar pelos regimes prováveis (fig. 25), na maior parte das frequências integra o período de decréscimo das precipitações dos meses anteriores.

Na figura 25 assinala-se a posição dos meses chuvosos analisados no capítulo IV da segunda parte deste trabalho.

No período chuvoso de Novembro a Março

Nas frequências baixas (D1, D2 e D3), as precipitações prováveis são geralmente semelhantes nos

(8) C. RAMOS (1986) e J. E. VENTURA (1986).

diversos meses da estação chuvosa (fig. 25). Contudo, Março, Dezembro e por vezes também Janeiro são geralmente os mais providos.

Os quantitativos atingidos nestas frequências não são muito diferentes ao longo de todo o Sul, ultrapassando geralmente os 50 mm, especialmente nas estações do norte. Só em Caldas de Monchique, na serra algarvia, se superam os 100 mm.

Nas frequências médias (D4, mediana e D6) a diferenciação das precipitações prováveis dos vários meses é mais nítida, mas variável de local para local e consoante a frequência considerada. O mês que pode registar mais chuva tende a ser Dezembro nas regiões meridionais e Fevereiro nas setentrionais. Os quantitativos alcançados são cerca do dobro dos das baixas frequências. Assim, os 100 mm só não são atingidos em Beja, Mértola/Vale Formoso e Faro. Refira-se que os 200 mm são mesmo ultrapassados em Caldas de Monchique, enquanto nos relevos do Alto Alentejo, representados por Castelo de Vide, não se aproximam sequer dos 150 mm.

Nas frequências elevadas (D7, D8 e D9), as precipitações prováveis dos meses do período chuvoso são bastante diferentes, individualizando-se meses com chuvas mais elevadas. No sul, destaca-se perfeitamente Dezembro como o mês que pode receber as chuvas mais abundantes. No norte, em vez de Fevereiro como nas frequências médias, o mês mais provido passa a ser geralmente Janeiro.

Nestas frequências ultrapassam-se em todos os locais os 150 mm. Nos relevos e no norte há probabilidade de ocorrerem meses ainda mais chuvosos, com chuvas próximas ou superiores a 200 mm: de Outubro a Março, em Caldas de Monchique; de Novembro a Março, em Castelo de Vide; de Novembro a Fevereiro, em Chouto; em Outubro e de Dezembro a Março, em S. Domingos; e em Dezembro, em Mértola/Vale Formoso e Faro. Precipitações mensais próximas dos 200 mm

podem ocorrer em Avis em Novembro, Janeiro e Fevereiro e em Évora de Dezembro a Fevereiro. Em Beja e Almodôvar os meses com probabilidade de registarem chuvas mais elevadas são Dezembro e Janeiro, em que estas ultrapassam os 150 mm.

Dos locais considerados o que regista as precipitações mensais mais abundantes é Caldas de Monchique onde, num ano em cada dez, Dezembro pode atingir os 350 mm.

No período seco de Julho e Agosto

Em primeiro lugar, saliente-se que nestes meses as baixas frequências e, nalguns locais, mesmo as médias, correspondem a valores nulos (fig. 25).

Neste período, as precipitações mensais só se aproximam ou, nalguns casos, ultrapassam os 20 mm, um ano em cada dez, nos locais situados mais a norte, como Castelo de Vide, Chouto, Avis e Évora e, no sul, em Caldas de Monchique. Nos restantes, aquela probabilidade de ocorrência corresponde a valores inferiores a 10 mm.

Além de se marcarem inequivocamente como o período mais seco do ano, o aspecto mais interessante deste dois meses é a posição do mínimo absoluto de precipitação, que tanto pode ocorrer em Julho como em Agosto. A norte, Julho pode registar chuvas ligeiramente superiores a Agosto. Nas regiões meridionais as chuvas são muito reduzidas, mesmo para as frequências elevadas. Contudo, próximo do litoral, especialmente do meridional, Julho impõe-se como o mês de mínimo absoluto.

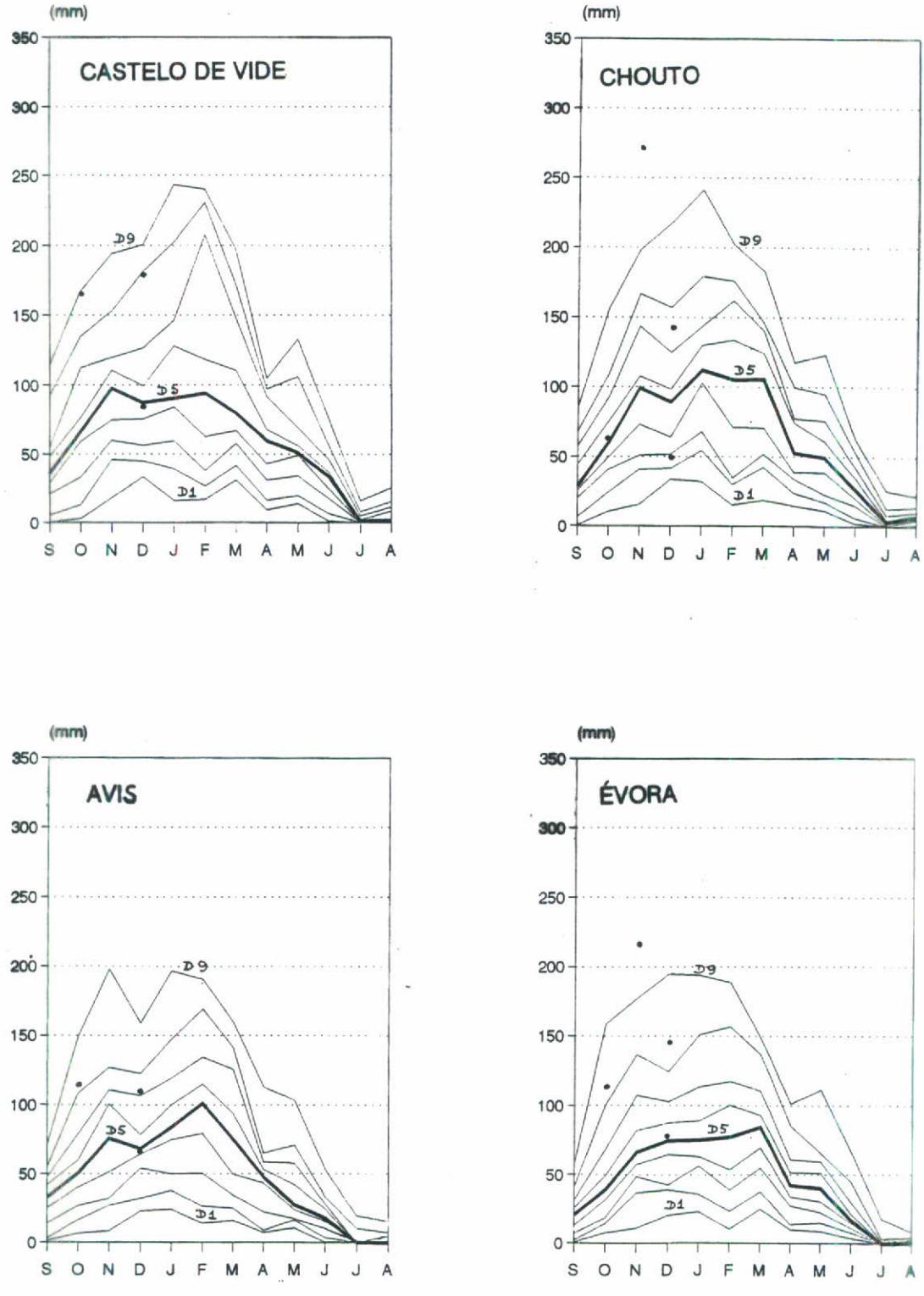


Fig. 25 - Os regimes prováveis do Sul de Portugal (1949/78) nos locais representativos das diferentes regiões pluviométricas (ver figura 33). Com pontos está indicada a posição dos meses estudados no Capítulo IV da 2ª Parte.

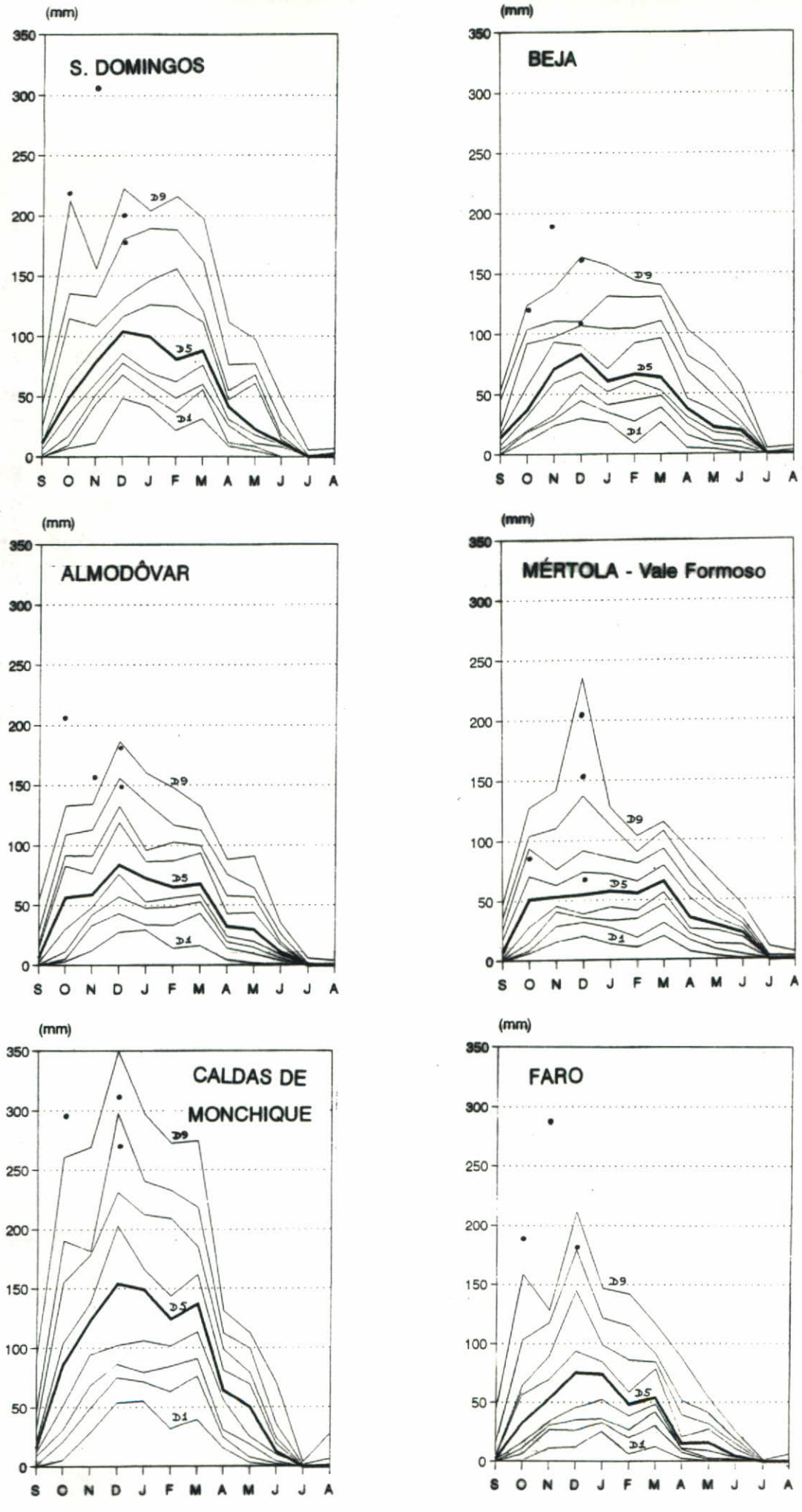


Fig. 25 (continuação).

Nos períodos intermédios
(de Setembro e Outubro e de Abril a Junho)

Em Setembro e Outubro passa-se rapidamente do período seco ao chuvoso (fig. 25). Com excepção das baixas frequências, em que as precipitações destes dois meses são semelhantes as chuvas correspondentes a Outubro são sempre muito superiores às de Setembro. Em Setembro, os 100 mm de precipitação têm probabilidade de serem superados, um ano em cada dez, apenas em Castelo de Vide. Em Outubro, aquele valor é ultrapassado em todos os locais, excedendo, mesmo, os 150 mm, com excepção de Beja, Almodôvar e Mértola/Vale Formoso.

Nas frequências médias e, sobretudo, nas elevadas, as precipitações de Outubro podem ser semelhantes às dos meses chuvosos. Deste modo, este mês pode, nalgumas frequências, registar precipitações superiores às de alguns dos da estação chuvosa, como acontece em S. Domingos, Almodôvar, Caldas de Monchique, Faro e Mértola/Vale Formoso. Nesta última, para o sétimo decil, Outubro é mês com probabilidade de registar as chuvas mais abundantes.

No outro período intermédio, em que se dá o decréscimo das precipitações, a evolução não é tão simples. Abril regista em todas as frequências chuvas bastante mais reduzidas que Março. De Abril para Maio este ritmo de dimimuição é fortemente reduzido, havendo mesmo probabilidade de se verificarem chuvas mais abundantes em Maio do que em Abril. O incremento das chuvas de Abril para Maio parece ser um facto comum nas áreas montanhosas setentrionais, de que Castelo de Vide constitui exemplo. Nas outras regiões, é sobretudo a atenuação da diminuição que ocorre, embora haja frequências com um ligeiro aumento da precipitação.

De Maio para Junho retoma-se a descida das precipitações que se reduzem, em Julho, a valores nulos ou muito baixos.

Há, assim, uma grande variação entre as precipitações destes meses de transição entre a época chuvosa e a seca. Em Abril e Maio há possibilidade de, num ano em cada dez, se superarem os 100 mm nos locais do norte e em Caldas de Monchique, probabilidade que em Junho apenas atinge os 50 mm, ou precipitações ainda inferiores, nos restantes locais do sul.

Os regimes prováveis mostram uma forte variação das quantidades de precipitação que podem ocorrer em cada mês, que não podia ser avaliada a partir das médias.

A diferença entre o primeiro e último decil dá já uma ideia da amplitude de variação, mas que não é completa pois faltam-lhe os valores extremos: acima do D9 e abaixo do D1; ou seja, os correspondentes, para cada mês, às situações de maior secura e maior pluviosidade. A análise precisa desta variabilidade é, contudo, possível a partir dos coeficientes de variação.

2.2. Variabilidade relativa

Os coeficientes de variação das precipitações mensais, apresentados no quadro IX, mostram valores muito diferentes que oscilam, nos locais escolhidos (9), entre um mínimo de 55 % em Março (Mértola/V.F.) e um máximo de 375 % em Agosto (Almodôvar).

(9) Os locais escolhidos, para os quais se indicam os coeficientes de variação mensais, resultaram da divisão do Sul de Portugal de acordo com o regime pluviométrico que se apresenta no próximo capítulo.

QUADRO IX

Coeficientes de variação das precipitações mensais (1949/78).

	SET	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO
C. VIDE	87,8	85,9	72,5	64,4	75,6	76,9	65,6	81,0	76,6	86,1	194,2	128,4
CHOUTO	80,9	77,2	65,1	67,3	65,3	68,3	59,4	70,9	76,7	81,0	140,2	107,4
AVIS	86,2	90,0	79,9	67,2	76,9	64,7	70,2	84,1	84,6	91,4	191,2	185,0
ÉVORA	111,8	93,0	72,1	76,0	76,2	72,8	57,7	76,7	72,9	92,6	268,2	177,0
BEJA	118,6	85,5	59,9	66,7	71,3	63,1	56,6	73,7	88,3	89,8	175,4	221,0
S.DOMINGOS	134,0	98,4	75,6	65,0	68,3	69,6	58,6	85,5	85,6	118,3	253,3	191,4
MÉRT./V.F.	162,0	84,2	69,9	89,1	72,3	64,6	54,6	73,9	77,7	72,5	211,6	193,3
ALMODÔVAR	174,1	89,6	72,9	66,6	67,7	73,9	63,5	78,5	99,6	89,0	324,8	374,9
C.MONCHIQUE	124,3	90,0	64,0	65,8	65,8	65,0	60,7	73,7	82,9	135,5	200,4	205,1
FARO	184,9	104,8	73,5	86,0	76,5	80,6	57,0	106,9	97,9	132,5	221,4	369,1

A variabilidade é mais reduzida durante o período chuvoso registando-se, geralmente, os valores mais baixos em Março. Também ao longo desta época do ano não se verificam grandes diferenças por todo o Sul de Portugal, mantendo-se, em todos os exemplos considerados no quadro IX, os coeficientes de variação inferiores a 100 %.

Contudo, com o início da época seca dá-se um forte incremento da variabilidade, especialmente nas regiões meridionais, o que leva ao aparecimento de uma diferenciação norte/sul. Assim, os coeficientes de variação mais elevados ocorrem durante o período de maior secura, de Junho a Setembro, com máximos em Julho e Agosto.

O mês de maior variabilidade relativa tem tendência a verificar-se preferencialmente em Julho, nas regiões do norte, e em Agosto, nas do sul. Nestas últimas, onde a secura é normalmente mais marcada, registam-se coeficientes de variação que podem ser duas a três vezes superiores aos das primeiras. Por exemplo, em Agosto, os coeficientes de variação registados foram de 107 % e 128 % em Chouto e Castelo de Vide, enquanto os registados em Almodôvar e Faro atingiram os 375 % e 369 %, respectivamente.

Os regimes prováveis e os coeficientes de variação mostraram haver uma forte variabilidade das chuvas anuais e mensais. No período chuvoso, as precipitações correspondentes às baixas frequências têm características homogéneas, sendo semelhantes nos vários meses. Pelo contrário, nas frequências médias e elevadas há tendência para se destacarem meses de precipitações mais abundantes. Nalguns locais, especialmente no sul, há tendência para se individualizar apenas um máximo, em Dezembro, nas frequências elevadas.

A variabilidade é, em termos relativos, mais elevada no período mais seco do ano e, sobretudo, nas regiões do sul.

CAPÍTULO V

A DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS PRECIPITAÇÕES

1. A DIFERENCIAÇÃO ESPACIAL DO REGIME MÉDIO

1.1. Dados e métodos utilizados

Neste capítulo houve um duplo objectivo: encontrar áreas com características comuns quanto ao ritmo pluviométrico, definido a partir do regime médio e mediano; sua utilização na selecção dos locais a serem usados na análise frequencial das precipitações que se apresentou anteriormente.

A análise efectuada no terceiro capítulo permitiu encontrar aspectos interessantes e conclusões válidas, acerca do ritmo anual das chuvas. Contudo, ao basear-se nos valores médios, traduz padrões de comportamento que podem, como foi visto, nem sempre corresponder aos mais frequentes e esconde os casos específicos, só possíveis de determinar mediante uma análise sistemática ano a ano. Por exemplo, G. POURSIN (1973), referindo-se ao regime estacional, sugere que se obteria uma representação mais próxima da realidade tornando-o no "estado mais frequente, para um período dado, da sucessão dos regimes estacionais de cada ano" (*ob. cit.*, p. 135).

Contudo, uma análise pormenorizada da variabilidade do regime, em todos os locais, ano a ano, levaria a que se teria de contar com uma matriz com 12 colunas (os meses) por 30 linhas (os anos) para cada um dos 121 locais. Esta imensidade de dados dificulta a sua análise, pois mesmo com o auxílio da informática, para os tratar todos em conjunto, teríamos uma matriz inicial com 12 colunas por 3.630 linhas.

A necessidade de reduzir os dados de base levou-nos a optar pelos regimes médio e mediano. Contudo, ambos incorporam o problema da diferente duração dos meses, bem como o efeito de dimensão resultante do facto de existirem quantitativos mensais muito díspares ao longo do ano e, mesmo, de local para local. Para obstar a estas contingências utilizaram-se também os coeficientes pluviométricos relativos mensais (10).

Assim, em consequência das opções feitas, os coeficientes pluviométricos mensais constituiram os dados de partida para a definição de regiões com um ritmo pluviométrico semelhante, formando uma tabela de dados iniciais com 12 colunas por 121 linhas.

---

(10) A utilização dos coeficientes é vantajosa pois, segundo A. DAUPHINÉ (1973), as grandes diferenças, em valor absoluto, entre os dados da matriz inicial podem introduzir erros graves, ditos de "chute", que tornam necessária a uniformização dos dados iniciais.

A grande massa de dados desta matriz não permite encontrar, facilmente, as relações existentes entre os regimes dos diversos locais. Consequentemente, foi necessário proceder a um tratamento estatístico que permitisse retirar desta tabela a informação essencial para que se pudessem estabelecer grupos.

Assim, tendo em conta os objectivos pretendidos e a sequência normal para a articulação da análise de dados, aplicou-se o método de análise factorial seguido do de classificação.

A análise factorial, como refere H. BEGUIN (1979), é um método em que se procura atingir a parcimónia na descrição, minimizando a perda de informação, e que permite efectuar uma síntese simplificada e racional de uma grande matriz de dados de partida. Este objectivo é alcançado por eliminação da informação repetida e pela descoberta, a partir da análise das relações entre as variáveis iniciais, de um número reduzido de variáveis novas, significativas, frequentemente designadas por factores. Deste modo, suprimindo a redundância, contribui-se simultaneamente para reduzir a multicolinearidade.

Dados os conhecimentos prévios acerca do regime das chuvas no Sul de Portugal, a análise factorial terá, neste caso, como objectivo, confirmar e completar aqueles, através das oposições encontradas. Numa segunda fase, foram definidas as classes que enquadram estas oposições, mediante a utilização dos métodos de classificação ou de taxonomia numérica. O objectivo destes métodos é, segundo H. G. PEREIRA (1985), a formação de grupos de indivíduos ou propriedades que tenham uma elevada similitude em relação a um critério definido previamente. Estes conjuntos apresentam, entre si, uma similitude superior à registada em relação a qualquer elemento exterior. "Os métodos de classificação conduzem assim a uma tipologia, relativamente às

propriedades que caracterizam os indivíduos a classificar" (H. G. PEREIRA, 1985, p.1).

1.2. Regiões pluviométricas do Sul de Portugal

Os resultados da análise factorial

Como a tabela é formada por valores numéricos reais optou-se pela aplicação de uma análise em componentes principais, técnica de estatística multivariada, do domínio da análise factorial. Esta permite retirar da tabela inicial a informação essencial, aclarando o sistema de interdependências entre variáveis e indivíduos. A sua realização é indispensável para a criação dos ficheiros de coordenadas a utilizar na classificação automática e, a partir dela, é também possível encontrar populações, com base nas projecções dos indivíduos (locais de medição) relativamente aos eixos factoriais.

A análise em componentes principais permite reduzir e visualizar os dados contidos na tabela inicial, cruzando um certo número de indivíduos com as variáveis quantitativas que os definem.

As novas variáveis encontradas, os designados factores, são hierarquizados pelo seu peso na explicação dos dados de partida. Com eles é construído um sistema de eixos ortogonais onde se visualiza a projecção da matriz de dados.

Cada factor é identificado por um número que corresponde ao seu contributo para a explicação da variância total. No presente caso, a contribuição de cada factor é apresentada no quadro X. Analisaremos as

projecções nos dois principais eixos factoriais que são responsáveis por cerca de 55 % da variância total, cabendo a cada um deles, respectivamente, 35 e 20 %.

QUADRO X

Percentagem e percentagem acumulada da variância explicada por cada um dos eixos factoriais e histogramas dos respectivos valores.

	VAL.PROP	% EXP	% ACU	HISTOGRAMA DOS VALORES
1	4,17635	34,80	34,80	.....
2	2,26817	18,90	53,70	.....
3	1,22555	10,21	63,92	.....
4	1,01540	8,46	72,38	.....
5	0,77441	6,45	78,83	.....
6	0,61661	5,14	83,97	.....
7	0,56213	4,68	88,66	.....
8	0,42829	3,57	92,22	....
9	0,36153	3,01	95,24	...
10	0,29635	2,47	97,71	..
11	0,25470	2,12	99,83	..
12	0,02051	0,17	100,00	.

Tendo em conta que esta análise aponta as principais oposições entre os indivíduos e entre as variáveis (neste caso os locais de observação e os meses), fomos procurar quais os lugares de observação com posições opostas relativamente a cada um dos factores.

A projecção dos indivíduos relativamente ao eixo factorial 1 e 2 está representada na figura 26. Em relação ao eixo factorial 1, alguns dos locais com valores negativos mais elevados, e próximos deste eixo, correspondem aos códigos 121, 114 e 115, ou seja a Faro, Figueirais e Loulé; em posição oposta, relativamente aos valores positivos mais elevados, estão Santo Aleixo/Tejo,

Monforte e Fronteira, respectivamente 70, 50 e 38. Para o eixo factorial 2, os valores máximos negativos mais próximos correspondem a Viana do Alentejo/Posto, Pegões e Santiago Maior (95, 61 e 74); os máximos a Aldeia Nova de S. Bento, Algodor e Mértola/Vale Formoso (7, 8 e 47).

Na figura 27 representaram-se os coeficientes pluviométricos mensais para um dos locais de máximo e outro de mínimo, de cada um dos dois primeiros eixos factoriais. No caso do eixo 1 (fig. 27-A), os coeficientes de Faro e de Fronteira mostram que os valores negativos, relativamente ao eixo 1, correspondem a locais com uma forte concentração das chuvas nos meses de Inverno (com máximos em Dezembro) e, consequentemente, com uma pluviosidade reduzida nas estações intermédias, especialmente na Primavera. Estes locais são ainda marcados pela máxima secura no Verão, com coeficientes de 0, em Julho e Agosto, de que é exemplo Faro. Os locais com valores mais elevados, como é o caso de Fronteira, apresentam comportamento oposto: têm as menores concentrações de chuva invernal, com valores semelhantes ao longo do Inverno ou com um máximo no fim deste, as maiores abundâncias de chuvas primaveris e os Verões menos secos do conjunto, com coeficientes de 0.1 em Julho e Agosto.

Quanto ao eixo factorial 2 (fig. 27-B), para exemplificar as posições extremas, foram escolhidos Viana do Alentejo/Posto, para os valores negativos, e Aldeia Nova de S. Bento, para os positivos. Os locais referentes aos primeiros mostram um só máximo de Inverno, que ocorre mais tardiamente (geralmente em Fevereiro) e com concentrações inferiores às correspondentes aos locais de valor negativo para o eixo 1. Nos relativos aos positivos, os meses de Inverno mantêm valores semelhantes por um período um pouco mais longo e frequentemente com dois máximos, um em Dezembro e outro em Março.

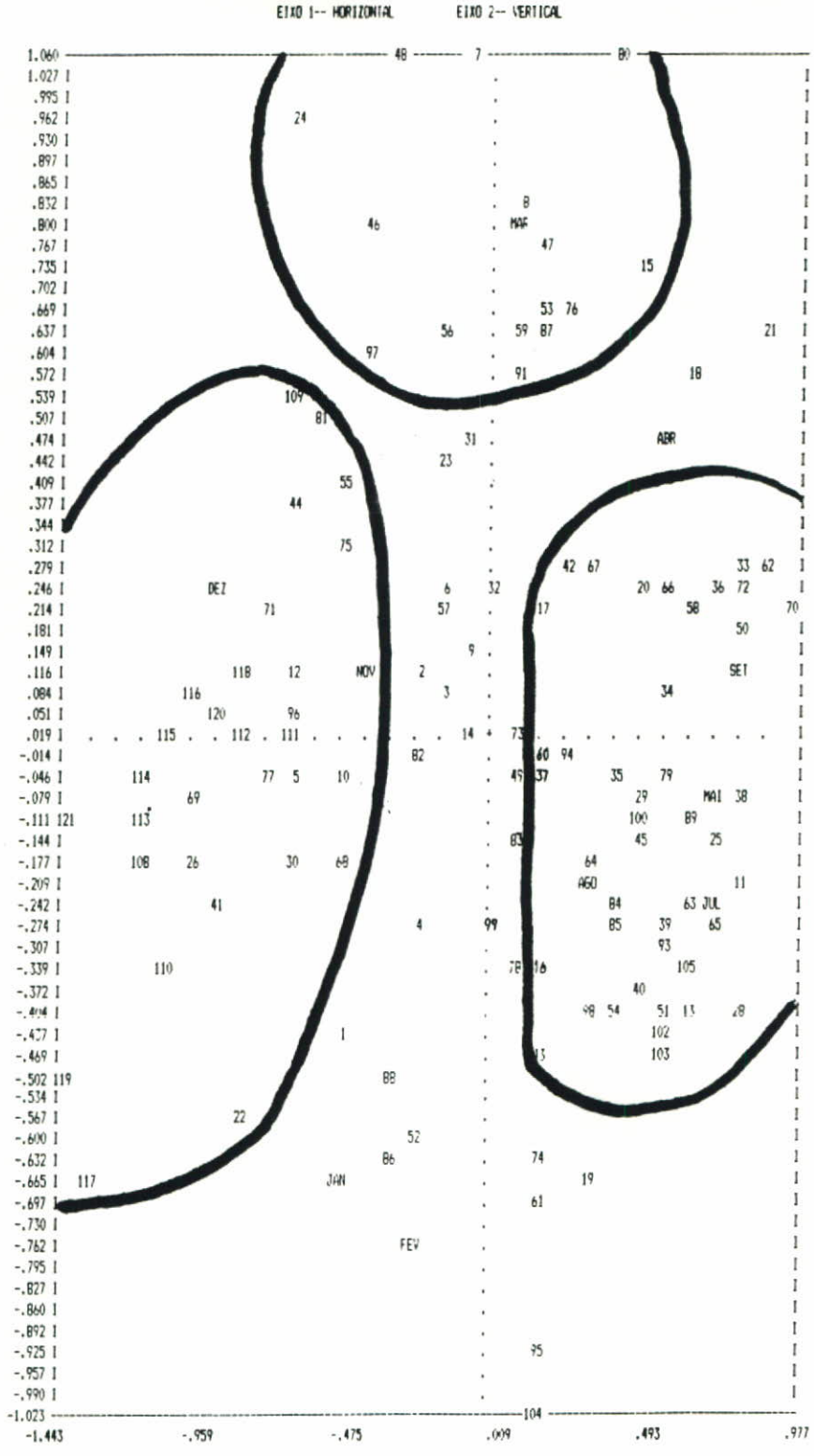
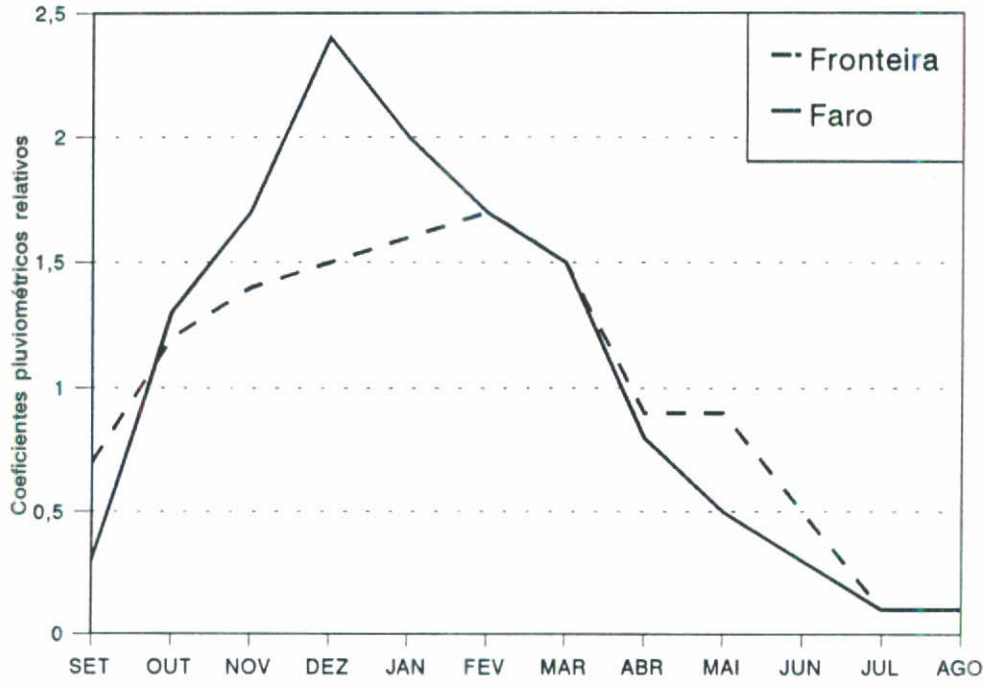


Fig. 26 - Projecção dos meses e dos locais, segundo os eixos factoriais 1 e 2, resultante da análise em componentes principais dos coeficientes pluviométricos relativos (1949/78). Os locais correspondentes aos números identificam-se no quadro XI.

A



B

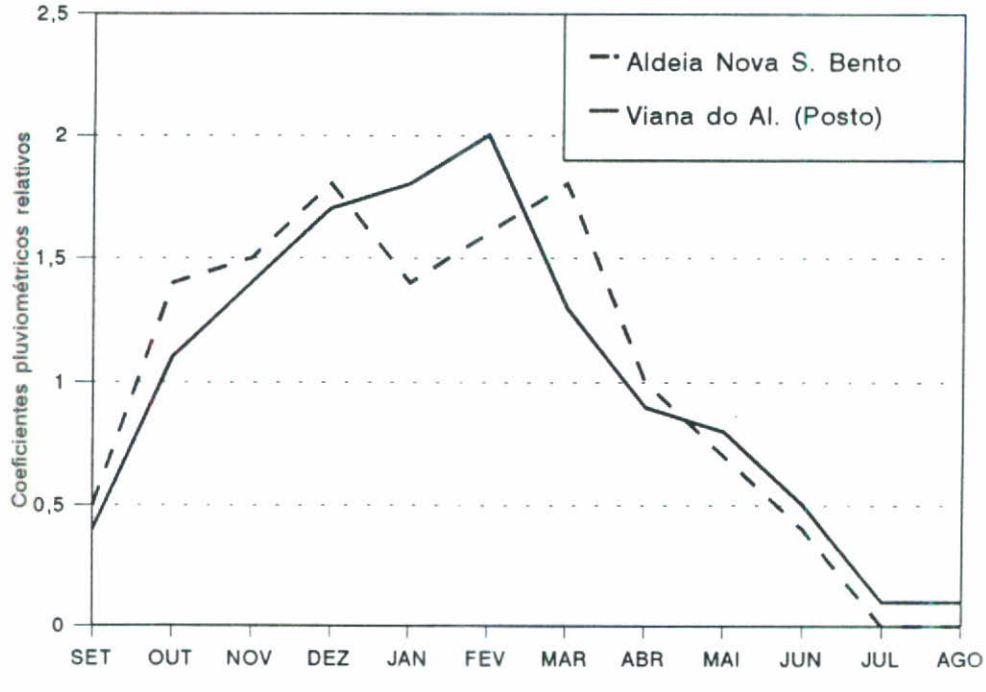


Fig. 27 - Variação ao longo do ano dos coeficientes pluviométricos relativos (1949/78), para locais com valores reduzidos e elevados em relação, respectivamente, ao eixo 1 (A) e ao eixo 2 (B), representados na figura anterior.

QUADRO XI

Identificação dos locais de medição utilizados na análise factorial pelo número de código com que aparecem referenciados na figura 26.

1-Ag.Moura/Est.	42-Juromenha	83 S. Torcato
2-Ag.Moura/Posto	43-Longomel	84-Santa Eulália
3-Alcácer do Sal	44-Martim longo	85-Santa Susana
4-Alcáçovas	45-Marvão	86-Santa Vitória
5-Alcaria Longa	46-Mértola	87-Serpa
6-Ald. Palheiros	47-Mértola/V. F.	88-Setúbal
7-Ald. N.S.Bento	48-M. S. Domingos	89-Sousel
8-Algodor	49-Moinhola	90-Torrão do Alent.
9-Aljustrel	50-Monforte	91-Trindade
10-Almodôvar	51-Montalvão	92-Vale do Gaio
11-Alter do Chão	52-Montevil	93-Vale de Peso
12-Alvalade	53-Moura/Machados	94-Viana do Al./Es.
13-Alvega	54-Nisa	95-Viana do Al./Po.
14-alvito	55-Odemira	96-Vidigueira
15-Amareleja	56-Odivelas	97-Vila N. de Azei.
16-Amieira	57-Panóias	98-Vila V. de Rodão
17-Arraiolos	58-Pavia	99-Vila Viçosa
18-Arronches	59-Pedrogão do A.	100-Vimieiro
19-Avis	60-Pego do Altar	101-Abrantes
20-Azaruja	61-Pegões	102-Chamusca
21-Barrancos	62-Pte de Mourão	103-Chouto
22-Barros	63-Portalegre	104-Coruche
23-Beja	64-Portel	105-Mora
24-Beja/Soeiro	65-Póvoa e Meadas	106-Salv. de Magos
25-Cab. de Vide	66-Redondo	107-Santarém/Esc.A.
26-Campilhas	67-Reg. Monsaraz	108-Alcoutim
27-Canha	68-Relíquias	109-Aljezur
28-Cast. de Vide	69-Santiago Cac.	110-Barranco Velho
29-Central Póvoa	70-S. Aleixo/Tejo	111-Bravura
30-Cercal do Al.	71-Sabóia	112-Cald. Monchique
31-Comporta	72-S.Aleixo/Guad.	113-Faz Fato
32-Cuba	73-Santiago Esc.	114-Figueirais
33-Elvas	74-Santiago Maior	115-Loulé
34-Estremoz	75-Santana Serra	116-Praia da Rocha
35-Évora	76-Santo Estevão	117-Sagres
36-Évora/Currais	77-S. Domingos	118-S.Bart.Messines
37-Ferreira Al.	78-S. Geraldo	119-Tavira
38-Fronteira	79-S. Manços	120-V.Real de S. A.
39-Galveias	80-S.Marcos Abób.	121-Faro
40-Gavião	81-S.Marcos Serra	
41-Grândola	82-S. Martinho	

A análise de componentes principais permite, assim, extrair as principais oposições existentes quanto ao ritmo anual das chuvas. Os dois principais eixos factoriais separaram os postos udométricos, essencialmente a partir da maior ou menor concentração das chuvas e do mês ou meses em que ocorre o máximo destas.

Embora este método sirva fundamentalmente para encontrar as oposições existentes e não para definir grupos, a sua projecção espacial sugere a presença de conjuntos, consoante a sua localização relativamente aos eixos factoriais 1 e 2 (figura 26). Na figura 28 representaram-se os lugares que se enquadram em cada um destes conjuntos. A sua repartição no espaço faz aparecer três regiões com ritmo anual diferenciado.

Uma, a Sul, de locais com valores baixos para o factor 1, ou seja com a mais forte concentração invernal, com máximo na primeira metade do Inverno, geralmente em Dezembro, e com os Verões mais secos de entre todos eles. Corresponde a uma extensa faixa que se prolonga do litoral alentejano à bacia do Sado e se continua pelo Algarve, englobando o Alentejo meridional.

Outra, a Norte, com características gerais opostas a estas, em que se verificam as menores concentrações no Inverno (com máximo frequentemente na segunda metade deste), abundância de chuvas primaveris e os Verões menos secos do conjunto. Coincide praticamente com o Alto Alentejo, englobando grande parte do Ribatejo, especialmente das suas áreas setentrionais.

Por último, a leste, um grupo com valores médios para o eixo 1 e elevados relativamente ao eixo 2; ou seja, com uma moderada concentração das chuvas mantendo-se os meses de Inverno com valores semelhantes e com dois máximos, habitualmente em Dezembro e Março. Estende-se pelas áreas interiores do Baixo Alentejo, aquém e

além Guadiana, e ainda nalguns locais próximos do baixo Tejo.

Os locais cuja posição é mal definida relativamente a estes agrupamentos estão, quase todos nas faixas de transição entre eles, como se pode observar na figura 28.

Os resultados dos métodos de classificação

Em função da tendência para a existência de conjuntos, com características distintas, encontrada através da análise de componentes principais, decidiu-se aplicar um método de classificação de modo a precisar a definição de grupos.

Segundo H. G. PEREIRA (1985 p. 1), os métodos de classificação conduzem,"a grupos diferenciados através de critérios de similitude incorporados nos algoritmos (ao contrário dos métodos descritivos em que a tipologia só podia resultar de uma "proximidade" visualizada num espaço de dimensão reduzida)".

O método de classificação adoptado foi o hierárquico ascendente, que conduz à formação de um dendograma. Este, não é mais do que uma estrutura em árvore, resultante da imbricação dos grupos que se vão formando.

A escolha deste método implica, à partida, uma selecção de critérios condicionada pela natureza dos dados considerados. Tendo em conta esta circunstância fizeram-se diversas experiências. Destas concluiu-se que os melhores resultados se obtinham efectuando-se a classificação hierárquica em modo Q (visto pretender-se o agrupamento de indivíduos) e com o critério de similitude da distância euclidiana reduzida, tal como se pode encontrar em H. G. PEREIRA (1985).

O procedimento estatístico acima descrito foi aplicado aos "scores" da análise em componentes

principais (ACP) apresentada anteriormente e aos das médias e medianas mensais, de modo a comprovar as diferentes regiões do Sul de Portugal no que respeita ao ritmo anual médio das precipitações.

A classificação automática dos "scores" resultantes da ACP dos coeficientes pluviométricos relativos permite encontrar classes que apresentam uma distribuição contígua no espaço (fig. 29). Uma, equivalente à maior parte do Alto Alentejo e, duas outras, que, em conjunto, correspondem a uma extensa faixa do Alentejo litoral, à Serra Algarvia e ao interior do Algarve. Refira-se ainda outra, que, embora tenha locais dispersos pelo baixo Sado, destaca da anterior o litoral do Algarve. Os outros grupos são constituídos por locais espalhados por todo o Sul.

Em face destes resultados, pouco concludentes, fez-se a classificação dos locais tendo em conta os valores médios e medianos, depois de uma análise factorial prévia (ACP) e, como última tentativa, também, a partir das matrizes de dados iniciais utilizadas.

A classificação dos "scores" da ACP das médias e medianas apresenta quatro classes principais, disseminando-se as restantes no meio destas (fig. 30). Espacialmente estes grupos correspondem, em traços muito genéricos, ao Ribatejo a sul do Tejo; às áreas montanhosas do Alto Alentejo setentrional; ao litoral meridional e baixo vale do Guadiana e, por fim, aos restantes espaços do Sul de Portugal. Saliente-se, ainda, que este último se divide em duas classes (a uma distância de corte ligeiramente inferior ao considerado). Estas permitem separar do conjunto os locais do litoral do Alentejo (a sul de Sines), Algarve interior, e áreas montanhosas do Baixo Alentejo e do Algarve.



Fig. 28 - Repartição espacial dos conjuntos de locais resultantes da análise em componentes principais aos coeficientes pluviométricos mensais (1949/78). Os grupos foram definidos a partir da projecção dos indivíduos (locais) nos eixos factoriais 1 e 2 (ver fig. 26).

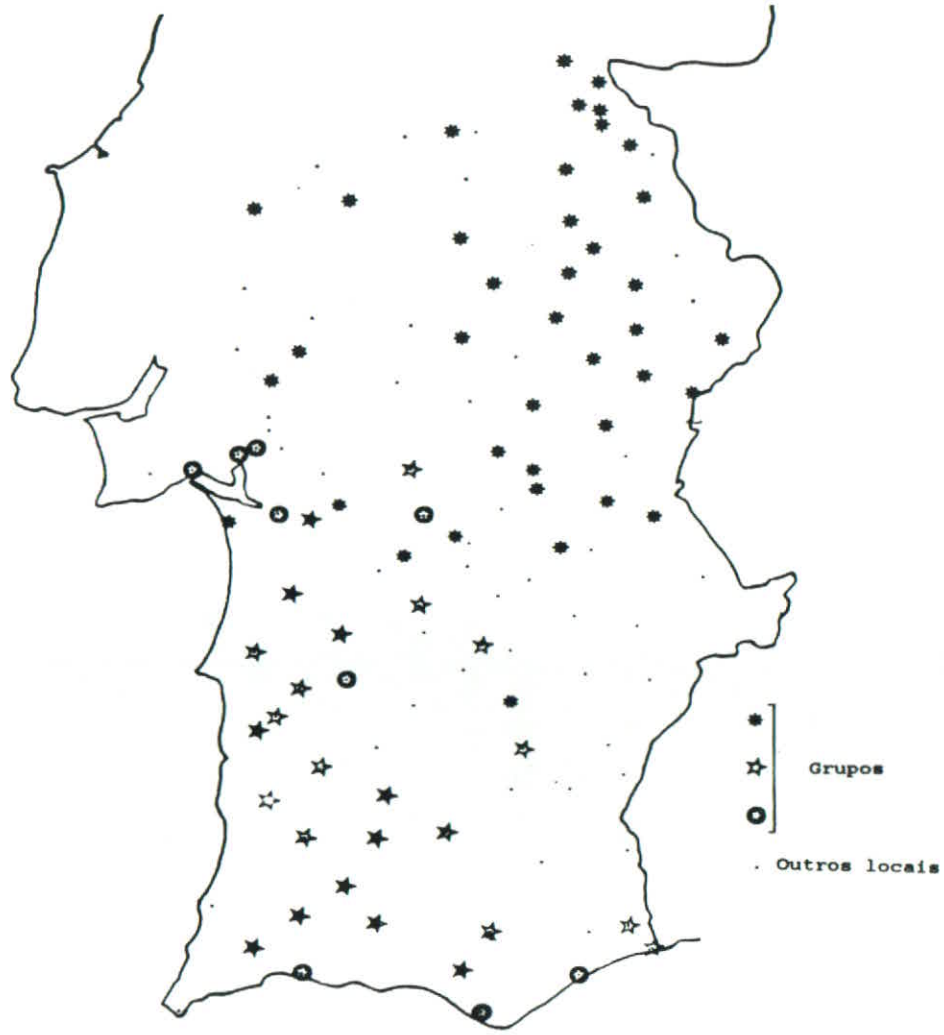


Fig. 29 - Repartição espacial dos grupos de locais resultantes da classificação automática dos "scores" da análise em componentes principais dos coeficientes pluviométricos mensais (1949/78), obtidos a uma distância de corte de 0,38.

Quanto à classificação a partir dos dados iniciais, os resultados referentes às médias e medianas são semelhantes. Não obstante uma tendência para o agrupamento dos locais em função do valor absoluto dos totais mensais de precipitação, as classes encontradas não clarificam, substancialmente, a divisão espacial dos regimes. Os grupos bem definidos não são muito diferentes dos resultantes dos "scores" da ACP (fig. 31). Mantêm-se os que englobam o litoral alentejano e as áreas interiores do Algarve e Serra Algarvia; litoral meridional e baixo vale do Guadiana; regiões montanhosas do Alto Alentejo que, nestes casos, se prolonga pelo Ribatejo. Finalmente, a classe que ocupa as maiores extensões do Alentejo, distinguindo-se as regiões mais meridionais das mais setentrionais.

No que respeita aos coeficientes pluviométricos, a classificação dos dados iniciais dá a separação em classes mais simples. Existem três grupos bem delimitados no dendograma e cujos locais apresentam contiguidade no espaço, e que são muito semelhantes aos conjuntos que se identificaram na ACP a estes mesmos dados, na sua projecção sobre o eixo factorial 1 e 2. Definem regiões com um ritmo pluviométrico semelhante (fig. 32) que correspondem: a uma extensa faixa do litoral alentejano que se alonga até ao vale do Sado e se estende para sul pelo Baixo Alentejo meridional e todo o Algarve; a parte do Baixo Alentejo interior desde a fronteira até próximo de Beja; e, a mais vasta delas, que ocupa o restante espaço considerado, ou seja, todo o Alto Alentejo, Ribatejo e parte do Baixo Alentejo. Com estas classes imbricam-se outras, mais pequenas, bem como alguns elementos isolados, mas sempre a um nível bastante superior ao da ligação entre aquelas.

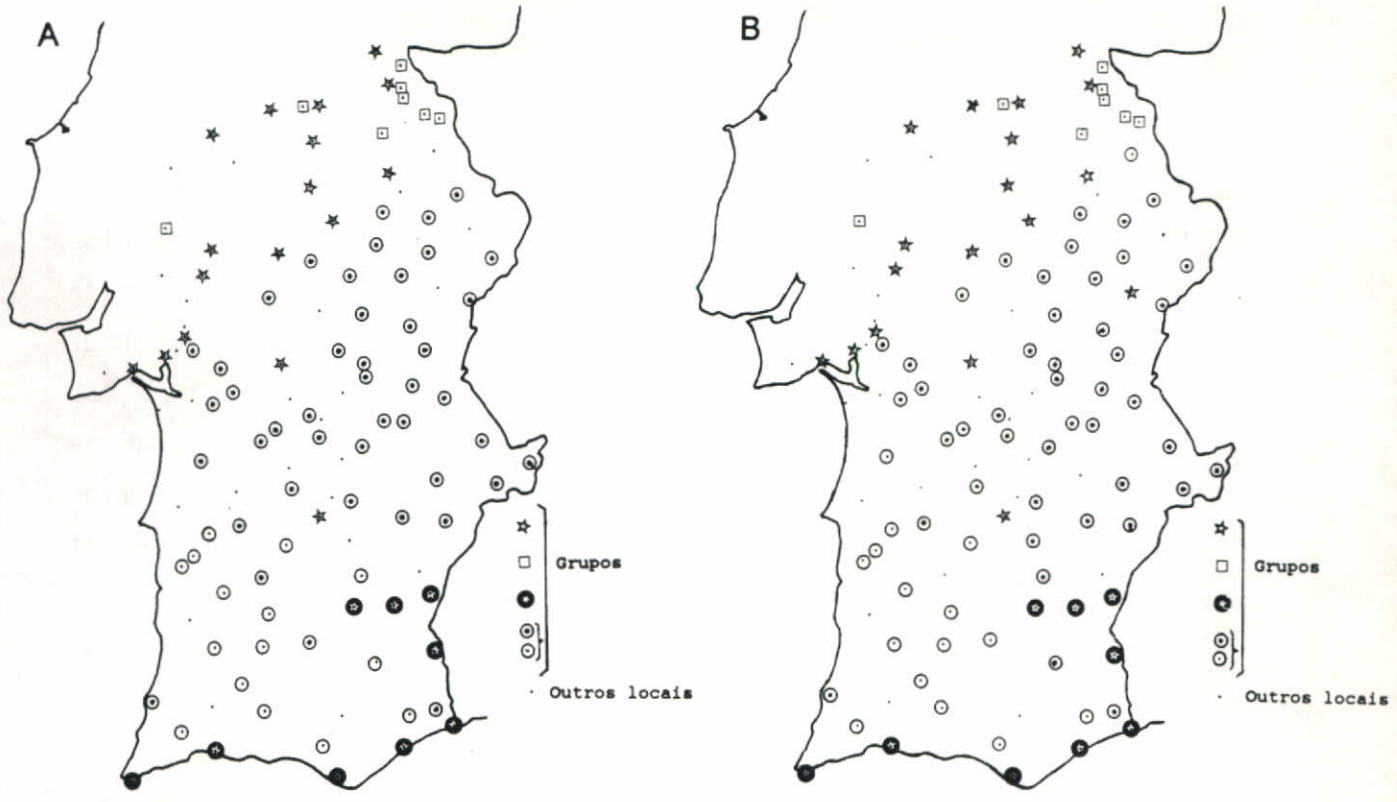


Fig. 30 - Repartição espacial dos grupos de locais resultantes da classificação automática dos "scores" da análise em componentes principais das precipitações médias (A) e medianas (B) de 1949/78, obtidos para uma distância de corte de, respectivamente, 0,49 e 0,48.

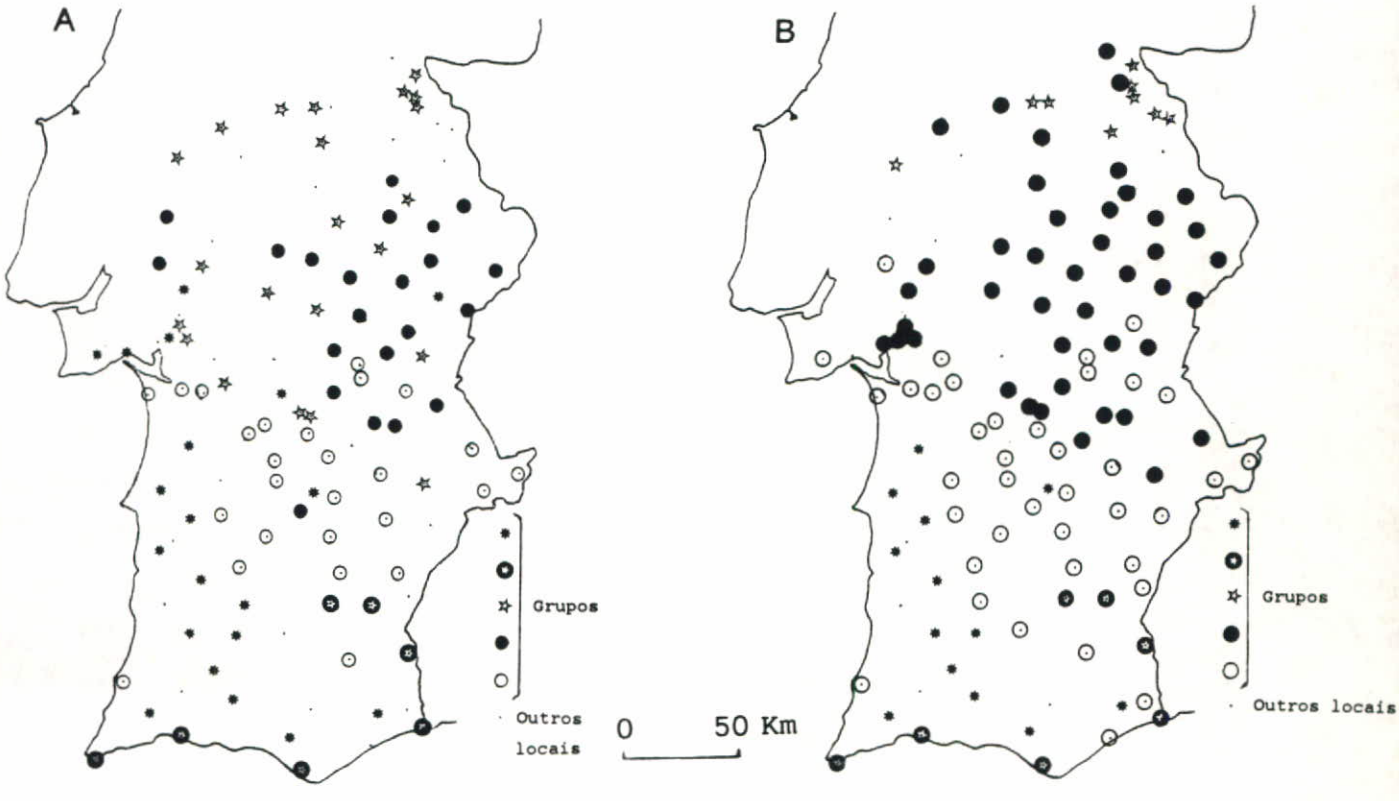


Fig. 31 - Repartição espacial dos grupos de locais resultantes da classificação automática dos "scores" das precipitações médias (A) e medianas (B) de 1949/78, obtidos para uma distância de corte de, respectivamente, 0,25 e 0,33.

A primeira, com as áreas de maior concentração das chuvas no Inverno, máximo frequentemente em Dezembro e com os Verões mais secos, corresponde às **fachadas ocidental e meridional.** A segunda com uma moderada concentração das chuvas invernais e normalmente com dois máximos um de início e outro de fim de Inverno, diz respeito ao **Baixo Alentejo interior.** A terceira, com os locais de maior diversificação das chuvas, com a menor concentração invernal, com chuvas de Primavera relativamente abundantes, com máximo geralmente em Fevereiro e com os Verões menos secos, representa as **regiões setentrionais.**

Esta parece ser a divisão mais correcta, quanto ao regime pluviométrico, do Sul de Portugal. Isto porque é bastante simples e as áreas definidas são encontradas quer pela análise factorial quer pela classificação automática.

Contudo, destaque-se que se trata de uma divisão muito genérica. Nos exemplos apresentados foi possível destacar outros agrupamentos, embora com uma menor contiguidade espacial dos respectivos locais, como o Ribatejo, o litoral meridional e baixo vale do Guadiana e ainda as serras do Alto Alentejo.

Além do interesse próprio desta regionalização baseada no ritmo anual das chuvas, um outro objectivo que nos motivou para esta análise foi a necessidade de escolher locais representativos da diversidade dos ritmos pluviométricos do Sul de Portugal (11). Esta divisão permitiu, assim, seleccionar um número relativamente reduzido de locais, utilizados no capítulo anterior para a análise da variabilidade das precipitações mensais, que abarcam os diferentes estilos pluviométricos do Sul de Portugal.

---

(11) Isto porque, a pesquisa da variabilidade das chuvas em 121 locais era impraticável.

As diferentes divisões consideradas bem como os locais escolhidos para as representar foram assinalados no quadro XII e na figura 33. Refira-se que, propositadamente, alguns deles fazem também parte das outras possíveis divisões apontadas.

QUADRO XII

Regiões do Sul de Portugal definidas quanto ao regime anual de precipitação e locais de observação escolhidos para as representar.

PRINCIPAIS REGIÕES	LOCAIS DE OBSERVAÇÃO ESCOLHIDOS	OUTROS AGRUPAMENTOS POSSÍVEIS
SETENTRIONAIS	CASTELO DE VIDE	*Serras do Alto Alentejo*
	CHOUTO	*Ribatejo*
	AVIS	
	ÉVORA	
	BEJA	
FACHADAS OCIDENTAL E MERIDIONAL	S.DOMINGOS	
	ALMODÔVAR	
	CALDAS MONCHIQUE	
	FARO	*Litoral Meridional e Baixo Vale do Guadiana*
BAIXO ALENTEJO INTERIOR	MÉRTOLA/V.FORMOSO	

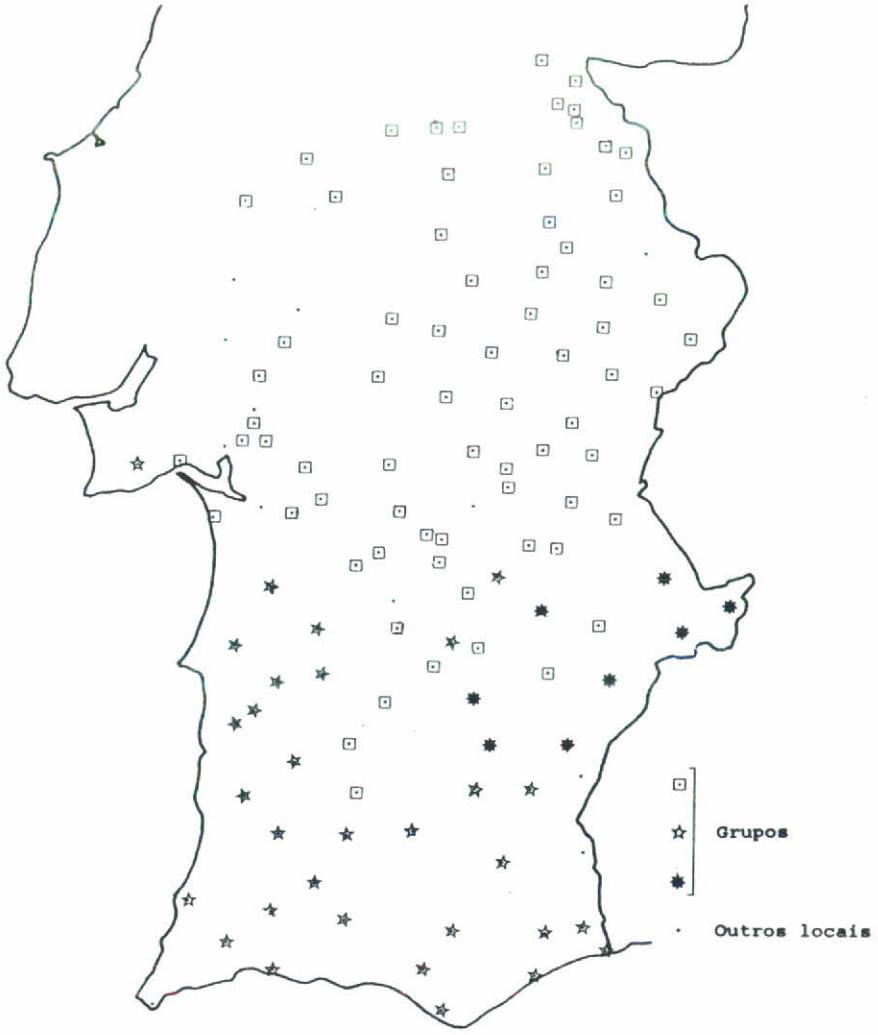


Fig. 32 - Repartição espacial dos grupos de locais resultantes da classificação automática dos coeficientes pluviométricos mensais (1949/78) obtidos para uma distância de corte de 0,37.

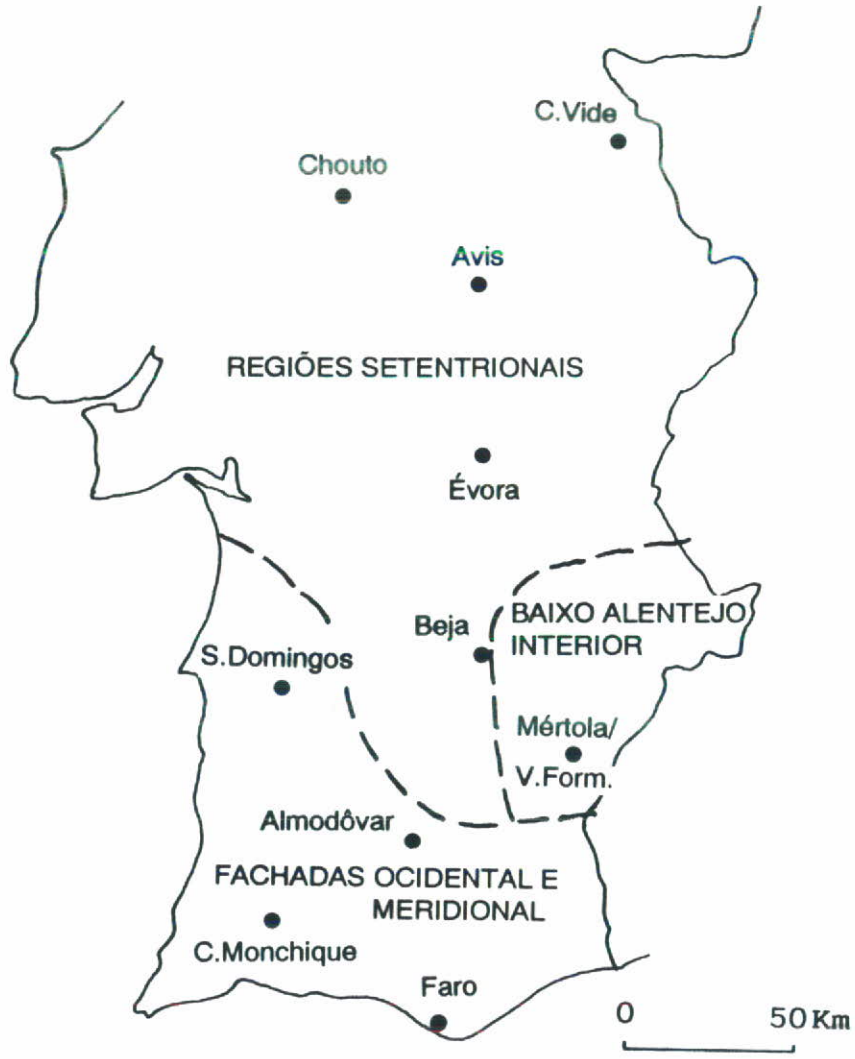


Fig. 33 - Regiões pluviométricas do Sul de Portugal.

2. A DIFERENCIAÇÃO ESPACIAL DO REGIME PROVÁVEL

2.1. Influência da posição topográfica na distribuição espacial das precipitações anuais.

A posição topográfica condiciona de maneira determinante a repartição espacial das precipitações anuais que será analisada a partir do seu valor mediano e decis extremos. O valor mediano tem grande interesse pois indica o total pluviométrico que pode ser ultrapassado um ano em cada dois. Os decis extremos traduzem quantitativos bastante baixos ou muito elevados que se atingem, em média, uma vez em cada dez anos. A amplitude de variação entre os decis extremos é indicadora da maior ou menor variabilidade das precipitações.

A precipitação mediana (D5)

A precipitação mediana, representada na figura 34, não corresponde a nenhum ano, porque é obtida pela divisão ao meio das séries anuais ordenadas. Contudo, dá uma imagem dos quantitativos atingidos um ano em cada dois.

As isoiéticas cartografadas sugerem, pelo menos nalguns sectores, uma repartição espacial fortemente contrastada. Estes contrastes, por vezes intensos, são já bem conhecidos desde a publicacão em 1977 por S. DAVEAU, da memória intitulada "Répartition et rythme des précipitations au Portugal". A autora apresenta cartas à escala de 1 : 500 000 do número de dias de chuva e dos totais médios anuais para a normal de 1931/60.

A precipitação mediana (fig. 34) dá uma "imagem" da pluviometria do Sul de Portugal semelhante, quanto à sua repartição, mas com precipitações inferiores às médias apresentadas por S. DAVEAU (*ob. cit.*). Além de serem referentes a períodos diferentes, os valores medianos, como foi visto, são, geralmente, inferiores aos médios, pois as curvas de distribuição das precipitações apresentam uma dissimetria positiva.

Contudo, a mediana parece ser a medida da tendência central mais adequada para representar as precipitações anuais, pois corresponde a quantitativos que têm a probabilidade de serem ultrapassados num ano em cada dois. A média, ao ser influenciada pelos valores absolutos da série, reflecte os episódios muito chuvosos que ocorrem nos climas de tipo mediterrânico como o nosso, representando um valor geralmente superior à mediana e dando uma ideia um pouco exagerada da pluviosidade.

A isoiética dos 600 mm é a que melhor parece separar as áreas mais secas das mais chuvosas e, por esse motivo, foi reforçada na figura 34. Precipitações anuais superiores a 600 mm, um ano em cada dois, registam-se quer no norte quer no sul. No sector setentrional apenas não se verificam nalgumas das áreas mais orientais da bacia do Sorraia e ao longo dos afluentes do Guadiana. No sector meridional correspondem aos relevos do litoral ocidental prolongando-se ao conjunto formado pelas serras algarvias, aos arredores de Beja e, a leste do Guadiana, às áreas de maior altitude da Serra da Adiça e interflúvios próximos.

As precipitações não alcançam 600 mm, um ano em cada dois, nas restantes áreas; ou seja, no litoral ocidental e meridional continuando-se para o interior pelas bacias do Sado e do Guadiana e nas já referidas áreas interiores da bacia do Sorraia.



Fig. 34 - Distribuição espacial da precipitação anual mediana (1949/78).

As precipitações aumentam bastante com a altitude, localizando-se os totais anuais mais abundantes nas áreas mais elevadas. Os 800 mm ultrapassam-se, um ano em cada dois, nos sectores mais elevadas dos principais conjuntos montanhosos: nas Serras de Monchique, Caldeirão, Monfurado, S. Mamede, ao longo dos interflúvios entre o Sorraia e o Tejo e, provavelmente, noutras sem registo. Estas, correspondem a áreas cuja altitude e precipitação registada nos locais de medição próximos indicam valores na mesma ordem de grandeza, como acontece nas Serras de Grândola e Cercal, Arrábida e Ossa.

As Serras de Grândola/Cercal são as de menor altitude ultrapassando em pouco os 300 m. Contudo, funcionam como uma barreira à progressão do ar oceânico, em função da sua disposição concordante relativamente à linha de costa e ao forte desnível da sua vertente oeste, em virtude da baixa altitude da plataforma litoral que não ultrapassam os 100 m. Deste modo, apesar da modéstia das altitudes, são importantes potenciadoras de condensação nos fluxos húmidos, obrigados a transpô-las, na sua progressão para o interior. Correspondem, consequentemente, a um máximo regional das precipitações que se prolonga para o interior, como provam os dados aí registados. Assim, na Serra de Grândola, Santiago do Cacém (228 m), na vertente oeste, registou 718 mm de mediana e Grândola (94 m), a nordeste, 665 mm. Quanto à Serra do Cercal apenas dispomos de registos a leste, em Cercal do Alentejo (176 m) e Campilhas (110 m) com medianas de, respectivamente, 787 e 764 mm.

Na Serra de Ossa, que ultrapassa 600 m de altitude, não dispomos de registos mas, dos locais escolhidos, dois localizam-se no Planalto de Estremoz, bastante próximo. São Estremoz (430 m) e Vila Viçosa (370 m), o primeiro a oeste e o segundo a leste deste planalto, com medianas de 582 mm e 771 mm.

Na Serra da Arrábida, que culmina a aproximadamente 500 m, apenas temos valores medianos em posições de sopé: Vila Nogueira de Azeitão a norte (114 m) e Setúbal a leste (35 m), com medianas de 634 mm e 767 mm.

Os dados apresentados mostram que locais de altitude por vezes muito inferior à dos relevos próximos têm medianas superiores a 700 mm, aproximando-se mesmo dos 800 mm. Sempre que há lugares próximos a oeste e a leste dos maciços montanhosos, são os segundos que registam os valores mais elevados, não obstante poderem ter altitudes inferiores às dos primeiros. Tais factos estão relacionados com a interferência do relevo na repartição das chuvas (S. DAVEAU, 1978).

A dimensão e altitude reduzida dos relevos não leva ao esgotamento em vapor de água das massas de ar. Assim, o recrudescimento das chuvas beneficia as vertentes expostas aos fluxos, as superfícies culminantes e mantém-se para o interior, especialmente nos relevos do litoral ocidental. Nestes, o impulso recebido na vertente oceânica parece ser suficiente para manter condensação abundante, mesmo depois de transposto o obstáculo (fig. 35).

Também os locais de medição localizados no flanco meridional dos relevos têm tendência para apresentarem precipitações medianas superiores aos situados nas vertentes setentrionais, como acontece nos exemplos apresentados relativamente à Serra de Arrábida e Planalto de Estremoz. Este facto, que parece ser independente da própria altitude dos locais de medição, deve resultar da divergência dos fluxos motivada pelos relevos.

Este tipo de situações tem sido referido por diversos autores. A título de exemplo citem-se D. B. FERREIRA (1980) relativamente às dissimetrias pluviométricas da ilha do Faial e, especialmente, o

trabalho de S. DAVEAU (1978) sobre a influência do relevo nas precipitações em Portugal.

Como é salientado no segundo daqueles estudos, a predominância de movimentos verticais ou horizontais provocados pelo relevo depende quer das características da massa de ar (condições de instabilidade e velocidade), quer da forma e orientação do relevo. Segundo a autora, no caso de Portugal, são sobretudo as massas de ar de SW, que sendo potencialmente pluviogénicas, são, em geral, menos instáveis do que as de norte e, portanto, mais susceptíveis de serem desviadas horizontalmente. As divergências resultantes criam áreas de subsidência a "montante" e à esquerda do obstáculo, e de ascendência a "jusante" e à sua direita, contribuindo para o estabelecimento de dissimetrias pluviométricas.

Refira-se, também, que as dimensões modestas dos relevos referentes aos exemplos apresentados e de uma maneira geral no Sul de Portugal, favorecem, de acordo com J. BLANCHET *et al* (1967), o estabelecimento de movimentos horizontais, uma vez que a sua largura média não ultrapassa os 50 quilómetros.

A figura 36 contém esquemas representando os possíveis desvios a que ficarão sujeitas as massas de ar de SW e W ao encontrarem os relevos da Serra da Arrábida e do conjunto formado pela Serra de Ossa e Planalto de Estremoz.

No primeiro exemplo, quando há divergências, Vila Nogueira de Azeitão, localizada no flanco setentrional da Arrábida, é atingida por fluxos com curvatura anticiclónica, favoráveis à subsidência e à inibição pluviométrica. Pelo contrário, Setúbal, no outro flanco, é atingido por fluxos de curvatura ciclónica que propiciam o recrudescimento das precipitações.

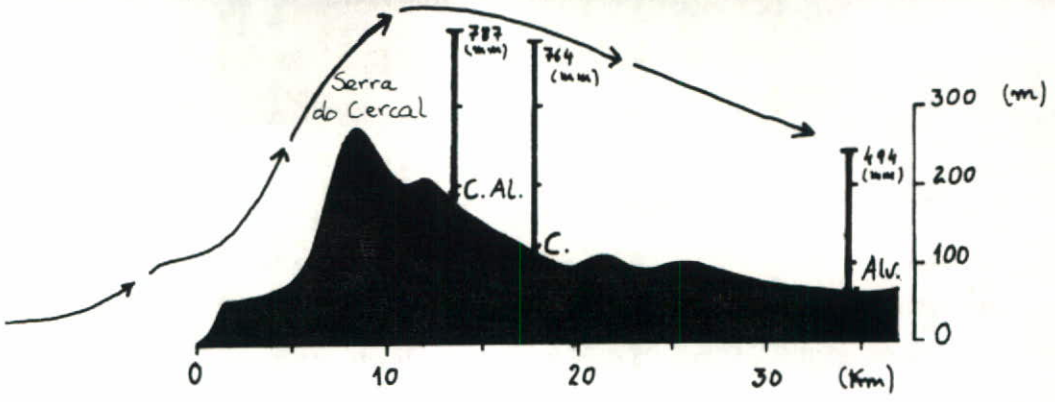


Fig. 35 - Representação esquemática da influência das serras do litoral alentejano nos fluxos vindos do oceano. O exemplo apresentado corresponde às precipitações medianas (1949/78) na região da Serra do Cercal. C.- Campilhas; C. Al.- Cercal do Alentejo; Alv.- Alvalade.

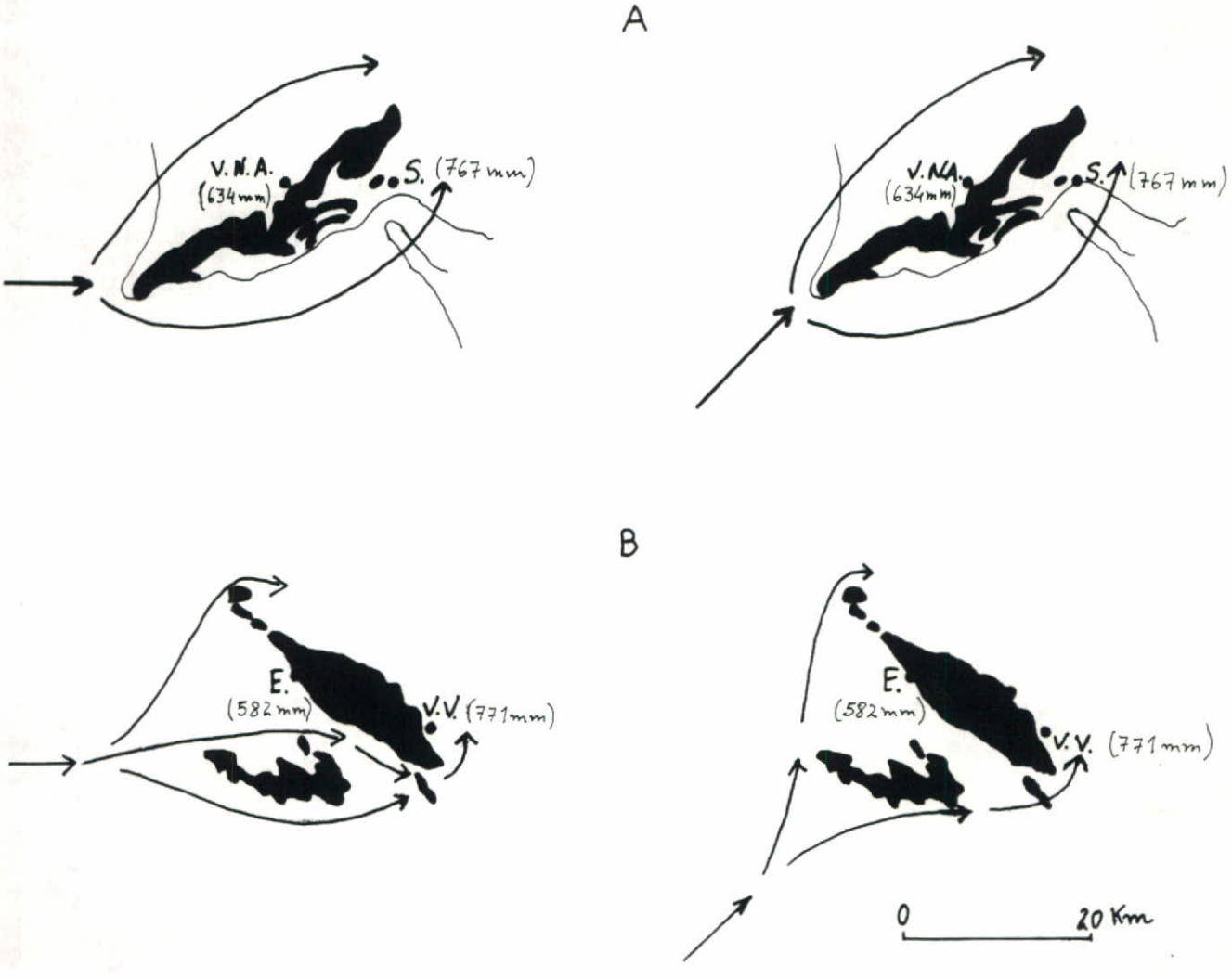


Fig. 36 - Representação esquemática das possíveis divergências originadas pela Serra da Arrábida (A) e relevos da Serra de Ossa e Planalto de Estremoz (B) nos fluxos de W e SW. O primeiro destes conjuntos montanhosos representa-se pelas áreas com altitude superior a 100m e o segundo pela altitude superior a 400m. V.N.A. - Vila Nogueira de Azeitão; S. - Setúbal; E. - Estremoz; V.V. - Vila Viçosa.

Posições equivalentes em relação à Serra de Ossa e Planalto de Estremoz ocupam Estremoz e Vila Viçosa. Também aqui, como foi visto, não obstante a menor altitude de Vila Viçosa, as suas precipitações medianas anuais superam bastante as de Estremoz. Apesar de se alongar segundo um eixo SE/NW oposto ao da Arrábida, o conjunto formado pelo Planalto de Estremoz e Serra de Ossa é também bastante favorável à divergência dos fluxos de sudoeste pois a Serra de Ossa desenvolve-se, em forma de arco, com a vertente convexa voltada para sul e sudoeste.

As precipitações medianas mais reduzidas ocorrem nas áreas abrigadas e ou interiores. As precipitações não alcançam os 500 mm, um ano em cada dois, nalguns locais do vale do Sado, em grande parte da bacia do Guadiana entre a foz do Degebe e a região de Alcoutim, e a partir de Tavira, para oeste, pelo litoral meridional e ocidental.

Estes totais escassos do litoral só encontram equivalente nas regiões mais deprimidas e abrigadas do interior. Contudo, saliente-se que esta escassez pluviométrica é, no litoral ocidental, atenuada por Verões com temperaturas menos elevadas que no interior resultantes dos ventos frescos, frequentes nevoeiros e uma humidade relativa elevada, condições que não se verificam nas regiões interiores e até mesmo ao longo do litoral meridional.

Além disso, no litoral, especialmente no ocidental, os ventos fortes que normalmente acompanham as depressões e sistemas frontais vindos do Atlântico devem originar défices de captação bastante elevados. Estes aumentam, como foi visto no primeiro capítulo, em função da exposição do pluviómetro ao vento e da velocidade deste. Daí que os totais pluviométricos indicados para o litoral sejam exageradamente reduzidos, em função da

interferência do vento que acompanha a maioria dos episódios chuvosos.

Os decis extremos (D1 e D9)

Os decis extremos correspondem a valores de precipitação que têm a probabilidade de ocorrer um ano em cada dez.

Os quantitativos pluviométricos do primeiro decil (D1) têm uma possibilidade de serem ultrapassados em nove de cada dez anos. Quanto aos do último decil (D9), apenas um ano em cada dez deve superar este valor. O D1 e o D9 dão-nos, assim, uma ideia dos quantitativos que se registam nos anos de escassez e de abundância de chuvas bem como da probabilidade de não se atingirem ou de se superarem determinados valores (figs 37 e 38).

A sua repartição espacial, embora com totais bastante díspares, é muito semelhante à encontrada para os valores da mediana. A localização das áreas de máximos e mínimos é coincidente. Enquanto para as precipitações medianas anuais a isoiética dos 600 mm distinguia as regiões mais e menos chuvosas, para os decis extremos esta posição é ocupada, pela dos 400 mm para o D1 e pela dos 900 mm para o D9.

Para o D9 existe uma maior extensão das áreas mais chuvosas e, consequentemente, o esbatimento das mais secas e até mesmo o desaparecimento de alguns mínimos, como acontece na bacia do Sorraia. Isto porque os valores do D9 em cada estação equivalem às chuvas verificadas nos anos mais chuvosos.

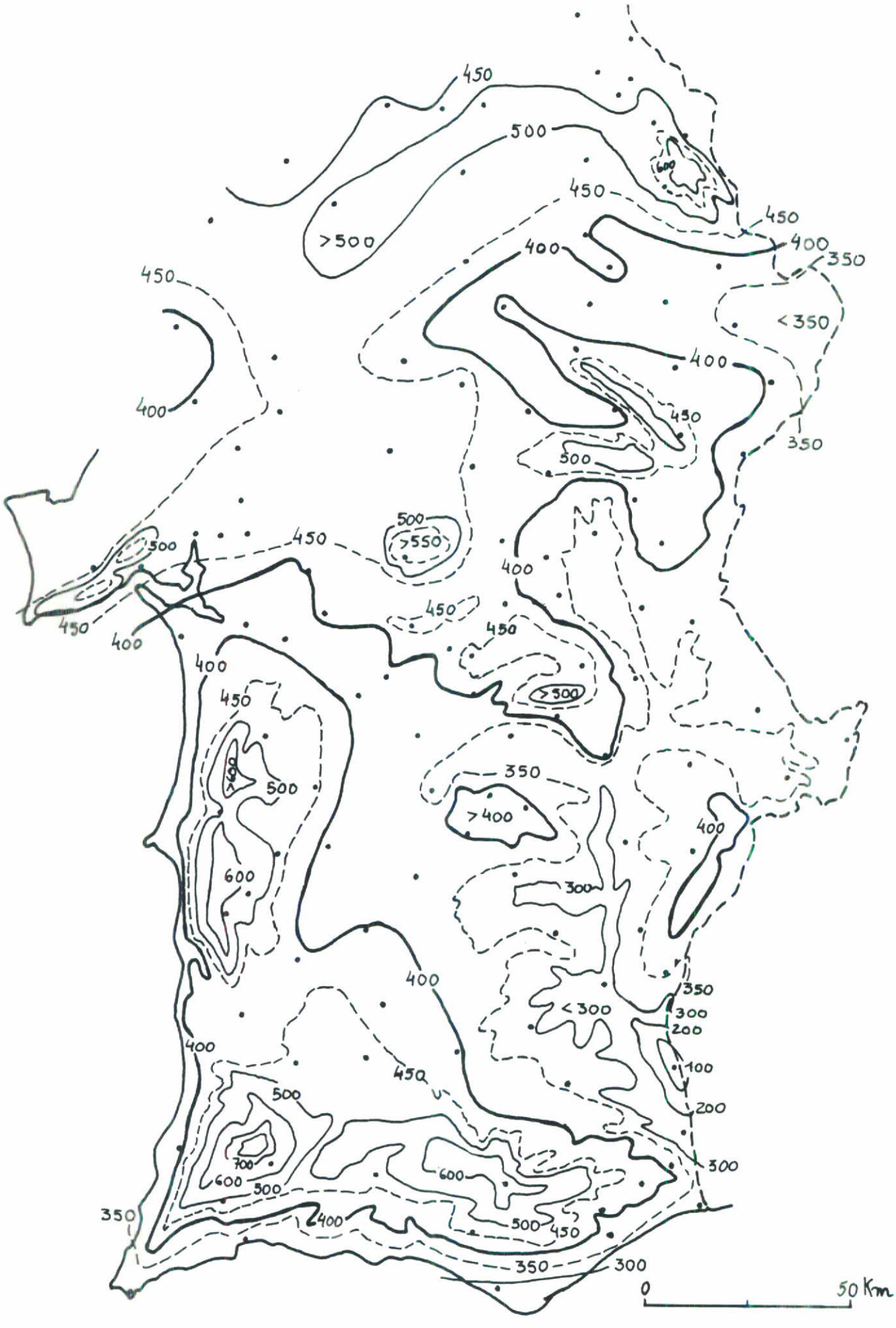


Fig. 37 - Distribuição espacial da precipitação anual correspondente ao primeiro decil (1949/78).

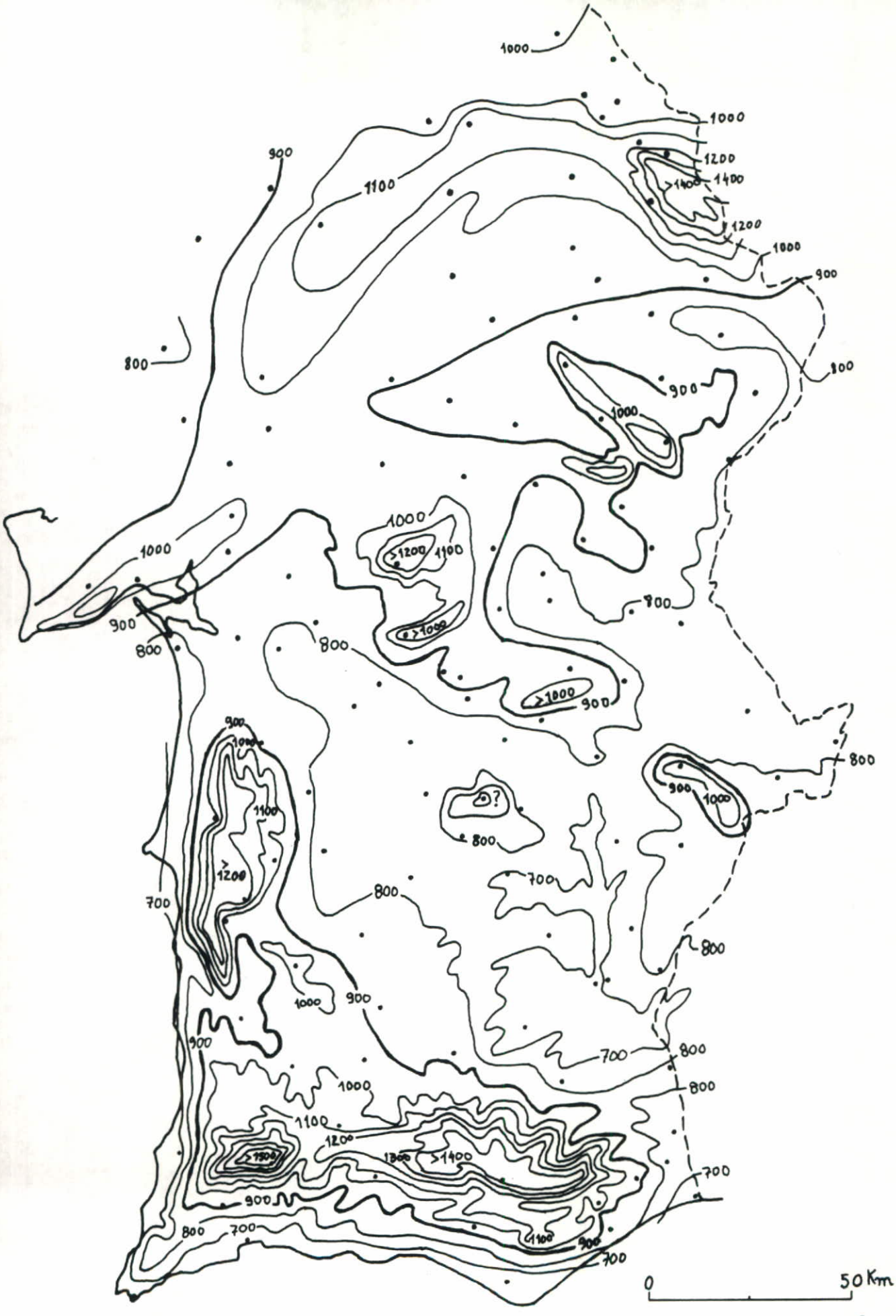


Fig. 38 - Distribuição espacial da precipitação anual correspondente ao nono decil (1949/78).

Num ano em cada dez, verificam-se valores muito reduzidos de precipitação na bacia do Caia e no baixo Guadiana, onde não se atingem os 300 mm e, caso os dados de Alcoutim sejam efectivamente válidos, o que é questionável, como se viu em capítulo anterior, até mesmo inferiores a 100 mm na área de Alcoutim.

Para esta probabilidade de ocorrência, nem mesmo os maciços montanhosos registam abundância de chuvas. Assim, num ano em cada dez, só nas áreas mais elevadas das serras de S.Mamede, Grândola/Cercal, Caldeirão e Monchique se superam os 600 mm, sendo possível que, nesta última, a altitude conjugada com a proximidade do litoral ocidental e meridional leve a que se atinjam totais superiores a 800 mm nas áreas de maior altitude (12).

A comparação entre o primeiro e o último decil para os locais mais secos e para os mais chuvosos permite encontrar alguns aspectos interessantes (quadros XIII e XIV).

A altitude, como era esperado, é geralmente superior nos locais mais chuvosos. Esta regra não é, no entanto, geral. Nas áreas mais secas incluem-se lugares com altitude superior à de alguns pertencentes ao grupo dos mais chuvosos.

S. Aleixo/Guadiana, sendo dos locais mais secos, tem uma altitude de 280 m ou seja, superior à de Campilhas, Caldas de Monchique, Alcáçovas e Santiago do Escoural. A altitude de Campilhas (110 m) é mesmo ultrapassada pela da maioria (seis em dez) dos locais mais secos considerados.

---

(12) No topo da Serra de Monchique fizeram-se registos de 1954 a 1957 num posto udométrico (Fóia), a 650 m de altitude e, a partir de 1958 até 1966, numa estação meteorológica com o mesmo nome, mas a 877 m. Os registos permitem prefazer 11 anos climatológicos, alguns incompletos, dos quais o menos chuvoso foi o de 1964/65, com cerca de 900 mm. Este ano climatológico foi, por todo o país, um dos mais secos do período 1951-80 (J.E.VENTURA,1986), o que confirma a elevada pluviosidade deste maciço montanhoso, mesmo durante os anos de grande escassez pluviométrica nas terras baixas.

QUADRO XIII

Comparação entre o primeiro e o último decil nos locais com os valores mais reduzidos para o D1 (1949/78).

	ALT. (m)	D1 (mm)	D9 (mm)	D9-D1 (mm)	D1/D9*100 (%)
ALCOUTIM	39	85	805	720	11
MÉRTOLA	65	267	647	380	42
FARO	8	298	683	385	44
ALC. LONGA	119	309	603	294	51
SAGRES	40	310	592	282	52
CUBA	160	310	769	459	40
TRINDADE	176	316	699	383	45
FER.DO AL.	141	318	737	419	43
SERPA	190	318	725	407	44
S.ALEIXO/G.	280	319	826	507	39

QUADRO XIV

Comparação entre o primeiro e o último decis para os locais com os valores mais elevados para o D9 (1949/78).

	alt. (m)	D9 (mm)	D1 (mm)	D9-D1 (mm)	D1/D9*100 (%)
C.MONCHIQUE	203	1512	679	833	45
B.DO VELHO	475	1467	633	834	43
S.ESCOURAL	275	1271	556	715	44
MARVÃO	865	1271	439	832	35
CAMPILHAS	110	1253	563	690	45
PORTALEGRE	597	1223	577	646	47
CAST. VIDE	575	1159	528	631	46
ALCÁÇOVAS	250	1146	498	648	44
GAVIÃO	281	1137	545	592	48
VILA VIÇOSA	370	1118	495	623	44

A altitude reduzida de alguns dos locais mais chuvosos é compensada pela sua posição (figs. 35 e 36), em áreas que beneficiam do reforço das condensações pelos desvios horizontais ou verticais dos fluxos, provocados pelo relevo, e também pela sua proximidade relativamente ao oceano. Pelo contrário, as áreas de mais secura, que estão posicionadas a altitudes superiores, pertencem às regiões de grande afastamento do litoral e onde o efeito de abrigo, relativamento às influências oceânicas, é mais eficaz.

Em termos absolutos, a diferença das precipitações do primeiro para o último decil é bastante superior nas regiões de precipitações mais abundantes, como é obvio (quadros XIII e XIV). Esta diferença resulta especialmente da abundância registada nos anos mais húmidos nas regiões mais chuvosas.

Nos locais mais secos, mesmo exceptuando o caso aberrante de Alcoutim, a precipitação do D1 representa uma percentagem bastante variável da do D9 que chega, nalguns locais, a ultrapassar os 50 %. Quanto aos lugares mais chuvosos o D1 representa uma percentagem do D9 que é próxima dos 40 %.

A representação cartográfica das precipitações correspondentes ao D1 e ao D9 mostra uma repartição espacial muito mais contrastada para o D9 do que para o D1. Nas figuras 37 e 38 este facto é bem perceptível se nos abstrairmos das isoiéticas intermédias, a tracejado, representadas para o D1 com a finalidade de facilitar a compreensão da sua variação espacial mais esbatida.

A intensificação destes constrates é notória se compararmos, ao nível do D1 e do D9, locais próximos mas com precipitações bastante díspares (quadro XV). Para o D1 as diferenças são sempre inferiores às do D9 e em mais de metade dos exemplos apresentados as diferenças para o D9 representam mais do dobro das referentes ao D1.

Se compararmos os valores encontrados ao nível do D1 e do D9 verificamos que, em termos absolutos, a disparidade entre ambos é muito superior nas regiões do litoral relativamente às mais interiores. Vejam-se os casos de Portalegre/Alter do Chão, Vila Viçosa/Juromenha e Portel/Cuba (quadro XV), todos do interior, relativamente aos restantes, o que vem sugerir que o incremento orográfico das chuvas atinge valores mais elevados nos relevos próximos do litoral. No interior, depois de terem transposto os relevos litorais e perdido parte do seu conteúdo em vapor de água, as massas de ar parecem proporcionar um menor incremento das chuvas induzido pelo relevo.

QUADRO XV

Diferença de precipitação ao nível do primeiro decil (D1) e do último decil (D9) entre locais próximos, mas de precipitações bastante diferentes (1949/78).

	D1	D9
PORTALEGRE-ALTER DO CHÃO	176	288
VILA VIÇOSA-JUROMENHA	132	312
SANTIAGO ESC -PEGO DO ALTAR	130	407
CAMPILHAS-ALVALADE	189	482
PORTEL-CUBA	160	171
CALDAS MONC.-PRAIA DA ROCHA	357	845
BARRANCO DO VELHO-FARO	335	784

2.2. Variação espacial dos regimes

A análise dos decis, para os locais representativos das regiões com regime pluviométrico semelhante, mostra que as posições relativas entre eles registam poucas

modificações nas várias frequências (quadro XVI). O seu escalonamento, representado no quadro XVII, permite verificar que as alterações se limitam à subida, para o decil seguinte, de um local, com consequente descida de outro, relativamente ao decil anterior. Estas trocas ocorrem para todos os lugares considerados, excepto S.Domingos e Caldas de Monchique que ocupam sempre, respectivamente, a sétima e décima posição em todos os decis.

Faro e Mértola/Vale Formoso ocupam as duas primeiras posições do escalonamento, com Faro sendo o local que regista menos precipitação excepto no quinto e oitavo decil, em que troca de posição com Mértola/Vale Formoso.

Almodôvar e Beja têm as posições seguintes, alternando uma com a outra, consoante os decis. Situação semelhante acontece entre Évora e Avis, os locais que aparecem seguidamente, por ordem crescente dos decis das chuvas anuais. Segue-se S.Domingos que, como dissemos, é invariavelmente o sétimo e depois, como oitavo e nono, Chouto e Castelo de Vide que alteram esta ordem apenas para o segundo e quarto decil. Por último, temos Caldas de Monchique que é sempre a mais chuvosa em todos os decis.

A posição relativa dos diversos locais é muito estável, pois em todas as frequências são sempre as estações meridionais (com excepção de Caldas de Monchique) as mais secas e Caldas de Monchique, seguida de Castelo de Vide ou Chouto as mais chuvosas. Assim, a nível anual, os mínimos correspondem sempre ao sul e os máximos aos relevos meridionais e às regiões mais a norte.

QUADRO XVI

Decis empíricos anuais (1949/78).

	ALMOD.	AVIS	BEJA	C.MON.	CHOUTO	C. VIDE	ÉVORA	FARO	MER./VF	S.DOM.
D1	401.7	425.0	421.3	678.9	546.9	528.1	423.4	298.2	346.7	489.8
D2	430.7	465.6	449.5	846.4	589.4	615.1	466.7	328.7	375.4	534.7
D3	489.4	550.4	478.0	879.3	691.1	690.3	493.3	406.9	407.9	617.4
D4	530.1	637.3	513.0	923.0	759.8	767.7	567.6	449.6	449.8	674.4
D5	580.8	682.7	553.6	988.4	808.8	839.3	633.5	507.2	498.9	723.5
D6	605.2	742.6	641.2	1167.7	865.0	881.8	693.8	537.4	578.8	780.0
D7	687.3	772.5	704.7	1234.5	914.9	1041.3	795.9	599.8	605.3	888.3
D8	771.9	889.3	748.2	1306.9	995.6	1103.3	887.9	657.0	649.1	936.7
D9	875.9	922.2	793.8	1511.5	1102.5	1158.5	937.7	683.4	732.4	1076.5

QUADRO XVII

Escalonamento dos locais de observação seleccionados, por ordem crescente das precipitações anuais, em cada uma das frequências (1949/78).

D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9
FR	FR	FR	FR	MR	FR	FR	MR	FR
MR	MR	MR	MR	FR	MR	MR	FR	MR
AL	AL	BJ	BJ	BJ	AL	AL	BJ	BJ
BJ	BJ	AL	AL	AL	BJ	BJ	AL	AL
EV	AV	EV	EV	EV	EV	AV	EV	AV
AV	EV	AV	AV	AV	AV	EV	AV	EV
SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD
CV	CH	CV	CH	CH	CH	CH	CH	CH
CH	CV	CH	CV	CV	CV	CV	CV	CV
CM	CM	CM	CM	CM	CM	CM	CM	CM

CV - CASTELO DE VIDE
AV - AVIS
BJ - BEJA
MR - MÉRTOLA/V. FORMOSO
CM - CALDAS DE MONCHIQUE
CH - CHOUTO
EV - ÉVORA
SD - S. DOMINGOS
AL - ALMODÔVAR
FR - FARO

2.3. Principais aspectos da distribuição espacial dos decis extremos das precipitações mensais

Tal como para as precipitações anuais, elaboraram-se cartas de isoiéticas para os valores pluviométricos correspondentes aos decis extremos mensais.

Como salienta D. B. FERREIRA (1989, p.1149), a análise frequencial destrói a ordem cronológica dos registos das precipitações. Os decis extremos mensais correspondem aos quantitativos mensais abaixo (D1) ou acima (D9) dos quais a precipitação tem uma probabilidade de ocorrência de uma vez em cada dez anos. Não representam, consequentemente, situações específicas

relativas a um determinado mês de características secas ou chuvosas.

A construção de isolinhas a partir destes limiares (D1 e D9) permite visualizar a distribuição espacial dos quantitativos de precipitação que têm uma probabilidade de serem ultrapassados em, respectivamente, nove (D1) e um ano (D9) em cada dez.

Distribuição espacial das precipitações mensais para o D1

A análise será feita de Outubro a Maio, meses em que o primeiro decil não regista, para a maioria dos locais, valores nulos. Estes ocorrem para todos os postos de observação em Julho e Agosto. Em Setembro a ausência de precipitação só não se verifica em pouco mais de uma dezena de locais, enquanto em Junho atinge cerca de um terço do total.

Como seria de esperar, a repartição espacial das precipitações do primeiro decil apresenta aspectos, em traços gerais, semelhantes aos referidos para as precipitações anuais, especialmente durante os meses mais chuvosos, de Novembro a Março.

A semelhança entre os meses de Inverno resulta, em primeiro lugar, da influência dos factores geográficos que interferem na repartição das chuvas de modo semelhante ao longo dos vários meses de Inverno e também, em parte, da repetição de situações sinópticas de características idênticas. Deste modo, acaba por haver um padrão geral que se mantém de mês para mês e que se reflecte nos totais anuais, até porque estes meses são os mais chuvosos.

Os quantitativos pluviométricos com uma probabilidade de ocorrência de um ano em cada dez são muito reduzidos ao longo de todo o Sul de Portugal. Como

se disse, correspondem, a valores nulos ou muito baixos, de Junho a Setembro. Nos outros meses, de Outubro a Maio, podemos distinguir os mais chuvosos de Novembro a Março, que designaremos por Inverno, dos que fazem a transição para a estação seca, neste caso Outubro e Abril-Maio.

Se considerarmos os valores mais baixos e os mais elevados correspondentes ao primeiro decil (quadros XVIII e XIX), verificamos que nos meses de transição há ainda regiões em que não se registam chuvas para esta frequência, enquanto nas mais beneficiadas as precipitações não ultrapassam os 20 mm.

Nos meses de Inverno os locais mais secos têm totais bastante reduzidos, geralmente inferiores a 10 mm. Nos locais mais chuvosos não atingem os 60 mm em Dezembro, Janeiro e Março, não alcançando sequer os 40 mm em Novembro e Fevereiro[13].

Nos meses chuvosos

A repartição espacial destes valores de precipitação, ultrapassados nove anos em cada dez, apresenta, para os meses de Inverno, mínimos inferiores a 10 mm, que se localizam nas áreas baixas do interior. Nestas inclui-se sempre o vale do Guadiana, prolongando-se deste para a parte mais oriental da bacia do Sorraia em Novembro e, além desta, para a do Sado em Fevereiro (figs. 39 e 40).

(13) Estes limiares referem-se aos locais para onde há registos. Contudo, nas áreas mais elevadas dos principais maciços montanhosos, onde não há medições, devem ocorrer totais mais elevados do que os disponíveis para as suas periferias ou médias vertentes.

QUADRO XVIII

Locais onde se registaram os valores mais reduzidos de precipitação para o primeiro decil de cada mês (1949/78).

OUTUBRO		NOVEMBRO		DEZEMBRO	
A.L.\VRSA	0	ALCOUTIM	4	ALCOUTIM	4
F.F.\FG.	0	PORTEL	7	MÉRTOLA	8
M.L.\MÉRTOLA	0	AMIEIRA	8	ALC. LONGA	8
TAVIRA	0	REG. MONSARAZ	8	FIGUEIRAIS	11
JUROMENHA	0	TRINDADE	8	VRSA	11

JANEIRO		FEVEREIRO		MARÇO	
ALCOUTIM	4	ALCOUTIM	4	ALCOUTIM	9
S.AL./G.	8	JUROMENHA	4	SAGRES	9
VRSA	12	MÉRTOLA	5	TR\AG.M./E.	10
R.M.\MF\P.A.	14	R.M.\AR\RD	6	A.L.\BARROS	11
M./V.F.\CB\MT.	14	FARO\P.MOURÃO	6	FARO	12

ABRIL		MAIO		MAIO (cont.)	
ALC. LONGA	0	CUBA	0	ALJUSTREL	0
JUROMENHA	0	RELÍQUIAS	0	ALC. LONGA	0
CUBA	1	SABÓIA	0	SBM	0
AG\VD\AL	2	ALCOUTIM	0	BAR. VELHO	0
FARO\BARROS	2	PRAIA ROCHA	0	FARO\AG.M./E .	0

(Ver legenda no quadro XXI)

Os valores mais elevados do primeiro decil corespondem, durante os meses de Inverno, aos locais de maior altitude. Incluem a Serra de Monchique, representada pelos registos de Caldas de Monchique (quadro XIX) e, em geral, também, as Serras litorais de Grândola, Cercal e Arrábida, a Serra de S. Mamede, no Alentejo Setentrional, e a Serra do Caldeirão, no Algarve Oriental.

QUADRO XIX

Locais onde se registaram os valores mais elevados de precipitação para o primeiro decil de cada mês (1949/78).

OUTUBRO		NOVEMBRO		DEZEMBRO	
CANHA	20	MSD	37	C. MONCHIQUE	54
S. ESTEVÃO	14	SETÚBAL	35	SANT. CACÉM	51
ANSB	13	SANT. CACÉM	32	S. DOMINGOS	49
MOINHOLA	12	C. MONCHIQUE	29	CERCAL ALENT.	40
S.M.\CHOUTO	11	LONGOMEL	28	PORTALEGRE	39

JANEIRO		FEVEREIRO		MARÇO	
C. MONCHIQUE	55	C. MONCHIQUE	32	BEJA/SOEIRO	54
CERCAL ALENT.	51	VNA	26	SANT. CACÉM	44
SETÚBAL	51	BAR. VELHO	25	VNA	42
BAR. VELHO	51	B./S.\BARROS	24	S. ESTEVÃO	42
CAMPILHAS	49	SANTARÉM/E.A.	24	BARRANCOS	42

ABRIL		MAIO	
C. MONCHIQUE	16	PORTALEGRE	17
BEJA/SOEIRO	16	VIMIEIRO	15
ODIVELAS	16	CASTELO VIDE	14
CHOUTO	15	NISA	14
SMA\ANSB	15	CABEÇO VIDE	13

(Ver legenda no quadro XXI)

Há, contudo, algumas disparidades de mês para mês. Novembro apresenta os máximos nas elevações mais próximas do litoral (14). Nos outros meses de Inverno, a estas junta-se também a Serra de S. Mamede. Destaquem-se, no entanto, Março, ao qual se deve acrescentar também as regiões mais elevadas do Baixo Alentejo interior além Guadiana e, ainda, Fevereiro, em que a Serra de Monchique se destaca dos outros relevos, com os valores mais elevados.

(14) Existe também um máximo no Baixo Alentejo Oriental, representado pelo valor de Mina de S.Domingos. Não foi referido no texto pois este local de registo, já extinto, corresponde a uma série incompleta. O mesmo acontece em relação a Beja/Soeiro, especialmente para Março.

Quanto aos quantitativos atingidos, estes ultrapassam os 30 mm em Novembro e Fevereiro e mesmo os 50 mm em Dezembro, Janeiro e Março.

Nos meses de transição

Quanto aos meses de transição, já foi referido que os valores mais baixos são nulos. Isto significa que há áreas com uma probabilidade de, um ano em cada dez, não registarem chuvas. No entanto, a sua localização difere da dos meses de Inverno. Em Outubro e Abril as regiões de mínimo continuam a integrar o vale do Guadiana, não se prolongando daqui para outras áreas interiores mas sim para o litoral meridional.

Em Maio, as regiões de mínimo ocupam já todo o Sul, à excepção dos principais relevos, o que evidencia um contraste, nesta época do ano, sobretudo entre as regiões setentrionais e meridionais, em que a probabilibade de ocorrência de chuva praticamente só existe nas primeiras.

A localização dos valores mais elevados, do primeiro decil, nos meses de transição, é bastante diferente da relativa aos meses chuvosos.

Aqui, embora apareçam máximos nas serras litorais, estes registam-se, sobretudo, nas regiões do interior. Em Outubro, os 10 mm são ultrapassados nalguns locais do Ribatejo, na região a oeste e sudoeste de Évora, na da Serra da Adiça e provavelmente nos principais relevos. Em Abril, valores superiores a 15 mm só ocorrem na Serra de Monchique, no Baixo Alentejo meridional, a noroeste de Beja e, talvez, na Serra de S. Mamede. Em Maio, os máximos concentram-se nas áreas montanhosas mais interiores, como é o caso da Serra de S. Mamede, com valores superiores a 15 mm e, ainda, segundo parecem

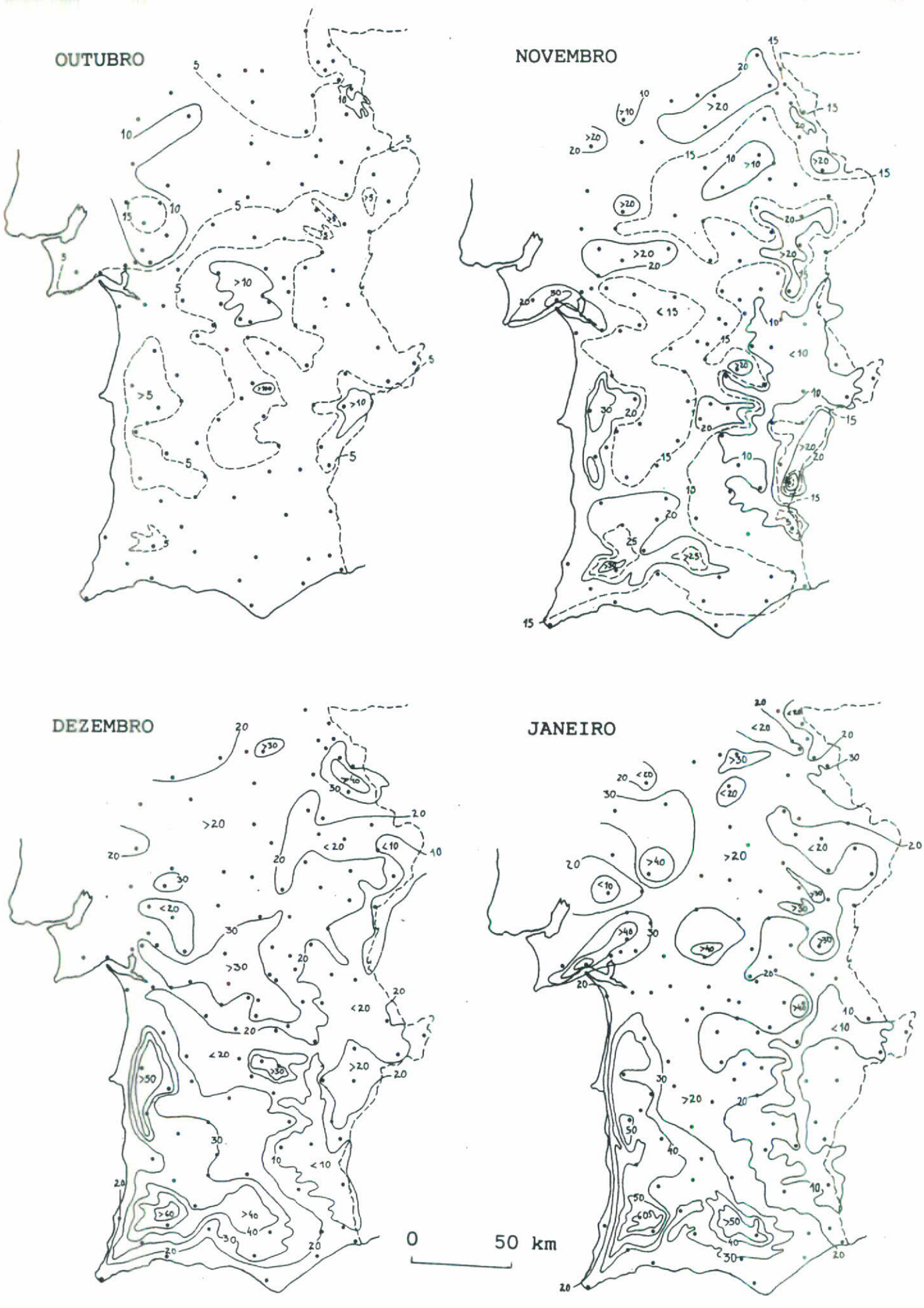


Fig. 39 - Distribuição espacial da precipitação correspondente ao primeiro decil em Outubro, Novembro, Dezembro e Janeiro (1949/78).

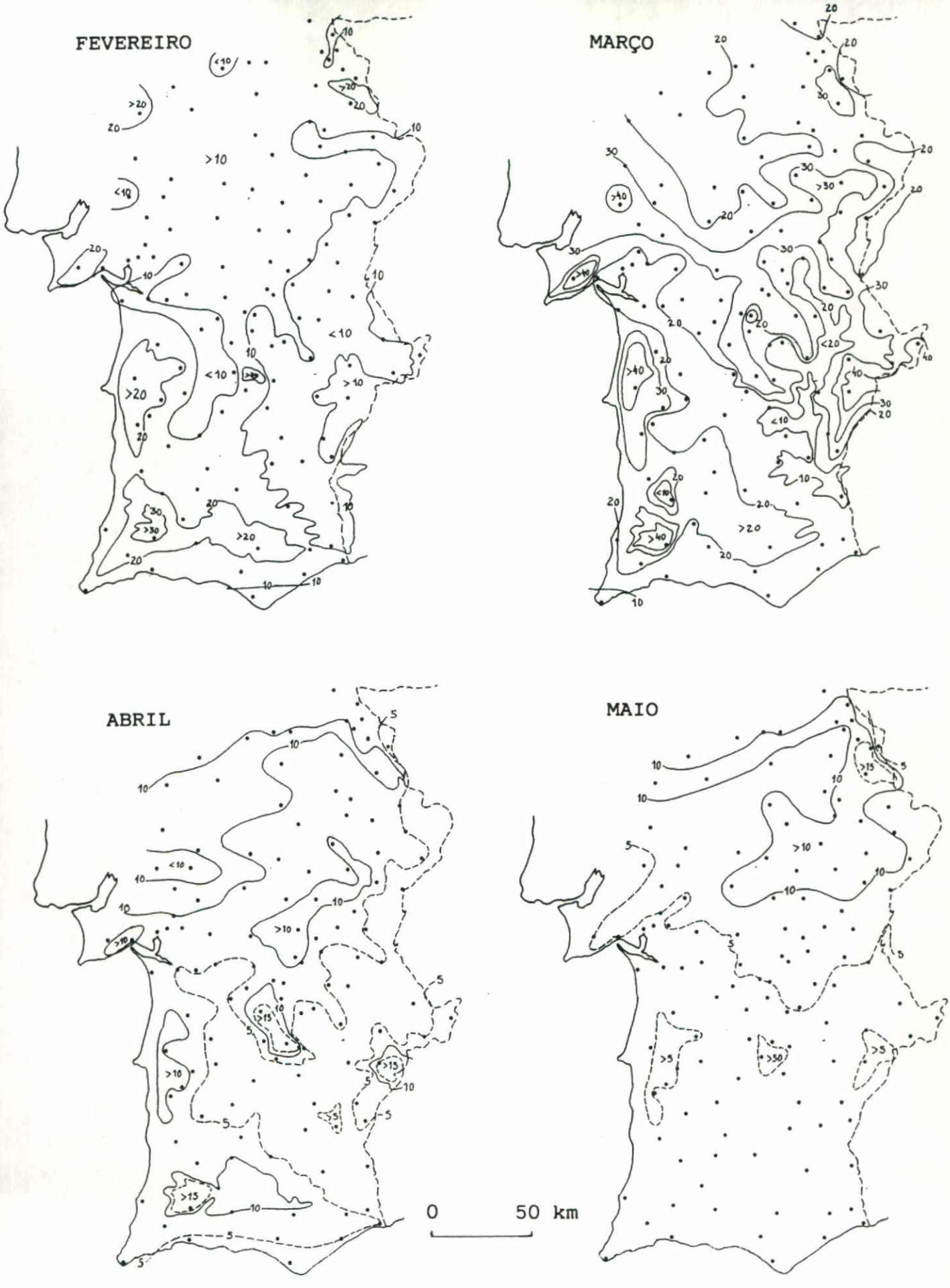


Fig. 40 - Distribuição espacial da precipitação correspondente ao primeiro decil em Fevereiro, Março, Abril e Maio (1949/78).

indicar os valores verificados na sua periferia, no conjunto formado pela Serra de Ossa e Planalto de Estremoz.

Distribuição espacial das precipitações mensais para o D9

Os valores de precipitação do nono decil têm, como se disse, uma probabilidade de serem ultrapassados apenas num em cada dez anos ou, dito ao contrário, correspodem a totais que em nove de cada dez anos não serão atingidos. Daqui se depreende que se tratam de quantitativos bastantes elevados, só alcançados nos casos mais pluviosos de cada série mensal.

Assim, os valores do nono decil são muito elevados durante a estação chuvosa e não registam nulos, mesmo nos meses mais secos.

Há, contudo, fortes oposições regionais entre os quantitativos do nono decil. De Outubro a Fevereiro, há probabilidade de se ultrapassarem os 100 mm, em todos os locais de registo. Estes valores reduzem-se um pouco em Março, havendo já locais com o nono decil inferior a 100 mm, descida que se vai acentuando até Julho, em que se atinge 1 mm nas regiões mais secas.

Como se pode ver no quadro XX, os valores mais reduzidos do D9 dos meses chuvosos têm quantitativos semelhantes. Os mais elevados (quadro XXI), por vezes muito superiores a 250 mm de Outubro a Março, registam, nos locais mais chuvosos, grandes diferenças entre os valores máximos de cada mês. Destaca-se Dezembro, em que se ultrapassam os 350 mm, como o mês em que se podem verificar os totais mais abundantes do ano.

Tal como para os valores mais reduzidos do nono decil, depois de Março, inicia-se o decréscimo das precipitações. Neste caso, mesmo os meses mais secos de

Julho e Agosto têm uma probabilidade de um ano em cada dez, registarem, nalguns locais, precipitações superiores a 20 mm.

QUADRO XX

Locais onde se registaram os valores mais reduzidos de precipitação para o nono decil de cada mês (1949/78).

SETEMBRO		OUTUBRO		NOVEMBRO	
ALC. LONGA	27	ELVAS	108	S.MANÇOS	109
GRÂNDOLA	36	PONTE MOURÃO	113	S.AL./G.	113
S.VITÓRIA	40	S.MÇ.\TR.	117	ALGODOR	115
PRAIA ROCHA	42	PRAIA ROCHA	120	A.L.\AJ.	117
MSD\VRSA	43	REG.MONSARAZ	122	VRSA	119

DEZEMBRO		JANEIRO		FEVEREIRO	
PONTE MOURÃO	137	MÉRTOLA	117	MÉRTOLA	101
S. EULÁLIA	139	AMARELEJA	122	M./V.F.	104
REG.MONSARAZ	140	ALC. LONGA	124	PRAIA ROCHA	105
S.AL./G.	142	BARRANCOS	127	TRINDADE	122
OD.\AL.CH.	145	CP.\TR.\ST.	130	ALC.LONGA	123

MARÇO		ABRIL		MAIO	
SAGRES	93	FIGUEIRAIS	65	SAGRES	49
ALC. LONGA	95	ALC. LONGA	68	PRAIA ROCHA	50
ALCOUTIM	102	MÉRTOLA	74	FIGUEIRAIS	51
PRAIA ROCHA	109	PRAIA ROCHA	80	FARO	54
S.AL./G.	111	TAVIRA	81	ALC. LONGA	56

JUNHO		JULHO		AGOSTO	
SAGRES	21	MOURA/MACH.	1	MÉRT.\ALCOUT.	1
PRAIA ROCHA	25	ALCOUTIM	1	MONTEVIL	4
FARO\MSD	26	FARO\F.F.	1	ALGODOR	4
SANT.CACÉM	27	SAGRES	1	ALMODÔVAR	4
FG.\AJ.	28	SBM\FG.	1	BARROS	4

(Ver legenda no quadro XXI)

QUADRO XXI

Locais onde se registam os valores mais elevados de precipitação para o nono decil de cada mês (1949/78).

SETEMBRO		OUTUBRO		NOVEMBRO	
CASTELO VIDE	114	C.MONCHIQUE	261	BAR. VELHO	281
MARVÃO\V.P.	104	MSD	242	C.MONCHIQUE	269
CENT. PÓVOA	93	CAMPILHAS	235	S.ES.\CP.	226
PÓVOA MEADAS	92	MARVÃO	230	ALCÁÇOVAS	213
C.MONCHIQUE	91	FAZ FATO	226	FAZ FATO	205

DEZEMBRO		JANEIRO		FEVEREIRO	
BAR. VELHO	393	BAR. VELHO	294	BAR. VELHO	281
C.MONCHIQUE	351	C. MONCHIQUE	291	C.MONCHIQUE	273
CAMPILHAS	333	ST. ESCOURAL	262	MARVÃO	265
SBM\F.F.	292	VILA VIÇOSA	260	ST.ESCOURAL	258
LOULÉ	226	GAVIÃO	257	CORUCHE	256

MARÇO		ABRIL		MAIO	
C.MONCHIQUE	275	MARVÃO	159	CAST. VIDE	133
BAR. VELHO	248	CORUCHE	156	MARVÃO	130
CAMPILHAS	234	ST. ESCOURAL	153	AG.M./P.	125
MARVÃO	226	BAR. VELHO	150	BAR. VELHO	123
ST. ESCOURAL	212	ABRANTES	143	PÓV.MEADAS	121

JUNHO		JULHO		AGOSTO	
MARVÃO	112	BARRANCOS	30	LG.\C.M.	28
GAVIÃO	85	V. AL./P.	29	C.V.\V.P.	25
ESTREMOZ	83	CHOUTO	26	S.M.\VVR\S.ES.	24
S. SUSANA	76	MONTALVÃO	25	ALVEGA\PG.	23
CASTELO VIDE	75	PTE MOURÃO	24	CHOUTO\ML.	22

MSD	MINA DE S. DOMINGOS	TR.	TRINDADE
A.L.	ALCARIA LONGA	AL.	ALJUSTREL
P.MOURÃO	PONTE DE MOURÃO	S.MÇ.	S. MANÇOS
AL.CH.	ALTER DO CHÃO	CP.	COMPORTA
M./V.F.	MÉRTOLA/VALE FORMOSO	ST.	SETÚBAL
S.CACÉM	SANTIAGO DO CACÉM	FIG.	FIGUEIRAIS
R.M.	REGUENGOS DE MONSARAZ	J.	ALJEZUR
S.AL./GUA.	S.ALEIXO/GUADIANA	F.F.	FAZ FATO
S.ES.	SANTIAGO DO ESCOURAL	FG.	FIGUEIRAIS
AG.M./P	ÁGUAS DE MOURA/POSTO	LG.	LONGOMEL
AG.M./E.	ÁGUAS DE MOURA/ESTAÇÃO	AL.	ALCOUTIM
V.AL./P.	VIANA DO ALENTEJO/POSTO	PG.	PORTALEGRE
VVR	VILA VELHA DE RODÃO	OD.	ODIVELAS
VD.	VIDIGUEIRA	MT.	MÉRTOLA
C.M.	CALDAS DE MONCHIQUE	RD.	REDONDO
C.V.	CASTELO DE VIDE	ML.	MONTALVÃO
B./S.	BEJA/SOEIRO	AG.	ALGODOR
S.M.	SALVATERRA DE MAGOS	CB.	CUBA
V.P.	VALE DE PESO	AR.	ARRONCHES
ANSB	ALDEIA NOVA DE S.BENTO		
SBN	S. BARTOLOMEU DE MESSINES		
VRSA	VILA REAL DE S. ANTÓNIO		
VNA	VILA NOG. DE AZEITÃO		

Para o nono decil, Outubro não aparece, como para o primeiro, como mês de transição, mas sim já como integrante do período mais chuvoso. Aqui, a transição faz-se em Setembro, que deixa de ser um mês seco, marcando já um forte incremento das chuvas.

No fim do Inverno, os meses de transição correspondem a Abril e Maio, como no primeiro decil, mas aos quais se junta também Junho. Este, à semelhança de Setembro, deixa, para o nono decil, de ser um mês de totais muito escassos, como Julho/Agosto, para continuar o decréscimo das chuvas dos meses anteriores, com totais que ainda podem ser elevados nalgumas regiões.

Também para as precipitações correspondentes ao D9, foram traçadas cartas de isoietas. Neste caso,

representaram-se todos os meses, visto não existirem valores nulos (figs. 41, 42 e 43).

As isoietas do nono decil mostram que os máximos continuam a ocorrer nas regiões habitualmente mais chuvosas, ou seja, nos principais maciços montanhosos. Os mínimos, durante o Inverno, aparecem sobretudo nas regiões mais deprimidas do interior e abrigadas das influências oceânicas. Correspondem à bacia do Sado, à parte oriental da bacia do Sorraia e por último, a mais importante, à bacia do Guadiana.

Analisaremos separadamente os meses do período mais chuvoso, como se viu de Outubro a Março, dos de transição (Setembro e de Abril a Junho) e, ainda, dos de maior secura que são, por todo o Sul, os de Julho e Agosto.

Nos meses chuvosos

De Outubro a Março, há um progressivo aumento dos valores do nono decil até Dezembro e, a partir deste mês, um ligeiro decréscimo que se acentua a partir de Abril (figs. 41, 42 e 43).

Os máximos registam-se nos principais relevos, sendo os meridionais (Serras de Monchique e Caldeirão) aqueles que beneficiam das chuvas mais abundantes: toda a serra algarvia (de Novembro a Fevereiro) e sobretudo a de Monchique (em Outubro e Março).

Os mínimos verificam-se nas bacias do Sado, Sorraia e Guadiana, com cambiantes de localização que variam de mês para mês.

Um aspecto interessante resulta do facto do aumento dos valores do nono decil, nos locais mais chuvosos, de Outubro a Dezembro, ser bastante superior ao que se verifica nos mais secos, o mesmo acontecendo relativamente à diminuição de Dezembro a Março.

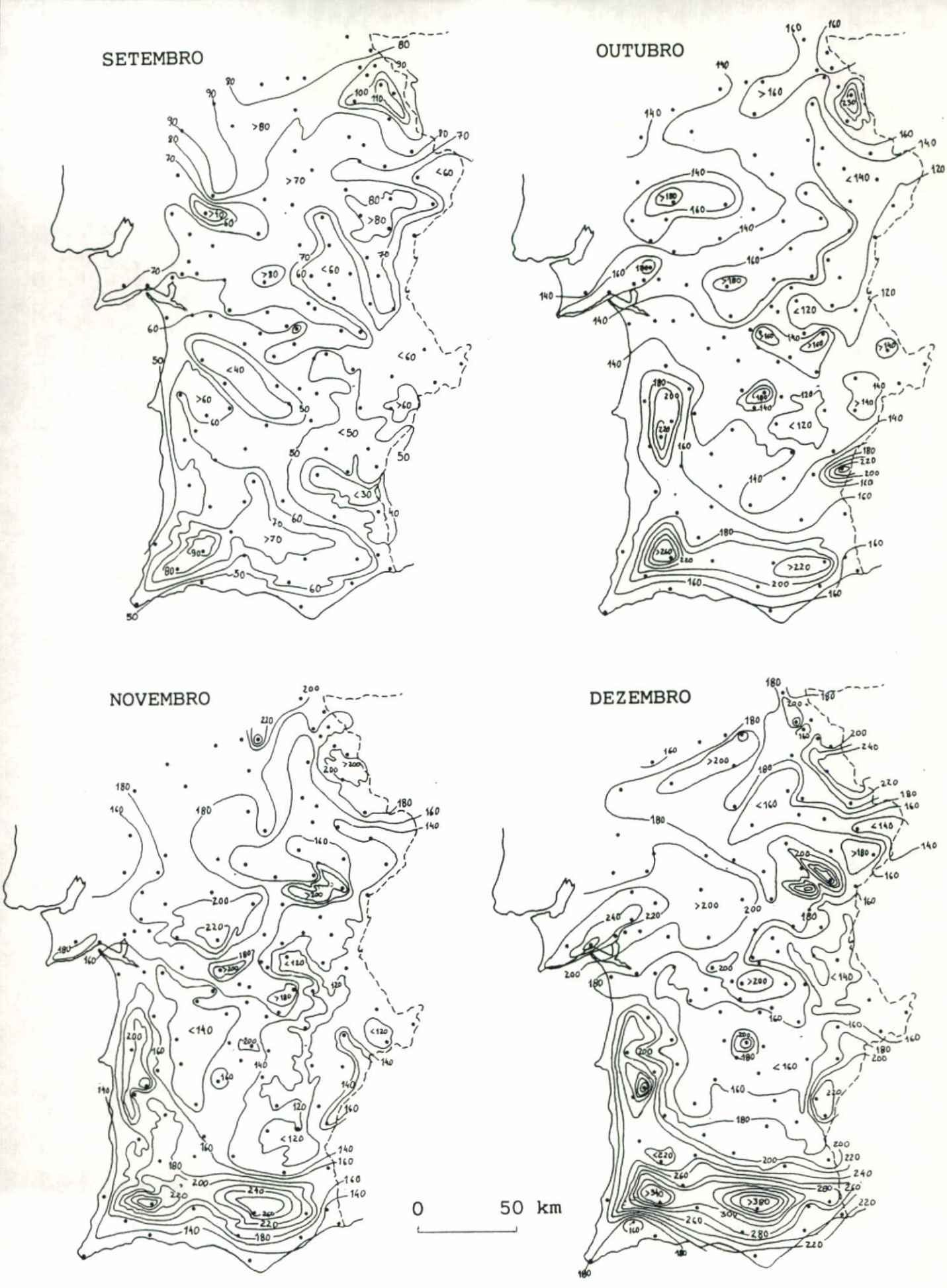


Fig. 41 - Distribuição espacial da precipitação correspondente ao nono decil em Setembro, Outubro, Novembro e Dezembro (1949/78).

No litoral meridional, os valores do sotavento são bastante superiores aos do barlavento, especialmente na região de Tavira, facto que aparece, também, para os valores anuais e foi cartografado em S. DAVEAU (1977), na carta dos valores médios. Em Dezembro, merecem destaque os valores muito elevados registados ao longo do litoral meridional, que ultrapassam os 200 m na sua parte oriental, e ainda o facto de, ao contrário dos outros meses chuvosos, o mínimo desta região não se registar no litoral mas no sopé da Serra de Monchique, em Bravura (fig. 41).

Em Janeiro, refiram-se os valores elevados registados no Ribatejo (na área de Coruche/Chouto) e nos relevos do centro do Alentejo: da Serra de Monfurado à Serra do Mendro e de Portel, bem como na região da Serra de Ossa/Planalto de Estremoz. Nesta última, ao contrário dos outros meses, os totais são bastante superiores aos registados nas Serras do litoral ocidental (Grândola/Cercal).

Nos meses de transição

Os meses de transição para a época seca são, em geral, caracterizados por contraste regionais algo diferentes dos relativos aos meses chuvosos (figs. 42 e 43).

Assim, os valores mais elevados tendem a registar-se, à medida que se aproxima a época seca, nos locais mais a norte e também nas áreas mais interiores.

Em Abril, os máximos localizam-se na Serra de Monfurado, na Serra Algarvia (tendendo a ser superiores do lado da Serra do Caldeirão) e na Serra de S. Mamede que regista já os valores mais elevados.

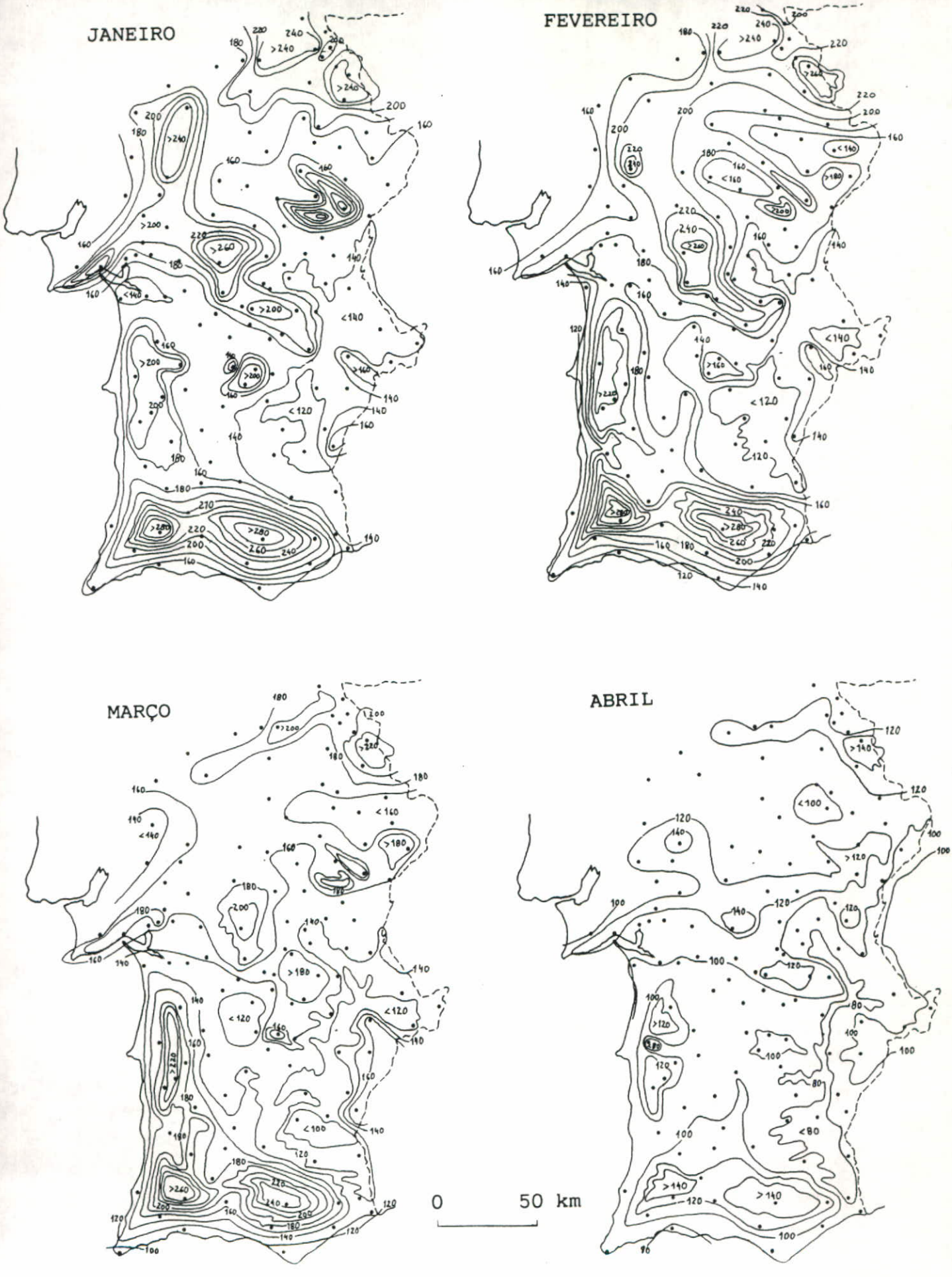


Fig. 42 - Distribuição espacial da precipitação correspondente ao nono decil em Janeiro, Fevereiro, Março e Abril (1949/78).

Em Maio, a situação é semelhante, acentuando-se o decréscimo das chuvas nos relevos do litoral ocidental.

Em Junho, mantém-se esta evolução com máximos destacados na Serra de S. Mamede e, em geral, com um aumento progressivo das chuvas para o interior.

Quanto aos valores mais reduzidos, em Abril, ainda correspondem às áreas de maior interioridade (vale do Guadiana), enquanto em Maio este mínimo se reduz apenas ao baixo Guadiana, de onde se prolonga ao longo de todo o litoral meridional. Em Junho, a situação é semelhante à do mês anterior, mas inclui também o litoral ocidental.

A transição da estação seca para a chuvosa, que para o nono decil se faz em Setembro, apresenta máximos na Serra de S. Mamede, como os outros meses de transição. Os mínimos ocorrem nas regiões deprimidas do interior, como nos meses chuvosos.

O mínimo absoluto aparece no baixo Guadiana e, tal como as outras áreas de mínimo (baixo vale do Sado e bacia do Degebe e baixo Sorraia), tem um desenvolvimento máximo de noroeste para sudoeste.

Nos meses secos

Julho e Agosto representam o período de precipitações mais baixas (fig. 43).

As chuvas mais reduzidos registam-se em Julho e, especialmente, nas regiões mais meridionais. Neste mês, as precipitações mais elevadas não ocorrem nas áreas de maior altitude, mas sim em vários locais do interior, como Viana do Alentejo/Posto com 29 mm e Barrancos com 30 mm.

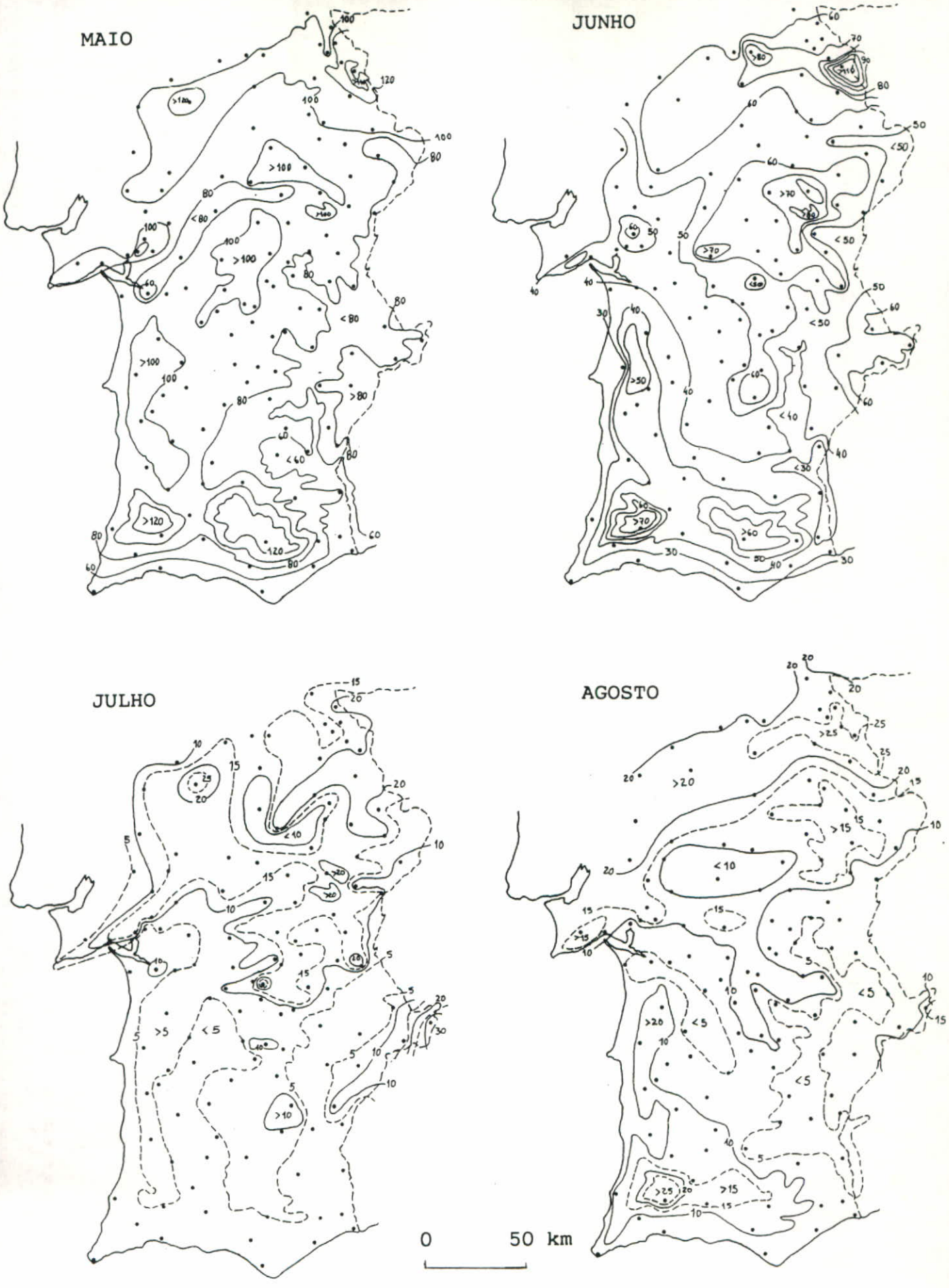


Fig. 43 - Distribuição espacial da precipitação correspondente ao nono decil em Maio, Junho, Julho e Agosto (1949/78).

Em Agosto, os máximos já aparecem nos relevos, especialmente na Serra de Monchique e na de S. Mamede. Como já havíamos referido, em relação a Setembro, os mínimos verificam-se ao longo do Guadiana e, neste caso, também, no baixo Sado.

Concluindo, podemos afirmar que as precipitações mensais referentes ao D1 e ao D9 apresentam uma distribuição semelhante à das precipitações anuais, sobretudo durante o período mais chuvoso do ano. Os máximos verificam-se nos principais relevos e os mínimos nas áreas abrigadas do interior. Contudo, este quadro modifica-se na transição da época chuvosa para a seca, com o surgimento da tendência para que as chuvas mais abundantes passem a ocorrer nas regiões do interior norte.

RESUMO E CONCLUSÕES DA PRIMEIRA PARTE

A análise das precipitações, desde que há registos, mostra a existência de uma forte irregularidade interanual. A série centenária de Évora permite identificar dois períodos de maior irregularidade: um primeiro, na década de setenta do século passado, seguido de uma atenuação, que culmina entre 1910 e 1930, a que se segue um segundo, também patente nos outros locais com dados mais recentes, e que se mantém até ao presente.

As séries longas mostram ter havido durante, este século, uma tendência para o incremento das precipitações no Sul de Portugal. Este, não foi uniforme, traduzindo a resultante de flutuações que ocorrem em Évora a partir do início do século, em Beja, apenas a partir dos anos trinta e que, em Faro, são bastante menos perceptíveis. O facto das principais flutuações serem mais esbatidas naquele local do litoral meridional, do que nos alentejanos, deve resultar da muito acentuada variabilidade interanual das chuvas, a mais forte de todo o Sul. Daí o reduzido grau de correlação de

Faro relativamente às outras séries, com excepção de Beja, a mais próxima de entre as consideradas. Os períodos húmidos detectados correspondem aos assinalados por P. MAHERAS *et al* (1989) para o Mediterrâneo Ocidental.

O ritmo das precipitações ao longo do ano apresenta também uma forte variação interanual. Contudo, é possível encontrarem-se traços característicos que marcam o desenrolar do ano pluviométrico, segundo um ritmo que lhe é próprio e que resulta da acção de factores astronómicos e sinópticos. Da interacção destes com a morfologia resultam as cambiantes ou estilos regionais do regime.

O regime pluviométrico, segundo os critérios de Musset, é, em termos médios, semelhante por todo o Sul de Portugal e tipicamente mediterrânico, com mínimo estival e máximo invernal. No período de 1949/78, as diferenças de regime dizem respeito, sobretudo, às estações intermédias. De um modo geral, pode afirmar-se que as regiões continentais tendem a registar mais chuvas primaveris do que outonais (regime IPOV), enquanto que nas próximas do litoral se passa o contrário (IOPV).

Contudo, estes regimes médios escondem uma forte variabilidade interanual. As chuvadas outonais que afectam especialmente as regiões litorais nalguns anos interferem decisivamente nos valores médios desta estação, levando-os a suplantar os primaveris apesar de se registar um maior número de anos em que as chuvas da Primavera suplantam as do Outono. Assim, nas áreas litorais, o tipo de regime que se verificou num maior número de anos não foi o equivalente ao do ano médio (IOPV), mas sim o IPOV que corresponde ao mais comum no interior.

O Inverno nunca é a estação com menos chuvas, facto que pode acontecer nas estações intermédias, as quais ocupam qualquer das posições possíveis dentro do regime. O Verão é a época mais estável, correspondente geralmente à de maior

secura ou que, quanto muito, pode permutar esta posição com uma das estações intermédias e ocupa a penúltima posição no regime.

Os coeficientes pluviométricos mensais permitem clarificar alguns outros aspectos do regime, nomeadamente precisando os meses em que se registam os máximos e os mínimos. Os mínimos centram-se no período estival, em Julho e Agosto. A concentração de chuva nos meses do período invernal é variável, assim como aquele em que ocorre o máximo.

As regiões meridionais bem como as do litoral ocidental apresentam os coeficientes pluviométricos mensais mais elevados, com máximo geralmente em Dezembro. Este mês é também o mais chuvoso por todo o Baixo Alentejo e Algarve, enquanto, nas regiões setentrionais, este lugar é ocupado por Fevereiro.

A questão da maior ou menor concentração das chuvas ao longo do ano foi precisada pelo Índice de Olivier. Este índice permitiu confirmar, inequivocamente, a existência de uma maior concentração das precipitações durante o Inverno, nas regiões meridionais e próximas do oceano.

O Sul de Portugal apresenta uma forte variabilidade pluviométrica interanual. A confiar nos dados disponíveis e, não obstante as reservas postas a algumas das séries que apresentam maior irregularidade, nas regiões do interior Sul, a variabilidade das precipitações anuais apresenta valores relativos semelhantes aos comuns em regiões mais secas.

Também a variabilidade mensal é elevada ao longo do ano por todo o Sul de Portugal. Há, no entanto, um aumento progressivo quer da variabilidade quer dos seus contrastes espaciais com a aproximação do período estival. Nesta época do ano, ao contrário do que acontece na estação chuvosa, é

vincado o contraste norte/sul da variabilidade, que aumenta para sul.

Os regimes prováveis mostram valores semelhantes das chuvas correspondentes às baixas frequências. Novembro apresenta sempre totais modestos e Março aparece como mês de máximo. Nas regiões mais setentrionais, os totais são mais abundantes, individualizando-se melhor os máximos e mínimos.

Nas frequências médias, os regimes mantêm-se pouco diferenciados. Continua a tendência para o aparecimento de mais do que um máximo, frequentemente dois, que correspondem a Dezembro e Março, sobretudo nas regiões meridionais.

Nas frequências elevadas o regime simplifica-se. Destaca-se um só máximo ou pelo menos individualiza-se um máximo principal. Este, regista-se em meses diferentes consoante os locais. Contudo, a propensão para ocorrerem cada vez mais precocemente mantém-se nas latitude mais meridionais e surge, agora também, nas setentrionais.

O mínimo absoluto de precipitação tanto pode ocorrer em Julho como em Agosto. Nas regiões mais próximas do litoral é sempre o primeiro daqueles meses o mais seco em todas as frequências. Nas latitudes setentrionais e, sobretudo, no interior do Baixo Alentejo, é normalmente Agosto o mês de maior secura.

Setembro e Outubro são os meses em que se dá sempre um recrudescimento das chuvas. Nas baixas frequências podem ter, ambos, precipitações reduzidas. Contudo, Outubro assemelha-se já aos meses da estação chuvosa ao nível das frequências elevadas.

No período de diminuição das precipitações, de Abril a Junho, a evolução é menos simples, com possível incremento, ou pelo menos uma diminuição no ritmo de decréscimo das chuvas, de Abril para Maio, retomando-se a diminuição geral de Maio para Junho.

Com base na análise factorial e nos métodos de classificação, foi possível agrupar os locais de medição em conjuntos com uma disposição espacial contígua, que permitem, deste modo, distinguir áreas com características comuns quanto ao ritmo pluviométrico.

Das experiências feitas resultou a divisão do Sul de Portugal em três regiões: **a fachada ocidental e meridional** que corresponde às áreas de maior concentração das chuvas no Inverno, com máximo frequentemente em Dezembro e com os Verões mais secos; **as regiões setentrionais**, como os locais de menor concentração das chuvas ao longo do ano, com redução das precipitações no Inverno, máximo geralmente em Fevereiro, totais primaveris relativamente abundantes, e Verões menos secos; por último, **a região do Baixo Alentejo interior**, que apresenta uma moderada concentração das chuvas invernais e normalmente dois máximos, um no início e outro no fim do Inverno. Embora geralmente com um menor grau de similitude, outras possíveis divisões poderiam ser propostas, nomeadamente o Ribatejo, as serras do Alto Alentejo e também o agrupamento entre as regiões do baixo vale do Guadiana e as do litoral meridional.

A repartição espacial dos valores medianos das precipitações anuais é fortemente contrastada. Destacam-se, como regiões mais chuvosas, com totais superiores a 600 mm um ano em cada dois, o Alto Alentejo (com excepção de algumas áreas da bacia do Sorraia e do Guadiana), o conjunto das serras algarvias e do litoral alentejano, assim como a região de Beja e a Serra da Adiça e interflúvios próximos.

As precipitações, inferiores a 500 mm um ano em cada dois, correspondem às áreas mais abrigadas e ou interiores e também às orlas litorais onde, como se viu, deve haver uma escassez exagerada pela deficiente captação dos pluviómetros, sujeitos à acção dos ventos fortes que acompanham, geralmente, as chuvadas.

Registe-se, também, o forte recrudescimento das chuvas pela influência dos relevos. Este verifica-se nos maciços montanhosos, a leste destes, especialmente no caso das serras do litoral ocidental, e ao longo dos flancos meridionais dos relevos, de que se apresentaram os exemplos da Serra da Arrábida e do conjunto formado pela Serra de Ossa e Planalto de Estremoz.

Enquanto para os valores medianos a isoieta dos 600 mm separa bastante bem as regiões mais chuvosas das mais secas, para os decis extremos este limite tende a modificar-se substancialmente: desce para os 400 mm e sobe para os 900 mm, no caso das precipitações referentes ao D1 e ao D9. Contudo, a localização dos máximos e mínimos é muito semelhante à verificada para as medianas.

De um modo geral, são os locais meridionais, sobretudo no litoral sul e nas áreas de maior continentalidade, que registam as precipitações mais reduzidas. As áreas mais chuvosas correspondem às latitudes setentrionais, bem como aos maciços montanhosos e áreas próximas, que beneficiam do reforço orográfico das chuvas.

Quanto às precipitações mensais, relativas ao D1, estas são bastante reduzidas por todo o Sul. Correspondem a valores nulos ou muito baixos durante o período estival e a totais relativamente modestos, mesmo ao longo da estação chuvosa, de Novembro a Março. Nesta época os mínimos, por vezes inferiores a 10 mm, registam-se, mais uma vez, nas áreas baixas e interiores, em que se inclui, para todos os meses, o vale do Guadiana. Os máximos registam-se ao longo dos principais relevos, sendo de destacar a Serra de Monchique como um dos locais que ocupa esta posição mais frequentemente.

As precipitações referentes ao D9 são geralmente superiores a 100 mm, de Outubro a Março, sendo Dezembro o mês que regista as chuvas mais elevadas. Durante estes

meses, os totais mais abundantes registam-se nos principais relevos, com especial destaque para as serras algarvias. Os mínimos ocorrem nas áreas baixas e abrigadas do interior, nomeadamente nas bacias do Sado, Sorraia e especialmente na do Guadiana, com cambiantes de localização de mês para mês.

Verifica-se, também, um forte contraste pluviométrico entre o litoral do barlavento e o do sotavento algarvios. No segundo, há probabilidades de se registarem totais mensais abundantes, bastante superiores aos do primeiro, especialmente na região de Tavira.

Nos meses de transição para a época seca, a aproximação do Verão traduz-se numa tendência para as áreas mais chuvosas se localizarem, progressivamente, mais para o interior e simultaneamente para as latitudes mais setentrionais.

Nos meses de Verão, as precipitações mais reduzidas verificam-se em Julho e Agosto e, especialmente, nas regiões meridionais.

SEGUNDA PARTE

A ESCASSEZ E A ABUNDÂNCIA DAS PRECIPITAÇÕES

CAPÍTULO I

ALTERNÂNCIA DE ANOS DE ESCASSEZ E DE ABUNDÂNCIA PLUVIOMÉTRICA

Um dos aspectos de maior interesse no estudo das precipitações no Sul de Portugal é a sucessão de períodos secos e chuvosos. Esta análise pode ser feita ao nível dos anos, dos meses, e mesmo dos dias. Deste modo, é possível definir as sequências de anos, meses ou dias secos, bem como a alternância entre estes e os chuvosos.

Um dos métodos empregue neste tipo de pesquisa, para os meses e para os anos, e já por nós utilizado em anterior trabalho (J. E. VENTURA, 1986), é o dos calendários da precipitação. No presente caso apenas foram elaborados para as precipitações anuais. Os calendários mensais são úteis sobretudo quando se analisam determinados anos, pois permitem o reconhecimento dos meses que contribuiram para o seu carácter seco ou chuvoso. Contudo, a sua leitura para um período longo não é fácil, devido à forte variabilidade intermensal das chuvas em cada local, acrescida da

variação desta de local para local. Recordem-se os fortes contrastes estacionais em que a um Verão sem chuvas, ou com totais muito reduzidos, se opõe um Inverno chuvoso e por vezes muito chuvoso, bem como as diferenças de regime encontradas de região para região.

Assim, durante o período de secura estival não se justifica a construção destes calendários. A designação de chuvoso não teria o mesmo significado quando atribuida a um mês de precipitações sempre escassas, ou a um mês de chuvas geralmente abundantes.

Ressalve-se, contudo, que a realização destes calendários mensais pode ser de grande utilidade, nomeadamente quando se pretende identificar meses de comportamento extremo, ou para especificar o desenrolar pluviométrico de certos anos.

Para a construção dos calendários dos totais anuais de chuva, estes foram ordenados por ordem crescente, sendo a divisão em classes feita a partir dos quintis. Obtiveram-se, assim, cinco classes de anos, número razoável tendo em conta os trinta anos estudados e o objectivo de encontrar os períodos de escassez e de abundância pluviométrica.

Consideram-se os anos com valores abaixo do primeiro quintil como muito secos; entre o primeiro e o segundo, secos; entre o segundo e o terceiro, normais (próximos do valor mediano); entre o terceiro e o quarto, chuvosos e, por último, acima do quarto quintil como muito chuvosos.

Os calendários são de grande interesse na análise quer da variabilidade espacial das precipitações, através da comparação das diversas estações, quer da variabilidade temporal destas, permitindo distinguir os períodos secos e chuvosos. Contudo, estes documentos permitem uma comparação cómoda entre os vários locais,

não em termos absolutos, mas relativamente aos valores registados no total dos anos considerados.

Nesta análise, e seguindo a metodologia anteriormente referida, considerou-se o comportamento pluviométrico anual dos dez locais seleccionados anteriormente como representativos dos regimes pluviométricos do Sul de Portugal. No entanto, achou-se necessário enquadrar os trinta anos estudados neste trabalho (1948-49/1977-78) num período mais longo, onde fosse possível detectar as vicissitudes da variabilidade pluviométrica nesta região.

Assim, recorreu-se às séries longas de referência, já utilizadas em capítulo anterior. Destas, tomaram-se como exemplo as mais extensas, com funcionamento desde os finais do século passado, ou seja: Évora, Beja e Faro. Considerou-se um conjunto de noventa anos, de 1900/1901 a 1989/1990. Estas séries permitem o enquadramento dos trinta anos considerados, quer relativamente às décadas anteriores quer aos anos mais recentes. Os três locais, embora não dêem uma grande precisão sobre a variação espacial das precipitações, permitem, contudo, uma análise de alguns possíveis contrastes norte/sul porque se distribuem segundo latitudes bastante diferenciadas.

1. AO LONGO DO SÉCULO XX

Na figura 44 representam-se os desvios de cada ano relativamente à mediana (1900-01/1989-90), que nos dá uma imagem da variabilidade pluviométrica. A comparação dos três locais, com longitude semelhante mas com uma posição

latitudinal diferente, mostra que os desvios têm valores absolutos semelhantes em Évora e Beja e mais elevados em Faro. Como os totais anuais médios diminuem com a latitude (respectivamente 646,5, 565,6 e 445,9 mm em Évora, Beja e Faro no período de 1901/90), acaba por se verificar um forte aumento dos desvios, em termos relativos, especialmente entre Beja e Faro.

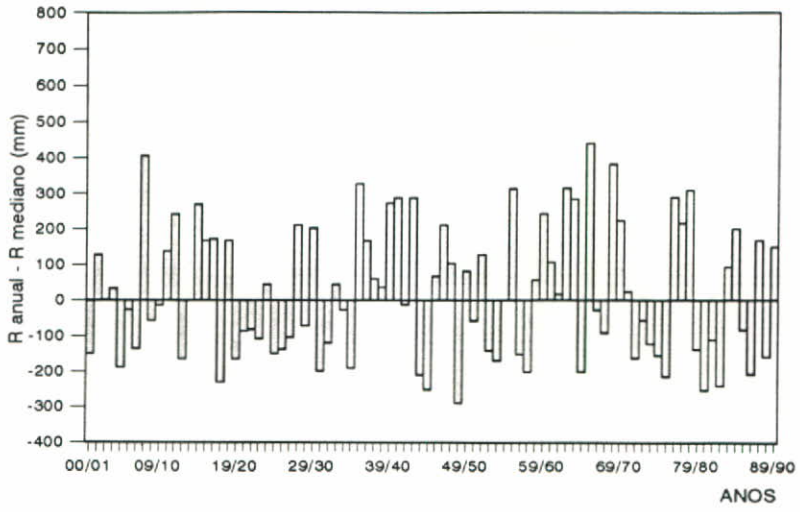
Refira-se, também, que em Faro se observa uma pluviosidade mais reduzida nas primeiras décadas deste século, revelada por desvios que são, quase sempre, negativos até aos anos quarenta.

Estas características, mais uma vez, indicam um aumento da irregularidade de norte para sul, bem como uma tendência para um aumento das precipitações, que é nítido sobretudo nas regiões meridionais. Uma análise mais pormenorizada da variabilidade das precipitações será feita a partir dos calendários representativos da variabilidade pluviométrica anual.

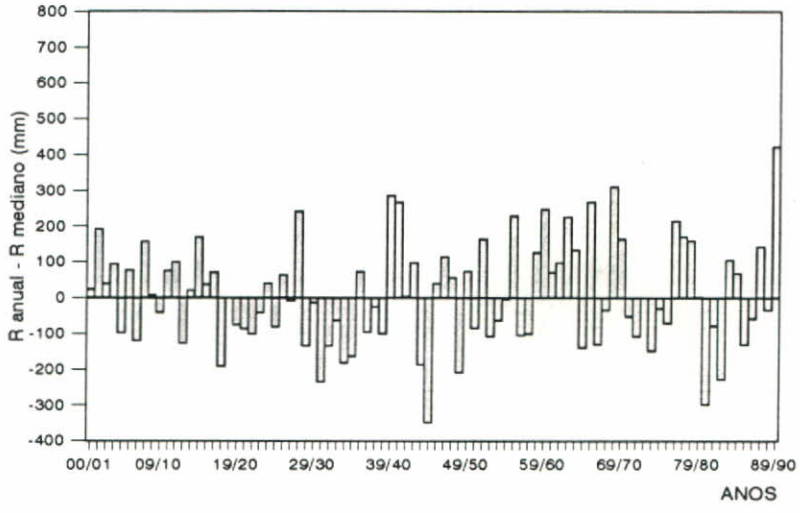
Numa primeira observação da figura 45, em que se representa a variabilidade pluviométrica interanual (1900-01/1989-90), destaca-se um maior número de classes chuvosa ou muito chuvosa, nas décadas mais recentes. Pelo contrário, na primeira metade da série, são mais numerosas as classes correspondentes a anos secos ou muito secos.

A contagem do número de ocorrências de cada classe em cada uma das metades da série de noventa anos permite quantificar este facto (quadro XXII). Assim, tendo em conta os valores correspondentes aos três locais, verifica-se que a ocorrência de anos secos e muito secos (61) supera largamente a de anos chuvosos e muito chuvosos (40), na primeira metade, enquanto na segunda, se passa o inverso, com valores de respectivamente 47 e 68.

ÉVORA



BEJA



FARO

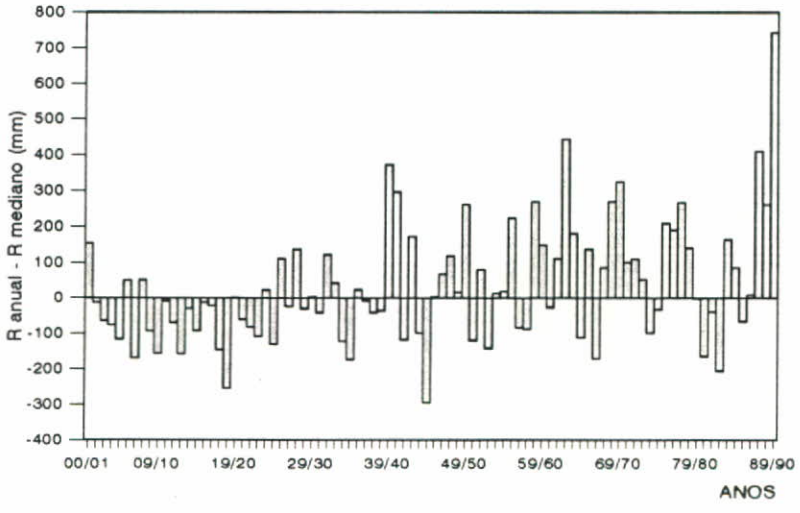


Fig. 44 - Desvios da precipitação anual relativamente à mediana em Évora, Beja e Faro, no período 1900-01/ 1989-90.

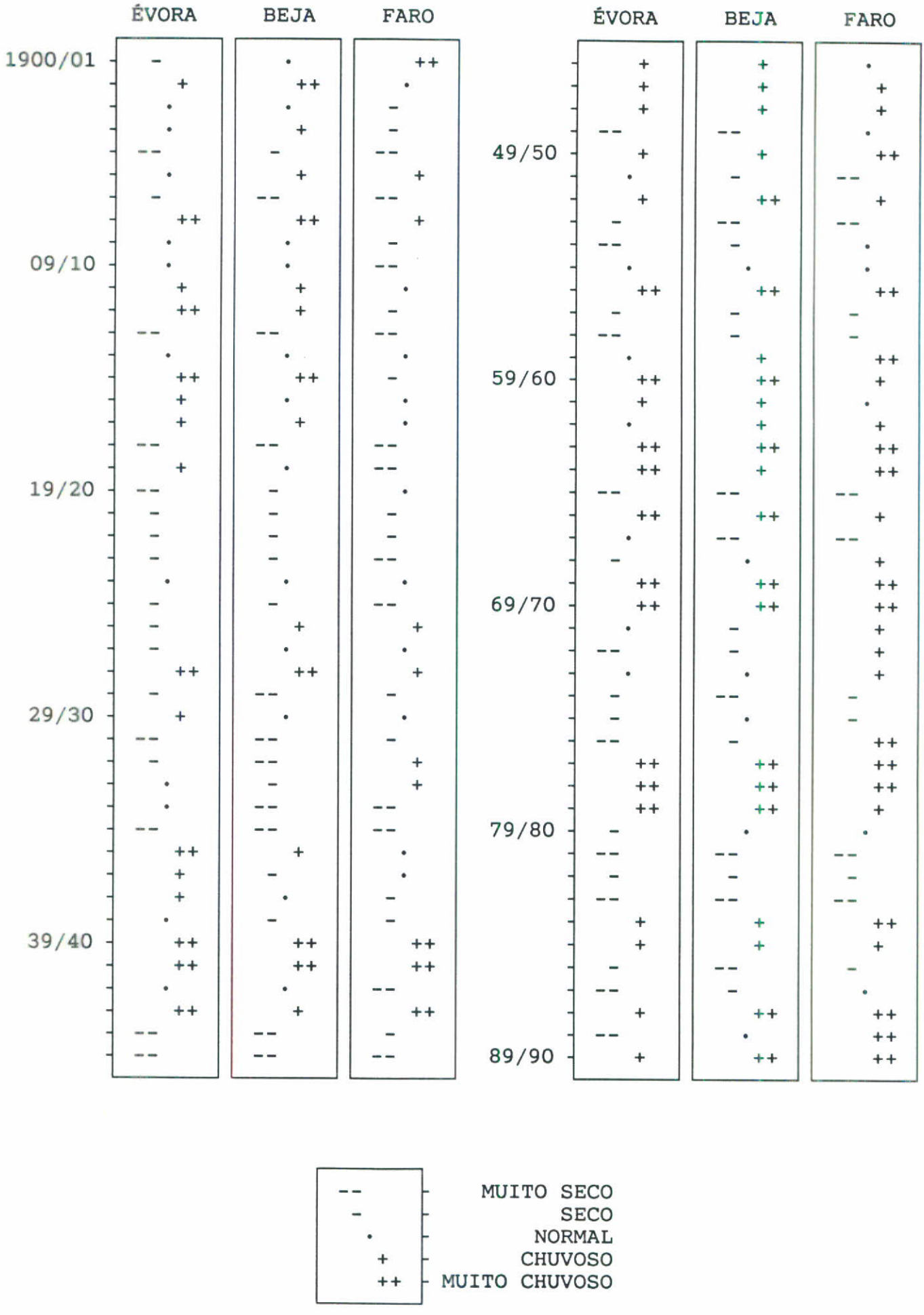


Fig. 45 - Variabilidade pluviométrica interanual (1900--01/1989-90), em Évora Beja e Faro.

QUADRO XXII

Número de anos em que Évora, Beja e Faro aparecem nas classes de muito seco, seco, normal, chuvoso e muito chuvoso, na primeira e segunda metades do período 1900--01/1989-90.

	1900-01/1944-45				1945-46/1989-90			
	EV.	BJ.	FR.	TOTAL	EV.	BJ.	FR.	TOTAL
SECO	10	9	12	31	8	9	6	23
MUITO SECO	8	10	12	30	10	8	6	24
TOTAL(S+MS)	18	19	24	61	18	17	12	47
NORMAL	11	12	11	34	7	6	7	20
CHUVOSO	8	8	6	22	10	10	12	32
MTO CHUVOSO	8	6	4	18	10	12	14	36
TOTAL(C+MC)	16	14	10	40	20	22	26	68

Este contraste é bastante mais marcado nos locais meridionais, em Beja e especialmente em Faro. Neste último, nos primeiros 45 anos, esta relação é de 24 anos secos e muito secos para 10 chuvosos e muito chuvosos, enquanto nos mais recentes esta relação é de 12 para 26.

Quanto à alternância entre períodos de abundância e de escassez pluviométrica refira-se que o sentido da variação das chuvas, de ano para ano, é geralmente semelhante em Évora, Beja e Faro.

Contudo, nem sempre os três locais figuram na mesma classe. Esta discordância aparece com maior frequência

entre Évora e Faro, as duas mais afastadas. Apesar disto a existência de anos em que todos ocorrem na mesma classe é a situação mais comum, correspondendo a 28 % destes.

Destaque-se o facto, muito interessante, de serem os anos de características pluviométricas extremas aqueles em que esta concordância ocorre com maior frequência. Para as classes de muito seco e muito chuvoso registaram-se, respectivamente, sete e oito anos. Dos oito muito chuvosos seis ocorreram na segunda metade do período considerado.

A diferença entre Évora e Beja nunca é superior a duas classes. Entre Beja e Faro encontram-se já casos em que é de três classes e, por último, entre Évora e Faro a disparidade pode atingir o máximo possível, alcançando as quatro classes, podendo um mesmo ano ser, simultâneamente, muito chuvoso em Faro e muito seco em Évora.

São, assim, frequentes os anos em que se desenha um contraste pluviométrico entre os locais de medição mais afastados. Nos 90 anos, contabilizam-se 22 em que o contraste entre Évora e Faro é superior ou igual a duas classes: 10 com precipitações superiores na primeira daquelas e 12 na segunda.

Nos primeiros 45 anos, o contraste predominante é aquele em que Évora aparece numa classe de mais chuvosa, ou menos seca, do que Faro, numa relação de oito para quatro; nos segundos 45 anos, inverte-se esta posição, numa proporção de oito para dois.

Quanto à alternância de períodos de escassez e abundância de precipitação, o facto de, frequentemente, não haver coincidência entre os três locais não facilita esta análise. Para encontrar uma classificação para o conjunto do Sul de Portugal, representou-se a variação

pluviométrica anual para a média das precipitações de Évora, Beja e Faro (fig. 46).

Há, contudo, o caso dos anos "normais", ou seja, aqueles cujo total é mais próximo da mediana. Na distinção entre períodos de características secas ou chuvosas, os anos "normais", quando aparecem isolados dentro de um período de tendência seca ou chuvosa, foram considerados como integrantes daqueles. Partindo deste pressuposto, a alternância entre períodos de secura e de humidade mostra que a duração daqueles é bastante variável, podendo ir de um a seis anos.

Até aos anos trinta, os períodos chuvosos são pouco marcados, como consequência dos poucos anos muito chuvosos que então ocorreram e apresentam uma fraca continuidade espacial. Pelo contrário, os períodos secos aparecem com maior simultaneidade nos três locais considerados e é a eles que correspondem as fases de maior duração.

Assim, até 1916/17 encontramos a sucessão de períodos secos e chuvosos, cuja duração não ultrapassa os três anos. Nos seguintes, aparecem as fases mais longas, secas, que ocorreram de 1917/18 a 1922/23 e de 1930/31 a 1934/35, separados por sete anos de características mais chuvosas. A partir de 1939/40, as fases tornam-se de novo mais curtas e aparecem os períodos marcadamente chuvosos, alguns mesmo muito chuvosos em todos os locais. Contudo, só nas décadas mais recentes, os períodos quer chuvosos quer secos foram tão longos como os secos, já referidos. Os mais extensos correspondem aos anos húmidos de 1958/59 a 1963/64 e aos de secura entre 1970/71 e 1975/76, ambos com seis anos.

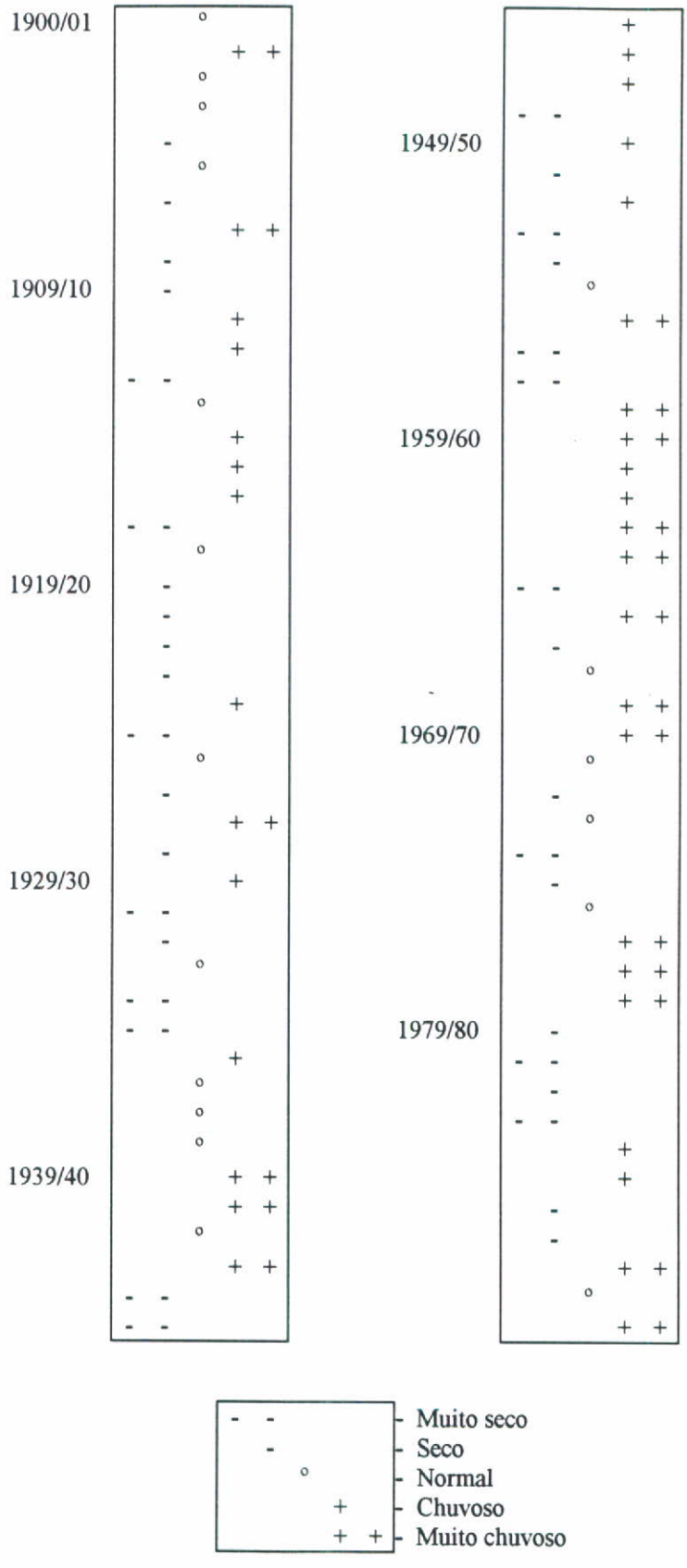


Fig. 46 - Variabilidade pluviométrica interanual (1900-01/1989-90) para as médias de Évora, Beja e Faro.

Podemos concluir que, ao longo deste século, no Sul de Portugal, existe um forte contraste entre os primeiros e os segundos 45 anos. Nos primeiros, os anos secos e muito secos predominam sobre os chuvosos e muito chuvosos, passando-se o inverso nos segundos. Refira-se, também, que o contraste entre estes dois períodos aumenta nas regiões meridionais. Por último, saliente-se que estes resultados vêm corroborar conclusões anteriores, em que se destacou uma tendência para um progressivo aumento das precipitações anuais, mais intenso a sul, e acompanhado por uma maior variabilidade, marcada pela alternância de anos de características extremas.

2. NO PERÍODO DE 1948-49/1977-78

A análise da figura 45 mostra, como já se havia referido nos parágrafos anteriores, que ao longo destes anos há uma maior ocorrência de anos chuvosos e muito chuvosos, relativamente às primeiras quatro décadas deste século.

Para estes trinta anos, foi feita uma análise mais pormenorizada, partindo dos dez locais considerados representativos dos regimes pluviométricos do Sul de Portugal, definidos na primeira parte deste trabalho (fig. 47).

Os anos desta série integram as séries longas analisadas anteriormente. Consequentemente, torna-se desnecessário a análise pormenorizada dos anos secos e chuvosos já referidos. Contudo, em função da maior densidade de informação, há alguns aspectos a

acrescentar. Assim, enquanto para Évora, Beja e Faro a situação mais comum era aquela em que as três coincidiam na mesma classe, com os dez locais aumentam, obviamente, as disparidades pluviométricas, sendo esta situação pouco comum. Este facto registou-se apenas em dois anos (1962--63 e em 1964-65), o primeiro muito chuvoso em todos os locais e o segundo muito seco, o que confirma o resultado obtido anteriormente para Évora, Beja e Faro em que a simultaneidade destes três locais na mesma classe acontecia, sobretudo, para as de muito seco ou muito chuvoso.

Quanto à diferenciação pluviométrica entre o norte e o sul, ela é perceptível em pelo menos um terço dos anos. Na maior parte das situações, é todo o Algarve juntamente com o Baixo Alentejo ou a parte meridional deste, que se opõem ao restante Alentejo e Ribatejo, podendo variar qual dos sectores é mais chuvoso ou menos seco.

Há casos em que é o Algarve ou o litoral meridional (1958/59 e 1975/76), ou os relevos do Alto Alentejo e o Ribatejo (1950/51) que se opõem ao restante território, como mais chuvosos.

Embora esta análise mais pormenorizada da variabilidade pluviométrica do Sul de Portugal, não modifique as alternâncias encontradas aquando da utilização das séries longas, ela vem mostrar uma maior diferenciação espacial das características secas ou chuvosas de cada ano.

Como foi dito, há uma alternância de períodos, geralmente de um a três anos, excepto de 1958/59 a 1963/64 e de 1970/71 a 1975/76, o primeiro destes períodos de características chuvosas e o segundo acentuadamente seco.

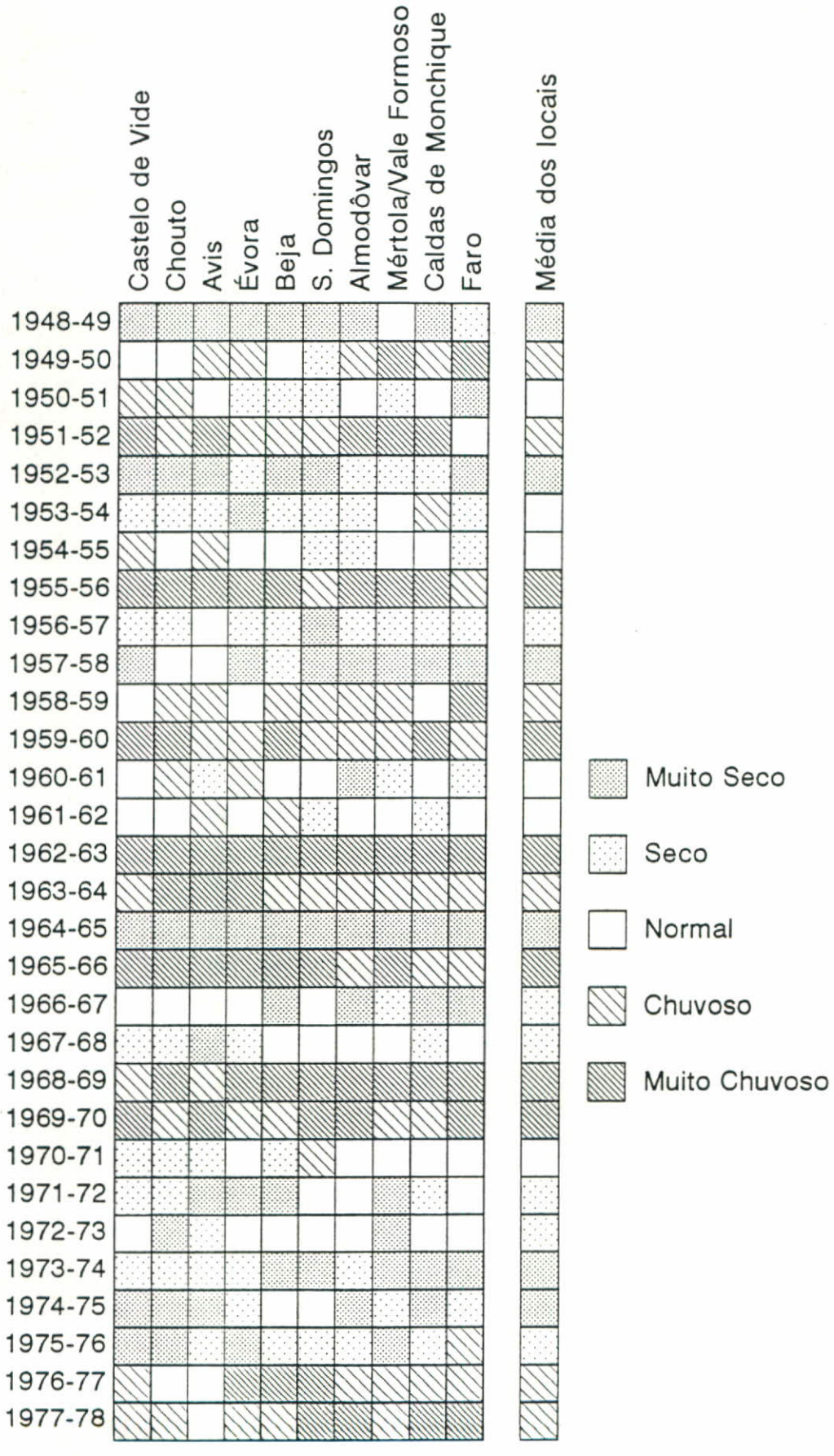


Fig. 47 - Variabilidade pluviométrica interanual nos locais representativos dos regimes pluviométricos, no Sul de Portugal (1948-49/1977-78).

Ressalve-se, no entanto, que, no primeiro deles, os dois anos intermédios, pluviometricamente "normais", foram considerados como chuvosos, por se intercalarem em anos de abundância pluviométrica. O carácter "médio" daqueles dois anos esconde uma forte variação espacial em que, embora as precipitações tenham sido próximas da mediana na maioria dos locais, alguns houve que apresentaram características de secos ou chuvosos.

CAPÍTULO II

OS PERÍODOS DE SECURA

1. A NOÇÃO DE SECURA E ARIDEZ

Secura e aridez [15] são os termos mais utilizados para designar situações de carência de água, estando pois intimamente ligados com a escassez das precipitações. Em português existe também a palavra seca que corresponde aos períodos longos de acentuada secura.

A consulta de dicionários, glossários, enciclopédias e mesmo de bibliografia especializada revela uma grande confusão na utilização destes dois primeiros termos. Nos Dicionários de Língua Portuguesa, secura é vulgarmente definida como "qualidade ou estado do que está seco", sendo estiagem, seca e mesmo aridez os sinónimos mais utilizados.

Nas publicações mais específicas, como os dicionários e glossários de termos geográficos, as

(15) Segundo a sua origem latina, a palavra árido significa seco, sem humidade.

definições são mais díspares. Algumas de língua inglesa limitam-se à definição oficial de seca existente no Reino Unido (períodos de pelo menos quinze dias consecutivos sem registarem mais de 0,1 mm de chuva diária). Nalgumas, as definições encontradas assemelham-se às dos dicionários, quanto muito acrescentando à falta de chuvas a noção de tempo seco e, nalguns casos, refere-se, também, que a noção de secura depende do local do Globo, variando em função da estação do ano e do coberto vegetal.

Mesmo nalguns manuais de climatologia esta confusão persiste. Por exemplo, G. VIERS (1968), assinala que "en principe, la sécheresse, l'aridité, c'est le manque d'eau par rapport au besoin des êtres vivants d'abord" (ob. cit. p.144).

Há, assim, uma utilização indiscriminada dos termos secura e aridez. A própria definição de secura não é totalmente clara e nenhuma das obras consultadas quantifica a insuficiência de precipitação à qual as atribui.

Não fica esclarecido se a escassez é uma característica própria do clima (clima de chuvas reduzidas e/ou muito irregulares, com balanços hídricos anuais e mensais quase sempre deficitários) ou se, pelo contrário, ela se refere a uma escassez de chuva, relativamente ao que é habitual, em determinados tipos de clima.

Segundo a UNESCO/OMM (1987), o termo aridez aplica-se às regiões permanentemente secas, para as quais, mesmo em circunstâncias normais, as disponibilidades de água são sempre reduzidas.

No entanto, os dois termos são utilizados com significados distintos como, por exemplo, em J. CHARRE (1977), F. LOPEZ BERMUDEZ (1973 e 1985),

M. L. BETTENCOURT (1984) e L. HENIA (1990). Em termos gerais, estes autores consideram a aridez como um "estado habitual" ou permanente de certas regiões, consequente da conjugação de precipitações escassas com calor e, segundo F. LOPEZ BERMUDEZ (1973), também com intensa radiação.

A secura difere da aridez pois resulta de um défice pluviométrico ocasional, em que não ocorrem chuvas ou em que estas são muito inferiores ao comum. Esta destrinça entre secura e aridez baseia-se essencialmente na sua incidência temporal.

A aridez é um aspectô inerente ao próprio clima, enquanto a secura é geralmente um episódio, que embora de duração variável, é sempre temporário. Se a sua duração for longa a secura pode originar um período de seca.

Não obstante a distinção entre secura e aridez apresentada anteriormente e com a qual concordamos, os diversos investigadores não estão de acordo quanto à definição de aridez nem quanto aos métodos de a exprimir. A principal causa das divergências resulta da diferente formação daqueles, bem como da finalidade dos seus trabalhos.

Consideramos, como L. HENIA (1990), que a aridez é uma noção essencialmente climática, embora cada autor a defina segundo o seu interesse particular, com base em um ou outro aspecto do meio físico a partir dos quais ela se manifesta. A utilidade das precipitações, neste caso escassas, está dependente de determinados factores, dos quais se destaca a evaporação. Deste modo, como afirma F. LOPEZ BERMUDEZ (1973, p.65), uma definição do conceito de aridez clara, curta e precisa é difícil, pois depende de muitas variáveis. O mesmo autor salienta ainda que a aridez é também condicionada pelas condições edáficas e que nas definições mais amplas não pode mesmo ser

traduzida por números, sendo indispensável uma descrição qualitativa [16].

As primeiras diligências para quantificar a aridez basearam-se apenas nos totais pluviométricos, em função da sua relação com chuvas escassas, conjugada com a indisponibilidade, na altura, dos dados da evaporação.

A este propósito, P. de BRICHAMBAUT (1959) [17] refere que nas primeiras tentativas de classificação se consideravam como áridas as regiões com totais anuais de precipitação abaixo de determinado limiar. Este variava consoante os autores, que admitiam limites que oscilavam entre 100 e 800 mm.

Os índices baseados apenas nos totais anuais de precipitação são demasiado simplistas e arbitrários. Não entram em conta com o poder evaporante da atmosfera, função da temperatura e de outros factores, nomeadamente o vento e a humidade relativa do ar.

Outros índices, além do total, fazem intervir a variabilidade interanual, solução controversa atendendo a que, como refere L. HENIA (1990), a sua utilização é ainda mais discutível do que a do total anual, pois que a validade, da sua expressão estatística pode ser posta em causa nas regiões áridas.

A dependência da aridez não só da escassez de chuvas, mas também de temperaturas elevadas, levou ao aparecimento de outro tipo de índices. Estes têm em conta que existe uma forte evapotranspiração potencial (ETP), em função do calor, mas em situação de pouca disponibilidade de água.

---

(16) O autor apresenta como exemplo a designada "aridez paisagística" de Geiger, que resulta do agravamento da aridez climática pela aridez edáfica. Refere que esta última é ainda menos susceptível de ser expressa numericamente, pelo que se torna indispensável a sua descrição qualitativa.

(17) Citado por L. HENIA (1990).

Deste modo, a aridez resulta do grande défice de evapotranspiração, em que a ETP é muito superior à evapotranspiração real (ETR), portanto situações de balanço hídrico fortemente deficitário.

Assim, procuraram-se índices que permitissem exprimir a aridez pela relação existente entre a precipitação e a evaporação. No entanto, este procedimento foi limitado pela falta de locais de medição da evaporação como resultado da complexidade da sua quantificação. Para contornar este problema foram propostos novos índices em que a evaporação é substituída pela temperatura, principal condicionante daquela, e com dados fáceis de obter, como são o caso dos propostos por De MARTONNE, LANG, EMBERGER, ÂNGSTROM, SETZER, MORAL e BIROT [18].

Destes, destaque-se o de De MARTONNE. Este índice, que se obtém dividindo o total anual de chuva pela temperatura média anual acrescida de 10, conheceu uma ampla divulgação, especialmente entre os geógrafos, mercê da sua grande simplicidade. Exemplifica todo um conjunto de índices em que se relaciona a temperatura com a precipitação. Embora esta relação não seja linear, dá-nos uma escala de medição da humidade em função da temperatura.

Segundo De MARTONNE (p.208, 1953), a comparação da representação cartográfica do índice de aridez com a das regiões classificadas como secas, de acordo com as características da vegetação, mostra que 20 representa muito bem o limite de secura para a média anual. Útil sobretudo para a diferenciação de grandes espaços, o seu cálculo relativamente ao Sul de Portugal faz sobressair as áreas do interior, especialmente ao longo do vale do Guadiana e as do litoral meridional com valores do índice

(18) A descrição destes índices pode ser encontrada, entre outros, nos trabalhos de Ch. P. PÉGUY (1961), (1967), R. DAGOZ (1983), L. BERMUDEZ (1973) e L. HENIA (1990).

inferiores a 20 e que representam as regiões onde é mais marcada a escassez de água.

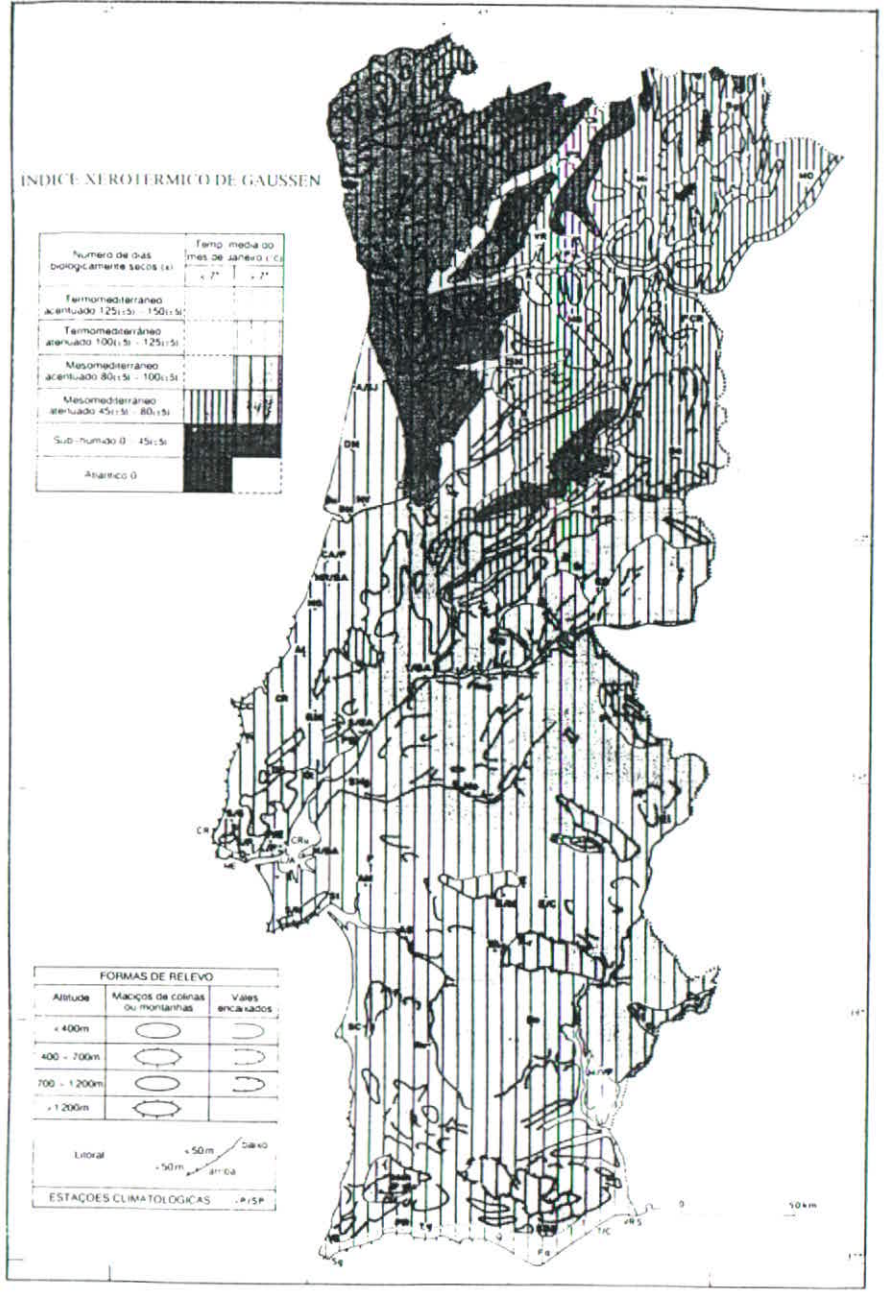
Das críticas a este tipo de índices, mercê da relação não linear existente entre aqueles dois parâmetros, surgiram outras fórmulas em que se utilizam os valores reais da evaporação, ou outros métodos, que têm em conta a evaporação sem necessidade do seu valor real, como são o caso dos índices propostos por GAUSSEN e THORNTHWAITE. O primeiro destes, denominado índice xerotérmico, considera o número de dias biologicamente secos no período em que $R < 2T$ [19], enquanto o segundo propõe vários índices, como o de humidade e o de aridez, obtidos através de métodos empíricos partindo dos dados de temperatura e precipitação, complementados por fórmulas e tabelas.

O método de Gaussen e o de Emberger foram bastante divulgados, sobretudo para as regiões de clima mediterrânico. Para Portugal foram utilizados no estudo de M. J. ALCOFORADO *et al* (1982), sobre os domínios bioclimáticos em Portugal. Deste trabalho reproduz-se a divisão do país segundo o índice xerotérmico de GAUSSEN e os andares bioclimáticos de EMBERGER (fig. 48).

Aqueles dois mapas, como salientam os autores, são semelhantes no conjunto, mas com várias diferenças de pormenor. Entre ambos existe uma elevada correlação que é reforçada quando se excluem os domínios nitidamente atlânticos e mediterrânicos, que constituem as situações extremas. Quanto ao restante território parece ser indiferente o uso de um ou outro índice.

---

(19) O cálculo deste índice está descrito e exemplificado em M. J. ALCOFORADO *et al* (1982).



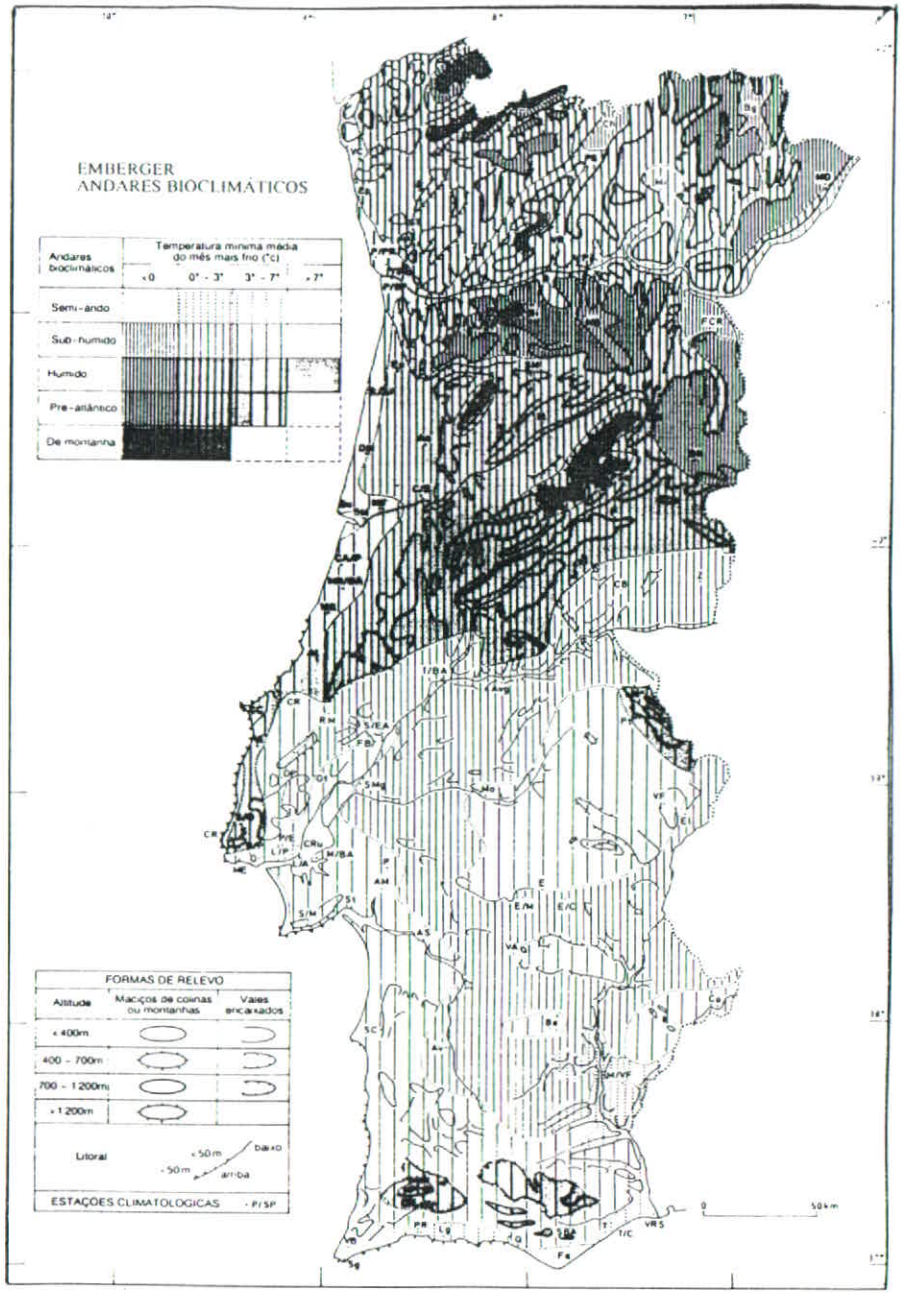


Fig. 48 - A divisão de Portugal segundo o Índice Xerotérmico de GAUSSEN e os Andares Bioclimáticos de EMBERGER. Extraído de M. J. ALCOFORADO *et al*, 1982.

Saliente-se, contudo, que as regiões montanhosas atlânticas são postas em maior evidência pelos andares bioclimáticos de EMBERGER, enquanto que no litoral Sul é o índice xerotérmico de GAUSSEN que melhor traduz as condições mediterrânicas. Deste modo, seria, *à priori*, de esperar que nas regiões do Sul, onde é mais intensa a secura estival, a diversidade espacial fosse melhor realçada pelo índice de GAUSSEN.

Contudo, se é verdade que é este índice que melhor diferencia as áreas do litoral meridional, os relevos do Sul de Portugal, não obstante a sua baixa altitude, são, pelas condições de maior humidade que as áreas envolventes, melhor destacados pelo índice de Emberger.

O trabalho referido dá-nos, portanto, uma imagem da divisão de Portugal em função da maior ou menor secura do clima, a nível anual. Esta visão é, contudo, incompleta, pois é muito importante conhecer a duração do período de secura estival.

Outro problema, que a quantificação da aridez levanta, é o da escala temporal mais correcta para o seu cálculo. Os tipos de índices referidos nos parágrafos anteriores propõem várias escalas de abordagem, desde o ano ao dia. L. HENIA (1990), estudando regiões onde se conjuga uma forte ETP com uma pluviosidade reduzida e irregular (Tunísia), procurou encontrar a escala temporal mais adequada para conseguir uma delimitação das regiões áridas.

Trabalhando com balanços hídricos, o referido autor concluiu que o seu cálculo mensal, para uma série longa de anos na sua sucessão real, é a escala de trabalho correcta. Considera como áridas as regiões onde, à escala anual e mensal, o balanço hídrico deficitário constitui a regra. Contíguas a estas, aparecem as regiões em que os anos sem estação húmida são frequentes, mas não constituem um traço constante do clima.

Assim, como consequência da premissa enunciada, anteriormente, de que a aridez é um carácter permanente do clima, não se pode dizer que há uma flutuação, dos limites das regiões áridas, ao longo dos anos. Existem sim áreas marcadas por esta alternância que, segundo o autor, correspondem às regiões de clima semi-árido.

2. A SECURA ESTIVAL

Partindo da definição de L. HENIA (1990), apresentada anteriormente e segundo a qual as regiões áridas são aquelas em que o balanço hídrico deficitário anual e mensal constitui a regra, podemos, *à priori*, dizer que o Sul de Portugal está excluído das regiões áridas, mas seguramente próximo das regiões que o referido autor classifica como semi-áridas.

Como foi visto, as definições de L. HENIA baseiam-se no cálculo dos balanços hídricos na sua sucessão real. Contudo, para o nosso país, a divulgação de dados referentes aos balanços hídricos ainda não ultrapassou a fase de publicação de alguns parâmetros estatísticos relativos aos balanços hídricos sequenciais (decis, valores extremos, média, desvio padrão e coeficiente de variação), pelo que não é possível avaliar os balanços hídricos de determinados meses ou anos.

O Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica apresenta dados de evapotranspiração nos seus fascículos de **O Clima de Portugal**, referentes às diversas regiões do Sul de Portugal calculados pelos métodos de THORNTHWAITE (fascículo XXVII e XXXII) e, também, segundo o de PENMAN

(nos fascículo XXXIV). Existem ainda dois fascículos, os números XXV e XXXVI, dedicados exclusivamente aos parâmetros estatísticos relativos aos balanços hídricos, no primeiro calculados pelo método de THORNTHWAITE-MATHER e no segundo pelo método de PENMAN.

Existiriam, em princípio, dados que permitem uma útil comparação entre os resultados obtidos pelos dois métodos. Contudo, esta não é possível, pois, enquanto no fascículo XXV, os resultados são apresentados para o mês e ano, no fascículo XXXVI, aqueles são divulgados para cada mês, por décadas.

Na impossibilidade de utilização dos dados do balanço hídrico na sua sucessão real, bem como da comparação dos resultados obtidos a partir daqueles dois métodos para o Sul de Portugal, optou-se por apresentar no quadro XXIII os valores anuais da evapotranspiração potencial (ETP) dispersos nas referidas publicações dedicadas às regiões do Sul de Portugal. Àqueles valores juntaram-se os das precipitações médias e medianas para os locais e período considerados neste trabalho ou, quando estes não existiam, para os apresentados nas referidas publicações.

A análise comparativa da ETP, nas estações em que esta foi calculada pelos dois métodos, permite concluir que os totais obtidos segundo PENMAN são geralmente mais elevados do que segundo THORNTHWAITE. Ressalve-se, contudo, que este facto não resulta de uma ETP, segundo PENMAM, sempre superior em todos os meses do ano. No Inverno, o primeiro destes métodos dá valores mais baixos do que o segundo. Esta diferença é, no entanto, largamente compensada durante o Verão em que os resultados, segundo PENMAN, superam bastante os avaliados a partir dos critérios de THORNTHWAITE (M. da MATA REIS e M. ZORRO GONÇALVES, 1987).

A comparação da ETP média anual com a precipitação média e mediana anual (quadro XXIII) permite concluir que

o Sul de Portugal apresenta, frequentemente, mesmo em anos com chuvas próximas da mediana, um défice de água, pelo que se pode afirmar que, nestas regiões, o balanço hídrico anual é geralmente deficitário, tal como nas regiões semi-áridas.

QUADRO XXIII

Comparação da ETP segundo THORNTHWAITE e PENMAN (1941/70 e para outros períodos de menor duração) com a média e mediana do período considerado (1948-49/77-78). (T=Thornthwaite; P=Penman)

	ETP (T.)	ETP (P.)	P./T.	PREC. MÉDIA	PREC. MEDIANA	MÉDIA-ETP(T)
AGUAS MOURA	798	-	-	725	739	-73
ALVEGA	834	-	-	681	655	-153
SALVAT. MAGOS	790	-	-	671	576	-119
MORA	819	-	-	660	598	-159
SANTARÉM	834	-	-	710	668	-124
SETÚBAL	821	-	-	671	669	-150
ALCÁCER DO SAL	822	1020	0,81	560	514	-262
ALVALADE	812	998	1,23	548	494	-264
AMARELEJA	821	-	-	558	489	-263
AMEIXIAL/CAL.	830	-	-	474	-	-356
BEJA	835	-	-	593	554	-242
BENAVILA	821	-	-	632	609	-189
CAMPO MAIOR	861	-	-	519	-	-342
CASTRO VERDE	813	-	-	551	532	-262
CONTENDA	817	-	-	789	854	-28
ELVAS	841	1083	1,30	601	563	-240
ÉVORA	809	-	-	661	634	-148
ÉVORA/CURRAIS	807	1113	1,40	563	530	-244
MARVÃO	716	-	-	835	864	+119
MÉRTOLA/V. F.	845	1089	1,32	528	499	-317
M.S.DOMINGOS	875	-	-	620	554	-255
MORA	819	-	-	659	641	-160
MOURA	890	-	-	437	-	-453
PORTALEGRE	810	-	-	876	837	+66
SANT. CACÉM	787	-	-	727	718	-60
BRAVURA	842	-	-	645	668	-197
FARO	876	-	-	443	431	-433
MONCHIQUE	779	-	-	1326	1203	+547
PRAIA DA ROCHA	836	-	-	446	449	-390
QUARTEIRA	837	-	-	465	446	-372
S.BRÁS ALPORT.	818	-	-	817	822	+1
SAGRES	781	-	-	409	392	-372
TAVIRA	855	-	-	550	545	-305
VILA DO BISPO	793	-	-	480	487	-313
V.R.S.ANTÓNIO	856	-	-	452	457	-404

A diferença, a nível anual, entre a precipitação e a evapotranspiração potencial, representada na figura 49, só é positiva nas regiões de relevos do Alto Alentejo, do litoral ocidental e na serra algarvia. Para as restantes áreas do Sul de Portugal é negativo, destacando-se, com os maiores défices anuais, a região do vale do Guadiana e o litoral meridional.

Quanto aos valores mensais, como não existem dados publicados relativos aos balanços hídricos na sua sucessão real, mas apenas de alguns parâmetros estatísticos referentes àqueles, optou-se por escolher alguns exemplos. No quadro XXIV apresentam-se os valores dos decis extremos e da mediana da evapotranspiração potencial mensal (etp) e anual, calculada segundo o método de THORNTHWAITE-MATHER, bem como a mediana das chuvas em Portalegre, Évora, Beja e Faro. No quadro XXV comparam-se os valores da etp média mensal com as respectivas precipitações médias e medianas.

Dos exemplos apresentados no quadro XXIV, apenas em Portalegre a mediana dos totais anuais de chuva supera a ETP quer ao nível do primeiro quer do quinto decil, ou seja, só neste exemplo o total de chuva com probabilidades de se verificar um ano em cada dois supera os valores da ETP com igual probabilidade de ocorrência. Nos outros casos, a nível da mediana, os totais anuais de precipitação são inferiores aos totais da ETP.

Em todos eles as precipitações anuais medianas são inferiores à ETP correspondente ao primeiro decil. Isto quer dizer que, em Évora, Beja e Faro, há fortes probabilidades de que em mais de metade dos anos os totais pluviométricos sejam inferiores à evapotranspiração potencial.

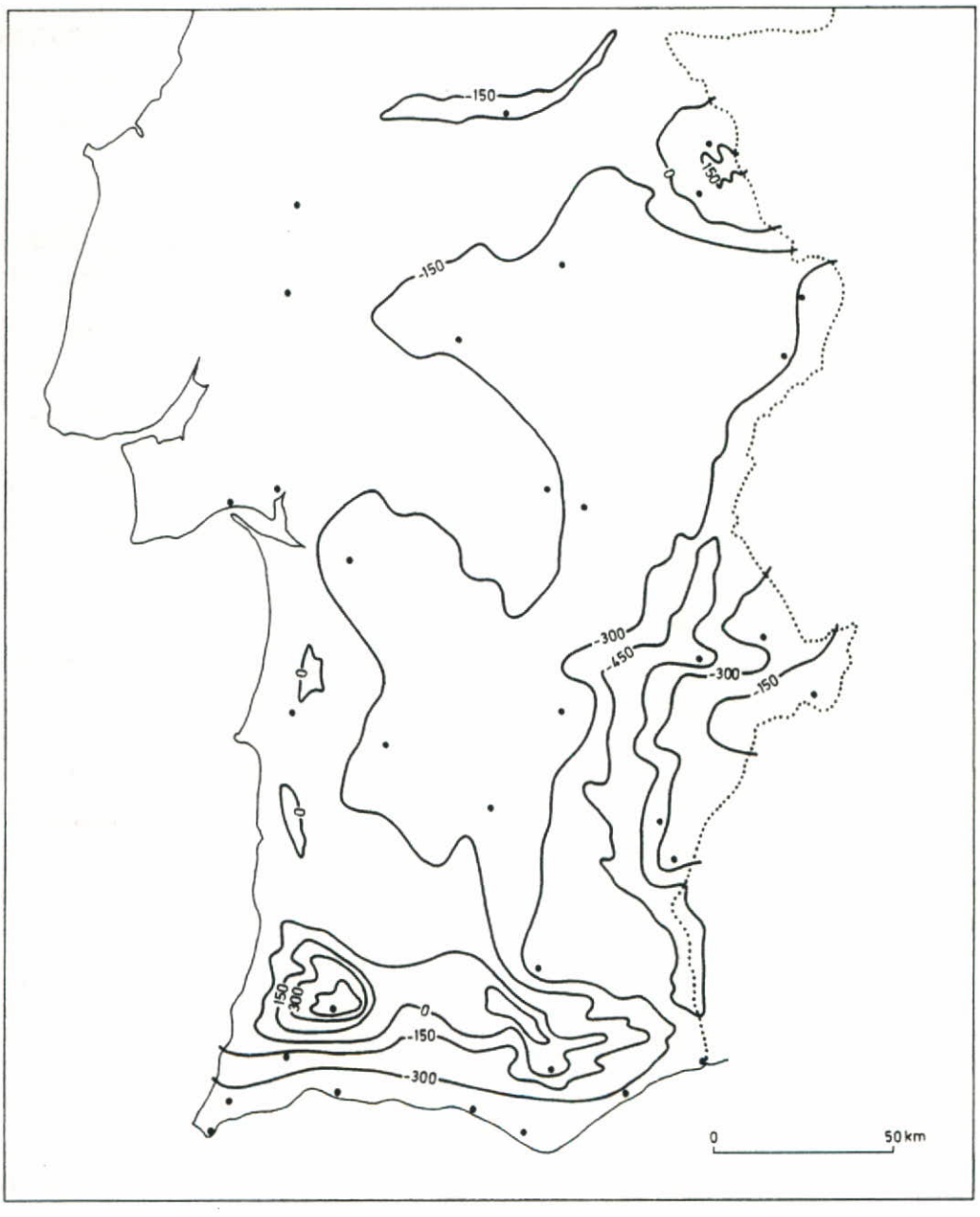


Fig. 49 - Distribuição espacial da diferença entre os valores médios anuais da precipitação e a evapotranspiração potencial (R-ETP), no Sul de Portugal.

QUADRO XXIV

Comparação das precipitações medianas [P(Me)] com os valores medianos e decis extremos da evapotranspiração (segundo Thornthwaite-Mather), publicados no fascículo XXV de "O clima de Portugal", para Portalegre (Pr), Évora (Év), Beja (Bj) e Faro (Fr).

		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANO
	P(Me)	105	76	98	63	47	27	3	2	37	66	79	77	850
Pr	etp(D1)	11	14	26	42	59	98	130	115	79	47	25	14	749
	etp(d5)	19	22	34	50	77	112	140	131	97	63	32	18	798
	etp(d9)	25	30	50	70	102	125	167	158	113	84	40	25	862
	P(Me)	68	70	88	44	33	16	0	0	15	43	73	75	628
Év	etp(d1)	15	18	30	48	60	95	123	114	84	53	27	16	756
	etp(d5)	20	23	37	52	78	109	133	128	97	65	34	20	795
	etp(d9)	26	30	48	66	95	119	152	148	108	80	41	27	845
	P(Me)	55	63	66	40	29	17	0	0	12	40	62	75	564
Bj	etp(d1)	16	18	30	43	47	48	128	119	86	55	26	16	777
	etp(d5)	20	24	37	52	79	116	139	133	100	67	34	21	821
	etp(d9)	26	30	49	67	100	122	153	153	114	80	42	27	879
	P(Me)	58	49	57	20	15	3	0	0	3	29	50	48	451
Fr	etp(d1)	24	24	37	50	68	98	126	118	87	62	34	24	819
	etp(d5)	27	30	43	57	83	109	139	130	98	70	42	28	860
	etp(D9)	33	36	51	68	100	124	151	148	112	81	50	35	918

Se considerarmos os valores medianos, a nível mensal, podemos verificar que os correspondentes às precipitações só superam os relativos à etp de Novembro a Março em todos os locais considerados. Nos outros meses, há uma probabilidade de que em mais de um ano em cada dois a etp supere a precipitação.

Também, segundo os dados do quadro XXV se confirma o que foi dito. Em mais de metade do ano, de Abril a

Outubro o valor da etp média é superior ao valor médio e mediano da precipitação mensal.

Deste modo, é possível afirmar que na maioria dos anos há um extenso período, centrado no Verão, por vezes superior a seis meses, em que a etp pode superar a precipitação. Esta, geralmente nula ou muito reduzida nos meses estivais, coincide com um período de temperaturas muito elevadas.

Como consequência, esta época do ano é marcada por balanços hídricos altamente deficitários que se vão agravando ao longo do Verão e, especialmente, quando a falta de chuva se prolonga pelo Outono.

Pode dizer-se que, durante este período, se verifica geralmente uma forte secura, inerente ao próprio clima. Esta, resultante da conjugação de escassez de chuva e de temperatura elevada, origina balanços hídricos fortemente deficitários.

Não se dispondo de valores do balanço hídrico na sua sucessão real, a análise da secura a nível mensal foi feita partindo de métodos mais simples, que permitiram avaliar a variação interanual da secura estival.

Para este efeito, procedeu-se à verificação deste período a partir das definições de mês seco de GAUSSEN e LAUTENSACH. A de GAUSSEN por ser um dos índices, como foi visto, particularmente adaptado para os climas mediterrânicos, e a de LAUTENSACH por ter sido especialmente criada pelo autor para a delimitação da estação seca na Península Ibérica.

No primeiro caso, o autor considera como secos os meses em que o total de precipitação é inferior a duas vezes o valor da temperatura média ($R < 2T$); no segundo, quando, nos meses da época mais quente do ano, o total de chuva é inferior a trinta milímetros ($R < 30$ mm).

QUADRO XXV

Comparação da evapotranspiração mensal (etp) segundo THORNTHWAITE (vários períodos extraídos dos fasc. de "O Clima de Portugal") com os valores médios (X) e medianos (M) da precipitação (1949/78).

		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
ÁGUAS DE MOURA	etp	24	26	43	58	87	106	123	116	91	65	38	23
	X	117	91	106	58	45	16	1	3	30	62	93	103
	Me	74	67	94	57	38	10	0	0	19	40	85	98
ALVEGA	etp	20	23	40	57	88	116	141	132	99	66	33	20
	X	91	80	90	59	50	23	4	5	37	62	90	91
	Me	84	65	90	43	47	17	1	2	35	58	77	81
MORA	etp	22	24	41	55	88	113	133	127	98	66	32	19
	X	95	105	85	49	44	30	2	4	37	66	87	79
	Me	92	104	88	36	33	22	0	0	33	44	76	58
SALVAT. DE MAGOS	etp	24	26	44	57	84	105	122	115	91	65	36	23
	X	78	70	80	48	39	21	2	6	32	61	87	76
	Me	73	63	87	46	38	19	0	2	20	55	88	61
SAN-TARÉM	etp	22	25	43	59	84	112	134	128	100	69	36	22
	X	97	85	99	58	47	26	4	5	39	67	98	86
	Me	65	59	85	51	43	18	1	1	26	50	87	76
SETÚBAL	etp	24	27	43	59	83	108	127	122	95	69	38	26
	X	111	90	95	51	40	15	4	4	27	56	86	92
	Me	86	71	81	49	31	9	0	0	20	44	71	66
ALCÁCER DO SAL	etp	24	27	40	55	85	110	132	125	96	68	37	22
	X	81	74	75	43	36	19	2	3	23	47	68	89
	Me	62	66	71	35	28	13	0	0	14	35	59	64
ALVA-LADE	etp	24	26	38	53	82	107	131	121	94	65	35	21
	X	81	73	69	38	30	17	1	2	22	55	71	89
	ME	65	61	60	34	20	13	0	0	12	46	63	79
ELVAS	etp	19	22	35	52	85	119	152	139	99	64	31	17
	X	78	78	77	49	39	26	4	4	29	53	76	77
	Me	63	66	71	47	42	26	0	0	19	48	59	62
ÉVORA/ CURRAIS	etp	21	23	33	49	80	110	140	131	95	65	33	17
	X	79	75	73	44	40	26	3	2	22	53	70	76
	Me	60	65	64	35	31	19	0	0	11	34	58	65
MÉRTOLA /VALE FORMOSO	etp	21	23	36	52	85	115	146	135	100	66	33	19
	X	68	58	68	45	32	22	3	2	20	60	67	84
	Me	58	86	66	35	29	22	0	0	7	51	53	55

(Continua na página seguinte)

QUADRO XXV (cont.)

		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
BRAVURA	etp	27	29	43	58	82	108	130	125	100	71	41	28
	X	103	79	89	52	41	10	2	3	22	62	85	94
	Me	103	61	80	46	26	5	0	0	9	50	77	87
FARO	etp	28	30	44	59	85	114	139	133	100	72	43	29
	X	67	59	55	32	20	8	0	1	14	50	68	67
	Me	59	49	52	20	15	3	0	0	3	31	51	49
MON-	etp	23	25	39	53	74	100	124	118	92	67	38	26
CHIQUE	X	216	186	190	101	70	30	1	7	40	128	164	193
	Me	238	150	189	95	64	16	0	1	26	91	157	139
PRAIA	etp	28	29	43	58	81	107	129	124	95	70	42	30
DA	X	63	54	61	34	23	9	1	1	17	48	64	70
ROCHA	Me	55	40	54	26	18	5	0	0	9	38	60	56
QUAR-	etp	28	30	45	60	82	107	128	121	94	69	43	30
TEIRA	X	92	61	50	23	30	11	0	2	14	54	58	61
	Me	75	45	48	12	26	12	0	0	5	35	68	46
S. BRÁS	etp	23	26	39	54	80	110	138	129	96	64	35	24
DE AL-	X	122	119	118	59	41	16	1	2	22	86	111	119
PORTEL.	Me	118	94	109	43	36	6	0	0	3	60	65	91
SAGRES	etp	35	36	49	60	78	92	100	96	78	72	48	37
	X	61	55	55	34	20	6	1	1	15	43	60	57
	Me	53	46	53	25	14	2	0	0	7	30	53	44
TAVIRA	etp	25	27	41	57	84	114	139	132	99	70	40	27
	X	87	75	70	42	25	11	1	1	18	59	73	88
	Me	78	59	69	35	21	7	0	0	4	29	62	65
VILA	etp	30	32	46	57	79	97	109	104	89	72	46	32
DO	X	72	58	61	34	27	8	1	2	16	54	67	81
BISPO	Me	63	43	59	26	23	3	0	0	7	34	54	57
V. REAL	etp	24	28	43	60	86	113	137	131	100	70	39	25
SANTO	X	64	56	67	40	22	9	1	2	15	51	60	65
ANTÓNIO	Me	58	46	65	30	13	5	0	0	6	36	56	37

Na figura 50 representaram-se os meses em que se verificou a primeira destas situações (R < 2T) nos três locais de referência, Évora, Beja e Faro e ainda, de modo a representar as condições dos locais mais chuvosos, o da estação de Portalegre.

Seguindo o critério de Gaussen, é válido afirmar-se que, de um modo geral, no Sul de Portugal, com excepção das regiões montanhosas, qualquer mês pode ser seco. Isto porque no período de 1949/78, só Portalegre apresenta um mês, Dezembro, que nunca foi seco.

Quanto à duração da estação seca, centrada no Verão, podemos verificar que aumenta gradualmente de Portalegre (passando por Évora e Beja) até Faro, portanto com um aumento progressivo de norte a sul. O seu máximo de duração atinge os 5, 7, 7 e 10 meses consecutivos em, respectivamente, Portalegre, Évora, Beja e Faro, os quais ocorrem de Abril a Novembro, nas três primeiras e de Fevereiro a Dezembro na última delas.

No que respeita à probabilidade de ocorrência de meses secos, como é óbvio, esta é máxima nos meses de Verão. Julho e Agosto apresentam, nos quatro locais considerados, uma possibilidade de serem secos de 100 % ou muito próxima (quadro XXVI).

No entanto, há outros meses de Verão e das estações intermédias com elevada probabilidade de serem secos. Esta ultrapassa os 50 %, de Junho a Agosto em Portalegre; de Junho a Setembro em Évora; de Maio a Outubro em Beja e, por último, de Abril a Outubro em Faro.

Quanto à época mais fria do ano, a probabilidade de ocorrerem meses secos é reduzida. Este tipo de situação apenas atinge um ano em cada seis nos locais mais secos, como é o caso das regiões mais meridionais, representadas

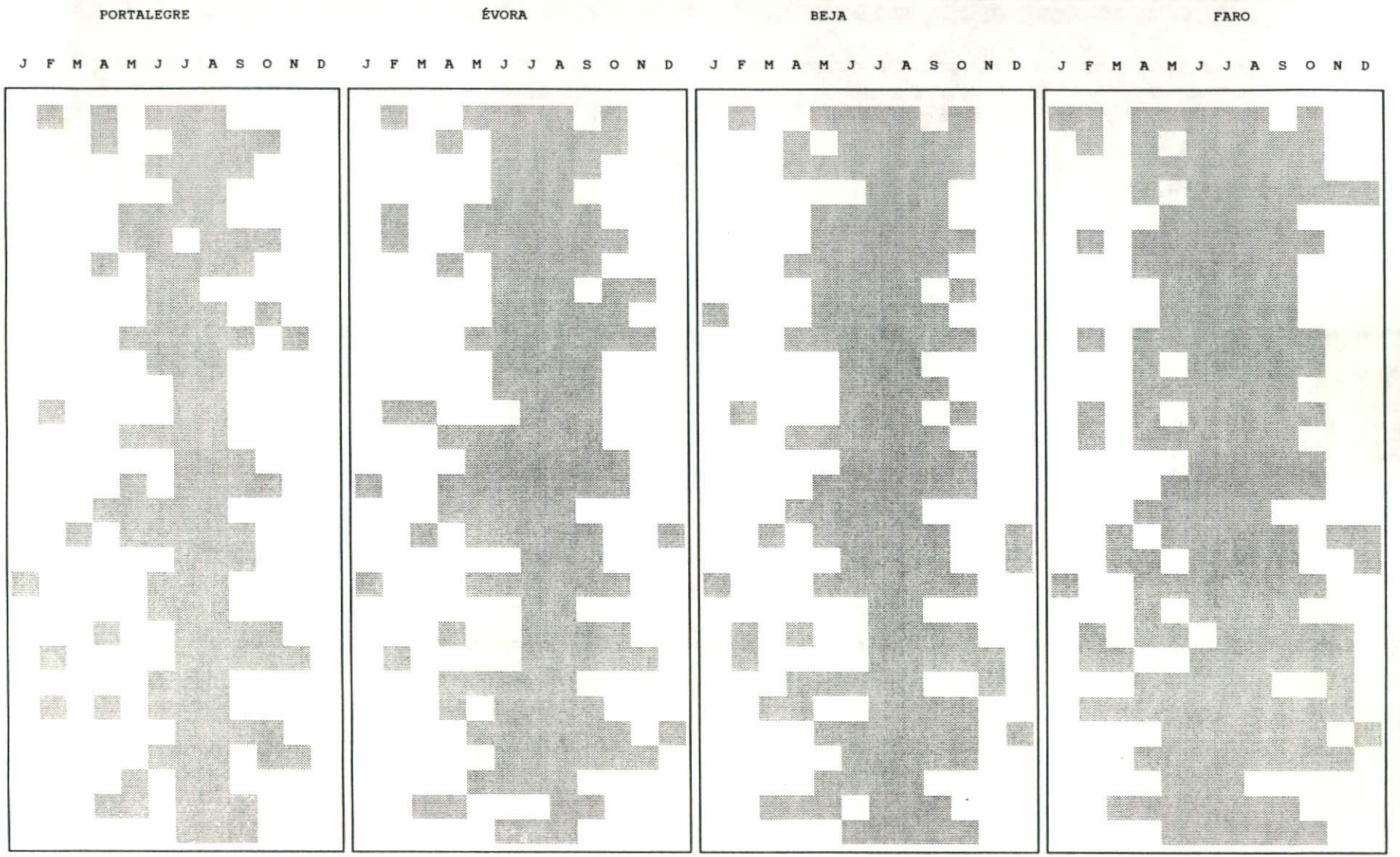


Fig. 50 - Variação anual do número de meses secos, segundo GAUSSEN (R<2T), em Portalegre, Évora, Beja e Faro, no período de 1949/78.

Quadro XXVI

Número de vezes que cada mês foi seco ao longo dos trinta anos (1949/78) segundo o critério de Gaussen (R < 2T).

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
PORTALEGRE	1	4	1	7	9	17	29	29	14	8	3	0
ÉVORA	2	5	3	9	13	24	29	30	22	13	4	2
BEJA	2	4	3	10	17	24	30	30	22	16	2	3
FARO	2	9	5	20	22	29	30	29	26	17	7	4

por Faro. No entanto, saliente-se Fevereiro que, durante o período invernal, é o mês que tem maior probabilidade de ser seco por todo o Sul.

No que respeita à variação interanual dos meses secos, é possível destacar a década de sessenta, conjuntamente com os primeiros anos da de setenta, pela maior irregularidade do período seco (figura 50). Alternam anos de longa duração da estação seca, com outros em que esta é bastante reduzida, registando-se também uma maior ocorrência de meses secos fora da época estival.

Partindo da definição de Lautensach, que só entra em conta com os valores mensais da precipitação, é possível analisar a duração da estação seca desde o príncipio do século até aos anos noventa, utilizando as séries longas de precipitação em Évora, Beja e Faro.

Na figura 51 representou-se a duração da estação seca segundo o critério de Lautensach. Para cada ano marcam-se os meses consecutivos, centrados no Verão, em que a precipitação foi inferior a 30 mm. Uma primeira análise desta figura mostra que a permanência da estação

seca aumenta ligeiramente de Évora para Beja e muito significativamente para Faro, onde se pode prolongar por quase todo o ano.

É, contudo, oportuno fazer aqui uma ressalva ao significado que poderão ter meses de Inverno com menos de 30 mm. H. Lautensach considerou este limite para os meses de Verão, o que nos parece aceitável para ver a duração da estação seca nos locais em que tal situação em regra não se prolonga para os meses de Inverno.

No caso de Faro é relativamente frequente que esta condição se verifique logo muito precocemente no Inverno, ou se prolongue tardiamente até esta mesma época. Daí a reserva quanto ao significado destes meses com menos de 30 mm de chuva no Inverno. Provavelmente não serão meses de acentuada secura, como no Verão. Isto porque a uma temperatura bastante mais reduzida nesta época do ano corresponde uma etp bastante inferior à registada naquela época.

No entanto, embora seja abusivo considerar estes meses como secos, é útil destacá-los pois, em geral, acabam por ter um significado próprio. Demarcam frequentemente os fins de Inverno com pouca abundância de chuva, precursores de um estio com acentuada secura, ou o prolongamento desta pelo Outono e Inverno.

A figura 51 permite também detectar tendências de evolução interanual relativamente contrárias, entre Évora e Beja por um lado e Faro por outro lado. Assim, nas duas primeiras nota-se um certo aumento da duração da estação seca nos últimos decénios deste século relativamente aos primeiros, enquanto em Faro a situação parece ser oposta.

Para melhor detectar estes dois tipos antagónicos de evolução contabilizou-se, ano a ano, a duração da estação seca. A comparação dos totais obtidos na primeira e segunda metade dos noventa anos confirma o que foi dito.

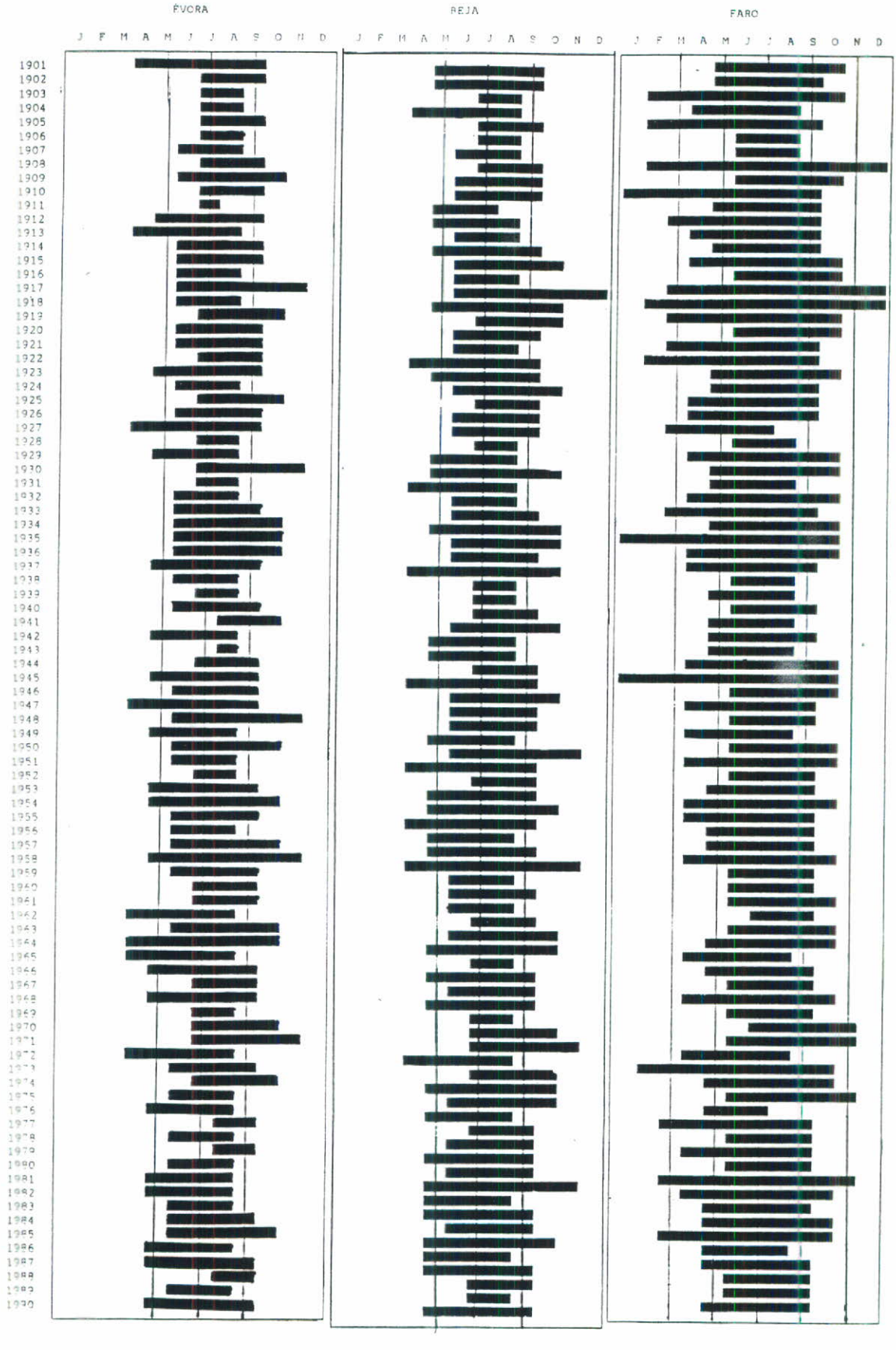


Fig. 51 - Duração da estação seca, segundo LAUTENSACH (R<30mm), em Évora, Beja e Faro (1900-01/1989-90). Consideraram-se, apenas, os meses secos consecutivos e centrados no período estival.

A duração média do período de secura aumenta ligeiramente em Évora e Beja dos primeiros 45 anos deste século para os segundos, enquanto em Faro há uma tendência para a diminuição do período de secura que se traduz num aumento de anos em que a duração da estação seca foi menor.

Os histogramas da duração em meses da estação seca, representados na figura 52, confirmam as tendências assinaladas. Nos primeiros 45 anos, em Évora, a duração mais frequente da estação seca foi, por ordem decrescente de ocorrências, de 3, 4 e 5 meses. Nos útimos 45 anos, embora tenham sido aquelas durações as mais frequentes, a sua ordem é inversa, sendo a de 5 meses a que regista maior frequência de ocorrência.

Em Beja, na primeira metade dos noventa anos, predominam as classes de 3 e 4 meses, enquanto na segunda se destacam as de 4 e 5 meses.

Para Faro, as maiores frequências registam-se nos primeiros 45 anos, nas classes de respectivamente 5, 6 e 7 meses; nos segundos a classe de 5 meses mantém a supremacia, mas seguida da de 4 meses.

Quanto à duração máxima da estação seca, refira-se que em Évora ela passa de 6 para 7 meses, da primeira para a segunda metade do período considerado. Em Beja, passa de 7 para 8 meses. Por último, em Faro, reduz-se de 11 para 9 meses, confirmando a tendência já referida de uma diminuição do período de secura nas décadas mais recentes.

Também neste caso, a diminuição verificada em Faro é mais acentuada do que o acréscimo da estação seca detectado em Évora e Beja.

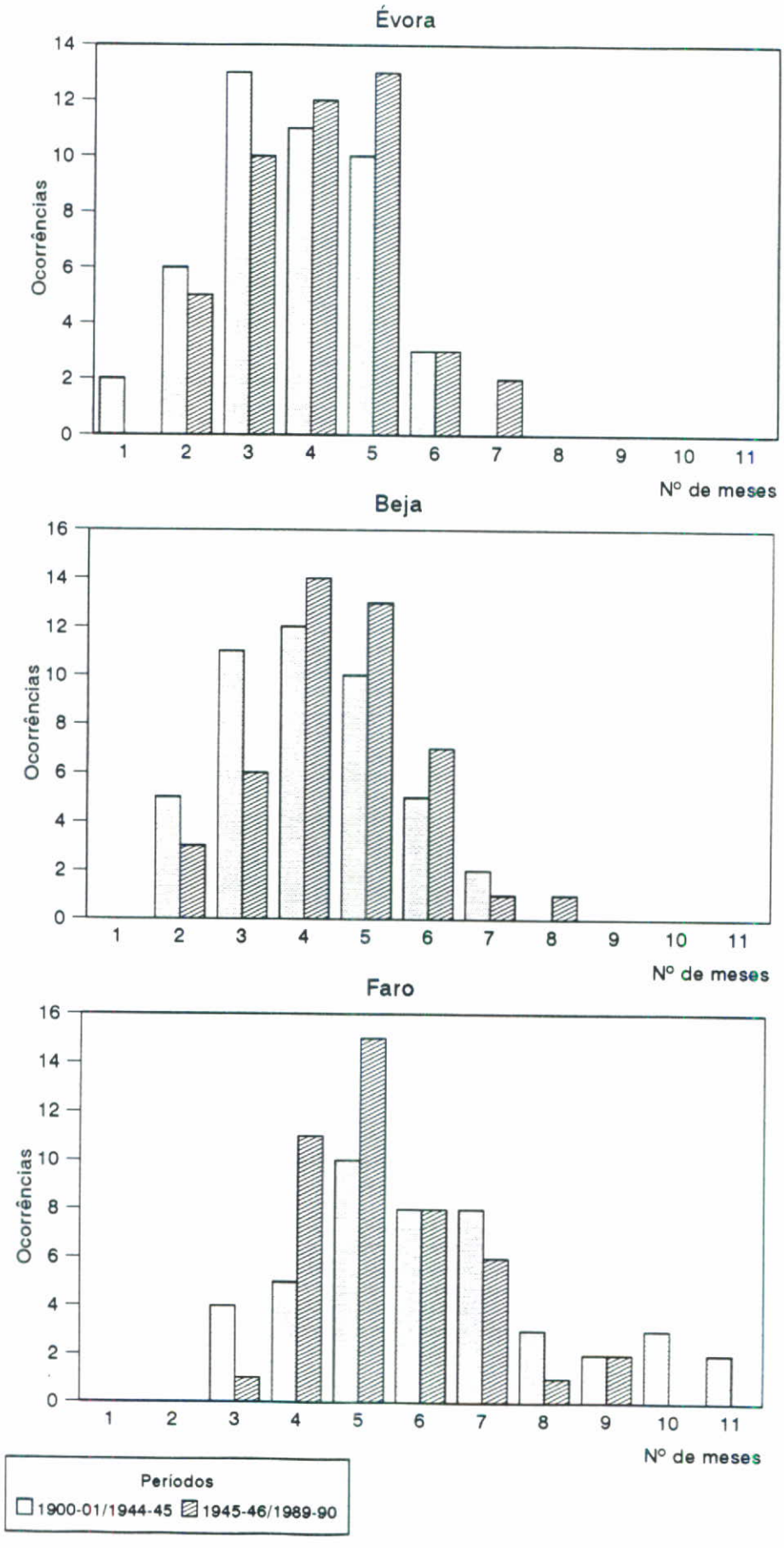


Fig. 52 - Comparação dos histogramas de frequência do número de meses secos consecutivos em cada ano, no período 1900-01/1944-45 com o de 1945-46/1989-90), em Évora, Beja e Faro, segundo LAUTENSACH (R<30mm).

3. AS SECAS: DEFINIÇÃO, DELIMITAÇÃO E METODOLOGIAS PARA O SEU ESTUDO

O conceito de seca é de utilização vulgar em todos os orgãos de Comunicação Social, bem como tema de conversa de qualquer cidadão. Contudo, o significado de seca é vago, sendo, a qualquer nível, difícil encontrar-lhe uma definição precisa e objectiva.

A discussão da questão das secas é um tema de actualidade no nosso país, mercê da escassez pluviométrica registada ultimamente. Esta, tem afectado o país em geral, mas com especial incidência no Sul e, sobretudo, no Alentejo. Aqui, a escassez das chuvas comprometeu grande parte das culturas, dizimou rebanhos e provocou restrições no abastecimento público em 1991/92. Dificuldades que se agravaram com um segundo ano consecutivo de seca, em 1992/93.

Este assunto tem sido abordado por numerosos geógrafos. Citem-se, por se referirem a episódios de seca no nosso território, os trabalhos de D. e A. de B. FERREIRA (1981 e 1983), sobre a seca invernal de 1980/81 e o de M. FEIO e V. HENRIQUES (1983 e 1986) sobre as secas de 1980/81 e de 1982/83 e principais secas anteriores. Neste último são referidas como principais secas (posteriores ao funcionamento de pelo menos quatro postos de medição), as dos anos de 1867/68, 1873/74, 1917/18, 1944/45, 1948/49, 1975/76, 1980/81 e 1982/83. De entre estas, os autores assinalam a de 1944/45 como a mais acentuada que se conhece, utilizando-a como termo de comparação.

As secas afectam e devastam as mais diversas regiões, sendo um problema de âmbito mundial. São comuns as notícias sobre este tipo de situações e, em especial

sobre as suas consequências do ponto de vista económico, social e humano. Nas últimas décadas, tem sido feita uma ampla difusão de notícias referentes a secas que têm afectado as mais diversas paragens como o Nordeste do Brasil, o continente africano (Sahel; Moçambique; Etiópia...), na Austrália...

Contudo, apesar da sua actualidade, o termo seca é muitas vezes utilizado sem ser definido previamente, sendo frequente, por exemplo, a sua ausência dos índices dos manuais de climatologia.

A seca é um acontecimento esporádico, que corresponde a uma duração anormalmente longa de um período de secura, ao contrário da aridez que, como foi visto, é uma característica permanente de determinados tipos de clima.

Segundo H. E. LANDSBERG (p.593, 1982), o fenómeno seca é uma parte inevitável do clima, mesmo em regiões de chuvas abundantes. A elas está ligado um flagelo que desde a antiguidade tem acompanhado o homem, a fome. A sua análise é geralmente feita a partir do seu impacto na biosfera e nas actividades do homem. Aliás, para este autor, a utilização deste conceito só faz sentido quando utilizado relativamente a áreas em que alguma forma de agricultura, horticultura ou silvicultura são possíveis.

Para definir seca é necessário saber identificá-la, reconhecer os seus efeitos e avaliá-los (R. L. HEATHCOTE, 1969). É, pois, essencial delimitar a sua duração ou seja encontrar-lhe o início e o fim.

Na bibliografia da especialidade não se encontra uma definição universal. Os vários autores estão de acordo em que a causa da seca está ligada a uma precipitação inferior ao que é comum, situação que está na origem de uma outra definição frequente que a aponta como uma grave escassez de água. Contudo, este tipo de definições,

amplas e aceites geralmente por todos, levantam problemas vários, em virtude de serem pouco precisas.

A primeira dificuldade surge na especificação do limiar mínimo de precipitação ou de água disponível a partir do qual se considera que existe seca. Saliente-se que este limiar não depende apenas das disponibilidades deste recurso, mas também da natureza e extensão das comunidades de plantas e animais, bem como das sociedades humanas.

Há portanto que considerar não só as disponibilidades, mas também as necessidades de consumo, para estabelecer o limite a partir do qual passa a existir seca [20]. Ou seja, como afirma J. H. MAHER (1968, p.715), o conceito de seca não pode ser dissociado do uso que é dado à água.

Por outro lado, há também que ter em conta a escala do fenómeno. A falta de água só deve ser considerada como determinante de uma seca quando se fizer sentir sobre uma região suficientemente extensa e durante um período de tempo relativamente longo.

A seca não é, portanto, um acontecimento pontual e fugaz. Implica sempre uma diminuição significativa do recurso água, num espaço vasto, cujo efeito se faz sentir durante um certo tempo. Para L. V. da CUNHA (1982), deve-se considerar que ocorre seca sempre que o défice e a área afectada sejam tais que os impactos económicos, sociais e ambientais da seca sejam importantes para o homem.

Tal como para a aridez, também para a seca se encontram definições que dependem dos interesses de cada investigador, bem como das regiões estudadas. Deste modo,

---

(20) Para L. V. da CUNHA (1982), o critério para a fixação deste valor crítico depende geralmente de factores económicos, impostos pelas actividades agrícolas, pecuárias, domésticas e indústriais, elas próprias fortemente dependentes do nível e estilo de vida das populações na região considerada.

como afirma J. V. MAHER (1966), a sua definição é difícil não só devido à sua natureza, mas também em função das áreas e objectivos em que é considerada.

Assim, segundo a WMO/IHD (1967), para o meteorologista a seca é uma situação sem precipitação durante um período longo, no qual deveria ter ocorrido normalmente alguma precipitação, cujos quantitativos dependem da localização geográfica do lugar e da estação do ano; para o agrónomo traduz-se numa deficiência de água para o desenvolvimento das culturas; para o hidrólogo é considerada como uma diminuição dos níveis de água superficial e subterrânea; para o economista significa uma diminuição prejudicial da disponibilidade de água que afecta a economia estabelecida...

Pode dizer-se que, consoante as disciplinas, se consideram diferentes manifestações da escassez de água resultantes quer da diminuição do *input* fornecido pelas precipitações quer da maneira como estas se distribuem no espaço e no tempo.

Assim, segundo a UNESCO/OMM (1987), um total anual reduzido, repartido por fortes chuvadas, pode originar um escoamento anual normal, mas em que as colheitas foram afectadas; seca do ponto de vista meteorológico e agronómico mas não do hidrológico. Também um ano de quantitativos normais de precipitação, pode apresentar défices no período crítico do desenvolvimento das culturas, embora possa ser normal em termos de escoamento, se o período anterior tiver sido chuvoso. Isto prova que não há uma relação directa entre os défices e os totais de chuva, já que aqueles resultam, também, como já foi dito, da intensidade das chuvadas e da sua distribuição espacial e temporal.

Além das referidas anteriormente, existem múltiplas definições de seca. A sistematização destas pode ser

encontrada em duas publicações, em WMO/IHD (1967) e em WMO (nota técnica n°138, 1975).

Ambas agrupam as definições em vários tipos. Na primeira consideram-se as definições meteorológicas, climatológicas, atmosféricas e referentes à agricultura; na segunda são agrupadas tendo em conta os parâmetros que utilizam: precipitação, precipitação e temperatura média, parâmetros da água no solo e estado das plantas, índices climáticos e estimativas da evapotranspiração e, por fim, definições gerais.

Ressalve-se, contudo, que na última publicação, os índices de aridez aparecem agrupados com as definições em que se consideram as precipitações e as temperaturas médias. Segundo os autores, esta opção resulta do facto destes índices serem úteis para estudar as secas quando se dispõem de poucos dados.

As secas, se tiverem uma forte intensidade, são um fenómeno que acaba por afectar directa ou indirectamente todo o meio físico, bem como as actividades do homem. Para P. BROCHET (1976), trata-se "de um conjunto de circunstâncias não só atmosféricas mas respeitantes à totalidade do meio físico e biológico que apresentam um carácter simultaneamente complexo e relativo" (ob. cit p.81). Para este autor, a seca é sempre um acontecimento complexo que resulta de uma anomalia profunda do balanço hídrico, no qual intervêm uma série de factores. Os diversos termos do balanço hídrico são, consoante as disciplinas, utilizados para identificar a intensidade de seca.

Nas grandes secas, as consequências (escoamento deficitário, reservatórios total ou parcialmente vazios, toalhas de água subterrâneas com níveis inferiores aos normais, culturas perdidas e vegetação natural com desenvolvimento comprometido) são tão evidentes que é fácil identificá-las.

Para M. L. BETTENCOURT (1984), pode considerar-se que existe seca numa dada região, sempre que há uma carência de precipitação, continuação da evaporação e esgotamento do armazenamento de água no solo. Tudo isto como resultado de uma deficiência prolongada de chuvas que afecte seriamente o desenvolvimento das plantas.

Para finalizar, assinale-se a opinião de S. GREGORY (1986). Segundo este autor uma definição relativa ou específica de seca numa dada região é de várias maneiras suportada pelo conceito de seca ecológica, quando a deficiência em água leva ao emurchecimento e a danos permanentes nas plantas. Esta resposta fisiológica pode ocorrer, aliás, para diferentes níveis da reserva de água no solo, dependendo do tipo de vegetação que a sua humidade permite suportar. Seca para um tipo de planta pode constituir o ambiente normal para outra.

No entanto, a resistência das plantas cultivadas à secura e à humidade dos solos é hoje frequentemente manipulada pelo homem, o que dificulta a comparação no espaço e no tempo, bem como entre diferentes culturas e tecnologias.

O problema da delimitação dos períodos de seca

Um dos principais problemas na definição de seca, relaciona-se, como foi referido, com o seu início, que está subordinado ao limiar a partir do qual se estabelece que existem condições de seca. Este, por seu lado, está dependente dos objectivos a que se destina a análise da seca, do contexto climático em que se insere e do grau de desenvolvimento tecnológico das sociedades a que diz respeito. M. FEIO e V. HENRIQUES (1986, p.11) referem que a definição dos limites das secas "oferece naturalmente grandes dificuldades e tem muito de arbitrário".

Segundo o relatório da WMO/IHD (1967), os primeiros trabalhos sobre as secas datam da segunda metade do século passado e início deste século (BLANFORD, 1868; ELIOT,1909 e WALKER, 1914). Referem-se às fomes na Índia, país essencialmente agrícola, onde havia uma relação directa entre as situações de fome e as secas.

Neste país, as chuvas concentram-se durante o curto período da monção de sudoeste, cujo atraso ou ausência são responsáveis por elevada variabilidade pluviométrica, fracas produções agrícolas e consequentes episódios de fome.

Fins diversos e regiões distintas do globo levam ao estabelecimento de limiares muito díspares. Por exemplo, na Grã-Bretanha, com dias de chuva frequentes ao longo de todo o ano, a existência de um período não muito longo sem precipitação pode levantar problemas, sobretudo a nível do abastecimento público de água, dependente de reservas dimensionadas de acordo com o ritmo habitual de ocorrência de precipitação.

Assim, como se referiu, na Grã-Bretanha, desde 1887 que se considera oficialmente que há seca sempre que ocorrem mais de 15 dias consecutivos sem chuva (R. L. HEATCOTE, 1969). Esta definição entra em conta não só com a deficiência pluviométrica, mas sobretudo com as necessidades de consumo urbano. É totalmente desajustada, por exemplo, para os climas de características mediterrânicas, onde períodos destes, sem chuva, são comuns mesmo na metade chuvosa do ano e em que o Verão pode registar meses consecutivos sem chuva.

Por oposição, apresenta-se também a definição de seca para a Austrália, com défices pluviométricos que podem ser bastante mais fortes do que os registados no nosso clima, segundo FOLEY (1955), citado por HEATCOTE (1969). Para este autor, a seca constitui um período de chuvas deficitárias, que se estende por meses ou anos de

tal maneira que as colheitas e pastagens são seriamente afectadas, senão completamente queimadas e destruídas, as reservas de água gravemente esgotadas ou completamente secas, provocando a morte dos animais.

Esta definição, relativa a um continente com climas mais áridos do que o nosso e com maior irregularidade pluviométrica, também não se ajusta à nossa situação. Este limiar é demasiado rigoroso, traduzindo não só uma situação rara mas mesmo de excepção, com consequências certamente muitíssimo graves num clima como o nosso.

Do que foi dito, depreende-se que as secas podem ter durações muito variáveis. Esta depende inevitavelmente do limiar a partir do qual se determina a sua existência. Varia, portanto, em função dos factores atrás apontados para aquele limiar. Daqui se conclui que uma seca tanto pode durar algumas semanas, como alguns meses ou mesmo alguns anos. Tal situação é comprovada pelos exemplos dados em relação aos casos extremos da Grã-Bretanha e da Austrália.

Apesar das diferenças no limiar de seca, PÁLMER (1965), citado por F. DURAND-DASTÈS (1985), afirma que as populações que vivem nos climas húmidos têm uma noção de seca idêntica às que habitam nas regiões de clima semi--áridos. Esta noção está sempre relacionada com os graves problemas que a falta de água origina na economia regional.

Convém também salientar que o significado de um determinado défice depende do desenvolvimento das respectivas sociedades. Para J. CHARRE (1977), o nível técnico destas, as relações sociais de produção e a organização das redes de produção fazem variar o limiar e intensidade das secas. Nos países desenvolvidos, o nível económico consegue promover mecanismos de compensação capazes de absorver os prejuízos resultantes de uma seca, sendo as discussões geralmente ao nível das políticas a

desenvolver para ultrapassar as dificuldades dela resultantes.

O mesmo não acontece nos países com economias mais débeis, assentes essencialmente no sector primário, não suportam os seus efeitos adversos, acabando estas por se traduzir numa falta de água e de bens de consumo, total ou parcialmente dependentes da produção agrícola seriamente comprometida.

Parece haver, assim, uma variação directa entre o limiar de seca e o nível de desenvolvimento das sociedades. No entanto, esta relação não é tão simples, pois a utilização de novas técnicas tem essencialmente como objectivo o aumento da produção e consequentemente dos lucros e não um desenvolvimento sustentado respeitando o equilíbrio ambiental.

Como assinala J. CHARRE (1977), o progresso e difusão da tecnologia não significa uma contínua diminuição da precaridade da produção agrícola por transformação das limitações naturais. As tecnologias inovadoras podem provocar outras relações sociais de produção e podem criar novos riscos. Suprimem-se velhas limitações mas produzem-se outros inconvenientes; aliás o objectivo consiste mais em maximizar a rentabilidade, como foi dito, do que em minimizar o risco.

O início e o fim da seca são sempre difíceis de estabelecer. Uma seca não começa no fim da última precipitação útil. As reservas de água no solo e subterrâneas permitem que durante algum tempo, a ausência de chuva não signifique seca. Contudo, como se referiu anteriormente a seca não surge simultaneamente em todas as componentes do balanço hídrico.

Como asssinala F. DURAND-DASTÈS (1985), resulta da recorrência de situações de tempo seco que levam ao aparecimento de um défice no balanço

precipitação/evapotranspiração potencial. Este, que nas nossas regiões se pode verificar em qualquer época do ano, não tem sempre o mesmo significado.

No Inverno, por exemplo, do ponto de vista agronómico pode não comprometer o desenvolvimento das plantas, pois a evapotranspiração potencial é baixa, mas impede a constituição quer das reservas de água subterrâneas quer das reservas de água no solo, essenciais ao crescimento da vegetação durante a Primavera.

Segundo a UNESCO/OMM (1987), o fim da seca é geralmente mais visível e mais fácil de determinar do que o seu início, particularmente quando o período de seca é interrompido por chuvas abundantes que saturam o solo, reconstituem as reservas subterrâneas e aumentam os caudais dos cursos de água.

No entanto, nem sempre assim acontece. Um episódio chuvoso isolado pode não ser suficiente para interromper um período seco. Levanta-se a questão de saber a partir de que limite se considera o fim da seca. Este pode ser definido a partir de critérios numéricos deduzidos do estudo empírico de um certo número de casos (ob. cit., p.4).

Metodologias para o estudo das secas

Assim, consoante as definições também as metodologias para o estudo das secas são variadas e dependentes daquelas.

Segundo F. LOPEZ BERMUDEZ (1985), estas metodologias perfilam-se em dois grandes grupos, por um lado, a climatico-meteorológica e, por outro lado, a socio-económica. Sublinha também que para a análise correcta

deste fenómeno é necessário a conjugação de ambas. Refere a ligação das primeiras aos métodos estatísticos de probabilidade, às percentagens das precipitações relativamente aos valores médios e ainda ao ritmo mensal ou anual das chuvas de um dado período, relativamente ao que é normal. Salienta que este tipo de análise permite verificar a intensidade da seca e ponderar a gravidade do fenómeno, em relação às actividades económicas que dependem directamente do homem.

Sobre esta matéria, J. CHARRE (1977) alerta para as insuficiências da climatologia praticada durante longo tempo pelos geógrafos. Nesses trabalhos não se tinha em conta a noção de variabilidade. A média calculada por anos civis era o único parâmetro considerado. Utilizava-se, assim, uma metodologia totalmente inadequada para o estudo das secas, pois estas constituem um fenómeno esporádico que se caracteriza por um afastamento da situação mais habitual.

Se, para simplificar, considerarmos que, no plano climatológico, a seca depende essencialmente da precipitação, os valores médios por si só não podem indicar os riscos de seca existentes.

Também a sua intensidade não pode ser medida pela diferença entre as chuvas recebidas no período de seca e as normais neste período. J. CHARRE (1977) salienta que o importante é a diferença entre a chuva ocorrida e a necessária, sendo esta próxima da precipitação mais provável. Aconselha a análise frequencial das precipitações com vista à determinação da variabilidade absoluta e das probabilidades de ocorrência de uma situação particular, enquadrando-a globalmente na história conhecida do clima do local, tornando possível estimar riscos. Tudo isto partindo da hipótese que o clima não evolui nem está sujeito a fenómenos cíclicos.

Para S. GREGORY (1986), uma diminuição de precipitação é o aspecto mais óbvio da seca e, conjuntamente com a relativa facilidade de dados, leva a que sejam feitos mais estudos sobre défices de precipitação do que sobre todos os outros aspectos do balanço hídrico. Para este autor, os défices de precipitação ou humidade que levam à ocorrência de seca são resultado de modificações na estação chuvosa ou no conjunto do ano. Refere que as causas das secas se devem normalmente mais ao atraso, cessação precoce ou falta de precipitação dentro do período chuvoso, do que a uma redução ao longo de toda a estação das chuvas.

Como se demonstrou, a seca é um fenómeno complexo, de difícil quantificação, que pode ser encarado sob diferentes perspectivas, consoante os interesses e objectivos de cada investigador. Neste trabalho, não se pretende um aprofundamento dos diversos aspectos que definem a seca e está fora do seu âmbito a análise das suas consequências. A seca vai ser encarada do ponto de vista da escassez das precipitações. Procurou-se encontrar a diferenciação espacial da sua intensidade e, sobretudo, compreender as causas que levam ao aparecimento de longos períodos de inibição pluviométrica, em épocas do ano em que as chuvas são comuns.

4. A PERSISTÊNCIA DAS SECAS

Uma opinião comum a muitos autores é a de que a seca cria condições para a sua própria continuidade. Isto porque, ocorrem geralmente mais anos com precipitações abaixo do que acima do valor médio e há uma certa tendência para que os períodos secos persistam por mais tempo do que o explicado pelo acaso.

H. E. LANDSBERG (1982, p.594) salienta que uma vez estabelecidas as condições de seca, há uma considerável tendência para que estas persistam como parte de um fenómeno de auto-perpetuação. Segundo este autor, durante uma seca produz-se uma diminuição exponencial da água no solo e consequentemente, da evaporação e evapotranspiração o que leva a uma carência de humidade e de calor latente. Em tais circunstâncias, nas regiões interiores, afastadas dos fluxos húmidos do oceano, há uma forte redução no desenvolvimento de fenómenos convectivos locais, criando-se condições para a persistência da seca. Estas, só serão interrompidas quando grandes modificações nos padrões do fluxo tornem possível a chegada de massas de ar húmido.

Na bibliografia especializada sobre secas, encontram-se referências sobre esta problemática cuja discussão parece longe de estar esgotada. Em UNESCO/OMM (1987, p.7 a 15), tenta-se fazer um ponto da situação àcerca deste assunto. Apresentam-se os resultados obtidos por dois tipos de metodologias, cada uma delas utilizada por vários autores e em diversas regiões. Separam-se, por um lado, os trabalhos com base nas autocorrelações e, por outro, os que se baseiam na estatística das séries contínuas (ou seja, na duração dos episódios de anos sucessivos de precipitação inferior ou superior às

condições médias). Os resultados obtidos pelo primeiro método permitem afirmar que a persistência é uma característica relativamente ténue, destacando-se que, segundo BRUNET-MURET (1975), os valores de persistência, embora sempre fracos, são ainda mais reduzidos nas regiões mais chuvosas, aproximando-se mesmo do valor nulo quando os totais anuais de chuva atingem os 1500 mm. Pela segunda metodologia, os resultados são mais díspares. Nuns conclui-se que as séries parecem aleatórias, enquanto noutros se encontram longas séries secas.

Assim, a existência de persistência parece ser mais clara quando analisada a partir das séries do que pela autocorrelação. No referido trabalho (UNESCO/OMM, 1987, p.15), num exame mais minucioso das variações de pluviosidade ano a ano, destaca-se que a persistência é marcada sobretudo para os valores extremos e este comportamento, absolutamente contrário às características das distribuições normais, vem invalidar o significado dos testes convencionais. As provas de maior persistência em certas regiões não são totalmente claras, sendo possível que este fenómeno surja, com mais evidência, quando se utilizam índices regionais, em vez de dados de estações individuais de medição.

Por seu lado, F. DURAND-DASTÈS (1985), resume os ensinamentos da bibliografia recente sobre este assunto, afirmando poder-se dizer "que durante o último século não se demonstrou a existência de tendências significativas na maioria das regiões estudadas, mas que frequentemente existem ciclos identificáveis".

No caso das precipitações no Sul de Portugal os métodos assinalados em UNESCO/OMM (1987), utilizados por KATZ (1978) e por GRADDOCK *et al* (1962), dão resultados pouco concludentes.

KATZ analisa o intervalo de variação dos valores de precipitação dos anos que se seguem aos secos e aos

chuvosos, definidos a partir dos quartis. No caso do Sul de Portugal, procedeu-se a esta análise para os anos correspondentes aos quintis extremos, da série das precipitações médias referentes aos dez locais atrás escolhidos, como representativos dos regimes pluviométricos destas regiões [21] para o período de 1949/78 e também para as séries longas de Évora, Beja e Faro (1901/90).

Os resultados obtidos para a primeira daquelas médias mostram que, nos anos que se seguem aos seis mais secos, a amplitude de variação dos totais anuais foi de 454 mm, enquanto nos anos que se seguem aos seis mais chuvosos aquele valor foi relativamente mais baixo, com 350 mm. Para a série longa aquelas diferenças foram de respectivamente 590 mm e 449 mm. Refira-se que a amplitude de variação resulta mais da diferença entre os valores mínimos observados nos anos seguintes aos que correspondem ao primeiro e último quintil, do que aos dos respectivos valores máximos. Deste modo, parece haver uma certa tendência para que os anos de maior escassez pluviométrica se sucedam a anos com características do mesmo tipo.

O método utilizado por CRADDOCK *et al* (1962), divide a série de totais pluviométricos em quintis, contabilizando as mudanças operadas entre aqueles, de ano para ano, cronologicamente. Assim, para possibilitar uma análise mais exaustiva, utilizamos a série de valores médios anuais, referentes às precipitações de Évora, Beja e Faro, para 1901/90. Obtiveram-se as correspondências assinaladas no quadro XXVII, que assinalam todas as mudanças de quintis, ano a ano, ao longo do período considerado.

---

(21) Segundo a UNESCO/OMM (1987), é preferível fazer a análise da persistência a partir de dados médios referentes a grupos de locais de medição. Isto porque, aumentando a superfície considerada, suprimem-se grande parte dos efeitos das perturbações locais de curta duração causadoras de chuvas.

QUADRO XXVII

Análise dos quintis de precipitação no Sul de Portugal mostrando a frequência dos tipos de transição (entre quintis) de cada ano ao seguinte. A série considerada é a dos valores médios de Évora, Beja e Faro, no período de 1901/90.

		CLASSE DO QUINTIL PARA O ANO SEGUINTE				
		I	II	III	IV	V
CLASSE DO QUINTIL PARA O ANO DE ORIGEM	I	3	2	5	5	3
	II	4	5	3	2	4
	III	4	5	3	2	3
	IV	4	4	2	7	1
	V	3	2	6	1	6

Nos resultados encontrados parece haver uma maior probabilidade de persistência dos anos extremos ou seja, aqueles que indicam a hipótese de um ano chuvoso ou muito chuvoso e um ano seco ou muito seco serem seguidos por outros de características idênticas. Ou seja, uma maior permanência dos anos pluviometricamente extremos, mas, em que, parecem ser os mais chuvosos que registam a probabilidade mais elevada de persistirem.

Assim, podemos afirmar que, para o Sul de Portugal, os métodos utilizados anteriormente dão resultados relativamente contraditórios e pouco sugestivos da existência de persistência. Confirmámos, assim, como salienta M. L. BETTENCOURT (1984), que a análise dos registos de precipitação não indica tendências claras, mas sim flutuações, que podem durar alguns anos. Referindo-se aos resultados obtidos pela análise espectral, o referido autor assinala que esta "revela não

só ciclos mal definidos de precipitação, mas também um ritmo muito irregular de dois a três anos" (ob. cit., p.18).

CAPÍTULO III

OS EPISÓDIOS DE SECA

1. ENQUADRAMENTO DOS ANOS DE SECA

Como se viu nos capítulos anteriores, as secas têm merecido a atenção de numerosos autores, alguns dos quais citados ao longo desta segunda parte.

Sendo um fenómeno à primeira vista simples, motivado pela escassez de água, a sua abordagem envolve mecanismos complexos e é, como se referiu, dificultada pela necessidade do estabelecimento de limiares ajustados às regiões em causa.

Para Portugal, além dos trabalhos de geógrafos já mencionados D. e A. de B. FERREIRA (1981 e 1983) e M. FEIO e V. HENRIQUES, 1983 e 1986), refiram-se os de outros especialistas como M. A. ALMEIDA (1981) ou L. V. CUNHA (1982) e M. L. BETTENCOURT (1984), estes dois últimos já referidos ao longo dos capítulos anteriores.

Em D. e A. de B. FERREIRA (1981 e 1983) estuda-se o episódio de seca, ocorrido ao longo do Inverno de 1980/81, analisam-se os défices pluviométricos e a evolução dos balanços hídricos, bem como as causas sinópticas da seca e os tipos de tempo verificados. A escassez registada, devido às precipitações terem sido praticamente nulas durante muito tempo, bem como as consequências dela resultantes, não permitiram dúvidas quanto à sua ocorrência. A análise abarcou o período correspondente à manutenção de um forte défice pluviométrico.

Em M. FEIO e V. HENRIQUES (1983 e 1986), é feito um levantamento das principais secas desde que há registos pluviométricos. A identificação dos anos de seca foi feita relacionando as chuvas de um dado período com a respectiva média.

Para o estudo dos anos secos adoptou-se o método dos decis, tal como no trabalho de GIBBS e MAHER (1966) (22), referente à análise da seca no continente australiano e também utilizada por M. L. BETTENCOURT (1984), que agrupa as classes consideradas no referido trabalho sobre a Austrália.

Segundo GIBBS e MAHER, a precipitação constitui o melhor indicador individual da seca. Partindo desta premissa, utilizaram os respectivos decis anuais para averiguar a sua distribuição temporal e principalmente a espacial, tendo concluído que as regiões com totais inferiores ao primeiro decil coincidiam grosseiramente com as afectadas pela seca.

---

(22) Citados por MAHER (1968). Segundo estes autores os anos com precipitações superiores ao sétimo decil são considerados como chuvosos ; entre o terceiro e o sétimo decil como médios (neste caso o termo média, "average", é empregue em sentido lato, parecendo-nos que a designação correcta seria a de mediana) e abaixo do terceiro decil como de escassez de chuvas. Nestes, entre o terceiro e o segundo decil, os anos são ditos de abaixo da "média" (below average), entre o primeiro e o segundo decil como muito abaixo da "média" (much below average) e os abaixo do primeiro decil como muitíssimo abaixo da "média" (very much below average). Designação correspondente têm os chuvosos (acima do sétimo decil)

inferiores ao primeiro decil coincidiam grosseiramente com as afectadas pela seca.

No caso português, como foi dito, o limiar da seca deve ser menos apertado, alargando-se a situações de menor deficiência pluviométrica. Daí o considerarmos como afectadas por seca severa não só as regiões com chuvas anuais abaixo do primeiro decil, mas também abaixo do segundo, redução esta que significa já um forte défice em relação às precipitações habitualmente esperadas.

A selecção dos anos mais secos foi feita partindo da posição destes na série ordenada de 1949/78. Para cada local de medição, com registos nestes trinta anos, consideraram-se como secos os seis de precipitações mais reduzidas (inferiores ao segundo decil). Partindo deste cenário, foi possível seleccionar os anos que tiveram um maior número de locais de medição, abaixo do segundo decil. Estes correspondem aos aqui considerados como secos ou que, segundo a terminologia de GIBBS e MAHER, tiveram num maior número de locais precipitações muito abaixo da média (inferiores ao segundo decil) ou mesmo muitíssimo abaixo desta (inferiores ao primeiro decil).

Foi assim exequível encontrar os anos atingidos por maior escassez pluviométrica e, dentro destes, escolher aqueles em que esta atingiu um maior número de locais.

Os anos com mais locais de medição incluídos na categoria acima definida foram, destacadamente, os de 1948/49 e 1964/65. Dos 89 postos considerados, 74 estiveram nesta situação em 1948/49 e 79 em 1964/65, ou seja, respectivamente, 83 % e 89 % dos locais. Destes 74 % e 60 % corresponderam a casos com precipitações inferiores ao primeiro decil (quadro XXVIII).

Os anos de 1948/49 e 1964/65 foram os mais secos da série, correspondendo às precipitações anuais mais reduzidas da série em 65 % dos postos de medição.

Contudo, a secura parece ter sido ainda mais intensa em 1948/49, que registou maior número de casos com precipitação abaixo do primeiro decil, correspondendo mesmo ao mínimo absoluto da série em 38 dos 89 locais, contra 20 no ano de 1964/65.

QUADRO XXVIII

Número de locais em que cada um dos anos mais secos (de 1949/78) registou precipitações anuais inferiores ao primeiro e ao segundo decil (T). Apresentam-se, também, as percentagens (%) relativamente ao total dos locais considerados.

	48/49		52/53		57/58		64/65		71/72		73/74		74/75		75/76	
	T	%	T	%	T	%	T	%	T	%	T	%	T	%	T	%
D1	66	74	20	23	14	16	53	60	16	18	18	20	15	17	20	23
D2	8	9	26	29	20	23	26	29	26	29	19	21	39	43	25	28
D1+D2	74	83	46	52	34	38	79	89	42	47	37	42	54	61	45	51

Assim, para uma análise mais pormenorizada, seleccionaram-se os dois anos atrás referidos, em função da intensidade da seca e sua extensão espacial.

Dos restantes anos considerados segue-se, em termos de secura, o de 1974/75, muito a muitíssimo seco em 45 locais, ou seja, em 61 % do total considerado. Como o ano anterior (1973/74) e o seguinte (1975/76) foram também de características secas (muito ou muitíssimo secos em respectivamente 42 % e 51 % dos locais), optou-se por estudar este conjunto de três anos. Este período

consecutivo de anos secos é deveras interessante, pois permite averiguar a evolução de uma seca plurianual.

Para compreender a escassez pluviométrica do ano ou conjuntos de anos secos, é necessário analisar o evoluir das chuvas ao longo do respectivo período de duração. Para a análise mensal das chuvas há numerosos locais de medição com dados disponíveis, mais de uma centena. Como tal, foi necessário seleccionar apenas alguns que nos parecem suficientes para ter uma ideia do desenrolar dos anos pluviométricos.

Foram escolhidos seis, de entre os dez que anteriormente haviamos considerado como representativos dos regimes no Sul de Portugal: Chouto e Castelo de Vide, nas regiões setentrionais (correspondendo ao Ribatejo e às regiões de relevos do Alto Alentejo); S. Domingos, Évora e Mértola/Vale Formoso, representando, respectivamente, os relevos do litoral, o centro e as regiões orientais do Alentejo e, por último, Faro, ilustrativa das regiões meridionais.

Destes seis escolheram-se ainda dois exemplos, Évora e Faro, para uma análise mais detalhada como seja a comparação com determinados limiares das precipitações prováveis.

Na presente situação, encararemos a seca sobretudo do ponto de vista meteorológico e também climatológico. Daí que a escolha dos casos, como é habitual em investigações deste género, seja feita a partir dos défices pluviométricos e não dos prejuízos por estes ocasionados. No entanto, esta postura que facilita bastante a selecção dos períodos a estudar não significa que ignoremos os outros tipos de metodologia.

Seleccionaram-se os já referidos anos de 1948/49 e de 1964/65, que se impõem pelas deficiências registadas, apesar de se enquadrarem dentro de períodos de

características chuvosas (figs. 45, 46 e 47). Escolheu-se, também, o período de 1973-74/1975-76 que teve uma escassez anual bastante menor e semelhante a outros anos do período de 1949/78 (quadro XXVIII). Contudo, não obstante os menores défices anuais, tratou-se de uma seca intensa que afectou grande parte da década de setenta e cujas consequências ainda perduram, pelo menos parcialmente, na memória colectiva.

Como se pode observar nas figuras 45, 46 e 47, esta seca iniciou-se em 1970/71, tendo-se intensificado os défices pluviométricos no triénio de 1973-74/1975-76, aquele aqui considerado (quadros XXVIII, XXIX e XXX). Deste modo, houve um agravamento progressivo da seca, não só em função da maior escassez das chuvas nos últimos três anos, mas também em virtude dos efeitos acumulados pela incidência da falta de água ano após ano.

QUADRO XXIX

Percentagem das precipitações registada nos anos de seca escolhidos relativamente à mediana de 1949/78.

	1948/49	1964/65	1973/74	1974/75	1975/76
CASTELO DE VIDE	60	50	80	76	61
CHOUTO	54	67	74	68	64
ÉVORA	53	67	79	74	65
S. DOMINGOS	59	70	68	94	84
MÉRTOLA/VALE F.	115	55	64	79	71
FARO	85	60	62	75	123

QUADRO XXX

Comparação das precipitações anuais, nos anos de seca escolhidos, com o valor do primeiro decil (D1) do período de 1949/78.

	1948/49	1964/65	1973/74	1974/75	1975/76	D1
C. VIDE	501	420	671	542	515	528
CHOUTO	432	541	600	552	517	547
ÉVORA	336	424	503	470	411	423
S.DOM.	428	509	494	681	611	490
MÉR./VF	576	275	318	396	352	347
FARO	431	303	315	381	624	298

2. UM ANO DE PRECIPITAÇÕES FORTEMENTE DEFICITÁRIAS NO OUTONO-INVERNO (1948/49)

2.1. Evolução das chuvas ao longo do ano e repartição espacial da seca

Nos quadros XXIX e XXX pode observar-se que, exceptuando o Baixo Alentejo interior e o Algarve, as precipitações foram, neste ano, pouco superiores a metade da mediana e nalguns locais estão mesmo abaixo do primeiro decil, o que vem reforçar o que foi dito anteriormente sobre a secura de 1948/49.

Esta escassez de chuvas não resultou de uma diminuição destas ao longo de toda a estação pluviosa,

mas como é habitual, ficou a dever-se a precipitações reduzidas em determinados períodos daquela.

Nas figuras 53, 54, e 55 pode observar-se a evolução das precipitações ao longo do ano, a diferença entre estas e a referida mediana, bem como, comparar, para os exemplos de Évora e Faro, as precipitações mensais com o primeiro decil, primeiro quintil e mediana.

Sobressai a grande irregularidade na distribuição das chuvas, tendo sido vários os meses que deram o seu contributo para a insuficiência destas. O ano climatológico iniciou-se com a ausência de precipitação em Setembro, nos seis locais considerados.

Chuvas inferiores aos valores medianos continuaram a verificar-se em Outubro, em Chouto e Évora, registando-se valores superiores à mediana nos locais mais meridionais. Novembro foi um mês de grande escassez por todo o Sul, enquanto Dezembro, pelo contrário, regista precipitações relativamente abundantes. Janeiro e Fevereiro foram meses de chuvas reduzidas, com grandes défices por todo o Sul, que em muito contribuiram para a secura do ano.

Os meses de Primavera tiveram um comportamento mais diversificado espacialmente. Destaque-se que Março registou valores bastante inferiores à mediana, nas regiões mais setentrionais e, pelo contrário, superiores àquela, nas mais meridionais. O comportamento de Março, conjuntamente com o assinalado para Outubro, deve ter sido decisivo no carácter menos seco das regiões mais meridionais.

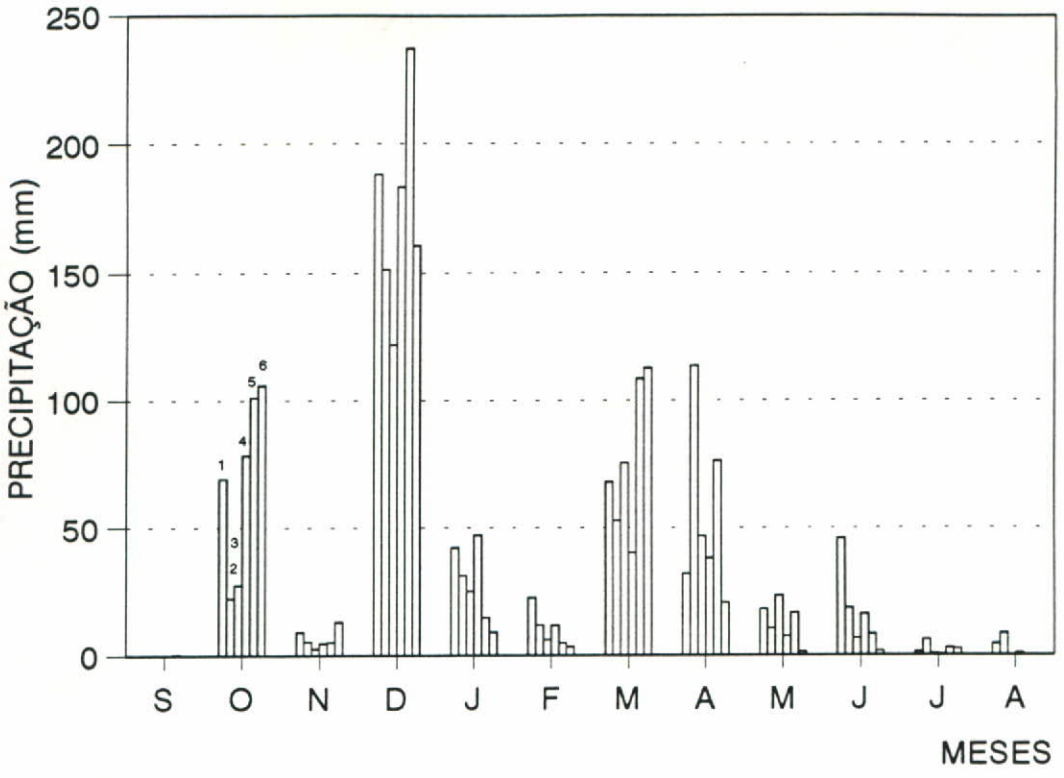


Fig. 53 - Evolução das precipitações mensais ao longo de 1948/49. 1 - Castelo de Vide; 2 - Chouto; 3 - Évora; 4 - S. Domingos; 5 - Mértola/Vale Formoso; 6 - Faro.

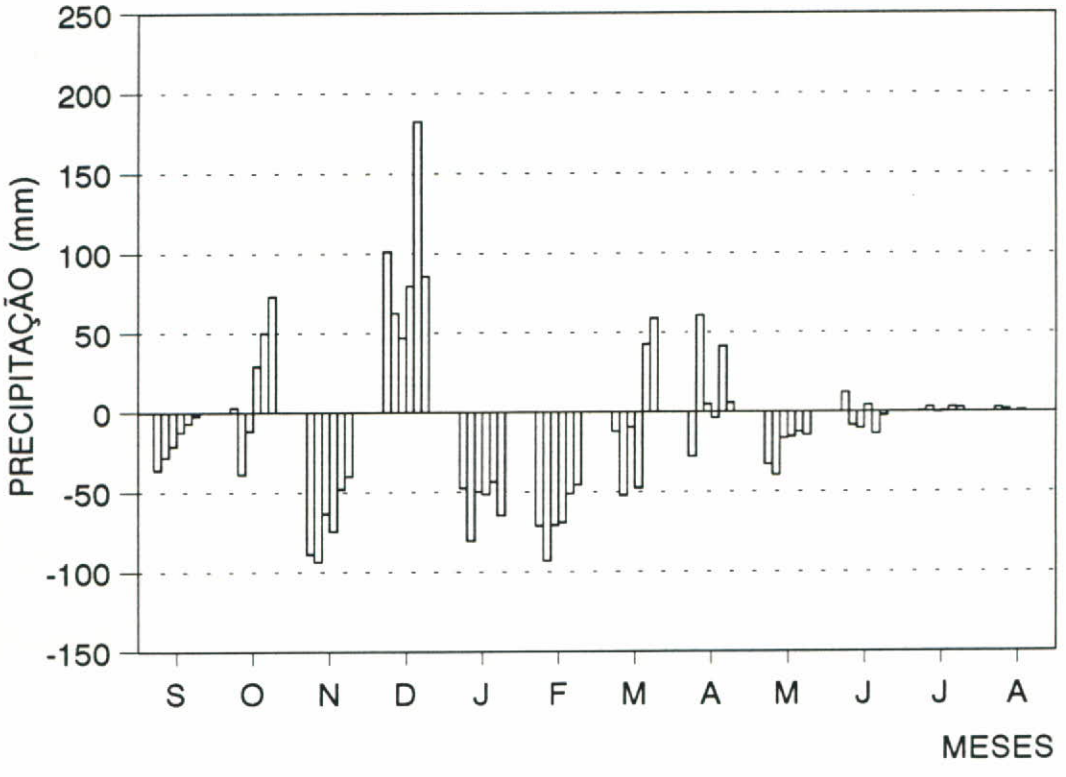


Fig. 54 - Desvio, relativamente à mediana, das precipitações mensais de 1948/49. Legenda comum com a figura 53.

A figura 55 permite precisar o que foi dito para os exemplos de Évora e Faro. Assim, podemos ver que Janeiro e Fevereiro tiveram totais próximos ou inferiores ao primeiro decil; Outubro e Março ultrapassam o primeiro quintil, aproximando-se da mediana em Évora, enquanto em Faro são bastante superiores à própria mediana, situando-se cima do oitavo decil, em Outubro, e aproximando-se do nono decil, em Março.

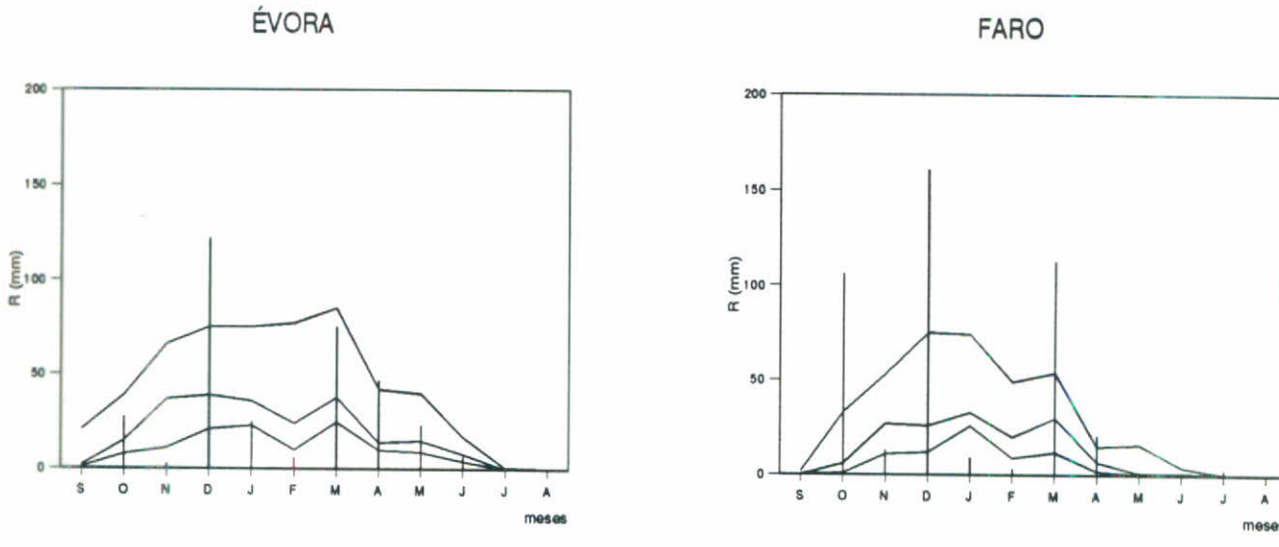


Fig. 55 - Comparação dos totais mensais de precipitação de 1948/49 com o primeiro decil, primeiro quintil e mediana do período 1949/78, em Évora e Faro.

Quanto à repartição espacial da seca, a sua análise pode ser feita a partir da figura 56, em que se apresenta a variação espacial, não dos valores absolutos de precipitação mas sim da posição destes (totais anuais de 1948/49) relativamente aos decis anuais do período de 1949/78. Deste modo, é possível individualizar o padrão das regiões afectadas pela seca.

FAC. DE CIÊNC. AS SOCIAIS E HUMANAS
SERVIÇOS DE DOCUMENTAÇÃO

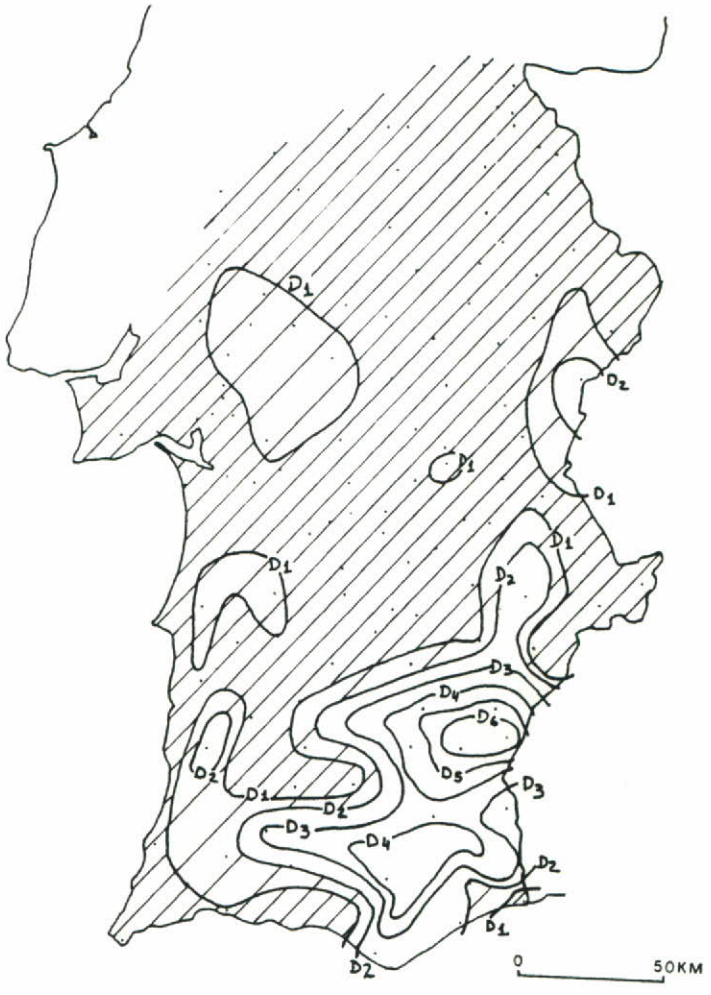


Fig. 56 - Repartição espacial da seca de 1948/49, a partir da posição dos totais anuais de precipitação relativamente aos decis do período 1949/78. As regiões mais secas são destacadas com traços oblíquos: os mais próximos com R<D1, os mais afastados com D1<R<D2.

Assim, partindo dos critérios de GIBBS e MAHER (23), podemos dizer que a seca afectou a maior parte do Sul de Portugal. Quase todo este território registou totais anuais inferiores ao segundo decil, sendo o baixo Guadiana, Serra do Caldeirão e Algarve Oriental as principais excepções.

---

(23) Ver nota anterior.

Precipitações compreendidas entre o primeiro e o segundo decil apenas se registaram nas áreas envolventes às citadas, bem como nos relevos do litoral ocidental, nas colinas entre as bacias do Tejo e do Sado (englobando as cabeceiras das ribeiras de Canha, Marateca e S. Cristóvão) e, ainda, a parte montante do Guadiana, na região de Juromenha, a leste dos relevos constituídos pela Serra de Ossa e Planalto de Estremoz.

2.2. Circulação atmosférica responsável pela seca

A escassez de chuvas no ano de 1948/49 resultou de alterações na circulação atmosférica e na sucessão habitual de tipos de tempo, durante a época normalmente chuvosa.

Em Setembro inicia-se geralmente o ano climatológico com as primeiras chuvas que marcam o fim do Verão mediterrânico, quente e seco. Neste ano, o mês de Setembro pautou-se por uma ausência de precipitação em qualquer dos seis locais de referência considerados. Esta situação resultou do estabelecimento de dorsais sobre o Atlântico Oriental e a Europa Ocidental.

Em Outubro, as precipitações registadas estiveram relacionadas com a passagem de perturbações frontais de trajectória zonal e meridiana. Estas situações alternaram com a influência de anticiclones geralmente centrados no interior do continente euro-asiático que se alongavam para oeste ou se ligavam a outros núcleos de altas pressões existentes a oeste. As precipitações relativamente mais abundantes das regiões mais meridionais deveram-se provavelmente à acção de uma depressão que se localizou a sudoeste de Portugal, durante alguns dias da última década de Outubro.

Em Novembro as poucas chuvas registadas por todo o Sul relacionaram-se com a passagem de perturbações frontais de oeste ligadas ao fluxo zonal em altitude durante os primeiros dias do mês.

Até ao fim da segunda década a inibição pluviométrica ficou a dever-se à formação de dorsais quer à longitude da Península Ibérica quer sobre o Atlântico Oriental e Europa Ocidental. As primeiras de eixo norte/sul, as segundas com orientação sudoeste/nordeste.

Assim, apareceram sequências anticiclónicas em que os anticiclones atlânticos (24), acompanhando a rotação para leste da dorsal, se prolongaram pela Europa Ocidental atingindo por vezes o Mediterrâneo ou deslocando-se mesmo para o interior do continente (fig. 57-A).

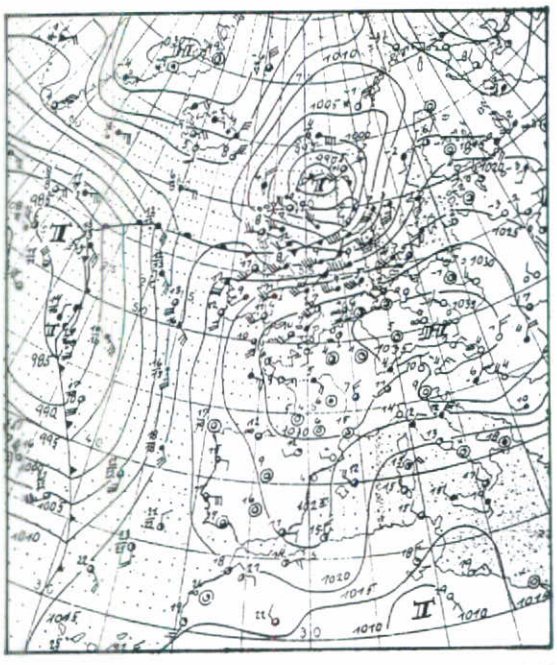
Na última década mantiveram-se as condições anticiclónicas. O anticiclone atlântico, mercê da grande extensão da dorsal em latitude, formou uma apófise polar que devido à sua posição em longitude acabou por originar um fluxo continental (fig. 57-B).

Houve uma modificação progressiva das células anticilónicas em superfície que acompanhou as alterações sofridas pela dorsal de altitude. O encadeamento de situações anticiclónicas verificado assemelha-se aos referidos por D. e A. de B. FERREIRA (1983) relativamente à seca de 1980/81.

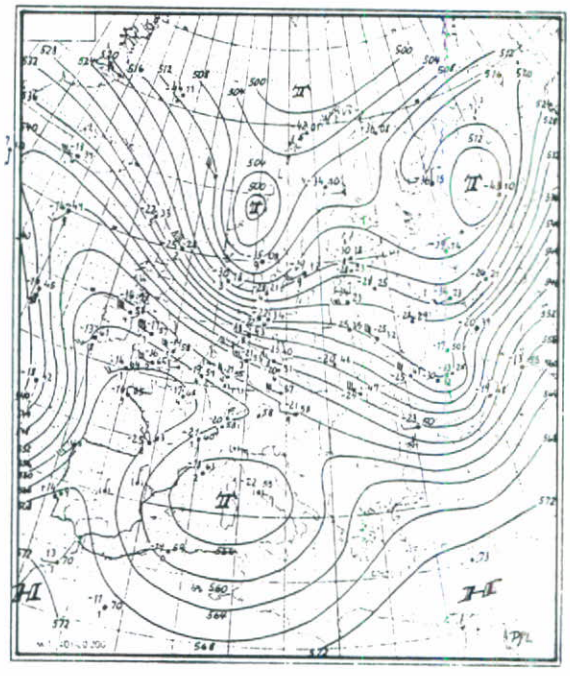
---

(24) Neste trabalho serão designados, genericamente, como anticiclones atlânticos todas as células de altas pressões que se desenvolvem no Atlântico Oriental e cuja evolução pode sofrer diversas vissicitudes em função quer do comportamento das dorsais ou bloqueios anticiclónicos em altitude quer da evolução das condições térmicas de superfície.
Informações detalhadas sobre os tipos de anticiclones e suas possíveis sequências evolutivas podem ser encontradas em trabalhos referentes a estas regiões de J. MOUNIER (1979), D. e A. de B. FERREIRA (1981 e 1983) e em C. RAMOS (1986).

A

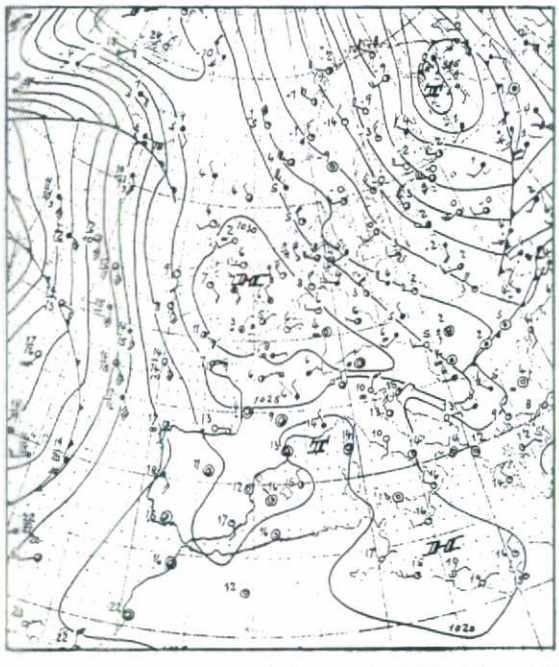


(Sup.) 10-11-48

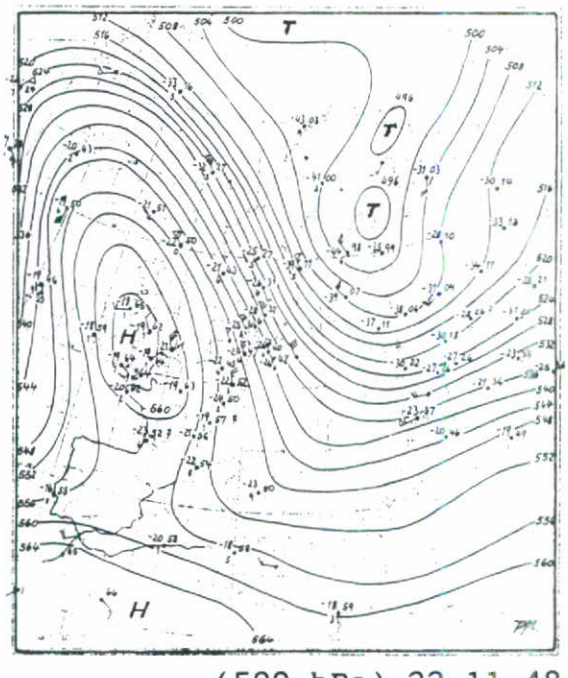


(500 hPa) 10-11-48

B



(Sup.) 23-11-48



(500 hPa) 23-11-48

Fig. 57 - Exemplos de situações sinópticas de Novembro de 1948. Fonte: Boletim Meteorológico Alemão.

A posição do fluxo em altitude confirma a evolução descrita (fig. 58). Assim, com excepção de alguns dias com fluxo de oeste e trajectória afastada, segue-se um vasto período anticiclónico resultante da formação de dorsais com posição variável sobre a Europa Ocidental, mas que deixaram sempre a região da Península Ibérica numa posição de abrigo aerológico.

Em Dezembro, nos primeiros dias manteve-se a ausência de chuvas que marcou a continuação da situação sinóptica registada no fim de Novembro.

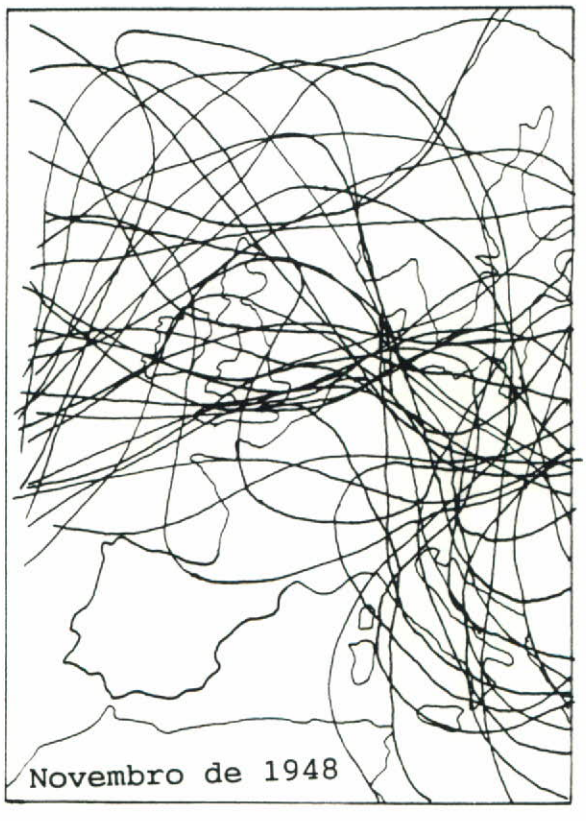


Fig. 58 - Posições diárias do fluxo aos 500hPA, ao longo de Novembro de 1948.

As precipitações surgiram como resultado do desvio para leste da dorsal de altitude que permitiu que as superfícies frontais associadas ao fluxo de oeste atingissem a Península Ibérica.

O restante mês decorreu com alternância de situações anticiclónicas, resultantes da influência de dorsais e células de bloqueio anticiclónicas, com situações depressionárias resultantes quer da acção de depressões quer de sistemas frontais.

A escassez de chuvas de Janeiro e Fevereiro resultou, mais uma vez, da ondulação do fluxo no Atlântico Oriental e Europa Ocidental (fig. 59), associada à persistência de anticiclones em superfície na região da Península Ibérica.

Ao longo destes dois meses assistiu-se à quase ininterrupta influência de células anticiclónicas inicialmente atlânticas que seguiram uma sequência evolutiva resultante das modificações operadas nas dorsais de altitude e que foram geralmente responsáveis por fluxos com uma forte componente de leste.

Tal como foi referido por D. e A. de B. FERREIRA (1981, p.19) para o Inverno de 1980/81, também aqui as situações meteorológicas e os tipos de tempo tiveram um certo ritmo de evolução estreitamente dependente do comportamento da dorsal em altitude. Estas foram afectadas por dois principais padrões de evolução: ou se deslocaram para leste, ou sofreram uma inclinação, também para leste do seu eixo que passa de N/S no início para NE/SW ou mesmo ENE/WSW no fim. Existiu ainda um terceiro caso, já referido também para Novembro, que favoreceu a formação nos anticiclones atlânticos de apófises polares. Na figura 60 apresentam-se exemplos esquemáticos dos diversos tipos de anticiclones e dos fluxos que durante estes dois meses condicionaram o estado do tempo na Península Ibérica.

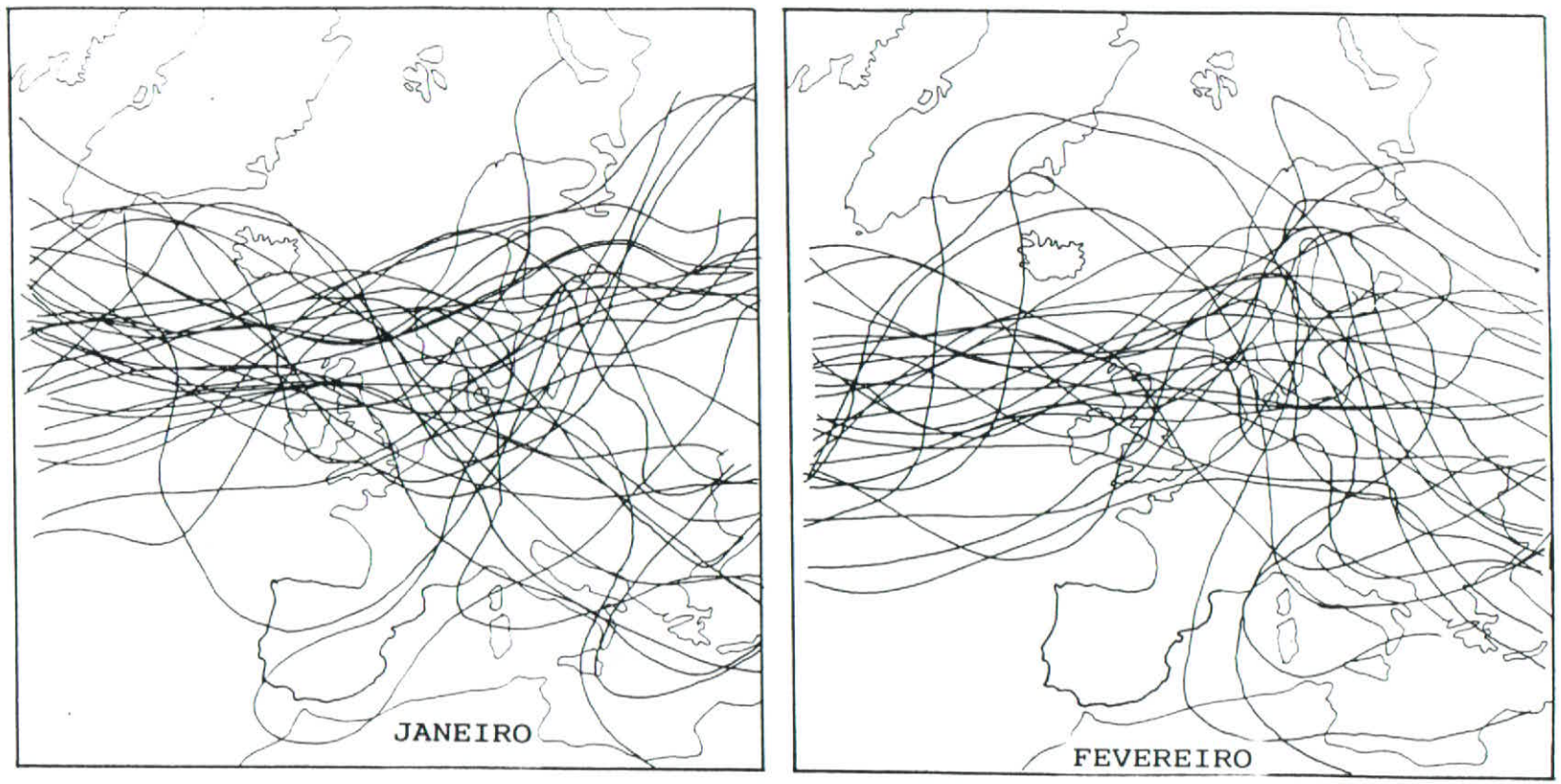


Fig. 59 - Posições diárias dos fluxos aos 500hPa, ao longo de Janeiro e Fevereiro de 1949.

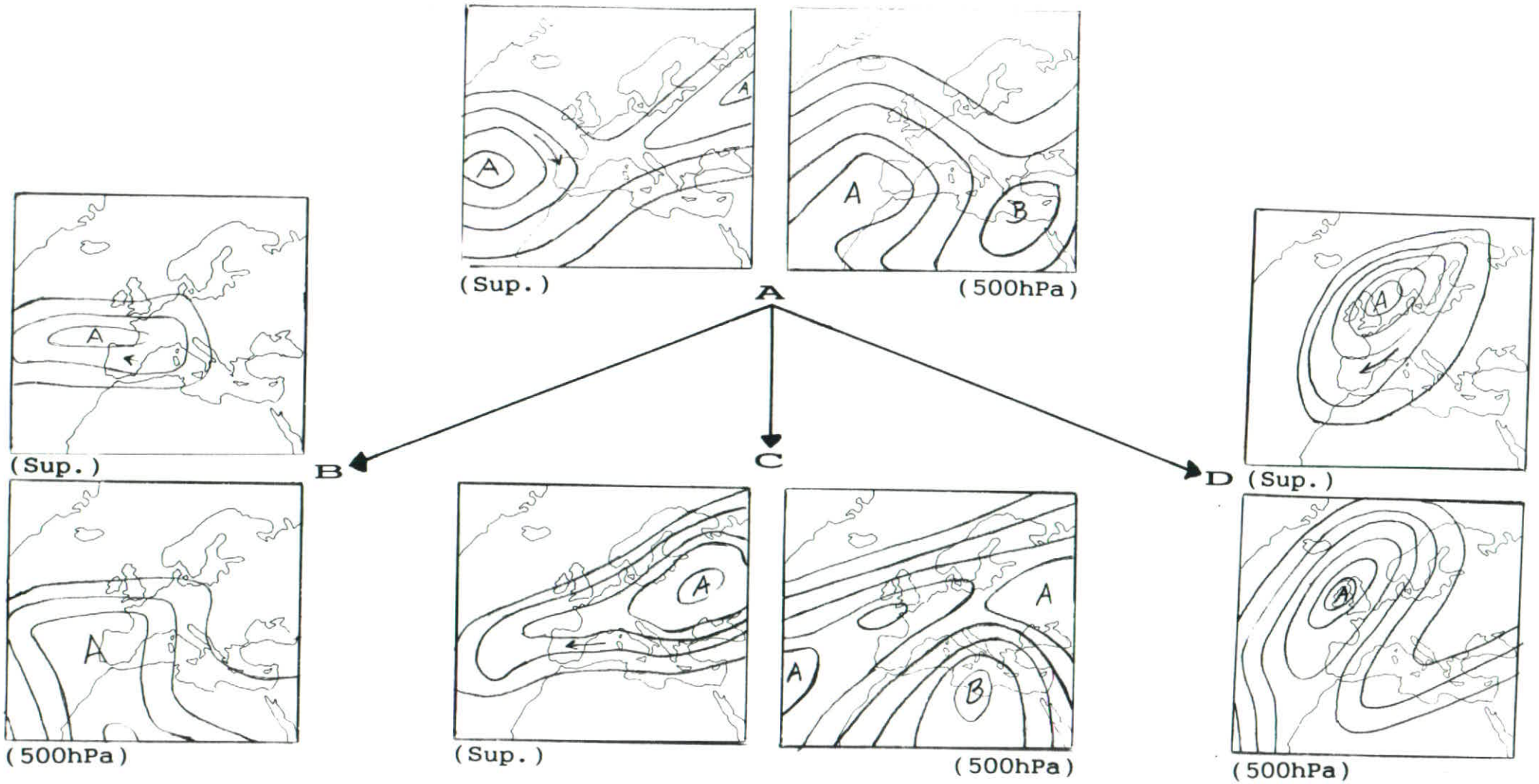


Fig. 60 - Tipos de evolução das células anticiclónicas atlânticas, durante o Inverno de 1948/49, em função do estabelecimento e modificações de dorsais junto da fachada ocidental do continente europeu. A - Anticiclone atlântico; B - Evolução motivada pelo desvio para leste do eixo da dorsal; C - Evolução resultante da rotação da dorsal para leste (eixo WSW/ENE); D - Evolução originada pelo prolongamento da dorsal em latitude.

As sequências anticiclónicas descritas para os meses anteriores continuaram por Março até ao fim da primeira década. Surgem então perturbações de trajectória meridiana que interromperam o período de estabilidade atmosférica. Como se observa pelas trajectórias do fluxo de altitude deste mês (fig. 61) foram comuns as situações em que a Península Ibérica estava na área de transição entre o vale e a dorsal planetária e, consequentemente, sujeita a uma circulação meridiana de norte.

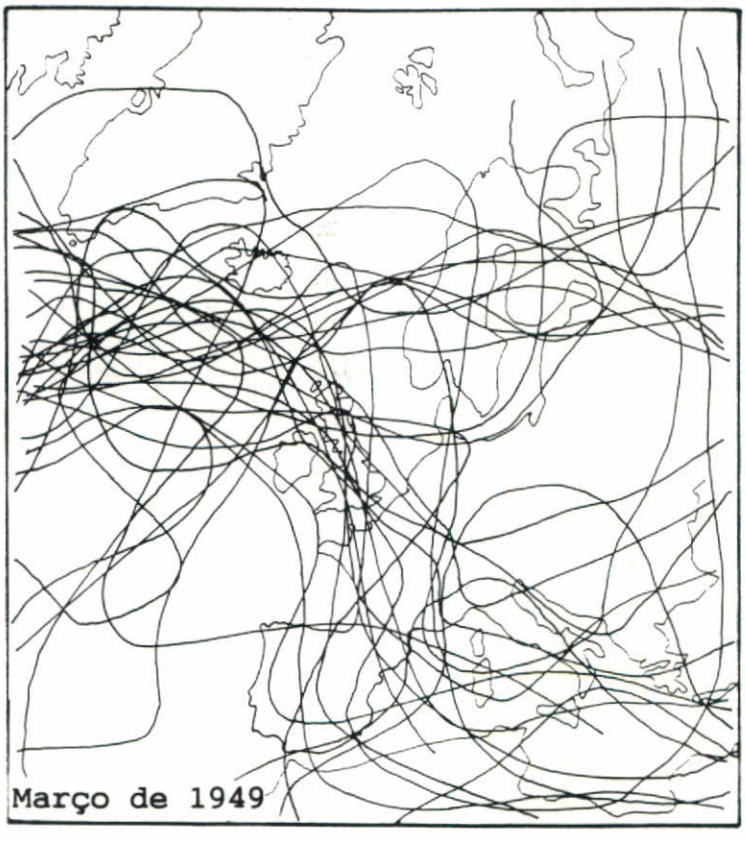


Fig. 61 - Posições diárias dos fluxos aos 500hPa, ao longo de Março de 1949.

Ao longo do mês e, como é habitual nesta época do ano, alternaram os dias anticiclónicos e os dias depressionários. Saliente-se, contudo, o facto de na segunda década e especialmente na terceira, uma depressão ligada a um bloqueio difluente ter influenciado o estado do tempo sobretudo no sudoeste de Portugal, situação que como veremos é relativamente comum ao longo dos anos secos e de que se apresenta um exemplo na figura 62. Este facto traduziu-se na ocorrência de precipitações mais abundantes durante este mês nas regiões meridionais.

Nos meses seguintes, de chuvas já frequentemente reduzidas no Sul de Portugal, a circulação atmosférica aproximou-se dos padrões comuns a esta época do ano com forte predominância da circulação de bloqueio.

A seca do ano de 1948/49 resultou da escassez de chuvas sobretudo ao longo dos meses de Outono e Inverno. A inibição pluviométrica esteve relacionada com uma permanência de dorsais em altitude, e sequências anticiclónicas em superfície, bastante acima do que é habitual nestas regiões. Assim, outras regiões da Europa Ocidental foram assoladas pela seca. Como exemplo, refira-se o caso da bacia do Maine, estudada por A. SCHULÉ (1975), que atribui a escassez pluviométrica ao aumento das situações anticiclónicas e sobretudo à diminuição dos tipos de tempo de oeste e sudoeste.

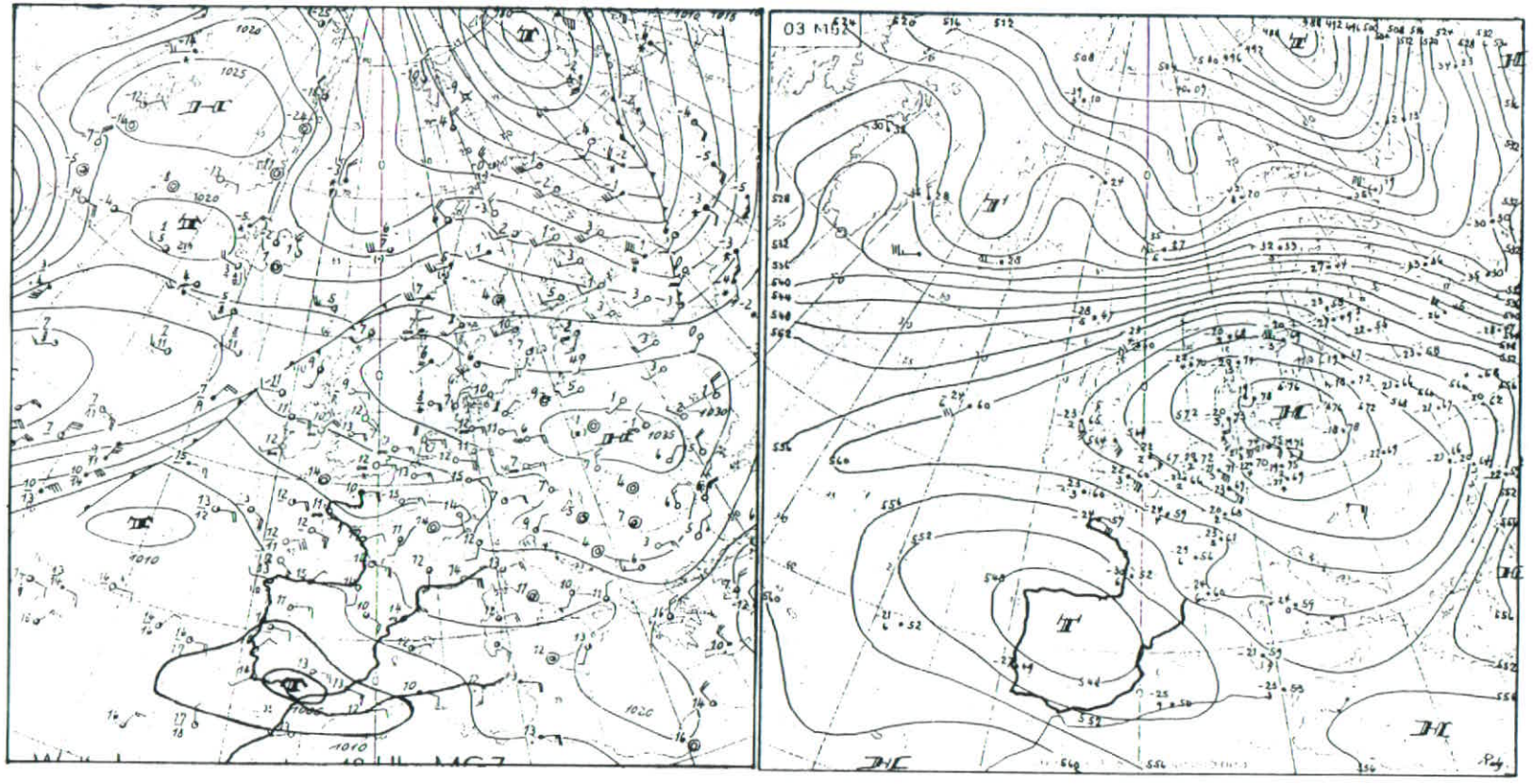


Fig. 62 - Situação sinóptica de 25 de Março de 1949, que ilustra o tipo de circulação responsável por chuvas no extremo sul de Portugal. Fonte: Boletim Meteorológico Alemão.

3. UM ANO DE PRECIPITAÇÕES FORTEMENTE DEFICITÁRIAS NO OUTONO E NA PRIMAVERA (1964/65)

3.1 Evolução das chuvas ao longo do ano e repartição espacial da seca

Este ano teve, como foi visto anteriormente, uma escassez de chuvas em todas as regiões do Sul de Portugal. Embora o défice pluviométrico tenha sido um pouco superior em 1948/49 (em 1964/65 houve menos locais com mínimo absoluto), a intensidade da seca teve uma maior homogeneidade espacial.

Assim, nos exemplos considerados (quadro XXIX), os vários locais registaram chuvas compreendidas entre 50 e 70 % da respectiva mediana, enquanto em 1948/49 estes valores oscilaram entre 53 e 115 %.

Ao contrário de 1948/49, o ano de 1964/65 registou uma distribuição regular das chuvas ao longo, pelo menos, do Outono e Inverno, enquanto a Primavera teve precipitações muito reduzidas (figs. 63 e 64).

Apesar da regularidade, as chuvas foram inferiores à mediana, por todo o Sul, no Outono e início do Inverno (de Outubro a Dezembro). Em Janeiro, Fevereiro e Março foram próximas da mediana, um pouco superiores ou inferiores consoante as regiões. Na Primavera, Abril e Maio foram altamente deficitários, tendo, em conjunto com Outubro, Novembro e Dezembro, sido os responsáveis pelo elevado défice anual registado.

A comparação da precipitação mês a mês, para os exemplos de Évora e Faro, com a mediana, primeiro quintil

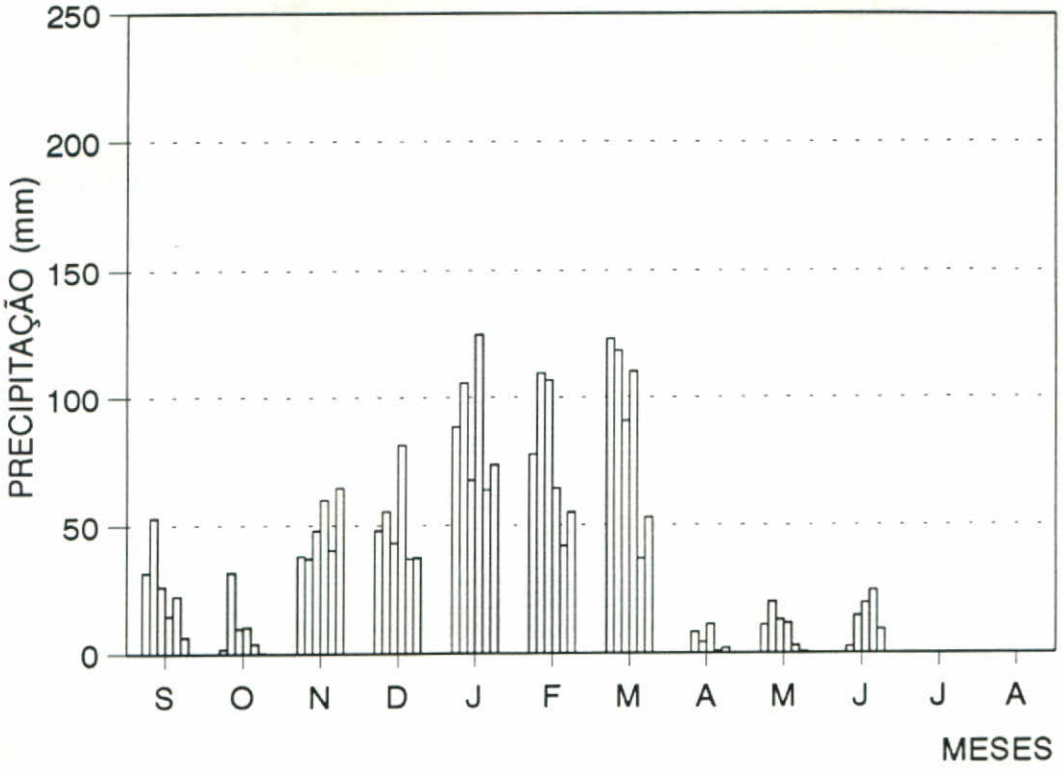


Fig. 63 - Evolução das precipitações mensais ao longo de 1964/65. Legenda comum com a figura 53.

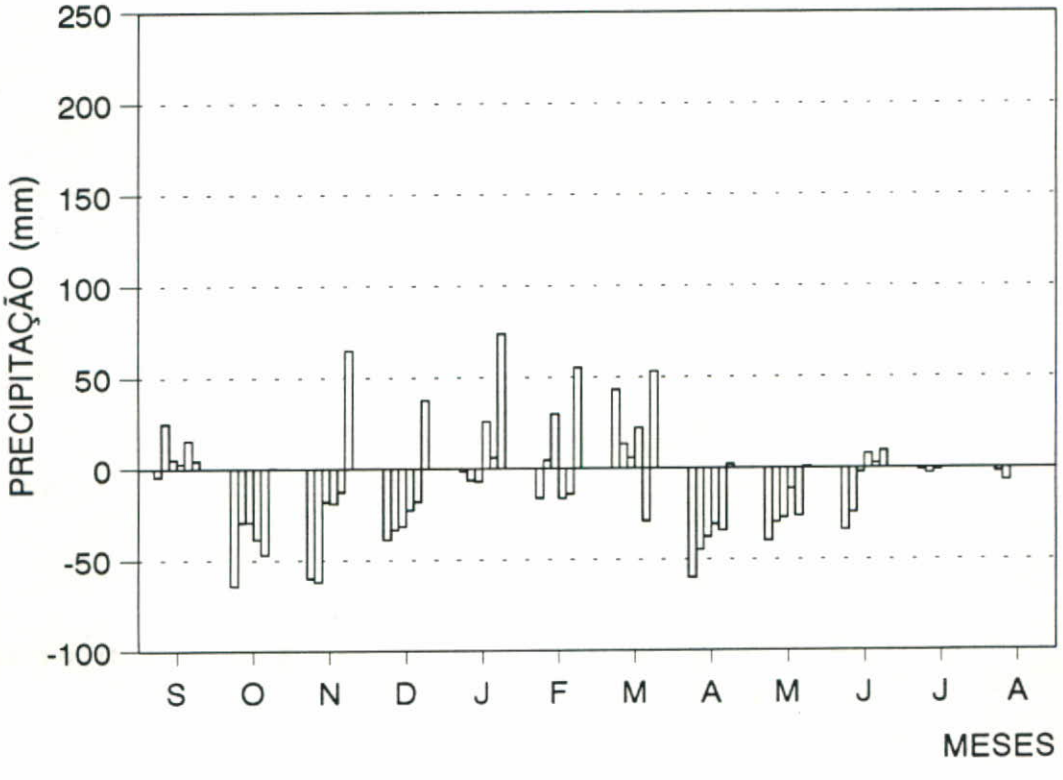


Fig. 64 - Desvio, relativamente à mediana, das precipitações mensais de 1964/65. Legenda comum com a figura 53.

e primeiro decil precisam o que foi dito (fig. 65). Outubro, Novembro e Dezembro mostram a tendência para as precipitações serem inferiores à mediana, mas superiores ao primeiro quintil; são próximas da mediana em Janeiro, Fevereiro e Março e muito reduzidas em Abril e Maio, geralmente inferiores ao primeiro decil.

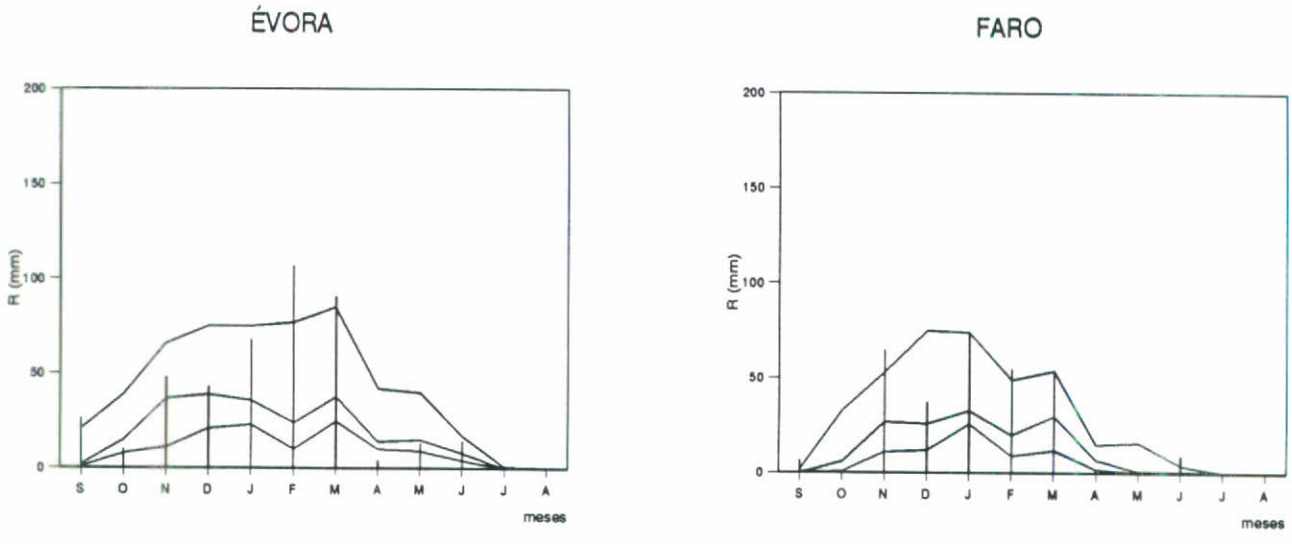


Fig. 65 - Comparação dos totais mensais de precipitação de 1964/65 com o primeiro decil, primeiro quintil e mediana do período 1949/78 em Évora e Faro.

Neste ano as chuvas de Inverno, embora medianamente abundantes, não foram suficientes para colmatar os défices acumulados ao longo do Outono. A esta situação juntou-se a forte redução de chuvas primaveris que acentuou a escassez herdada do início do Inverno.

A repartição espacial da seca de 1964/65 encontra-se representada na figura 66. Pode observar-se que quase todo o Sul, à excepção de algumas áreas, teve precipitações inferiores ao segundo decil, ou seja, chuvas muitíssimo inferiores à mediana.



Fig. 66 - Repartição espacial da seca de 1964/65, a partir da posição dos totais anuais de precipitação relativamente aos decis do período 1949/78. Legenda comum com a figura 56.

Tal como em 1948/49, houve vastos espaços em que as chuvas foram mesmo inferiores ao primeiro decil. Contudo, enquanto em 1948/49 se registou um gradiente pluviométrico relativamente forte entre o Sudeste (onde,

nalguns locais, o ano registou precipitações próximas da mediana) e o restante território, em 1964/65 a secura foi mais generalizada.

Nenhum local se aproximou dos valores medianos. Ocorreram precipitações superiores ao primeiro decil, especialmente nas regiões de maior altitude (centro e norte do Alentejo, serras litorais, Serra da Adiça), bem como no baixo vale do Tejo e ao longo do litoral meridional e baixo Guadiana.

Precipitações superiores ao segundo decil registaram-se nos interflúvios que se estendem da Serra do Mendro à região de Évora e desta à Serra de Ossa e Planalto de Estremoz, e no Baixo Guadiana. As chuvas apenas ultrapassaram o terceiro decil nalguns postos de medição como Alter do Chão, Campilhas, Santo Aleixo/Guadiana e Alcoutim.

O ano climatológico de 1964/65, é o único, do período de 1949/78, em que todos os locais representativos das regiões pluviométricas do Sul de Portugal aparecem na categoria de muito seco (fig. 47).

Destaque-se que a escassez pluviométrica se seguiu a dois anos consecutivos (1962/63 e 1963/64) com características de chuvosos ou muito chuvosos (fig. 47), pelo que este episódio de seca ocorre após anos de recarga das reservas aquíferas permitindo, pelo menos parcialmente, atenuar a escassez hidrológica.

Também a distribuição das chuvas ao longo deste ano (figs. 63 e 64) contribuiu para que a secura não tivesse sido muito acentuada. Apesar dos totais anuais muito baixos, as chuvas de Janeiro/Fevereiro e Março, próximas da mediana, permitiram reduzir os efeitos da seca. Aliás, este ano climatológico não aparece no levantamento feito por M. FEIO e V. HENRIQUES (1986), em que se enumeram as principais secas desde que há registos pluviométricos (os

autores tiveram em conta não só os défices pluviométricos mas também os prejuízos verificados). Este facto deve-se a uma distribuição regular das chuvas durante o Inverno, embora sempre com quantitativos reduzidos, o que originou um ano de boa produção cerealífera no Alentejo.

Daqui se reforça a ideia anteriormente expressa de que, para uma definição rigorosa de seca, não basta ter em conta os défices pluviométricos. É imprescindível considerar as repercussões que o défice de água tem no meio natural e nas actividades humanas.

O estudo deste ano, apesar de não corresponder a um episódio de seca grave, resulta do interesse de averiguar os mecanismos da circulação atmosférica, relacionados com os períodos de forte escassez de chuvas.

3.2. Circulação atmosférica responsável pela seca

Este ano climatológico de 1964/65 iniciou-se com precipitações próximas ou mesmo um pouco superiores à mediana. Neste mês, a circulação em altitude foi pouco definida, mas predominantemente meridiana, sobre a Península Ibérica. Em superfície, prevaleceram as células anticiclónicas, com uma posição muito variada. As perturbações frontais, responsáveis pelas chuvas, seguiram as vertentes de vales, em altitude ou os ramos do fluxo, resultantes de bloqueios, mas, em ambos os casos, com fraca instabilidade.

De Outubro a Dezembro, as precipitações foram geralmente inferiores à mediana. Apesar de deficitário quanto às chuvas, o mês de Outubro registou uma

alternância entre situações anticiclónicas e depressionárias, mas com forte predomínio das primeiras sobre as segundas. A sucessão de tipos de tempo deste mês foi comandada por uma circulação em altitude acentuadamente meridiana. Foram frequentes as células anticiclónicas atlânticas, prolongando-se pela Europa Ocidental, com fluxo continental, esquematizado na figura 67-A e mesmo de anticiclones localizados no interior da Europa, semelhantes aos representados na figura 60-C.

Em Novembro, continuaram-se a registar chuvas inferiores à mediana por todo o Sul. A circulação meridiana manteve-se, tendo influenciado o estado do tempo no Atlântico Oriental e Europa Ocidental, durante todo o mês. Os dias depressionários, responsáveis pelas chuvas, resultaram de depressões de bloqueio e de perturbações frontais com trajectória meridiana.

Pela sua permanência, destaque-se a sequência registada ao longo dos primeiros nove dias da segunda quinzena de Novembro. Esta, iniciou-se por um anticiclone atlântico que se estendeu para leste e para sul, sobre o Mediterrâneo Ocidental e Norte de África. Esta célula de altas pressões corresponde ao anticlone ibero-africano, definido por D. e A. B. FERREIRA, no estudo da seca de 1980/81 e posteriormente por C. RAMOS (1986).

A disposição e permanência do anticiclone em superfície resultou da existência de uma dorsal estacionária, de eixo norte/sul, sobre a Península Ibérica e o Norte de África. Em superfície, este anticiclone, geralmente centrado na Península Ibérica, origina fluxos do quadrante sul com temperaturas frequentemente elevadas para a época. Na figura 67-B esquematiza-se a disposição deste tipo de célula anticiclónica bem como o fluxo que origina sobre o Sul de Portugal.

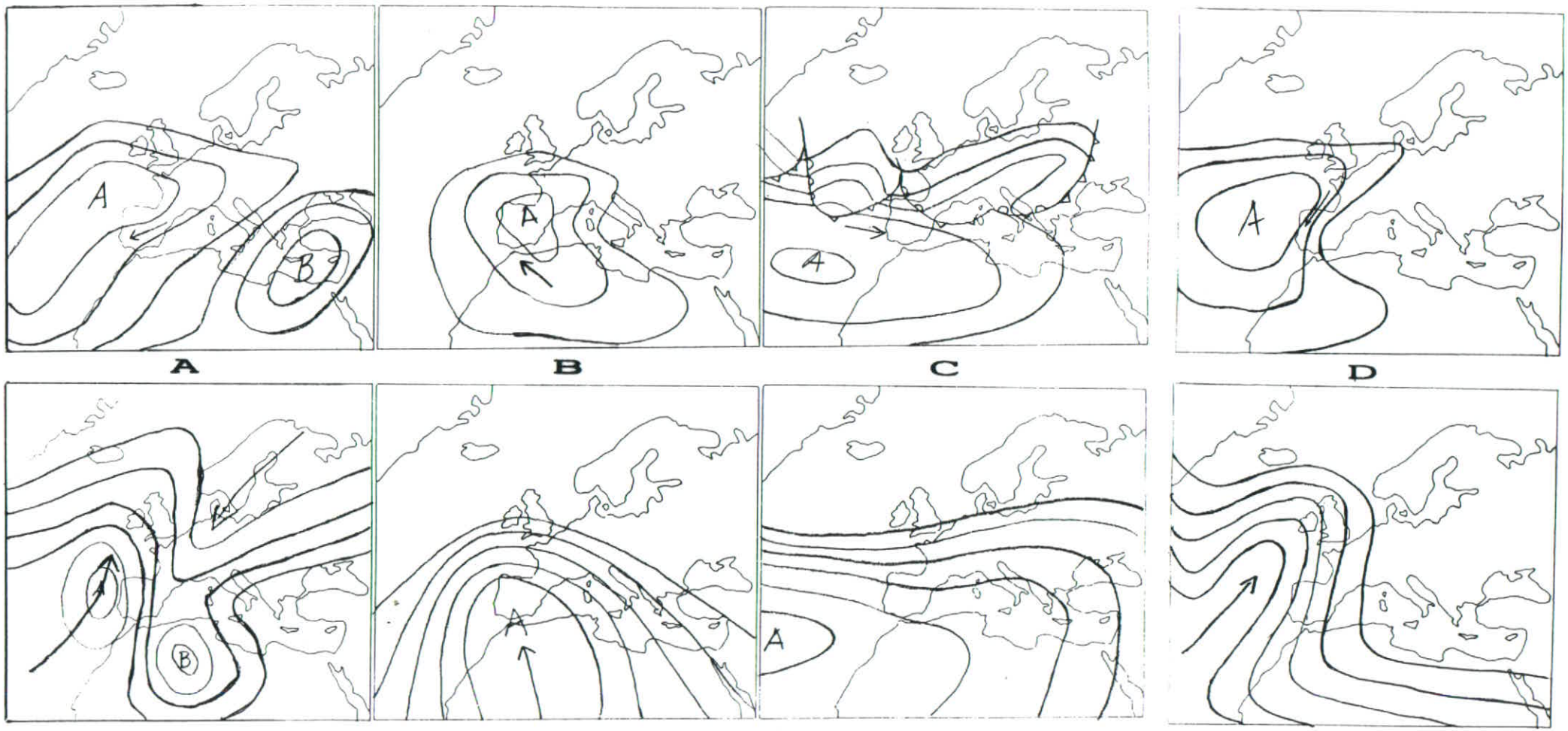


Fig. 67 - Esquemas dos tipos de situações anticiclónicas mais frequentes, registados no Inverno de 1964/65. Na parte superior da figura esquematiza-se a localização da célula de altas pressões em superfície, na parte inferior a correspondente posição da dorsal em altitude.

Dezembro teve totais pluviométricos inferiores à mediana, como os dois meses anteriores. Na primeira metade deste mês predominaram largamente as situações anticiclónicas em circulação meridiana, originando-se anticiclones atlânticos que se prolongavam sobre a Europa Ocidental e que chegaram mesmo a ligar-se às células anticiclónicas de raíz continental.

Na segunda metade de Dezembro, a circulação meridiana de bloqueio foi a mais frequente, tendo originado a formação de depressões que afectaram a Península Ibérica e também a passagem de algumas perturbações frontais, seguindo os ramos do fluxo que envolviam estas células de bloqueio.

Janeiro, Fevereiro e Março constituiram o trimestre mais chuvoso do ano, tendo as precipitações ultrapassado os valores medianos. Em Janeiro, as chuvas resultaram do estabelecimento do fluxo zonal de oeste nas latitudes próximas da Península Ibérica. Tal situação originou, em superfície, a passagem de perturbações frontais com trajectória afastada. Este tipo de situação alternou com a formação de pequenas dorsais nesta mesma região. Estas por vezes evoluiram, inclinando o seu eixo fortemente para leste, o que propiciou o prolongamento do anticiclone, inicialmente atlântico, pelo Mediterrâneo (como na fig. 60-B).

Fevereiro registou uma circulação com predomínio das situações de bloqueio. Na primeira parte do mês a circulação foi essencialmente anticiclónica, com as células de alta pressão sobre a Península Ibérica e, por vezes, com a formação, em superfície, de apófises polares (como na fig. 60-D). Na segunda metade do mês, os dias depressionários sobrepuseram-se aos anticiclónicos como resultado da influência de depressões de bloqueio que atingiram esta região.

Em Março, embora as precipitações tivessem sido geralmente superiores à mediana, como nos meses anteriores, os padrões da circulação atmosférica alteraram-se. No Atlântico Norte, a circulação zonal prevaleceu sobre a meridiana, largamente maioritária nos dois meses anteriores.

Contudo, à "entrada" do continente europeu registou-se uma forte tendência para que o fluxo tivesse uma curvatura anticiclónica ou uma difluência como se esquematizou na figura 67-C. Deste modo, as células anticiclónicas que influenciaram a Península Ibérica eram atlânticas, com vento do quadrante oeste e, devido às características do fluxo já assinaladas, tiveram propensão para se estenderem para leste e não para norte, pois a essas latitudes fazia-se sentir a influência da corrente zonal. As perturbações de oeste afastadas foram também relativamente comuns, tendo-se registado, entre a passagem dos sucessivos sistemas frontais, a acção, sempre fugaz, de anticiclones zonais.

Abril e Maio marcaram uma Primavera extremamente seca, com chuvas muito reduzidas. A circulação atmosférica foi, neste período, quase totalmente meridiana. Em Abril, predominaram as correntes ondulatórias com a Península a ser frequentemente influenciada pela vertente oriental de dorsais, em altitude (fig. 68), associadas a células anticiclónicas no Atlântico Oriental, que originaram fluxos do quadrante norte sobre Portugal, como se mostra no esquema da figura 67-D. Os poucos dias depressionários registados resultaram quer da influência de perturbações de oeste afastadas quer de depressões pouco cavadas, sobre a Península Ibérica.

Em Maio, continuaram a predominar as correntes ondulatórias em altitude, alternando com o fluxo zonal, de curvatura anticiclónica, na região da Península

Ibérica, e alguns poucos bloqueios nos primeiro e últimos dias do mês. O fluxo zonal de curvatura anticiclónica e as dorsais foram responsáveis pela formação, em superfície, de anticiclones atlânticos que se prolongavam quase sempre pela Europa Ocidental. Os vales e os bloqueios originaram essencialmente depressões que se localizavam na periferia da Península ou na sua parte leste, daí as poucas chuvas que se verificaram no Sul de Portugal.

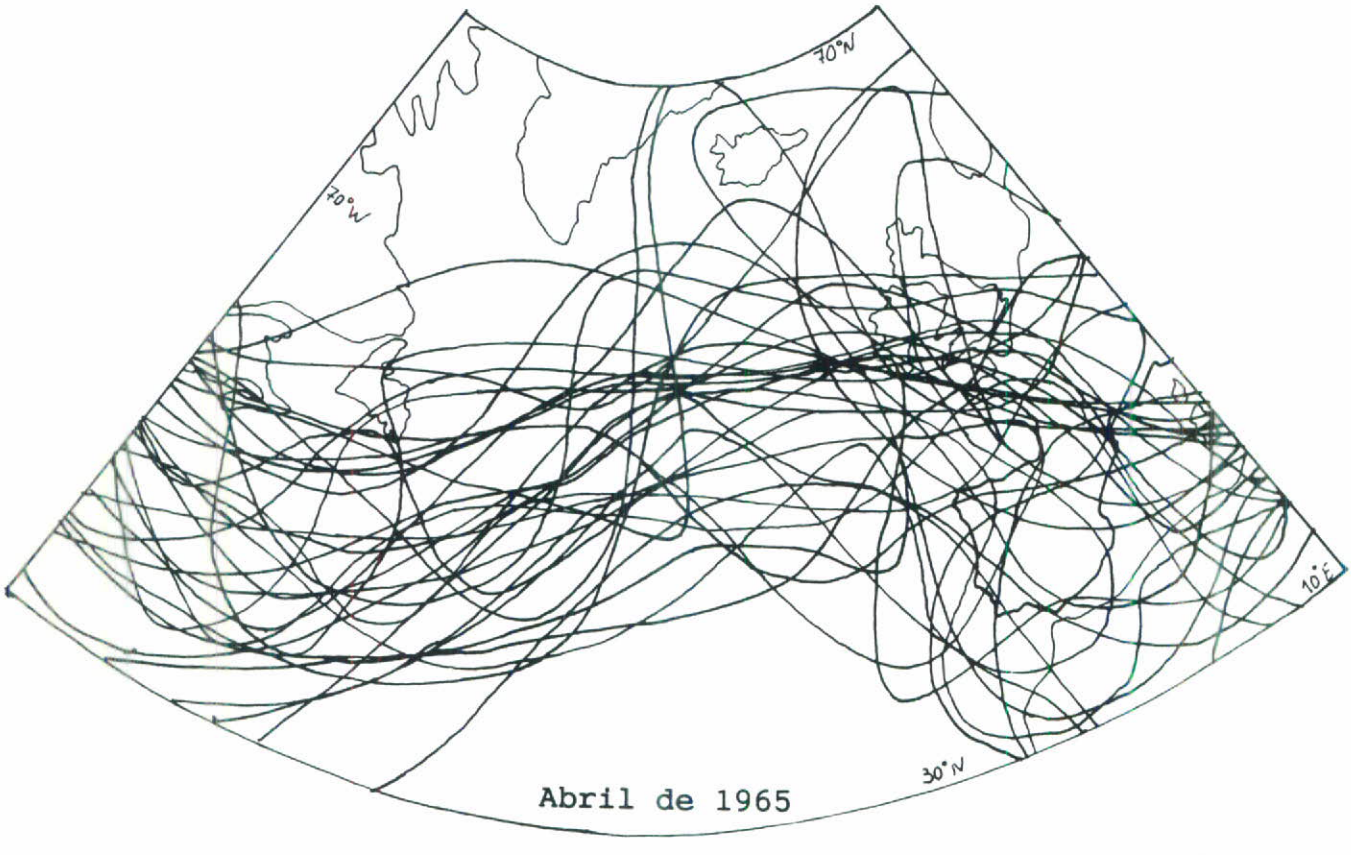


Fig. 68 - Posições diárias do fluxo aos 500hPa ao longo de Abril de 1965.

Nos meses seguintes, as precipitações registadas foram bastante reduzidas, como é habitual. A ocorrência de numerosos dias depressionários pautou-se por uma

grande ineficácia pluviométrica, que aliás é regra neste período do ano.

A subsidência anticiclónica que se instala às nossas latitudes, durante o Verão, leva a que as perturbações frontais de trajectória afastada ou meridianas do quadrante norte, que atingem estas regiões, não originem precipitações.

Também as depressões térmicas ou mistas, que se desenvolvem no interior da Península Ibérica, são pluviometricamente ineficientes, mercê da referida subsidência conjugada com a presença de massas de ar que, apesar de quentes, são, em geral, extremamente secas. Esta circunstância torna difícil a ocorrência de condensações com consequente formação de nuvens e especialmente de chuvas.

4. UMA SUCESSÃO DE ANOS DEFICITÁRIOS (1973-74 A 1975-76)

4.1. Evolução das chuvas e repartição espacial da seca

Este período engloba o terceiro dos três anos mais secos da série de 1949/78, o de 1974/75. Como se constata dos dados do quadro XXVIII, a escolha dos anos de características semelhantes (1973/74 e 1975/76), em detrimento dos outros dois (1952/53 e 1971/72), não foi casual, devendo-se ao facto de assim ser possível analisar um período de seca plurianual. Isto porque, como

já foi referido, além da intensidade da seca é importante averiguar a sua duração.

A este propósito, PÉREZ CUEVA e ESCRIVÁ ORTEGA (1982) referem que, no âmbito dos climas mediterrânicos, merecem especial destaque a ocorrência de longos períodos com meses deficitários, nos quais se intercalam alguns de chuvas superiores à média. Pelo contrário, nas regiões atlânticas, a escassez manifesta-se à escala estacional ou quando muito anual, pelo que o estudo das secas não ultrapassa geralmente o quadro anual.

Neste caso há que ter em conta o efeito acumulado da falta de água que se prolonga ao longo destes três anos. Contudo, há ainda a considerar, que este período de escassez de chuvas já se havia iniciado anteriormente, em 1970/71 (figs. 45, 46 e 47).

Embora os défices pluviométricos anuais de cada um destes anos não tenham sido, dos mais fortes, a situação de seca relativamente intensa resultou do acumular daqueles, ao longo dos anos.

Contudo, segundo M. FEIO e V. HENRIQUES (1986), destes três anos, só 1975/76 faz parte dos que são considerados por estes autores como de seca gravosa, responsável por fortes prejuízos económicos.

A distribuição das precipitações anuais e o desvio destas relativamente à mediana, ao longo destes três anos (figs. 69 e 70) mostra a existência de dois períodos de características pluviométricas distintas: um, até ao início de 1975, em que os meses de chuvas reduzidas, ou mesmo muito reduzidas, predominam fortemente; outro, a partir de Fevereiro de 1975, em que passam a alternar meses com totais pluviométricos mais díspares. Neste último, continuam a ocorrer meses de chuvas escassas, mas agora alternando com outros de precipitações próximas ou mesmo bastante superiores aos valores medianos.

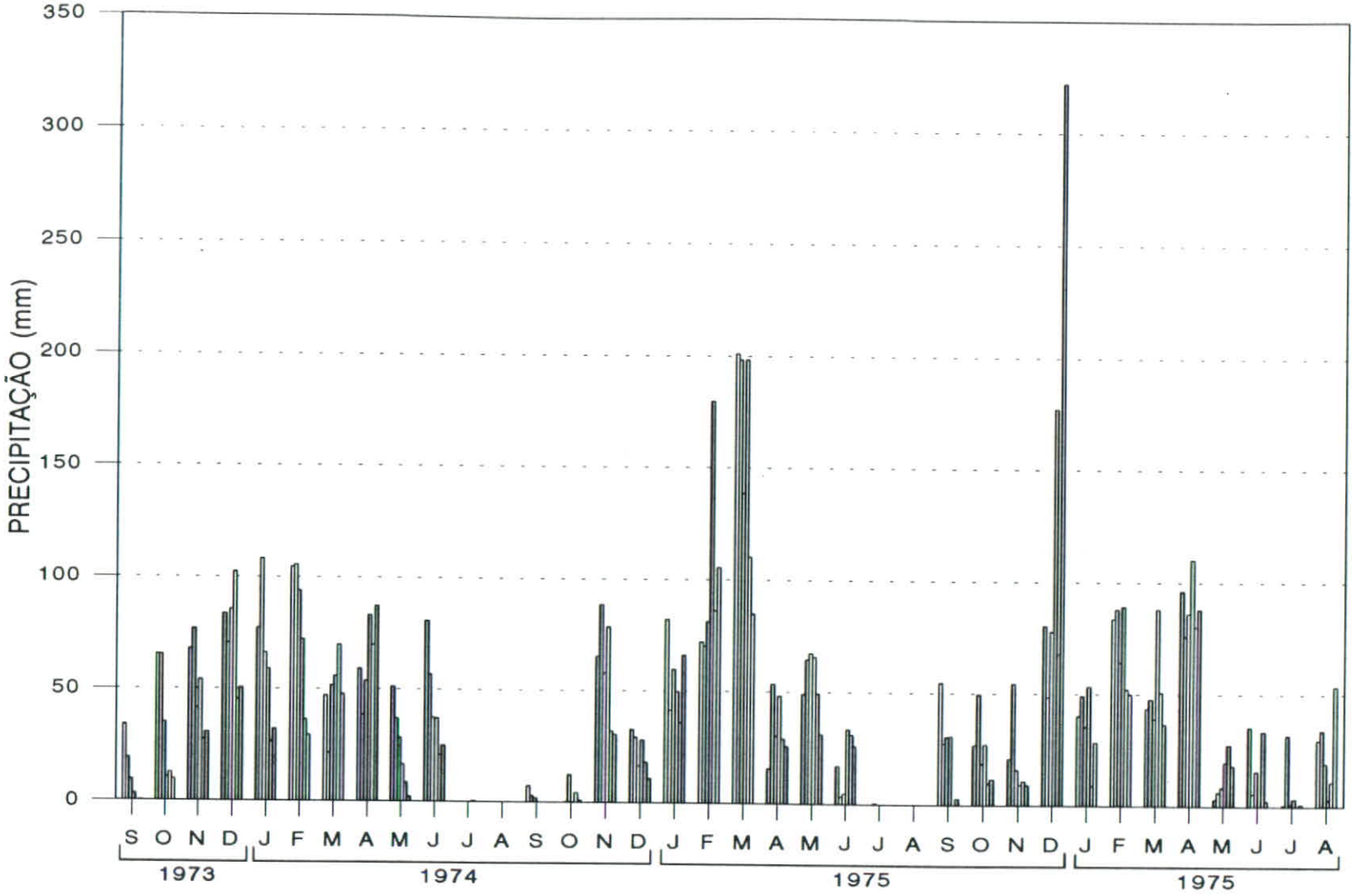


Fig. 69 - Evolução das precipitações mensais em 1973-74/1975-76. Legenda comum com a figura 53.

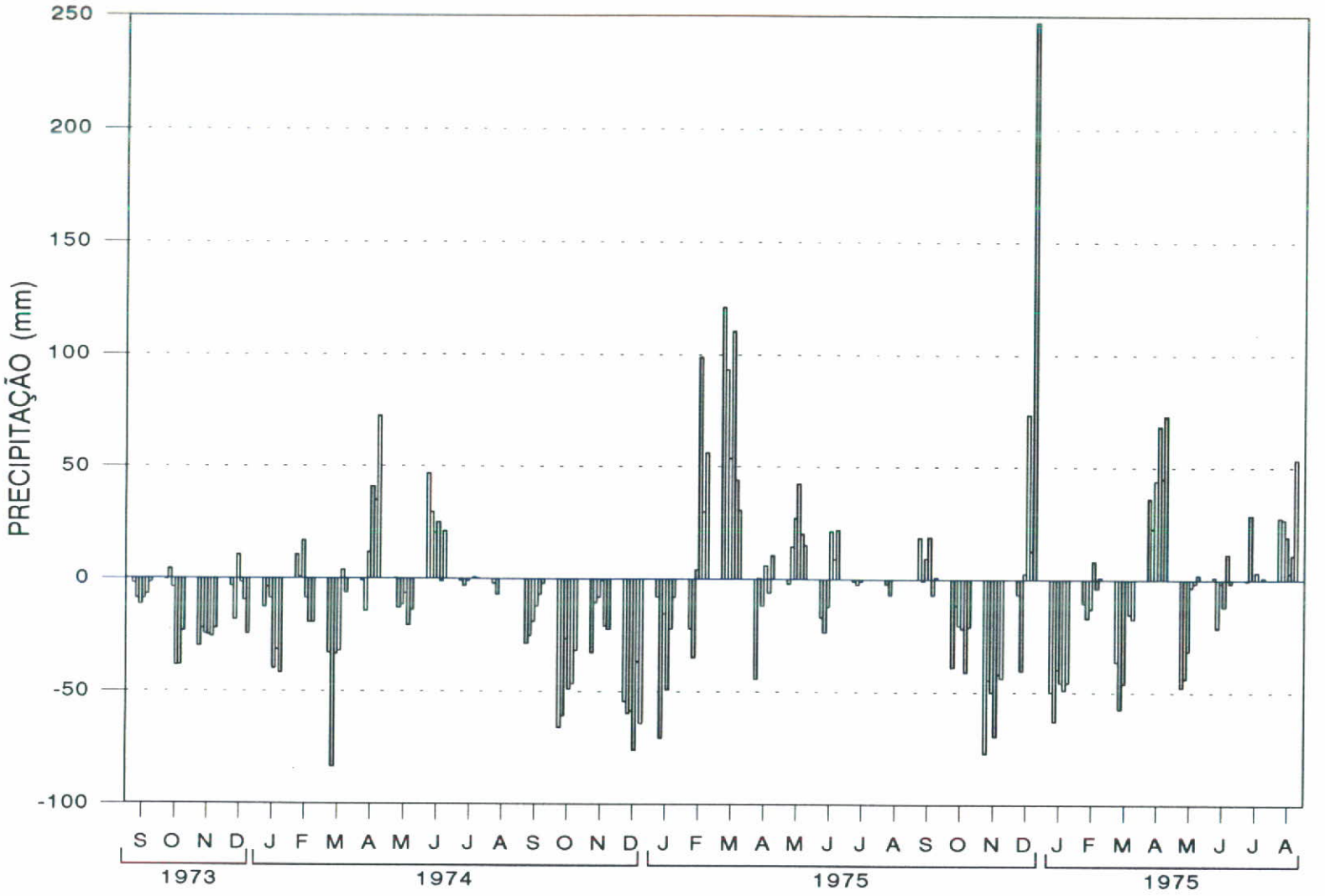


Fig. 70 - Desvio das precipitações mensais de 1973-74/1975-76 relativamente à mediana. Legenda comum com a figura 53.

Em 1973/74, as precipitações mensais mostram que este foi um ano de chuvas relativamente reduzidas em praticamente todos os meses e com especial relevo para as regiões mais meridionais (figs. 69 e 70)

Houve uma variação mensal diferenciada das chuvas consoante as regiões. De um modo geral, os locais setentrionais tiveram precipitações superiores aos meridionais, no Outono-Inverno. Em Março e sobretudo em Abril, são os segundos, habitualmente de chuvas mais reduzidas, que registam os valores mais elevados.

Conclui-se que, não obstante esta evolução díspar, consoante a latitude, as chuvas, apesar de escassas, repartiram-se ao longo da estação chuvosa. Esta situação concorreu para minorar os prejuízos resultantes dos baixos quantitativos pluviométricos, tal como ocorreu no ano de 1964/65.

Como se pode ver nos exemplos de Évora e Faro (fig. 71), as precipitações mensais foram ao longo da estação chuvosa superiores ao quintil inferior, tendo mesmo nalguns meses ultrapassado a mediana, especialmente nas regiões mais setentrionais.

Em 1974/75 houve maiores disparidades (figs. 69, 70 e 71). O ano pode ser dividido em duas partes distintas: até Janeiro e mesmo até Fevereiro, nas regiões mais setentrionais, com valores muito inferiores à mediana; e os meses de fim de Inverno e Primavera com chuvas em geral superiores àquela. Assim, o primeiro destes períodos contribuiu para prolongar a seca do ano anterior até quase ao fim do Inverno.

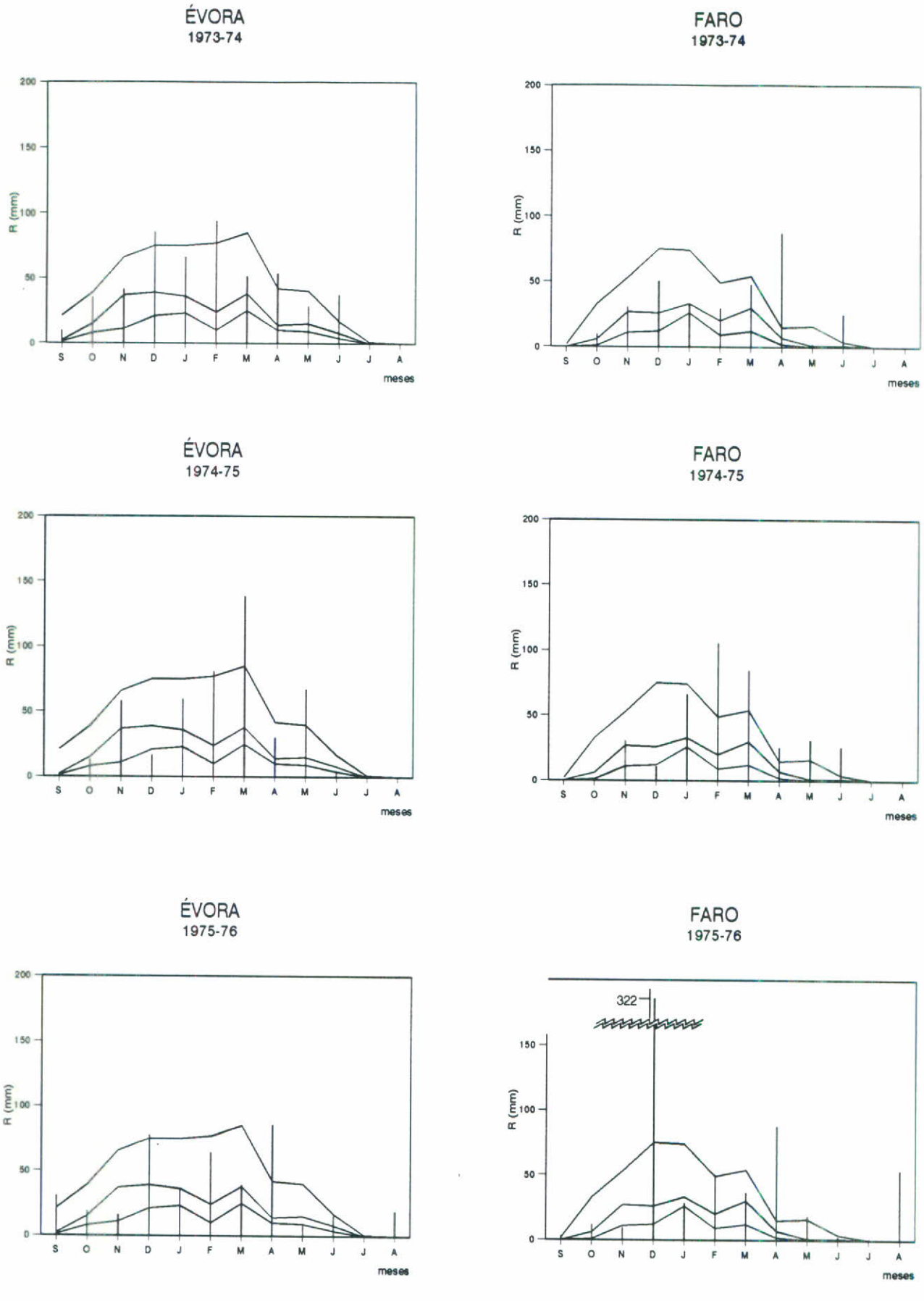


Fig. 71 - Comparação das precipitações mensais nos anos de 1973/74, 1974/75 e 1975-76, em Évora e Faro, com o primeiro decil, o primeiro quintil e a mediana de 1949/78.

Esta situação de seca invernal foi interrompida pelas chuvas tardias de Fevereiro e Março, ou só de Março nas regiões setentrionais, as quais não devem ter sido suficientes para colmatar os défices acumulados desde o ano anterior.

Em 1975/76 a escassez, traduzida na figura 70 pelos desvios relativamente à mediana, praticamente só foi interrompida em Dezembro, nos locais mais meridionais, e em Abril, com precipitações superiores à mediana, por todo o Sul.

Neste ano, depois de um Outono fortemente deficitário em chuvas, especialmente em Novembro, saliente-se Dezembro que, mantendo valores inferiores à mediana no Alto Alentejo, apresenta um forte acréscimo das precipitações nas latitudes mais baixas (25).

Em Janeiro, as precipitações voltaram a ser escassas, com totais geralmente inferiores ao primeiro quintil. Fevereiro registou chuvas que se aproximaram já dos valores medianos, especialmente nas regiões mais meridionais, a que se seguiu um Março de maiores défices pluviométricos, mas com uma variação espacial similar à do mês anterior. Como já foi referido, Abril foi excedentário, especialmente nas latitudes mais baixas (figs. 69, 70 e 71).

Do que foi dito, pode salientar-se que, ao longo destes três anos, a deficiência de chuvas foi uma constante, interrompida apenas fugazmente por alguns meses com precitações acima dos valores medianos, especialmente a partir de Fevereiro de 1975. Estas situações ocorreram na Primavera de 1973-74, no fim do

(25) Faro registou 320 mm de precipitação, que corresponde a um total muito superior ao nono decil de Dezembro (212 mm) e que é mesmo o total mensal mais elevado da série de 1949/78.

Inverno e início da Primavera de 1974-75 e, por último, em Dezembro de 1975, nas regiões mais meridionais e, de novo, em Abril de 1976 por todo o Sul, mas com especial relevo nas referidas anteriormente.

Destaque-se, contudo, que os meses chuvosos o foram mais intensamente e em maior número nas regiões meridionais, tendo havido assim uma inversão do padrão mais comum de repartição das precipitações no Sul de Portugal.

Assim, este período de seca ficou a dever-se a uma redução das chuvas ao longo do ano, mas com especial incidência nos meses de Outono e Inverno.

Nalguns meses, as Primaveras destes três anos registaram precipitações bastante superiores aos valores medianos por todo o Sul. Como veremos mais adiante, esta situação encontra-se relacionada com alterações da circulação atmosférica, na passagem do Inverno para a Primavera. Estas, ao longo destes anos de seca, traduziram-se por um recrudescimento da instabilidade e da ocorrência de totais mensais, por vezes, muito acima dos valores medianos na época primaveril.

Em 1973/74, a seca ficou caracterizada por défices pluviométricos fortes, com precipitações muitíssimo abaixo da mediana (< D1), especialmente ao longo do vale do Guadiana e parte da Serra do Caldeirão (fig. 72-A).

Chuvas muito abaixo da média (< D2) registaram-se nas áreas contíguas às referidas, bem como ao longo de grande parte do litoral algarvio e da Serra de Monchique, e a norte através do baixo vale do Caia até ao vale do Sorraia e, ainda, em parte da bacia do Sado e vertente oriental da Serra do Cercal.

1973/74

1974/75

1975/76



Fig. 72 - Repartição espacial da seca em 1973/74, 1974/75 e 1975/76, a partir da posição dos totais anuais de precipitação relativamente aos decis do período 1949/78.

A seca foi menos acentuada, em parte do Alto Alentejo e norte do Ribatejo, ao longo do litoral alentejano, incluindo as serras, sector oriental da bacia do Sado, a sul do Xarrama e, ainda, nas regiões de maior altitude (que se prolongam da Serra de Monfurado pela região de Évora, até Elvas, passando pela Serra se Ossa, Planalto de Estremoz e, a leste do Guadiana, a Serra da Adiça até à região de Barrancos) aproximando-se os totais anuais de chuva dos valores medianos(> D3 e < D7).

No segundo ano consecutivo de seca, 1974/75, as precipitações muitíssimo abaixo da mediana (< D1), registaram-se ao longo da baixa e média bacia do Sorraia, a norte e nordeste de Elvas, na região que se estende do sul da Serra de Ossa até ao Guadiana, no vale do Sado a leste da Serra de Grândola e em parte do barlavento algarvio (fig. 72-B).

Nas áreas envolventes às descritas anteriormente e referentes a grande parte do litoral meridional, ao Baixo Alentejo ocidental, ao Alto Alentejo e vale do Guadiana e, ainda, ao nordeste da Serra do Caldeirão, verificaram-se precipitações anuais inferiores ao segundo decil.

Os totais anuais de chuva aproximaram-se dos valores medianos (entre D3 e D7), na região que se estende da Serra do Mendro até ao sul de Beja, na vertente oriental das Serras de Grândola e do Cercal, nas regiões fronteiriças do Baixo Alentejo e ainda nalguns relevos, nomeadamente na região de Nisa e Arraiolos.

Em 1975/76, terceiro ano consecutivo de seca, houve uma repartição das precipitações com contrastes espaciais ainda mais acentuados do que nos anos anteriores (fig. 72-C).

As áreas de seca mais intensa, com totais anuais muitíssimo abaixo da mediana (< D1), ocorreram no vale do Degebe, no Sado inferior, desde Setúbal até Alcácer do Sal e daí para nordeste até à região de Évora e, ainda, por grande parte do Ribatejo e a nordeste do Odemira, ao longo do alinhamento montanhoso de Relíquias.

Ainda com valores muito abaixo da mediana (< D2), aparecem as áreas próximas às enumeradas anteriormente (Ribatejo, as regiões mais setentrionais do Alto Alentejo, o Baixo Alentejo ocidental e grande parte do vale do Guadiana).

Por oposição, as áreas menos secas (entre D3 e D7) correspondem aos relevos a norte de Évora, à bacia da ribeira de Seda, à vertente leste da Serra de Grândola, a parte da região fronteiriça e numa faixa que se estende da da região de Faro, no litoral meridional, para noroeste, pela Serra do Caldeirão e daí para norte, ao longo dos interflúvios do Baixo Alentejo central, passando pela região de Beja, pela Serra do Mendro e Serra de Portel quase até à região de Évora.

No conjunto dos três anos registaram-se padrões espaciais da seca bastante diferenciados, com forte variação das áreas de maior escassez pluviométrica de ano para ano, como se pode ver ao comparar, por exemplo, as regiões em que as precipitações são inferiores ao segundo decil.

Em traços gerais podemos dizer que, o Alentejo interior, o Ribatejo e o Algarve, em 1973/74, foram as regiões mais atingidas. Em 1974/75, a escassez pluviométrica foi mais intensa no Alto Alentejo e nas áreas mais próximas do litoral ocidental e meridional. Por último, em 1975/76, a secura mais acentuada afectou a

metade ocidental do Baixo Alentejo, grande parte do Alto Alentejo e do vale do Guadiana (fig. 73A).

A variada repartição espacial da seca nos 3 anos teve como consequência a reduzida extensão das regiões atingidas por precipitações anuais sempre inferiores ao D2 (parte do Ribatejo, numa pequena área junto à fronteira, a norte de Elvas e em parte significativa do vale do Guadiana, bem como em dois sectores da bacia do Sado (fig. 73-B).

Quando se consideram as regiões afectadas por uma escassez pluviométrica desta intensidade (muito abaixo da média), em pelo menos dois dos três anos, aparecem-nos, como é lógico, áreas bastante mais vastas. São sobretudo as regiões de maior altitude, com excepção da Serra de Monchique, as que foram menos atingidas pela redução das chuvas. Destaque-se, ainda, a região que se alonga a partir da Serra do Caldeirão para norte, pelo Alentejo central, passando a oeste de Beja e terminando na Serra do Mendro, como sendo aquela em que os défices pluviométricos foram mais modestos, com totais sempre superiores aos correspondentes ao segundo decil (fig. 73-B).

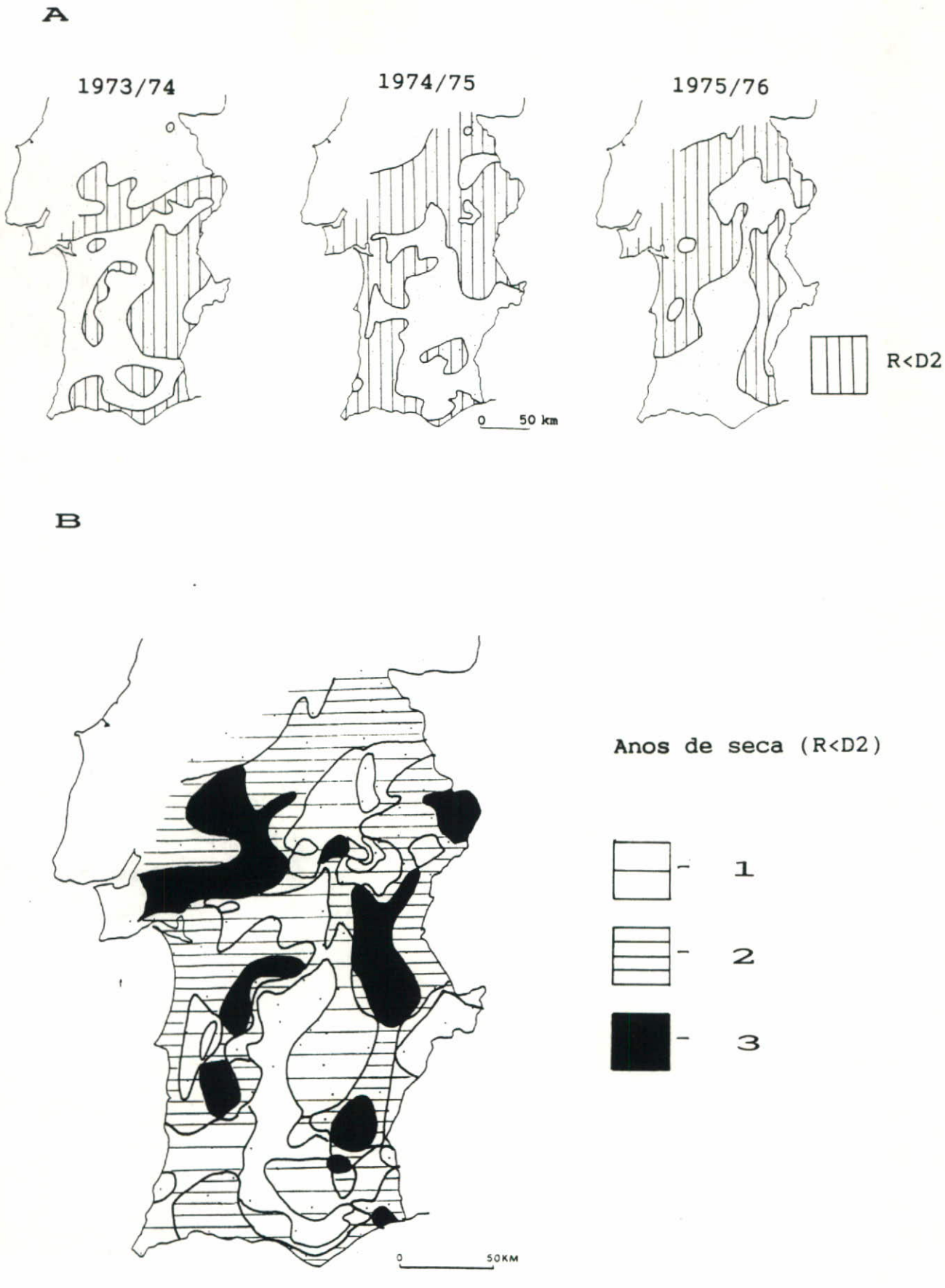


Fig. 73 - Padrão espacial da seca (R<D2). A - em 1973/74, 1974/75 e 1975/76, B - no conjunto dos três anos considerados. Legenda comum com a figura 56.

4.2. Circulação atmosférica responsável pela seca

O ano de 1973/74 iniciou-se, como foi visto, por uma escassez, não muito acentuada, das chuvas, especialmente nas regiões setentrionais do Sul de Portugal. O trimestre de Outubro, Novembro e Dezembro registou uma circulação quase totalmente meridiana e, dentro desta, com forte predomínio das correntes ondulatórias, apenas se tendo verificado circulação zonal em poucos dias de Novembro e Dezembro.

Refira-se que a circulação meridiana deste trimestre foi maioritariamente anticiclónica, tendo-se verificado sequências de dias de estabilidade, por vezes bastante longas. Por exemplo, a última década de Outubro registou a presença quase contínua de uma dorsal em altitude sobre a Península Ibérica, responsável pela manutenção de células de altas pressões em superfície. Estas tiveram uma disposição variável, estendendo-se ora apenas pela Europa Ocidental, ora até ao interior desta, ou mesmo pelo Norte de África de modo semelhante às situações apresentadas nas figuras 67-D, 56-A e 67-B, respectivamente.

Em Novembro foi comum a formação de anticiclones atlânticos que se estendiam até à Europa Oriental (região do Mar Negro), mas sem que se tivesse consumado a sua ligação ao anticiclone térmico do interior da Ásia, bem como outros casos em que o anticiclone inicial progrediu para sul, sobre o Mediterrâneo e o Norte de África, em condições similares às esquematizadas nas figuras 60-B e 67-B.

Em Dezembro, apareceram situações semelhantes à penúltima das anteriormente descritas, mas, ao contrário do mês anterior, a progressão para leste do anticiclone

atlântico levou à frequente coalescência entre este e o anticiclone térmico do interior do continente.

Durante este trimestre as chuvas registadas ficaram a dever-se a depressões relacionadas com bloqueios depressionários, vales em altitude ou, ainda, com sistemas frontais de trajectória meridiana, ligados à vertente ocidental de vales planetários em altitude.

Em Janeiro e Fevereiro, embora as precipitações continuassem, em geral, inferiores aos valores medianos, a circulação atmosférica sofreu grandes modificações. Houve um ressurgimento da circulação zonal, especialmente em Janeiro com a sua ocorrência em mais de metade dos dias do mês. Porém, o eixo do fluxo zonal estabeleceu-se quase sempre a latitudes um pouco superiores às da Península Ibérica, de modo idêntico ao representado na figura 67-C. Por essa razão, foram raras as situações em que os locais mais meridionais foram atingidos em pleno pela instabilidade associada às perturbações frontais. Esta, afectou essencialmente as latitudes mais elevadas da Península, com chuvas bastante reduzidas nas regiões meridionais, justificando-se, assim, a maior escassez destas nestes dois meses, no Algarve, relativamente ao Alentejo.

As situações anticiclónicas registadas alternaram com a passagem de sistemas frontais. Entre os sucessivos sistemas frontais formaram-se, por vezes, anticiclones zonais, sempre fugazes e, também, anticiclones atlânticos. Estes últimos, de maior permanência, estavam relacionados com a ondulação anticiclónica do fluxo em altitude, estendendo-se frequentemente para este e sudeste, sobre a Europa meridional, o Mediterrâneo e o Norte de África.

Assinale-se que, durante a terceira década de Fevereiro estes anticiclones, responsáveis pelo estado do tempo na Península Ibérica, se alongaram progressivamente

para leste acabando por coalescer com o anticiclone térmico do interior da Ásia (fig. 74).

Março marca o retorno a uma circulação acentuadamente meridiana e com forte predomínio das situações de bloqueio. Os eixos das invasões de ar frio e respectivas células de bloqueio depressionárias localizaram-se na região da Península, frequentemente no seu sector oriental, deixando a margem ocidental numa situação de fraca instabilidade.

As trajectórias do fluxo de altitude, representadas na figura 75, mostram como foi comum a inflexão deste no Atlântico Oriental e Europa Ocidental. O traçado das linhas de fluxo evidencia como se processaram as invasões de ar frio sobre a Península Ibérica e regiões a leste, deixando a margem atlântica daquela sob a influência da vertente ocidental dos talvegues ou da vertente oriental das dorsais que se desenvolveram no Atlântico Oriental.

Assim, não obstante a persistência de situações deste tipo, não se registaram chuvas abundantes. Estas mantiveram-se por todo o Sul inferiores à mediana, pois as referidas depressões, centraram-se, como foi dito, sistematicamente nas proximidades e não sobre a Península Ibérica.

Apesar disso, a sua persistência a sudoeste de Portugal acabou por motivar contrastes pluviométricos entre o Alentejo e o Algarve. Estes foram relativamente ténues em Março, mas já bem definidos em Abril. No primeiro destes meses, o Algarve regista chuvas que se aproximam mais da respectiva mediana do que o Alentejo. No segundo, aquelas não atingem os valores medianos, no Alentejo, e superam-nos largamente nas regiões meridionais, sendo superiores ao oitavo decil em grande parte dos locais de medição do Algarve.

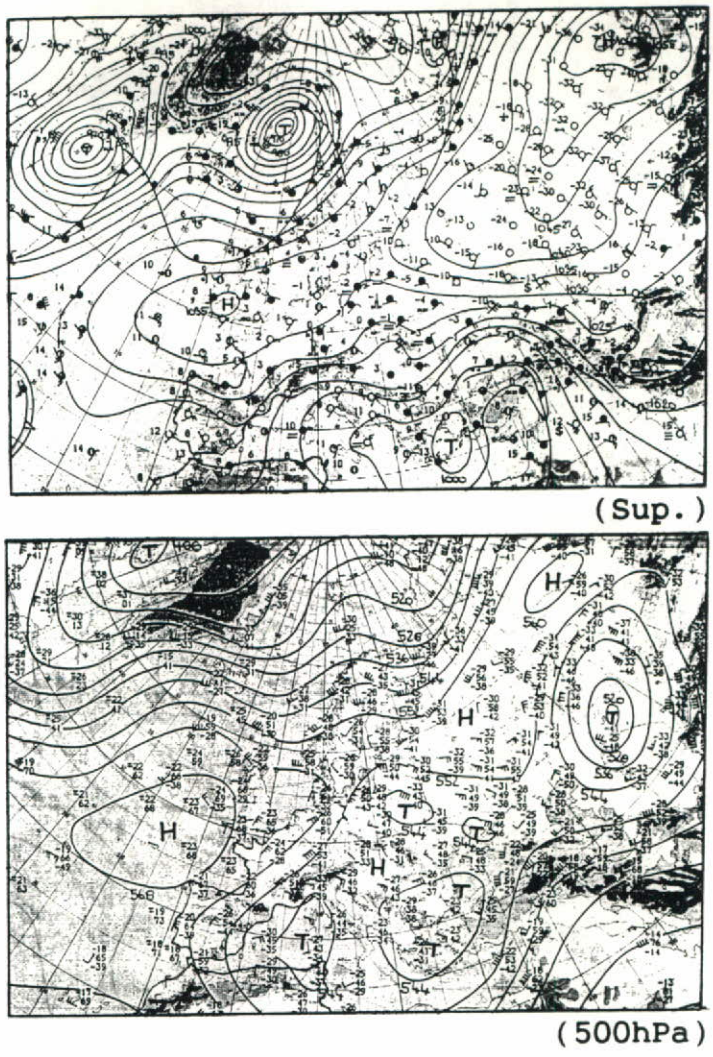


Fig. 74 - Situação sinóptica de 25 de Fevereiro de 1974, mostrando uma extensa faixa anticiclónica resultante da coalescência entre o anticiclone atlântico e o térmico europeu. Fonte: Boletim Meteorológico Europeu.

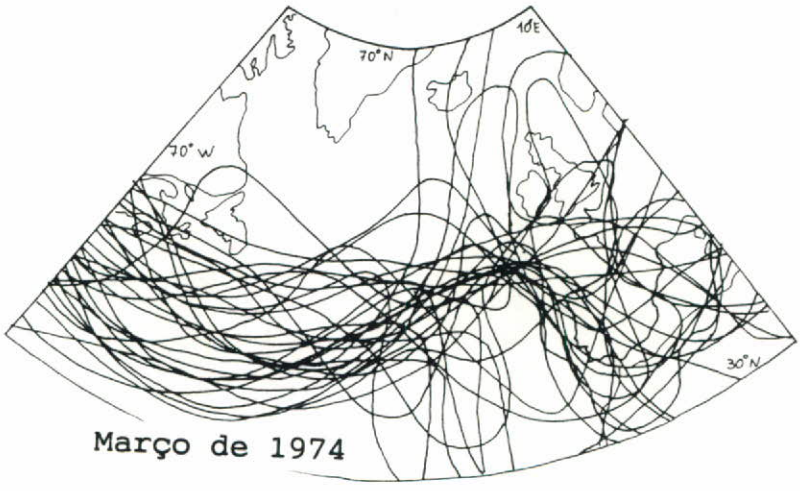


Fig. 75 - Posição diária dos fluxos aos 500hPa, ao longo de Março de 1974.

As correntes ondulatórias registadas ao longo destes dois meses originaram anticiclones atlânticos ligados às dorsais em altitude. Estas dorsais, ao progredirem para leste, abriram caminho à influência de vales planetários acompanhados em superfície pela passagem de perturbações frontais vindas do quadrante norte.

Em Maio, como é comum, as precipitações foram já reduzidas. Contudo, assinale-se um início precoce das sequências sinópticas características do Verão, com a região da Península Ibérica a situar-se a sul da faixa correspondente ao fluxo zonal em altitude e já influenciada pelas altas pressões subtropicais em superfície.

Em Setembro de 1974/75, a posição do fluxo, a latitude superior à Península Ibérica, como nos meses anteriores de Verão, ou próximo desta, ficando a Península na sua margem sul, motivou uma circulação predominantemente zonal e anticiclónica, responsável por precipitações reduzidas, geralmente inferiores à mediana. As situações anticiclónicas caracterizaram-se por um predomínio de anticiclones atlânticos, por vezes com prolongamentos pela Europa Ocidental.

A escassez de chuvas de Outubro resultou do estabelecimento de dorsais em altitude, nas longitudes próximas da Península Ibérica. Em superfície, foi comum a formação de anticiclones atlânticos que se prolongaram, por vezes, sobre a Europa Ocidental.

Novembro, apesar de deficitário, registou precipitações que, nalguns locais, se aproximaram da mediana. As chuvas resultaram da formação de depressões na região da Península Ibérica, no final da segunda década, e da descida do fluxo zonal até estas latitudes, no início da terceira. O restante mês teve circulação

anticiclónica, resultante da influência quer da margem sul do fluxo zonal ou de pequenas dorsais neste quer de dorsais planetárias. Em superfície, estas condições favoreceram a formação de anticiclones atlânticos que se estenderam pela Europa Ocidental e chegaram mesmo a coalescer com o anticiclone térmico do interior do continente, em situações análogas à representada na figura 60-C.

Em Dezembro, a escassez das chuvas agudizou-se, com enormes défices por todo o Sul. A precipitação registada geralmente não ultrapassou os valores correspondentes ao primeiro decil. Esta inibição pluviométrica resultou de uma circulação essencialmente meridiana e anticiclónica, que apenas em dois dias foi interrompida pela passagem de perturbações frontais de oeste.

Como se pode ver na figura 76 o eixo do fluxo, mesmo quando este descrevia uma trajectória zonal no Atlântico Norte, posicionava-se a latitudes superiores às de Portugal Continental. Contudo, a formação de dorsais de pequena amplitude no Atlântico Oriental foi uma constante durante quase todo o mês.



Fig. 76 - Posição diária dos fluxos aos 500hPa, ao longo de Dezembro de 1974.

As células de altas pressões atlânticas continuaram a ser bastante frequentes, tendo-se originado a partir delas vários tipos de sequências anticiclónicas. Os anticiclones, em virtude da fraca amplitude das ondulações de altitude, prolongaram-se, em geral, pela Europa Ocidental, pelo Mediterrâneo e, mesmo, pelo Norte de África, consoante a posição do dispositivo sinóptico de altitude à semelhança das situações esquematizadas, respectivamente, nas figuras 67-D, 60-B e 67-B.

No mês de Janeiro, registou-se um pequeno aumento das chuvas que, contudo, continuaram a ser geralmente inferiores à mediana. Esta situação esteve relacionada com um recrudescimento da circulação zonal em altitude, com o fluxo a localizar-se frequentemente nas latitudes próximas da Península Ibérica e responsável pela passagem de perturbações frontais em superfície, no final da segunda década do mês.

Contudo, a situação mais comum foi aquela em que a Península se situou no flanco sul do fluxo zonal, como se esquematizou na figura 67-C, ou sob a influência de bloqueios anticiclónicos em altitude, responsáveis, em superfície, por células de altas pressões.

Na primeira década, também foi comum a formação de bloqueios anticiclónicos em altitude que originaram dispositivos sinópticos de altas pressões com posições diversas, centrados no Atlântico Oriental, sobre a Europa ou prolongando-se do primeiro destes pelo Norte de África.

Fevereiro marcou já um certo retorno da circulação de bloqueio que se avantajou sobre a circulação zonal. Registou-se um aumento dos dias perturbados, continuando a verificar-se precipitações inferiores à mediana, especialmente nas regiões mais setentrionais, porque as precipitações essencialmente frontais devem ter sido acrescidas pelo contributo pluviométrico de depressões

relacionadas com a presença de gotas de ar frio, em altitude, que afectaram as regiões mais meridionais. Os bloqueios foram os principais responsáveis pelas situações anticiclónicas deste mês, cujas células, tal como em Janeiro, ocuparam posições extremamente variáveis desde o Atlântico até à Europa Ocidental e Norte de África.

Março teve chuvas superiores à mediana por todo o Sul. Este mês de circulação acentuadamente depressionária registou precipitações relacionadas quer com a passagem de perturbações frontais de oeste, associadas a um fluxo zonal em altitude, quer pela influência de depressões ligadas à presença de gotas de ar frio, em altitude.

Abril marcou um certo retorno à circulação bloqueada, mas com influência de células de bloqueio predominantemente anticiclónicas que ocasionalmente alternaram com depressões resultantes de gotas de ar frio, em altitude. Estas, que ocorreram essencialmente durante a última década do mês, contribuiram com precipitações que se aproximaram dos valores medianos.

Em Maio houve um forte predomínio da circulação meridiana com situações anticiclónicas em quase todo o mês. Em superfície, formaram-se anticiclones atlânticos que registaram diferentes evoluções. Estes formaram apófises polares, prolongaram-se pela Europa Ocidental e, nalguns casos, chegou mesmo a concretizar-se a sua ligação ao anticiclone do interior do continente. Contudo, nos poucos dias depressionários verificados registaram-se chuvas que ultrapassaram bastante os valores medianos por todo o Sul de Portugal, onde as chuvas de Maio costumam ser já bastante reduzidas.

O início do Outono de 1975/76 é marcado pela continuação do predomínio da circulação zonal sobre as

correntes ondulatórias e os bloqueios em altitude. Assim, a região da Península Ibérica continua a ser influenciada quer pelas altas pressões subtropicais quer pela margem sul do fluxo zonal de altitude.

As sequências anticiclónicas resultaram essencialmente das altas pressões em altitude e de alguns bloqueios anticiclónicos. Estes anticiclones, que se estenderam frequentemente pelo Continente Europeu e, por vezes, se alongaram até ao Mediterrâneo e Norte de África, estiveram na origem da forte escassez das chuvas neste período do ano.

Em Novembro, as chuvas registadas continuaram reduzidas, com valores próximos ou inferiores ao primeiro decil. Mais uma vez se registou um forte predomínio de situações anticiclónicas sob a influência predominante de dorsais em altitude, resultantes de uma circulação em correntes ondulatórias, que se sobrepôs à circulação zonal dominante nos meses anteriores.

Assim, foram as células anticiclónicas que deram a tonalidade a grande parte deste Outono, marcado pela continuação da secura estival. Esta apenas foi mitigada por um ou outro episódio chuvoso, resultante da passagem de perturbações vindas de oeste, mas em que a faixa de maior instabilidade afectou regiões com latitude superior à da Península Ibérica.

Em Setembro, as células anticiclónicas foram essencialmente atlânticas. Em Outubro e Novembro, com as modificações térmicas operadas entre o continente e o oceano, o quadro das situações observadas tornou-se mais complexo. O anticiclone atlântico estendeu-se quer sobre a Europa quer sobre o Mediterrâneo. Além disso, em Outubro, registou-se o desenvolvimento de um núcleo anticiclónico no interior do Continente Europeu, ligado à presença de uma célula de bloqueio anticiclónica em

altitude [26], situação pouco comum, de que se apresenta um exemplo na figura 77.

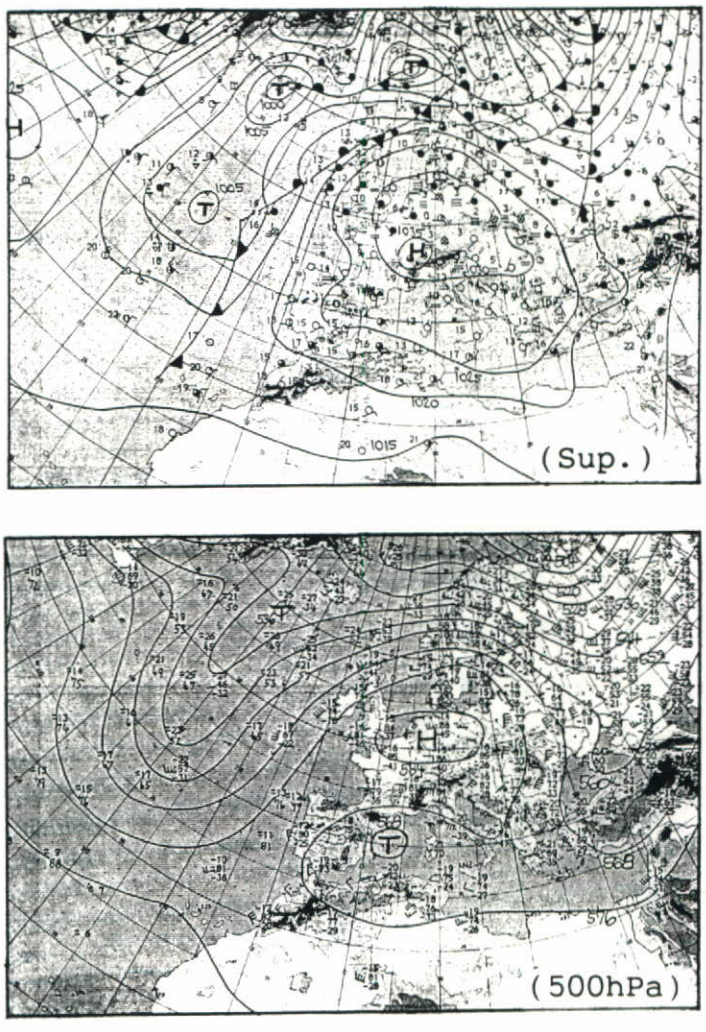


Fig. 77 - Situação sinóptica pouco comum, do dia 23 de Outubro de 1975, com formação de um núcleo anticiclónico centrado no interior do continente europeu, relacionado com a presença de uma célula de bloqueio anticiclónico em altitude. Fonte: Boletim Meteorológico Europeu.

Em Novembro a influência de dorsais em altitude levou a que o anticiclone atlântico tenha sido responsável por mais de metade dos dias do mês. Nalguns casos, pouco frequentes, este anticiclone acabou por se

(26) Este tipo de situação anticiclónica é denominado por C. RAMOS (1986) como anticiclone europeu.

prolongar pela Europa Ocidental, Norte de África e mesmo para latitudes superiores, até à bacia do Árctico, com formação de uma apófise polar que acompanhou o desenvolvimento para norte da dorsal de altitude. Ou seja, verificam-se situações similares às apresentadas, respectivamente, nas figuras 67-A e D, 67-B e 60-D.

Dezembro foi, do ponto de vista pluviométrico, um mês extremamente interessante com inversão das dissimetrias espaciais das chuvas comuns em Portugal e mesmo a nível do Sul do país.

Ao contrário do habitual, registou-se, de um modo geral, um aumento, em termos relativos e mesmo em termos absolutos, das chuvas de norte para sul. As regiões mais meridionais registaram totais pluviométricos muito mais abundantes que as setentrionais, com um valor para Faro verdadeiramente excepcional (320 mm), como já foi referido anteriormente.

Estes contrastes resultaram da posição de Portugal relativamente aos dispositivos sinópticos da circulação de altitude, caracterizados ao longo deste mês quase exclusivamente por uma circulação de bloqueio.

Assim, no início do mês e durante a última década deste, a circulação foi bloqueada, mas anticiclónica, com formação de anticiclones atlânticos que se prolongaram pela Europa Ocidental e Norte de África (fig. 78-A).

A dissimetria pluviométrica deste mês pode ser atribuída essencialmente à circulação verificada durante a segunda metade da primeira década. Nestes dias, um dispositivo em bloqueio difluente dominava, em altitude, a circulação na região da Península Ibérica (fig. 78-B).

Como se pode ver pela trajectória dos fluxos de altitude, durante a primeira década do mês (fig. 79-A), foram comuns os dias em que as células de bloqueio,

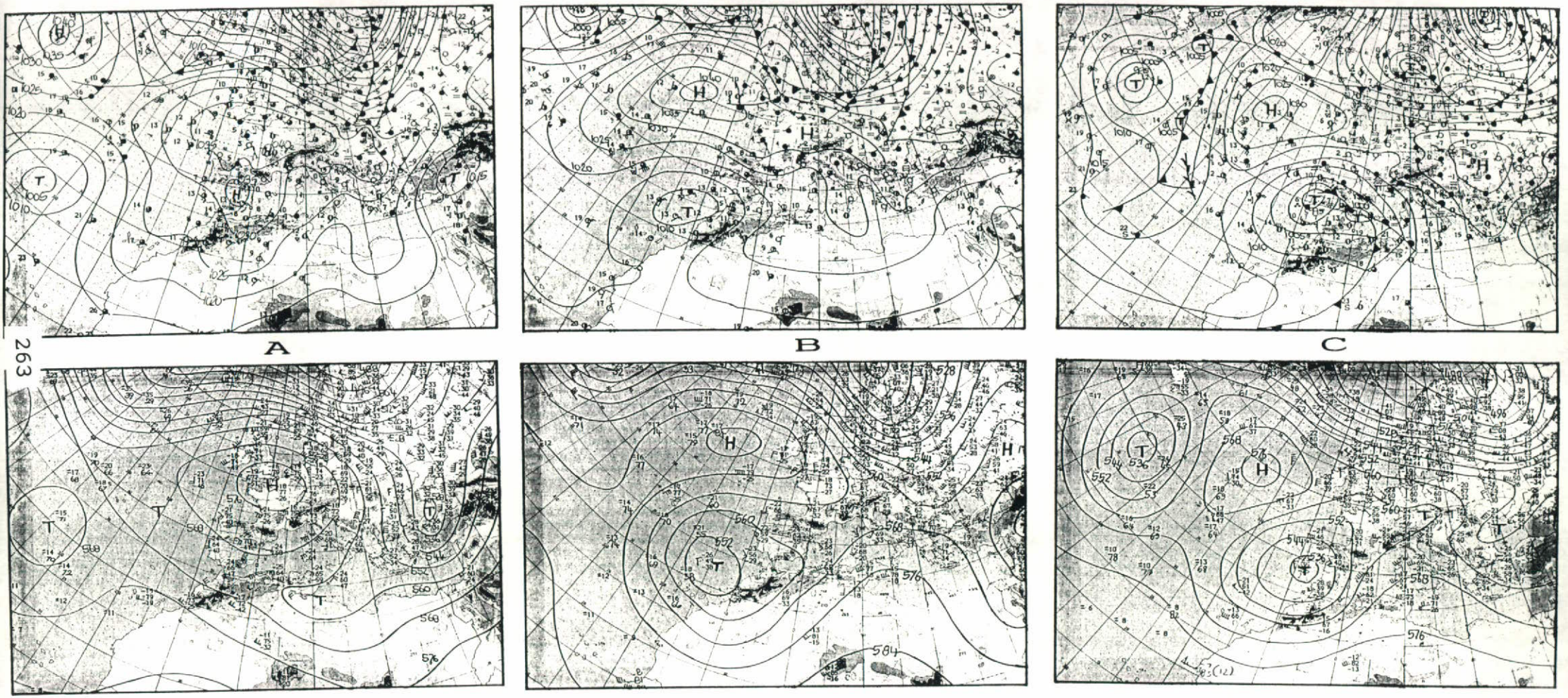


Fig. 78 - Três tipos de situações sinópticas comums durante Dezembro de 1974. Na parte superior da figura apresenta-se a situação em superfície, na inferior as dos 500hPa. A - Dia 22; B - Dia 5; C - Dia 16. Fonte: Boletim Meteorológico Europeu.

depressionária e anticiclónica, se encontravam justapostas em latitude. Nestas circunstâncias a parte mais setentrional era influenciada pelo núcleo anticiclónico e as regiões meridionais pelo depressionário (gota de ar frio).

Assim, a norte, o estado do tempo caracterizava-se pela acção de um anticiclone, com fluxo de leste continental, frio, seco e estável, enquanto as regiões do sul estavam sob a acção de uma depressão, com fluxo geralmente do quadrante sul, de ar oceânico, húmido e instável. Deste modo, mesmo na metade sul do território, foram acentuados os contrastes entre as chuvas no Ribatejo e Alto Alentejo e as registadas nos locais mais meridionais e consequentemente mais atingidos pelo núcleo depressionário.

A segunda década foi, também, de carácter depressionário, mas já generalizado a todo o país (fig. 78-C). A posição do fluxo de altitude mostra que toda a Península era agora envolvida pelas invasões de ar frio (fig. 79-B).

Na última década a circulação, como já se referiu, foi, também, bloqueada, mas anticiclónica (fig. 79-C).

Em Janeiro, as precipitações voltaram a ser reduzidas, não atingindo geralmente os valores da mediana. Registou-se um forte predomínio da circulação meridiana e dentro desta dos bloqueios, embora tenham aumentado as correntes ondulatórias relativamente a Dezembro.

Foram comuns as situações de abrigo aerológico resultantes da presença de células de bloqueio anticiclónico, na região da Península Ibérica. As sequências anticiclónicas só foram interrompidas

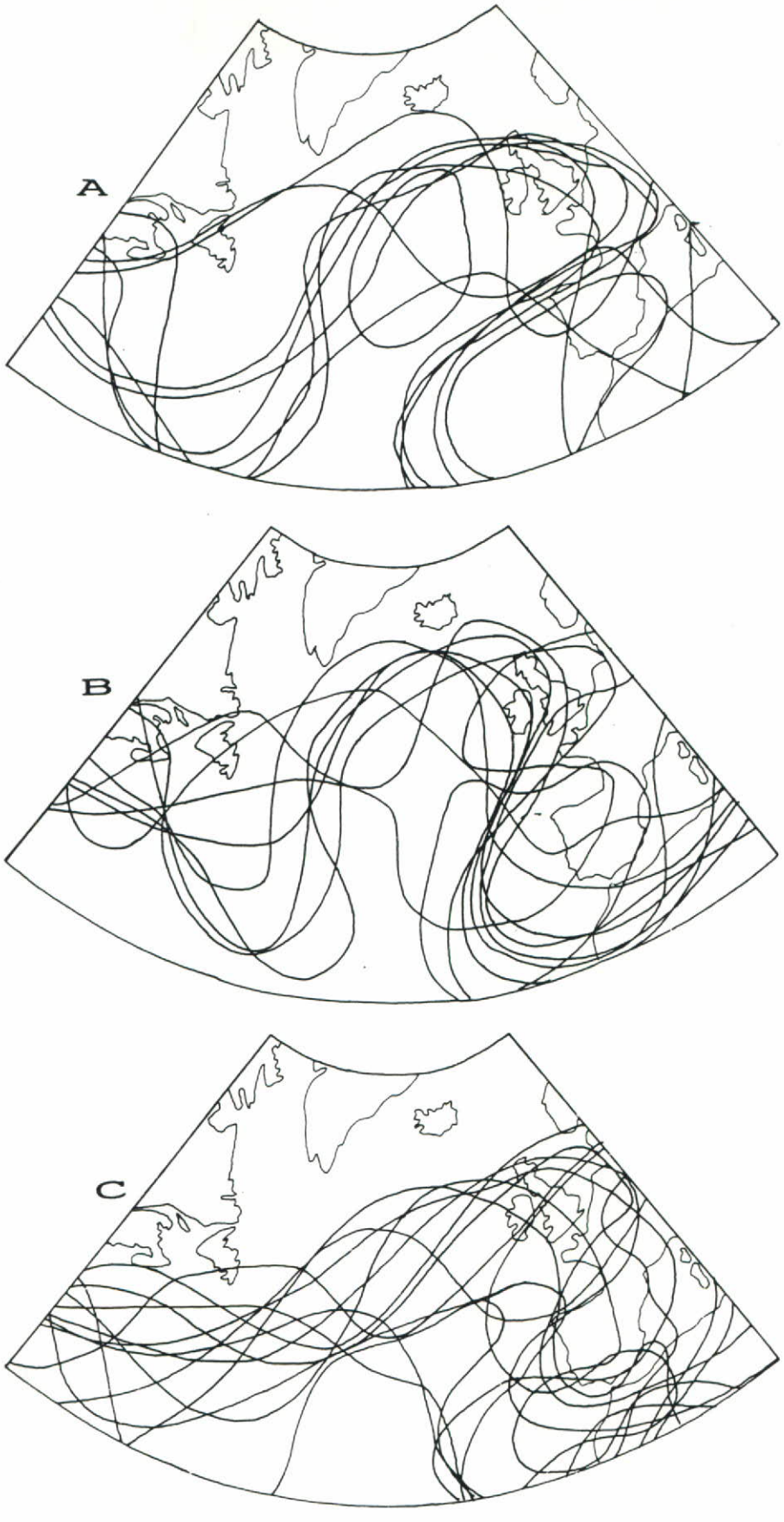


Fig. 79 - Posição diária dos fluxos aos 500hPa ao longo de Dezembro de 1975: A - Primeira década; B - Segunda década; C - Terceira década.

praticamente no fim do mês, aquando da formação de um vale que proporcionou a passagem de sistemas frontais com trajectória meridiana de norte sobre a Península.

A posição, em altitude, da célula anticiclónica de bloqueio, conjugada com as condições térmicas de superfície, originou dispositivos sinópticos em que o núcleo de altas pressões ocupou posições diversificadas ao longo do mês. A situação mais comum pautou-se pela existência de um anticiclone atlântico que, por vezes, se prolongava pela Europa Ocidental e nalguns casos se ligou mesmo ao anticiclone térmico do interior do continente ou ainda a formação de apófises polares.

Em Fevereiro, continuou a verificar-se a diminuição das situações de bloqueio que são praticamente igualadas em número de dias quer pela circulação zonal quer pelas correntes ondulatórias. Houve um ligeiro predomínio dos dias depressionários e as precipitações registadas aproximam-se já dos valores medianos.

Em superfície, as situações de instabilidade relacionam-se sobretudo com perturbações de oeste e depressões de bloqueio. Os dias anticiclónicos resultaram essencialmente da formação de dorsais que originaram anticiclones atlânticos em superfície.

Março assinalou um retorno à circulação meridiana a que correspondeu um aumento dos bloqueios. As chuvas tornaram a escassear, com valores próximos aos do primeiro quintil, sobretudo nas regiões mais setentrionais. Os dias anticiclónicos sobrepõem-se ligeiramente aos depressionários, os quais foram bastante ineficazes do ponto de vista pluviométrico.

As precipitações resultaram da influência de perturbações frontais de trajectória quer zonal quer meridiana de norte, bem como de depressões de bloqueio (gotas de ar frio em altitude). Estas últimas

influenciaram, nalguns casos, preferencialmente, as regiões mais meridionais relativamente às mais setentrionais, tendo, por isso, as primeiras registado uma redução menos acentuada das chuvas do que as segundas.

Ao contrário de Março, Abril foi um mês chuvoso por todo o Sul. Os totais pluviométricos ultrapassaram largamente a mediana, especialmente nos locais mais meridionais tendo sido, por exemplo, superiores ao nono decil, em Faro.

Em relação ao mês anterior continuaram a aumentar os dias de circulação de bloqueio, em altitude, que se manteve em quase todo o mês. Foram as células depressionárias dos bloqueios (gotas de ar frio em altitude) que atingiram todo o Sul de Portugal e com especial incidência as regiões mais meridionais.

Em Maio, continuou-se a verificar um forte predomínio da circulação meridiana em altitude. Este mês marcou o início da estação seca, com chuvas já muito reduzidas, mesmo nas regiões do norte do Alentejo. A escassez das precipitações esteve relacionada com a formação de dorsais em altitude que alternaram com gotas de ar frio, as quais quase não originaram chuvas.

A seca de 1975/76 mereceu a atenção de diversos autores, nomeadamente G. BLANCHET (1977) que fez o seu estudo para a região do Ródano-Alpes (com apenas 30 % das precipitações entre Março e Junho em Lyon-Bron) referindo a existência de uma forte variação regional da intensidade da seca bem como a sua nítida atenuação nas regiões mais meridionais. P. M. KELLY e P. B. WRIGHT (1978) referem que a seca de 1975/76 foi, na Europa Ocidental, uma das mais severas desde que há registos, culminando, como afirmámos anteriormente, um período de precipitação abaixo do normal que começou no início dos anos sessenta e sem paralelo durante o corrente século.

Também J. MOUNIER (1977) estudou a seca de 1976. Refere que, para as regiões oceânicas, a seca pode ser definida através da deficiência de evaporação (ETP-ETR). Aplicado ao exemplo da Bretanha este método mostrou que uma seca desta intensidade tem uma probabilidade de ocorrência de cerca de quatro vezes por século.

Como se sublinhou na primeira parte deste capítulo, a seca é um fenómeno complexo, de definição e quantificação difícil. Como em grande parte dos trabalhos sobre este tema, a seca foi encarada na perspectiva da escassez pluviométrica. Este critério, como se referiu, é insuficiente para encontrar os principais anos de seca, facto aqui comprovado pelo exemplo de 1964/65, um dos de maior escassez do período 1949/78, que segundo M. FEIO e V. HENRIQUES (1986) foi, mesmo, um ano de boa produção cerealífera no Alentejo.

Porém, este critério serviu para identificar os anos de maior défice pluviométrico e a partir destes encontrar as modificações na circulação atmosférica que estão na origem de longos períodos de inibição das chuvas, na época em que estas são habituais.

Estas modificações estão relacionadas, geralmente, com a ondulação ou bloqueio do fluxo de oeste e o consequente desvio deste para latitudes mais setentrionais e o estabelecimento, na região da Península Ibérica, de longas sequências anticiclónicas, responsáveis pela ausência de precipitações.

Nos casos analisados, a distribuição das áreas mais afectadas pela escassez pluviométrica foi bastante diferente de ano para ano. Mesmo no período de 1973/74 a 1975/76, as regiões sempre afectadas por grande défice de precipitação, nos três anos, correspondem a sectores de

extensão reduzida, facto que deve ter contribuído para que as consequências deste episódio de seca plurianual não tenham sido ainda mais gravosas e afectado regiões mais extensas.

CAPÍTULO IV

OS EPISÓDIOS MUITO CHUVOSOS

1. A ESCOLHA DOS EPISÓDIOS ESTUDADOS

Como se disse no capítulo anterior, não há dados mensais publicados referentes ao balanço hídrico cronológico. Contudo, M. L. BETTENCOURT (1988) publicou no fascículo XXXIX de **O Clima de Portugal**, para os valores médios, os períodos culturais e de água disponível.

A partir destes dados elaboramos a figura 80, em que se marca a duração dos períodos que o autor denomina por húmido e chuvoso. Naquele trabalho, considera-se húmida a parte do ano em que a precipitação é superior à ETP. A chuvosa, por sua vez, engloba a anterior e ainda os períodos pré-húmido e pós-húmido. O primeiro destes inicia-se quando a precipitação atinge metade da ETP e termina quando ambas se igualam. O segundo começa quando a ETP supera a precipitação e acaba quando a precipitação se torna inferior a metade da ETP. Ou seja, considera

húmido o período em que não há défice de evapotranspiração e chuvoso todo tempo em que a precipitação é superior a metade da ETP.

Deste modo, a figura 80 dá, em termos médios, os períodos em que não há défice de água (período húmido) e o imediatamente anterior e posterior, em que a deficiência de água não é muito intensa. Estas informações são de especial interesse, como salienta o autor, em meteorologia agrícola para a comparação entre períodos de água disponível para as culturas e a duração dos ciclos de desenvolvimento daquelas.

Embora retratando valores médios ou seja, partindo de totais de precipitação que têm uma probabilidade de não serem atingidos em mais de 50 % dos anos, a figura 80 dá uma ideia da duração da estação chuvosa no Sul de Portugal, embora com todas as limitações inerentes à informação que lhe serviu de base.

Na figura os locais com este tipo de dados publicados foram representados por ordem decrescente de latitude. Como se pode ver, o início do período chuvoso não apresenta grandes diferenças ao longo destas regiões; apenas se nota que começa ligeiramente mais cedo nos locais mais a norte (entre o fim de Outubro e o início de Novembro), o que está de acordo com o regime provável das precipitações, em que se encontrou um incremento rápido e generalizado das chuvas no Outono. Termina, porém, mais precocemente no Sul onde, como vimos, a duração da secura estival é maior.

Assim, as semelhanças são fortes entre as regiões do Alto e Baixo Alentejo. As diferenças acentuam-se especialmente nos locais do Algarve relativamente ao restante território, com excepção de Caldas de Monchique que, pela sua altitude e sobretudo pela sua exposição, tem um período chuvoso mais longo assemelhando-se mais às regiões setentrionais do que às que lhe são contíguas.

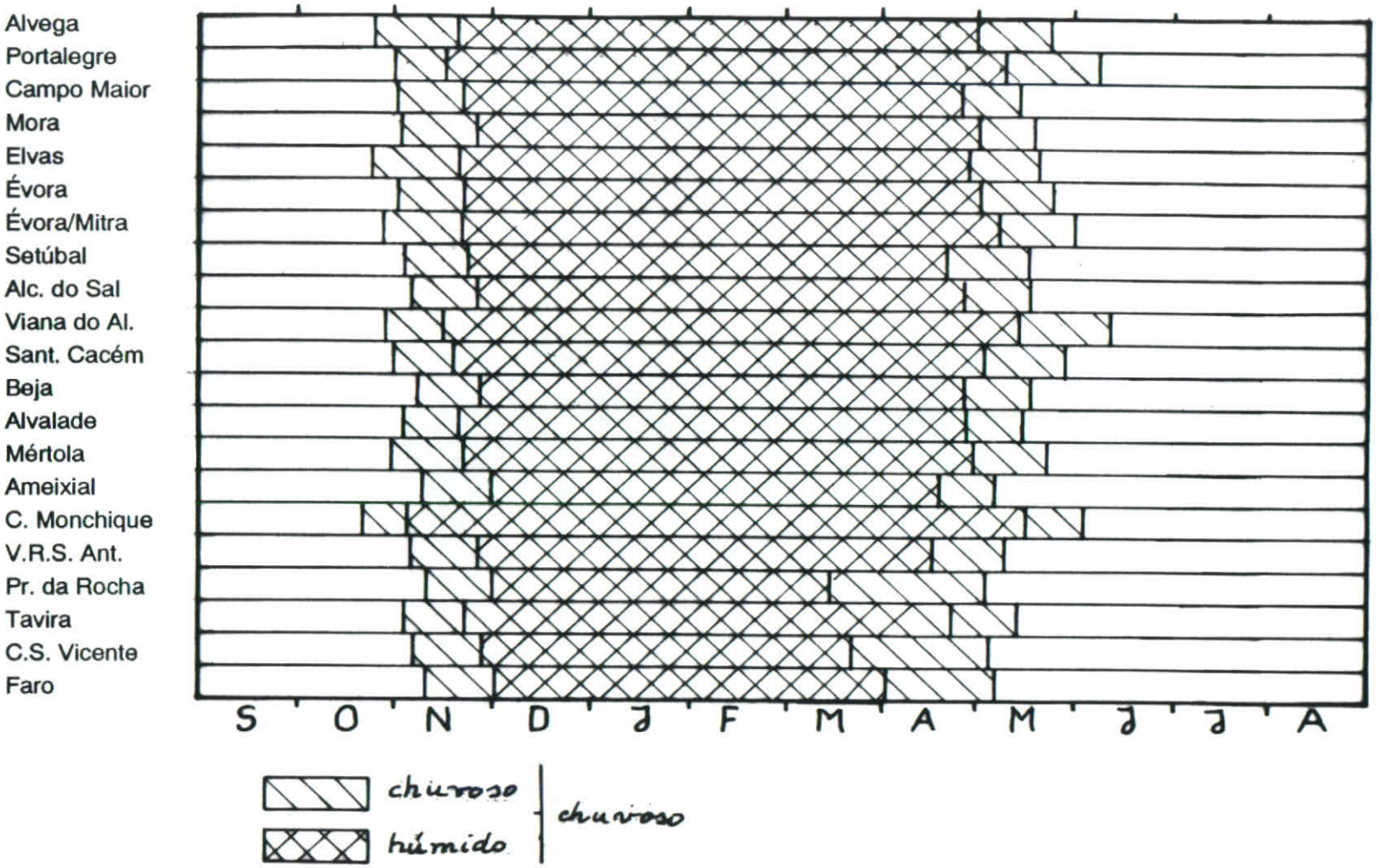


Fig. 80 - Representação da duração média do período húmido (R > ETP) e do período chuvoso (R > 1/2ETP), no Sul de Portugal. Extraído de M. L. BETTENCOURT (1988).

Contudo, como se tem demonstrado ao longo deste trabalho, no Sul de Portugal, as precipitações apresentam uma forte variabilidade, que se traduz em realidades anuais bastante mais complexas do que as apresentadas anteriormente.

A variabilidade traduz-se no aparecimento de períodos fortemente deficitários em chuvas, que podem levar a situações de seca e, noutros, por vezes de precipitações bastante abundantes em relação aos valores médios.

Esta característica das chuvas traduz o cariz mediterrânico do clima de Portugal. Não obstante a proximidade do oceano Atlântico, a irregularidade das precipitações é um dos traços mais marcantes do clima do Sul de Portugal.

A alternância dos anos secos e chuvosos faz-se de maneira caprichosa. Um ano seco ou chuvoso pode ser seguido de outro de condições similares ou completamente opostas, como foi visto anteriormente.

O aparecimento de períodos ou mesmo de anos extremamente chuvosos faz parte desta variabilidade, tal como as situações de seca severa.

A escala temporal mais apropriada para a análise dos períodos chuvosos não é, contudo, semelhante à das secas. Nestas, a persistência é uma das características fundamentais.

Como foi visto, a duração do período de secura é determinante nas consequências quer para o meio físico quer para as actividades humanas. Daí ter-se privilegiado uma escala de análise temporal bastante larga, anual e plurianual pois, como já foi referido, nos climas de cariz mediterrânico podem ocorrer largos períodos de

escassez pluviométrica (A. J. PÉREZ CUEVA e J. L. ESCRIVÁ ORTEGA, 1982).

Nestes climas, as chuvas ocorrem predominantemente ao longo da metade mais fresca do ano, mantendo-se o período estival como uma época de precipitações reduzidas ou inexistentes. Assim, os totais anuais, bastante acima dos valores medianos, resultam de um incremento das chuvas ao longo do Inverno, ou deste e de uma ou mesmo das duas estações intermédias.

Deste modo, podemos concluir que os períodos chuvosos, em que se registam chuvas diariamente ou quase, são sempre de duração muito inferior ao ano, pelo que a escala temporal mais apropriada para os analisar não é seguramente a anual.

Além do que foi dito, devemos ter em conta que a incerteza pluviométrica nestes climas se traduz também na intensidade das chuvas.

As precipitações têm frequentemente uma intensidade fraca ou moderada, proporcionando períodos chuvosos que se impõem pelos totais acumulados. Estes, estão sobretudo relacionados com a persistência e repetição dos episódios chuvosos, mais do que com a sua própria intensidade. Tais situações, embora tenham uma duração que não coincide com a escala mensal, são, geralmente, identificáveis com facilidade a esta escala.

Contudo, nestes climas não são invulgares os aguaceiros violentos, que proporcionam intensidades de chuva muito fortes. Independentemente doutras contingências, para que estas situações ocorram necessitam de uma forte capacidade higrométrica do ar que permita alimentar as condensações abundantes.

Deste modo, à partida, o Inverno não é a estação do ano mais favorável a este tipo de evento, devido às temperaturas relativamente baixas. As estações intermédias, mercê de temperaturas mais elevadas, reúnem condições mais propícias à ocorrência destas chuvadas. Das duas destaque-se o Outono pelo facto do oceano próximo ainda possuir um elevado conteúdo térmico, essencial quer ao aquecimento e instabilização das massas de ar quer ao seu enriquecimento em vapor de água.

Podemos, consequentemente, concluir que há dois tipos de situações a considerar: as chuvosas, de duração relativamente longa e geralmente sem intensidade forte, que se traduzem razoavelmente bem nos totais mensais; as de chuvas intensas, com uma forte concentração no tempo e, por vezes, também no espaço.

O primeiro tipo de situações pode provocar cheias e inundações nas bacias fluviais mais extensas, em função do seu carácter generalizado e repetitivo. O segundo aparece associado às inundações de pequenas bacias-vertentes, função da sua concentração espacial e temporal.

Do que foi dito, podemos inferir que para o estudo das precipitações e nomeadamente dos períodos correspondentes a totais abundantes (bastante acima dos valores medianos), as escalas temporais mais apropriadas são a mensal para o primeiro tipo de situações apresentadas e, mercê da sua forte intensidade, para as outras seriam escalas bastante mais reduzidas, do tipo horário ou mesmo de uma ou mais dezenas de minutos, consoante os casos.

Contudo, se há dados disponíveis a nível mensal, as intensidades em dezenas de minutos ou mesmo horárias só são possíveis a partir dos pluviogramas.

Assinale-se, no entanto, a dificuldade de consulta destes documentos e, sobretudo, a inexistência deste tipo de registos, para a maioria dos locais de observação em que a medição das chuvas é feita com pluviómetros acumuladores, com leituras de 24 em 24 horas. Assim, a análise mais fina possível, para uma rede relativamente vasta de postos de observação, é de 24 horas. Este período de tempo parece, contudo, ser apropriado, pois os episódios de chuva muito intensa não costumam superar esta duração, sendo, pelo contrário, frequentemente de duração bastante inferior.

S. DAVEAU (1972) levanta o problema de qual será a duração das chuvadas mais intensas e em que medida elas se correlacionam com as chuvas registadas em 24 horas (e com dados publicados). Analisando a informação e os estudos disponíveis, conclui que no centro do país a aparição de dias muito chuvosos se faz de maneira muito irregular e que o intervalo de 24 horas dá bem conta destes episódios. Refere que no Algarve, segundo os registos horários divulgados por F. R. CUNHA (1957), as chuvadas só excepcionalmente se prolongam por mais de 24 horas, mas podem atingir nos principais relevos valores que raramente ocorrem no resto de Portugal.

Consequentemente, a análise dos episódios chuvosos é feita a duas escalas temporais. A mensal ou plurimensal, que permite evidenciar os períodos chuvosos de maior duração e que se repetem ao longo de um certo tempo, normalmente várias semanas, e a diária que, como vimos, é a mais reduzida possível e que nos permite averiguar algumas das características destas chuvadas intensas, também comuns ao nosso tipo de clima.

Ressalve-se, contudo, que estes dois tipos de situação se podem associar, ou seja, dentro de períodos

chuvosos podem aparecer dias com precipitações bastante intensas.

Assinale-se, também, que os totais acumulados em 24 horas não dão a noção da intensidade de certas chuvadas, normalmente de duração inferior a este limiar e cujos picos têm muitas vezes uma duração de apenas alguns minutos. Embora não seja possível apresentar exemplos, saliente-se, no entanto, o interesse do seu estudo, uma vez que têm grande impacto nas paisagens em geral e podem interferir mesmo com as obras humanas.

Tais situações têm, como vimos, condições de ocorrência mais favoráveis nas estações intermédias e sobretudo ao longo do Outono. Isto significa que, muitas vezes, ocorrem num período em que a superfície está desprovida de vegetação, depois de um Verão longo e seco. Nestas circunstâncias, as chuvas de grande intensidade têm geralmente um enorme potencial geomorfológico.

Uma chuvada destas pode ter uma capacidade de erosão, transporte e acumulação sem paralelo ao longo de vários anos. A sua ocorrência fica normalmente gravada na paisagem, sendo um dos factores mais marcantes da sua evolução actual.

Assim, a ideia de base para o estudo dos episódios chuvosos foi a de encontrar meses muito chuvosos, bem como dias de totais pluviométricos elevados, de modo a permitir uma escala temporal, o mais próxima possível, dos dois tipos de situações descritas anteriormente.

Os exemplos apresentados neste capítulo foram escolhidos com base nos pressupostos anteriormente enunciados.

Refira-se que os dados aqui tratados foram solicitados à **Direcção Geral dos Recursos Naturais** em 1991. Nessa fase do trabalho ainda não tinhamos um

conhecimento aprofundado da série de 1949/78 que nos permitisse escolher os episódios mais chuvosos e especialmente os dias de chuva mais intensa.

Deste modo, e tendo conhecimento que as precipitações referentes aos anos mais recentes seriam obtidas com mais facilidade optámos por pedir alguns dados fora do período estudado na primeira parte.

A incoerência metodológica em que incorremos foi, contudo, compensada pela obtenção de dados diários e pela possibilidade de se puderem escolher os períodos talvez mais chuvosos e de consequências económicas mais gravosas das últimas décadas. Estes correspondiam a Novembro de 1983, na região de Lisboa e a Novembro e Dezembro de 1989, sobretudo no Algarve.

Simultaneamente colheram-se, também, dados de meses correspondentes à série de 1949/78 e cujas características chuvosas eram já conhecidas, pelo menos parcialmente, de trabalho anterior (J. E. VENTURA, 1986).

Daqui resulta que aqueles dois períodos são mais recentes do que a série considerada neste trabalho. Esta teve de terminar em 1978 pois à data em que começámos a recolha dos dados mensais este correspondia ao ano mais recente publicado pelos **Anuários Climatológicos de Portugal.**

Nos outros exemplos mensais apenas foi possível obter as chuvas diárias para alguns locais, pois a menor acessibilidade dos ficheiros inviabilizou a sua consulta para as mais de duas centenas de postos de medição existente no Sul de Portugal.

De entre os exemplos que estudámos a nível mensal, seleccionamos o já referido de Novembro de 1983 (muito chuvoso por todo o Sul e recordado pelas inundações nas pequenas bacias hidrográficas da região de Lisboa) e,

pelas suas características peculiares, Outubro 1972, Dezembro de 1975 e Dezembro de 1976.

Nos quadros XXXI, XXXII e XXXIII é possível comparar os totais dos meses escolhidos com as medianas, decil superior e máximo para alguns locais representativos do Sul de Portugal, no período de 1949/78.

Pelo quadro XXXI pode-se concluir que, em Novembro de 1983, se registaram precipitações sempre superiores às do nono decil e que em dez dos doze casos superaram os máximos registados no período de 1949/78.

QUADRO XXXI

Comparação das precipitações de Novembro de 1983 com a mediana, decil superior e valor máximo do período de 1949/78.

	NOVEMBRO			
	1983	1949/78		
		D5	D9	MAX.
CASTELO DE VIDE	377	98	194	358
CHOUTO	273	99	199	237
AVIS	356	76	198	258
JUROMENHA	227	69	139	242
ÉVORA	226	66	177	235
COMPORTA	356	68	150	233
S. DOMINGOS	310	79	156	301
BEJA	180	71	138	170
BARRANCOS	197	56	131	168
ALMODÔVAR	157	59	134	221
MÉRTOLA	262	52	122	152
BRAVURA	239	74	156	228
BARRANCO DO VELHO	425	107	278	328
FARO	286	53	128	176

Nos casos de Dezembro de 1975 e de 1976 havia um conhecimento prévio (J. E. VENTURA, 1986). Do primeiro, embora a análise tivesse sido feita a uma escala mais geral, sabia-se que fazia parte de um ano de características secas e que tinha fortes contrastes espaciais das chuvas, com uma inversão dos habituais contrastes norte/sul. O segundo, Dezembro de 1976, correspondia a um ano chuvoso e não apresentava à partida grandes contrastes espaciais das precipitações.

No quadro XXXII, em que os locais escolhidos estão ordenados latitudinalmente (das mais elevadas para as mais baixas), pode ver-se que os correspondentes às regiões mais setentrionais tiveram totais inferiores à mediana, em Dezembro de 1975, tendo aquele valor sido superado nos das latitudes mais baixas, ultrapassando-se mesmo o nono decil e correspondendo ao valor máximo de 1949/78 em Faro. Aliás, este mês foi o mais chuvoso por todo o Algarve e Baixo Alentejo, posição que não ocupa em nenhum local de medição do Alto Alentejo e Ribatejo.

Dezembro de 1976 pertence, como foi dito, a um ano climatológico de características chuvosas e foi o mês mais chuvoso em quase todo o Sul de Portugal. Tal facto ocorreu em cerca de 80 % das quase duas centenas de locais de medição com dados disponíveis, com totais sempre acima da mediana e que nalguns locais ultrapassam o nono decil (quadro XXXII).

Este mês, conjuntamente com os dois seguintes, constitui o trimestre mais chuvoso do ano em que se registaram mais de 50 % das chuvas anuais, percentagem esta que em Faro atingiu os 75,5 % (J. E. VENTURA, 1986, p.57).

Refere-se, por último, o exemplo de Outubro de 1972, que foi um mês muito chuvoso por todo o Sul (quadro

XXXIII). Os totais registados foram os mais elevados do ano em 27 % das duas centenas de locais de observação. Pertence a um ano climatológico com chuvas próximas da mediana ou relativamente inferiores a esta, mas sempre superiores ao primeiro quintil. Porém, no Sul registaram-se precipitações sempre superiores à mediana, por vezes, mesmo, superiores ao nono decil e que em Faro correspondem ao máximo de 1949/78 para este mês (quadro XXXIII).

QUADRO XXXII

Comparação das precipitações de Dezembro de 1975 e 1976 com a mediana, decil superior e valor máximo do período de 1949/78.

	DEZEMBRO				
	1975	1976	1949/78		
			D5	D9	MAX.
CASTELO DE VIDE	80	177	87	201	267
CHOUTO	48	146	89	218	274
AVIS	65	112	68	159	242
JUROMENHA	43	111	59	177	333
ÉVORA	78	144	75	195	329
COMPORTA	58	110	66	174	290
S. DOMINGOS	177	198	104	222	405
BEJA	108	159	83	163	316
BARRANCOS	67	158	68	147	322
ALMODÔVAR	149	179	84	186	313
MÉRTOLA	50	186	46	173	254
BRAVURA	172	209	107	235	362
BARRANCO DO VELHO	331	388	117	393	457
FARO	322	177	75	212	322

QUADRO XXXIII

Comparação das precipitações de Outubro de 1972 com a mediana, decil superior e valor máximo do período de 1949/78.

	OUTUBRO			
	1972	1949/78		
		D5	D9	MÁX.
CASTELO DE VIDE	164	63	168	267
CHOUTO	74	61	157	222
AVIS	122	51	149	249
JUROMENHA	125	47	121	204
ÉVORA	124	39	159	198
COMPORTA	131	37	125	243
S. DOMINGOS	227	49	212	261
BEJA	119	37	124	196
BARRANCOS	96	39	132	218
ALMODÔVAR	208	57	133	208
MÉRTOLA	87	44	153	218
BRAVURA	223	51	181	226
BARRANCO DO VELHO	195	98	215	368
FARO	185	33	159	185

Quanto às situações diárias de chuvas muito intensas, estas foram seleccionadas a partir dos registos pluviométricos publicados nos **Anuários Climatológicos de Portugal.**

Assim, o levantamento dos dias de chuvas intensas foi feito não para todos os anos da nossa série inicial (1949/78), mas sim para os últimos trinta anos então publicados. Ou seja, para utilizar os mais recentes já então disponíveis, deslocou-se a série para os cinco anos seguintes. Este período, sendo praticamente coincidente com o de 1949/78, tem a vantagem de englobar dados até ao ano de 1983.

Nos anuários referidos, encontra-se, para cada mês, o máximo diário mais elevado bem como a respectiva data de ocorrência. Os dias chuvosos seleccionados correspondem a alguns dos que registaram os totais diários mais abundantes bem como a outros que fazem parte dos dois períodos chuvosos mais recentes para os quais, como foi dito, dispúnhamos de dados diários.

A selecção efectuada está longe de esgotar os casos interessantes registados ao longo dos trinta anos. A recolha prévia dos dados não permitiu incorporar nesta amostragem outras situações com interesse, detectados no desenrolar deste trabalho. A escolha teria sido mais frutuosa se tivesse havido a possibilidade de a realizar numa fase mais adiantada do trabalho, com melhor conhecimento do período 1949/78.

Tal situação era teoricamente possível visto os dados pluviométricos se encontrarem informatizados no INMG, o que torna fácil e rápida a sua obtenção. Contudo, esta não pode ser concretizada em investigações não financiadas, dado a política de preços exorbitantes (para um universitário) praticada por aquela entidade pública.

Por último, refira-se que a representação da variação espacial dos exemplos considerados, quer a nível mensal quer a nível diário, foi realizada a partir de todos os dados disponíveis, sobre um fundo de relevo à escala de 1 : 750 000. No entanto, os mapas aqui apresentados aparecem numa versão reduzida à escala de aproximadamente 1 : 1 500 000.

2. A REPARTIÇÃO ESPACIAL DAS PRECIPITAÇÕES MENSAIS E A CIRCULAÇÃO ATMOSFÉRICA

2.1. Chuvas importantes e generalizadas (exemplo de Novembro de 1983)

Como se referiu anteriormente, Novembro de 1983 registou chuvas muito abundantes, nalguns locais superiores aos máximos do período de 1949/78.

A variação diária das chuvas ao longo do mês, representada na figura 81 em oito locais representativos do Sul de Portugal, mostra que o período chuvoso teve uma duração inferior ao mês, tendo-se registado o essencial das precipitações entre o dia 3 e o dia 22. O número de dias de chuva foi variável consoante os locais, com um mínimo de 14 e um máximo de 29. Contudo, a grande maioria dos locais de medição teve um número de dias de chuva semelhante, entre 17 e 21 dias (fig. 82-A).

As precipitações repartiram-se por quatro episódios chuvosos, perfeitamente identificáveis em todos os locais estudados mas melhor individualizados nos postos de medição setentrionais (os do lado esquerdo da figura 81). Com efeito, nesses locais os episódios chuvosos foram intercalados por dias sem chuvas ou de totais insignificantes; nas regiões meridionais a distinção é menos clara, especialmente no Algarve, onde a partir do dia 8 choveu diariamente até ao dia 23.

Daí se pode concluir que os totais diários foram, no geral, mais elevados no fim do período chuvoso, nas latitudes superiores, enquanto nas latitudes inferiores houve uma menor variação dos valores diários que foram

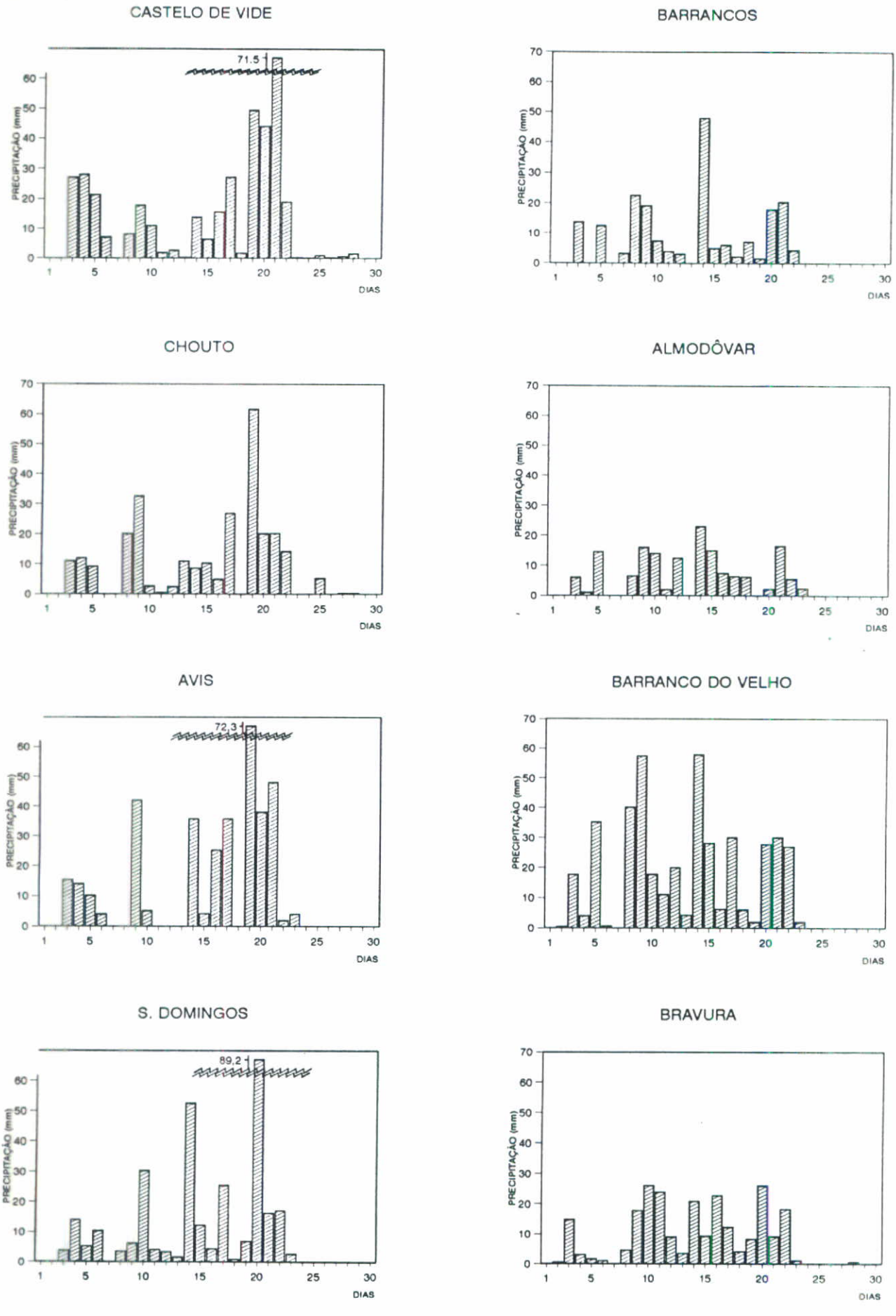


Fig. 81 - Exemplos da variação diária das precipitações em Novembro de 1983, no Sul de Portugal.

mais reduzidos, com excepção das regiões de maior altitude (aqui representadas por Barranco do Velho).

As datas em que se registou o valor diário mais elevado deste mês (figura 82-B) mostra que o primeiro episódio chuvoso só proporcionou máximos mensais em meia dúzia de locais. No segundo, aqueles registaram-se ao longo de vários dias mas, especialmente, a 9, que foi o dia mais chuvoso em 19 locais de medição. No terceiro, os máximos mensais distribuem-se também por vários dias, mas com especial predominância do dia 14, que corresponde aos máximos de 51 lugares, ou seja, aquele em que mais locais registaram o total diário mais abundante. O último episódio chuvoso é marcado por três dias, 19, 20 e 21, com os máximos diários mais elevados em grande número de locais de medição, respectivamente, em 34, 23 e 30 num total de 190.

Há, deste modo, dias que se impõem pelos totais registados. Os mais chuvosos, correspondentes aos dias 9, 14, 19 e 21, serão analisados na segunda parte deste capítulo dedicada aos exemplos diários.

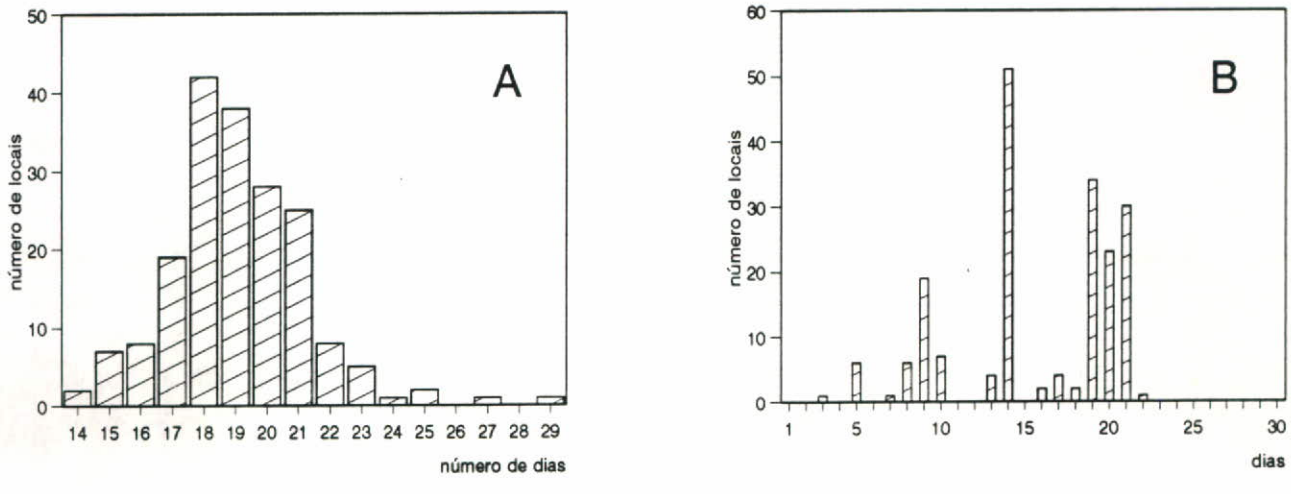


Fig. 82 - Número de dias de chuva em Novembro de 1983 (A) e distribuição da frequência de ocorrência dos totais diários mais elevados nos 190 postos de medição do Sul de Portugal (B).

No que respeita à repartição espacial das precipitações no sul, deve salientar-se que as regiões mais chuvosas, onde se superaram 400 mm, foram as montanhosas, tanto nas mais setentrionais, como é o caso da Serra de Marvão (S. Julião registou o valor mensal mais elevado com 501 mm), como nas mais meridionais, de que são exemplos as Serras de Monchique (com 479 mm em Monchique) e do Caldeirão (com 436 mm em Sobreira/Salir e 425 mm em Barranco do Velho; fig. 83).

Nos outros relevos do Sul de Portugal, os totais acumulados são mais modestos: superiores a 350 mm nas serras do litoral alentejano e a 300 mm no conjunto formado pela Serra de Ossa e Planalto de Estremoz.

Quanto aos totais de chuva mais baixos podemos generalizar, referindo que ocupam as regiões de menor altitude ou deprimidas, com especial destaque para as localizadas a NNE ou mesmo NE dos principais relevos. Assim, os valores mais baixos, inferiores a 200 mm, registaram-se numa faixa orientada SW/NE, do norte da Serra de Monchique até à região fronteiriça, a sul de Juromenha (os mínimos absolutos registaram-se em Almodôvar e Santo Aleixo da Restauração, com 157 e 158 mm, respectivamente), bem como no médio vale do Mira e na parte do litoral do barlavento algarvio. Outras regiões de mínimos relativos, onde os totais foram inferiores a 250 mm, correspondem ao baixo vale do Sado e às áreas mais orientais da bacia do Sorraia.

A distribuição espacial das chuvas, que como foi visto se concentraram entre os dias 3 e 22, traduz perfeitamente o desenrolar da circulação atmosférica ao longo do mês.

Novembro de 1983 iniciou-se com uma situação anticiclónica em superfície e de dorsal em altitude. Logo no dia 2 esta situação de abrigo aerológico começou a ser

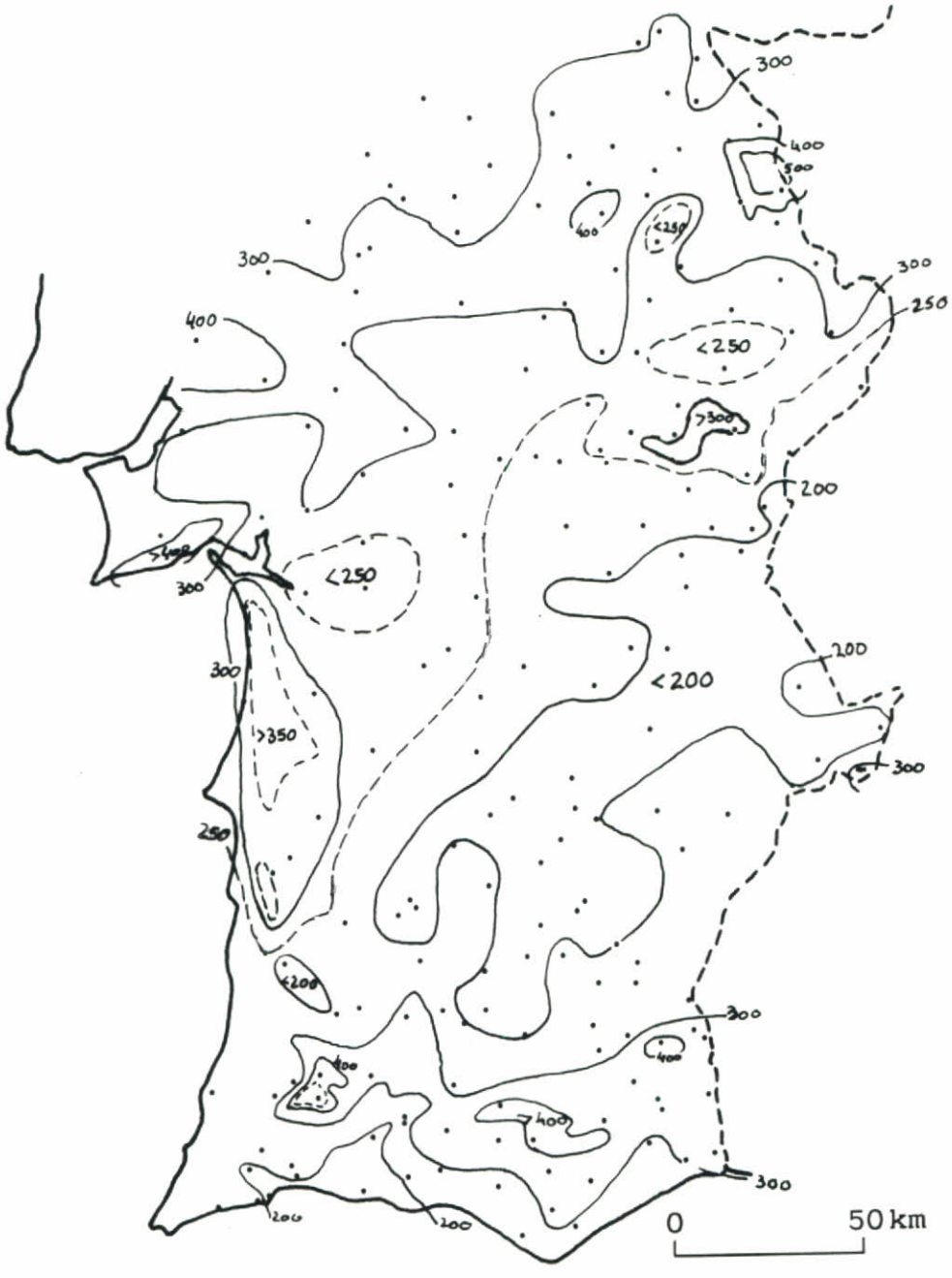


Fig. 83 - Repartição espacial da precipitação registada em Novembro de 1983. As isoietas foram traçadas com a equidistância de 100 mm; em casos particulares intercalaram-se isoietas de 50 mm (a tracejado).

destruída, em função de uma invasão de ar frio em altitude, com formação de uma depressão em superfície.

As situações depressionárias foram uma constante até ao dia 22, em que um anticiclone localizado a sul da Península começou a estender a sua influência até às nossas regiões. Esta situação anticiclónica, relacionada com dorsais de altitude ou com uma curvatura anticiclónica do fluxo zonal, manteve-se até ao fim do mês. Foi, só, fugazmente interrompida pela passagem de perturbações frontais de trajectória meridiana, com pouca intensidade e responsáveis por chuvas fracas, apenas nalguns locais, como se pode ver na figura 81.

O período de instabilidade que se estendeu do principio do mês até ao início da terceira década esteve sempre relacionado com advecções de ar frio em altitude. Estas ocorreram em situações de circulação meridiana, quase sempre bloqueada.

Nestas circunstâncias formaram-se gotas de ar frio em altitude, quer em bloqueios de tipo *cut-off* quer em bloqueios difluentes. Geralmente as invasões frias começaram por formar o primeiro dos bloqueios referidos, evoluindo rapidamente para o segundo daqueles.

Em superfície, originaram-se, concomitantemente, depressões que se centraram preferencialmente a oeste da Península Ibérica. Em altitude, o Sul de Portugal era encimado pelas próprias gotas de ar frio ou pelo ramo do *jet*, de curvatura ciclónica, que normalmente as envolve.

Os dias mais chuvosos corresponderam sempre a situações em que Portugal se localizava na margem leste destas depressões, localizadas no Atlântico Oriental. Foram situações de grande instabilidade em que os fluxos húmidos atingiram Portugal, entre o quadrante oeste e sudeste.

2.2. Dissimetrias de distribuição das precipitações (Outubro de 1972, Dezembro de 1976 e Dezembro de 1975)

Os três meses aqui apresentados foram muito chuvosos na regiões meridionais e especialmente nos relevos. Apresentam, deste modo, fortes dissimetrias na repartição espacial das precipitações.

Dezembro de 1975 salienta-se dos outros dois exemplos por evidenciar contrastes norte-sul mais vincados. Estes resultaram de precipitações menos abundantes nas regiões setentrionais. Assim, enquanto em Dezembro de 1975 as chuvas no Alto Alentejo e Ribatejo foram geralmente inferiores à mediana, em Dezembro de 1976 e Outubro de 1972 foram sempre superiores àquela, e por vezes, próximas do nono decil.

Tendo em conta os valores médios anuais (S. DAVEAU, 1977), nos relevos mais elevados do Alto Alentejo (Serra de S. Mamede) atingem-se totais semelhantes aos da Serra de Monchique, superiores a 1200 mm, enquanto que na Serra do Caldeirão se superam os 1100 mm e nas serras do litoral alentejano se ultrapassam apenas os 800 mm.

Assim, nestes três meses houve uma inversão da distribuição mais comum das precipitações. Estas foram, em geral, superiores no Baixo Alentejo relativamente ao Alto Alentejo e Ribatejo. As diferenças foram também muito acentuadas entre os relevos setentrionais e os meridionais, tendo tido estes últimos totais duas a três vezes superiores.

Outubro de 1972

Outubro de 1972 foi um mês chuvoso em todo o Sul e especialmente nas regiões meridionais. As precipitações foram, nos locais apresentados no quadro XXXIII, sempre superiores à mediana e nos de latitude inferior superou-se, frequentemente, o nono decil.

As chuvas diárias representadas, para alguns locais demonstrativos da diversidade do Sul de Portugal, na figura 84, permitem identificar o desenrolar pluviométrico ao longo deste mês. Em todos os exemplos apresentados se identificam pelo menos três ou quatro episódios chuvosos que, à excepção de Barranco do Velho, se distribuem regularmente ao longo do mês.

No que respeita à repartição espacial das chuvas, refere-se que as precipitações registadas foram abundantes por todo o Sul, as mais elevadas verificaram-se nas regiões meridionais, sendo de referir os 110 mm registados no dia 20 em Barranco do Velho, na Serra do Caldeirão.

Os máximos de precipitação de Outubro ocorreram nas serras do litoral alentejano estendendo-se até ao vale do Sado, nas serras algarvias e nos interflúvios do Baixo Alentejo Central (fig. 85).

Dentro do sector menos chuvoso, que corresponde às latitudes setentrionais (Ribatejo e Alto Alentejo), bem como ao baixo e médio vale do Sado e vale do Guadiana, os totais mais elevados corresponderam aos relevos e à vertente oceânica dos interflúvios a sudoeste de Évora. Os mínimos localizam-se nas áreas baixas e sobretudo nas de maior abrigo e interioridade.

Destacam-se com os totais mais reduzidos, inferiores a 90 mm, uma faixa na margem esquerda do baixo Tejo (66 mm em Lamarosa e 74 mm no Chouto); o vale do Guadiana

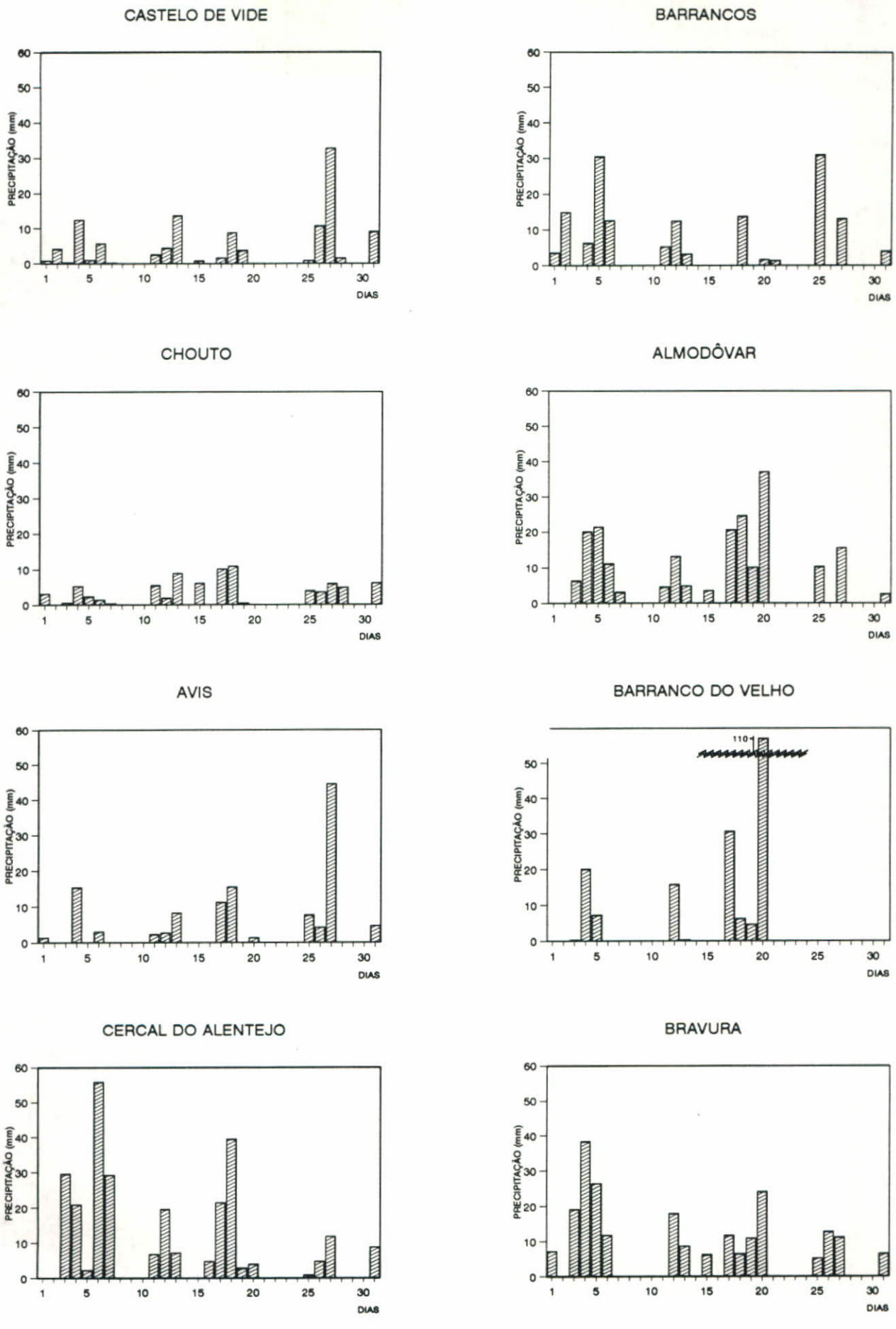


Fig. 84 - Exemplos da variação diária das precipitações em Outubro de 1972 no Sul de Portugal.

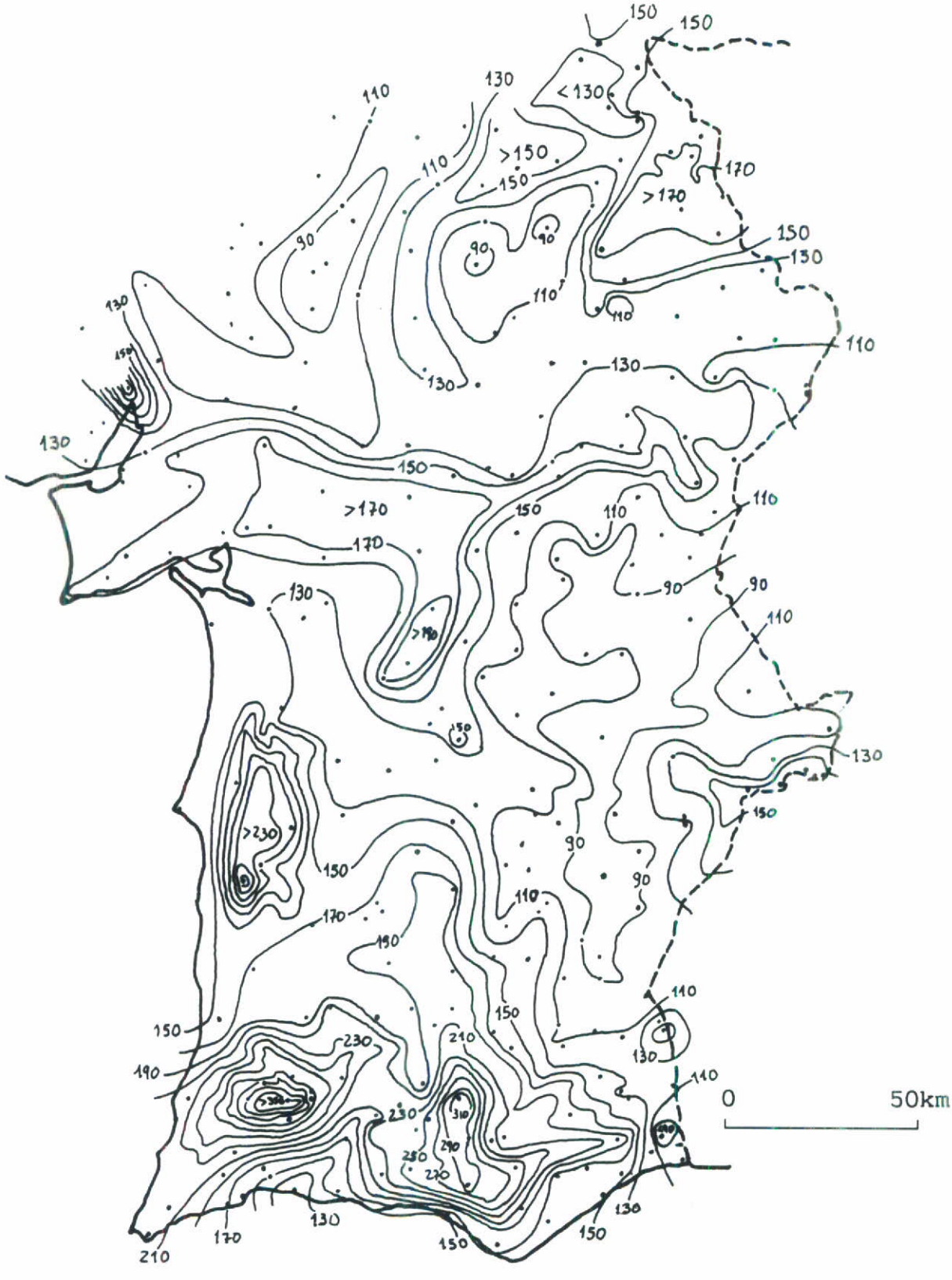


Fig. 85 - Repartição espacial da precipitação registada em Outubro de 1972.

e bacia do Degebe (67 mm em Monte Coelho, 75 mm em Portel, 81 mm em Mértola/Vale Formoso, 82 mm em Pedrogão do Alentejo e 85 mm em Ponte de Mourão) e, ainda, nos sectores mais setentrionais da bacia do Sorraia (87 mm em Galveias e 89 mm em Crato/Chança). De um modo geral, e como seria de esperar, as áreas mais baixas registaram totais inferiores às áreas de maior altitude.

No sector mais chuvoso, do sudoeste, sobressaiem os três principais conjuntos montanhosos como locais de máximos (o conjunto das Serras de Grândola e do Cercal, no litoral alentejano, e as Serras de Monchique e do Caldeirão no Algarve).

No primeiro destes conjuntos destacam-se os relevos meridionais da Serra do Cercal onde se atingiram 274 mm em Cercal do Alentejo. Na Serra de Monchique registaram-se os totais mais abundantes do mês, com 335 mm em Monchique, e 336 mm em Marmelete. Nos relevos do sotavento, relativos à Serra do Caldeirão, o máximo registou-se no seu sector interior, com 321 mm em Sobreira/Salir.

Nas regiões meridionais, além destes máximos, refiram-se, também, precipitações inferiores a 200 mm em todo o litoral meridional e vale do Arade e baixo Guadiana, registando-se neste último valores inferiores a 100 mm.

Em Outubro de 1972 a circulação foi predominantemente meridiana e com forte predomínio dos bloqueios. As gotas de ar frio em altitude e as depressões em superfície prevaleceram em cerca de dois terços dos dias.

Os dias anticiclónicos foram escassos: apenas três no final da primeira década, relacionados com uma dorsal em altitude; dois no começo da terceira, em circulação de bloqueio; e, no fim desta, em dois dos três dias de circulação zonal em que o fluxo de oeste, à longitude da

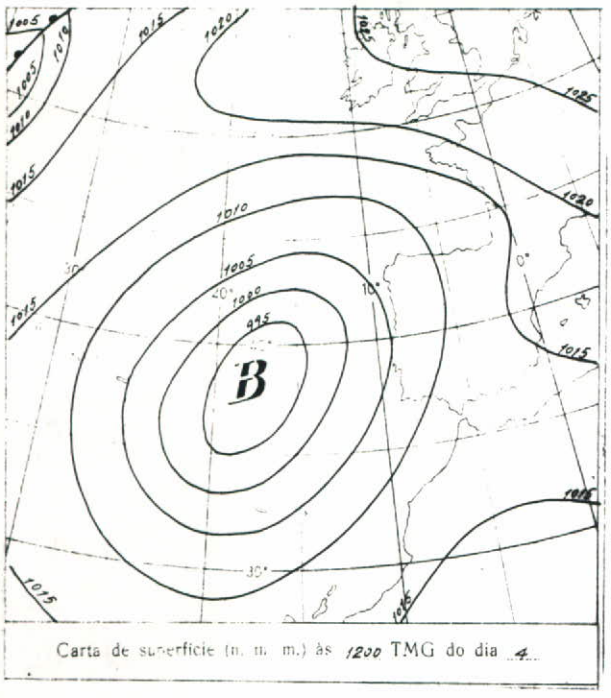
Península, apresentava uma ligeira curvatura anticiclónica. Todos os outros dias foram perturbados e destes apenas dois com a passagem de sistemas frontais.

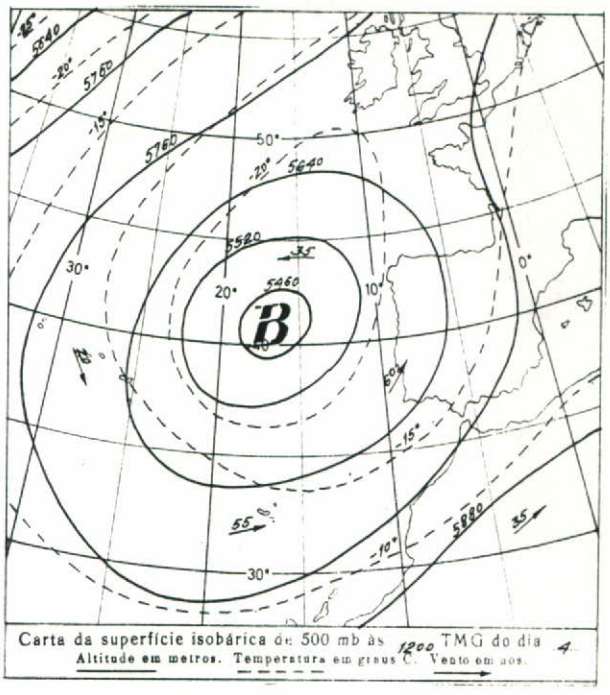
Assim, de um modo geral, as precipitações foram repartidas ao longo de todo o mês (fig. 84). Os totais mais abundantes registados nas regiões meridionais resultaram da influência de gotas de ar frio em altitude e das respectivas depressões em superfície. Estas, localizadas geralmente a oeste ou sudoeste da margem ocidental da Península, proporcionaram fluxos húmidos e instáveis dos quadrantes sul e sudoeste que atingiram em pleno as regiões mais meridionais (fig. 86). Da posição destes centros de baixas pressões relativamente à Península Ibérica resultaram os fortes contrastes pluviométricos entre o norte e o sul. Como se pode ver na figura 87, a localização destas depressões aos 500hPa foi predominantemente oceânica na fachada Atlântica da Península.

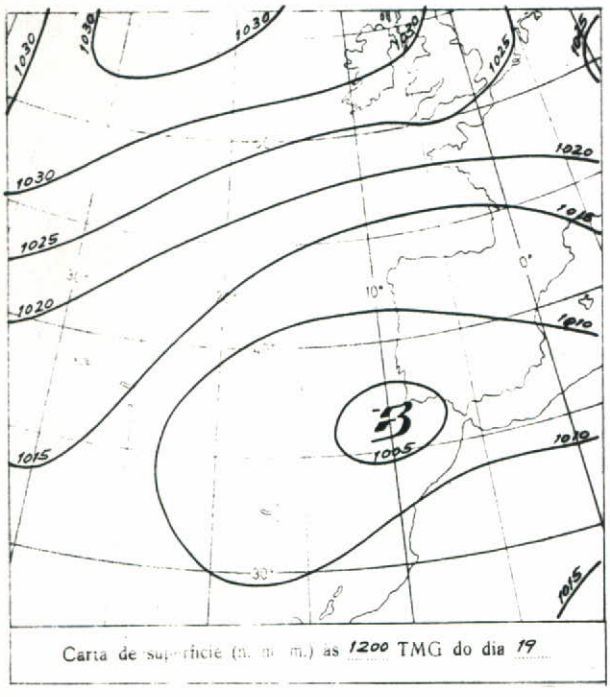
Nestas circunstâncias, os relevos do litoral alentejano e sobretudo as serras algarvias interpuseram-se como obstáculos à progressão do ar instável. Este, forçado a subir ao longo dos seus flancos, viu reforçada a sua instabilidade e favorecidas as condensações mercê do impulso orográfico.

Dezembro de 1976

Neste mês as chuvas tiveram uma repartição regular (fig. 88). Em todos os exemplos apresentados são nítidos quatro episódios chuvosos e um número de dias de chuva um pouco mais elevado nas regiões mais meridionais, as quais registaram também totais diários mais elevados.







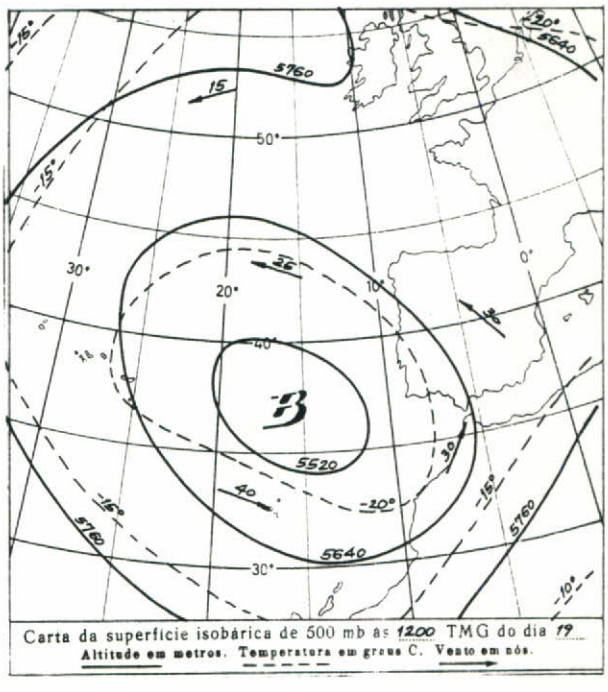


Fig. 86 - Exemplos de situações sinópticas de Outubro de 1972 em que as gotas de ar frio originaram fluxos húmidos e instáveis, do quadrante sul, nas regiões mais meridionais. Fonte: Boletim Meteorológico Diário.

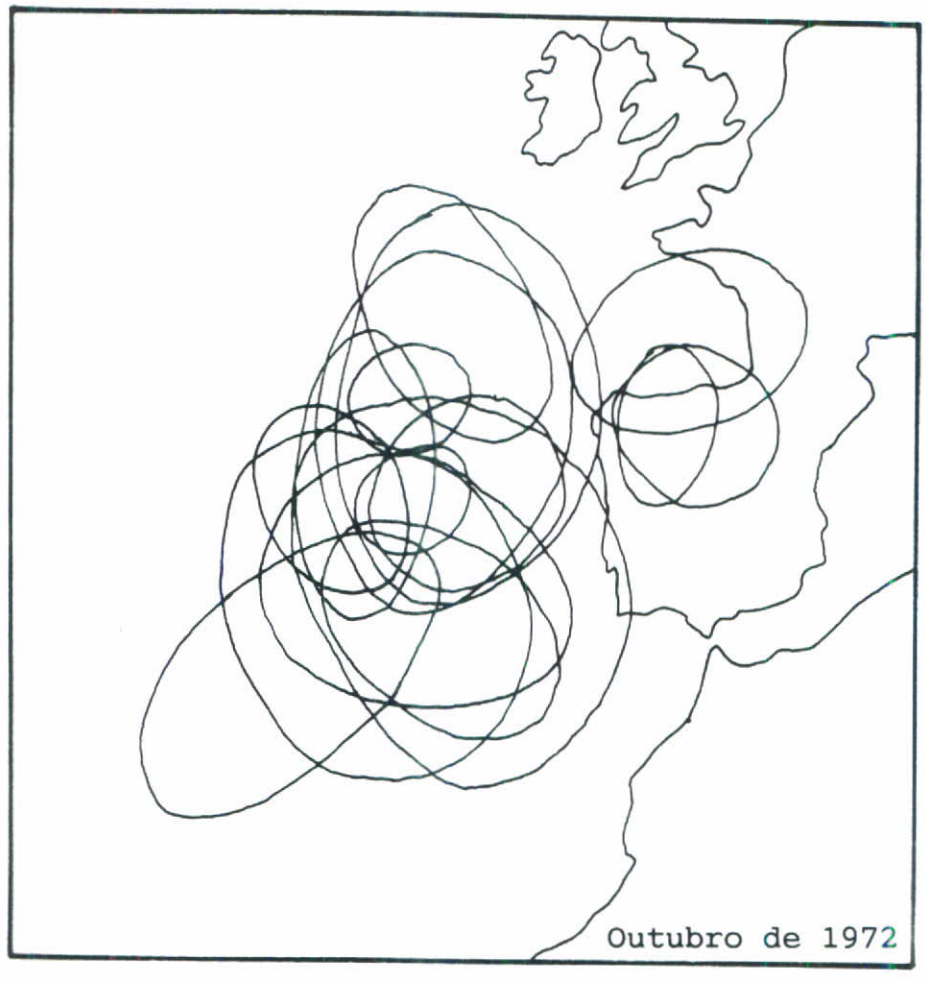


Fig. 87 - Posições das gotas frias que influenciaram o estado do tempo no Sul de Portugal, em Outubro de 1972, materializadas pela isoípsa mais interna da respectiva depressão aos 500hPa.

A análise da repartição espacial das chuvas permite destacar, como mais chuvosas, as regiões de maior altitude, próximas do litoral (Serra da Arrábida, relevos do litoral do Alentejo e seu flanco leste, bem como as Serras de Monchique e Caldeirão). No interior e nas latitudes mais elevadas, os totais foram, apesar de elevados, mais reduzidos (fig. 89).

Os totais de precipitação registados nos relevos do Algarve ultrapassaram largamente os das regiões mais setentrionais.

Nas regiões de chuvas mais abundantes, os máximos ultrapassaram 250 mm na Serra do Cercal (com 277 mm em Cercal do Alentejo), 400 mm na Serra de Monchique (com 419 mm em Monchique) e 350 mm na Serra do Caldeirão (com 388 mm em Barranco do Velho).

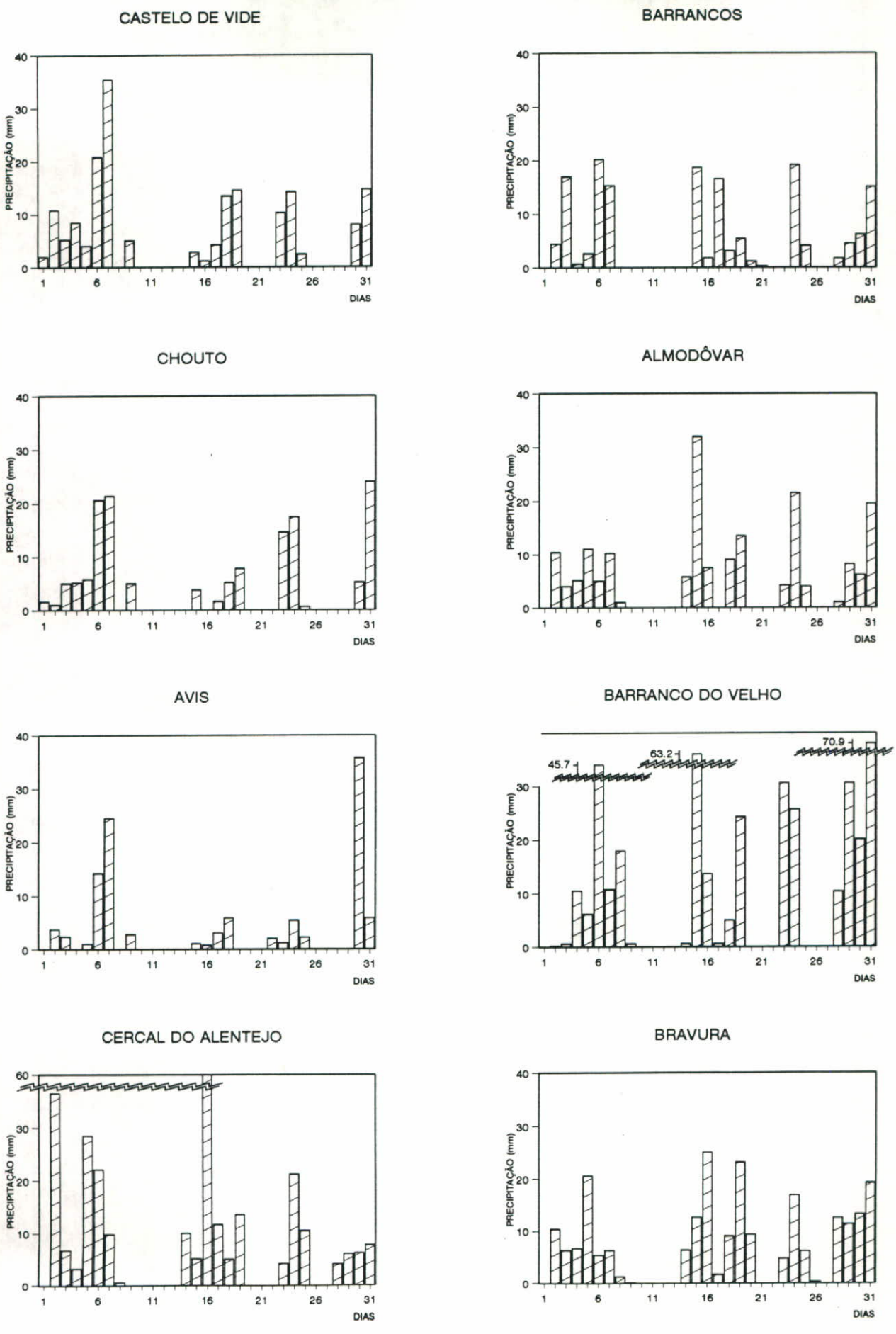


Fig. 88 - Exemplos da variação diária das precipitações em Dezembro de 1976 no Sul de Portugal.

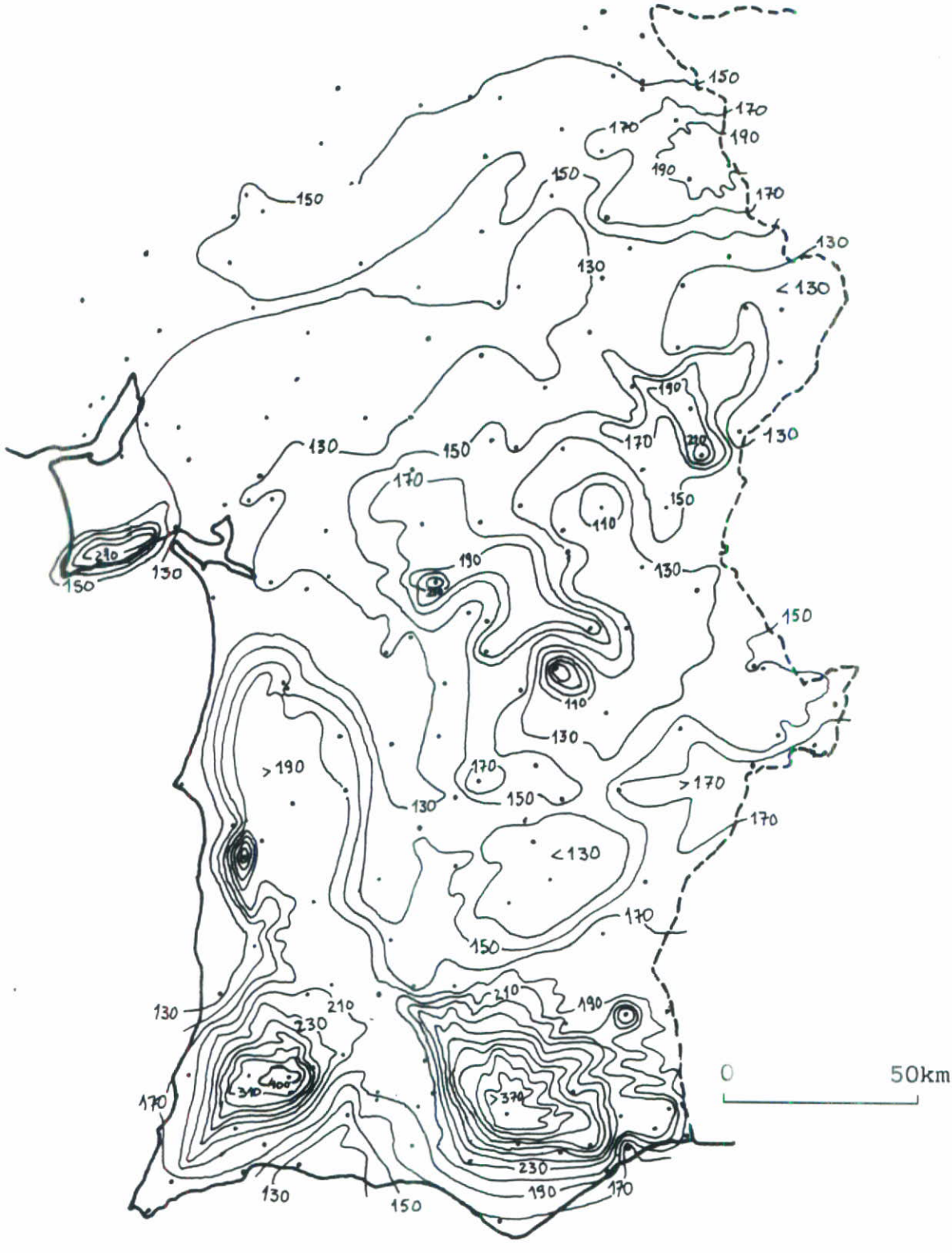


Fig. 89 - Repartição espacial da precipitação registada em Dezembro de 1976.

As precipitações menos abundantes verificaram-se nas regiões deprimidas e de maior continentalidade (Ribatejo, Alto Alentejo e Baixo Alentejo interior). As mais reduzidas, inferiores a 130 mm, ocorreram na bacia do Sorraia, baixo e médio vale do Sado, bem como em vários sectores da bacia do Guadiana. Valores inferiores a 100 mm registaram-se em Coruche (86 mm), Santa Susana (95 mm), e Vidigueira (49 mm) (26).

Nestas regiões, de chuvas mais reduzidas, os máximos correspondem aos locais de maior altitude. Superaram-se os 190 mm na Serra de S. Mamede (207 mm em Portalegre), na região do Planalto de Estremoz (197 mm em Estremoz e 222 mm no Alandroal) e nos interflúvios a sudoeste de Évora (233 mm em Alcáçovas e 194 mm no Alvito).

A circulação atmosférica foi, durante a primeira década, de tipo zonal, tendo a região da Península Ibérica sido atingida por um fluxo de oeste, com passagem de sucessivos sistemas frontais.

Na segunda e terceira décadas a circulação foi praticamente sempre bloqueada e depressionária. Foram comuns as depressões de bloqueio, a maioria com perturbações frontais associadas. Situações anticiclónicas verificaram-se apenas em dois dias com influência de um anticiclone atlântico, com apófise polar, correlativo da formação de uma dorsal em altitude.

Deste modo pode-se afirmar que Dezembro de 1976 teve, depois de uma década de circulação zonal, um predomínio absoluto da circulação meridiana, quase sempre bloqueada.

Dos episódios chuvosos registados, o primeiro, que foi também o mais longo, corresponde à passagem dos sistemas frontais relacionados com a circulação zonal

---

(26) Saliente-se que o total relativamente baixo registado em Vidigueira (49 mm) é aberrante em relação aos totais dos locais mais próximos, como é o caso de Cuba (156 mm). Por essa razão é plausível que tenha havido engano e que o total de Vidigueira que, aliás, é publicado nos **Anuários Climatológicos de Portugal**, seja, afinal, de 149 mm.

(fig. 90). Os seguintes, geralmente de menor duração, estiveram relacionados com a influência das depressões associadas a gotas frias em altitude, na circulação das quais se incorporavam perturbações frontais que progrediam ao longo do ramo meridional do fluxo que envolvia os bloqueios.

A influência deste tipo de situação foi quase contínua na segunda e terceira décadas. Contudo, as chuvas foram descontínuas, repartidas por episódios chuvosos. Estes ocorreram nos dias em que a depressão influenciava mais directamente o estado do tempo na margem ocidental da Península, como são os casos apresentados na figura 91.

A posição das depressões em superfície, no Atlântico Oriental nas proximidades da Península (fig. 91) e as trajectórias seguidas pelas frentes, que na sua circulação atingiram o Sul de Portugal, mostram uma predominância de fluxos instáveis dos quadrantes sul e sudoeste. Deste modo compreende-se a maior abundância das precipitações nos relevos meridionais cuja orientação perpendicular aos fluxos favoreceu os fenómenos de ascendência e o consequente reforço das chuvas.

Nos relevos do litoral e sobretudo na Serra do Caldeirão verificou-se um forte aumento das precipitações com a altitude, nos flancos mais expostos aos fluxos húmidos assinalados, ou seja nas vertentes viradas a sul e sudoeste (fig. 89).

Importa referir, ainda, que embora a repartição espacial das precipitações seja semelhante à de Outubro de 1972, em Dezembro de 1976 as chuvas não se deveram, como se mostrou, apenas às gotas frias. Contudo, a sua persistência ao longo das duas últimas décadas, nas proximidades da margem ocidental da Península Ibérica, foi decisiva no incremento dos contrastes pluviométricos

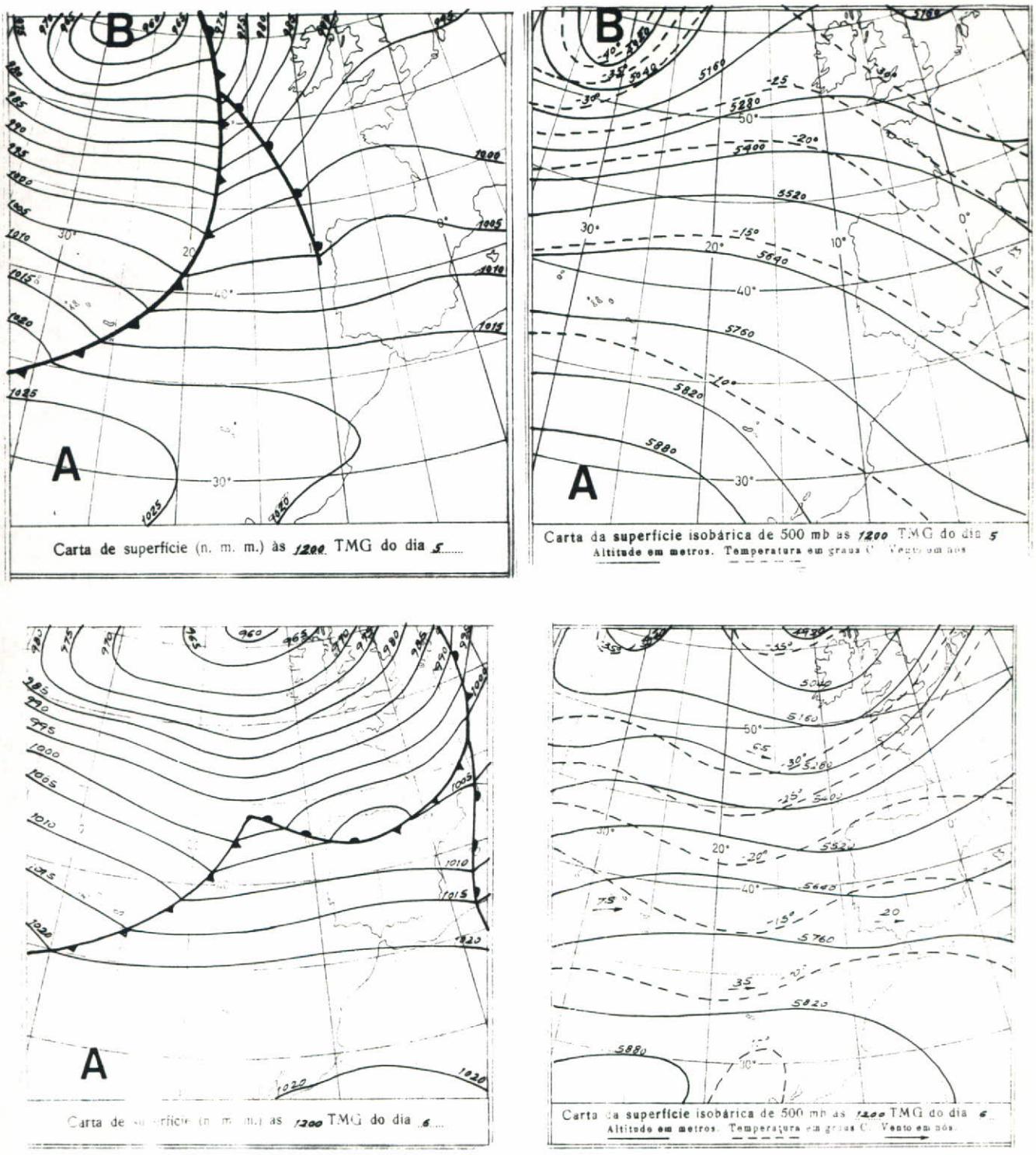


Fig. 90 - Exemplos das situações sinópticas da primeira década de Dezembro de 1976 em que Portugal Continental foi afectado pela passagem de perturbações da frente polar. Fonte: Boletim Meteorológico Diário.

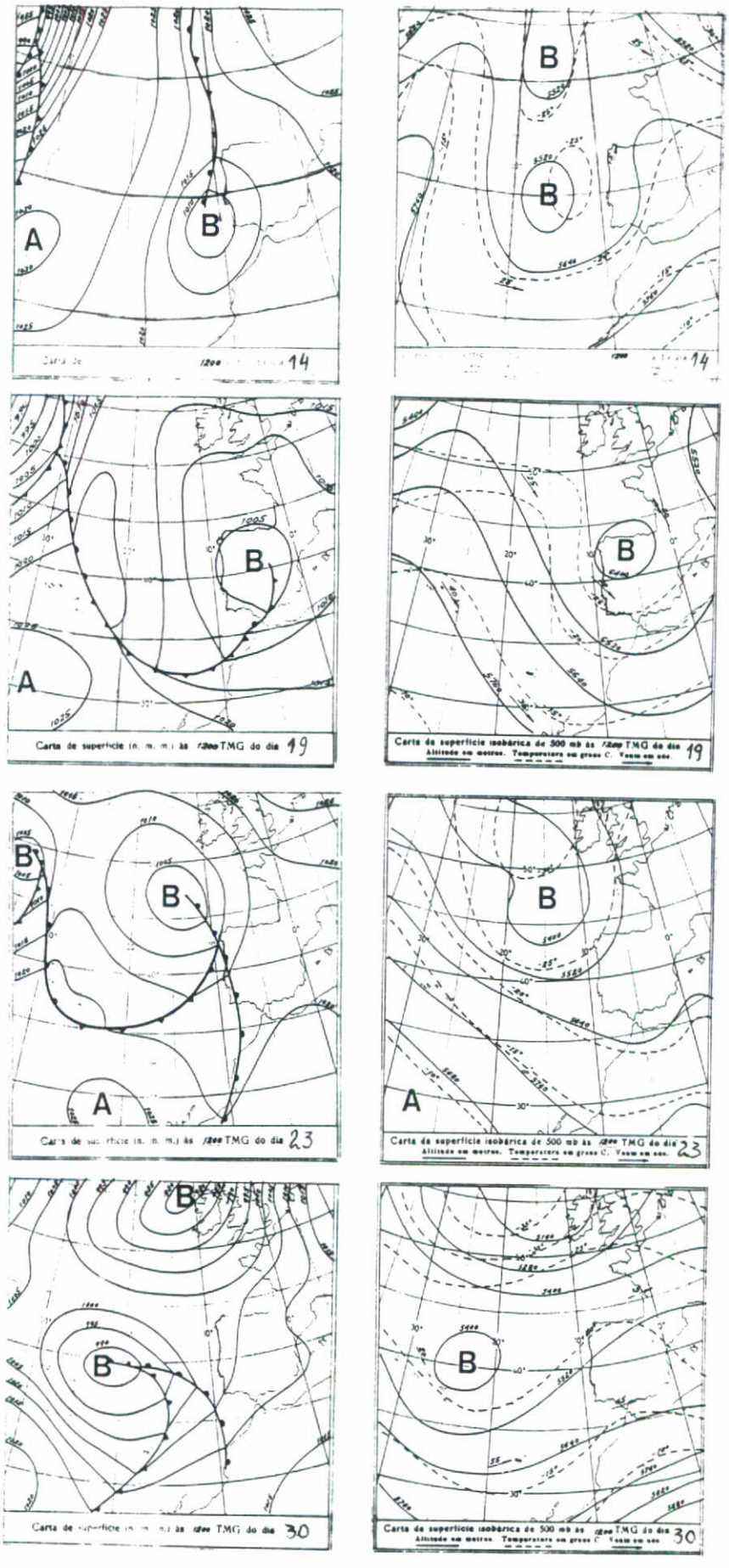


Fig. 91 - Exemplos de depressões, geralmente associadas a sistemas frontais, que influenciaram o estado do tempo em Portugal Continental na segunda e terceira decádas de Dezembro de 1976. Fonte: Boletim Meteorológico Diário.

entre o Norte e o Sul. Neste período, as precipitações diárias registadas apresentam diferenças latitudinais notórias.

Os episódios chuvosos têm uma maior duração no Sul e também maior intensidade, especialmente nas áreas mais elevadas (fig. 88). Desta maior duração e intensidade das chuvas resultaram totais de precipitações bastante mais abundantes no Sul e, sobretudo, nos principais maciços montanhosos.

Dezembro de 1975

Este mês, como foi dito, apresenta fortes contrastes espaciais de precipitação, que foi mais abundante no Sul. Esta inversão nítida à distribuição mais comum das precipitações, é, ainda, mais acentuada, neste caso do que em Outubro de 1972 e em Dezembro de 1976.

Em Dezembro de 1975 os totais registados nos relevos meridionais são largamente superiores aos das regiões setentrionais. As chuvas nas serras do litoral ocidental foram de aproximadamente o dobro das verificadas na Serra de S. Mamede. Em relação ao Algarve, a diferença foi ainda maior, tendo os totais da Serra de Monchique atingido o triplo dos registados nos relevos do Alto Alentejo. Na Serra do Caldeirão foram alcançados valores cerca de três vezes e meia superiores.

Como se pode verificar na figura 92, as chuvas ocorreram até ao dia 20 e repartiram-se por vários episódios chuvosos, que são em número de três nos locais setentrionais. Nos outros é mais difícil distingui-los, devido à sua maior duração, especialmente no episódio intermédio. Assim, pode dizer-se que nas regiões

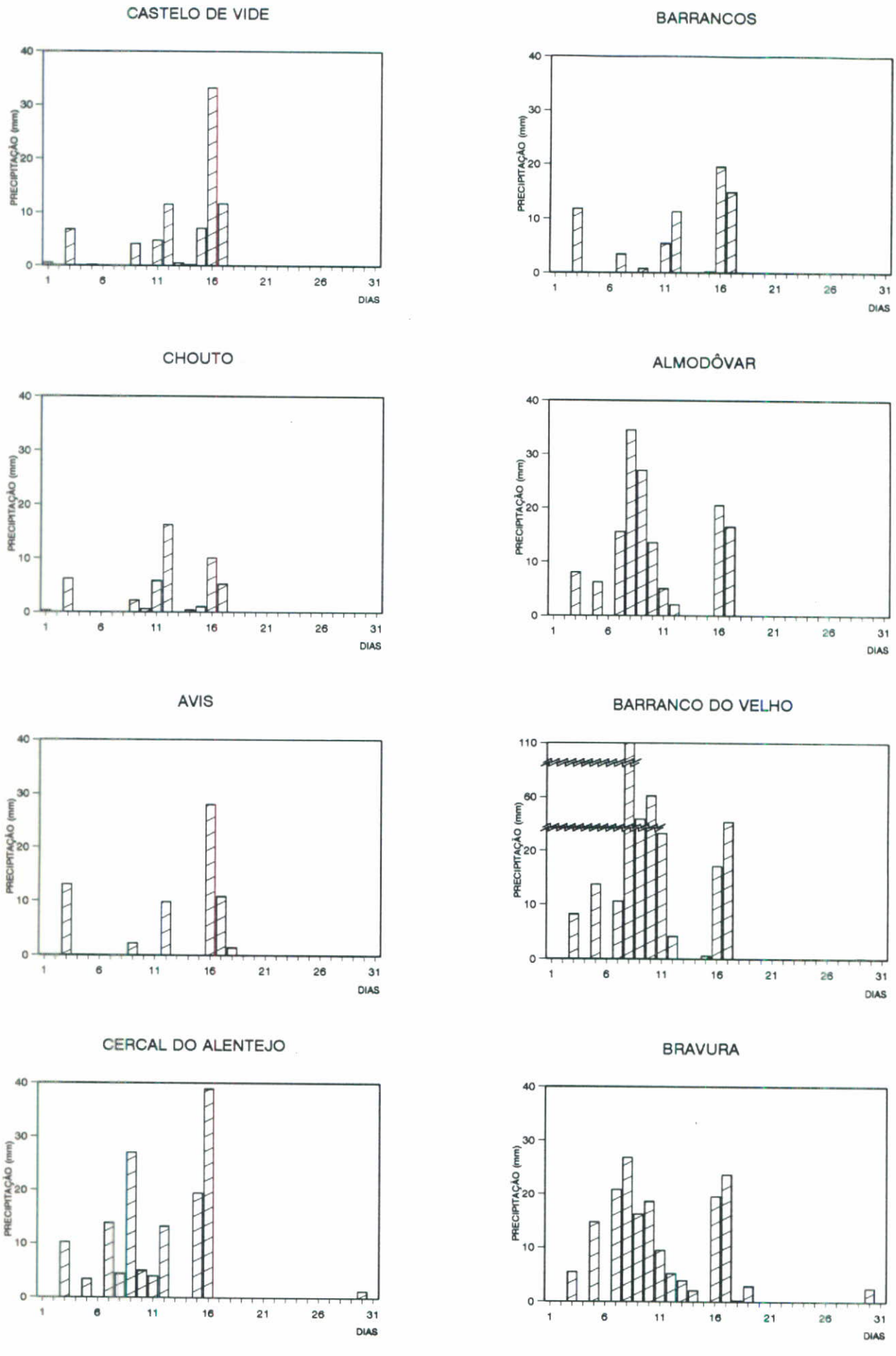


Fig. 92 - Exemplos da variação diária das precipitações em Dezembro de 1975 no Sul de Portugal.

meridionais houve mais dias de chuva e os totais diários foram em geral mais abundantes.

Neste mês, tal como em Outubro de 1972 e Dezembro de 1976 as chuvas foram mais abundantes nas regiões do sudoeste, correspondentes aos relevos do litoral ocidental e às serras algarvias (fig. 93).

Dezembro foi moderadamente chuvoso no Ribatejo, Alto Alentejo e interior do Baixo Alentejo, onde as precipitações foram próximas da mediana.

Os valores mais baixos registados verificaram-se ao longo das áreas mais deprimidas, destacando-se o baixo Tejo e baixo Sorraia, onde não se atingiram 50 mm (34 mm em Lamarosa, 44 mm em Coruche e Lavradio e 48 mm em Chouto). Na parte central e oriental da bacia do Sorraia, verificaram-se totais compreendidos entre 50 e 70 mm, continuando-se para leste para a bacia do Guadiana a montante de Juromenha, e, mais a jusante, entre Pedrogão do Alentejo e Alcoutim, assim como nas áreas a leste deste sector.

Nas regiões que foram menos chuvosas, os valores mais elevados ultrapassaram 90 mm nalguns locais do Alto Alentejo (Gavião 98 mm e Póvoa e Meadas 92 mm), na Serra de Ossa e Planalto de Estremoz (92 mm no Alandroal e 95 mm em Azaruja) e, ainda, nas colinas a sul de Évora, desde o Guadiana até ao litoral, passando pelo vale do Sado. Nesta última região, que se estende do Guadiana ao litoral, as chuvas foram superiores aos 90 mm e superaram-se mesmo 100 mm em Portel (105 mm) e Viana do Alentejo/Posto (108 mm).

Nas regiões do sudoeste, onde as chuvas foram mais abundantes, o máximo do litoral ocidental, a parte do vale do Sado separa-se perfeitamente do correspondente aos relevos mais meridionais, através de uma faixa de mínimos relativos que se estende do alto Sado ao baixo vale do Mira, onde os totais foram inferiores a 110 mm.

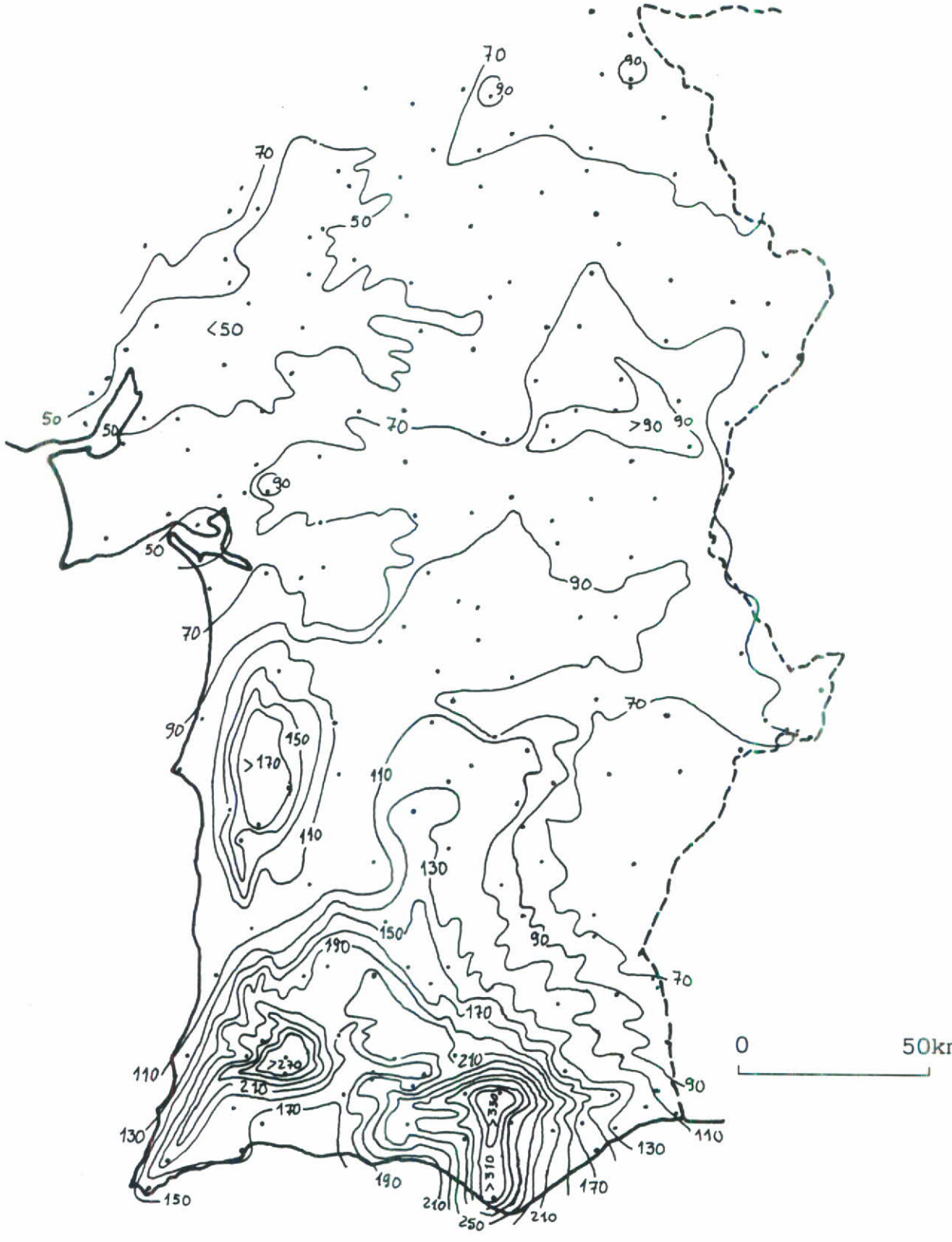


Fig. 93 - Repartição espacial da precipitação registada em Dezembro de 1975.

Regista-se um máximo secundário, nos relevos do litoral ocidental e seu flanco leste, tendo-se superado 170 mm (máximo de 177 mm em S. Domingos). Nas serras algarvias, os totais foram sempre superiores a 190 mm, enquanto na Serra de Monchique, o total mais elevado foi de 288 mm em Monchique. No sotavento, as chuvas foram ainda mais abundantes, quer no sector central da Serra do Caldeirão quer no litoral contíguo onde se superaram 300 mm (322 mm em Faro e 331 mm em Barranco do Velho).

Sintetizando, pode dizer-se que as precipitações ocorreram nas duas primeiras décadas e houve mais dias de chuva bem como totais mais abundantes nas regiões mais meridionais, especialmente no sector sudoeste (fig. 92).

A circulação atmosférica foi, na quase totalidade do mês, de tipo meridiano. Nos primeiros dias houve uma circulação anticiclónica, com influência de altas pressões atlânticas. A partir do dia 5 estabeleceu-se um bloqueio no Atlântico, com formação de uma depressão no sudoeste da Península, que influenciou o estado do tempo nas regiões meridionais de Portugal até ao fim da primeira década (fig. 94).

A este período segue-se outro em que a depressão de bloqueio se aproximou mais da Península e passou a afectar o estado do tempo em todo o país até ao fim da segunda década (fig. 95).

Na terceira década mantém-se a circulação bloqueada, mas o nosso território passa a ser influenciado não pela depressão, mas sim pelo anticiclone de bloqueio. Em superfície, as células anticiclónicas de raiz atlântica alongaram-se sobre o continente europeu e ou asiático, estando relacionadas com as situações de inibição pluviométrica que caracterizaram esta década.

A posição das gotas de ar frio em altitude e das depressões em superfície, no Atlântico Oriental levou a

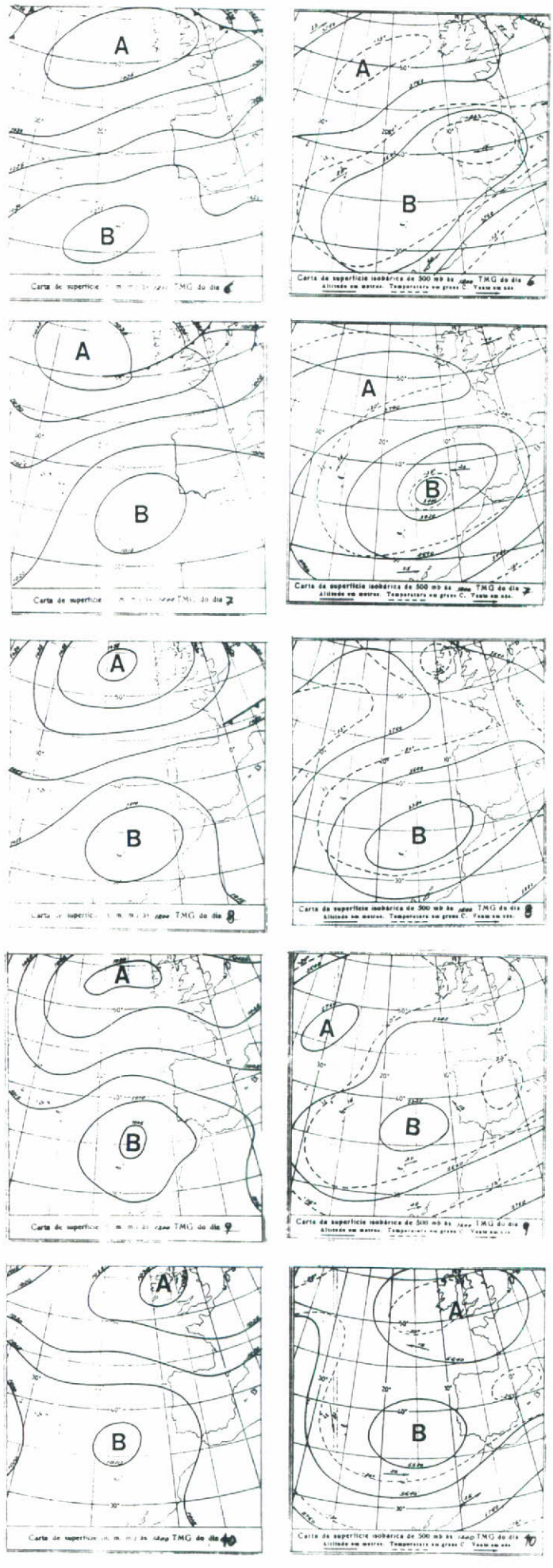


Fig. 94 - Situações sinópticas de 6 a 10 de Dezembro de 1975 em que as gotas de ar frio influenciaram o estado do tempo no Sul de Portugal. Fonte: Boletim Meteorológico Diário.

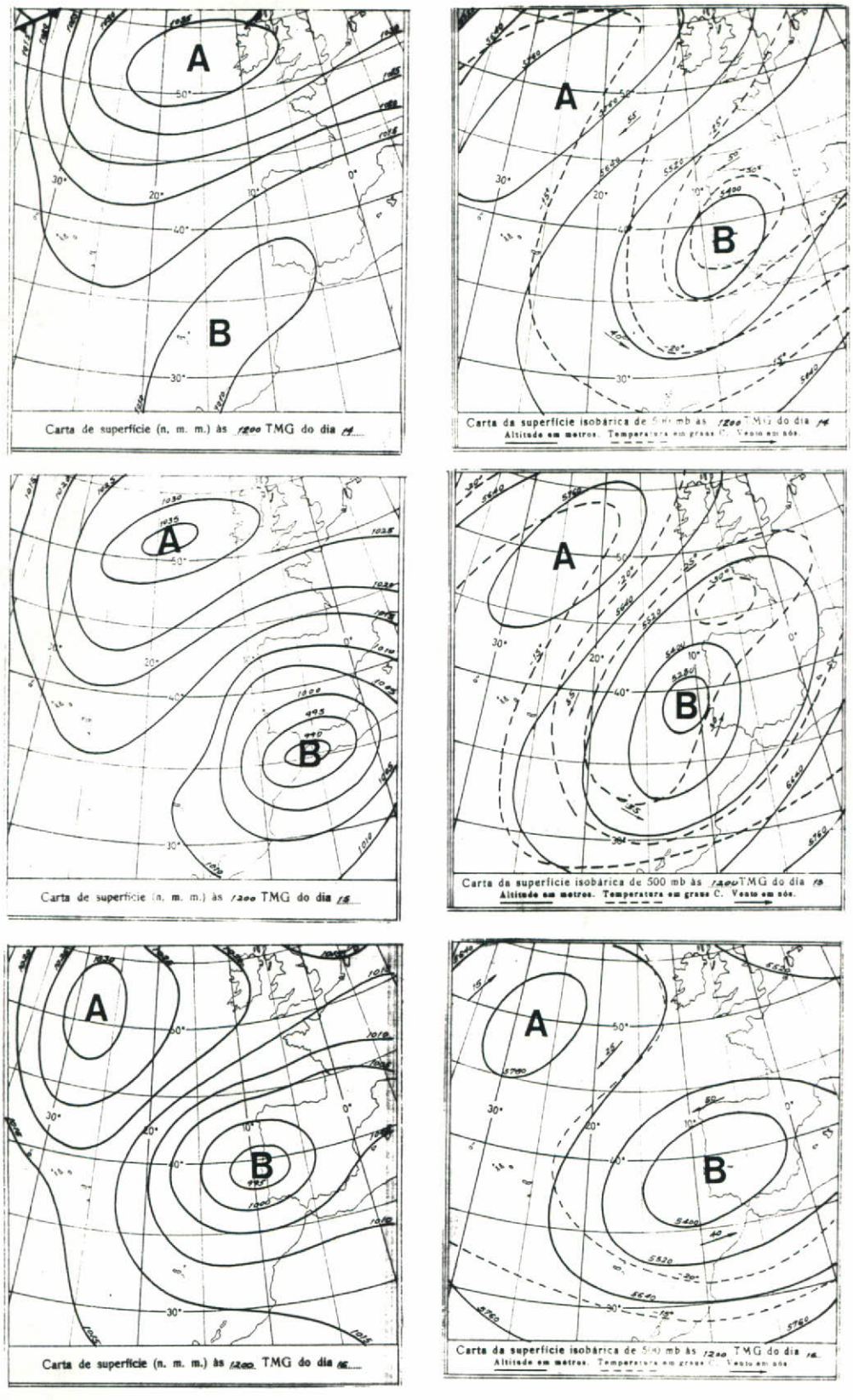


Fig. 95 - Exemplos de situações sinópticas da segunda década de Dezembro de 1975 em que gotas de ar frio influenciaram o estado do tempo em todo o território de Portugal Continental. Fonte: Boletim Meteorológico Diário.

que o litoral da Península fosse frequentemente atingido pelo sector oriental das gotas de ar frio, onde é mais forte a instabilidade. Os totais mais elevados verificados nos relevos meridionais estiveram dependentes da permanência das depressões. Estas relacionadas com as gotas frias localizaram-se preferencialmente a sudoeste, sul ou mesmo sobre as regiões meridionais, numa posição em que a sua influência se estendia sobretudo às regiões do Sul de Portugal ou apenas às latitudes meridionais (fig. 96). Assim, os fluxos registados foram do quadrante sul e leste, tendo originado totais muito elevados nos relevos e especialmente nos alinhamentos com orientação perpendicular aos fluxos, como no flanco meridional da Serra do Caldeirão ou nos interflúvios que prolongam os relevos da serra algarvia pelo centro do Baixo Alentejo.

Comparando Outubro de 1972, Dezembro de 1976 e Dezembro de 1975, verificamos que todos os máximos ocorrem nos relevos do litoral alentejano e no Algarve. Contudo, saliente-se, mais uma vez, que em Dezembro de 1975 o contraste das chuvas registadas entre o norte e o sul foi mais acentuado. Estas chuvas, no Alentejo interior e mesmo nos seus relevos setentrionais, não atingiram 100 mm, ou seja, um valor bastante inferior aos verificados nos outros dois meses em que estas regiões registaram chuvas de aproximadamente o dobro das de Dezembro de 1975.

Apesar de uma década de chuvas relacionadas com a passagem de perturbações de oeste, grande parte das chuvas de Dezembro de 1976 resultaram da influência de gotas frias. A trajectória daquelas, próxima da Península Ibérica, leva geralmente à ocorrência de chuvas por todo o Sul, com maior intensidade nos relevos expostos ao fluxo húmido e nas latitudes superiores. Por essa razão, as chuvas frontais não devem estar relacionadas com as chuvas muito mais abundantes registadas nos relevos do sul e especialmente na Serra do Caldeirão. Assim, tal

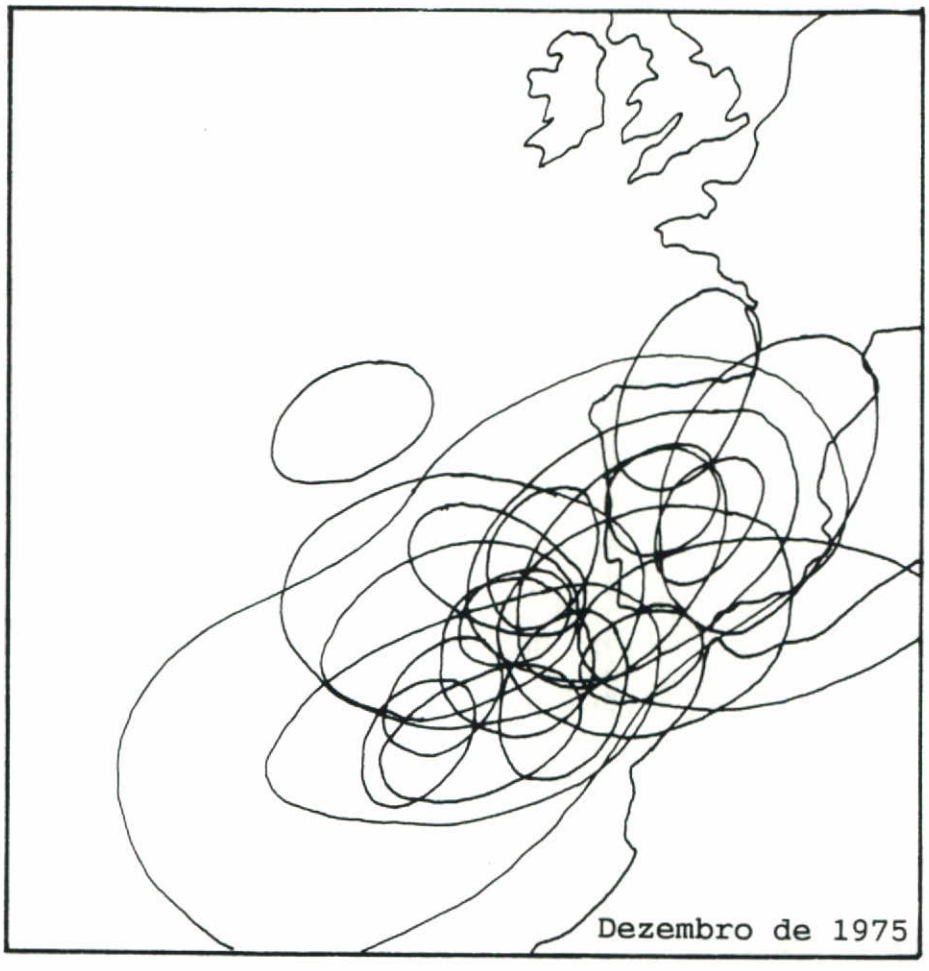


Fig. 96 - Posições das gotas frias que influenciaram o estado do tempo no Sul de Portugal, em Dezembro de 1975, materializadas pela isoípsa mais interna da respectiva depressão aos 500hPa.

como em Outubro de 1972 e em Dezembro de 1975, os contrastes pluviométricos resultaram essencialmente da influência das gotas de ar frio e da sua localização relativamente à Península Ibérica (figs. 87 e 96).

Em Outubro, segundo a posição da isoipsa mais interior das baixas pressões aos 500hPa, as gotas frias que influenciaram o estado do tempo no Sul de Portugal ocorreram quase todas a oeste da Península Ibérica.

Em Dezembro de 1975, a sua posição foi um pouco diferente estendendo-se a área onde foram mais comuns, de SW/NE, da região da Madeira até ao sudoeste da Península. Neste último caso tiveram uma localização mais meridional, tendo condicionado o tempo sobretudo nas regiões mais a sul, o que originou um maior contraste pluviométrico.

Refira-se, ainda, que em Dezembro de 1975, o padrão de localização das gotas frias, que influenciaram o estado do tempo no Sul de Portugal, é muito semelhante ao encontrado em trabalho anterior (J. E. VENTURA, 1986), na Península Ibérica e Atlântico Oriental, para o período de 1974-75/1979-80, que integra este mesmo mês. Já no caso de Outubro, a dispersão encontrada naquele período foi superior, apresentando, no entanto, uma tendência para uma maior persistência das gotas frias nas regiões mais meridionais.

3. OS DIAS MUITO CHUVOSOS E SUAS CAUSAS

3.1. Alguns aspectos das precipitações intensas

As chuvas de grande intensidade são, como foi referido, de grande interesse pelas marcas e modificações que podem imprimir nas paisagens. Por outro lado, para evitar os prejuízos que podem causar nas obras humanas é preciso planear estas de acordo com a previsível ocorrência daquelas.

Daí que o estudo deste fenómeno natural tenha merecido a atenção de vários especialistas, nomeadamente dos que têm como finalidade planear o dimensionamento de condutas de evacuação de águas pluviais ou de pontes. Neste tipo de trabalhos é dada especial atenção ao cálculo das probabilidades de ocorrência de determinados quantitativos, bem como dos caudais a esperar para cada hipótese.

Nesse âmbito insere-se o fascículo XIX de **O Clima de Portugal** publicado pelo I. N. M. G.. Nele se divulgam os valores máximos dos totais registados em 24 horas, para cada um dos locais de medição das precipitações, e se apresentam os resultados do tratamento estatístico destas séries com vista à determinação de períodos de retorno ou intervalos de recorrência utilizando "a lei da probabilidade de Gumbel".

Assim, é possível dispôr dos valores máximos registados num largo número de locais de observação, bem como os valores esperados para vários períodos de retorno.

Apesar de constituir uma informação relativamente heterógenea, respeitante a períodos de funcionamento muito diversos, estes dados são de grande interesse pois

permitem revelar algumas das principais características regionais deste fenómeno natural. Contudo, saliente-se, que nos valores esperados para determinados intervalos de recorrência, embora haja à partida uma limitação semelhante, esta é, pelo menos em parte, corrigida pelo "factor de frequência" que foi utilizado para atender à diferente duração das séries.

Também as séries curtas parecem não constituir sempre um factor condicionante do valor máximo observado. Nos casos em que o período de funcionamento foi mais reduzido não se verificaram máximos diários sistematicamente inferiores aos dos locais próximos, o que parece ser um bom indicador da validade da maioria destes máximos.

Desde o trabalho de S. DAVEAU (1972), baseado nos dados publicados para o período de 1931/60 pelo I. N. M. G., que são conhecidas as principais características da repartição geográfica das chuvas excepcionalmente fortes em Portugal. A autora concluiu que este tipo de situações ocorre especialmente na metade Norte do país, com excepção da região do Douro e são relativamente raras na metade Sul, chamando a atenção para uma estreita banda meridional de máximos, correspondente ao Algarve.

Partindo dos dados, acima referidos (fasc. XIX), seleccionámos os dos locais a sul do Tejo e de entre estes separámos os do Algarve dos restantes. Na figura 97 apresentam-se os histogramas do número de locais agrupados pelas classes de precipitações diárias máximas, destacando-se, em cada uma delas, o número de ocorrências relativas ao Algarve.

A distinção entre os locais de todo o Sul e os do Algarve permite verificar que a dispersão pelas classes de intensidade de precipitação é semelhante, ou mesmo

igual, se não se considerar o valor superior a 220 mm (226 mm de Relíquias em Setembro de 1949).

No entanto, há diferenças significativas entre o histograma relativo a todo o Sul de Portugal e a parte deste referente ao Algarve. No conjunto, são as classes de totais diários máximos mais reduzidos que registam maior número de ocorrências, especialmente entre os 70 e os 100 mm. No Algarve as classes mais comuns correspondem a máximos mais abundantes, entre os 110 e os 130 mm. Também a dissimetria da respectiva curva de distribuição é muito maior no caso do Sul de Portugal do que no Algarve, como resultado de uma proporção superior de locais com chuvas muito abundantes nesta região (do lado direito do gráfico da figura 97).

Há, portanto, uma coincidência com os resultados encontrados por S. DAVEAU (1972), para 1931/60 e estes dados, que apontam para um recrudescimento dos totais diários muito elevados nas regiões meridionais. Contudo, há algumas diferenças. A autora refere que, no Sul, as chuvadas fortes são um fenómeno unicamente "invernal" que ocorre de Outubro a Março. Nos dados aqui analisados e de que se representou a frequência dos máximos pelos meses do ano na figura 98, não se verifica exactamente isto. Nesta, em que mais uma vez se destacaram os valores correspondentes aos locais do Algarve, verifica-se que, neste, os máximos diários só ocorrem de Outubro a Março, mas no restante território do Sul de Portugal estas situações podem registar-se, também em Setembro e, embora com menor probabilidade, mesmo durante os meses primaveris de Abril a Junho.

Outra informação disponível, como referimos, é a dos quantitativos máximos esperados para determinados períodos de retorno. Há dados para intervalos de recorrência de 5, 10, 25, 50 e 100 anos. Destes, parecem-

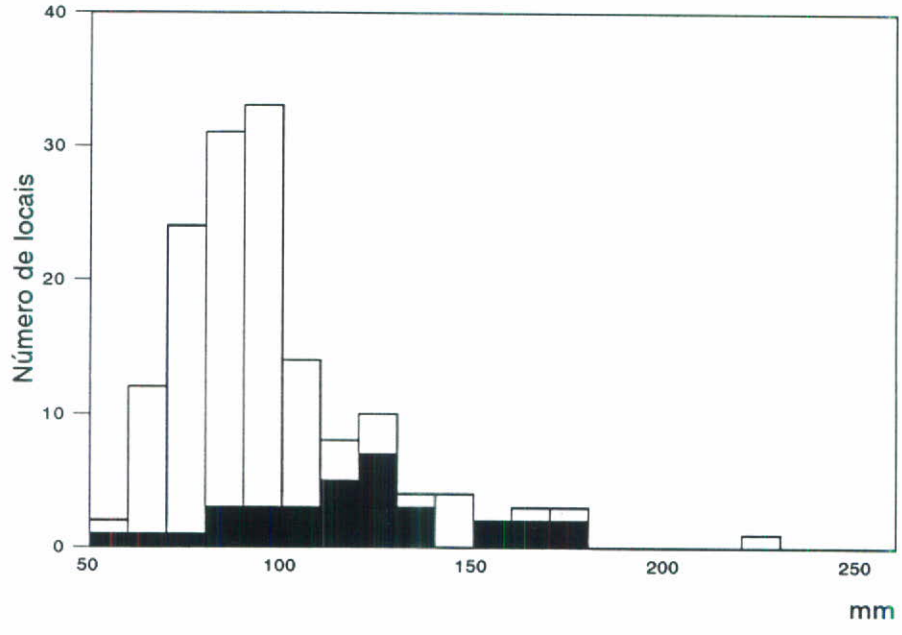


Fig. 97 - Histograma das precipitações máximas diárias registadas no Sul de Portugal segundo dados do fasc. XIX de "**O Clima de Portugal**". A preto assinalam-se os valores correspondentes ao Algarve.

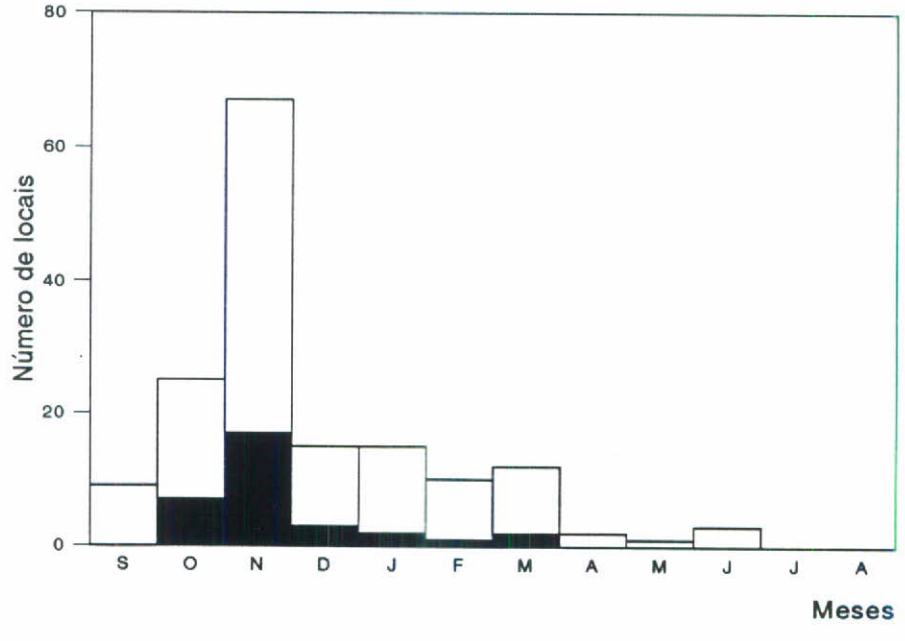


Fig. 98 - Distribuição ao longo do ano dos máximos absolutos de precipitação diária no Sul de Portugal. A preto assinalam-se os valores correspondentes ao Algarve.

-nos de maior interesse os dois últimos, por representarem fenómenos de carácter mais excepcional. Optou-se por analisar o primeiro, referente a 50 anos, pois tratam-se de situações com probabilidade elevada de se registarem numa escala temporal compatível com a da espécie humana. Além disso, quando comparados com os das precipitações esperadas para períodos de retorno de 100 anos, apresentam valores pouco inferiores, que, na maior parte das regiões, não ultrapassam uma diferença de 10 mm.

Deste modo, consideraram-se as precipitações máximas esperadas para um intervalo de recorrência de 50 anos cuja variação espacial se representou na figura 99.

Há, incontestavelmente, uma semelhança com a repartição espacial das precipitações medianas, com máximos nas regiões de relevo mais acentuado e mesmo nos interflúvios e colinas onde a exposição favorece o recrudescimento das chuvas, como acontece a sudoeste de Évora ou a norte da Serra de Monfurado.

No entanto, o incremento motivado pelo relevo diminui significativamente para norte. Os 100 mm têm probabilidade de ocorrerem todos os 50 anos, em praticamente todo o Algarve (excepto junto à costa), nos relevos do litoral ocidental e nas áreas mais elevadas do Alentejo. Saliente-se, no entanto, que apesar da sua altitude, a Serra de S. Mamede parece não registar, com esta probabilidade, máximos diários de ocorrência superiores aos dos outros relevos mais modestos do Alentejo.

Por último, uma referência especial às serras algarvias onde, para este período de retorno, são esperadas precipitações sempre superiores a 120 mm e que atingem os 160 mm nos sectores meridionais da Serra do Caldeirão. As chuvas muito abundantes parecem ser, aos contrário dos valores médios e medianos, mais prováveis

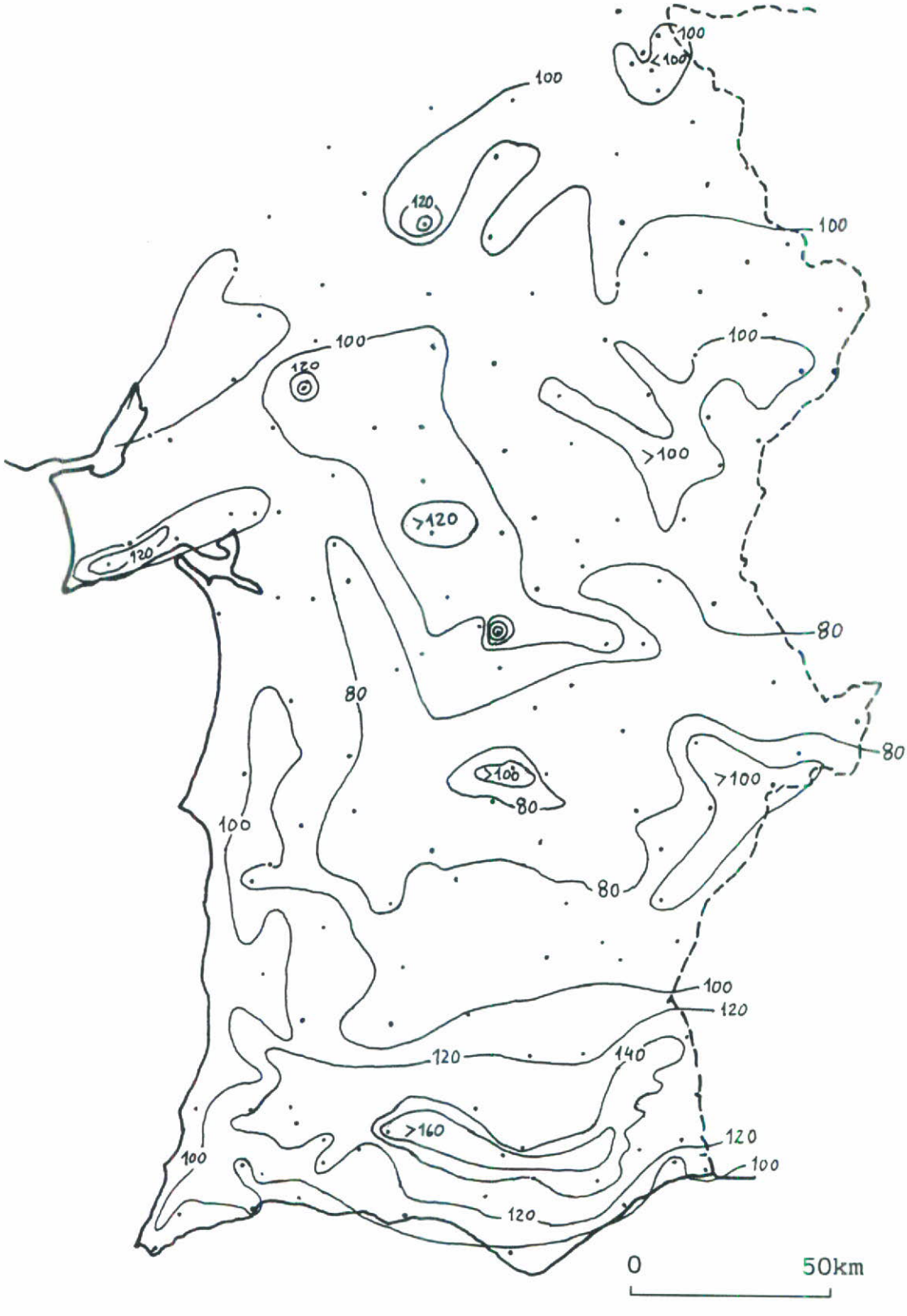


Fig. 99 - Repartição espacial da precipitação máxima diária correspondente a um período de retorno de 50 anos.

nos relevos do sotavento do que nos do barlavento algarvio. A este propósito S. DAVEAU (1972), refere que as chuvadas mais abundantes se devem verificar provavelmente nas vertentes dos principais maciços montanhosos que, expostos à progressão das massas de ar e das perturbações, favorecem o desencadeamento de chuvas intensas, salientando que esta orientação não coincide forçosamente com a da vertente, em geral, mais chuvosa.

Como se referiu, considerámos o período de 1954/83 para seleccionar alguns exemplos de dias muito chuvosos.

Como os **Anúarios Climatológicos de Portugal** publicam, para cada mês, o valor máximo diário observado, fez-se um levantamento dos meses em que este superou os 50 mm. Este limite foi considerado tendo em conta os dados analisados anteriormente, segundo os quais os máximos dários registados, no Sul de Portugal, são em todos os locais de medição superiores a 50 mm.

Na figura 100 representou-se a variação espacial do número de meses em que a precipitação máxima diária ultrapassou os 50 mm. Denotam-se semelhanças relativamente à repartição das chuvas correspondentes a um período de retorno de 50 anos (fig. 99) e também à das precipitações medianas.

São as áreas de relevo mais acentuado, as que mais vezes registam este tipo de situação, e os locais abrigados do interior aqueles onde estas se verificam mais raramente. Nestes trinta anos, os 50 mm diários registaram-se num total de meses inferior a cinco, nas áreas interiores da bacia do Guadiana, e inferiores a 10 em vastos sectores interiores, não só da bacia do Guadiana mas também nas do Tejo e Sado.

Quanto aos máximos, mais uma vez os relativos aos relevos do Sul superam largamente os dos setentrionais. Na serra de S. Mamede esta situação registou-se num total

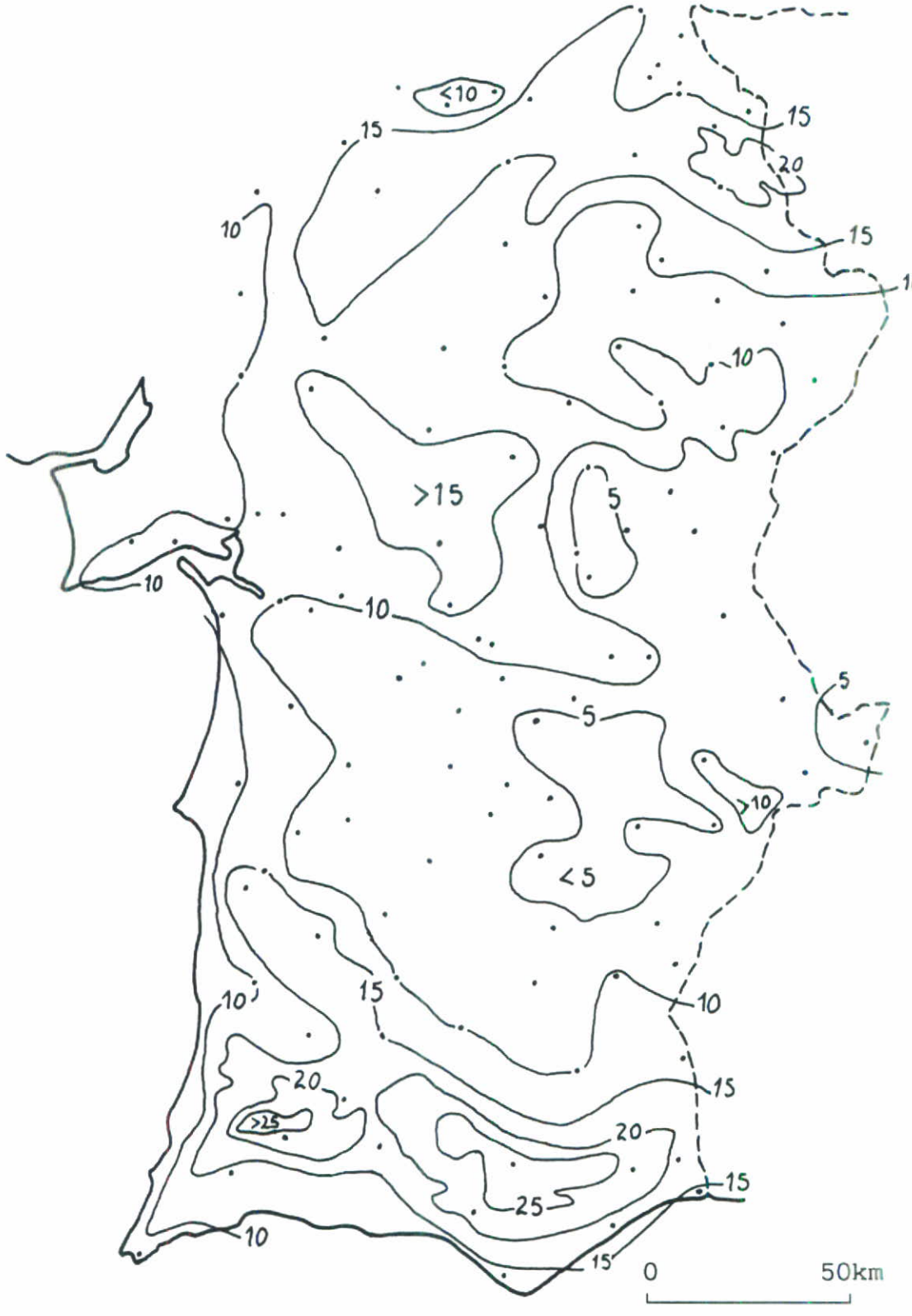


Fig.100 - Número de meses que no período de 1954/83 registaram precipitações diárias superiores a 50mm.

de cerca de 20 meses, enquanto nas serras algarvias se superam 25, nos relevos quer da Serra de Monchique quer da Serra do Caldeirão.

3.2. Influência dominante das perturbações frontais

Serão aqui apresentados três exemplos correspondentes a alguns dos dias estudados em que as chuvas muito intensas registadas estiveram relacionadas com a passagem de perturbações frontais. Os dias escolhidos foram 19 de Dezembro de 1958, 16 de Fevereiro de 1963 e 6 de Outubro de 1979.

Como foi dito anteriormente as figuras apresentadas correspondem a uma redução das cartas de base elaboradas. No caso dos exemplos de repartição diária das precipitações apresentam-se, geralmente, as isoietas de 20 em 20 mm, traçando-se as intermédias sempre que tal favoreça a compreensão da variação espacial dos totais diários.

19 de Dezembro de 1958

Foi um dia em que choveu em todo o Sul de Portugal com chuvas superiores a 100 mm nalguns locais.

A distribuição espacial das chuvas, representada na figura 101, mostra que os máximos correspondem, no geral, às áreas de maior altitude sobretudo nos relevos próximos do litoral. Pelo contrário, os mínimos localizaram-se nas áreas baixas, quer do litoral quer do interior, mas com os valores mais reduzidos nas segundas.

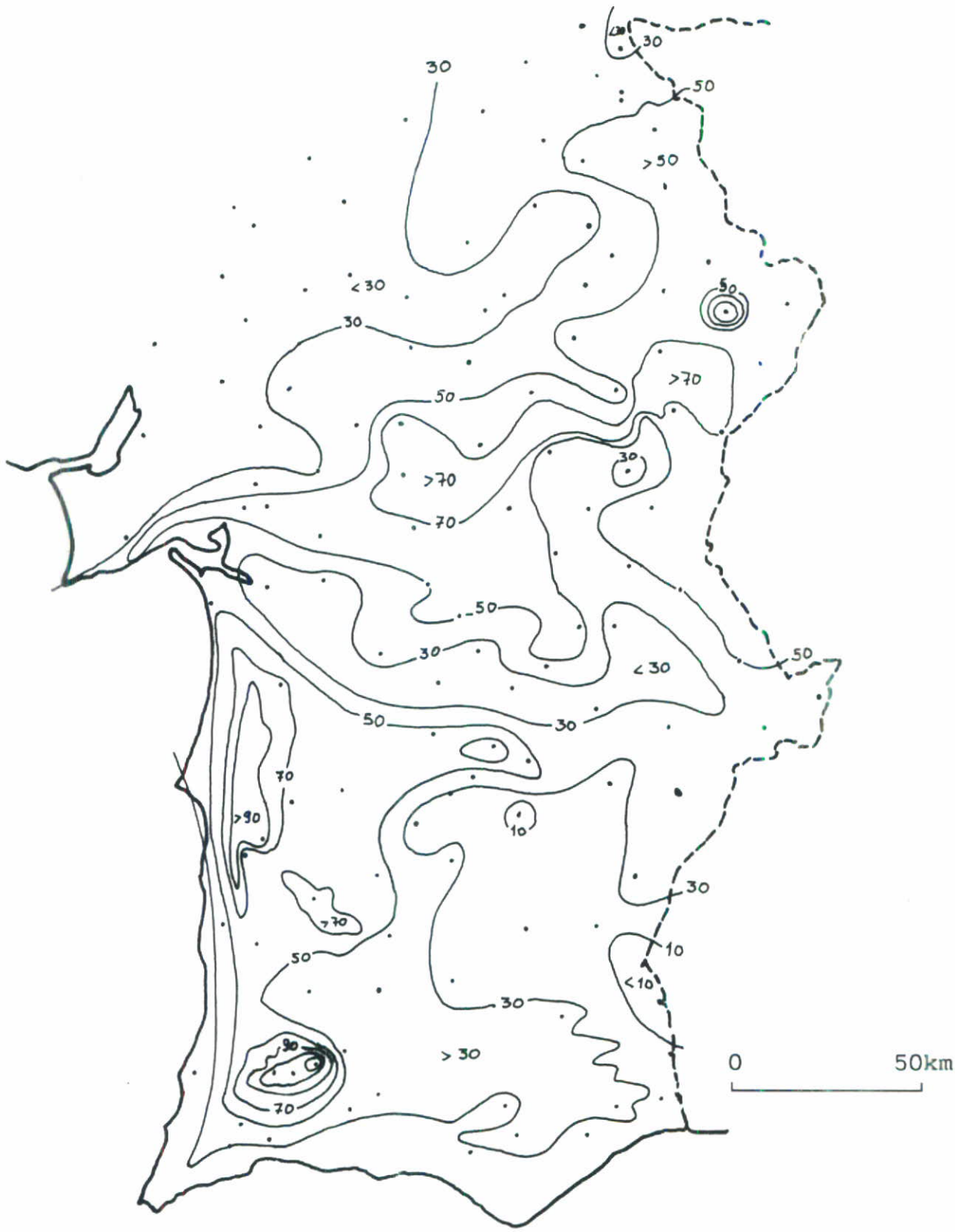


Fig.101 - Repartição espacial da precipitação registada em 19 de Dezembro de 1958.

Podem considerar-se duas regiões principais onde se verificaram totais diários extremamente abundantes. Uma, mais a norte, correspondente à faixa que se estende da Serra da Arrábida para leste, até ao Guadiana a norte de Juromenha e que engloba os principais relevos da região como a Serra de Ossa, o Planalto de Estremoz e grande parte dos restantes interflúvios que separam as bacias do Sorraia, Sado e Guadiana. Aqui, as chuvas foram sempre superiores a 70 mm, tendo-se superado os 80 mm em vários locais como Montemor-o-Novo (83 mm), Santo Aleixo/Tejo (85 mm) e S. Geraldo (82 mm[27]).

A outra região de máximos localiza-se no sector montanhoso do litoral ocidental. Nela se destacam dois núcleos com precipitações superiores também a 70 mm: um no conjunto das serras de Grândola e Cercal (máximo de 93 mm em Campilhas) e o outro na Serra de Monchique, com totais que ultrapassaram os 100 mm em Fóia, Monchique e Alferce (com 107, 114 e 132 mm, respectivamente).

Ambos se alongavam para leste: o primeiro, com chuvas ainda superiores a 50 mm, estende-se pela bacia do Sado até à região de Beja onde se ultapassaram os 70 mm (82 mm em Beja/Soeiro) e também pelos alinhamentos de relevo da região de Relíquias (80 mm em Relíquias); o segundo prolonga-se pela restante serra algarvia, embora já com chuvas bastante menos abundantes (máximo de 45 mm em Barranco do Velho).

Os mínimos registaram-se: no baixo vale do Tejo e na bacia do Sorraia (13 mm em Muge, 15 mm em Crato/Chança e 18 mm em Avis); numa faixa que se estende desde o litoral do baixo Sado para leste até ao Guadiana (19 mm em Montevil, 12 mm em Cuba e 18 mm em Alvito e Odivelas); no baixo Guadiana e afluentes da margem direita e que se

(27) Este total diário de S. Geraldo constitui o máximo mais elevado registado no período de 1952/74, segundo o fasc. XIX de **O Clima de Portugal**.

prolonga por todo o litoral meridional e pelas latitudes inferiores do litoral ocidental (1 mm em Alcoutim, 9 mm em Trindade e 14 mm em Mértola).

Este dia de chuva intensa na maior parte das regiões do Sul de Portugal esteve relacionado com a acção de um núcleo depressionário que se centrou no Atlântico Oriental, à latitude da Bretanha. Esta baixa pressão era muito cavada e de grandes dimensões, estendendo-se da Islândia à latitude do trópico.

No dia 18, um sistema frontal situava-se no sector sudeste da depressão. Às 12 horas deste dia, a frente quente localizava-se já sobre o interior da Península e a fria avançava pela região do noroeste. No dia 19, à mesma hora, a frente fria já tinha atravessado a Península Ibérica.

As chuvas muito abundantes ocorreram durante o dia 18 e a noite seguinte, ou seja sob a acção da referida depressão, e sobretudo durante a passagem do sistema frontal que lhe estava associado.

O Sul de Portugal foi atingido por uma massa de ar vinda de sul-sudoeste e de sudoeste após a passagem da frente quente.

Foi no seio desta massa de ar relativamente quente e muito húmida que se desencadeou e essencial das precipitações. Segundo o **Boletim Meteorológico Diário** a maior parte daquelas registou-se até às 6 horas do dia 19, coincidindo com a passagem da frente fria que na carta de superfície das 0 horas do dia 19 já tinha varrido praticamente todo o litoral ocidental da Península.

Assim, as chuvas intensas estiveram inequivocamente relacionadas com a acção da frente fria. A instabilidade resultante da depressão foi reforçada aquando da passagem

da perturbação frontal. A instabilidade dinâmica foi suficiente para provocar chuvas por todo o Sul. Estas ocorreram mesmo nos locais interiores, abrigados e deprimidos, favoráveis à subsidência, e só foram inferiores a 10 mm num pequeno sector do vale do Guadiana, na região de Alcoutim.

Deste modo, houve condições que permitiram a ocorrência de precipitações, com totais diários elevados um pouco por todo o Sul. No litoral as chuvas não ultrapassaram geralmente os 30 mm, enquanto nos relevos próximos se registaram totais muito elevados. Isto prova que, apesar da forte instabilidade, já referida, o relevo teve um papel muito importante no incremento das precipitações. Houve um abundante reforço das condensações, especialmente nos flancos expostos ao fluxo húmido e instável, mas que afectou também áreas para leste destes, provavelmente em relação com convergências de fluxos a jusante dos relevos.

A penetração das massas de ar no continente fez-se pelos quadrantes sudoeste e sul-sudoeste. Nestas circunstâncias, os relevos de todo o litoral ocidental interpuseram-se à sua progressão para o interior. Naqueles, bem como noutros mais recuados, mas expostos a estes quadrantes, a subida orográfica destas massas de ar muito pluviogénicas intensificou a condensação e provocou o recrudescimento das chuvas.

Assim, os totais mais abundantes foram registados nas vertentes expostas a oeste bem como as áreas contíguas que se estendem para o interior, formando como que uma "sombra" para jusante, na direcção em que progrediam os fluxos húmidos.

16 de Fevereiro de 1963

Neste dia choveu também em todo o Sul e abundantemente nalgumas regiões.

Os máximos de precipitação ocorreram nos flancos dos relevos expostos ao quadrante oeste e especialmente nos mais próximos do litoral ocidental. Os mínimos verificaram-se quer nas áreas mais baixas e abrigadas do interior quer ao longo da faixa litoral, especialmente do litoral meridional (fig. 102).

As áreas de máximos pluviométricos formam uma extensa banda, a leste do litoral ocidental, ao longo dos relevos que se iniciam na Serra de Monchique e até ao norte da Serra de Grândola. Esta, por sua vez, une-se, pelo sector mais setentrional, ao máximo correspondente aos relevos mais interiores, igualmente expostos a oeste. É o conjunto formado pela região da Serra de Monfurado que se alonga para leste (pelos interflúvios a norte de Évora), até à Serra de Ossa e, para sul, até à Serra de Portel. Ao longo de todo este conjunto, as chuvas foram superiores a 50 mm tendo ultrapassado 70 mm nos flancos mais expostos e com maior desnível (94 mm em Santiago do Escoural e Alcáçovas, 93 mm em Grândola[28], 84 mm em Relíquias) e mesmo 100 mm nos locais de maior altitude correspondentes à Serra de Monchique (137 mm em Monchique, 110 mm na Fóia e 101 mm em Caldas de Monchique).

Além desta banda mais ocidental aparecem outras com máximos de precipitação, nomeadamente nos relevos mais setentrionais do Alto Alentejo (70 mm em Portalegre e 74 mm em Comenda) e na Serra do Caldeirão, esta com

---

(28) Os 93 mm registados em Grândola e os 82 mm em Santa Vitória, no dia 16 de Fevereiro de 1963, correspondem ao máximo diário absoluto destes locais de medição (nos períodos de, respectivamente, 1932/54 e 1951/74), segundo o Fasc. XIX de **O Clima de Portugal**.

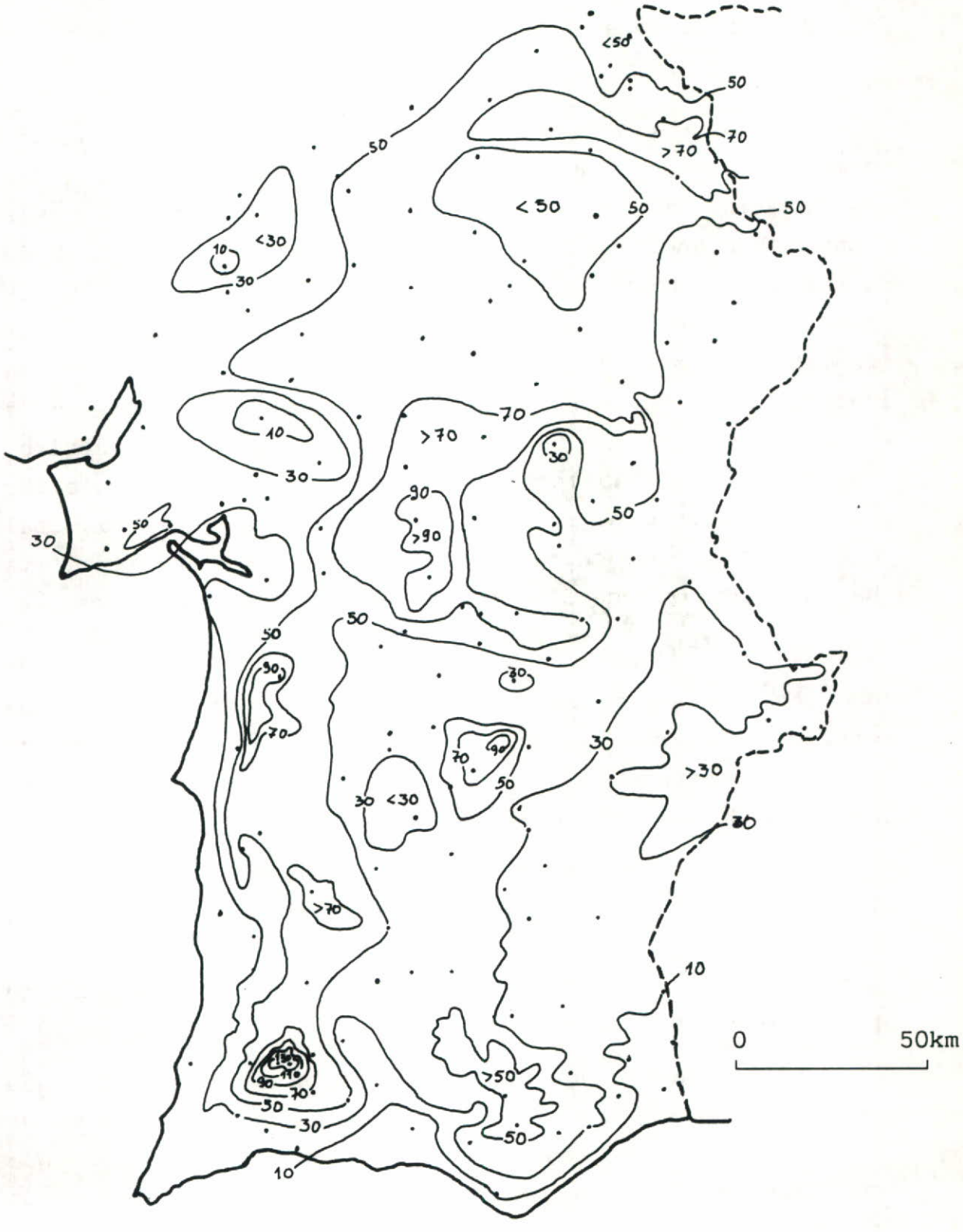


Fig.102 - Repartição espacial da precipitação registada em 16 de Fevereiro de 1963.

quantitativos pouco acima dos 50 mm (53 mm em S. Brás de Alportel e 51 mm em Barranco do Velho).

Os totais diários mais reduzidos localizaram-se, como já foi dito, quer nas áreas mais baixas e abrigadas do interior quer ao longo do litoral. Destacam-se, pela menor abundância das chuvas: o baixo vale do Tejo e do Sorraia com totais inferiores a 30 mm e nalguns locais mesmo a 10 mm (4 mm em Canha e 2 mm em Muge); toda a região do vale do Guadiana com mínimos relativos no sector montante e, inferiores a 10 mm, nos sectores a jusante (3 mm em Corujos e 5 mm em Mercador); por último, uma faixa junto ao litoral que se alonga para o interior entre as serras algarvias. Aí se localiza o único local que não registou chuva (Paderne) bem como alguns totais bastante reduzidos (3 mm em Faz Fato e 4 mm em Sagres).

As chuvas do dia 16 de Fevereiro resultaram de uma situação de circulação zonal, com estabelecimento do fluxo à latitude da Península, e com a passagem de uma perturbação de oeste em superfície.

Segundo o **Boletim Meteorológico Diário** no dia 15, às 12 horas, uma frente quente tinha atravessado o território de Portugal, aproximando-se uma frente fria que, ao fim de 24 horas, tinha também transposto praticamente toda a Península Ibérica.

Pelos dados do referido boletim, o período que registou chuvas mais abundantes verificou-se na noite de 15 para 16 e especialmente na madrugada do dia 16, que corresponde à passagem da frente fria sobre estas regiões.

Durante a noite de 15 para 16, a frente fria, portadora de forte instabilidade, associada a uma curvatura ciclónica do fluxo de altitude, atravessou o

continente, provocando chuvadas intensas especialmente ao longo dos maciços montanhosos mais expostos aos fluxos de oeste que, como se viu, foram os que registaram os totais mais abundantes. Nestes, mais uma vez, a instabilidade dinâmica resultante da subida ao longo da superfície frontal foi reforçada pelo impulso orográfico.

Em função da trajectória de oeste da perturbação frontal que atravessou o Sul de Portugal naquela noite, os mínimos registaram-se nas áreas baixas do litoral e nas do interior: nas próximas do litoral, por não beneficiarem do impulso orográfico, especialmente no litoral meridional, de traçado paralelo ao fluxo, e abrigado, pelo menos em parte, pelos relevos mais ocidentais, como a Serra de Monchique; nas do interior, por se situarem a leste dos principais alinhamentos de relevo, que as protegem do fluxo directo do oceano. Destas áreas, destacam-se pelas chuvas mais reduzidas: o baixo vale do Tejo e do Sorraia, abrigados do quadrante oeste pelas colinas e serras da Estremadura; o vale do Sado, protegido pelas serras do litoral ocidental; o vale do Guadiana resguardado do quadrante oeste por todos os relevos que se desenvolvem a ocidente. Refira-se que, apesar do máximo relativo, a Serra do Caldeirão registou precipitações inferiores a metade das ocorridas na Serra de Monchique, beneficiando já do abrigo desta última em relação às massas de ar húmidas de oeste.

Neste dia a exposição ou abrigo relativamente ao quadrante oeste, de onde progrediram a perturbação frontal e os fluxos húmidos, parece ter sido a principal condicionante dos totais de chuva registados. A este factor junta-se o papel da subida orográfica do ar no reforço das condensações.

6 de Outubro de 1979

No dia 6 de outubro de 1979 choveu em praticamente todo o Sul, mas com fortes contrastes espaciais. Houve locais sem precipitação enquanto noutros as chuvas excederam a centena e meia de milímetros. Mais uma vez, as mais abundantes correspondem aos sectores de maior altitude e os mínimos aos sectores mais abrigados do interior e ao longo do litoral meridional (fig. 103).

Os totais diários mais elevados, superiores a 70 mm, registaram-se na Serra de S. Mamede e em parte do seu flanco oeste (90 mm em Vale de Peso e 76 mm em Portalegre e Alpalhão), nos interflúvios e relevos que se estendem desde a região de Elvas para oeste, passando pelo Planalto de Estremoz e Serra de Ossa, continuando até à Serra de Monfurado e para sudeste, até às Serras do Mendro e de Portel (86 mm em Vila Viçosa, 77 mm em Évora/Currais, 83 mm em Montemor-o-Novo, 78 mm em Santiago do Escoural, 86 mm em S. Martinho, 71 mm em Pego do Altar, 92 mm em Viana do Alentejo/Posto, 73 mm em Portel e 71 mm na Vidigueira). Por último refiram-se os máximos do litoral ocidental, ao longo dos principais relevos: Serra da Arrábida (86 mm em Sesimbra/Maçã e 98 mm em Setúbal), o conjunto formado pelas Serras de Grândola, Cercal e relevos da região de Relíquias e daí, para o interior, até ao Sado (80 mm em Grândola, 75 mm em Alvalade, 71 mm em S. Domingos, 84 mm em Campilhas, 119 mm em Cercal do Alentejo e 97 mm em Relíquias) e na Serra de Monchique onde se registaram valores mais elevados, superiores a 160 mm, nos sectores de maior altitude (160 mm em Monchique e 161 mm em Alferce).

Quanto aos mínimos de chuva deste dia, eles foram inferiores a 30 mm, com excepção de alguns locais isolados, na região a sul de Coruche (25 mm em Coruche e sem chuva em S. Torcato e em Lavre), na região do baixo

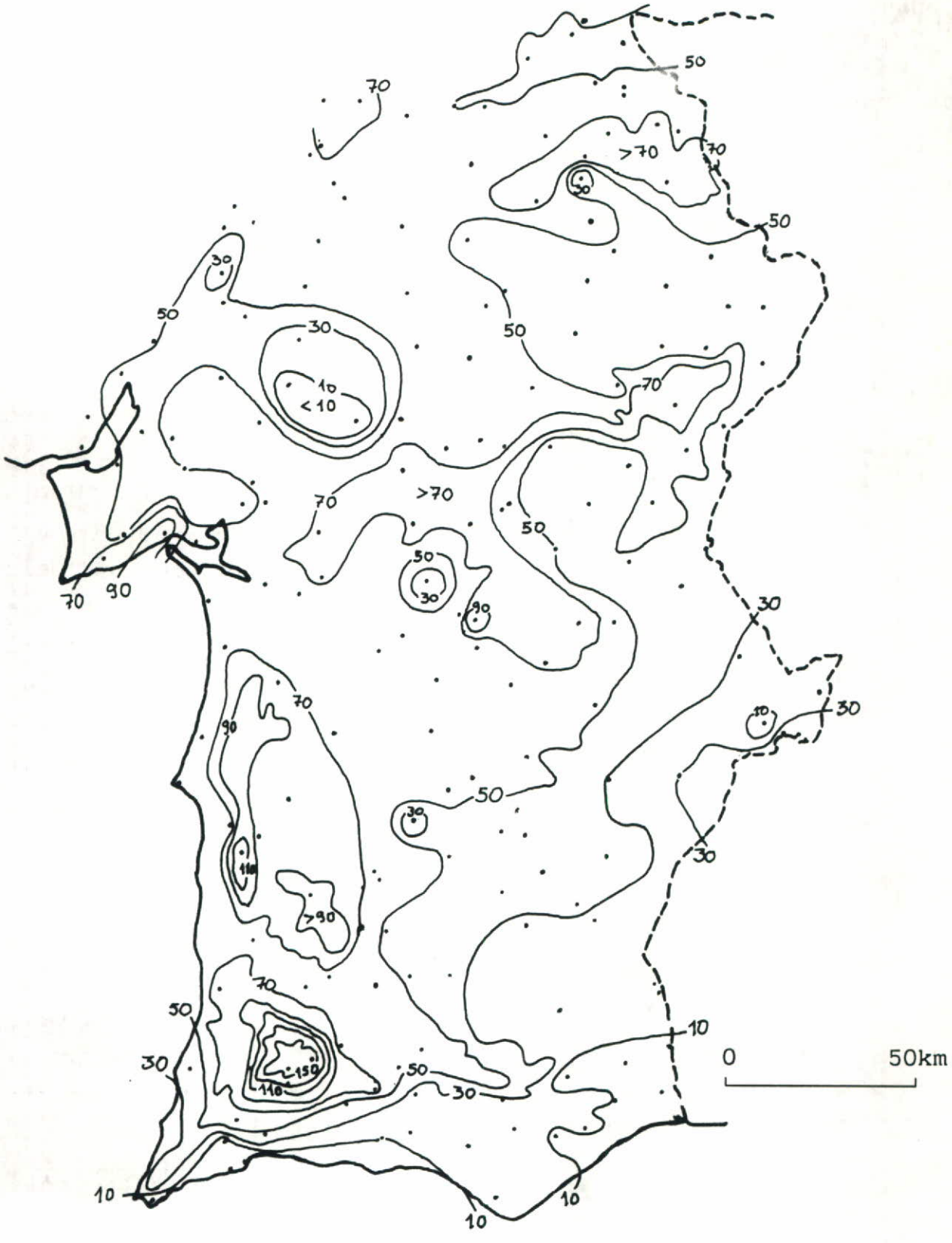


Fig.103 - Repartição espacial da precipitação registada em 6 de Outubro de 1979.

Caia (26 mm na Barragem do Caia, 13 mm em Vila Fernando e 5 mm em Santa Eulália) e ao longo de uma vasta faixa que se inicia a leste do Guadiana, na região de Barrancos, e se prolonga para a margem direita daquele, na região de Mértola, englobando o sotavento algarvio e todo o seu litoral (neste sector as precipitações foram nulas em Santo Aleixo da Restauração e em Mercador, não atingindo os 10 mm ao longo de grande parte do litoral algarvio e flanco leste da Serra do Caldeirão).

Tendo em conta a repartição espacial das precipitações e especialmente as regiões de máximos já referidas, pode concluir-se que os totais aumentaram com a proximidade do litoral e com a altitude. Os mais elevados ocorreram na Serra de Monchique, uma das mais próximas do litoral e de maior altitude. Pelo contrário a Serra de S. Mamede, com uma altitude ligeiramente superior à da Serra de Monchique, mas com uma posição bastante interior, registou totais bem menos abundantes não obstante a falta de registos nas áreas de maior altitude, situação esta que também se verifica na Serra de Monchique.

Quanto às condições sinópticas, nas quais se desencadearam estas precipitações abundantes, refira-se que no dia 5, às 12 horas, Portugal era influenciado pelo sector quente de um sistema frontal que atravessava a Península Ibérica na circulação de um vasto centro depressionário, centrado a oeste da Irlanda.

Em altitude, a Península era influenciada pela circulação meridiana através do flanco sudeste de um vale planetário. O sistema frontal que circulava na depressão seguiu a trajectória do vale em altitude. Progrediu de noroeste para sudeste ao longo do Atlântico Norte e inflectiu para oeste, a ocidente da Península Ibérica.

Segundo as cartas sinópticas e os dados meteorológicos publicados no **Boletim Meteorológico Diário**, a frente fria atravessou o território de Portugal Continental, durante a manhã do dia 6, localizando-se às 12 horas deste dia sobre as regiões meridionais. O vento, que no dia 5 soprava entre os quadrantes sudeste e sul, rodou, durante a noite, para sul e sudoeste e só foi claramente de sudoeste a partir das 12 horas do dia 6, após a passagem da frente fria.

Deste modo, as chuvas registadas na manhã do dia 6, a que correspondem os registos, ocorreram antes e durante a passagem da referida frente, excepto talvez no sector sudeste, onde se localizava ainda a frente às 12 horas.

Assim, não é claro que a frente já tivesse atravessado todo o Sul de Portugal aquando dos registos. Considerando que a maioria das chuvas ocorreu com fluxo de sul, e sem a acção da frente fria, fica difícil perceber a ausência de um máximo principal na Serra do Caldeirão que funciona como uma barreira à progressão das massas de ar vindas de sul. Contudo, se tivermos em conta que a frente fria, à hora das medições pluviométricas (9 horas), atravessava a Península, estendendo-se de sudoeste para nordeste, ela pode ter influenciado o estado do tempo no Sul, com excepção do sector sudeste. No entanto, em Faro, a análise dos registos pluviométricos, mostra que, como nos outros locais com dados no boletim diário, o máximo de chuva ocorreu entre as 0 e as 6 horas do dia 6, que deve corresponder ao período máximo de chuvas relacionado com a frente. Deste modo, a causa das chuvas mais reduzidas nos relevos do sotavento algarvio não deve ter resultado da medição ter sido efectuada antes das chuvas frontais. Tendo em conta que a perturbação avançou sobre a Península vinda de oeste, a massa de relevo da Serra de Monchique deve ter abrigado os sectores mais orientais da serra algarvia da instabilidade e deve ter esgotado grande parte do

potencial pluviogénico das massas de ar, em função das chuvas muito abundantes que nela se registaram.

Os locais mais chuvosos aparecem virados a oeste e devem estar relacionados com a progressão da frente. Saliente-se, no entanto, que há áreas de máximos de precipitação, no interior e que não devem ter resultado apenas das chuvas frontais, mas sobretudo da interposição dos alinhamentos de relevo com orientação W/E, aí localizados, relativamente aos fluxos de Sul. A provar esta situação destaquem-se, por exemplo, os 71 mm registados na Vidigueira, localizada na base de uma escarpa virada a sul.

Nestes três casos de chuvas muito intensas no Sul de Portugal há que distinguir os de Dezembro de 1958 e Outubro de 1979 do referente a Fevereiro de 1963. Nos dois primeiros temos uma circulação meridiana, com a influência de perturbações frontais que atravessaram a Península Ibérica na circulação de grandes depressões localizadas sobre o Atlântico, cujos fluxos atingiam a Península com forte componente de sul. No terceiro, há também a passagem sobre a Península de um sistema frontal mas, neste caso, associado a uma circulação zonal sobre o Atlântico e Europa Ocidental, que se traduziu na progressão de perturbações frontais vindas de oeste sobre a Península.

A repartição espacial encontrada para cada um dos dias reflecte a progressão dos fluxos húmidos e respectivos sistemas nebulosos, combinada e matizada pelos factores geográficos regionais e locais.

Na figura 104 representaram-se as manchas mais chuvosas de cada uma destas três situações sobre uma base, extraída de S. DAVEAU (1977), onde se identificam os principais acidentes do relevo, segundo o seu papel

19 Dez. 1958

16 Fev. 1963

6 Out. 1979



VERTENTE com

- ascendência a barlavento
- subsidência a sotavento
- divergência à esquerda
- ascendência ou divergência
- ascendência ou subsidência
- subsidência ou divergência

VERTENTE com acção:

- significativa
- muito importante

ESPORÃO

- com divergência

CORREDOR

- com aceleração ou subsidência

CRUZAMENTO

- com divergência
- com convergência

Fig.104 - Locais de máximos pluviométricos diários nas três situações de chuvas intensas relacionadas com passagem de sistemas frontais de trajectória próxima ao Sul de Portugal. Com as setas indicam-se as trajectórias prováveis dos fluxos.

pluviométrico. Nela se confirma que os máximos de chuva ocorreram sempre nas áreas mais elevadas e sobretudo nos flancos expostos à progressão quer do ar húmido e instável quer das perturbações frontais.

O papel fundamental do relevo aqui encontrado na repartição das precipitações é conhecido e foi sintetizado, relativamente ao caso português, por S. DAVEAU (1978). A interferência do relevo, como salienta a autora, é diferenciada consoante a direcção do fluxo e as suas características térmicas e dinâmicas.

Nos três casos anteriormente analisados houve chuvas generalizadas, resultantes da instabilidade dinâmica. Contudo, a comparação da repartição das chuvas com a topografia não deixa dúvidas da importância daquela, quer no recrudescimento das precipitações, nas regiões mais acidentadas, quer da sua diminuição nas áreas do interior, abrigadas dos fluxos húmidos (fig. 104).

A influência do relevo não é, contudo, igual nos três casos. No de Dezembro de 1958 devem-se ter registado ascendências com as quais se relacionam os máximos de precipitação nas vertentes expostas ao fluxo. No entanto, as chuvas abundantes prolongam-se para o interior dos alinhamentos de relevo perpendiculares ao fluxo. Esta situação deve ter resultado, por um lado, do impulso recebido no flanco virado ao vento, que se mantém bastante para além das linhas de cumeada e, por outro, parece ter havido uma forte componente horizontal nos desvios causados pelo relevo, com divergência a montante e convergência a jusante dos obstáculos, esta última favorável à ascendência e ao reforço das condensações.

No caso de Fevereiro de 1963 a componente oeste foi mais nítida. Os relevos e colinas mais ocidentais parecem ter funcionado como obstáculo contínuo, responsável pela ascendência e condensação da massa de ar ao longo de uma faixa de orientação N/S, que se alarga para o interior,

no sector setentrional em função do relevo desta região. Neste exemplo devem ter predominado os movimentos ascendentes em função de uma maior instabilidade do ar.

No outro caso, de Outubro de 1979, a situação é mais complexa. Enquanto o fluxo parece ter progredido de sul, a superficíe frontal avançou de oeste para leste. Os máximos de precipitação continuam a corresponder aos principais relevos, individualizando-se em vários núcleos como na situação de Dezembro de 1958. Esta individualização e a proveniência da massa de ar do quadrante sul, segundo parece indicar a direcção do vento registada nas estações da rede sinóptica (29), são indicadores da existência de desvios horizontais à semelhança do verificado na situação de Dezembro de 1958.

3.3. Influência dominante das depressões convectivas

Serão apresentados seguidamente exemplos de depressões resultantes de gotas de ar frio em altitude que sofreram uma evolução do tipo convectivo (D. de B. FERREIRA, 1985). Este tipo de depressão leva ao desenvolvimento de sistemas nebulosos altamente convectivos e responsáveis por chuvas muito abundantes nas regiões afectadas por aqueles conjuntos nebulosos.

Dos dias estudados, com situações destas foram seleccionados os exemplos de 9, 14, 19 e 21 de Novembro de 1983 e, pelas suas características peculiares que se repetiram ao longo de boa parte do Outono de 1989, o de 19 de Novembro deste ano.

---

(29) Segundo S. DAVEAU (1978), as massas de ar de proveniência meridional são, geralmente, de origem tropical ou polar marítimo derivado; apesar de muito húmidas são fácilmente desviadas horizontalmente pelos obstáculos em função da sua menor instabilidade relativamente às de proveniência mais setentrional.

Os dias 9 e 14 de Novembro de 1983

Para se entender a situação sinóptica do dia 9, bem como as chuvas registadas, é preciso analisar o desenrolar da situação iniciada nos dias anteriores. Como se disse na análise de Novembro de 1983, este mês foi marcado por uma circulação meridiana com frequentes invasões de ar frio, responsáveis pela formação de gotas frias em altitude e depressões em superfície no Atlântico Oriental e na margem ocidental da Europa.

Foi uma situação destas que se concretizou a partir do dia 7 em que uma invasão de ar frio proveniente da Gronelândia originou a formação de uma vasta gota de ar frio que, no dia 8, se estendia do norte da Madeira até à região a oeste das ilhas britânicas, com o eixo maior de orientação SSW/NNE (fig. 105).

Do dia 8 para o dia 9 uma nova invasão de ar frio, proveniente do Lavrador, entra em conecção com a gota fria de altitude. O seu impulso na corrente de oeste provocou a rotação da gota fria de altitude e da correspondente depressão de superfície, cujo eixo maior passou da referida orientação SSW/NNE para SSE/NNW (fig. 105).

A posição da depressão a oeste e noroeste da Península Ibérica originou fluxos do quadrante sul e especialmente de sudeste sobre o Sul de Portugal. Assinale-se que a já referida rotação da depressão, bem como a nova advecção de ar frio que afectou a gota fria de altitude, provocou também uma rotação nas nuvens correspondentes à depressão (fig. 106).

A mais extensa das manchas nebulosas estendia-se de sudoeste para nordeste, do litoral atlântico de África até ao Golfo da Biscaia, passando pela Península Ibérica, no dia 8. No dia 9, depois de afectada pela rotação do sistema depressionário, a principal mancha nebulosa, que

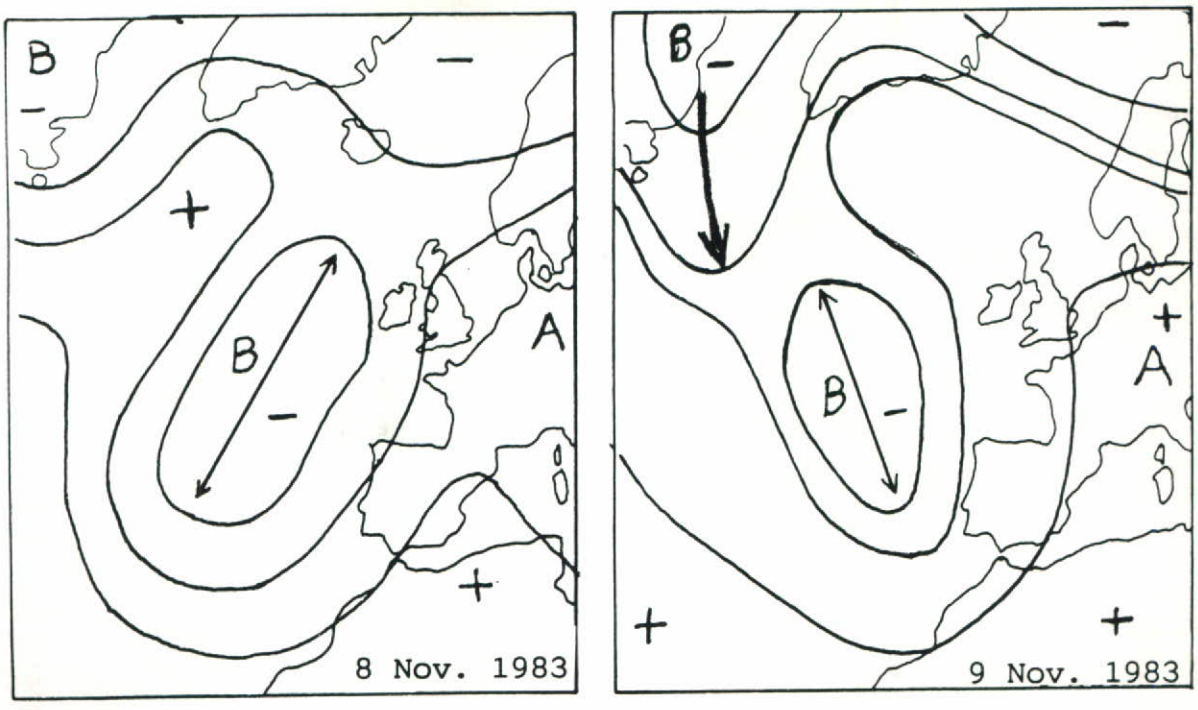


Fig.105 - Representação esquemática da circulação aos 500hPa mostrando a rotação sofrida pela depressão fria de altitude, do dia 8 para o dia 9 de Novembro de 1983, por interferência de um talvegue.

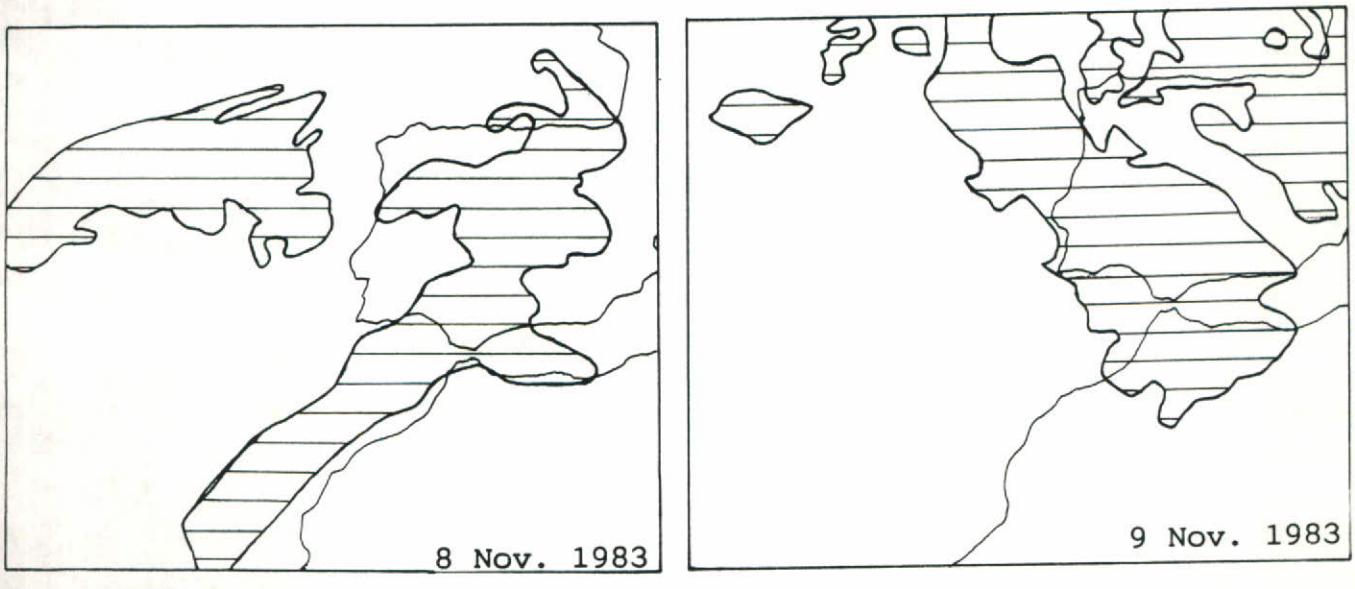


Fig.106 - Posição, relativamente à Península Ibérica, dos principais conjuntos nebulosos nos dias 8 e 9 de Novembro de 1983, segundo a imagem de satélite publicada no Boletim Meteorológico Diário.

se tornou mais extensa e compacta, tomou uma disposição SE/NW, do Norte de África ao Atlântico, a noroeste da Península, cobrindo todo o sudoeste desta (fig. 106). Esta rotação do sistema nebuloso provocou a sua progressão de sudeste sobre o Sul de Portugal.

Estas manchas nebulosas resultantes da advecção de ar muito frio sobre as águas do Golfo de Cádis e Mar de Alborán, ainda relativamente quentes nesta época do ano (30), devem ter sido responsáveis por uma evolução fortemente convectiva. Este tipo de situações está, segundo assinala D. de B. FERREIRA (1985), relacionado com os períodos de circulação meridiana, verificados nesta época do ano, e também na origem do máximo principal dos regimes pluviométricos, em Novembro, por toda a região do Atlântico Oriental.

O sistema nebuloso fortemente convectivo foi arrastado de encontro aos flancos leste e sudeste dos relevos do Sul de Portugal. Aí a estagnação das células convectivas bem como a subida forçada ao longo das vertentes devem ter favorecido as chuvadas mais abundantes. A vertente sudeste da Serra do Caldeirão parece ter sido a área com condições mais propícias à condensação. Registou as precipitações mais elevadas deste dia, pois a sua posição relativamente à progressão do fluxo deve-lhe ter permitido "fixar" as nuvens cumuliformes e beneficiar da fácil renovação do ar marítimo húmido proveniente do oceano próximo.

Deste modo não admira que no dia 9 as chuvas mais abundantes se tenham registado nos relevos mais expostos a leste e sudeste com especial destaque para o sotavento algarvio e regiões contíguas do Baixo Alentejo interior.

---

(30) Segundo D. de B. FERREIRA (1985), estas regiões apresentam um comportamento térmico particular. Este, está relacionado com as frentes térmicas que marcam a translação entre os Açores e a costa portuguesa das águas tropicais e com a existência de águas quentes superficiais na baía Ibero-marroquina.

Aí, os valores mais elevados verificaram-se numa diagonal orientada de SW/NE, da região de Faro até ao Vale do Guadiana, nas proximidades de Alcoutim (fig.107). Os máximos diários mais elevados, superiores a 50 mm, ocorreram em cinco locais posicionados segundo a orientação referida: S. Brás de Alportel, Mercador, Monte dos Fortes, Pereiro e Cortes Pereira com, respectivamente, 70, 99, 66, 67 e 69 mm.

Uma outra área de máximos de precipitação aparece mais a norte, no Baixo Alentejo interior, com totais superiores a 30 mm no vale do Guadiana e mesmo superiores a 40 mm, mais a leste, nas regiões de maior altitude correspondentes à Serra da Adiça. Valores semelhantes registam-se ainda mais a norte no conjunto da Serra de Ossa-Planalto de Estremoz.

Por último, refira-se outra região de máximos pluviométricos, também alongada no sentido SW/NE, desde o estuário do Sado até ao vale do Tejo na região de Gavião, passando pela bacia do Sorraia.

Quanto aos mínimos, registam-se ao longo de alguns sectores do litoral algarvio, a leste da Serra do Cercal, no baixo vale do Sado e, ainda, nalguns sectores restritos da parte oriental da bacia do Sorraia. Em todos a precipitação registada foi inferior a 10 mm.

A grande maioria dos outros espaços não referidos, especialmente ao longo do Alentejo, registaram precipitações compreendidas entre 10 e 30 mm. Delas se destaca, com totais inferiores a 10 mm nas regiões mais meridionais e a 20 mm em grande parte das restantes, uma faixa também de orientação SW/NE desde o sudoeste algarvio atravessando todo o Baixo e Alto Alentejo até à região a norte da Serra de S. Mamede.

De um modo geral, podemos dizer que as chuvas no dia 9 de Novembro tiveram uma repartição espacial em bandas

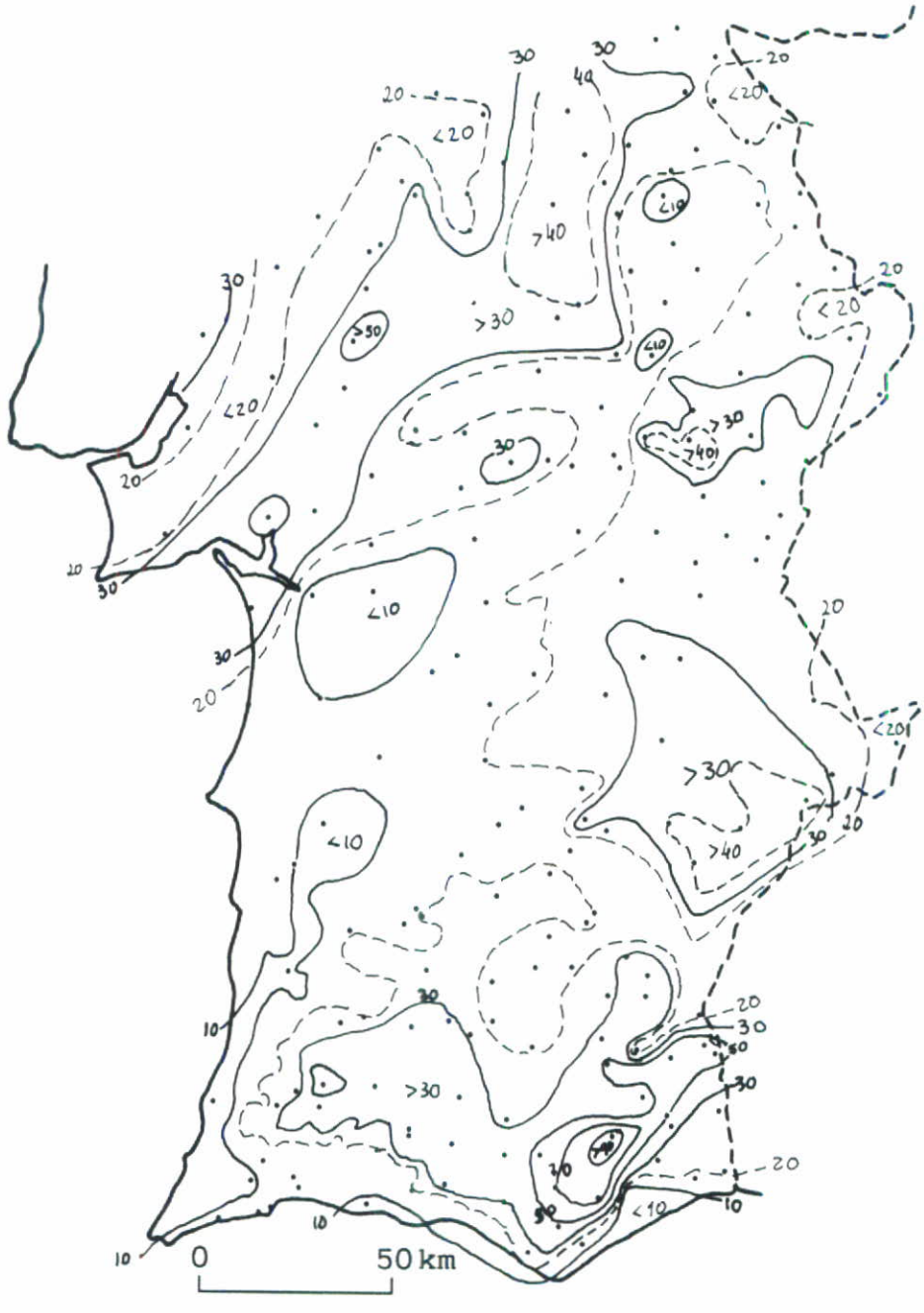


Fig.107 - Repartição espacial da precipitação registada em 9 de Novembro de 1893.

orientadas de sudoeste para nordeste em função dos alinhamentos de relevo de orientação perpendicular ao fluxo vindo de sudeste. As mais chuvosas registaram-se ao longo do Ribatejo oriental e no leste do Baixo Alentejo e Algarve, com máximos absolutos nesta última, ao longo da vertente oriental da Serra do Caldeirão, onde se atingiram 90 mm em 24 horas. A banda correspondente ao mínimo das precipitações localiza-se entre as duas anteriores a partir da Península de Sagres até ao norte da Serra de S. Mamede.

Também no dia 14 de Novembro as chuvas que atingiram o Sul estiveram relacionadas com a presença de uma vasta depressão no Atlântico Oriental entre os Açores e a Península Ibérica. A situção sinóptica referente a este dia, apresentada na figura 108, é representativa do tipo de situações que caracterizaram todo o período chuvoso deste mês. Como foi dito, as depressões registadas em superfície estiveram relacionadas com a formação, em altitude, de bloqueios, geralmente difluentes.

No caso das chuvas do dia 14 a evolução da situação foi caracterizada por um reforço da gota fria de altitude e da respectiva depressão de superfície, no dia 12, em função de uma advecção de ar frio proveniente da Gronelândia. À semelhança do verificado entre o dia 8 e o dia 9, também aqui o sistema depressionário sofreu uma rotação. O eixo maior começou por ter uma disposição norte/sul tendo-se inclinado, para ocidente, nos dias seguintes, situação que foi acompanhada, também, de uma ligeira translação, para leste, do conjunto depressionário, o que proporcionou a sua aproximação da Península Ibérica.

No dia 14 o eixo maior tinha sofrido uma rotação de 90°. Neste dia, Portugal era influenciado pela margem oriental quer da gota fria de altitude quer da depressão

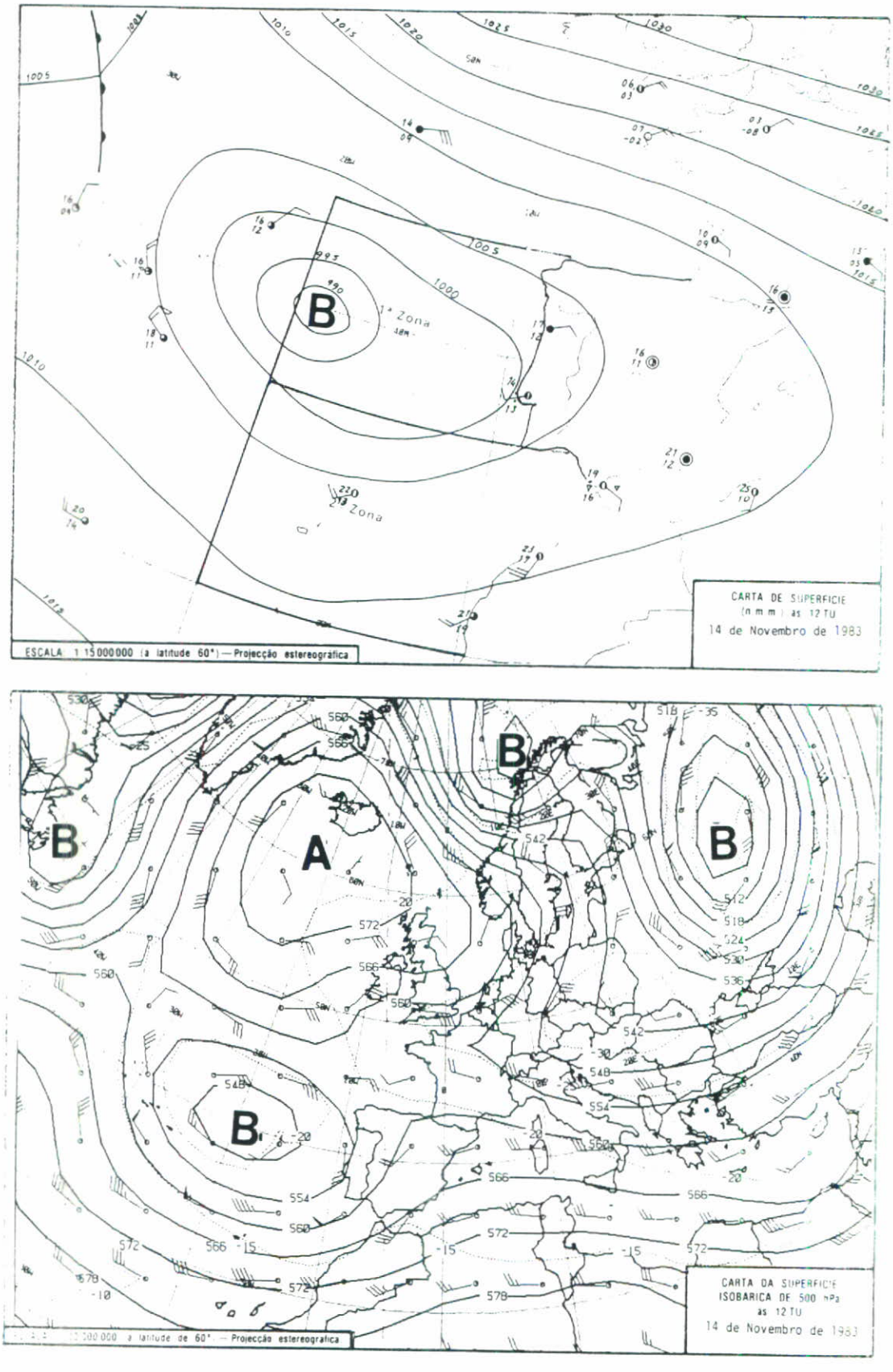


Fig.108 - Situação sinóptica do dia 14 de Novembro de 1983 em que uma vasta depressão centrada a oeste da Península Ibérica originou chuvas intensas no Sul de Portugal. Fonte: Boletim Meteorológico Diário.

em superfície, que agora se alongava segundo os paralelos.

Há, assim, semelhanças com a situação analisada anteriormente para o dia 9. Contudo, refira-se que neste exemplo há uma rotação do vento que passa de sudeste para sul na tarde do dia 13 após a passagem, sobre o Sul do país, de uma frente oclusa assinalada na carta de superfície deste dia.

Segundo os dados de 6 em 6 horas publicados no **Boletim Meteorológico Diário** o período de chuvas mais intensas no Alentejo não coincide inteiramente com o do Algarve. No primeiro, as chuvas ter-se-ão iniciado com a passagem da referida frente oclusa, enquanto no Algarve terão começado mais tarde, durante a noite de 13 para 14 prolongando-se, como no Alentejo, ao longo do dia 14.

Assim, as chuvas, medidas na manhã do dia 14, correspondem a episódios chuvosos porventura distintos, consoante as regiões. Relacionados com a frente oclusa no Alentejo e Ribatejo, durante a tarde do dia 13 e com o fluxo de ar pós-frontal, que atingiu os relevos meridionais pelo quadrante sul, com chuvas durante a noite de 13 para 14.

O comportamento do fluxo húmido, sobre os relevos, parece ter sido diferente do registado na situação do dia 9. Naquele, os flancos virados ao vento registam os totais mais abundantes, enquanto no dia 14, na serra algarvia, os máximos pluviométricos aparecem nas áreas de maior altitude ou até mesmo a norte destas. Assim, enquanto no dia 9 deve ter havido uma predominância dos movimentos ascendentes, no dia 14 deverão ter sido as divergências que se avantajaram em relação às ascendências. Deste modo poderá compreender-se o incremento das chuvas a jusante dos relevos, nas áreas onde os fluxos difluentes voltam a convergir, provocando ascendência e um reforço das condensações. Para

justificar este comportamento diverso das duas massas de ar (dos dias 9 e 14) deve ter sido fundamental a menor instabilidade e menor velocidade do vento do segundo dia relativamente ao primeiro, condições que segundo S. DAVEAU (1978) favorecem a predominância dos movimentos horizontais sobre os verticais.

A distribuição espacial das chuvas no dia 14 mostra, de um modo geral, uma diminuição das precipitações de sul para norte (fig. 109). Os valores mínimos, inferiores a 10 mm, aparecem essencialmente ao longo do vale do Tejo, no Alto Alentejo e nalguns sectores do litoral algarvio.

Totais diários já elevados registaram-se ao longo dos relevos do litoral ocidental (Serras de Grândola e Cercal), com totais superiores a 50 mm; no centro do Alentejo, desde o vale do Sado, na região de Odivelas, para leste até à Serra do Mendro, onde se atingem 60 mm e, ainda com maior abundância, na margem esquerda do Guadiana onde se destaca a Amareleja com 81 mm, bem como uma faixa de precipitação superior a 60 mm que se estende de Serpa para leste até Aldeia Nova de S. Bento.

Uma outra faixa de valores máximos aparece mais a sul, englobando o sector norte da Serra de Monchique, de onde se prolonga, para nordeste, ao longo dos sectores de maior altitude do Baixo Alentejo central bem como da Serra do Caldeirão. Foi, aliás, a nordeste da Serra de Monchique, em Santana da Serra, que se registou o total diário mais elevado, de 95 mm. Para leste, na Serra do Caldeirão, apesar de copiosas, as chuvas foram um pouco mais reduzidas, não se ultrapassando os 76 mm de Sobreira/Salir.

Assim, neste dia, os máximos de precipitação ocorreram especialmente nas regiões mais meridionais do Baixo Alentejo e do Algarve. Contudo, as principais



Fig.109 - Repartição espacial da precipitação registada em 14 de Novembro de 1983.

manchas chuvosas, referentes aos relevos meridionais, não coincidem totalmente com as maiores altitudes. Ocupam especialmente as áreas a norte e nordeste dos relevos, como acontece na Serra do Caldeirão e, especialmente, na Serra de Monchique em função, possivelmente, como foi visto, das divergências originadas por estes relevos nos fluxos de sul. Os outros valores máximos registados no interior dispõem-se segundo uma orientação entre o W/E e o SW/NE, marcando os flancos expostos aos fluxos de SE e SSE que atingiram estas regiões e estiveram na origem das chuvas aí registadas durante a tarde do dia 13.

Os dias 19 e 21 de Novembro de 1983

No dia 19 a distribuição espacial das precipitações foi deveras original como se pode observar na figura 110. As chuvas foram reduzidas em todas as regiões do Baixo Alentejo e do Algarve e muito elevadas numa faixa que se estende da região de Lisboa, pelo vale do Tejo e, para leste, pelo Alto Alentejo.

Neste dia em que, como foi referido, se registaram grandes inundações na região de Lisboa, o estado do tempo continuava a ser influenciado por uma situção sinóptica à partida semelhante às registadas desde o início do mês e de que já analisamos os exemplos do dia 9 e 14.

A depressão em superfície localizava-se a oeste da Península Ibérica (fig. 111), ocupando a gota fria de altitude uma posição semelhante. Aquela, mantinha-se bastante cavada em função do seu revigoramento pela advecção de ar frio proveniente da Gronelândia e concretizada na véspera e antevéspera do dia 19.

Deste modo, o Sul de Portugal era atingido por uma massa de ar vinda de sul, proveniente da circulação da

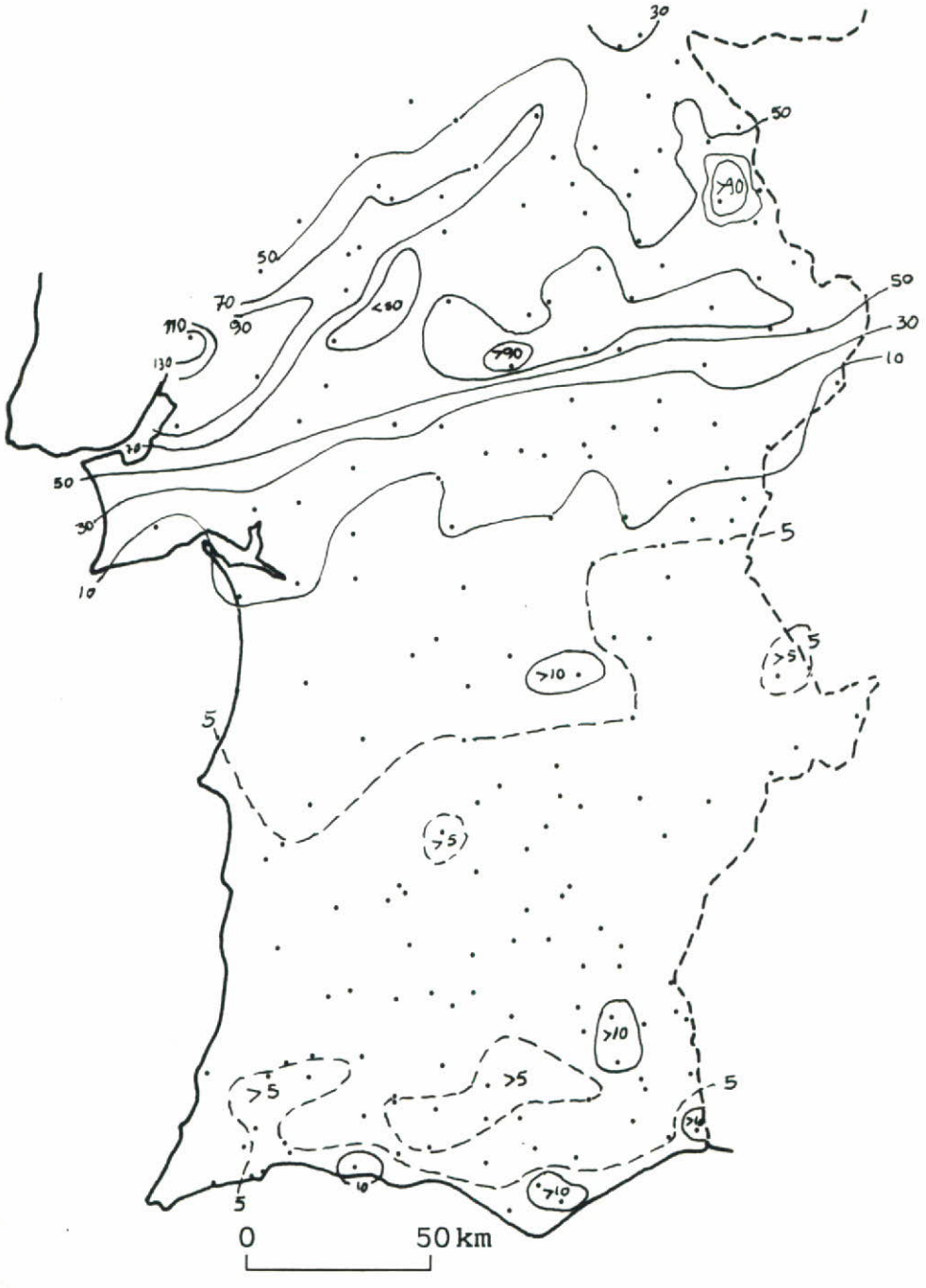


Fig.110 - Repartição espacial da precipitação registada em 19 de Novembro de 1983.

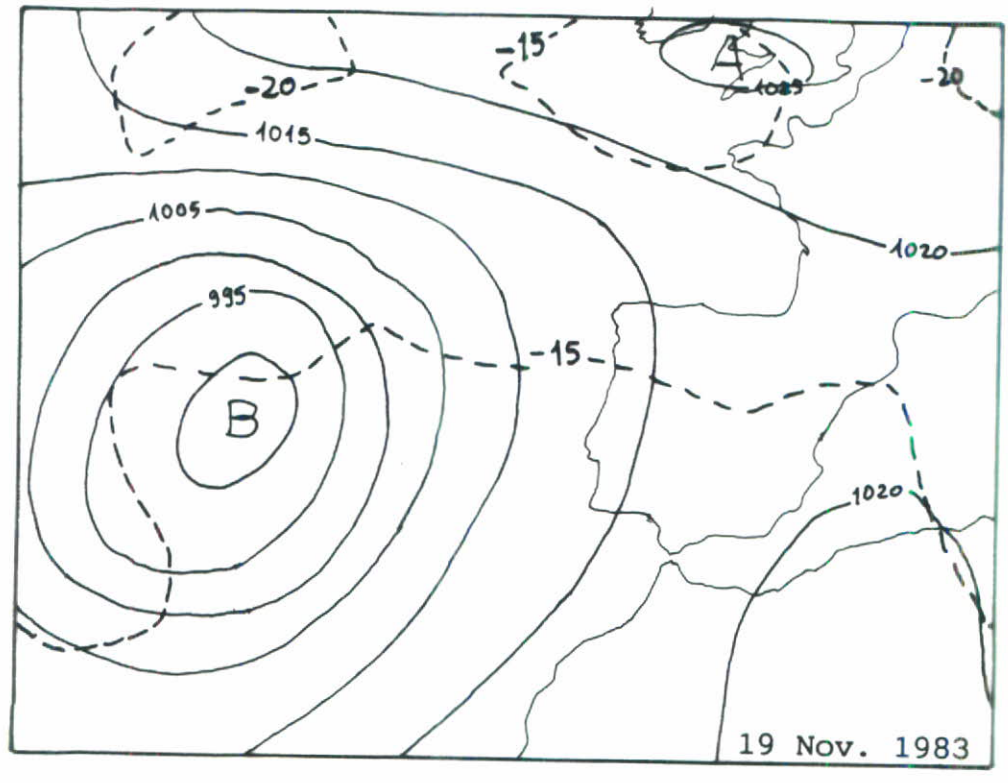


Fig.111 - Situação sinóptica de superfície de 19 de Novembro de 1983. A tracejado representam-se as isotérmicas dos 500hPa. Fonte: Boletim Meteorológico Diário.

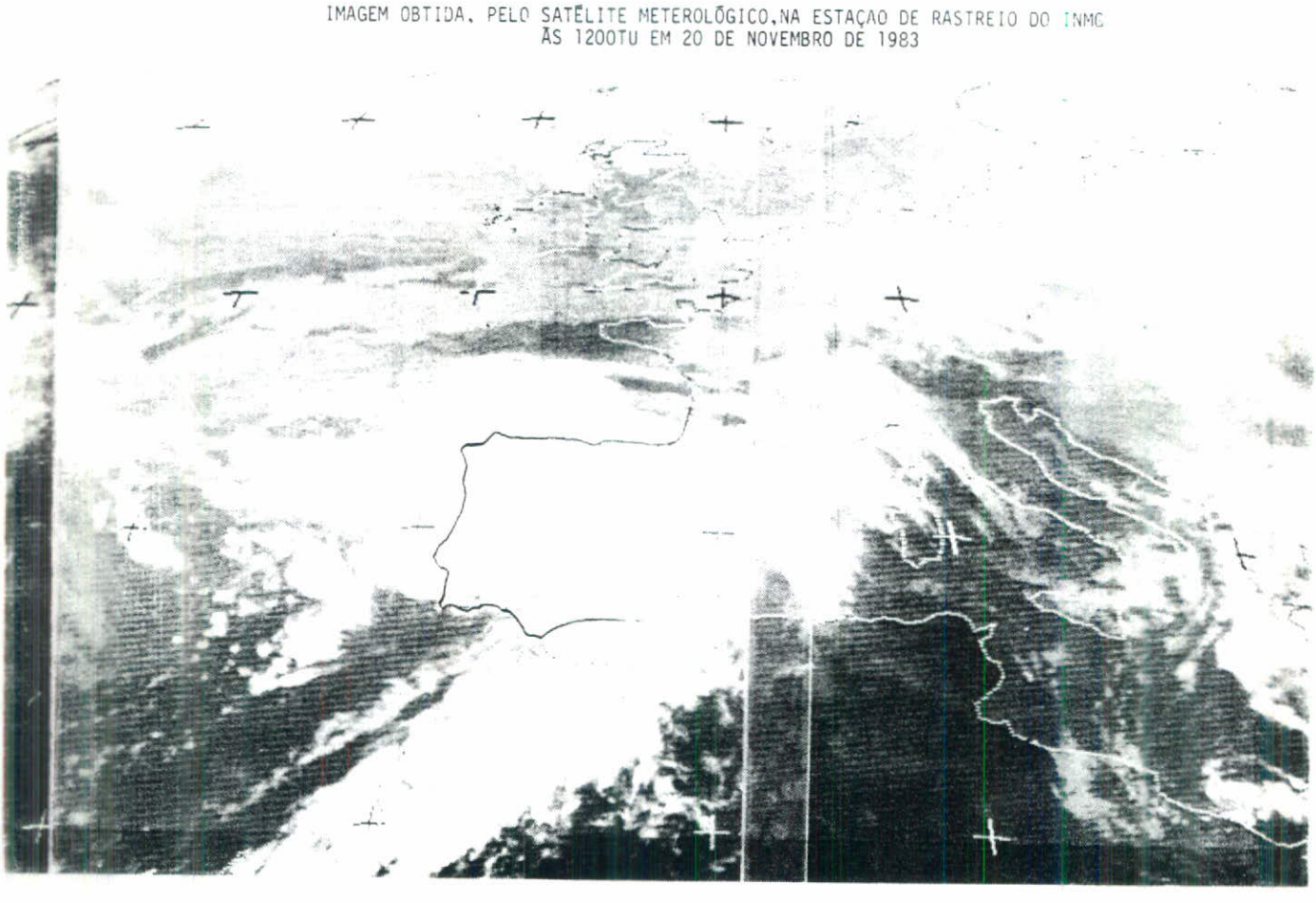


Fig.112 - Imagem de satélite do dia 20 de Novembro de 1983, publicada no Boletim Meteorológico Diário, mostrando a nebulosidade convectiva resultante da situação representada na figura 111.

depressão e, em altitude, por um ramo do fluxo, com uma circulação ciclónica de sudoeste, que envolvia a gota fria.

À partida, as condições meteorológicas pareciam semelhantes às descritas para os dias 9 e 14. Contudo, a repartição espacial das chuvas é muito diferente. Neste dia, os totais de precipitação foram mais elevados e distribuiram-se ao longo de uma banda bem definida e com fortes gradientes laterais.

Esta situação não foi muito diferente de outra verificada em 25/26 de Novembro de 1967, e que foi responsável por "cheias notáveis, em certas áreas excepcionais e de consequências catastróficas" como refere I. do AMARAL (1968). As duas situações registaram totais pluviométricos e originaram inundações bastante semelhantes na região de Lisboa.

Estas depressões são, como já foi dito, classificadas por D. de B. FERREIRA (1985) como depressões convectivas. Aliás, esta autora apresenta o caso de Novembro de 1967 como exemplo. Enquadra-o nas situações em que há interferência entre as circulações polar e tropical. Neste caso um sistema nebuloso, muito convectivo e estacionário, na região da Madeira, resultante de uma advecção fria superior, fez a conecção entre uma frente fria de oeste que passava a latitudes superiores e uma advecção quente, a sudeste, guiada pelo *jet* subtropical. Como resultado desta interferência, houve uma intensificação do carácter convectivo do sistema nebuloso responsável por chuvas muito intensas e com uma forte concentração espacial e temporal.

No caso presente, de 19 de Novembro de 1983, a situação tem semelhanças com a descrita anteriormente. Dá-se uma invasão de ar frio na média troposfera que vem reforçar uma gota de ar frio preexistente. Esta entrou em conecção com uma advecção de ar quente vinda de sudeste,

bem individualizada nas isotérmicas ao nível dos 500hPa (fig. 111) e provavelmente associada ao *jet* subtropical.

Nestas condições, a interacção entre as circulações polares e tropical deve, ter provocado, como em 1967, a subida do ar quente e húmido que alimentou a abundante condensação das nuvens convectivas. Estas, formam células compactas ou, como foi dito, apresentam-se organizadas em alinhamentos. Da passagem de uma destas grandes células, fortemente convectiva, deve ter resultado a banda de precipitações abundantes registada no dia 19 e de que o **Boletim Meteorológico Diário** não apresenta a respectiva imagem de satélite. Contudo S. F. GODINHO (1984, p.8) confirma esta situação ao referir que a imagem obtida, às 3 horas do dia 19, pelo canal infravermelho do satélite Meteosat "evidencia sobre a região de Lisboa/Setúbal/Santarém uma massa de cumulonimbos de grande desenvolvimento vertical, causadora dos valores elevados da quantidade e intensidade da precipitação verificada na região".

A sul do Tejo a banda de chuvas abundantes localizou-se ao longo do Ribatejo e Alto Alentejo. Os totais diários superaram 90 mm na região de Lisboa e ao longo do baixo vale do Tejo, prolongando-se esta área de máximos quer ao longo do sector do vale do Tejo, com orientação SW/NE, quer para leste, pela bacia do Sorraia até à Serra de S. Mamede.

Pelo contrário, as precipitações foram reduzidas no Baixo Alentejo e no Algarve onde a precipitação foi em quase todos os locais inferior a 10 mm e em vastas áreas mesmo inferior a 5 mm.

Desta repartição espacial resultou um gradiente pluviométrico muito forte ao longo de todo o Alto Alentejo à latitude de Lisboa. Isto porque, se passa em poucos quilómetros, de áreas onde choveu pouco para

outras onde, em 24 horas, se registaram totais elevadíssimos. Por exemplo, no posto udométrico de S. Martinho, a leste de Setúbal, contabilizaram-se 6 mm contra 102 mm em Muge, a pouco mais de meia centena de quilómetros em linha recta, para norte. Um gradiente ainda mais forte aparece-nos a ocidente deste, entre Vila Nogueira de Azeitão, com 4 mm, e Lisboa/Gago Coutinho, com 127 mm, separadas por escassos trinta quilómetros.

As inundações registadas na região de Lisboa no dia 19 de Novembro de 1983 resultaram das chuvas intensas registadas, com totais em 24 horas superiores a uma centena de milímetros (M. J. ROXO, e J. E. VENTURA, 1986), e que correspondem, segundo C. da COSTA (1986), a um período de retorno que ultrapassa, por vezes, largamente, os 100 anos.

Estas chuvadas de grande intensidade originaram cheias em pequenas bacias, como foi referido na introdução deste capítulo. A vulnerabilidade a estas chuvadas das bacias-vertente de pequenas dimensões advém do facto do seu tempo de concentração ser relativamente pequeno, da ordem de algumas horas. É o que acontece na região de Lisboa onde as pequenas bacias têm tempos de concentração de duas ou três horas.

As características referidas foram agravadas, nesta região, pela intervenção do homem que a desflorestou e ocupou de maneira intensa, tendo impermeabilizado parte da superfície e obstruído os leitos de cheia com construções.

Estas inundações foram responsáveis pela morte de uma dezena de pessoas, pela destruição total de cerca de seis centenas de habitações e pelo alojamento, de emergência, de aproximadamente 1800 famílias. Os prejuízos materiais foram da ordem dos 12 milhões de contos (C. da COSTA, 1986).

Nos dias seguintes, 20 e 21 as chuvas continuaram abundantes em muitos locais como se viu na figura 81. A reprodução da imagem de satélite, do dia 20, mostra como um conjunto nebuloso, bastante denso, cobria toda a Península Ibérica e oceano próximo, prolongando-se pelo Norte de África. A oeste da região meridional, sobre o Atlântico, encontram-se algumas células compactas de nuvens (fig. 112).

Toda esta nebulosidade resultou da depressão convectiva, do dia 19, que nos dias seguintes se deslocou para leste, aproximando-se do litoral da Península.

Deste modo, terão sido as células nebulosas assinaladas no dia 20 no oceano que, acompanhando a progressão para leste da depressão, atravessaram o Sul de Portugal estando na origem das chuvas abundantes do dia 21 cuja repartição espacial se apresenta na figura 113. Esta apresenta semelhanças com a do dia 19, com bandas de precipitações máximas ligadas ao avanço das células convectivas para o interior do continente, também confirmada em S. F. GODINHO (1984) na análise da imagem de satélite das 11h e 30m do dia 20, que " uma massa de cumulonimbos na região de Setúbal-Lisboa provocou as precipitações elevadas na região de Setúbal-Coruche-Mora".

Assim, a faixa mais chuvosa constitui uma mancha que se estende do litoral para o interior, mais uma vez, da Serra da Arrábida até à região fronteiriça da Serra de S. Mamede, no Alto Alentejo, com valores máximos de 105 mm e 101 mm em, respectivamente, Vila Nogueira de Azeitão e S. Torcato. Contudo, distingue-se do dia 19, por esta faixa se localizar mais a sul do que a da antevéspera e também por registar um outro máximo, embora menos intenso, nos relevos do litoral ocidental. Este, também se prolonga para leste, pelo vale do Sado, na região a leste da Serra de Grândola. No interior, as áreas de maior altitude parecem ter beneficiado de chuvas

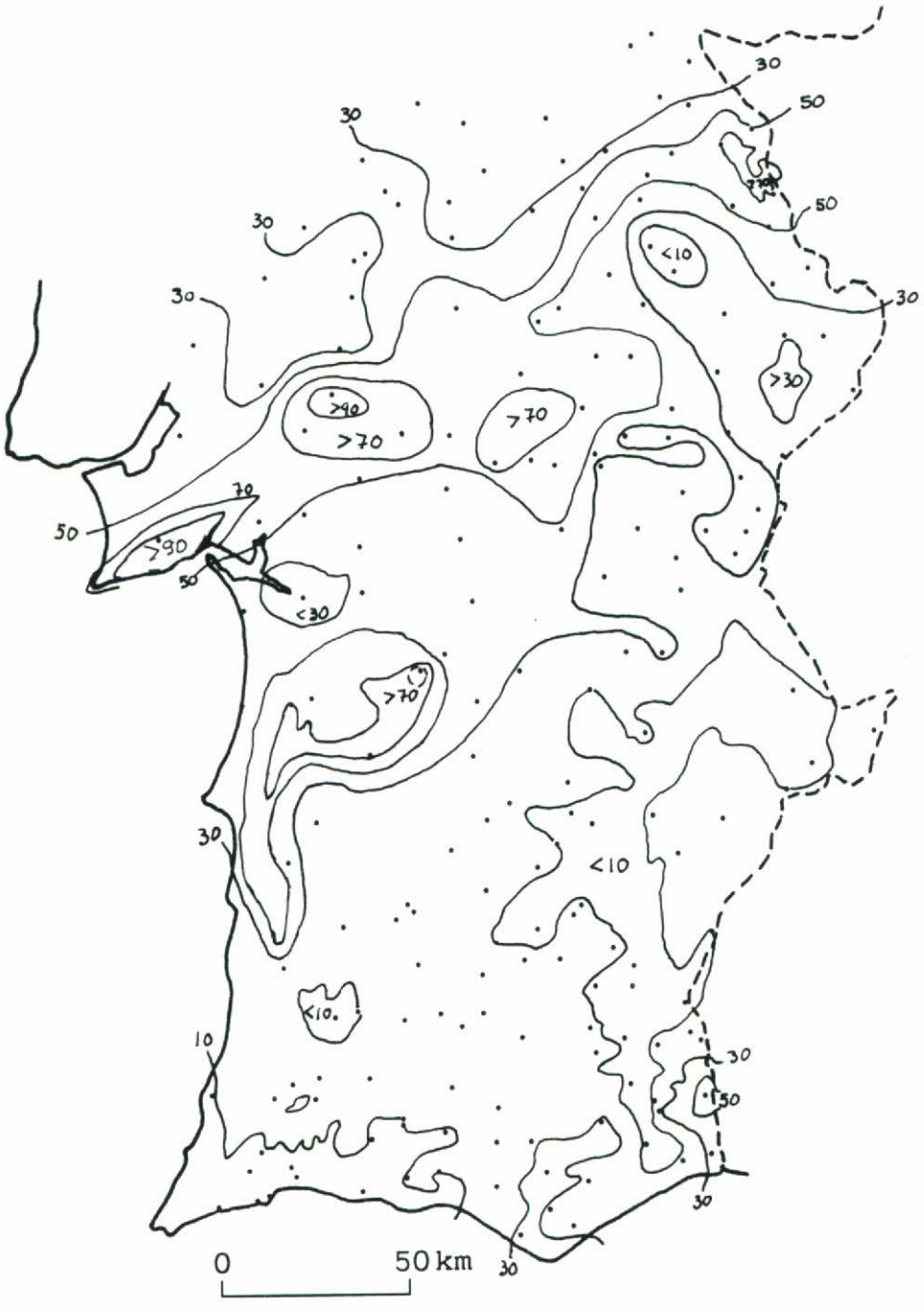


Fig.113 - Repartição espacial da precipitação registada em 21 de Novembro de 1983.

mais abundantes, pois a subida orográfica deve ter proporcionado um reforço das condensações.

As precipitações mínimas aparecem quer a norte quer a sul da região de valores de precipitação mais elevados. De um modo geral, as chuvas foram inferiores a 30 mm, ao longo do vale do Tejo e das regiões mais setentrionais do Alto Alentejo. Foram também inferiores àquele valor na parte oriental da bacia do Sorraia, prolongando-se até ao vale do Guadiana (com 0 mm em Alter do Chão e 8 mm em Cabeço de Vide), bem como na maior parte do Baixo Alentejo e do Algarve onde os 50 mm só foram ultrapassados numa pequena área do baixo vale do Guadiana.

Valores bastante mais reduzidos registaram-se no médio vale do Mira (Sabóia com 8 mm), no barlavento algarvio (Bensafrim com 2 mm e Porches com 4 mm) e, sobretudo, no interior, nas áreas deprimidas de maior continentalidade, como o vale do Guadiana e grande parte dos vales afluentes, desde Ponte de Mourão até Mértola, e daí para sul, não pelo vale do Guadiana mas pela vertente oriental da Serra do Caldeirão (Faz Fato, Mértola, Malfrades e S. Marcos da Atabueira com, respectivamente, 0, 1, 2 e 3 mm).

O dia 19 de Novembro de 1989

O Outono de 1989 foi marcado por uma circulação acentuadamente meridiana. Em Outubro foi comum a formação de gotas de ar frio a oeste e, especialmente, a sudoeste da Península Ibérica. Estas depressões estiveram na origem das precipitações relativamente elevadas, deste mês, no Sul de Portugal e, especialmente, nas regiões mais meridionais.

Em Novembro, no início da segunda década, uma invasão de ar frio, em altitude, originou uma depressão de bloqueio, que se traduziu na formação de um núcleo depressionário, em superfície, a noroeste da Península. Situações deste tipo, no Atlântico Oriental influenciando o estado do tempo na margem ocidental da Península, mantiveram-se até ao final do mês. Estiveram relacionadas com as gotas de ar frio ou, menos frequentemente, com vales planetários ao longo dos quais se processaram as invasões frias que revigoraram as depressões de bloqueio em altitude.

Foi neste quadro de circulação atmosférica que decorreu a situação, a apresentar seguidamente, referente ao dia 19 de Novembro de 1989.

A situação de precipitações intensas, correspondente ao dia 19, resultou do revigoramento do núcleo depressionário que desde o início da segunda década de Novembro se localizava na proximidade da Península Ibérica.

Assim, uma advecção fria em altitude proveniente da região da Gronelândia, atingiu o Atlântico Oriental, a partir do dia 16. Como se vê pela evolução dos principais fluxos aos 300hPa, representados na figura 114, a invasão fria atingiu o Atlântico, a oeste da Península, logo no dia 17. Nestas condições desenvolveu-se, em superfície, um vasto e complexo campo depressionário, desde a região da Islândia até ao Norte de África, em cuja margem ocidental progrediam perturbações frontais.

No dia 18 individualizou-se uma depressão de grandes dimensões e muito cavada, com o núcleo principal a noroeste da Península Ibérica (fig. 115). A esta depressão estava associado um sistema frontal cuja frente quente se posicionava na margem oeste da Península, às 12 horas do dia 18. É à acção conjunta desta depressão e da

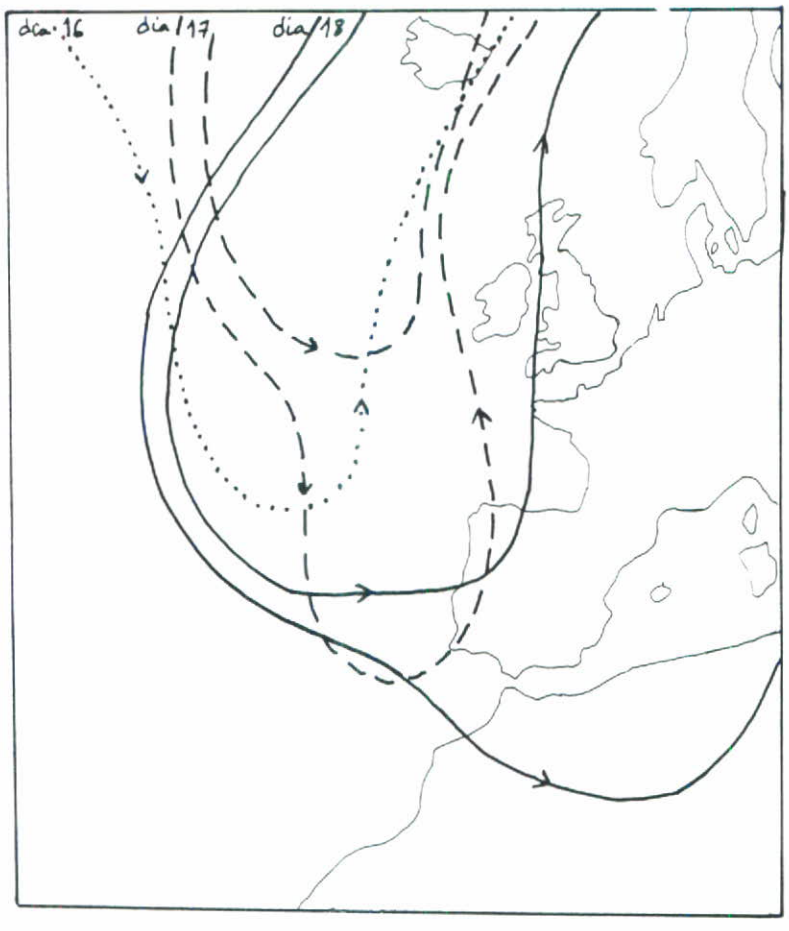


Fig.114 - Evolução dos principais fluxos no Atlântico Oriental, ao nível dos 300hPa, nos dias 16, 17 e 18 de Novembro de 1989.

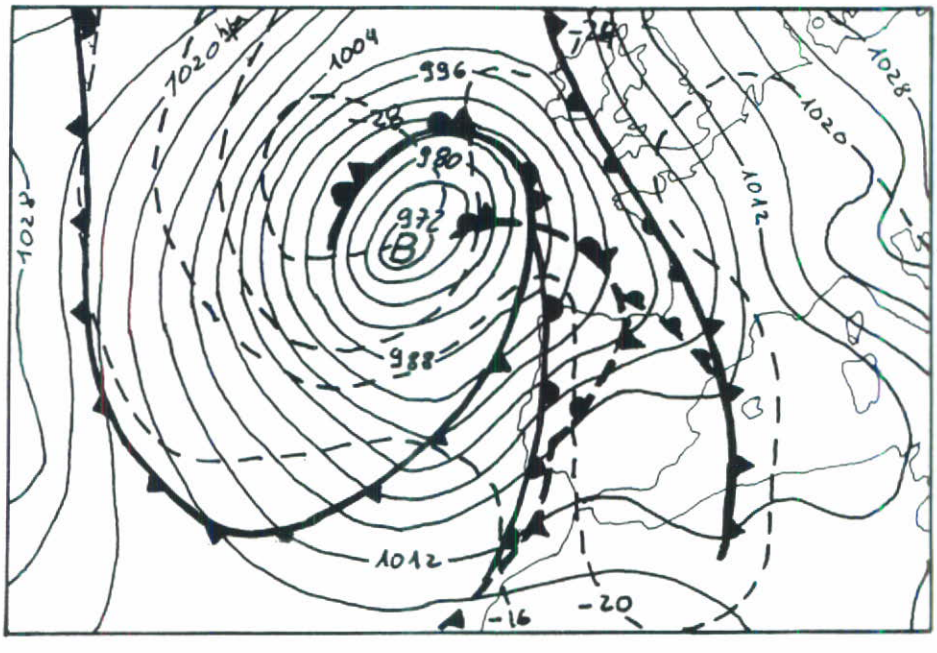


Fig.115 - Situação sinóptica de superfície do dia 18 de Novembro de 1989. A tracejado fino indicam-se as isotérmicas aos 500hPa; a tracejado grosso a posição do sistema frontal no dia seguinte.

passagem do sistema frontal (este, no dia 19, às 12 horas, já havia atravessado o território de Portugal), a que se devem os totais de chuva muito elevados registados no Sul.

Assim, no dia 19 registaram-se totais diários muito abundantes sobretudo ao longo dos relevos próximos do litoral (fig. 116).

Nos relevos do litoral ocidental, os totais de chuva foram superiores a 50 mm tendo-se superado nalguns locais 90 mm (93 mm na Barragem de Campilhas, na vertente oriental da Serra do Cercal). Valores da mesma ordem ocorreram na serra algarvia. Aí, as chuvas mais abundantes correspondem, também, aos relevos, com os máximos absolutos no sector oriental. Assim, no barlavento, os valores máximos, superiores a 90 mm, ocorreram na Serra de Monchique (91 mm em Monchique); no sotavento, estes valores atingiram-se no interior da Serra do Caldeirão (92 mm em Santa Cruz/Almodôvar e 90 mm em Barranco do Velho), ultrapassando-se largamente a centena de milímetros, no flanco sudeste desta última, com 120 mm em Faz Fato.

Nos relevos mais interiores, as chuvas não atingiram 70 mm, tendo os máximos ultrapassado 60 mm apenas na Serra de Ossa e na Serra de S. Mamede.

Apesar da grande abundância de chuvas nas regiões mais meridionais, no Alto Alentejo houve locais com chuvas muito reduzidas, como Santa Susana, no vale do Degebe, com 4 mm e mesmo áreas onde não choveu, de que é exemplo Avis, na bacia do Sorraia. Não obstante as chuvas mais abundantes nas latitudes mais baixas, assinale-se uma forte varição espacial dos totais de chuva aí registados. Assim, por exemplo, Santa Bárbara/Padrões, no Baixo Alentejo, ou mesmo Monte dos Fortes, no interior do Algarve, registaram 16 e 39 mm, totais bastante



Fig.116 - Repartição espacial da precipitação registada em 19 de Novembro de 1989.

reduzidos, pelo menos em comparação com os 120 mm de Faz Fato que dista cerca de 50 Km do primeiro daqueles locais e pouco mais de 10 km do segundo. Contudo, de um modo geral, as chuvas foram mais escassas nas regiões baixas e abrigadas do interior, sobretudo nas do Alto Alentejo.

A diferença das chuvas entre os relevos do litoral e o interior mostra que as áreas próximas do litoral beneficiaram de um incremento destas, sobretudo onde a topografia motivou o reforço orográfico das precipitações.

O fluxo oceânico, circulando na depressão anteriormente referida, atingiu o Sul de Portugal pelo quadrante oeste e sudoeste. Tratava-se de um ar bastante húmido, de origem provavelmente polar de retorno, que ao atingir os relevos ficou sujeito, quer a ascendência, quer também, a divergência pois, como afirma S. DAVEAU (1978), as massas de ar de sudoeste, tropicais ou polares marítimas derivadas, "são, embora frequentemente muito húmidas, facilmente desviadas horizontalmente pelos obstáculos, em função da sua instabilidade mais reduzida" (ob. cit. p.431).

Deste modo, ocorreram chuvas mais intensas em todos os relevos, em função do reforço das condensações proporcionado pela ascendência. Nos do litoral registou-se também, provavelmente, uma divergência do fluxo. Esta hipótese parece ser confirmada pelas precipitações mais abundantes verificadas no flanco meridional das serras do litoral ocidental, bem como no flanco leste das serras algarvias.

Quando atinge as regiões do interior a massa de ar perdeu já parte significativa da sua humidade ao transpôr os relevos litorais. Também a perturbação frontal diminui de intensidade ao progredir sobre o continente deixando de beneficiar do fornecimento de vapor de água, calor

sensível e calor latente pelo oceano e sofrendo uma progressiva travagem pela maior rugosidade da superfície continental. Assim, no interior, os totais de chuva foram mais reduzidos, sobretudo nos locais mais deprimidos e abrigados, a jusante dos relevos, onde a subsidência ao abrigo do obstáculo contrariou, de maneira mais eficaz, a instabilidade relacionada com a depressão e com o sistema frontal.

Na figura 115 mostra-se a posição deste sistema às 12 horas do dia 19, que já havia ultrapassado a margem ocidental da Península, assinalando-se o esboço de nova ondulação frontal cujo ponto duplo se localiza no Sul de Portugal, situação que deve também ter provocado um reforço da instabilidade.

Na imagem de satélite do dia 18 às 12 horas, publicada pelo I. N. M. G., identifica-se, perfeitamente, a mancha nebulosa correspondente ao centro da depressão, bem como uma outra mais extensa e muito densa que se enrola, em forma de espiral, no sector oriental da baixa pressão e que corresponde ao referido sistema frontal (fig. 117). Esta massa nebulosa, começava às 12 horas a atingir a margem ocidental da Península, tendo atravessado todo o litoral ocidental até às 12 horas do dia 19.

Nos dias seguintes, a depressão manteve aproximadamente a mesma posição, tornando-se menos cavada. Os sistemas frontais que percorriam o Atlântico continuaram a entrar na sua circulação seguindo a trajectória do ramo meridional do fluxo do bloqueio que envolvia a gota fria de altitude.

Nestas condições, a margem ocidental da Península continuou a ser atingida pelas manchas nebulosas que acompanhavam os sistemas frontais, de trajectória a latitudes bastante meridionais, e a originar chuvas abundantes por todo o Sul.

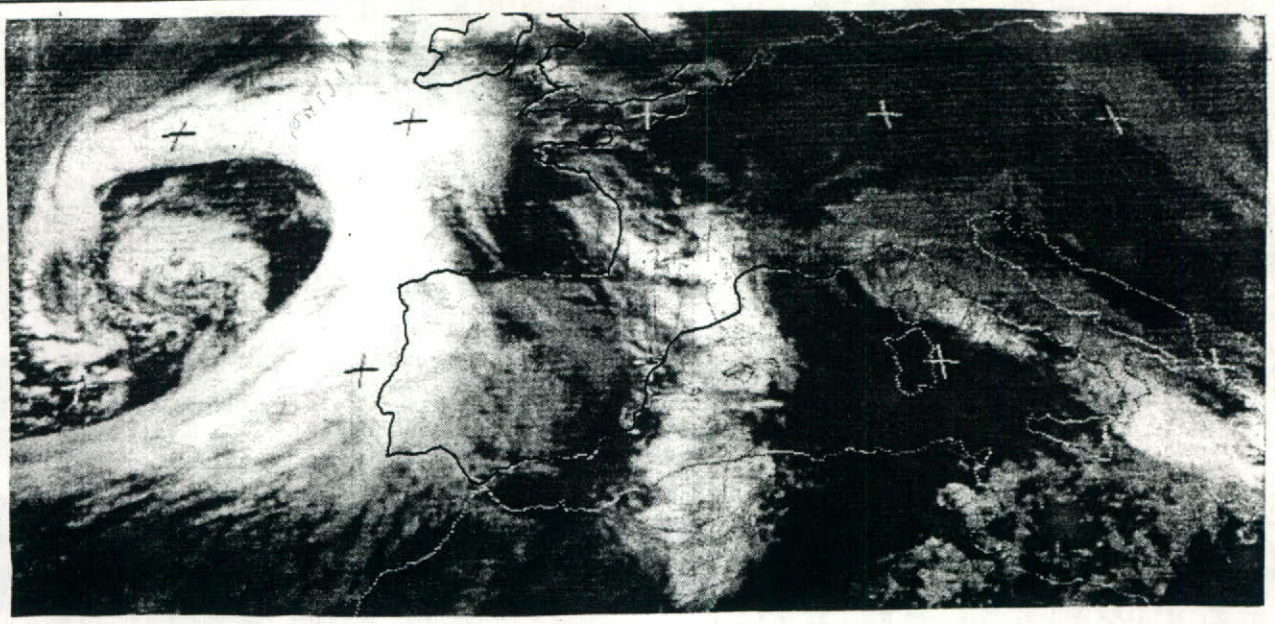


Fig.117 - Imagem de satélite do dia 18 de Novembro de 1989, publicada no Boletim Meteorológico Diário, mostrando a organização da nebulosidade no núcleo de baixas pressões com sistema frontal associado.

3.4. Episódios chuvosos de estação quente

Nas nossas regiões, o Verão é associado a secura e a escassez de chuvas. A esta noção comum de inibição pluviométrica está associada também a de ausência de chuvas intensas.

Contudo, a análise feita aos valores diários máximos de cada mês revela que, não obstante a secura do Estio, podem ocorrer, mesmo nesta época do ano, precipitações muito abundantes em 24 horas. Correspondem, frequentemente, à única chuvada registada e constituem toda ou quase toda a precipitação do mês.

Como vimos na figura 98, os máximos absolutos diários são um fenómeno exclusivamente invernal apenas no Algarve, onde ocorrem de Outubro a Março. Nas restantes regiões do Sul podem verificar-se no início e no fim do período estival, não se tendo encontrado ocorrências em Julho e Agosto, os dois meses por regra de maior secura.

Assim, os exemplos de situações chuvosas, encontrados na metade mais quente do ano, dizem respeito muitas vezes aos meses de transição entre a época chuvosa e a seca e são, frequentemente, resultado do aparecimento de situações semelhantes às responsáveis pelas chuvadas de Inverno.

Os dias muito chuvosos encontrados no período de 1954/83, estão de acordo com os valores da figura 98, pois mais de dois terços dos exemplos (5 dos 7) correspondem a Setembro. Dos outros dois, um é de Junho e outro de Julho. Por isso, embora não se registem máximos absolutos mesmo no período de maior secura podem ocorrer chuvadas intensas como prova este exemplo de Julho. Agosto parece ser o único mês livre de chuvadas fortes no Alentejo.

Os casos apresentados, de 23 de Julho de 1977, 17 de Setembro de 1957 e 25 Setembro de 1962, correspondem a dias em que as temperaturas, no interior, atingiram ou estiveram muito próximas dos 30° C.

Os três exemplos resultam de situações sinópticas caracterizadas por baixas pressões pouco marcadas em superfície ou de campo de pressão mal definido a este nível. Em altitude há, nos três casos, uma progressão de ar frio para sul a oeste da Península Ibérica. Este quadro sinóptico enquadra-se nas situações comuns de Verão. Segundo H. H. LAMB (1972) os contrastes térmicos entre o continente fortemente aquecido e o oceano fresco, aliados à descontinuidade resultante da passagem oceano--continente, propiciam a formação de um vale em altitude, a entrada do continente, e a consequente invasão de ar frio que pode atingir as Canárias. J. MOUNIER (1979) refere que estas invasões de ar frio são comuns durante o Verão e salienta que evoluem geralmente entre as células

anticiclónicas dinâmicas do Atlântico e as do domínio ibero-mediterrânico.

D. de B. FERREIRA (1984) analisou a origem das depressões, que durante o Verão se formam nesta região, concluindo que resultam quer do aquecimento do interior da Península, em condições de abrigo aerológico, quer daquele conjugado com advecção de ar quente do Norte de África. Refere também, como comuns, as situações em que a passagem de um vale na alta troposfera, a estas longitudes, mesmo de pequena amplitude, pode activar uma depressão pré-existente. Deste modo, durante o Verão, são relativamente comuns as situações depressionárias relacionadas com diversos tipos de depressões: térmicas, dinâmicas e as designadas pela autora como "complexas" quando nelas intervem o ar frio superior.

Nos exemplos apresentados foi a presença do ar frio superior, conjugada com temperaturas elevadas à superfície que levou à formação de depressões "complexas" responsáveis pela instabilização do ar. Nestas, as áreas de maior instabilidade distribuem-se de maneira descontínua. Isto porque, neste tipo de baixas pressões, a ascendência à superfície ocorre essencialmente na sua metade oriental. No Verão, esta característica é reforçada quer pelo aquecimento superficial diferenciado quer pela progressão das advecções de ar quente e geralmente muito seco, que contribuem para a instabilidade vertical do ar.

Os casos apresentados mostram exemplos com chuvas muito abundantes nalgumas regiões ou sectores do Alentejo e Ribatejo e reduzidas ou inexistentes na área restante do Sul de Portugal. Foram situações de características tempestuosas, com chuvas intensas e acompanhadas por trovoadas nalguns locais. Estas resultam da formação de nuvens de grande desenvolvimento vertical com a presença de ar frio em altitude. Estas células convectivas, por vezes relacionadas com o aquecimento superficial,

aparecem geralmente ao fim da tarde sendo referenciadas nas observações de superfície das 18 horas.

A repartição espacial destas precipitações relacionadas com fenómenos convectivos, frequentemente localizados, não é explicável a partir das situações sinópticas e das observações de superfície. Para a sua interpretação são indispensáveis as imagens de satélite que permitem analisar e compreender a distribuição da nebulosidade bem como a sua evolução. Como não pudemos dispor desses documentos apenas se fará uma apresentação das principais características da repartição espacial das chuvas, nestes exemplos, do período mais quente do ano, repartição essa que se reveste de uma certa originalidade.

A repartição espacial das precipitações no dia 25 de Setembro de 1962

Neste dia só se registaram chuvas nalgumas regiões, sobretudo nas latitudes mais elevadas e no interior (fig. 118).

Nas regiões mais meridionais só choveu na Serra de Monchique e no seu sopé meridional. Aí, os totais não atingiram os 30 mm. No Baixo Alentejo registaram-se precipitações nalgumas regiões da margem leste do Guadiana, na região de Beja e em parte da bacia do Sado. Choveu especialmente no Alto Alentejo e nos sectores mais orientais do Ribatejo.

Neste dia denota-se uma nítida organização na repartição espacial das chuvas. A região mais chuvosa localiza-se nas áreas mais elevadas do Alto Alentejo (com 114 mm em Castelo de Vide e 112 mm em Vale de Peso). Os valores máximos ocupam as regiões de maior altitude

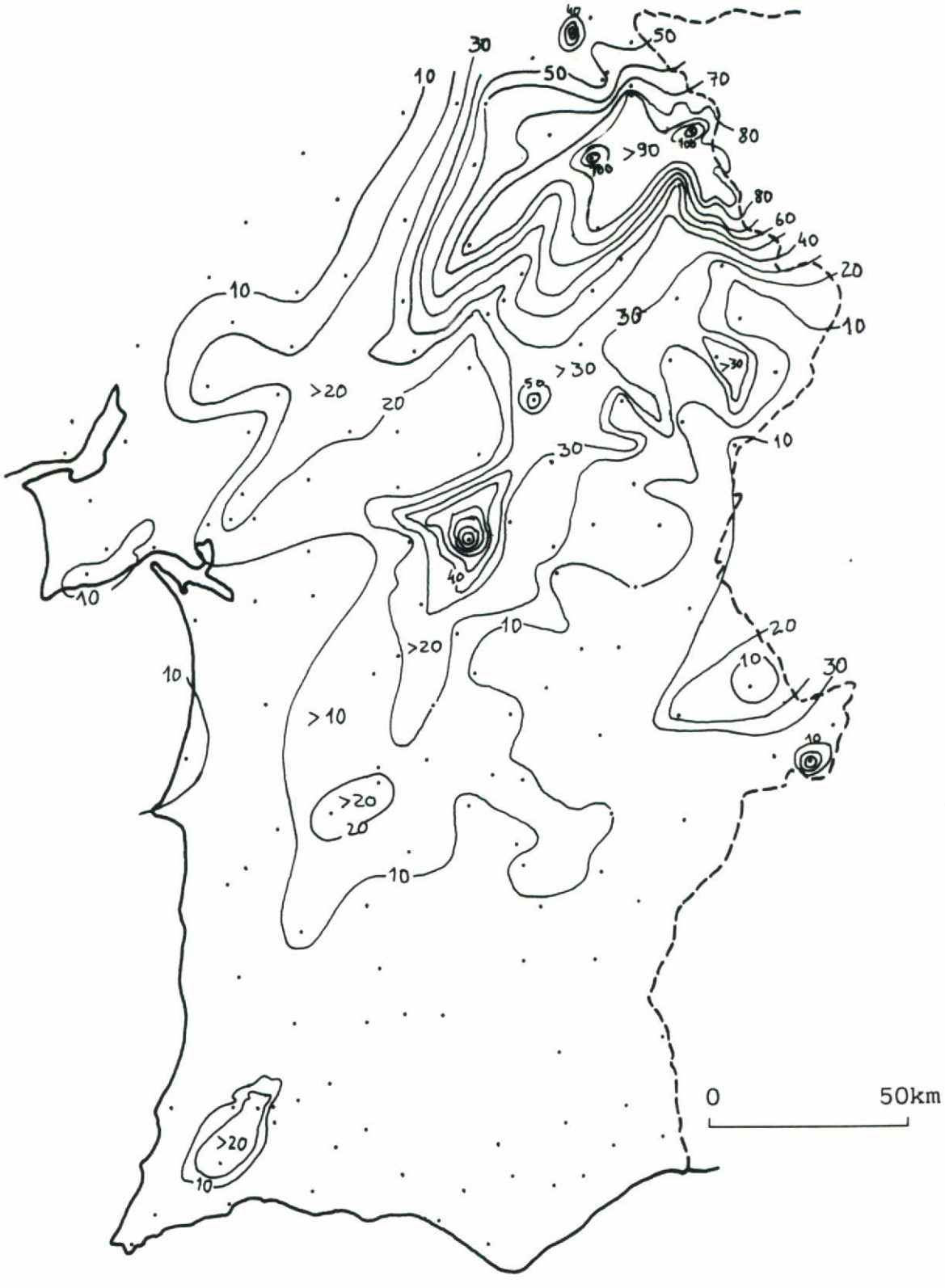


Fig.118 - Repartição espacial da precipitação registada no dia 25 de Setembro de 1962.

prolongando-se, para ocidente, pelos interflúvios entre as ribeiras de Sôr e de Seda e a leste desta última. No primeiro caso o máximo alonga-se para sudoeste até ao estuário do Sado; no segundo, estende-se paralelamente ao anterior mas até latitudes bastante inferiores, correspondentes às cabeceiras do Sado e reaparecendo depois no barlavento algarvio, na região da Serra de Monchique. Contudo, neste último alinhamento, aparece um máximo secundário na região a oeste de Évora com um total de 93 mm, em Évora/Currais.

A repartição espacial das precipitações no dia 17 de Setembro de 1957

A repartição espacial das chuvas no dia 17 de Setembro de 1957 apresenta alguma semelhança com a de 25 de Setembro de 1962. Contudo, no presente caso, as chuvas restringiram-se mesmo ao Alto Alentejo e aos sectores mais setentrionais do Ribatejo (fig. 119).

No baixo Ribatejo, e ao longo de todo o Baixo Alentejo e Algarve não se registaram precipitações. A região mais chuvosa corresponde aos sectores a sul e sudeste da Serra de S. Mamede, ao longo da bacia do Caia e na região de Campo Maior. Os totais mais elevados registaram-se em Campo Maior com 92 mm e em Arronches com 85 mm. Na Serra de S. Mamede as chuvas, apesar de abundantes, foram bastante mais reduzidas tendo-se registado 42 mm em Portalegre.

O máximo principal de precipitação referido alonga-se no sentido W/E e depois inflecte para sul, diminuindo regularmente as chuvas até à região da Serra de Monfurado.

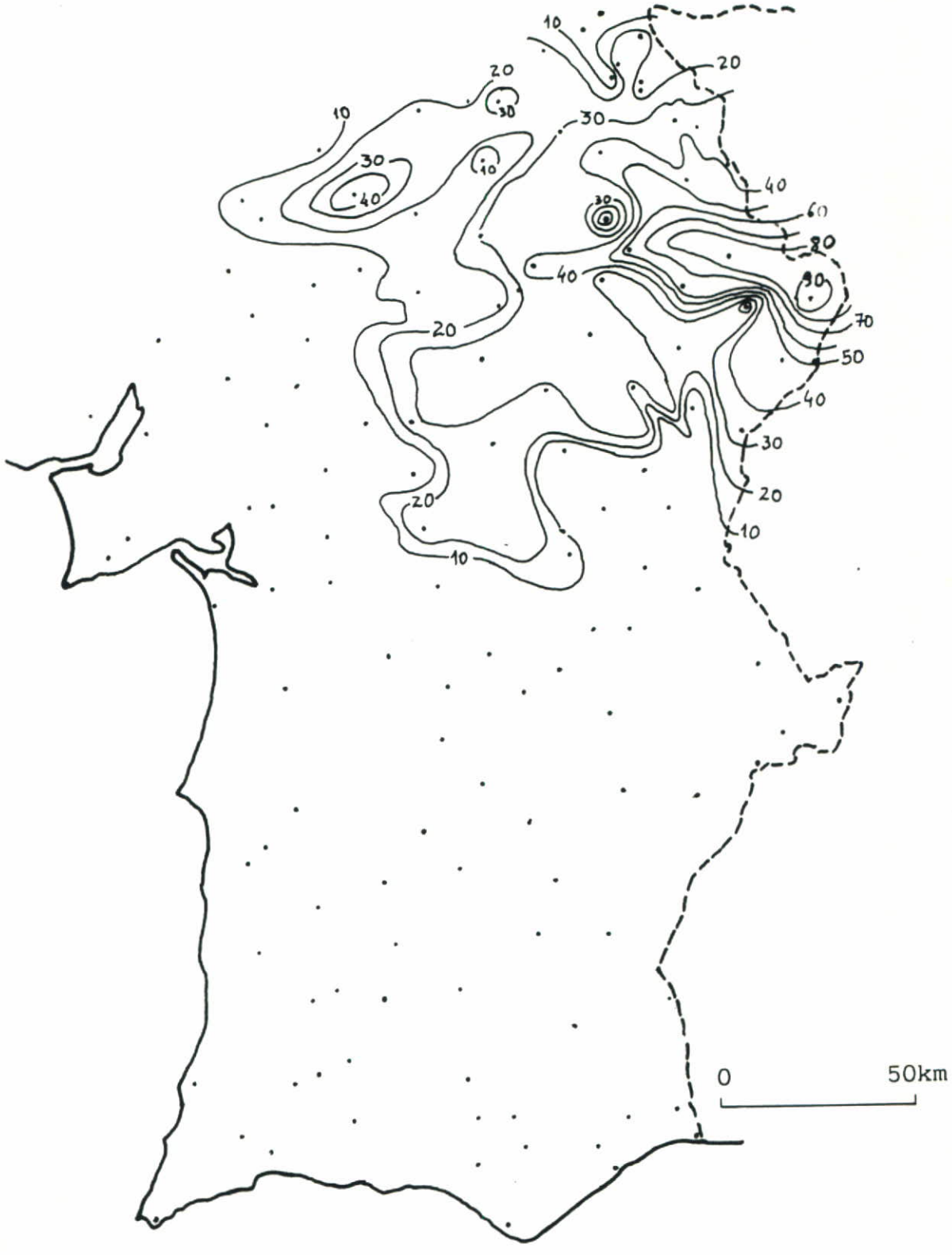


Fig.119 - Repartição espacial da precipitação registada no dia 17 de Setembro de 1957.

Um outro máximo secundário verifica-se na margem leste do vale do Tejo, com o total mais elevado em Chouto (42 mm).

A repartição espacial das precipitações no dia 23 de Julho de 1977

Também neste dia, como nos dois anteriores, as chuvas não foram generalizadas. As áreas atingidas pela precipitação foram ainda mais reduzidas do que naqueles exemplos (fig. 120).

As chuvas afectaram uma faixa de orientação sudoeste/nordeste, desde o médio vale do Sado, passando pelos relevos do centro do Alto Alentejo e estendendo-se até à região de fronteira a norte de Elvas, bem como numa área muito mais restrita, a leste do estuário do Tejo.

Ao longo da faixa de precipitação, os totais diários mais abundantes verificaram-se no vale do Sado, tendo-se registado o máximo absoluto em Vale do Gaio com 118 mm e dois outros máximos secundários, um na região de Évora (com 70 mm em Évora e 48 mm na Barragem do Divor), outro no baixo Caia (com 41 mm em Barragem do Caia). Na região do estuário do Tejo o máximo foi de 32 mm no Montijo.

4. OS MECANISMOS RESPONSÁVEIS PELOS EPISÓDIOS MUITO CHUVOSOS: A IMPORTÂNCIA DAS GOTAS DE AR FRIO

As chuvas abundantes relacionadas com gotas de ar frio foram a situação mais comum nos exemplos tratados. A

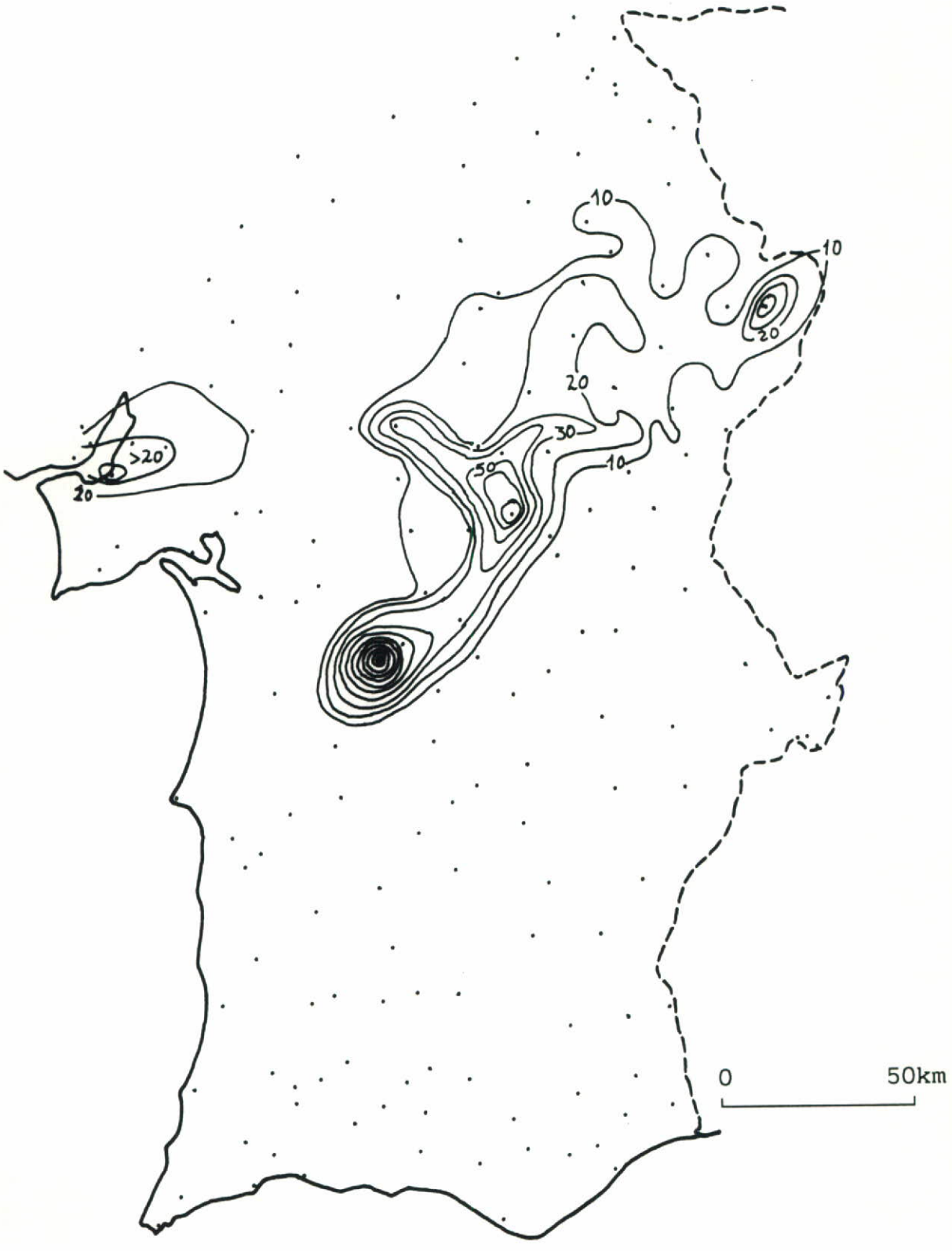


Fig.120 - Repartição espacial da precipitação registada no dia 23 de Julho de 1977.

elas estão também, frequentemente associados, os meses muito chuvosos, como se verificou para os casos de Outubro de 1972 e Dezembro de 1975 e mesmo de Dezembro de 1976.

Estas situações resultam da formação ou revigoramento de uma gota fria associada a uma depressão em superfície, por acção de uma nova invasão de ar frio em altitude. Nos casos estudados, estas invasões frias progrediam frequentemente de noroeste para sudeste, da Península do Lavrador, Gronelândia, ou mesmo da região da Islândia, em direcção ao Atlântico Oriental e à Península Ibérica.

Como se disse, estes dias muito chuvosos resultam frequentemente do revigoramento de gotas frias pré-existentes. A sua conecção com nova advecção de ar frio proporciona-lhes geralmente um aumento da actividade ciclónica, em função quer do arrefecimento resultante da chegada de ar frio quer do aumento da velocidade do fluxo, que geralmente a envolve, e que se reflecte num incremento da sua rotação ciclónica (YI-PING HSIEH, 1949).

Contudo, os totais são bastante mais abundantes nas situações do tipo das descritas em D. de B. FERREIRA (1985), em que se verifica uma evolução de tipo convectivo, por conecção da nebulosidade resultante da gota fria com outro sistema nebuloso de origem diferente. Nos nossos exemplos, este contacto deu-se geralmente entre uma gota fria, revigorada por nova invasão de ar frio, e sistemas frontais que circulavam no Atlântico a latitudes superiores ou, ainda, com advecções de ar tropical de sudeste, materializadas nas isotérmicas dos níveis isobáricos de altitude.

D. de B. FERREIRA (1985) refere também que este tipo de evolução convectiva, a partir de gotas frias nesta região, é favorecida pelas características térmicas da

baía Ibero-marroquina. Salienta que a interacção entre sistemas nebulosos de origens diferentes origina o recrudescimento súbito da actividade convectiva, o que se verificou nalguns dos exemplos tratados. A ascendência rápida do ar húmido resulta da estratificação fortemente instável na baixa troposfera, com gradientes próximos do da adiabática não saturada, que favorecem uma subida rápida do ar e a formação de cumulonimbos. Por sua vez, o desenvolvimento dos cumulonimbos parece favorecer a estagnação e manutenção das depressões e o reforço do mínimo barométrico de altitude.

A repartição das chuvas é diferente consoante as situações e a sua interacção com a superfície continental. Nas gotas de ar frio há geralmente um forte contraste entre os sectores da depressão. Segundo E. PALMÉN (1949), os sectores oeste e norte apresentam um forte campo de convergência em altitude compensado por divergência em superfície, enquanto no flanco oriental há, pelo contrário, divergência em altitude compensada por convergência em superfície, especialmente no sector sudeste. Deste modo, compreende-se a dissimetria na distribuição das manchas nebulosas correspondentes às gotas frias, bem como da repartição espacial das chuvas que provocam. Também se percebe a posição favorável à ocorrência de chuvas no Sul de Portugal em função da localização comum daquelas, predominantemente a oeste e sudoeste da Península Ibérica. Este facto é comprovado quer nos exemplos apresentados neste trabalho quer pelos resultados de anterior estudo (J. E. VENTURA, 1986) em que se analisou a frequência de ocorrência das gotas frias na região do Atlântico Oriental e Península Ibérica, no período de 1975/80.

Os corpos nebulosos do sector oriental podem apresentar estruturas diferenciadas. São comuns os alinhamentos nebulosos circulares ou a organização das

nuvens em grandes células de convecção. Da sua estrutura vai depender também a repartição das chuvas.

Do que foi dito depreende-se que as gotas frias e os respectivos sistemas nebulosos apresentam geralmente uma localização bastante meridiana, atingindo o Sul de Portugal frequentemente entre os quadrantes sudoeste e leste.

Assim, consoante as trajectórias do ar instável, vão variando os sectores mais favorecidos pelas condensações abundantes. Estas beneficiam especialmente os relevos do litoral alentejano e sobretudo as serras algarvias. Estas últimas, de posição mais meridional, e orientação W/E são as que mais eficazmente se interpõem à progressão dos fluxos húmidos. Destas, é o sector mais oriental, relativo à Serra do Caldeirão, que tem a posição mais propícia ao recrudescimento das condensações em relação aos fluxos de leste e sudeste. Esta disposição deve estar, aliás, relacionada com os totais mais abundantes registados nos flancos meridionais dos relevos do sotavento relativamente aos do barlavento algarvio.

Quando houve interacção entre as depressões relacionadas com gotas frias e sistemas frontais que circulavam no Atlântico a latitudes superiores, esta traduziu-se não só no recrudescimento das células convectivas mas também no desvio da perturbação frontal e respectiva nebulosidade para latitudes mais meridionais, onde se localizavam as gotas frias. Nestas situações, as bandas nebulosas mesmo quando apresentavam uma organização em espiral circulando na depressão, centrada geralmente a oeste ou sudoeste da Península, atingiram o Sul de Portugal com trajectórias semelhantes às das depressões relacionadas com gotas frias sem perturbações frontais associadas.

A figura 104 sugere que, nas situações em que houve a passagem de perturbações frontais, os relevos da margem esquerda do Guadiana parecem não provocar um significativo recrudescimento das precipitações. Pelo contrário, os do centro do Alentejo aparecem sempre com máximos bem individualizados, embora a localização destes seja diferente consoante as situações. O incremento das chuvas beneficia diferentes sectores essencialmente em função da direcção do fluxo.

Na Serra de S. Mamede, as chuvas registadas foram inferiores às dos relevos litorais, o que deve estar relacionado com a sua posição já interior. Noutros exemplos, que não foram apresentados, a Serra de S. Mamede aparece, por vezes, com o máximo principal do Sul de Portugal. Tal acontece, especialmente, nos casos em que a trajectória das perturbações frontais está relativamente afastada, o que implica uma forte diminuição das chuvas de norte para sul.

Por último, destaque-se a Serra de Monchique. Nela se registaram, nos três casos analisados, as chuvas diárias mais abundantes, com totais muito superiores a 100 mm. Podemos dizer que este relevo parece ser o que beneficia de chuvas mais abundantes no Sul de Portugal, aquando da passagem de perturbações frontais de trajectória próxima. Aqui, em maior escala do que nos outros relevos do litoral, que têm dimensões mais modestas, com a chegada da superfície frontal fria, a massa de ar do sector quente é comprimida de encontro aos flancos da montanha o que reforça a subida do ar quente. Nestas condições há um forte incremento das condensações, crescimento das nuvens de desenvolvimento vertical e chuvadas intensas (J. BLANCHET *et al*, 1967). A Serra do Caldeirão, nas situações de progressão de perturbações frontais vindas do quadrante oeste, tem uma influência muito menor no incremento das chuvas, quando comparada com a Serra de Monchique.

Deste modo, conclui-se afirmando que, de um modo geral, nas situações de precipitação muito intensa, os totais mais abundantes se registam nos relevos meridionais: na Serra de Monchique, quando as situações muito chuvosas estão relacionadas com a passagem de perturbações frontais de trajectória próxima; por toda a serra algarvia, ou só na Serra do Caldeirão, quando os dias muito chuvosos resultam da acção de depressões relacionadas com gotas frias em altitude que originam fluxos predominantemente dos quadrantes sul e sudeste.

RESUMO E CONCLUSÕES DA SEGUNDA PARTE

No Sul de Portugal, a alternância entre anos secos e chuvosos faz-se de maneira aparentemente aleatória. A um ano com determinadas características pluviométricas tanto pode seguir-se um semelhante como um bastante díspar. Os períodos secos ou chuvosos tanto podem corresponder a anos isolados, como a grupos, que chegam a atingir os seis anos.

A análise das séries longas permitiu distinguir um comportamento pluviométrico diferenciado ao longo deste século. Nas primeiras décadas predominam os anos de escassez, que correspondem também aos períodos de maior duração. Nas décadas mais recentes há um domínio de anos e períodos de tipo chuvoso. Esta evolução verifica-se por todo o Sul do país, evidenciando-se especialmente nas regiões mais meridionais.

Há, também, a assinalar a existência de frequentes contrastes pluviométricos entre as latitudes setentrionais e as meridionais. Não são raras as situações em que o Algarve, conjuntamente com o sul do Baixo Alentejo, se opõem ao restante Alentejo e Ribatejo ou em que apenas o litoral meridional ou os relevos das regiões setentrionais se destacam do restante território.

Na segunda parte da série de 1901/90 prevaleceram os anos em que Faro foi mais chuvoso ou menos seco que Évora, enquanto na primeira, estes contrastes foram menos frequentes, predominando a situação oposta, com um carácter mais chuvoso de Évora relativamente a Faro.

No Verão a conjugação de temperaturas elevadas e escassez pluviométrica leva ao aparecimento de um período de forte secura, que constitui um dos traços climáticos mais marcantes do Sul de Portugal.

Estas regiões apresentam, para o conjunto do ano, uma precipitação geralmente inferior à evapotranspiração potencial, excepto nos principais relevos onde se registam chuvas mais abundantes. As regiões mais desfavorecidas, em que a ETP supera largamente a precipitação, localizam-se no interior, especialmente ao longo do vale do Guadiana e, também, no litoral meridional.

Ao longo do ano, só de Novembro a Março as medianas da precipitação superam as da evapotranspiração potencial. Deste modo, na maioria dos anos, há um extenso período, centrado no Verão, por vezes superior a seis meses, em que a evapotranspiração potencial pode ultrapassar a precipitação. Assim, o Verão é uma época de balanços hídricos fortemente deficitários que se vão agravando e podem mesmo prolongar-se pelo Outono-Inverno, quando a escassez das chuvas se estende para além do período estival.

Julho e Agosto são quase sempre secos em todas as regiões, diminuindo esta probabilidade de secura quer nos meses anteriores quer nos posteriores. Na época mais fria do ano, os meses secos têm uma possibilidade de ocorrência reduzida sendo, de entre eles, Fevereiro o que mais vezes apresenta chuvas escassas.

Durante o período de 1949/78, destaque-se a década de sessenta e o início da de setenta pela maior

irregularidade quer na duração da estação seca quer na ocorrência de meses secos fora da época estival.

Ao longo deste século, as séries longas mostram uma evolução relativamente antagónica, em relação à duração do período seco. Em Évora e Beja, o período de secura centrado no Verão mostra indícios de ter aumentado. Em Faro, pelo contrário, regista-se uma tendência de diminuição daquele, nos anos mais recentes.

Os vários anos de seca analisados permitem verificar que o seu padrão espacial é bastante diversificado. Mesmo nos anos consecutivos de seca registaram-se fortes variações nas áreas mais atingidas pela escassez das chuvas.

A análise das situações sinópticas diárias, durante os anos secos, permite detectar alterações nos padrões da circulação. A sua comparação com a circulação característica dos anos chuvosos faz ressaltar fortes diferenças entre ambas. Como é óbvio, as modificações nos padrões de circulação verificam-se especialmente ao longo da época mais fria do ano, em que ocorre, geralmente, o essencial das chuvas.

De acordo com os resultados obtidos por J. MOUNIER (1978), e por J. E. VENTURA (1986) e C. RAMOS (1986), os anos chuvosos na fachada ocidental da Península Ibérica estão relacionados com um certo predomínio da circulação zonal, enquanto os períodos secos estão geralmente associados à circulação meridiana. Saliente-se, contudo, que no período por nós estudado anteriormente (1974/75 a 1979/80), foi encontrado um ano relativamente seco (1979/80), em que a circulação atmosférica não foi notoriamente diferente da dos anos chuvosos. No entanto, o fluxo de oeste posicionou-se a latitudes mais elevadas durante esse ano, favorecendo, mesmo durante o Inverno, as situações de abrigo aerológico, enquando o fluxo zonal de oeste atingia a Europa Ocidental.

Assim, de um modo simplificado, podemos afirmar que os anos chuvosos estão indubitavelmente associados à descida do fluxo zonal, durante a época mais fria do ano, até à latitude da Península Ibérica. Nestas circunstâncias as nossas regiões são frequentemente afectadas pelas perturbações frontais que em superfície seguem a trajectória do fluxo de altitude. Os episódios chuvosos sucedem-se no tempo e os Invernos registam precipitações por vezes bastante superiores aos valores medianos.

Nos anos secos os eventos descritos tornam-se mais raros. As perturbações frontais e depressões a elas associadas ou são desviadas para nordeste, ao abordar o continente, ou passam a latitudes superiores, deixando a Península em condições de abrigo aerológico.

A análise sinóptica dos anos secos seleccionados confirma o que foi dito anteriormente. Na maioria deles, o Inverno e as estações intermédias, em que se verifica o essencial ou mesmo a quase totalidade das chuvas, foram escassamente afectados pelas perturbações frontais, por desvio do fluxo zonal de altitude. Os padrões da circulação atmosférica, verificados ao longo destes anos, foram substancialmente diferentes dos encontrados quando se considera um período englobando anos de características pluviométricas diversificadas.

Assim, se tomarmos por exemplo as médias obtidas para o período referido anteriormente (1974/75 a 1979/80), verifica-se que no conjunto destes seis anos, que englobam três de caraterísticas secas e três chuvosos, a circulação meridiana (englobando as situações em que o fluxo se encontra ondulado e os seus bloqueios), corresponde a 60 % dos dias, enquanto nos cinco anos secos aqui considerados a sua percentagem atinge uma média anual de 72 %.

Estes valores médios, bem como as características sinópticas, anteriormente descritas, para cada um destes anos secos, provam que o principal factor responsável pela inibição pluviométrica durante o Inverno é o aumento da circulação meridiana. A intensificação deste tipo de circulação, grande parte das vezes anticiclónica, leva ao desvio das correntes perturbadas de oeste para latitudes mais setentrionais. Este desvio deve-se quer à formação de dorsais e bloqueios anticiclónicos quer, por vezes, mesmo, à alternânca entre estes dois tipos de circulação.

Também a circulação meridiana de tipo depressionário pode motivar ausência, ou mais frequentemente, precipitações pouco abundantes. Estas situações são comuns quando as células de bloqueio depressionárias, que influenciam o estado do tempo, têm uma posição tal, que os sectores de maior instabilidade não atingem o Sul de Portugal. As correntes ondulatórias podem causar igualmente situações deste tipo, quando se estabelecem vales à longitude de Portugal. Nestas circunstâncias, se este se posicionar no flanco ocidental do talvegue, será atingido por perturbações de trajectória meridiana de norte, resultantes do contacto entre massas de ar frio e portanto de capacidade pluviométrica bastante reduzida.

Embora haja uma forte ligação entre o aumento da circulação meridiana e a tendência para a escassez das precipitações, a inibição pluviométrica pode também verificar-se em períodos de circulação zonal. Para tal basta que se operem pequenas modificações na latitude do fluxo ou no seu comportamento na região da Península Ibérica.

No primeiro caso, a Península ou as suas regiões meridionais não são atingidas pelas perturbações frontais ou são afectadas pelas suas caudas, geradoras apenas de nebulosidade ou, quanto muito, de precipitações fracas. Nos outros casos, a ondulação de pequena amplitude ou a difluência são responsáveis pelo desvio das perturbações

frontais para latitudes superiores ou pela diminuição da sua instabilidade.

Nestas circunstâncias podem ocorrer meses de Inverno em que, apesar do predomínio da circulação zonal, se verificam precipitações abaixo da mediana. O mesmo pode acontecer a nível anual, em que precipitações deficitárias correspondem a anos com uma frequência de ocorrência da circulação zonal próxima da registada, em média, ou mesmo da dos anos chuvosos.

Uma situação deste tipo registou-se em 1974/75. O ano teve características secas mas registou uma percentagem de dias com circulação meridiana semelhante à média de 1974/75 a 1979/80. Contudo, o maior número de dias de circulação zonal, relativamente aos outros anos secos, traduziu-se em situações essencialmente de abrigo aerológico. O fluxo zonal encontrava-se um pouco ao norte da Península Ibérica ficando esta sob a influência do seu flanco meridional ou, quando posicionado à latitude daquela no Atlântico Oriental, sofreu pequenas alterações que se traduziram na formação quer de pequenas ondulações anticiclónicas quer de difluências na passagem para o continente.

Quanto à época mais chuvosa do ano assinale-se que, em termos médios, o período em que a precipitação supera a evapotranspiração potencial tem uma duração não muito diferente no Sul de Portugal. Em todas as regiões começa, ou no fim de Outubro ou no início de Novembro. Termina, contudo, mais precocemente nas regiões próximas do litoral meridional, geralmente no fim de Março, enquanto, mais a norte, se prolonga até à segunda quinzena de Abril.

As sequências chuvosas incluem geralmente vários episódios de chuva em que os dias de precipitação intensa se separam por alguns de chuvas mais reduzidas ou mesmo sem precipitação.

Apesar do número de casos analisados não permitir generalizações, convém notar que, nas sequências estudadas, a serra algarvia foi frequentemente a região mais chuvosa, não obstante as suas precipitações médias e medianas anuais serem semelhantes às dos relevos do norte do Alentejo. Os valores mais reduzidos registados nestes episódios verificaram-se nas áreas baixas do interior e, próximas do litoral.

Nos exemplos apresentados, as precipitações resultaram essencialmente de dois tipos de situações sinópticas. Na mais comum, a margem ocidental ou sudoeste da Península Ibérica é influenciada por depressões relacionadas com gotas de ar frio, em altitude, às quais, por vezes, aparecem associadas perturbações frontais. O outro tipo de situação, menos frequente, está relacionada com a passagem de perturbações frontais, do quadrante oeste, associadas a um fluxo zonal em altitude. Nas sequências analisadas, as dissimetrias pluviométricas entre o norte e o sul da área estudada, em que o segundo regista chuvas mais abundantes que o primeiro, resultaram da influência de depressões associadas a gotas frias e a situações depressionáras delas derivadas.

Os meses em que ocorreram estas sequências chuvosas correspondem ao Outono e início do Inverno e a anos, por vezes secos, na maior parte do Sul, mas em que a secura foi bastante atenuada ou inexistente no extremo meridional. Esta situação vem confirmar os resultados encontrados em anterior trabalho (J. E. VENTURA, 1986) em que se verificou que as gotas frias, relacionadas com a circulação de bloqueio, são mais frequentes nos anos secos, em que predomina a circulação meridiana. Em função da sua localização frequente a sudoeste da Península, influenciam o estado do tempo especialmente nas latitudes mais baixas, onde nos anos secos são mais reduzidas as chuvas frontais. Deste modo, nestas regiões, as gotas frias são responsáveis por uma parte significativa das

chuvas anuais que ultrapassa, em média, 30% no sul do Baixo Alentejo e no Algarve, e mesmo 40% no litoral do sotavento. Nos anos de maior secura resultantes da escassez das chuvas frontais, as precipitações relacionadas com as gotas frias podem originar a maior parte das chuvas no extremo Sul. Assim, além de se imporem pelo seu peso no total pluviométrico, as chuvas originadas pelas gotas frias têm especial interesse, por se registarem especialmente nos anos secos e beneficiarem sobretudo algumas das regiões de maior escassez de precipitação.

As depressões associadas a gotas de ar frio em altitude, originam precipitações muito abundantes especialmente quando sofrem uma evolução de tipo convectivo (D. de B. FERREIRA, 1985). Esta evolução pode resultar de vários mecanismos, desde o reforço da depressão inicial por conecção com um novo talvegue, até à interferência entre bandas nebulosas de origem diferente, nomeadamente entre as da gota fria e a associada à progressão, para norte, de ar tropical ou, caso mais frequente nos exemplos analisados, pela interferência da gota fria com as bandas nebulosas relacionadas com perturbações frontais. Neste último caso, a depressão desvia normalmente o sistema nebuloso frontal até uma posição mais meridiana, seguindo-se uma evolução com formação e desenvolvimento de nuvens cumuliformes, responsáveis por episódios chuvosos de grande intensidade. Estes afectam sobretudo as regiões meridionais e em especial as mais acidentadas.

A repartição espacial das precipitações, nos dias de chuva intensa, mostra que os máximos ocorrem quase sempre nos mesmos locais. Estes correspondem ao Alto Alentejo e sectores contíguos do Ribatejo e, sobretudo, aos relevos do litoral ocidental e meridional.

Nalgumas situações evidenciam-se outras áreas de máximos pluviométricos, nomeadamente nas colinas e

relevos que se estendem da Serra de Monfurado, para sul, até à região de Alcáçovas e para leste, pelos interflúvios da região de Évora, até à Serra de Ossa e Planalto de Estremoz, bem como nos contrafortes das serras algarvias que se alongam pelo Baixo Alentejo central.

Contudo, parece evidente que existem grandes diferenças de localização das chuvadas mais abundantes entre a época fria e a época quente do ano. Durante o Inverno, as precipitações mais intensas ocorrem nas áreas mais acidentadas e, sobretudo, nas das regiões meridionais; na época quente, as chuvas de maior intensidade, pouco frequentes, afectam sobretudo as regiões do interior especialmente no Alto Alentejo.

Nos dias de chuvas intensas, os totais menos elevados podem apresentar diferentes padrões de distribuição. No mais frequente, as áreas menos chuvosas correspondem aos locais mais baixos e abrigados da influência dos fluxos húmidos, como as bacias do Sorraia, do Guadiana, do Sado, o baixo vale do Tejo e até, por vezes, o litoral meridional. Um outro padrão corresponde às situações em que a instabilidade não é generalizada a todo o Sul de Portugal, afectando as regiões mais setentrionais ou as mais meridionais. Nestes casos, concretiza-se um escalonamento latitudinal das precipitações, em que os mínimos tanto podem ocorrer nas regiões do Alto Alentejo e Ribatejo como, pelo contrário, no Baixo Alentejo e Algarve.

A repartição espacial das chuvas nos dias muito chuvosos reflecte a interacção entre os fluxos húmidos e a topografia. Os desvios que afectam a massa de ar dependem das suas características, e da forma e disposição dos obstáculos (S. DAVEAU, 1978). Assim, cada situação apresenta uma distribuição diferente das chuvas,

resultante das peculiaridades térmicas e dinâmicas das massas de ar, conjugadas com a interferência do relevo, que actua de forma diferenciada, de acordo com a trajectória seguida por cada massa de ar.

São, geralmente, os relevos mais expostos ao fluxo húmido e instável que registam os máximos de precipitação. Aí, a instabilidade dinâmica é reforçada pela subida orográfica na vertente a barlavento, dependendo, essencialmente, os sectores mais favorecidos pelas condensações, da trajectória seguida pela massa de ar.

Assim, os sistemas frontais que atingem o Sul do país, em circulação zonal, originam fluxos húmidos do quadrante oeste com chuvas abundantes nos relevos do litoral ocidental, como a Serra de Monchique e as serras do litoral alentejano. Nestas situações, os relevos localizados mais para o interior mas expostos a oeste, como a Serra de Monfurado e relevos próximos, recebem também chuvas abundantes. O mesmo não acontece, por exemplo, na Serra do Caldeirão, que é abrigada pela Serra de Monchique.

No caso das depressões relacionadas com gotas frias, com ou sem sistemas frontais incorporados, a repartição espacial das chuvas é diferente. As massas de ar podem ter uma trajectória variável, normalmente entre o quadrante oeste e sudeste, de acordo com a posição das depressões. Estas, quando localizadas a oeste, originam fluxos predominantes de sudoeste e sul. Quando têm uma posição mais meridional, a trajectória das massas de ar adquire uma forte componente do quadrante leste. Assim, os sectores de relevo mais beneficiados pelas condensações diferem, de acordo com a trajectória das massas de ar. No primeiro caso, as chuvas mais abundantes verificam-se nos relevos do litoral ocidental e nos do Algarve ou, se prevalecerem os fluxos de sul, sobretudo nestes últimos. No segundo caso, o máximo das chuvas

corresponde às serras algarvias ou, se houver uma forte componente de leste, à Serra do Caldeirão e mesmo, especialmente, ao seu flanco sudeste, até à região de Tavira.

Assim, a repartição das chuvas está, em grande parte, relacionada com a trajectória das massas de ar relativamente aos relevos. Contudo, há a considerar também o seu comportamento particular, função das suas próprias características. Da predominância das divergências ou das ascendências vai depender a repartição espacial das precipitações, específica de cada situação. Por vezes, num total diário, podem juntar-se chuvas de mais de um episódio chuvoso, que podem não ter a mesma origem, ou ocorrerem no seio de massas de ar diferentes, como acontece, por exemplo, aquando da passagem de uma superfície frontal.

A análise dos valores máximos da precipitação diária permitiu encontrar alguns aspectos de grande interesse. Tal como S. DAVEAU (1972) já havia referido, há uma repartição das chuvas intensas no extremo sul de Portugal. Para todos os locais de medição do Sul predominam as precipitações máximas entre 70 e 100 mm, enquanto, para os do Algarve, as classes mais comuns correspondem a chuvas entre 110 e 130 mm.

Outro aspecto interessante destas precipitações máximas é a sua data de ocorrência ao longo do ano. No Sul são comuns em Outubro e especialmente em Novembro, embora possam ocorrer durante quase todo o ano, com excepção de Agosto. No Algarve, apenas se registam de Outubro a Maio, o que está de acordo com a secura estival crescente para sul.

O cálculo das precipitações máximas esperadas para um período de retorno de 50 anos confirma estas

tendências. Para este intervalo de recorrência, as chuvas mais abundantes correspondem aos relevos, com destaque para os do litoral meridional e especialmente para o sector este da Serra do Caldeirão. Repartição espacial semelhante apresenta a frequência de ocorrência de meses com chuvas diárias superiores a 50 mm, embora com máximo quer na Serra do Caldeirão quer na Serra de Monchique.

CONCLUSÃO GERAL

No fim da primeira e segunda partes apresentaram-se os resumos desenvolvidos das matérias tratadas. Aqui apenas se destacarão as principais conclusões da análise efectuada.

No Sul de Portugal, o desenrolar do ano pluviométrico apresenta fortes variações de ano para ano. Encontra-se, no entanto, um ritmo característico dos climas mediterrânicos, resultante da interacção de factores astronómicos e sinópticos. Estes, conjugados com os factores geográficos, determinam cambiantes ou estilos regionais do regime.

A partir das precipitações médias mensais definiram-se três regiões que apresentam, cada uma delas, um ritmo pluviométrico semelhante: **a fachada ocidental e meridional**, que corresponde às áreas de maior concentração das chuvas no Inverno, com máximo geralmente em Dezembro e com a secura estival acentuada; **as regiões setentrionais**, como os locais de menor concentração das precipitações ao longo do ano, que se traduz numa redução das mesmas no Inverno, com máximo normalmente em Fevereiro, chuvas primaveris mais abundantes e Verões menos secos; e a **região do Baixo Alentejo interior**, caracterizada por uma moderada concentração das

precipitações invernais, em que se destacam frequentemente dois máximos, um no início e outro no fim da estação chuvosa.

Há, no entanto, uma forte variabilidade pluviométrica, que é mais acentuada, a nível anual, nas regiões interiores, e, a nível mensal, nas regiões meridionais. A análise frequencial mostra uma grande amplitude de variação dos totais mensais, especialmente ao longo da estação chuvosa. Nestes meses as precipitações podem ser muito reduzidas nuns anos enquanto noutros ultrapassam as duas ou três centenas de milímetros.

Em consequência da forte irregularidade, o Sul de Portugal apresenta uma alternância de anos, ou conjuntos de anos, de características pluviométricas muito díspares. Esta variação interanual está relacionada com alterações nos padrões da circulação atmosférica, especialmente ao longo da época mais fria do ano, em que ocorre o essencial das chuvas. De um modo simplificado, podemos afirmar que os anos chuvosos estão geralmente associados à frequente localização do fluxo zonal à latitude da Península Ibérica durante o Inverno. Nestas circunstâncias, as nossas regiões são frequentemente afectadas pelas perturbações frontais que, em superfície, seguem a trajectória do fluxo de altitude. Os episódios chuvosos sucedem-se e os Invernos registam precipitações por vezes bastante superiores aos valores medianos. Os anos secos analisados estiveram relacionados com o aumento da circulação meridiana, que originou as condições de inibição pluviométrica. A intensificação deste tipo de circulação, grande parte das vezes anticiclónica, levou ao desvio das correntes perturbadas de oeste para outras regiões mais setentrionais, em consequência da formação quer de dorsais quer de bloqueios anticiclónicos e, por vezes, mesmo, à alternânca entre estes dois tipos de circulação. Contudo,

embora haja uma forte ligação entre o recrudescimento da circulação meridiana e a tendência para a escassez das precipitações, a inibição pluviométrica pode também verificar-se em períodos de circulação zonal. Para tal basta, por vezes, que se operem pequenas modificações na latitude do fluxo ou na actividade das frentes.

No Sul de Portugal as áreas mais chuvosas correspondem, como seria de esperar, aos relevos, especialmente à Serra de S. Mamede e aos relevos litorais. Contudo, há situações em que as regiões meridionais registam totais superiores às setentrionais, invertendo-se, assim, o padrão de distribuição mais frequente. Nestas situações a serra algarvia é geralmente a região mais chuvosa.

Nos exemplos mensais apresentados, estas dissimetrias de precipitação resultaram da influência de gotas de ar frio em altitude, relacionadas com depressões que, localizadas a oeste ou sudoeste da Península Ibérica, originaram fluxos instáveis que atingiram sobretudo as vertentes viradas a oeste e Sul dos relevos do litoral alentejano e da serra algarvia. As sequências chuvosas resultantes, verificadas no Outono e início do Inverno, contribuiram, nalguns anos, para atenuar a secura nas regiões meridionais, sobretudo em anos de escassez pluviométrica no Sul de Portugal. Esta situação vem confirmar os resultados de um anterior trabalho (J. E. VENTURA, 1986) em que se verificou que as gotas frias, relacionadas com a circulação de bloqueio, têm a particularidade de serem mais frequentes nos anos secos em que predomina a circulação meridiana. Assim, além de se imporem pelo seu peso no total pluviométrico, as precipitações originadas pelas gotas frias têm muito interesse, por se registarem especialmente nos anos secos e beneficiarem algumas das regiões onde, normalmente, é maior a escassez de precipitação.

As chuvas diárias muito abundantes em 24 horas registam valores particularmente elevados nas regiões meridionais. Por todo o Sul são relativamente frequentes em Outubro e Novembro, embora possam ocorrer durante todo o ano, com excepção de Agosto, no Alentejo, e de Junho a Setembro, no Algarve. Resultam essencialmente de dois tipos de situações sinópticas. Na mais comum, a margem ocidental ou sudoeste da Península Ibérica é influenciada por depressões relacionadas com gotas de ar frio em altitude, às quais, por vezes, aparecem associadas perturbações frontais. O outro tipo de situação, menos frequente, está relacionada com a passagem de perturbações frontais, do quadrante oeste, guiados por um fluxo zonal em altitude.

As depressões associadas a gotas de ar frio originam precipitações muito abundantes quando a instabilidade destas depressões é revigorada pela chegada de nova invasão de ar frio, ou pela conecção com um sistema nebuloso de outra origem e a sua consequente evolução, por vezes, de tipo convectivo. Nestas situações há um forte recrudescimento da instabilidade, com formação de cumulonimbos, organizados em células ou alinhamentos, cuja progressão para o interior do continente fica geralmente assinalada por bandas de precipitações muito abundantes. Nos casos analisados, além do revigoramento da depressão por nova advecção fria, foram frequentes as situações em que a depressão entrou em conecção com perturbações frontais, que progrediam de oeste para leste, no Atlântico Norte.

A repartição espacial das precipitações nestes dias de chuva intensa mostra que os máximos ocorrem, quase sempre, nas mesmas regiões. Estas correspondem ao Alto Alentejo e sectores contíguos do Ribatejo e, sobretudo, aos relevos do litoral ocidental e meridional, com particular relevância para o sotavento algarvio.

No entanto, parecem existir fortes diferenças de localização das chuvadas mais abundantes entre a época fria e a época quente do ano; nesta, as chuvas de maior intensidade, se bem que pouco frequentes, afectam sobretudo as regiões do interior, especialmente no Alto Alentejo, e têm uma repartição espacial mais aleatória.

Dedicámos uma atenção particular a estas chuvas muito intensas, que atingem especialmente as áreas montanhosas da serra algarvia, onde se regista um nítido aumento da frequência de ocorrência de totais diários muito elevados. Esta característica do regime pluviométrico, pelos escoamentos superficiais que origina, tem especial importância na avaliação dos recursos hídricos superficiais, e deve ser tomada em conta no ordenamento do território.

A normal escassez pluviométrica leva a que estas importantes, embora esporádicas, chuvadas, sejam ignoradas pela população e, por vezes, também, pelos organismos responsáveis pelo planeamento e execução das obras públicas. A vulnerabilidade desta região perante este tipo de fenómeno natural foi demonstrada pela graves inundações provocadas pelas chuvadas do Outono de 1989, no sotavento algarvio. Este corresponde, de resto, ao sector de maior risco, onde há uma maior probabilidade de ocorrência de totais diários muito elevados.

BIBLIOGRAFIA

ALBENTOSA, L.M. (1975) - La aplicación del método estadístico en Climatologia: 105 años de lluvias en Barcelona (1866-1970). *Revista de Geografia de Barcelona*, IX, 1-2, Barcelona, p.59-77.

ALBENTOSA, L.M. (1976) - La aplicación del método estadístico en Climatologia: El régimen anual de precipitaciones en Barcelona. *Revista de Geografia de Barcelona*, X, 1-2, Barcelona, p.79-112.

ALBENTOSA, L.M. (1976) - Climatologia dinâmica, sinóptica o sintética. Origen y desarrolo. *Revista de Geografia*, X, 1-2, Barcelona, p.141-157.

ALBUQUERQUE, J.P.M. (1954) - Dinamismo climático da Região Algarvia no conceito de Lautensach e Freymann. *Agronomia Lusitana*, 16, 3, Sacavém, p.213--230.

ALBUQUERQUE, J.P.M. (1957) - Zonagem pluviométrica do continente Português. *Agronomia Lusitana*, 19, 1, Sacavém, p.71-100.

ALBUQUERQUE, J.P.M. (1957) - Zonagem pluviométrica do continente Português III. O problema na costa Sul--algarvia. *Agronomia Lusitana*, 19, 1, Sacavém, p.263-281.

ALBUQUERQUE, J.P.M. (1960) - Correlação pluviométrica entre precipitação e frequência no litoral da Península. *Agronomia Lusitana*, 22, 3, Sacavém, p.263-286.

ALCOFORADO, M.J. (1984) - Quelques remarques sur l'évolution séculaire des précipitations à Lisbonne. *Três Estudos de Geografia Física*, L.A.G.F., rel.21, G.E.G., Lisboa, p.11-27.

ALCOFORADO, M.J. (1993) - *O clima da região de Lisboa. Contrastes e ritmos térmicos*. Memórias do Centro de Estudos Geográficos, nº 15, Lisboa.

ALCOFORADO, M.J.; ALEGRIA, M.F.; PEREIRA, A.R.; SIRGADO, C. (1982) - *Domínios bioclimáticos em Portugal definidos por comparação dos indíces de Gaussen e de Emberger*. L.A.G.F., rel. nº 14, C.E.G., Lisboa (2ª Edição, 1993).

ALLEY, W.M. (1984) - The Palmer Drought Severity Index: Limitations and Assumptions. *Journal of Climate and Applied Meteorology*, 23, 7, Boston, p.1100-1109.

ALMEIDA, M.A. (1981) - Períodos de seca em Portugal Continental. *Revista do I.N.M.G.*, 4, 3-4, Lisboa, p.27-56.

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

ARLÉRY, R.; GRISOLLET, H.; GUILMET, B. (1973) - *Climatologie. Méthodes et pratiques*. Gauthier--Villars ed., Paris.

BACON, S.; CARTER, D.J.T. (1991) - Wave climate changes in the North Atlantic and North Sea. *International Journal of Climatology*, 11, p.545-558.

BARRY, R.G.; CHORLEY, R.J. (1978) - *Atmosphere, Weather and Climate*. 3ª ed., Metheen & Co., London.

BEGUIN, H. (1979) - *Méthodes d'analyse géographique quantitative*. Libraries Techniques (LITEC), Paris.

BELLOCQ, A. (1979) - La sécheresse de l'automne 1978 en France - Aspect pluviométrique. *La Météorologie*, VI, 16, Paris, p.229-256.

BERNUS, E.; SAVONNET, G. (1973) - Les problèmes de sécheresse dans Afrique de l'Ouest. *Présence Africaine (Revue culturelle du Monde Noir)*, 88, p.113-138.

BERTHAUD, E. (1949) - Maxima et minima pluviométriques saisonniers en France. *Revue de Géographie de Lyon*, XXIV, Lyon, p.7-26.

BETTENCOURT, M.L. (1984) - *Frequência de ocorrência de anos secos e anos chuvosos em Portugal*. O Clima de Portugal, XXX, I.N.M.G., Lisboa.

BETTENCOURT, M.R. (sem data) - *O Verão em Portugal Continental*. Serv. Meteor. Nacional, Lisboa.

BILLAULT, M.; BIROT, P.; CAVALIER, D.; PEDELABORDE, P. (1956) - Problèmes climatiques sur la bordure nord du monde méditerranéen. *Annales de Géographie*, 65, 47, Paris, p.15-39.

BLANCHET, G. (1977) - La sécheresse de 1976 dans la région Rhône-Alpes. *Revue de Géographie de Lyon*, 52, 2, Lyon, p.99-115.

BLANCHET, J.; FONS, C.; ZEYTOUNIAN, R.K. (1967) - La prévision a l'échelle locale (2ème partie). *La Météorologie*, 2, Paris, p.197-237.

BOLÉO, J.O. (1938) - Aspects climatériques du Portugal. *Boletim da Sociedade de Geografia de Lisboa*, 56, 9-10, Lisboa, p.412-423.

BOUSNINA, A.; OUGSLATI, A. (1991) - Les inondations de Janvier 1990 en Tunisie: contexte climatique et conséquences morphologiques. *Revue Tunisienne de Géographie*, 19-20, Tunis, p.67-114.

BOYDEN, L.J. (1963) - Development of the jet-stream and cut-off circulations. *The Meteorological Magazine*, 92, 1095, Bracknell, p.287-299.

BRÁDZIL, R. (1986) - *Variation of atmospheric precipitation in the C.S.S.R. with respect to precipitation changes in the European Region*. Brno.

BRÁDZIL, R.; SAMAJ, F.; VALOVIC, S. (1985) - Variation of spatial annual precipitation sums in Central Europe in the period 1881-1980. *Journal of Climatology*, 5, Sussex, p.617-631.

BROCARD, M.; PUMAIN, D.; REY, V. (1977) - Analyse de données: traitements visuels et mathématiques. *L'Espace Géographique*, 4, Paris, p.247-260.

BROCHET, P. (1976) - Aspects climatiques de la sécheresse 1976. *La Météorologie*, VI, 7, Paris, p.81-103.

BUTZER, K.B. (1962) - Notas sobre la evolución del clima en el Asia Anterior y Africa del Norte. *Estudios Geográficos*, XXII, 89, Madrid, p.517-534.

CAPEL MOLINA (1981) - *Los climas de España*. Oikos-Tan, Barcelona.

CAPEL MOLINA, J.J. (1984) - Las estaciones en la Península Ibérica: características climáticas generales. *Livro de Homenagem a Orlando Ribeiro*, 1º vol., C.E.G., Lisboa, p.219-230.

CAPEL MOLINA, J.J. (1989) - La séquia del inverno 1988-89 en España (una anomalia climática singular). *Papeles de Geografia*, 15, Murcia, p.9-17.

CARVALHO, R.C. (1988) - *Dados meteorológicos em Portugal a Sul do Rio Tejo*. O Clima de Portugal, XLIII, I.N.M.G., Lisboa.

CASANOVA, O.P. (1992) - Riesgo por séquia en Costa Rica. *Revista Geografica de América Central*, 25-26, Heredia, p.385-411.

CASTILLO REQUENA, J.M. (1983) - Estudio sobre las causas de las intensas precipitaciones ocurridas en Granada durante la jornada del 23 de Marzo de 1983. *Cuadernos Geográficos de la Universidad de Granada*, 13, Granada, p.57-92.

CASTILLO REQUENA, J.M. (1983) - Los condicionamientos geográficos de la aridez en Almeria: Topografia, circulacion atmosférica y escasez de lluvias. *XIV Jornadas Cientificas "Meteorologia, aridez y energias alternativas"*, Associacion Meteorologica Española, Almeria, p.153-179.

CASTILLO REQUENA, J.M. (1983) - Mecanismos de la precipitacion en Sierra Nevada. *Cuadernos Geográficos de la Universidad de Granada*, 11, Granada, p.127-152.

CASTILLO REQUENA, J.M. (1989) - *El clima de Andalucía: classificación y análisis regional de los tipos de tiempo*. Instituto de Estudios Almerienses, Col. Investigación, nº 11, Almeria.

CASTILLO REQUENA, J.M. (1989) - *El clima de Andalucía: classificación y análisis regional con los tipos de tiempo*. Instituto de Estudios Almerienses, Col. Investigación, nº 13, Almeria.

CHAMAYOU, H. (1994) - *Éléments de Bioclimatologie*. Techniques Vivantes, Paris.

CHARRE, J. (1977) - A propos de sécheresse. *Revue de Géographie de Lyon*, 52, 2, Lyon, p.215-226.

CONTI, J.B. (1986) - A desertificação como tema de estudo de Geografia Física. *Boletim Paulista de Geografia*, 63, São Paulo, p.13-22.

COSANDEY, C. (1982) - Sur la question du coefficient de captation des pluviomètres. *Physio-Géo*, 5, Paris, p.49-65.

COSTA, P.C. (1986) - As cheias rápidas de 1967 e 1983 na região de Lisboa. *Livro de Homenagem a Mariano Feio*, Lisboa, p.601-616.

CRADDOCK, J.M. (1976) - Annual rainfall in England since 1725. *Quartely Journal of the Royal Meteorological Society*, 102, 434, Bracknell, p.823-840.

CUNHA, F.R. (1957) - *O Clima do Algarve*. Lisboa.

CUNHA, L.V. (1982) - *As secas. Caracterização, Impactos e Mitigação*. Comissão Nacional do Ambiente, Lisboa.

DAJOZ, R. (1983) - *Ecologia Geral*. 4ª ed., Vozes.

DAUPHINÉ, A. (1973) - L'analyse factorielle: ses contraintes mathématiques et ses limites en Géographie. *L'Espace Géographique*, 2, 1, Paris, p.74-80.

DAUPHINÉ, A. (1976) - *Les précipitations dans le Midi français. Étude de climatologie inductive.* Thèse Lille.

DAUPHINÉ, A. (1983) - Les corrélations pluviométriques en Méditerranée. *La Météorologie*, 34, Paris, p.245-263.

DAVEAU, S. (1972) - Répartition géographique des pluies exceptionnellement fortes au Portugal. *Finisterra*, VII, 13, Lisboa, p.5-28.

DAVEAU, S. (1977) - *Répartition et rythme des précipitations au Portugal.* Memórias do Centro de Estudos Geográficos, nº 3, Lisboa.

DAVEAU, S. (1978) - La répartition des précipitations en fonction du relief: étude du cas portugais. *Geoforum*, 9, 6, Oxford, p.425-433.

DAVEAU, S. (1980) - *Première lecture des images concernant le NW de la Péninsule Ibérique recueillies le 22 septembre par le satellite HCMM.* C.E.G., Lisboa.

DAVEAU, S. (1982) - Les températures les 3 et 4 juillet 1978 au Portugal et dans l'Ouest de l'Espagne d'après les satellites Météosat et HCMM. *Finisterra*, XVII, 33, Lisboa, p.53-96.

DAVEAU, S. e col. (1980) - *Dois mapas climáticos de Portugal. Nevoeiro e nebulosidade. Contrastes térmicos.* C.E.G., Lisboa.

DAVEAU, S. e col. (1985) - *Dois mapas climáticos de Portugal. Nevoeiro e nebulosidade. Contrastes térmicos.* Memórias do Centro de Estudos Geográficos, nº 7, Lisboa.

DAVY, L. (1975) - Une nouvelle approche de la sécheresse dans le bassin de l'Ebre. Étude des épisodes secs. *Revue Géographique de l'Est*, XV, 1-2, Nancy, p.153--167.

DELANNOY, H. (1981) - Quelques réflexions à propos de l'analyse factorielle des correspondances des précipitations mensuelles de stations côtiéres marocaines. *Eaux et Climats, Mélanges Géographiques Offertes en Hommage à Charles-Pierre Péguy*, Grenoble, p.165-177.

DELANNOY, H.; DOUGUEDROIT, A. (1984) - Les variations des précipitations printanières dans le Sud-Ouest Européen et le Magreb Occidental. *Revue de Géographie de l'Est*, 24, Nancy, p.47-63.

DEMANGEOT. J. (1981) - *Les milieux naturels désertiques.* Sedes, Paris.

DETTWILLER, J. (1970) - *Evolution séculaire du climat de Paris. Influence de l'urbanisation.* Mémoire de la Metéorologie Nationalle, 52, Paris.

DION, J. (1972) - Étude fréquentielle des précipitations mensuelles du Nord-Est de la France. *Revue Géographique de l'Est*, 2-3, Nancy, p.177-223.

DOUGLAS, C.K. (1947) - Cold Pools. *The Meteorological Magazine*, 76, 225, Bracknell, p.225-231.

DOUGUEDROIT, A. (1980) - La sécheresse estivalle dans la région Provence-Alpes-Côte d'Azur. *Méditerranée*, 2--3, Aix-Marseille, p.13-21.

DOUGUEDROIT, A. (1983) - La sécheresse à Marseille. 2ème partie: un siècle de longues séquences sèches, étude statistique. *Climat méditerranéen et ressources en eau. Actes de la Conférence "Eau verte, Eau bleue". La Météorologie*, nº spécial, 34, Paris, p.186-193.

DOUGUEDROIT, A. (1983) - Une siècle de sécheresse estivale à Marseille. *Hommes et Terres du Nord*, 3, Lille, p.34-38.

DOUGUEDROIT, A. (1988) - Les précipitations en Tunisie (1951-80). *Méditerranée*, 4, Aix-Marseille, p.23-33.

DOUGUEDROIT, A. (1988) - The recent variability of precipitation in North-Western Africa. In GREGORY, S. (Ed.), *Recent Climatic* Change, p.130-137.

DOUGUEDROIT, A. (1990) - Spécificité et variations de la sécheresse le long du littoral méditerranéen français. *Revue de Géographie de Lyon*, 65, 2, Lyon, p.123-128.

DOUGUEDROIT, A. (1990) - The variations of dry spells in Marseille from 1865 to 1964. *Journal of Climatology*, 7, Sussex, p.541-551.

DUBIEF, J. (1959) - *Le climat du Sahara*, Tome I. Institut de Recherches Sahariennes, Alger.

DUBIEF, J. (1963) - *Le climat du Sahara*, Tome II - Fasc. I. Institut de Recherches Sahariennes, Alger.

DURAND-DASTÈS, F. (1979) - La notion de système et la circulation atmosphérique. *Bulletin de l'Association de Géographes Français*, 465, Paris, p.390-398.

DURAND-DASTÈS, F. (1982) - Un aspect du risque climatique en Inde: déficits pluviométriques d'ensemble et production agricole. *Hérodote*, 24, Paris, p.95-122.

DURAND-DASTÈS, F. (1985) - Les mécanismes des sécheresses. *Hérodote*, 39, Paris, p.113-144.

DYER, T.G. (1975) - The assignment of rainfall stations into homogeneous groups: an application of principal component analysis. *Quartely Journal of the Royal Meteorological Society*, 101, 430, London, p.1005--1013.

DZERDZEEVSKY, B.L. (1963) - Fluctuation of general circulation of the atmosphere and climate in the twentieth century. *Change of Climate. Proceedings of the Rome Symposium organized by Unesco and the O.M.M.*, p.285-359.

DZERDZEEVSKY, B.L. (1966) - Some aspects of dynamic climatology, *Tellus*, XVIII, 4, Estocolmo, p.751-760.

DZERDZEEVSKY, B.L. (1969) - L'évaluation de l'effet des grands massifs sur les macro-processus de circulation. *La Météorologie*, V, 10-11, Paris, p.417-434.

E.R. nº 30 DU C.N.R.S. (1986) - Modélisation de la variabilité climatique. *Revue de Géographie Alpine*, LXXIV, 1-2, Grenoble, p.30-42.

EHRENDORFER, M. (1987) - A regionalization of Austria's precipitation climate using principal component analysis. *Journal of Climatology*, 7, 1, Sussex, p.71-89.

ESCOURROU, G. (1978) - Climats et types de temps en Normandie, *L'Information Géographique*, 40, 3, Paris, p.147-149.

FARIA, J.M.; GODINHO, S.F.; ALMEIDA, M.J.; MACHADO, M.S. (1979) - *Análise estatística dos valores máximos do ano da quantidade diária de precipitação em Portugal*. O Clima de Portugal, XIX, I.N.M.G., Lisboa.

FARIA, J.M.; MENDES, J.C.; MACHADO, M.S. (1982) - *Contribuição para a caracterização das estações seca e húmida em Portugal Continental*. O Clima de Portugal, XXVIII, I.N.M.G., Lisboa.

FEIO, M. (1949) - *Le Bas Alentejo et l'Algarve. Livret-Guide de l'Excursion B*. Congrès International de Géographie de Lisbonne, Lisbonne.

FEIO, M. (1952) - *A evolução do relevo do Baixo Alentejo e Algarve*. Lisboa.

FEIO, M.; HENRIQUES, V. (1983) - A seca de 1980-81 e as secas anteriores. Intensidade e distribuição espacial. *Biblos*, LIX, Coimbra, p.84-103.

FEIO, M.; HENRIQUES, V. (1986) - *As secas de 1980-81 e 1981-82 e as principais secas anteriores. Intensidade e distribuição regional*. Memórias do Centro de Estudos Geográficos, nº 10, Lisboa.

FERNANDEZ ALONSO, F. (1957) - Ensayo de revison de los conceptos "Ibéria Humeda" e "Ibéria seca". *Estudios Geográficos*, 66, Madrid, p.5-35.

FERREIRA, A.B. (1982) - O regime das chuvas na Madeira e Porto Santo. Suas relações com a circulação atmosférica de altitude. *II Colóquio Ibérico de Geografia, Comunicações*, vol.I, Lisboa, p.265-276.

FERREIRA, A.B. (1984) - Os climas oceânicos de Espanha e de Portugal. *Finisterra*, XIX, 38, Lisboa, p.214-222.

FERREIRA, A.B. (1984) - Os ventos dominantes e a distribuição das chuvas na ilha da Madeira. *Livro de Homenagem a Orlando Ribeiro*, 1º vol., C.E.G., Lisboa, p.231-243.

FERREIRA, A.B.; FERREIRA, D.B. (1981) *Alguns aspectos da seca invernal de 1980-81 em Portugal*. L.A.G.F., rel. nº 13, C.E.G., Lisboa.

FERREIRA, A.B.; FERREIRA, D.B. (1983) - A seca de 1980-81 em Portugal. Causas meteorológicas e tipos de tempo. *Finisterra*, XVIII, 35, Lisboa, p.27-63.

FERREIRA, D.B. (1980) - *Contribution à l'étude des vents et de l'humidité dans les iles centrales de l'archipel des Açores*. L.A.G.F., rel. nº 9, C.E.G., Lisboa.

FERREIRA, D.B. (1983) - *Étude de la convection au-dessus de l'Atlantique Tropical au large de l'Afrique Occidentalle*. L.A.G.F., rel. nº 16, C.E.G., Lisboa.

FERREIRA, D.B. (1984) - *Le système climatique de l'upwelling ouest-ibérique*. L.A.G.F., C.E.G., Lisboa (pol.).

FERREIRA, D.B. (1985) - Les dépressions convectives du bassin atlantique nord subtropical oriental. *Finisterra*, XX, 39, Lisboa, p.25-45.

FERREIRA, D.B. (1986) - *Étude sur la sécheresse dans l'ile de Santiago (Cap Vert)*. L.A.G.F., rel. nº 23, C.E.G., Lisboa.

FERREIRA, D.B. (1989) - *Le climat de l'Atlantique Oriental des Açores aux iles du Cap-Vert. Contribuition à l'étude du système océan-atmosphère*. Université de Paris-Sorbonne, Paris.

FERREIRA, H.A.; PEIXOTO, J.P.; SANTO, T.R. (1965) - *Balanço hídrico e clima de Portugal Continental*. Publicação nº 6 do Instituto Geofísico do Infante D. Luís.

FILLAT, F. (1984) Estacionalidad de las precipitaciones en España: clasificación de zonas homogéneas. *Avances sobre la investigación en Bioclimatologia*, Salamanca, p.73-88.

FLOHN, H.; FANTECHI, R. (1984) - *The Climate of Europe: Past, Present and Future*. Atmospheric Sciences Library, Dordrech.

FOLEY, J.C. (1952) - Interpretation of rainfall variability. *The Meteorological Magazine*, 81, 965, London, p.325-333.

FONTAINE, P. (1951) - Les "gouttes d'air froid" sur l'Europe, la Méditerranée et l'Atlantique Est. *La Météorologie*, 2, Paris, p.98-112.

FRANKENBERG, P. (1980) - Evapotranspiration, bilan d'eau et variabilité des précipitations en Tunisie en relation avec l'agriculture. *Méditerranée*, 4, Aix-Marseille, p.49-55.

FRAVOT, C. (1957) - Une constante du climat lyonnais - Les précipitations abondantes. *Revue de Géographie de Lyon*, XXXII, Lyon, p.159-166.

FRONTANA GONZALEZ, J.; LOPEZ MARTINEZ, M.T. (1983) - Observaciones metodológicas sobre el estudio del regimen pluviometrico interanual. El caso de costa Granadina. *Cuadernos Geográficos de la Universidad de Granada*, 13, p.41-45.

GARCEZ, L.N.; ALVAREZ, G.A. (1988) - *Hidrologia*. 2ª ed., E. Blucher, São Paulo.

GARCIA SAINZ, L. (1959) - Las grandes crescidas fluviales norteamericanas e hispanolevantinas, consequencia de la acción del relieve en la circulación aérea. *Estudios Geográficos*, 74, Madrid, p.5-20.

GARCÍA-TORNEL, F.C. (1984) - La Geografia de los riesgos. *Geo-crítica*, 54, Barcelona, p.7-39.

GARNIER, R. (1978) - Aperçus de climatologie dynamique. *La Météorologie*, VI, 13, Paris, p.73-93.

GARNIER, R. (1988) - L'oscillation australe et les grandes anomalies climatiques. *Climats et Climatologie*, vol. d'hommage offert au Professeur Pierre Pagney, Dijon, p.205-218.

GASELLE, F. (1977) - La sécheresse de 1976 en Aquitaine Orientale et dans le sud du Massif Central. *Revue Géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest*, 48, 3, Toulouse, p.245-267.

GAUSSEN, A. (1968) - Les indices xérothermiques et hygrotermique en Péninsule Hispanique et en Afrique du Nord, partie NW. *Collectanea Botanica*, VII, I, 23, Barcelona, p.499-504.

GAUSSEN, H. (1968-69) - L'índice xérothermique au Portugal. *Boletim da Sociedade Portuguesa de Ciências Naturais*, 12, 2ª série, Lisboa, p.137-248.

GEIGER, F. (1973) - El Sureste español y los problemas de la aridez. *Revista de Geografia*, VII, 1-2, Barcelona, p.166-209.

GODINHO, S.F. (1982) - *Estudo de algumas das maiores chuvadas verificadas em Portugal Continental*. O Clima de Portugal, XXXI, I.N.M.G., Lisboa.

GODINHO, S.F. (1984) - *Aspectos meteorológicos das inundações de Novembro de 1983*. I.N.M.G., Lisboa.

GODINHO, S.F. (1987) - *Valores máximos anuais da quantidade da precipitação - Estimativa dos valores relativos a durações inferiores a 24 horas*. I.N.M.G., Lisboa.

GONZÁLEZ BERNÁLDEZ, F.; ROMÁN ALBA, R.; SEMPERE, M.C. (1969) - Analyse factorielle de données climatologiques. *La Météorologie*, 7, Paris, p.252-269.

GOOSSENS, Ch. (1985) - Principal component analysis of Mediterranean rainfall. *Journal of Climatology*, 5, Sussex, p.379-388.

GOOSSENS, Ch.; BERGER, A. (1986) - Annual and seasonal climatic variations over the northern hemisphere and Europe during the last century. *Annales Geophysical*, 4, 4, Montrouge, p.385-399.

GREEN, J.S. (1977) - The weather during July 1976: some dynamical considerations of drought. *Weather*, 32, 4, Bracknell, p.120-126.

GREGORY, S. (1975) - On the delimitation of regional patterns of recent climatic fluctuation. *Wratha*, 30, 9, Bracknell, p.275-287.

GREGORY, S. (1986) - The climatology of drought. *Geography*, 71, 311, Leicester, p.97-104.

GREGORY, S.; COOKE, T. (1986) - Extreme rainfall deficits - a New South Wales case study. *Australian Meteorological Magazine*, 34, 1, p.13-26.

GROSREY, A. (1961) - Périodes sèches et périodes humides. *La Météorologie*, 61, Paris, p.71-77.

GROUPE CHADULE (1974) - *Initiation aux méthodes statistiques en Géographie*. Masson & Cie., Paris.

GROVE, A.T. (1977) - Desertification. *Progress in Physical Geography*, 1, 2, Oxford, p.296-310.

HALLAIRE, H. (1960) - La sécheresse de l'année 1959 dans la moitié nord de la France. *La Météorologie*, V, 58, Paris, p.289-302.

HARE, F.K.; WARREN, A.; MAIZELS, J.K.; KATES, R.W.; JOHNSON, D.L.; HARINGS, K.J.; GARDUNO, M.A. (1992) - *Desertificação: causas e consequências*. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa.

HEATHCOTE, R.L. (1969) - Drought in Australia: problem of perception. *The Geographical Review*, LIX, 2, New York, p.175-194.

HENIA, L. (1988) - Les régions à climat aride en Tunisie: le problème des limites. *Climats et Climatologie*, vol. d'hommage offert au Professeur Pierre Pagney, Dijon, p.251-259.

HENIA, L. (1990) - Réflexion à propos de la notion d'aridité en Climatologie. *Revue Tunisienne de Géographie*, 19, Tunis, p.151-166.

HERBST, P.H.; BREDENKAMP, D.B.; BARKER, H.M. (1966) - A technique for the evaluation of drought from rainfall data. *Journal of Hidrology*, 4, Amsterdam, p.264-272.

HESSINGER, E. (1949) - La distribuicion estacional de las precipitaciones en la Peninsula Ibérica y sus causas. *Estudios Geográficos*, 34, Madrid, p.59-128.

HIRSCH, F. (1966) - Application de l'analyse statistique à l'étude de la pluviométrie. Le bassin de la Bruche. *La Météorologie*, 81, Paris, p.25-46.

HSIEH, Y.P. (1949) - An investigation of selected cold vortex over North America. *Journal of Meteorology*, 6, 6, Boston, p.401-410.

HUFTY, A. (1976) - *Introduction à la Climatologie*. P.U.F., Paris.

I.N.M.G. (1980) - *Análise estatística dos valores máximos do ano de quantidade diária de precipitação em Portugal*. I.N.M.G., Lisboa.

I.N.M.G. (1981) - *Estudo climatológico da região do Algarve*. O Clima de Portugal, XXVII, I.N.M.G., Lisboa.

ISNARD, H. (1950) - La répartition saisonnière des pluies en Algérie. *Annales de Géographie*, 317, Paris, p.354-361.

ISNARD, H. (1958) - La répartition saisonnière des pluies au Maroc. *Annales de Géographie*, 359, Paris, p.39--42.

JANSA CLAR, A. (1971) - Investigacion del máximo pluviométrico de España peninsular. *Rev. Geog.*, XXX, 3-4, p.173-249.

JONES, P.D. (1988) - Large-scale precipitations fluctuations: a comparison of grid-based and areal precipitation estimates. In GREGORY, S. (Ed.), Recent Climatic Change, p.30-40

JOVICIC, S.; YOUNG, J. (1975) - Exceptional European Weather in 1974. *Weather*, 30, 8, Bracknell, p.261--265.

JOVICIC, S.; YOUNG, J. (1976) - Exceptional European Weather in 1975. *Weather*, 31, 11, Bracknell, p.384--389.

KATZ, R.W. (1978) - Persistence of Subtropical African Droughts. *Monthly Weather Review*, 106, 7, Boston, p.1017-1021.

KELLY, P.M.; WRIGHT, P.B. (1978) - The European drought of 1975-76 and its climatic context. *Progress in Physical Geography*, 2, 2, London, p.237-263.

KNOX, J.L.; HAY, J.E. (1985) - Bloking signatures in the Northern Hemisphere: frequency distribution and interpretation. *Journal of Climatology*, 5, 1, Sussex, p.1-16.

KOZUCHOWSKI, K.; MARCINIAK, K. (1988) - Variability of mean monthly temperatures and semi-annual precipitation totals in Europe in relation to hemisferic circulation patterns. *Journal of Climatology*, 8, Sussex, p.191-199.

KRAUS, E.B. (1958) - Recent climatic changes. *Nature*, 4610, 181, London, p.666-668.

LAMB, H.H. (1972) - *Climate: Present, Past and Future. Vol.1: Fundamentals and climate now*. Methuen & Co., London.

LAMB, H.H. (1977) - *Climate: Present, Past and Future. Vol.2: Climatic History and the Future*. Methuen & Co., London.

LAMB, H.H. (1982) - Climatic changes in our own times and future threats. *Geography, Journal of the Geographical Association*, 67, 296, 3, Sheffield, p.203-220.

LAMB, P.J. (1979) - Some perspectives on climate and climate dynamics. *Progress in Physical Geography*, 3, 2, Oxford, p.215-235.

LANDSBERG, H.E. (1982) - Climatic aspects of drought. *Bulletin of American Meteorological Society*, 63, 6, Boston, p.593-596.

LECARPENTIER, C. (1975) - L'évapotranspiration potentielle et ses implications géographiques. *Annales de Géographie*, 463, Paris, p.257-274.

LECARPENTIER, C.; SHAMSI, F. (1972) - Les régimes pluviométriques dans la France de l'Est. *Revue Géographique de l'Est*, XII, 2-3, Nancy, p.159-174.

LECOMPTE, M.; DELANNOY, H. (1980) - Utilisation de l'analyse factorielle des correspondances pour l'étude des précipitations quotidiennes: un exemple au Maroc. *Méditerranée*, 4, Aix-Marseille, p.29-36.

LEE, C.B. (1985) - Modelling and climatological aspects of convective boundary layer. *Environmental Research Center Papers*, 7, Ibaraki, p.1-63.

LENCASTRE, A.; FRANCO, F.M. (1984) - *Lições de Hidrologia*. Universidade Nova de Lisboa, Lisboa.

LEROUX, M. (1991) - Déficit pluviométrique hivernal sur la France: autopsie de la situation anticyclonique du 19 décembre 1989 au 25 janvier 1990. *Revue de Géographie de Lyon*, 66, 3-4, Lyon, p.197-206.

LINSLEY, R.K. (1982) - Social and Political Aspects of Drought. *Bulletin of American Meteorological Society*, 63, 6, Boston, p.586-591.

LOCKWOOD, J.G. (1986) - The causes of drought with particular reference to the Sahel. *Progress in Physical Geography*, 10, 1, London, p.111-119.

LONGLEY, R.W. (1952) - Measures of the variability of precipitation. *Monthly Weather Review*, 80, 7, Washington, p.111-117.

LÓPEZ BERMUDEZ (1973) - *La vega alta del Segura: Clima, Hidrologia y Geomorfologia*. Murcia.

LÓPEZ BERMUDEZ, F. (1985) - *Séquia, aridez y desertificacion en Murcia*. Academia Alfonso X el Sabio, Murcia.

LÓPEZ GÓMEZ, A. (1955) - Las corrientes en chorro y las perturbaciones atmosféricas. *Estudios Geográficos*, 59, Madrid, p.299-360.

LÓPEZ GÓMEZ, A. ed. (1986) - *Cambios recentes en climas mediterrâneos*. Conferência Internacional sobre Países mediterrâneos, Grupo de Estudo de Variações Climáticas, U.G.I., Madrid.

LOUREIRO, J.M. (1981) - Regime pluviométrico, estimativa dos recursos de águas superficiais, estiagem e anos de seca no Algarve. *Recursos Hídricos*, 2, 1, Lisboa, p.47-62.

MACHADO, M.S. (1973) - *Variações climáticas*. Monografia de Meteorologia e Geofísica, nº 4, I.N.M.G., Lisboa.

MACHADO, M.S. (1980) - *Número máximo de dias seguidos "sem" e "com" precipitação em Portugal Continental*. O Clima de Portugal, XXII, I.N.M.G., Lisboa.

MAHER, J.V. (1968) - Drought assessment by statistical analysis of rainfall. *Proceedings of the W.M.O. Seminar, Melburne 1966*, vol. II, W.M.O./A.M., p.713--730.

MAHERAS, P. (1978) - Exemples d'ondulations "sous le vent" du relief hellenique. *Cahier Centre Recherches Climatologie de Dijon*, 6, Dijon, p.1-7.

MAHERAS, P. (1988) - Changes in precipitation conditions in the Western Mediterranean over the last century. *Journal of Climatology*, 8, Sussex, p.179-189.

MAHERAS, P. (1988) - La dynamique des précipitations le long des côtes ioniennes et adriatiques. *Climats et Climatologie*, vol. d'hommage offert au Professeur Pierre Pagney, Dijon, p.319-329.

MAHERAS, P.; GUIKA, S.; CHARADONIS, T.; VAFIADIS, M. (1989) - Fluctuations temporelles des précipitations annuelles en Méditerranée occidentale au cours des 120 dernières années: 1866-1985. *La Météorologie*, VII, 27, Paris, p.12-15.

MAIRE, G. (1977) - Influence des sites et des appareils dans la mesure des précipitations selon les données de quatre postes pluviométriques de la région du Donon. *Recherches Géographiques à Strasbourg*, 4, Strasbourg, p.87-91.

MANLEY, G. (1944) - Some recent contributions to the study of climatic change. *Quartely Journal of the Royal Meteorological Society*, 70, 305, London, p.197-219.

MARCHAND, B. (1972) - L'usage des statistiques en Géographie. *L'Espace Géographique*, 2, Paris, p.79--100.

MARTÍN VIDE, J. (1985) - Estacionalidad de la precipitatión y mediterraneidad en el Pirineo Catalón. *Notes de Geografia Fisica*, 13-14, p.57-65.

MARTÍN VIDE, J. (1989) - Precipitaciones torrenciales en España. *Norba, Revista de Geografia*, VI e VII, Caceres, p.63-72.

MARTÍN, S.; FEYT, G. (1984) - Étude des variations pluviométriques par un modèle d'analyse de la variance à deux facteurs. Europe Occidentale (42° a 50° lat. nord). Période 1886-1960. *Revue de Géographie de l'Est*, 24, 1, Nancy, p.27-45.

MARTIN, S.; MOUNIER, J.; MARCHANT, J.P. (1981) - Variations pluviométriques durant la dernière période séculaire en Europe occidentale. *La Houille Blanche*, 7-8, p.581-588.

MARTIN, S.; SAINTIGNON, M.F. (1974) - Application de l'analyse en composantes principales à l'étude de la variabilité régionale et interannuelle des précipitations ardéchoises. *Revue de Géographie de Lyon*, 49, 1, Lyon, p.77-92.

MARTÍNEZ ALBALADEJO, A. (1990) - Les comarques pluviométriques de la conca dels Pirineus Orientals. Una aplicació de l'anàlisi factorial. *Revista Catalana de Geografia*, 12, Barcelona, p.55-71.

MARTONNE, E. (1953) - *Panorama da Geografia, Vol. I - Geografia Física*. Cosmos, Lisboa.

MARZOL YAÉN, M.V. (1987) - El régimen anual de las lluvias en el archipiélago canario. *ERIA, Revista de Geografia*, 14, Oviedo, p.187-194.

MASATOSHI, M.; YOSHINO, M.; URUSHIBARA, K. (1978) - Climatic change and fluctuation in South and Southeast Asia. *Climatic Notes*, 21, Tsukuba, p.1-48.

MASON, B.J. (1976) - Towards the understanding and prediction of climatic variations. *Quartely Journal of the Royal Meteorological Society*, 102, 433, Bracknell, p.473-498.

MATEO-GONZALEZ, P. (1956) - *Pluviometría de Asturias*. Min. del Aire, série A, 28, Madrid.

MEDEIROS, C.A. (1987) - *Introdução à Geografia de Portugal*. Editorial Estampa, Imprensa Universitária, nº 58, Lisboa.

MEDINA, M. (1976) - *Meteorología básica sinóptica*. Paraninfo, Madrid.

MENDES, J.C.; GONÇALVES, M.Z. (1980) - *Contribuição para o estudo do balanço cronológico de água no solo, nos meses e no ano, em Portugal Continental*. O Clima de Portugal, XXV, I.N.M.G., Lisboa.

METEOROLOGICAL OFFICE (1962) - *Weather in the Mediterranean. Vol.I - General Meteorology*. London.

MILES, M.F. (1977) - Atmospheric circulation during the severe drought of 1975-76. *The Meteorological Magazine*, 106, 1258, Bracknell, p.154-164.

MILES, M.K.; GILDERSLEEVES, P.B. (1977) - A statistical study of the likely causative factors in the climatic fluctuations of the last 100 years. *The Meteorological Magazine*, 106, 1263, Bracknell, p.314-322.

MINISTERIO DE AGRICULTURA. INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGRARIAS (1977) - *Agroclimatologia de España*. Cuaderno I.N.I.A., Madrid.

MITCHELL, J.M.; DZERDZEEVSKY, B.L.; FLOHN, B.; HOFMEYER, W.L.; LAMB, H.A.; RAO, K.N.; WALLEN, C.C. (1966) - *Climatic Change*. W.M.O. Tech. Note 79, W.M.O. nº 195, World Meteorological Organisation, Geneva.

MORRIS, S.E.; MARSH, T.J. (1985) - United Kingdom rainfall 1975-1984: Evidence of climatic instability. *Journal of Meteorology*, 10, Boston, p.324-332.

MOUNIER, J. (1964) - La saison pluviométrique indigente dans les régions océaniques du Sud-Ouest de l'Europe, Bretagne et Galice. *Norois*, 43, Caen, p.261-281.

MOUNIER, J. (1965) - Les besoins en eau d'une région, d'après Thornthwaite. Essai d'application à la Bretagne. *Norois*, 48, Caen, p.437-448.

MOUNIER, J. (1977) - Aspects et fréquences de la sécheresse estivale en Bretagne: essai de définition de la sécheresse en Europe océanique. *Revue de Géographie de Lyon*, 2, Lyon, p.168-176.

MOUNIER, J. (1979) - La diversité des climats océaniques de la Péninsule Ibérique. *La Météorologie*, 16, Paris, p.205-227.

MOUNIER, J. (1979) - *Les climats océaniques des régions atlantiques de l'Espagne et du Portugal*. Lille.

MOUNIER, J. (1979) - Les origines du passage du domaine océanique au domaine méditerranéen dans la Péninsule Ibérique. *Méditerranée*, 3, Aix-Marseille, p.3-8.

MURRAY, R. (1977) - The 1975-76 drought over the United Kingdom - Hidrometeorological aspects. *The Meteorological Magazine*, 106, 1258, Bracknell, p.129-145.

NAMIAS, J. (1963) - Surface atmosphere interactions as fundamental causes of drought and other climatic fluctuations. *Change of Climate. Proceedings of the Rome Symposium organized by Unesco and the O.M.M.*, p.345-359.

NAMIAS, J. (1983) - Some causes of United States drought. *Journal of Climate and Applied Meteorology*, 22, 1, Boston, p.30-39.

NEUMAN, H. (1960) - El clima del Sudeste de España. *Estudios Geográficos*, XXI, 79, Madrid, p.171-209.

NOYALET, A. (1972) - Effet d'interférence par rencontre de deux courants de perturbations d'origines différentes donnant des précipitations remarquables. *La Météorologie*, 23, Paris, p.57-72.

OLADIPO, E.O. (1985) - A comparative performance analysis of three meteorological drought indices. *Journal of Climatology*, 5, Sussex, p.655-664.

ORTIGOSA IZQUIERDO, L.M. (1987) - Las séquias climáticas en el extremo noroccidental de la depression del Ebro (La Rioja). *Estudios Geográficos*, XLVIII, 189, Madrid, p. 639-658.

OSTER, R. (1979) - Las precipitaciones en Colombia, *Colombia Geografica*, VI, 2, Bogotá, p.5-147.

PAGNEY, P. (1973) - *La Climatologie*. P.U.F., Paris.

PÁLMEN, E. (1949) - On the origin and structure of high--level cyclones south of the maximum Westerlies. *Tellus*, 1, 1, Estocolmo, p.22-31.

PÁLMEN, E.; NEWTON, C.W. (1951) - On the tree-dimensional motions in an outbreak of polar air. *Journal of Meteorology*, 8, 1, Boston, p.25-39.

PEDELABORDE, P. (1953) - Un exemple de circulation atmosphérique régionale: la circulation sur l'Europe Occidentale. *Annales de Géographie*, 334, Paris, p.401-417.

PEDELABORDE, P. (1957) - *Le climat du bassin de Paris*. Ed. M. Th. Génin, Paris.

PEDELABORDE, P. (1959) - Sur les méthodes de la climatologie physique. *La Météorologie*, 53, Paris, p.63-87.

PEDELABORDE, P. (1968) - Les bilans hydriques. *Cahiers de Géographie du Quebec*, 12, 25, Saint-Foy, p.5-23.

PEDELABORDE, P. (1970) - *Introduction à l'étude scientifique du climat*. S.E.D.E.S., Paris.

PEDELABORDE, P.; DELANNOY, H. (1958) - Recherches sur les types de temps et le mécanisme des pluies en Algérie. *Annales de Géographie*, 361, Paris, p.216--244.

PÉGUY, Ch.P. (1961) - *Précis de Climatologie*. Masson & Cie., Paris.

PÉGUY, Ch.P. (1965) - Schématisation et représentation cartographique des régimes pluviométriques. *Bulletin de l'Association de Géographes Français*, 338-339, Paris, p.2-15.

PÉGUY, Ch.P. (1976) - Une nouvelle expression graphique de la variabilité interannuelle des climats: les calendriers de probabilités. *Bulletin de l'Association de Géographes Français*, 431-432, Paris, p.5-11.

PÉGUY, Ch.P. (1978) - Un outil sémiologique au service des climatologues: les calendriers de probabilités. *Séminaires et Notes de Recherche*, 18, Besançon, p.137-149.

PÉGUY, Ch.P. (1980) - Le "temps de récurrence" en hidrométéorologie: techniques et concepts. *Bulletin de l'Association de Géographes Français*, 468-469, Paris, p.151-155.

PÉGUY, Ch.P. (1988) - Couplets Nouveaux: pour une chanson ancienne. *Climats et Climatologie*, vol. d'hommage offert au Professeur Pierre Pagney, Dijon, p.375--382.

PÉGUY, Ch.P. (sem data) - Quelques réflexions sur la signification des régimes pluviométriques moyens d'inégales durées de référence. *Mélanges offerts par ses amis et disciples à Maurice Pardé*, Ed. OPHRYS, Paris, p.505-515.

PÉGUY, Ch.P.; MOUNIER, J. (1968) - Une méthode de recherche climatique: l'analyse fréquentielle des précipitations tombées en 24h. *Annales de Géographie*, LXXVII, 424, Paris, p.711-720.

PÉGUY, Ch.P.; MOUNIER, J.; DOUGUEDROIT, A. (1984) - Cartographie et modélisation des éléments du climat. *Annales de Géographie*, 516, Paris, p.205-217.

PEREIRA, H.G. (1985) - *Métodos de classificação*. Textos de apoio ao Curso Intensivo de Análise de dados, Julho 1985.

PÉREZ CUEVA, A.J.; ESCRIVÁ ORTEGA, J.L. (1982) - Aspectos climáticos de las séquias en el ámbito Mediterráneo. *Cuadernos de Geografia*, 13, Valencia, p.1-12.

PÉREZ IGLESIAS, M.L.; ROMANÍ BARRIENTOS, R.G. (1985) - Manifestaciones de la aridez en el Noroeste peninsular. *IX Colóquio de Geografia, Ponencias - Tomo I*, Valência (sem paginação).

PERIAGO, M.C.; LANA, X.; SERRA, C.; FERNÀNDEZ MILLS, G. (1991) - Precipitation regionalization: an application using a meteorological network in Catalunia (NE Spain). *International Journal of Climatology*, 11, p.5529-5543.

PERRY, A.H. (1976) - The long drought of 1975-76. *Weather*, 31, 10, Bracknell, p.328-334.

PERRY, A.H. (1988) - Trends in Maltese rainfall: causes and consequences. In GREGORY, S. (Ed.), *Recent Climatic Change*, p.125-129.

PETIT-RENAUD, G. (1980) - Les principaux aspects de la variabilité des précipitations dans le Nord de la France. *Recherches Géographiques à Stasbourg*, 13-14, Stasbourg, p.31-38.

PETIT-RENAUD, G. (1983) - Remarques sur l'homogénéité des précipitations et analyse de leur évolution en Scandinavie. *Hommes et Terres du Nord*, 3, Lille, p.45-54.

PETIT-RENAUD, G. (1990) - L'évolution recente du climat en France. *Revue de Géographie de Lyon*, 65, 2, Lyon, p.138-144.

PETTERSON, S.; SMEBYE, S.J. (1971) - On the development of extratropical cyclones. *Quartely Journal of the Royal Meteorological Society*, 97, 414, Bracknell, p.457-482.

PLANA CASTELLVI, J.A. (1981) - Notas sobre los balanços hídricos. *Tarraco*, II, Tarragona, p.49-57.

PONCE HERRERO, G. (1992) - Tratamiento estatístico de las precipitaciones en un área de transición entre las tierras de Alicante, Albacete y Valencia. *Investigaciones Geográficas*, 10, Alicante, p.103--123.

POURSIN G. (1973) - Note à propos des régimes pluviométriques saisonniers. *Norois*, 77, Caen, p.129-136.

PROBST, J.L.; TARDY, Y. (1985) - Fluctuations hydro-climatiques du Bassin d'Aquitaine au cours des 70 dernières annés. *Revue de Geologie Dynamique et de Géographie Physique*, 26, 1, Paris, p.59-75.

QUENEY, M.P. (1954) - Les grands mouvements de l'atmosphère. *La Météorologie*, 35, Paris, p.195-207.

QUENEY, M.P. (1956) - Mise au point des théories récentes sur les grands phénomènes atmosphériques. *Bulletin de l'Association de Géographes Français*, 225-226, Paris, p.30-38.

QUEREDA SALA, J.; TORRES SAAVEDRA, R. (1989) - Blocage e goutte froide sur le Levant Espagnol. *La Météorologie*, VII, 27, Paris, p.2-7.

RACINE, J.B.; LEMAY, G. (1972) - L'analyse discriminante des correspondances typologiques dans l'espace géographique. *L'Espace Géographique*, 3, Paris, p.145-166.

RACINE, J.B.; REYMOND, H. (1973) *L'analyse quantitative en Géographie*. Press Universitaires de Paris, Paris.

RAMOS, C. (1986) - *Tipos de anticiclones e ritmo climático de Portugal*. L.A.G.F., rel. nº 25, C.E.G., Lisboa.

RAMOS, C.; VENTURA, J.E. (1991) - Contribuição para o conhecimento do regime térmico em Portugal - o caso do mês de Fevereiro de 1956. *V Colóquio Ibérico de Geografia*, Leon, p.141-148.

RASO NADAL, J.M. (1987) - Variaciones recientes de las temperaturas medias en el Observatorio del Ebro. *Annales de Geografia de la Universidad Complutense de Madrid*, 7, Madrid, p.155-165.

RASO NADAL, J.M.; CLAVERO PARICIO, P.; MARTIN VIDE, J. (1984) - Distributión probabilística de la precipitación anual en Cataluña. *Revista de Geografia*, XVIII, Barcelona, p.47-68.

RATCLIFFE, R.A. (1977) - A synoptic climatologist's viewpoint of the 1975-76 drought. *The Meteorological Magazine*, 106, 1258, Bracknell, p.145-154.

REIS, R.M.; GONÇALVES, M.Z. (1981) - *Caracterização climática da região agrícola do Ribatejo e Oeste*. O Clima de Portugal, XXXII, I.N.M.G., Lisboa.

REIS, R.M.; GONÇALVES, M.Z. (1987) - *Caracterização climática da região agrícola do Alentejo*. O Clima de Portugal, XXXIV, I.N.M.G., Lisboa.

REIS, R.M.; LAMELAS, H. (1988) - *Tratamento estatístico do balanço hídrico decenial e dos seus componentes com ETP calculada pelo método de Penman*. O Clima de Portugal, XXXVI, I.N.M.G., Lisboa.

RETAILLE, D. (1984) - La sécheresse et les sécheresses au Sahel. *L'Information Géographique*, 48, Paris, p.137-144.

RETTALLACK, B.J. (1979) - *Meteorologia*. Vol 2 do Compêndio para a formação profissional de pessoal meteorológico da classe IV, trad. I.N.M.G., Lisboa.

REX, D.F. (1950) - The effect of atlantic blocking action upon european climates. *Tellus*, 3, 2, Estocolmo, p.100-112.

RIBEIRO, O. (1955) - *Portugal. Geografía de España y Portugal*, V, Barcelona.

RIBEIRO, O. (1986) - *Portugal o Mediterrâneo e o Atlântico*. 4ª ed., Sá da Costa, Lisboa.

RIBEIRO, O.; LAUTENSACH, H.; DAVEAU, S. (1987) - *Geografia de Portugal. I - A Posição Geográfica e o território*. Sá da Costa, Lisboa.

RIBEIRO, O.; LAUTENSACH, H.; DAVEAU, S. (1988) - *Geografia de Portugal. II - O Ritmo climático e a Paisagem*. Sá da Costa, Lisboa.

RONCHAIL, J.; LECOMPE, M. (1981) Essais de Climatologie dynamique dans les Alpes internes français. *La Météorologie*, VI, 26, Paris, p.57-91.

ROXO, M.J.; VENTURA, J.E. (1986) - As inundações catastróficas de Novembro de 1983 na região de Lisboa. *Estudos em Homenagem a Mariano Feio*, Lisboa, p.391-405.

ROY LADURIE, E. (1967) - *Histoire du climat depuis l'an mil*. Flemavion.

SALES MARTÍNEZ, V.; JAMBRINO CALVET, T.; JUSTE PÉREZ, J.J. (1982) - Análisis espacial y temporal de la sequía 1978-81 en España. *Cuadernos de Geografia*, 30, Valencia, p.13-24.

SANDERS, R.A. (1953) - Blocking highs over the Eastern North Atlantic Ocean and Western Europe. *Monthly Weather Review*, 81, 3, Boston, p.67-73.

SCHERER, J.C. (1977) - Une méthode pour déceler les erreurs systématiques saisonnières dans les données pluviométriques. *Recherches Géographiques à Stasbourg*, 4, Stasbourg, p.99-103.

SCHOVE, D.J. (1950) - The climatic fluctuation since A.D. 1850 in Europe and the Atlantic. *Quartely Journal of the Royal Meteorological Society*, 76, London, p.147--165.

SCHULÉ, A. (1975) - Contribution à l'étude géographique des sécheresses. Exemple du bassin de la Maine. *Revue Géographique de l'Est*, XV, 1-2, Nancy, p.113--129.

SEFE, F.T. (1986) - An index method for analysing precipitation surplus or deficit: preliminary developments. *Journal of Climatology*, 6, Chichester, p.563-570.

SERRA, L. (sem data) - Répartition temporelle et spatiale des périodes sèches, normales ou humides. *Mélanges offerts par ses amis et disciples à Maurice Pardé*, Ed. OPHRYS, Paris, p.615-622.

SHUTTS, G.J. (1987) - Resistent anomalous circulation and blocking. *The Meteorological Magazine*, 116, 1377, Bracknell, p.116-124.

SILVA, B.N. (1978) - Métodos quantitativos aplicados em Geografia: uma introdução. *Geografia*, 3, 6, Rio Claro, p.33-73.

SILVA, B.N. (1981) - Contribuição à metodologia de cartografia temática: o exemplo da variabilidade das precipitações anuais no Estado da Bahia. *Geografia*, 6, 11, 12, Rio Claro, p.179-197.

SILVA, B.N. (1982) - Cartografia da concentração ou diversificação da precipitação no Estado da Bahia: uma aplicação do índice de Oliver. *Revista Brasileira de Geografia*, 44, 1, Rio de Janeiro, p.137-146.

SIMONS, M. (1970) - Atmospheric convection. *Journal of the Geographical Association*, 55, 2, 247, Sheffield, p.196-203.

SNEYERS, R. (1975) - *Sur l'analyse statistique des séries d'observations*. O.M.M., Note Technique 143, Genève.

SOBRINHO, A.S. (1982) - As inundações e o ordenamento do território em Portugal. *II Colóquio Ibérico de Geografia, Comunicações*, vol. I, Lisboa, p.359-386.

SOUSA PINTO, N.S.; HOLTZ, A.C.; MARTINS, J.A.; GOMIDE, F.L. (1976) - *Hidrologia básica*. E. Blucher, São Paulo.

SPIEGEL, M.R. (1985) - *Estatística*. 2ª ed., McGraw-Hill, São Paulo.

STARK, L.P. (1965) - Positions of monthly mean throughs and ridges in the northern hemisphere 1949-63. *Monthly Weather Review*, 93, 11, Boston, p.705-720.

STINGER, E.T. (1972) - *Techniques of Climatology*. W.H. Freeman and Company, San Francisco.

STUBSS, M.W. (1977) - Exceptional European Weather in 1976. *Weather*, 32, 12, Bracknell, p.457-463.

SUMNER, E.J. (1959) - Blocking anticyclones in the Atlantic-European sector of the northern hemisphere. *The Meteorological Magazine*, 88, 1048, Bracknell, p.300-311.

TANNHILL, I.R. (1947) - *Drought, its causes and effects*. Princeton.

TASE, N.; NAKAGAWA, S. (1990) - Spatial and temporal characteristics of precipitation in Japan. Long-term tends of annual precipitation. *Ann. Rep. Inst. Geosc.*, Univ. Tsukuba, 16, p.17-19.

THEPENIER, R.M.; CRUETTE, D. (1977) - Rôle des cumulonimbus dans l'évolution des pertubations cycloniques des régions méditerranéennes. *La Météorologie*, VI, 9, Paris, p.165-171.

THEPENIER, R.M.; CRUETTE, D. (1983) - Étude de la cyclogenése en Méditerranée par l'observation satellitaire. *La Météorologie*, nº spécial, 34, Paris, p.383-384.

THIEBAUT, B. (1979) Étude des précipitations: diversité dans l'espace géographique et modification d'une année à l'autre. *Bulletin de la Société Languedocienne de Géographie*, 13, 3-4, Montpellier, p.205-224.

TUCKER, G.B. (1968) - Some general aspects of drought. *Agricultural Meteorology, proceedings of the W.M.O. Seminar, Melbourne - 1966*, p.703-711.

UNESCO/O.M.M. (1987) - *Aspects hydrologiques des sécheresses*. Études et rapports d'hydrologie, nº 39, Paris.

UÑA ALVAREZ, E. (1992) - La série pluviométrica del observatorio de Orense: análisis estadístico de los valores totales anuales (1952-1991). *MINIUS, Revista do Departamiento de História, Arte e Xeografía*, I, 1, Orense, p.27-38.

VAHRSON, W.-G. (1992) - Distribucion espacial de los períodos de retorno de tres eventos de lluvias extremas en Costa Rica. *Revista Geográfica de América Central*, 25-26, Heredia, p.193-207.

VENTURA, J.E. (1986) - *Influência das gotas de ar frio no ritmo e na repartição espacial das chuvas em Portugal*. L.A.G.F., rel.nº 24, C.E.G., Lisboa.

VENTURA, J.E. (1987) - As gotas de ar frio e o regime da precipitação em Portugal. *Finisterra*, XXII, 43, Lisboa, p.39-69.

VENTURA, J.E. (1988) - *Temperaturas máximas e mínimas em Portugal Continental - Tentativa de representação cartográfica*. L.A.G.F., rel.nº 28, C.E.G., Lisboa.

VENTURA, J.E.; RAMOS, C. (1993) - Os meses primaveris anormalmente frios e quentes no Sul de Portugal - situações sinópticas por eles responsáveis. *Estudos de Geografia Física e Ambiente*, L.A.G.F., rel.nº32, C.E.G., Lisboa, p.99-117.

VERYARD, R.G. (1956) - Some thoughts on climatic change. *Weather*, XI, 11, London, p.355-364.

VERYARD, R.G. (1963) - Aperçu des études relatives aux variations climatiques intéressant la période pour laquelle on dispose d'observations météorologiques. *Change of Climate. Proceedings of the Rome Symposium organized by Unesco and the O.M.M.*, p.17-35.

VIERS, G. (1968) - *Eléments de Climatologie*. Fernand Nathan, Paris.

VINES, R.G. (1985) - European rainfall patterns. *Journal of Climatology*, 5, 6, Sussex, p.607-616.

VITON, P. (1990) - Mesures de pluie. *La Météorologie*, VII, 33, Paris, p.22-33.

VOIRON, H.; JAIL, M.; LOUP, J.; MARTIN, N. (1977) - La sécheresse dans les Alpes du Nord en 1976. *Revue de Géographie Alpine*, LXV, 3, Grenoble, p.241-245.

W.M.O. (1975) - *Drought and Agriculture*. W.M.O. Technical Note 138, Geneva.

W.M.O./I.H.D. (1967) - *Incidence and spread of continental drought*. Report nº 2, Geneva.

WIGLEY, T.M.; JONES, P.D. (1987) - England and Wales precipitation: a discussion of recent changes in variability and an update to 1985. *Journal of Climatology*, 7, 3, Sussex, p.231-246.

YOSHINO, M.; YAGISAWA, O. (1990) - Regionality of occurrence frequencies of various climatic types in the Mediterranean and its surrounding region. *Science Reports Institute Geoscience*, Univ. Tsukuba, sec. A, 11, 25, p.1-18.

ZEYTOUNIAN, R.K. (1967) - Études hydrodynamiques des ondes dues au relief. Première partie: modèles théoriques. *La Météorologie*, 1, Paris, p.25-42.

DOCUMENTOS ESTATÍSTICOS

- Anuário Climatológico de Portugal, Parte I, Observações de Superfície. Serviço Meteorológico Nacional e Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica.
- O Clima de Portugal, vários fascículos. Serviço Meteorológico Nacional e Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica.
- Anuário dos Serviços Hidráulicos. Direcção Geral dos Recursos e Aproveitamentos Hidráulicos.
- Dados pluviométricos 1900/01 a 1984/85. Direcção Geral dos Recursos e Aproveitamentos Hidráulicos.

DOCUMENTOS DE ANÁLISE SINÓPTICA

- Boletim Meteorológico Diário. Serviço Meteorológico Nacional e Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica.
- Boletim Meteorologico Diario. S.M.N., Madrid.
- Bulletin Météorologique Européen, Offenbach.
- Taglicher Wetterbericht, Frankfurter.

ÍNDICE DAS FIGURAS

		Pág.
1 -	Localização dos principais acidentes do relevo do Sul de Portugal.	iii
2 -	Perfis topográficos simplicados do Sul de Portugal.	v
3 -	Localização das estações e dos postos udométricos utilizados.	6
4 -	Teste (double cumul) das precipitações anuais das séries longas, relativamente a Évora.	16
5 -	Teste (double cumul) das precipitações anuais para os locais que tiveram mudanças de localização no período escolhido (1949/78), relativamente a Évora.	18-19
6 -	Variação interanual das precipitações em Évora e evolução das médias de 12 anos consecutivos.	26
7 -	Variação das precipitações em Évora: médias de 12 e de 21 anos consecutivos e de 30 anos, com sobreposição de 15 anos.	26
8 -	Variação das precipitações em Évora: mediana, primeiro e nono decis das séries de 20 anos (com sobreposição de 10 anos).	27
9 -	Médias móveis, de número de ordem 11, dos totais anuais de precipitação em Évora.	30
10 -	Desvios acumulados aos totais anuais de precipitação de Évora (calculados a partir da média de 1870-71/1989-90).	30
11 -	Variação interanual e respectiva recta de tendência das precipitações em Pavia, Chouto, Estremoz e Évora.	38

Pág.

12 - Variação interanual e respectiva recta de tendência das precipitações em Beja, Faro e para os valores médios (Pavia, Chouto, Estremoz, Évora, Beja e Faro). 39

13 - Médias móveis, de número de ordem 11, das precipitações anuais em Chouto, Estremoz e Pavia. 41

14 - Médias móveis, de número de ordem 11, das precipitações anuais em Évora. 42

15 - Médias móveis, de número de ordem 11, das precipitações anuais em Beja e Faro. 43

16 - Desvio acumulado, em relação à media de 1929-30/77-78, em Chouto e Estremoz. 45

17 - Desvio acumulado, em relação à média de 1929-30/77-78, em Pavia e Évora. 46

18 - Desvio acumulado, em relação à média de 1929-30/77-78, em Beja e Faro. 47

19 - Repartição espacial do mês (ou meses) em que ocorre o valor mínimo dos coeficientes pluviométricos relativos (1949/78). 62

20 - Repartição espacial do mês (ou meses) em que ocorre o valor máximo dos coeficientes pluviométricos relativos (1949/78). 64

21 - Local e mês em que se registam coeficientes pluviométricos relativos superiores ou iguais a 2 (1949/78). 67

22 - Variação espacial do índice de Olivier (1949/78). 67

23 - Relação entre o desvio padrão e a precipitação média anual (1949/78). 71

24 - Repartição espacial dos coeficientes de variação das precipitações anuais (1949/78). 75

25 - Os regimes prováveis do Sul de Portugal (1949/78) nos locais representativos das diferentes regiões pluviométricas. 80-81

26 - Projecção dos meses e dos locais, segundo os eixos factoriais 1 e 2, resultante da análise em componentes principais dos coeficientes pluviométricos relativos (1949/78). 93

Pág.

27 - Variação ao longo do ano dos coeficientes pluviométricos relativos (1949/78), para locais com valores reduzidos e elevados em relação, respectivamente, ao eixo 1 (A) e ao eixo 2 (B), representados na figura anterior. 94

28 - Repartição espacial dos conjuntos de locais resultantes da análise em componentes principais aos coeficientes pluviométricos mensais (1949/78). 99

29 - Repartição espacial dos grupos de locais resultantes da classificação automática dos "scores" da análise em componentes principais dos coeficientes pluviométricos mensais (1949/78), obtidos a uma distância de corte de 0,38. 99

30 - Repartição espacial dos grupos de locais resultantes da classificação automática dos "scores" da análise em componentes principais das precipitações médias (A) e medianas (B) de 1949/78, obtidos para uma distância de corte de, respectivamente, 0,49 e 0,48. 101

31 - Repartição espacial dos grupos de locais resultantes da classificação automática dos "scores" das precipitações médias (A) e medianas (B) de 1949/78, obtidos para uma distância de corte de, respectivamente, 0,25 e 0,33. 101

32 - Repartição espacial dos grupos de locais resultantes da classificação automática dos coeficientes pluviométricos mensais (1949/78) obtidos para uma distância de corte de 0,37. 104

33 - Regiões pluviométricas do Sul de Portugal. 104

34 - Distribuição espacial da precipitação anual mediana (1949/78). 107

35 - Representação esquemática da influência das serras do litoral alentejano nos fluxos vindos do oceano. 111

36 - Representação esquemática das possíveis divergências originadas pela Serra da Arrábida (A) e relevos da Serra de Ossa e Planalto de Estremoz (B) nos fluxos de W e SW. 111

37 - Distribuição espacial da precipitação anual correspondente ao primeiro decil (1949/78). 114

38 - Distribuição espacial da precipitação anual correspondente ao nono decil (1949/78). 115

39 - Distribuição espacial da precipitação correspondente ao primeiro decil em Outubro, Novembro, Dezembro e Janeiro (1949/78). 128

40 - Distribuição espacial da precipitação correspondente ao primeiro decil em Fevereiro, Março, Abril e Maio (1949/78). 129

41 - Distribuição espacial da precipitação correspondente ao nono decil em Setembro, Outubro, Novembro e Dezembro (1949/78). 136

42 - Distribuição espacial da precipitação correspondente ao nono decil em Janeiro, Fevereiro, Março e Abril (1949/78). 137

43 - Distribuição espacial da precipitação correspondente ao nono decil em Maio, Junho, Julho e Agosto (1949/78). 139

44 - Desvios da precipitação anual relativamente à mediana em Évora, Beja e Faro, no período 1900-01/ 1989-90. 155

45 - Variabilidade pluviométrica interanual (1900-01/1989-90), em Évora Beja e Faro. 156

46 - Variabilidade pluviométrica interanual (1900-01/1989-90) para as médias de Évora, Beja e Faro. 160

47 - Variabilidade pluviométrica interanual nos locais representativos dos regimes pluviométricos, no Sul de Portugal (1948--49/1977-78). 163

48 - A divisão de Portugal segundo o Índice Xerotérmico de GAUSSEN e os Andares Bioclimáticos de EMBERGER. 171

49 - Distribuição espacial da diferença entre os valores médios anuais da precipitação e a evapotranspiração potencial (R-ETP), no Sul de Portugal. 177

50 - Variação anual do número de meses secos, segundo GAUSSEN (R < 2T), em Portalegre, Évora, Beja e Faro, no período de 1949/78. 183

51 - Duração da estação seca, segundo LAUTENSACH (R < 30mm), em Évora, Beja e Faro (1900--01/1989-90). 186

Pág.

52 - Comparação dos histogramas de frequência do número de meses secos consecutivos em cada ano, no período 1900-01/1944-45 com o de 1945-46/1989-90), em Évora, Beja e Faro, segundo LAUTENSACH (R < 30mm). 188

53 - Evolução das precipitações mensais ao longo de 1948/49. 215

54 - Desvio, relativamente à mediana, das precipitações mensais de 1948/49. 215

55 - Comparação dos totais mensais de precipitação de 1948/49 com o primeiro decil, primeiro quintil e mediana do período 1949/78, em Évora e Faro. 216

56 - Repartição espacial da seca de 1948/49, a partir da posição dos totais anuais de precipitação relativamente aos decis do período 1949/78. 217

57 - Exemplos de situações sinópticas de Novembro de 1948. 220

58 - Posições diárias do fluxo aos 500hPA, ao longo de Novembro de 1948. 221

59 - Posições diárias dos fluxos aos 500hPa, ao longo de Janeiro e Fevereiro de 1949. 223

60 - Tipos de evolução das células anticiclónicas atlânticas, durante o Inverno de 1948/49, em função do estabelecimento e modificações de dorsais junto da fachada ocidental do continente europeu. 224

61 - Posições diárias dos fluxos aos 500hPa, ao longo de Março de 1949. 225

62 - Situação sinóptica de 25 de Março de 1949, que ilustra o tipo de circulação responsável por chuvas no extremo sul de Portugal. 227

63 - Evolução das precipitações mensais ao longo de 1964/65. 229

64 - Desvio, relativamente à mediana, das precipitações mensais de 1964/65. 229

65 - Comparação dos totais mensais de precipitação de 1964/65 com o primeiro decil, primeiro quintil e mediana do período 1949/78 em Évora e Faro. 230

66 - Repartição espacial da seca de 1964/65, a partir da posição dos totais anuais de precipitação relativamente aos decis do período 1949/78. 231

Pág.

67 - Esquemas dos tipos de situações anticiclónicas mais frequentes, registados no Inverno de 1964/65. 235

68 - Posições diárias do fluxo aos 500hPa ao longo de Abril de 1965. 238

69 - Evolução das precipitações mensais em 1973--74/1975-76. 241

70 - Desvio das precipitações mensais de 1973--74/1975-76 relativamente à mediana. 242

71 - Comparação das precipitações mensais nos anos de 1973/74, 1974/75 e 1975-76, em Évora e Faro, com o primeiro decil, o primeiro quintil e a mediana de 1949/78. 244

72 - Repartição espacial da seca em 1973/74, 1974/75 e 1975/76, a partir da posição dos totais anuais de precipitação relativamente aos decis do período 1949/78. 247

73 - Padrão espacial da seca (R < D2). A - em 1973/74, 1974/75 e 1975/76, B - no conjunto dos três anos considerados. 251

74 - Situação sinóptica de 25 de Fevereiro de 1974, mostrando uma extensa faixa anticiclónica resultante da coalescência entre o anticiclone atlântico e o térmico europeu. 255

75 - Posição diária dos fluxos aos 500hPa, ao longo de Março de 1974. 255

76 - Posição diária dos fluxos aos 500hPa, ao longo de Dezembro de 1974. 257

77 - Situação sinóptica pouco comum, do dia 23 de Outubro de 1975, com formação de um núcleo anticiclónico centrado no interior do continente europeu, relacionado com a presença de uma célula de bloqueio anticiclónico em altitude. 261

78 - Três tipos de situações sinópticas comums durante Dezembro de 1974. 263

79 - Posição diária dos fluxos aos 500hPa ao longo de Dezembro de 1975: A - Primeira década; B - Segunda década; C - Terceira década. 265

80 - Representação da duração média do período húmido (R > ETP) e do período chuvoso (R > 1/2ETP),no Sul de Portugal. 273

81 - Exemplos da variação diária das precipitações em Novembro de 1983, no Sul de Portugal. 286

Pág.

82 - Número de dias de chuva em Novembro de 1983 (A) e distribuição da frequência de ocorrência dos totais diários mais elevados nos 190 postos de medição do Sul de Portugal (B). 287

83 - Repartição espacial da precipitação registada em Novembro de 1983. 289

84 - Exemplos da variação diária das precipitações em Outubro de 1972 no Sul de Portugal. 293

85 - Repartição espacial da precipitação registada em Outubro de 1972. 294

86 - Exemplos de situações sinópticas de Outubro de 1972 em que as gotas de ar frio originaram fluxos húmidos e instáveis, do quadrante sul, nas regiões mais meridionais. 297

87 - Posições das gotas frias que influenciaram o estado do tempo no Sul de Portugal, em Outubro de 1972, materializadas pela isoípsa mais interna da respectiva depressão aos 500hPa. 298

88 - Exemplos da variação diária das precipitações em Dezembro de 1976 no Sul de Portugal. 299

89 - Repartição espacial da precipitação registada em Dezembro de 1976. 300

90 - Exemplos das situações sinópticas da primeira década de Dezembro de 1976 em que Portugal Continental foi afectado pela passagem de perturbações da frente polar. 303

91 - Exemplos de depressões, geralmente associadas a sistemas frontais, que influenciaram o estado do tempo em Portugal Continental na segunda e terceira décadas de Dezembro de 1976. 304

92 - Exemplos da variação diária das precipitações em Dezembro de 1975 no Sul de Portugal. 306

93 - Repartição espacial da precipitação registada em Dezembro de 1975. 308

94 - Situações sinópticas de 6 a 10 de Dezembro de 1975 em que as gotas de ar frio influenciaram o estado do tempo no Sul de Portugal. 310

Pág.

95 - Exemplos de situações sinópticas da segunda década de Dezembro de 1975 em que gotas de ar frio influenciaram o estado do tempo em todo o território de Portugal Continental. 311

96 - Posições das gotas frias que influenciaram o estado do tempo no Sul de Portugal, em Dezembro de 1975, materializadas pela isoípsa mais interna da respectiva depressão aos 500hPa. 313

97 - Histograma das precipitações máximas diárias registadas no Sul de Portugal segundo dados do fasc. XIX de "**O Clima de Portugal**". 318

98 - Distribuição ao longo do ano dos máximos absolutos de precipitação diária no Sul de Portugal. 318

99 - Repartição espacial da precipitação máxima diária correspondente a um período de retorno de 50 anos. 320

100 - Número de meses que no período de 1954/83 registaram precipitações diárias superiores a 50mm. 322

101 - Repartição espacial da precipitação registada em 19 de Dezembro de 1958. 324

102 - Repartição espacial da precipitação registada em 16 de Fevereiro de 1963. 329

103 - Repartição espacial da precipitação registada em 6 de Outubro de 1979. 333

104 - Locais de máximos pluviométricos diários nas três situações de chuvas intensas relacionadas com passagem de sistemas frontais de trajectória próxima ao Sul de Portugal. 337

105 - Representação esquemática da circulação aos 500hPa mostrando a rotação sofrida pela depressão fria de altitude, do dia 8 para o dia 9 de Novembro de 1983, por interferência de um talvegue. 341

106 - Posição, relativamente à Península Ibérica, dos principais conjuntos nebulosos nos dias 8 e 9 de Novembro de 1983, segundo a imagem de satélite publicada no Boletim Meteorológico Diário. 341

107 - Repartição espacial da precipitação registada em 9 de Novembro de 1893. 344

Pág.

108 - Situação sinóptica do dia 14 de Novembro de 1983 em que uma vasta depressão centrada a oeste da Península Ibérica originou chuvas intensas no Sul de Portugal. 346

109 - Repartição espacial da precipitação registada em 14 de Novembro de 1983. 349

110 - Repartição espacial da precipitação registada em 19 de Novembro de 1983. 351

111 - Situação sinóptica de superfície de 19 de Novembro de 1983. 352

112 - Imagem de satélite do dia 20 de Novembro de 1983, publicada no Boletim Meteorológico Diário, mostrando a nebulosidade convectiva resultante da situação representada na figura 111. 352

113 - Repartição espacial da precipitação registada em 21 de Novembro de 1983. 357

114 - Evolução dos principais fluxos no Atlântico Oriental, ao nível dos 300hPa, nos dias 16, 17 e 18 de Novembro de 1989. 360

115 - Situação sinóptica de superfície do dia 18 de Novembro de 1989. 360

116 - Repartição espacial da precipitação registada em 19 de Novembro de 1989. 362

117 - Imagem de satélite do dia 18 de Novembro de 1989, publicada no Boletim Meteorológico Diário, mostrando a organização da nebulosidade no núcleo de baixas pressões com sistema frontal associado. 365

118 - Repartição espacial da precipitação registada no dia 25 de Setembro de 1962. 369

119 - Repartição espacial da precipitação registada no dia 17 de Setembro de 1957. 371

120 - Repartição espacial da precipitação registada no dia 23 de Julho de 1977. 373

ÍNDICE DE QUADROS

Pág.

I

Precipitação mínima, máxima, média, desvio padrão e coeficiente de variação, por década, para a série de Évora (1870-71/1989-90). 31

II

Valores médios da precipitação nas séries de 1921/50, 1931/60 e de 1949/78. 34

III

Coeficientes de correlação entre as várias séries consideradas e entre estas e as médias calculadas a partir de todas elas. 36

IV

Desvio padrão e coeficientes de variação para os diversos períodos das séries longas consideradas. 37

V

Os 6 locais com, respectivamente, os valores mais reduzidos e mais elevados da mediana e da média das precipitações anuais (1949/78). 60

VI

Coeficientes pluviométricos relativos (1949/78). 61

VII

Valores do índice de Olivier para o Sul de Portugal (1949/78). 66

Pág.

VIII

Variabilidade das chuvas anuais (1949/78). 73

IX

Coeficientes de variação das precipitações mensais (1949/78). 84

X

Percentagem e percentagem acumulada da variância explicada por cada um dos eixos factoriais e histogramas dos respectivos valores. 91

XI

Identificação dos locais de medição utilizados na análise factorial pelo número de código com que aparecem referenciados na figura 26. 95

XII

Regiões do Sul de Portugal definidas quanto ao regime anual de precipitação e locais de observação escolhidos para as representar. 103

XIII

Comparação entre o primeiro e o último decil nos locais com os valores mais reduzidos para o D1 (1949/78). 117

XIV

Comparação entre o primeiro e o último decis para os locais com os valores mais elevados para o D9 (1949/78). 117

XV

Diferença de precipitação ao nível do primeiro decil (D1) e do último decil (D9) entre locais próximos, mas de precipitações bastante diferentes (1949/78). 119

XVI

Decis empíricos anuais (1949/78). 121

XVII

Escalonamento dos locais de observação seleccionados, por ordem crescente das precipitações anuais, em cada uma das frequências (1949/78). 122

Pág.

XVIII

Locais onde se registaram os valores mais reduzidos de precipitação para o primeiro decil de cada mês (1949/78). 125

XIX

Locais onde se registaram os valores mais elevados de precipitação para o primeiro decil de cada mês (1949/78). 126

XX

Locais onde se registaram os valores mais reduzidos de precipitação para o nono decil de cada mês (1949/78). 131

XXI

Locais onde se registam os valores mais elevados de precipitação para o nono decil de cada mês (1949/78). 132

XXII

Número de anos em que Évora, Beja e Faro aparecem nas classes de muito seco, seco, normal, chuvoso e muito chuvoso, na primeira e segunda metades do período 1900-01/1989-90. 157

XXIII

Comparação da ETP segundo THORNTHWAITE e PENMAN (1941/70 e para outros períodos de menor duração) com a média e mediana do período considerado (1948-49/77-78). 175

XXIV

Comparação das precipitações medianas [P(Me)] com os valores medianos e decis extremos da evapotranspiração (segundo Thornthwaite-Mather), publicados no fascículo XXV de "O clima de Portugal", para Portalegre (Pr), Évora (Év), Beja (Bj) e Faro (Fr). 178

XXV

Comparação da evapotranspiração mensal (etp) segundo THORNTHWAITE (vários períodos extraídos dos fasc. de "O Clima de Portugal") com os valores médios (X) e medianos (M) da precipitação (1949/78). 180-181

XXVI

Número de vezes que cada mês foi seco ao longo dos trinta anos (1949/78) segundo o critério de Gaussen (R < 2T). 184

Pág.

XXVII

Análise dos quintis de precipitação no Sul de Portugal mostrando a frequência dos tipos de transição (entre quintis) de cada ano ao seguinte. 204

XXVIII

Número de locais em que cada um dos anos mais secos (de 1949/78) registou precipitações anuais inferiores ao primeiro e ao segundo decil (T). 210

XXIX

Percentagem das precipitações registada nos anos de seca escolhidos relativamente à mediana de 1949/78. 212

XXX

Comparação das precipitações anuais, nos anos de seca escolhidos, com o valor do primeiro decil (D1) do período de 1949/78. 213

XXXI

Comparação das precipitações de Novembro de 1983 com a mediana, decil superior e valor máximo do período de 1949/78. 280

XXXII

Comparação das precipitações de Dezembro de 1975 e 1976 com a mediana, decil superior e valor máximo do período de 1949/78. 282

XXXIII

Comparação das precipitações de Outubro de 1972 com a mediana, decil superior e valor máximo do período de 1949/78. 283

AS PRECIPITAÇÕES NO SUL DE PORTUGAL
(RITMO E DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL)

Pág.

INTRODUÇÃO i

PRIMEIRA PARTE

VARIABILIDADE TEMPORAL E ESPACIAL DAS PRECIPITAÇÕES

I - A DOCUMENTAÇÃO UTILIZADA E DIFICULDADES ENCONTRADAS 3

1. O PERÍODO ESTUDADO 4
2. A VALIDADE DOS DADOS 7
3. OS HIATOS NAS SÉRIES DE DADOS 12
4. A FALTA DE HOMOGENEIDADE DAS SÉRIES 13

II - A VARIABILIDADE TEMPORAL DAS PRECIPITAÇÕES 21

1. METODOLOGIA E PARÂMETROS UTILIZADOS 21
2. A SÉRIE SECULAR DE ÉVORA 24
3. AS OUTRAS SÉRIES LONGAS DE REGISTO 33
4. O PERÍODO DE REFERÊNCIA 48

III - O REGIME MÉDIO DAS PRECIPITAÇÕES NO PERÍODO DE REFERÊNCIA 51

1. O REGIME ESTACIONAL 53
2. A CONCENTRAÇÃO MENSAL 63

Pág.

IV - **O REGIME PROVÁVEL** 69

1. A VARIABILIDADE DAS PRECIPITAÇÕES ANUAIS 69

2. A VARIABILIDADE DAS PRECIPITAÇÕES MENSAIS 76

2.1. Regimes prováveis 76

2.2. Variabilidade relativa 83

V - **A DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS PRECIPITAÇÕES** 87

1. A DIFERENCIAÇÃO ESPACIAL DO REGIME MÉDIO 87

1.1. Dados e métodos utilizados 87

1.2. Regiões pluviométricas do Sul de Portugal 90

2. A DIFERENCIAÇÃO ESPACIAL DO REGIME PROVÁVEL 105

2.1. Influência da posição topográfica na distribuição espacial das precipitações anuais 105

2.2. Variação espacial dos regimes 119

2.3. Principais aspectos da distribuição espacial dos decis extremos das precipitações mensais 122

RESUMO E CONCLUSÕES DA PRIMEIRA PARTE 141

SEGUNDA PARTE

A ESCASSEZ E A ABUNDÂNCIA DAS PRECIPITAÇÕES

I - **ALTERNÂNCIA DE ANOS DE ESCASSEZ E DE ABUNDÂNCIA PLUVIOMÉTRICA** 151

1. AO LONGO DO SÉCULO XX 153

2. NO PERÍODO DE 1948-49/1977-78 161

Pág.

II - OS PERÍODOS DE SECURA 165

1. A NOÇÃO DE SECURA E ARIDEZ 165
2. A SECURA ESTIVAL 173
3. AS SECAS: DEFINIÇÃO, DELIMITAÇÃO E METODOLOGIAS PARA O SEU ESTUDO 189
4. A PERSISTÊNCIA DAS SECAS 201

III - OS EPISÓDIOS DE SECA 207

1. ENQUADRAMENTO DOS ANOS DE SECA 207
2. UM ANO DE PRECIPITAÇÕES FORTEMENTE DEFICITÁRIAS NO OUTONO-INVERNO (1948/49) 213
   - 2.1. Evolução das chuvas ao longo do ano e repartição espacial da seca 213
   - 2.2. Circulação atmosférica responsável pela seca 218
3. UM ANO DE PRECIPITAÇÕES FORTEMENTE DEFICITÁRIAS NO OUTONO E NA PRIMAVERA (1964/65) 228
   - 3.1. Evolução das chuvas ao longo do ano e repartição espacial da seca 228
   - 3.2. Circulação atmosférica responsável pela seca 233
4. UMA SUCESSÃO DE ANOS DEFICITÁRIOS (1973-74/1975-76) 239
   - 4.1. Evolução das chuvas e repartição espacial da seca 239
   - 4.2. Circulação atmosférica responsável pela seca 252

IV - OS EPISÓDIOS MUITO CHUVOSOS 271

1. A ESCOLHA DOS EPISÓDIOS ESTUDADOS 271

oferta

Pág.

2. A REPARTIÇÃO ESPACIAL DAS PRECIPITAÇÕES MENSAIS E A CIRCULAÇÃO ATMOSFÉRICA 285

2.1. Chuvas importantes e generalizadas (exemplo de Novembro de 1983) 285

2.2. Dissimetrias de distribuição das precipitações (Outubro de 1972, Dezembro de 1976 e Dezembro de 1975) 291

3. OS DIAS MUITO CHUVOSOS E SUAS CAUSAS 315

3.1. Alguns aspectos das precipitações intensas 315

3.2. Influência dominante das perturbações frontais 323

3.3. Influência dominante das depressões convectivas 339

3.4. Episódios chuvosos de estação quente 365

4. OS MECANISMOS RESPONSÁVEIS PELOS EPISÓDIOS MUITO CHUVOSOS: A IMPORTÂNCIA DAS GOTAS DE AR FRIO 372

RESUMO E CONCLUSÕES DA SEGUNDA PARTE 379

CONCLUSÃO GERAL 391

BIBLIOGRAFIA 397

ÍNDICE DE FIGURAS 421

ÍNDICE DE QUADROS 431

ÍNDICE GERAL 435

FAC. DE CIÊNCIAS SOCIAIS E HUMANAS
SERVIÇOS DE DOCUMENTAÇÃO